# ３次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）

令和５年３月版

国　土　交　通　省

# はじめに

i-Construction の「ＩＣＴの全面的な活用」は、３次元データや情報通信技術の適用により高効率・高精度な施工を実現するものであり、工事施工中においては、施工管理データの連続的な取得を可能とするものである。そのため、施工管理においては従来よりも多くの点で品質管理が可能となり、これまで以上の品質確保が期待される。

受注者においては、実施する施工管理にあっては、出来形管理の点群データや施工履歴データの取得によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工やデータ管理の簡略化・書類の作成に係る負荷の軽減等が可能となる。また、発注者においては、従来の監督職員による現場確認が施工管理データの数値チェック等で代替可能となるほか、検査職員による出来形・品質管理の規格値等の確認についても数値の自動チェックが今後可能となるなどの効果が期待される。

本管理要領（案）は、３次元計測技術を土工に適用し施工管理を行う場合に必要な事項をとりまとめたものである。第３章に、工種共通の事項として、３次元計測技術を用いた出来形管理の一連の流れの実施項目を記載しており、第４章に、各３次元計測技術に関する事項として、機器構成や計測およびデータ処理などの具体的な出来形管理方法を記載している。

本管理要領（案）を用いた施工管理の実施にあたっては、本管理要領（案）の主旨、記載内容をよく理解するとともに、実際の施工管理においては、機器の適切な調達及び管理等を行うとともに、適切な施工管理の下で施工を行うものとする。

今後、現場のニーズや本技術の活用目的に対し、更なる機能の開発等技術的発展が実現されることが期待され、その場合、本管理要領（案）も適宜内容を改善していくこととしている。

なお、本管理要領（案）は発注者が行う監督・検査に関する要領と併せて作成しており、監督・検査については、別途定める出来形管理の監督・検査要領（案）を参照していただきたい。

# 第１編　総則　目次

**第１編 総　則** ..... **1-3**
第１章 目　的 ..... 1-3
第２章 本管理要領（案）における各編の適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-4
第１節 土工編（第２編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-4
第２節 舗装工編（第３編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-5
第３節 路面切削工編（第４編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-9
第４節 河川浚渫工編（第５編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-10
第５節 護岸工編（第６編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-11
第６節 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編（第７編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-12
第７節 固結工（スラリー撹拌工）編（第８編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-14
第８節 法面工編（第９編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-15
第９節 トンネル工編（第 10 編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-16
第１０節 基礎工（矢板工・既製杭工・場所打工）編（第 11 編）における 適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-17
第１１節 擁壁工編における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-20
第１２節 構造物工（橋脚・橋台）編における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-21
第１３節 土工(1,000㎥未満)・床堀工・小規模土工・法面整形工編における 適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-22
第３章 用語の解説 ..... 1-23
第４章 監督職員による監督の実施項目 ..... 1-52
第５章 検査職員による検査の実施項目 ..... 1-53

■ **参考資料・様式** ..... **1-55**
参考資料-1 参考文献 ..... 1-55

# 第２編　土工編　目次


**第２編 土工編** ..... **2-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 2-1

第２章 適用の範囲 ..... 2-3

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 2-5

第１節 施工計画書 ..... 2-5

第２節 工事基準点の設置 ..... 2-7

第３節 工事測量（起工測量） ..... 2-8

３－１ 工事測量（起工測量）（面管理の場合） ..... 2-8

３－２ 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... 2-10

第４節 ３次元設計データ・基本設計データ ..... 2-11

４－１ ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... 2-11

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 2-11

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... 2-13

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... 2-15

４－２ 基本設計データ作成（断面管理の場合） ..... 2-16

４－２－１ 基本設計データ作成ソフトウェア ..... 2-16

４－２－２ 基本設計データの作成 ..... 2-17

４－２－３ 基本設計データの確認 ..... 2-18

４－２－４ 基本設計データの搭載 ..... 2-19

第５節 その他の計測 ..... 2-20

５－１ 部分払い用出来高計測（面管理の場合） ..... 2-20

５－２ 部分払い用出来高計測（断面管理の場合） ..... 2-22

５－３ 岩線計測（面管理の場合） ..... 2-23

５－４ 岩線計測（断面管理の場合） ..... 2-25

第６節 出来形管理 ..... 2-26

６－１ 出来形管理（面管理の場合） ..... 2-26

６－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 2-26

６－１－２ 出来形計測 ..... 2-29

６－１－３ 出来形計測箇所 ..... 2-30

６－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... 2-32

６－２ 出来形管理（断面管理の場合） ..... 2-35

６－２－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 2-35

６－２－２ 出来形計測 ..... 2-36

６－２－３ 出来形計測箇所 ..... 2-37

６－２－４ 出来形管理資料の作成 ..... 2-38

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 2-39

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... 2-39

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 2-39

１－１－１ 機器構成 ..... ２-39
１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ２-40
１－２ 空中写真測量（ＵＡＶ） ..... ２-44
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-44
１－２－２ 機器構成 ..... ２-46
１－２－３ 写真測量ソフトウェア ..... ２-47
１－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-48
１－２－５ 出来形計測 ..... ２-50
１－３ 地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ） ..... ２-56
１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-56
１－３－２ 機器構成 ..... ２-58
１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-59
１－３－４ 出来形計測 ..... ２-60
１－４ 地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ） ..... ２-64
１－４－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-64
１－４－２ 機器構成 ..... ２-66
１－４－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-68
１－４－４ 出来形計測 ..... ２-70
１－５ 無人航空機搭載型レーザースキャナー（ＵＡＶレーザー） ..... ２-74
１－５－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-74
１－５－２ 機器構成 ..... ２-76
１－５－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-77
１－５－４ 出来形計測 ..... ２-78
１－６ ＴＳ（ノンプリズム方式） ..... ２-91
１－６－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-91
１－６－２ 機器構成 ..... ２-93
１－６－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-94
１－６－４ 出来形計測 ..... ２-95
１－７ ＴＳ等光波方式 ..... ２-99
１－７－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-99
１－７－２ 機器構成 ..... ２-101
１－７－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... ２-102
１－７－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-103
１－７－５ 出来形計測 ..... ２-104
１－８ ＲＴＫ－ＧＮＳＳ ..... ２-109
１－８－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-109
１－８－２ 機器構成 ..... ２-111
１－８－３ 出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア ..... ２-112
１－８－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-114
１－８－５ 出来形計測 ..... ２-116

１－９ 施工履歴データ ..... ２-122
１－９－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-122
１－９－２ 機器構成 ..... ２-124
１－９－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-125
１－９－４ 出来形計測 ..... ２-127
１－１０ 地上写真測量 ..... ２-133
１－１０－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-133
１－１０－２ 機器構成 ..... ２-135
１－１０－３ 写真測量ソフトウェア ..... ２-137
１－１０－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-138
１－１０－５ 出来形計測 ..... ２-139
第２節 計測技術（断面管理の場合） ..... ２-143
２－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ２-143
２－１－１ 機器構成 ..... ２-143
２－２ ＴＳ等光波方式 ..... ２-144
２－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-144
２－２－２ 機器構成 ..... ２-146
２－２－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... ２-147
２－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-148
２－２－５ 出来形計測 ..... ２-149
２－３ ＲＴＫ－ＧＮＳＳ ..... ２-154
２－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-154
２－３－２ 機器構成 ..... ２-156
２－３－３ 出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア ..... ２-157
２－３－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-159
２－３－５ 出来形計測 ..... ２-161
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ２-167
第１節 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合） ..... ２-167
第２節 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... ２-169
第６章 数量算出 ..... ２-172
第７章 出来形管理写真基準 ..... ２-173
第１節 出来形管理写真基準（面管理の場合） ..... ２-173
第２節 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... ２-175
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ２-177
第１節 電子成果品の作成規定（面管理の場合） ..... ２-177
第２節 電子成果品の作成規定（断面管理の場合） ..... ２-185

**■ 参考資料・様式** ..... **２-189**
参考資料-1 参考文献 ..... ２-190
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... ２-191

参考資料-3 基本設計データチェックシート ..... ２-192
参考資料-4 空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ... ２-193
参考資料-5 ＴＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-198
参考資料-6 地上移動体搭載型ＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-203
参考資料-7 ＵＡＶレーザーの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-220
参考資料-8 ＴＳ（ノンプリズム方式）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 . ２-226
参考資料-9 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..... ２-231
参考資料-10 高さ補完機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート..... ２-234
参考資料-11 ＧＮＳＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-239
参考資料-12 ＧＮＳＳによる観測値の点検手順書及び点検記録簿 ..... ２-243
参考資料-13 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-246
参考資料-14 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-257

# 第３編　舗装工編　目次


**第３編 舗装工編** ..... **3-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 3-1
第２章 適用の範囲 ..... 3-2
第１節 適用の範囲（面管理の場合） ..... 3-2
第２節 適用の範囲（断面管理の場合） ..... 3-4
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 3-9
第１節 施工計画書 ..... 3-9
第２節 工事基準点の設置 ..... 3-11
２－１ 工事基準点の設置（面管理の場合） ..... 3-11
２－２ 工事基準点の設置（断面管理の場合） ..... 3-12
第３節 工事測量（起工測量） ..... 3-13
３－１ 工事測量（起工測量）（面管理の場合） ..... 3-13
３－２ 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... 3-15
第４節 ３次元設計データ・基本設計データ ..... 3-16
４－１ ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... 3-16
４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 3-16
４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... 3-18
４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... 3-20
４－２ 基本設計データ作成（断面管理の場合） ..... 3-21
４－２－１ 基本設計データ作成ソフトウェア ..... 3-21
４－２－２ 新設舗装工事における基本設計データの作成 ..... 3-22
４－２－３ 新設舗装工事における基本設計データの確認 ..... 3-23
４－２－４ 道路付属物（縁石・排水構造物）における基本設計データの作成 ..... 3-24
４－２－５ 道路付属物（縁石・排水構造物）における基本設計データの確認 ..... 3-25
４－２－６ 基本設計データの搭載 ..... 3-26
第５節 出来形管理 ..... 3-27
５－１ 出来形管理（面管理の場合） ..... 3-27
５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 3-27
５－１－２ 出来形計測 ..... 3-30
５－１－３ 出来形計測箇所 ..... 3-31
５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... 3-33
５－２ 出来形管理（断面管理の場合） ..... 3-36
５－２－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 3-36
５－２－２ 出来形計測 ..... 3-37
５－２－３ 新設舗装工事における出来形計測箇所 ..... 3-38
５－２－４ 道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測箇所 ..... 3-39
５－２－５ 出来形管理資料の作成 ..... 3-40
第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 3-41

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... ３-41
１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ３-41
１－１－１ 機器構成 ..... ３-41
１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ３-42
１－２ 地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ） ..... ３-45
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-45
１－２－２ 機器構成 ..... ３-47
１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-48
１－２－４ 出来形計測 ..... ３-50
１－３ 地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ） ..... ３-55
１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-55
１－３－２ 機器構成 ..... ３-57
１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-58
１－３－４ 出来形計測 ..... ３-60
１－４ ＴＳ（ノンプリズム方式） ..... ３-65
１－４－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-65
１－４－２ 機器構成 ..... ３-67
１－４－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-68
１－４－４ 出来形計測 ..... ３-70
第２節 計測技術（断面管理の場合） ..... ３-75
２－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ３-75
２－１－１ 機器構成 ..... ３-75
２－２ ＴＳ等光波方式 ..... ３-76
２－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-76
２－２－２ 機器構成 ..... ３-78
２－２－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... ３-79
２－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... ３-80
２－２－５ 新設舗装工事における出来形計測 ..... ３-82
２－２－６ 道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測 ..... ３-89
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ３-93
第１節 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合） ..... ３-93
第２節 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... ３-95
第６章 数量算出 ..... ３-96
第７章 出来形管理写真基準 ..... ３-97
第１節 出来形管理写真基準（面管理の場合） ..... ３-97
第２節 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... ３-98
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ３-99
第１節 電子成果品の作成規定（面管理の場合） ..... ３-99
第２節 電子成果品の作成規定（断面管理の場合） ..... ３-104

■ **参考資料・様式** ..... **3-107**
参考資料-1 参考文献..... 3-108
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート..... 3-109
参考資料-3 基本設計データチェックシート..... 3-110
参考資料-4 ＴＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..... 3-111
参考資料-5 地上移動体搭載型ＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..... 3-119
参考資料-6 ＴＳ（ノンプリズム方式）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書. 3-132
参考資料-7 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..... 3-139
参考資料-8 路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法..... 3-143
参考資料-9 計測点群データを用いた平坦性算出..... 3-144

# 第４編　路面切削工編　目次


**第４編 路面切削工編** ..... **4-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 4-1
第２章 適用の範囲 ..... 4-2
第１節 適用の範囲（面管理の場合） ..... 4-2
第２節 適用の範囲（断面管理の場合） ..... 4-3
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 4-7
第１節 施工計画書 ..... 4-7
第２節 工事基準点の設置 ..... 4-9
２－１ 工事基準点の設置（面管理の場合） ..... 4-9
２－２ 工事基準点の設置（断面管理の場合） ..... 4-10
第３節 工事測量（起工測量） ..... 4-11
３－１ 工事測量（起工測量）（面管理の場合） ..... 4-11
３－２ 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... 4-12
第４節 ３次元設計データ ..... 4-13
４－１ ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... 4-13
４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 4-13
４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... 4-15
４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... 4-17
４－２ ３次元設計データ作成（断面管理の場合） ..... 4-18
４－２－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 4-18
４－２－２ ３次元設計データの作成 ..... 4-19
４－２－３ ３次元設計データの確認 ..... 4-20
４－２－４ ３次元設計データの搭載 ..... 4-21
第５節 出来形管理 ..... 4-22
５－１ 出来形管理（面管理の場合） ..... 4-22
５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 4-22
５－１－２ 出来形計測 ..... 4-24
５－１－３ 出来形計測箇所 ..... 4-25
５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... 4-26
５－２ 出来形管理（断面管理の場合） ..... 4-29
５－２－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 4-29
５－２－２ 出来形計測 ..... 4-30
５－２－３ 出来形計測箇所 ..... 4-31
５－２－４ 出来形管理資料の作成 ..... 4-32
第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 4-33
第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... 4-33
１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 4-33
１－１－１ 機器構成 ..... 4-33

１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ４-34
１－２ 施工履歴データ ..... ４-37
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ４-37
１－２－２ 機器構成 ..... ４-39
１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ４-40
１－２－４ 出来形計測 ..... ４-41
第２節 計測技術（断面管理の場合） ..... ４-45
２－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ４-45
２－１－１ 機器構成 ..... ４-45
２－２ ＴＳ等光波方式 ..... ４-46
２－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ４-46
２－２－２ 機器構成 ..... ４-48
２－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ４-49
２－２－４ 出来形計測 ..... ４-51
２－３ 地上写真測量 ..... ４-55
２－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ４-55
２－３－２ 機器構成 ..... ４-57
２－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ４-58
２－３－４ 出来形計測 ..... ４-59
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ４-61
第１節 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合） ..... ４-61
第２節 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... ４-62
第６章 数量算出 ..... ４-63
第７章 出来形管理写真基準 ..... ４-64
第１節 出来形管理写真基準（面管理の場合） ..... ４-64
第２節 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... ４-65
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ４-66
第１節 電子成果品の作成規定（ＴＳを用いた出来形管理を実施しない場合） ..... ４-66
第２節 電子成果品の作成規定（ＴＳを用いた出来形管理を実施した場合） ..... ４-69

**■ 参考資料・様式 ..... ４-72**
参考資料-1 参考文献 ..... ４-73
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... ４-74
参考資料-3 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ４-75
参考資料-4 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ４-79
参考資料-5 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ４-83
参考資料-6 切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法 ..... ４-86

# 第５編　河川浚渫工編　目次


**第５編 河川浚渫工編** ..... **５-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... ５-1

第２章 適用の範囲 ..... ５-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... ５-3

第１節 施工計画書 ..... ５-3

第２節 工事基準点の設置 ..... ５-5

第３節 工事測量（起工測量） ..... ５-6

第４節 ３次元設計データ ..... ５-7

４－１ ３次元設計データ作成 ..... ５-7

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... ５-7

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... ５-9

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... ５-11

第５節 その他の計測 ..... ５-13

５－１ 部分払い用出来高計測 ..... ５-13

第６節 出来形管理 ..... ５-14

６－１ 出来形管理 ..... ５-14

６－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... ５-14

６－１－２ 出来形計測 ..... ５-16

６－１－３ 出来形計測箇所 ..... ５-17

６－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... ５-18

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... ５-21

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... ５-21

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ５-21

１－１－１ 機器構成 ..... ５-21

１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ５-22

１－２ 音響測深機器 ..... ５-26

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ５-26

１－２－２ 機器構成 ..... ５-28

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ５-30

１－２－４ 出来形計測 ..... ５-31

１－２－５ 音響測深機器の艤装及び作動確認 ..... ５-35

１－２－６ 水深測量ソフトウェア ..... ５-37

１－３ 施工履歴データ ..... ５-38

１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ５-38

１－３－２ 機器構成 ..... ５-40

１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ５-41

１－３－４ 出来形計測 ..... ５-42

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ５-46

第６章 数量算出 ..... ５-47
第７章 出来形管理写真基準 ..... ５-48
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ５-49

■ **参考資料・様式** ..... **５-53**
参考資料-1 参考文献 ..... ５-54
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... ５-55
参考資料-3 音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ５-56
参考資料-4 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ５-68

# 第６編　護岸工編　目次


**第６編 護岸工編** ..... **6-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 6-1
第２章 適用の範囲 ..... 6-2
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 6-6
第１節 施工計画書 ..... 6-6
第２節 工事基準点の設置 ..... 6-8
第３節 基本設計データ ..... 6-9
３－１ 基本設計データ作成（断面管理） ..... 6-9
３－１－１ 基本設計データ作成ソフトウェア ..... 6-9
３－１－２ 基本設計データの作成 ..... 6-10
３－１－３ 基本設計データの確認 ..... 6-11
３－１－４ 基本設計データの搭載 ..... 6-12
第４節 出来形管理 ..... 6-13
４－１ 出来形管理（断面管理） ..... 6-13
４－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア（単点計測技術） ..... 6-13
４－１－２ 出来形座標確認ソフトウェア（多点計測技術） ..... 6-14
４－１－３ 出来形計測（単点計測技術） ..... 6-15
４－１－４ 出来形計測（多点計測技術） ..... 6-16
４－１－５ 出来形計測箇所（単点計測技術） ..... 6-17
４－１－６ 出来形計測箇所（多点計測技術） ..... 6-19
４－１－７ 出来形管理資料の作成（単点計測技術） ..... 6-20
４－１－８ 出来形管理資料の作成（多点計測技術） ..... 6-21
第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 6-22
第１節 計測技術（断面管理） ..... 6-22
１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 6-22
１－１－１ 機器構成 ..... 6-22
１－２ ＴＳ等光波方式 ..... 6-23
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 6-23
１－２－２ 機器構成 ..... 6-25
１－２－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... 6-26
１－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... 6-27
１－２－５ 出来形計測 ..... 6-28
１－３ 多点計測技術 ..... 6-32
１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... 6-32
１－３－２ 機器構成 ..... 6-33
１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... 6-34
１－３－４ 出来形計測 ..... 6-35
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 6-38

第６章 出来形管理写真基準 ..... ６-39
第１節 出来形管理写真（単点計測技術） ..... ６-39
第２節 出来形管理写真（多点計測技術） ..... ６-41
第７章 電子成果品の作成規定 ..... ６-42
第１節 電子成果品の作成規定（単点計測技術） ..... ６-42
第２節 電子成果品の作成規定（多点計測技術） ..... ６-45

**■ 参考資料・様式 ..... ６-47**
参考資料-1 参考文献 ..... ６-48
参考資料-2 基本設計データチェックシート ..... ６-49
参考資料-3 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ６-50
参考資料-4 護岸工における出来形算出ガイド ..... ６-53

# 第７編　表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編　目次


**第７編 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編 ..... 7-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 7-1

第２章 適用の範囲 ..... 7-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 7-4

第１節 施工計画書 ..... 7-4

第２節 工事基準点の設置 ..... 7-5

第３節 地盤改良設計データ ..... 7-6

３－１ 地盤改良設計データ作成 ..... 7-6

３－１－１ 地盤改良設計データ作成ソフトウェア ..... 7-6

３－１－２ 地盤改良設計データの作成 ..... 7-8

３－１－３ 地盤改良設計データの確認 ..... 7-11

第４節 その他の計測 ..... 7-12

４－１ 部分払い用出来高計測 ..... 7-12

第５節 出来形管理 ..... 7-13

５－１ 出来形管理 ..... 7-13

５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 7-13

５－１－２ 出来形計測 ..... 7-14

５－１－３ 出来形管理資料の作成 ..... 7-15

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 7-26

第１節 計測技術 ..... 7-26

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 7-26

１－１－１ 機器構成 ..... 7-26

１－２ 施工履歴データ ..... 7-27

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 7-27

１－２－２ 機器構成 ..... 7-29

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... 7-30

１－２－４ ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認 ..... 7-32

１－２－５ ＩＣＴ地盤改良機械の設定 ..... 7-33

１－２－６ 出来形計測 ..... 7-34

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 7-36

第６章 出来形管理写真基準 ..... 7-37

第７章 電子成果品の作成規定 ..... 7-38

**■ 参考資料・様式 ..... 7-40**

参考資料-1 参考文献 ..... 7-41

参考資料-2 地盤改良設計データチェックシート ..... 7-42

参考資料-3 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 7-43

# 第８編　固結工（スラリー撹拌工）編　目次


**第８編 固結工（スラリー撹拌工）編** ..... **8-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 8-1

第２章 適用の範囲 ..... 8-2

第３章 計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 8-4

第１節 施工計画書 ..... 8-4

第２節 工事基準点の設置 ..... 8-5

第３節 地盤改良設計データ ..... 8-6

３－１ 地盤改良設計データ作成 ..... 8-6

３－１－１ 地盤改良設計データ作成ソフトウェア ..... 8-6

３－１－２ 地盤改良設計データの作成 ..... 8-7

３－１－３ 地盤改良設計データの確認 ..... 8-8

第４節 その他の計測 ..... 8-9

４－１ 部分払い用出来高計測 ..... 8-9

第５節 出来形管理 ..... 8-10

５－１ 出来形管理 ..... 8-10

５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 8-10

５－１－２ 出来形計測 ..... 8-11

５－１－３ 出来形管理資料の作成 ..... 8-12

第４章 計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 8-17

第１節 計測技術 ..... 8-17

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 8-17

１－１－１ 機器構成 ..... 8-17

１－２ 施工履歴データ ..... 8-18

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 8-18

１－２－２ 機器構成 ..... 8-20

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... 8-21

１－２－４ ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認 ..... 8-22

１－２－５ ＩＣＴ地盤改良機械の設定 ..... 8-24

１－２－６ 出来形計測 ..... 8-25

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 8-28

第６章 出来形管理写真基準 ..... 8-29

第７章 電子成果品の作成規定 ..... 8-30

**■ 参考資料・様式** ..... **8-32**

参考資料-1 参考文献 ..... 8-33

参考資料-2 地盤改良設計データチェックシート ..... 8-34

参考資料-3 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 8-35

参考資料-4 地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書 ..... 8-41

# 第９編　法面工編　目次


**第９編 法面工編** ..... **９-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... ９-1

第２章 適用の範囲 ..... ９-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... ９-6

第１節 施工計画書 ..... ９-6

第２節 工事基準点の設置 ..... ９-8

第３節 工事測量（起工測量） ..... ９-9

第４節 ３次元設計データ ..... ９-10

４－１ ３次元設計データ作成 ..... ９-10

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... ９-10

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... ９-12

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... ９-13

第５節 出来形管理 ..... ９-15

５－１ 出来形管理 ..... ９-15

５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... ９-15

５－１－２ 出来形計測 ..... ９-16

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... ９-17

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... ９-18

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... ９-19

第１節 計測技術 ..... ９-19

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ９-19

１－１－１ 機器構成 ..... ９-19

１－２ ３次元計測技術 ..... ９-20

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ９-20

１－２－２ 機器構成 ..... ９-22

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ９-23

１－２－４ 出来形計測 ..... ９-24

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ９-27

第６章 数量算出 ..... ９-28

第７章 出来形管理写真基準 ..... ９-29

第８章 電子成果品の作成規定 ..... ９-30

**■ 参考資料・様式** ..... **９-33**

参考資料-1 ３次元設計データチェックシート ..... ９-34

参考資料-2 法枠工における出来形算出ガイド ..... ９-35

参考資料-3 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド ..... ９-38

# 第１０編　トンネル工編　目次

**第１０編 トンネル工編** ..... **１０-1**
第１章 適用の範囲 ..... １０-1
第２章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １０-4
第１節 施工計画書 ..... １０-4
第２節 工事基準点の設置 ..... １０-6
第３節 出来形管理 ..... １０-7
３－１ 出来形管理 ..... １０-7
３－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １０-7
３－１－２ 出来形計測 ..... １０-8
３－１－３ 出来形計測箇所 ..... １０-9
３－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １０-10
第３章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １０-11
第１節 計測技術 ..... １０-11
１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １０-11
１－１－１ 機器構成 ..... １０-11
１－２ ３次元計測技術 ..... １０-12
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １０-12
１－２－２ 機器構成 ..... １０-14
１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １０-15
１－２－４ 出来形計測 ..... １０-16
第４章 出来形管理基準及び規格値 ..... １０-18
第５章 出来形管理写真基準 ..... １０-19
第６章 電子成果品の作成規定 ..... １０-20

**■ 参考資料・様式** ..... **１０-23**
参考資料-1 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド ..... １０-24

# 第１１編　基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工）編　目次


**第１１編 基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工）編 ..... １１-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １１-1

第２章 適用の範囲 ..... １１-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １１-9

第１節 施工計画書 ..... １１-9

第２節 工事基準点の設置 ..... １１-11

第３節 基礎工設計データ ..... １１-12

３－１ 基礎工設計データ作成 ..... １１-12

３－１－１ 基礎工設計データ作成ソフトウェア ..... １１-12

３－１－２ 基礎工設計データの作成 ..... １１-13

３－１－３ 基礎工設計データの確認 ..... １１-14

第４節 出来形管理 ..... １１-15

４－１ 出来形管理 ..... １１-15

４－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... １１-15

４－１－２ 出来形計測 ..... １１-16

４－１－３ 出来形管理資料の作成 ..... １１-17

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １１-18

第１節 計測技術 ..... １１-18

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １１-18

１－１－１ 機器構成 ..... １１-18

１－２ ３次元計測技術 ..... １１-19

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １１-19

１－２－２ 機器構成 ..... １１-21

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １１-22

１－２－４ 出来形計測 ..... １１-23

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... １１-25

第６章 出来形管理写真基準 ..... １１-26

第７章 電子成果品の作成規定 ..... １１-27

**■ 参考資料・様式 ..... １１-29**

参考資料-1 基礎工設計データチェックシート ..... １１-30

参考資料-2 基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド ..... １１-31

参考資料-3 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド ..... １１-33

# 第１２編　擁壁工編　目次


**第１２編 擁壁工編** ..... **１２-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １２-1

第２章 適用の範囲 ..... １２-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １２-6

第１節 施工計画書 ..... １２-6

第２節 工事基準点の設置 ..... １２-8

第３節 工事測量（起工測量） ..... １２-9

第４節 ３次元設計データ ..... １２-10

４－１ ３次元設計データ作成 ..... １２-10

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １２-10

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １２-12

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １２-13

第５節 出来形管理 ..... １２-15

５－１ 出来形管理 ..... １２-15

５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １２-15

５－１－２ 出来形計測 ..... １２-16

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... １２-17

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １２-18

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １２-19

第１節 計測技術 ..... １２-19

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １２-19

１－１－１ 機器構成 ..... １２-19

１－２ ３次元計測技術 ..... １２-20

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １２-20

１－２－２ 機器構成 ..... １２-22

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １２-23

１－２－４ 出来形計測 ..... １２-25

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... １２-28

第６章 数量算出 ..... １２-29

第７章 出来形管理写真基準 ..... １２-30

第８章 電子成果品の作成規定 ..... １２-31

**■ 参考資料・様式** ..... **１２-33**

参考資料-1 ３次元設計データチェックシート ..... １２-34

参考資料-2 擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド ..... １２-35

参考資料-3 擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド ..... １２-39

# 第１３編　構造物工（橋脚・橋台）編　目次


**第１３編 構造物工（橋脚・橋台）編 ..... １３-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １３-1

第２章 適用の範囲 ..... １３-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １３-6

第１節 施工計画書 ..... １３-6

第２節 工事基準点の設置 ..... １３-8

第３節 工事測量（起工測量） ..... １３-9

第４節 ３次元設計データ ..... １３-10

４－１ ３次元設計データ作成 ..... １３-10

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １３-10

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １３-11

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １３-13

第５節 出来形管理 ..... １３-14

５－１ 出来形管理 ..... １３-14

５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １３-14

５－１－２ 出来形計測 ..... １３-15

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... １３-16

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １３-17

５－２ 出来ばえ評価 ..... １３-18

５－２－１ 出来ばえ評価用データ処理 ..... １３-18

５－２－２ 出来ばえ評価用ソフトウェア ..... １３-20

５－２－３ ３次元計測 ..... １３-22

５－２－４ 出来ばえ評価資料の作成 ..... １３-23

５－３ 写真計測技術を用いた表面状態の把握と記録 ..... １３-25

５－３－１ 写真計測技術を用いたひび割れの調査 ..... １３-25

５－３－２ ひび割れ調査における写真計測技術の性能確認試験 ..... １３-27

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １３-28

第１節 計測技術 ..... １３-28

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １３-28

１－１－１ 機器構成 ..... １３-28

１－２ ３次元計測技術 ..... １３-29

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １３-29

１－２－２ 機器構成 ..... １３-30

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １３-31

１－２－４ 出来形計測 ..... １３-33

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... １３-35

第６章 数量算出 ..... １３-36

第７章 出来形管理写真基準 ..... １３-37

第８章 電子成果品の作成規定 ..... １３-38

■ **参考資料・様式** ..... **１３-42**
参考資料-1 ３次元設計データチェックシート ..... １３-43
参考資料-2 構造物工における出来形算出ガイド ..... １３-44
参考資料-3 出来形計測範囲の設定ガイド ..... １３-52
参考資料-4 写真計測技術による性能確認試験結果報告書 ..... １３-53
参考資料-5 ３次元計測技術による精度確認試験結果報告書 ..... １３-55

# 第１４編　土工(1,000㎥未満)・床堀工・小規模土工・法面整形工編　目次


**第１４編 土工(1,000㎥未満)･床掘工･小規模土工･法面整形工編 ..... １４-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １４-1
第２章 適用の範囲 ..... １４-3
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １４-5
第１節 施工計画書 ..... １４-5
第２節 工事基準点の設置 ..... １４-7
第３節 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... １４-8
第４節 ３次元設計データ（断面管理の場合） ..... １４-9
４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １４-9
４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １４-10
４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １４-11
４－１－４ ３次元設計データの搭載 ..... １４-12
第５節 出来形管理（断面管理の場合） ..... １４-13
５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １４-13
５－１－２ 出来形計測 ..... １４-14
５－１－３ 出来形計測箇所 ..... １４-15
５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １４-16
第６節 その他の計測（断面管理の場合） ..... １４-18
６－１ 部分払い用出来高計測 ..... １４-18
６－２ 岩線計測 ..... １４-18
第４章 ３次元計測技術を用いた計測手順と実施事項（断面管理の場合） ..... １４-19
第１節 計測技術 ..... １４-19
１－１－１ 出来形管理の主な手順 ..... １４-19
１－１－２ 機器構成 ..... １４-21
１－１－３ 計測性能及び精度管理 ..... １４-23
１－１－４ 出来形計測 ..... １４-24
第５章 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... １４-26
第６章 数量算出（断面管理の場合） ..... １４-27
第７章 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... １４-28
第８章 電子成果品の作成規定（断面管理の場合） ..... １４-29
第９章 モバイル端末を用いた３次元計測技術（多点計測技術）の適用 ..... １４-32
第１節 工事測量（面管理の場合） ..... １４-32
第２節 ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... １４-34
２－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １４-34
２－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １４-36
２－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １４-38
第３節 出来形管理（面管理の場合） ..... １４-39
３－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... １４-39

３－１－２ 出来形計測 ..... １４-42
３－１－３ 出来形計測箇所 ..... １４-43
３－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １４-45
第４節 その他の計測（面管理の場合） ..... １４-48
４－１ 部分払い用出来高計測 ..... １４-48
４－２ 岩線計測 ..... １４-48
第５節 モバイル端末を用いた３次元計測技術の計測手順と実施事項 ..... １４-49
５－１－１ 出来形管理の主な手順 ..... １４-49
５－１－２ 機器構成 ..... １４-51
５－１－３ 計測性能及び精度管理 ..... １４-53
５－１－４ 計測点群データ処理 ..... １４-55
５－１－５ 出来形計測 ..... １４-58
第６節 出来形管理基準及び規格値 ..... １４-61
６－１－１ 多点計測技術を用いて面管理を行う場合 ..... １４-61
第７節 多点計測技術を用いて断面管理を行う場合 ..... １４-63
第８節 モバイル端末を用いた３次元計測技術以外の適用 ..... １４-65
第９節 出来形管理写真基準 ..... １４-66
第１０節 電子納品の作成規定 ..... １４-67

■ **参考資料・様式** ..... **１４-70**
参考資料-1 参考文献 ..... １４-71
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... １４-72
参考資料-3 小規模工事における出来形算出ガイド ..... １４-73
参考資料-4 モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
..... １４-74

# 第１５編　構造物工（橋梁架設・床版）編　目次


**第１５編 構造物工（橋梁架設・床版）編** ..... **１５-1**

第１章 適用の範囲 ..... １５-1

第２章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １５-4

第１節 施工計画書 ..... １５-4

第２節 工事基準点の設置 ..... １５-6

第３節 ３次元設計データ ..... １５-7

３－１ ３次元設計データ作成（断面管理の場合） ..... １５-7

３－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １５-7

３－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １５-8

３－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １５-9

３－１－４ ３次元設計データの搭載 ..... １５-10

第４節 出来形管理 ..... １５-10

４－１ 出来形管理 ..... １５-10

４－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １５-10

４－１－２ 出来形計測 ..... １５-11

４－１－３ 出来形計測箇所 ..... １５-12

４－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １５-13

４－２ 出来ばえ評価 ..... １５-14

４－２－１ 出来ばえ評価用ソフトウェア ..... １５-14

４－２－２ ３次元計測 ..... １５-15

第３章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １５-16

第１節 計測技術 ..... １５-16

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １５-16

１－１－１ 機器構成 ..... １５-16

１－２ ３次元計測技術 ..... １５-17

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １５-17

１－２－２ 機器構成 ..... １５-18

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １５-19

１－２－４ 出来形計測 ..... １５-21

第４章 出来形管理基準及び規格値 ..... １５-23

第５章 数量算出 ..... １５-24

第６章 出来形管理写真基準 ..... １５-25

第７章 電子成果品の作成規定 ..... １５-26

**■ 参考資料・様式** ..... **１５-29**

参考資料-1 ３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例 ..... １５-30

参考資料-2 構造物工における出来形算出ガイド ..... １５-31

# 第１編　総則　目次

**第１編 総　則** ..... **1-1**
第１章 目　的 ..... 1-1
第２章 本管理要領（案）における各編の適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-2
第１節 土工編（第２編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-2
第２節 舗装工編（第３編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-4
第３節 路面切削工編（第４編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-8
第４節 河川浚渫工編（第５編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-11
第５節 護岸工編（第６編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-12
第６節 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編（第７編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-13
第７節 固結工（スラリー撹拌工）編（第８編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-15
第８節 法面工編（第９編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-16
第９節 トンネル工編（第 10 編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-17
第１０節 基礎工（矢板工・既製杭工・場所打工）編（第 11 編）における 適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-18
第１１節 擁壁工編（第 12 編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-21
第１２節 構造物工（橋脚・橋台）編（第 13 編）における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-22
第１３節 土工(1,000㎥未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工編（第 14 編） における適用工種・適用範囲一覧 ..... 1-23
第１４節 構造物工（橋梁架設・床版）編（第 15 編）における適用工種・適用範囲一覧 . 1-24
第３章 用語の解説 ..... 1-25
第４章 監督職員による監督の実施項目 ..... 1-56
第５章 検査職員による検査の実施項目 ..... 1-57

**■ 参考資料・様式** ..... **1-58**
参考資料-1 参考文献 ..... 1-58

# 第１編　総　則

## 第１章　目　的

本管理要領（案）は、３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

1）３次元計測技術を用いた出来形計測の基本的な取扱い方法や計測方法

2）計測点群データの処理方法

3）各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

# 第２章　本管理要領（案）における各編の適用工種・適用範囲一覧

## 第１節　土工編（第２編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 |
|---|---|---|---|
| 共通編 | 土工※１ | 道路土工 | 掘削工 |
| | | | 路体盛土工<br>路床盛土工 |
| | | | 法面整形工 |
| | | 河川・海岸・<br>砂防土工 | 掘削工 |
| | | | 盛土工 |
| | | | 法面整形工 |
| | 一般施工 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 樋門・樋管 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 水門 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 堰 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 排水機場 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 床止め・床固め | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 河川修繕 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 突堤・人工岬 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 養浜 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 砂防編 | 砂防堰堤 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 流路 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 斜面対策 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 道路編 | 道路改良 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 橋梁下部 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 道路維持 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 道路修繕 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

※1：１箇所あたりの施工規模が 1,000㎥以上となる土工区分に適用する。

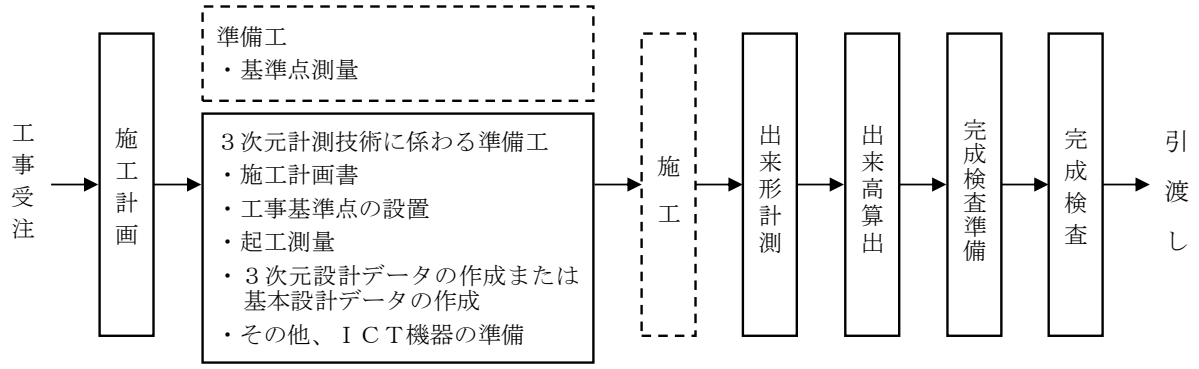



図１－１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## 第２節　舗装工編（第３編）における適用工種・適用範囲一覧

### ２－１　面管理の場合

表１-２　本管理要領（案）の対象となる適用工種及び測定項目

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 出来形測定項目 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編<br>土木工事<br>共通編 | 第２章<br>一般施工 | 第６節<br>一般舗装工 | ７条（アスファルト舗装工）※１<br>８条（半たわみ性舗装工）※１<br>９条（排水性舗装工）※１<br>１０条（透水性舗装工）※１<br>１１条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１２条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第６編<br>河川編 | 第１章<br>築堤・護岸 | 第１１節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| | 第２章<br>一般施工<br>第１章<br>築堤・護岸<br>第４章<br>水門 | 第１８節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１０条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第７編<br>河川海岸編 | 第１章<br>堤防・護岸 | 第１４節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第８編<br>砂防編 | 第１章<br>砂防堰堤 | 第１２節<br>付帯道路工<br>第４節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第１０編<br>道路編 | 第２章<br>舗装 | 第４節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１０条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |

※1　路盤工を含む。
※2　３次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅及び平坦性を管理することもできる。

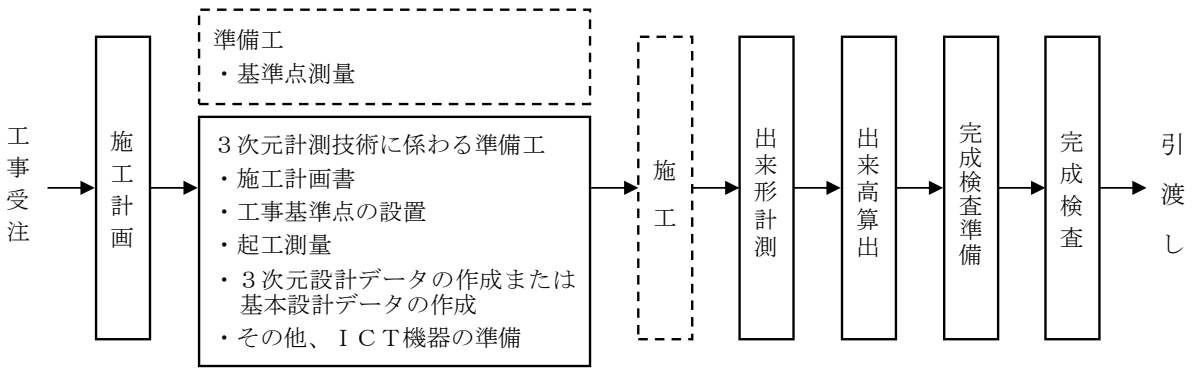



図１-２　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## ２－２　断面管理の場合

表１-３　適用工種及び測定項目

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編 土木工事共通編 | 第２章 一般施工 | 第３節 共通的工種 | ５条（縁石工） | 延長 | |
| | | | ２９条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ２９条（暗渠工） | 基準高　幅　深さ 延長 | |
| | | 第６節 一般舗装工 | ７条（アスファルト舗装工）※１<br>８条（半たわみ性舗装工）※１<br>９条（排水性舗装工）※１<br>１０条（透水性舗装工）※１<br>１１条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１２条（コンクリート舗装工）※１<br>１３条（薄層カラー舗装工）※１<br>１４条（ブロック舗装工）※２ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| 第６編 河川編 | 第１章 築堤・護岸 | 第１１節 付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１<br>７条（薄層カラー舗装工）※１<br>８条（ブロック舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | 第４章 水門 | 第１８節 舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１０条（コンクリート舗装工）※１<br>１１条（薄層カラー舗装工）※１<br>１２条（ブロック舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | 第９章 河川修繕 | 第７節 管理用通路工 | ７条（排水構造物工）※３ | 基準高　延長 | |
| | | | ８条（道路付属物工） | 延長 | |
| 第７編 河川海岸編 | 第１章 堤防・護岸 | 第１２節 排水構造物工 | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ５条（管渠工） | 基準高　幅　深さ 延長 | |
| | | 第１４節 付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ６条（コンクリート舗装工）※１<br>７条（薄層カラー舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ８条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | １０条（縁石工） | 延長 | |
| 第８編 砂防編 | 第１章 砂防堰堤 | 第１２節 付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ６条（コンクリート舗装工）※１<br>７条（薄層カラー舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ８条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | １０条（縁石工） | 延長 | |

| 編 | 章 節 | | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第１０編<br>道路編 | 第１章<br>道路改良 | 第１０節<br>排水構造物工<br>（小型水路工） | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | 第２章<br>舗装 | 第４節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | | | ６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工） | | |
| | | | １０条（コンクリート舗装工）<br>１１条（薄層カラー舗装工）<br>１２条（ブロック舗装工） | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | | | ―　（歩道路盤工）<br>（取合舗装路盤工）<br>（路肩舗装路盤工） | 基準高<br>標高較差※４<br>幅 | |
| | | | ―　（歩道舗装工）<br>（取合舗装工）<br>（路肩舗装工）<br>（表層工） | 標高較差※４<br>幅 | |
| | | 第５節<br>排水構造物工<br>（路面排水工） | ３条（側溝工） | 基準高、延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | | ８条（排水工（小段排水・縦排水）） | 基準高　延長 | |
| | | | ９条（排水性舗装用路肩排水工（導水管）） | 基準高　延長 | |
| | | 縁石工 | 縁石工（縁石・アスカーブ） | 延長 | |
| | 第１４章<br>道路維持 | 第４節<br>舗装工 | ７条（路上再生工）<br>８条（薄層カラー舗装工） | 標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | 第５節<br>排水構造物工 | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | | ８条（排水工） | 基準高　延長 | |
| | 第１６章<br>道路修繕 | 第５節<br>舗装工 | ５条（切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | | | ６条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | | | ７条（路上再生工）<br>８条（薄層カラー舗装工） | 標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | 第６節<br>排水構造物工 | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | | ８条（排水工） | 基準高　延長 | |
| | | 第７節<br>縁石工 | ３条（縁石工） | 延長 | |

※1　路盤工を含む。

※2　施工対象が下層路盤の場合のみ。

※3　集水桝工を除く。

※4　「土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）」に記載されている“測定対象”のうち、“厚さ”については、“標高較差”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「標高較差は、対象とする層の標高と直下層の目標高さ＋直下層の標高較差の平均値＋設計厚さから求まる高さとの差で算出する。また、標高較差は、「路盤は 200m ごとの任意の箇所、アスファルト舗装は 1000 ㎡ごとの任意の箇所」を満たすような頻度で測定する。ただし、幅員・基準高管理の計測値をかねてよい。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載され

ている場合、表層と基層の管理も対象とする。

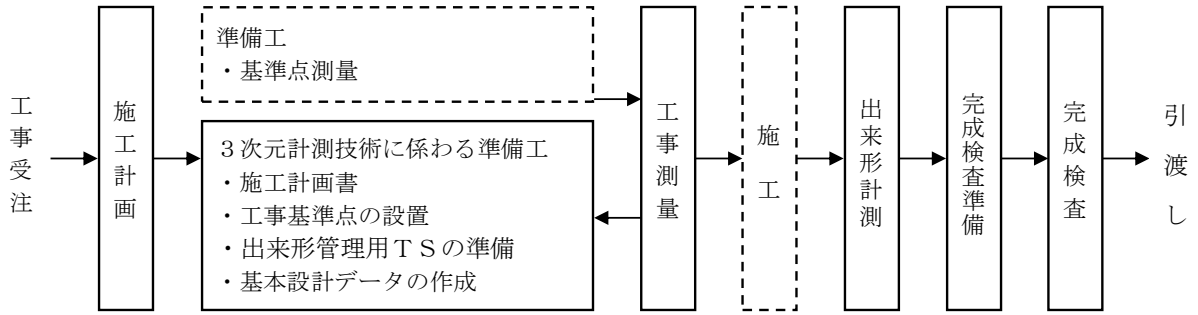



図１－３　本管理要領（案）の対象となる作業の範囲

## 第３節　路面切削工編（第４編）における適用工種・適用範囲一覧

### ３－１　面管理の場合

表１-４　適用工種及び測定項目

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 出来形管理項目 | 摘　要 |
|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 一般舗装工 | 路面切削工 | 厚さあるいは<br>標高較差 | |
| 河川編 | 河川修繕 | 管理用通路工 | 路面切削工 | 厚さあるいは<br>標高較差 | |
| 道路編 | 道路維持 | 舗装工 | 路面切削工 | 厚さあるいは<br>標高較差 | |
| | | | 切削オーバーレイ工 | 厚さあるいは<br>標高較差 | 路面切削のみ |
| | 道路修繕 | 舗装工 | 路面切削工 | 厚さあるいは<br>標高較差 | |
| | | | 切削オーバーレイ工 | 厚さあるいは<br>標高較差 | 路面切削のみ |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

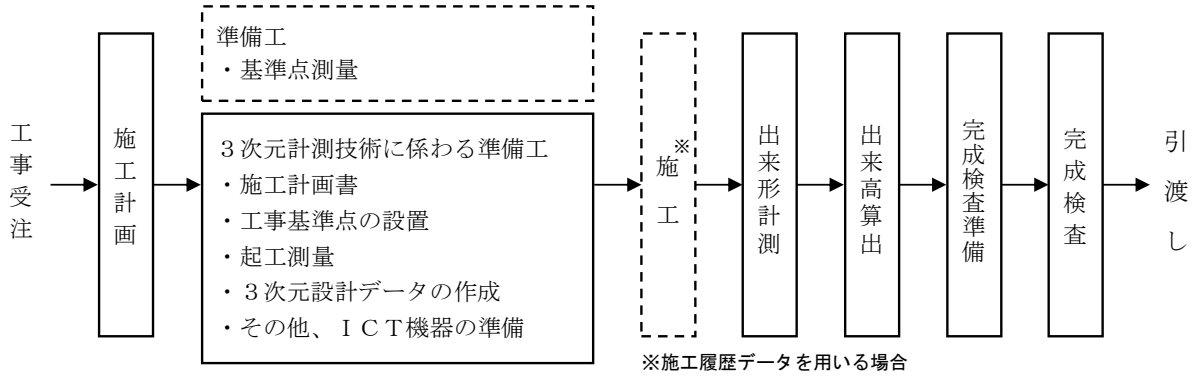



図１-４　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## ３－２　断面管理の場合

表１-５　適用工種及び測定項目

| 編 | 章 節 | | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編 土木工事共通編 | 第２章 一般施工 | 第６節 一般舗装工 | １５条（路面切削工） | 基準高※３ 幅 | |
| | | | １６条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２ 標高較差※４ 幅　延長 | |
| | | | １７条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| 第６編 河川編 | 第８章 河川維持 | 第７節 路面補修工 | ４条（ｺﾝｸﾘｰﾄ舗装補修工）※１ ５条（アスファルト舗装補修工） | 基準高※２ 標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | 第９章 河川修繕 | 第７節 管理用通路工 | ４条（路面切削工） | 基準高※３ 幅 | |
| | | | ５条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２ 標高較差※４、幅、延長 | |
| | | | ６条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ、幅、延長 | 平坦性 |
| 第１０編 道路編 | 第１４章 道路維持 | 第４節 舗装工 | ３条（路面切削工） | 基準高※３ 幅 | |
| | | | ４条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２ 標高較差※４ 幅　延長 | |
| | | | ５条（切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | | | ６条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | 第１６章 道路修繕 | 第５節 舗装工 | ３条（路面切削工） | 基準高※３ 幅 | |
| | | | ４条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２ 標高較差※４ 幅　延長 | |
| | | | １０条（歩道舗装修繕工） | 基準高 標高較差※４　幅 | |

※1　路盤工を含む。

※2　施工対象が下層路盤の場合のみ。

※3　「土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）」に記載されている、路面切削工の“測定対象”のうち、“厚さ”については、“基準高”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「基準高は 40m ごとに切削後の標高と、設計標高との差で算出する。（以下の記載内容は同じ）」

なお、“管理基準”及び“測定箇所”は現行の記載どおりとする。

※4　「土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）」に記載されている“測定対象”のうち、“厚さ”については、“標高較差”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「標高較差は、対象とする層の標高と直下層の目標高さ＋直下層の標高較差の平均値＋設計厚さから求まる高さとの差で算出する。また、標高較差は、「路盤は 200m ごとの任意の箇所、アスファルト舗装は 1000 ㎡ごとの任意の箇所」を満たすような頻度で測定する。ただし、幅員・基準高管理の計測値をかねてよい。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

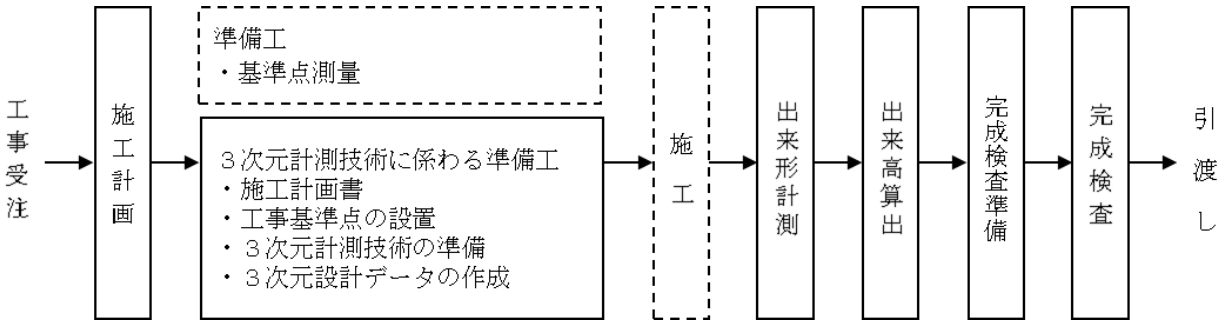



図１－５　本管理要領（案）の対象となる作業の範囲

## 第４節　河川浚渫工編（第５編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－６　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 摘　要 |
|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 浚渫工　共通 | 浚渫船運転工<br>（バックホウ浚渫船）※ | |
| 河川編 | 浚渫<br>（川） | 浚渫工<br>（バックホウ浚渫船） | 浚渫船運転工 | |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）
※グラブ浚渫船は対象外とする

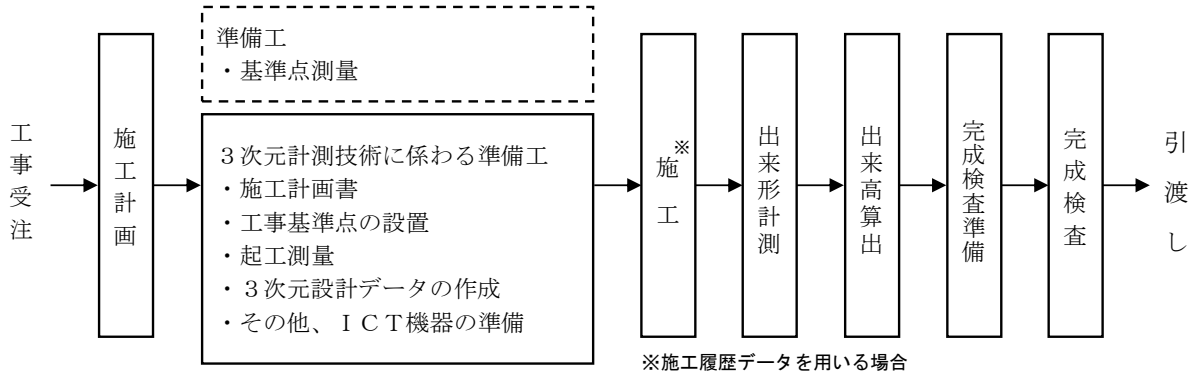



図１－６　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## 第５節　護岸工編（第６編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－７　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編 土木工事共通編 | 第２章 一般施工 | 第４節 基礎工 | 第３条－１ 基礎工（護岸）（現場打） | 基準高　幅 高さ　延長 | |
| | | | 第３条－２ 基礎工（護岸）（プレキャスト） | 基準高　延長 | |
| | | 第５節 石・ブロック積（張）工 | 第３条－１ コンクリートブロック工（コンクリートブロック積(張)） | 基準高　法長 延長 | 厚さ（ブロック積張） 厚さ（裏込） |
| | | | 第３条－２ コンクリートブロック工（連節ブロック張） | 基準高　法長 延長 | |
| | | | 第３条－３ コンクリートブロック工（天端保護ブロック） | 基準高　法長 延長 | |
| | | | 第４条 緑化ブロック工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ（ブロック） 厚さ（裏込） |
| | | | 第５条 石積（張）工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ（石積・張） 厚さ（裏込） |
| 第６編 河川編 | 第１章 築堤護岸工 | 第７条 法覆護岸工 | 第４条 護岸付属物工 | 幅　高さ | |
| 第７編 河川海岸編 | 第１章 堤防・護岸 | 第６節 護岸工 | 第４条 海岸コンクリートブロック工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ |
| | | | 第５条 コンクリート被覆工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ　裏込材厚 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

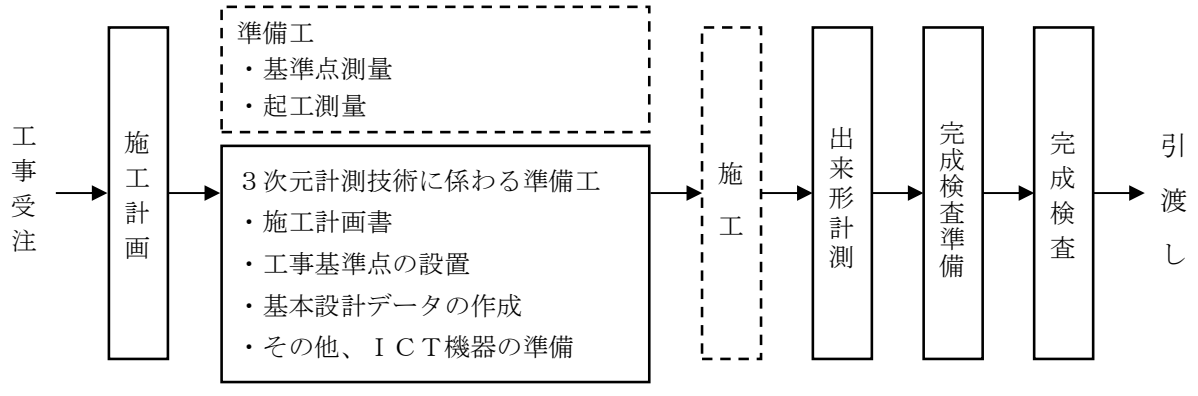



図１－７　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## 第６節　表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編（第７編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－８　適用対象工種及び工法

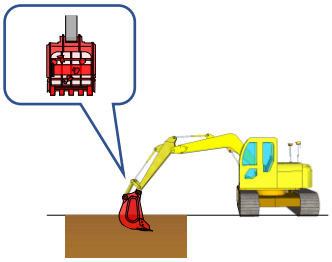
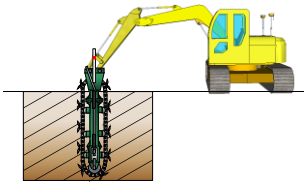
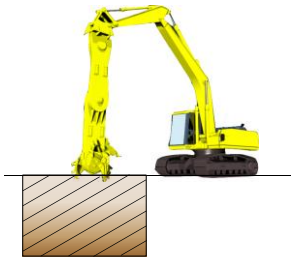
| 適用対象工種･工法 | 概要図 | 施工方法 | 改良材 | 改良深度 |
|---|---|---|---|---|
| **表層安定処理等**<br>バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データで改良範囲を記録できるもの |  | 改良材を必要量均等に散布し、撹拌装置を用いて所定の改良深度まで掘削し、改良材と原地盤の撹拌混合を行う。 | 粉体等 | 最大<br>2m程度 |
| **固結工（中層混合処理）**<br>**トレンチャ式混合**<br>バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データで改良範囲を記録できるもの |  | 改良材を吐出しながらトレンチャ式撹拌装置を鉛直方向に回転させ、撹拌装置を所定の深度まで貫入させる。その状態で撹拌装置を平面方向に動かし全面を改良する。 | 粉体<br>スラリー | 最大<br>13m程度 |
| **固結工（中層混合処理）**<br>**ロータリー式混合**<br>バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データで改良範囲を記録できるもの |  | 改良材を吐出しながら撹拌翼を縦方向又は横方向に回転させ、撹拌装置を所定の深度まで貫入させた後引き抜く。この動作を繰り返して全面を改良する。 | スラリー | 最大<br>13m程度 |

表１－９　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 |
|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 地盤改良工 | 路床安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 地盤改良工 | 表層安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| | 樋門・樋管 | 地盤改良工 | 固結工（中層混合処理） |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 地盤改良工 | 表層安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| 砂防編 | 斜面対策 | 地下遮断工 | 固結工（中層混合処理） |
| 道路編 | 道路改良 | 地盤改良工 | 路床安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| | 舗　装 | 地盤改良工 | 路床安定処理工 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

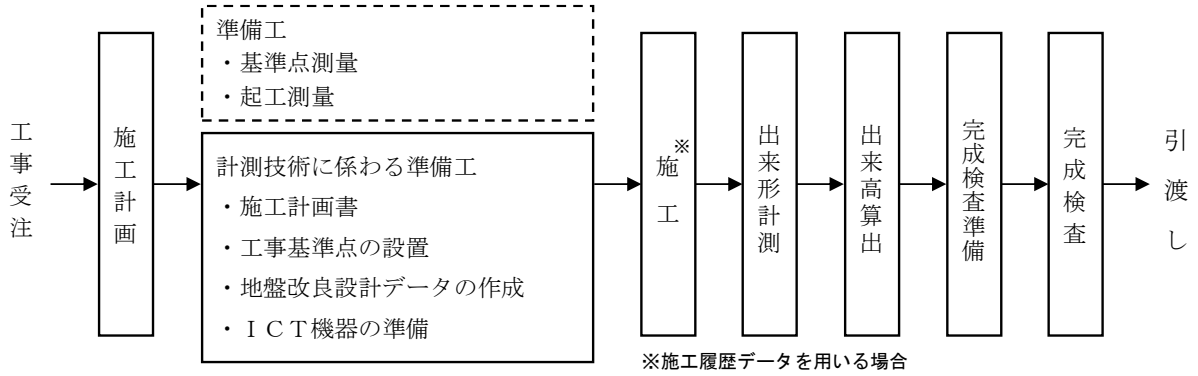
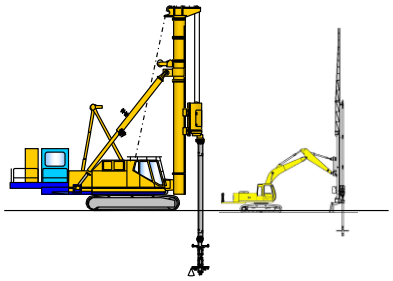



図１－８　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

# 第７節　固結工（スラリー撹拌工）編（第８編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－１０　適用対象工種及び工法

| 適用対象工種･工法 | 概要図 | 施工方法 | 改良材 | 改良深度 |
|---|---|---|---|---|
| 固結工<br>（スラリー撹拌工）<br><br>（施工履歴データで杭芯位置･改良深度等を記録できるもの） |  | 地盤中に改良材をスラリー状で圧送し、撹拌翼で撹拌･混合する。 | セメント等のスラリー | 最大<br>40m 程度※ |

※工法、対象地盤等により変動

表１－１１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 種　別 |
|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| | 樋門・樋管 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 砂防編 | 斜面対策 | 地下遮断工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

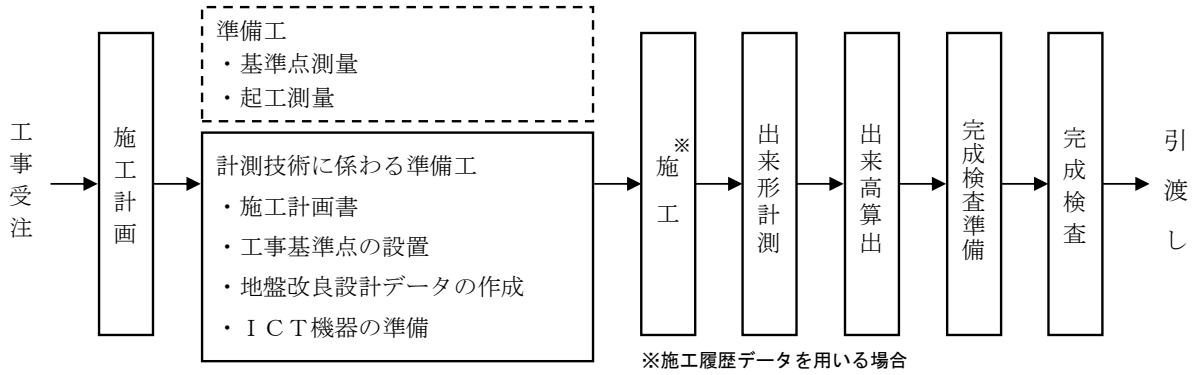



図１－９　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## 第８節　法面工編（第９編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－１２　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 法面工 | 植生工、吹付工<br>（コンクリート）<br>（モルタル） | 法長<br>延長 | 厚さ |
| | | | 法枠工<br>（現場打法枠工）<br>（現場吹付法枠工） | 法長、幅、<br>高さ、延長<br>枠中心間隔 | |

（「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より）

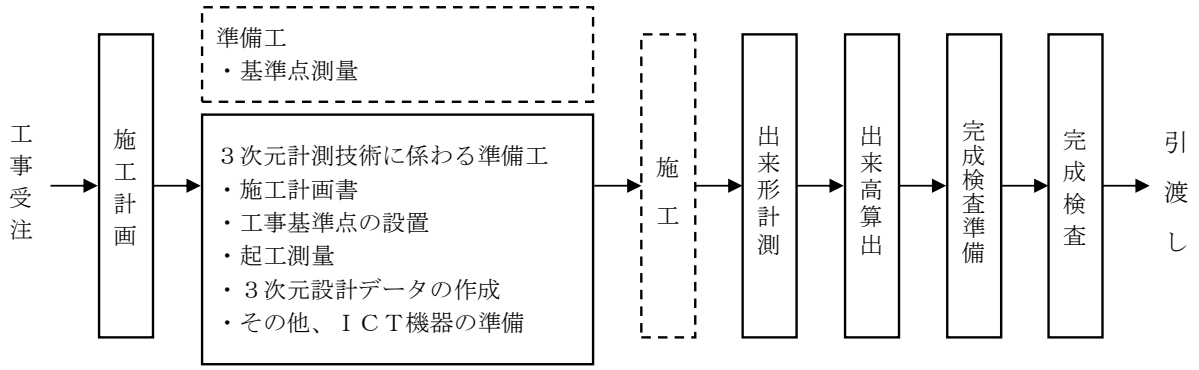



図１－１０　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

## 第９節　トンネル工編（第 10 編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－１３　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 道路編 | トンネル（ＮＡＴＭ） | 覆工 | 覆工コンクリート工 | 基準高、幅、高さ、延長 | 厚さ |

（「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より）

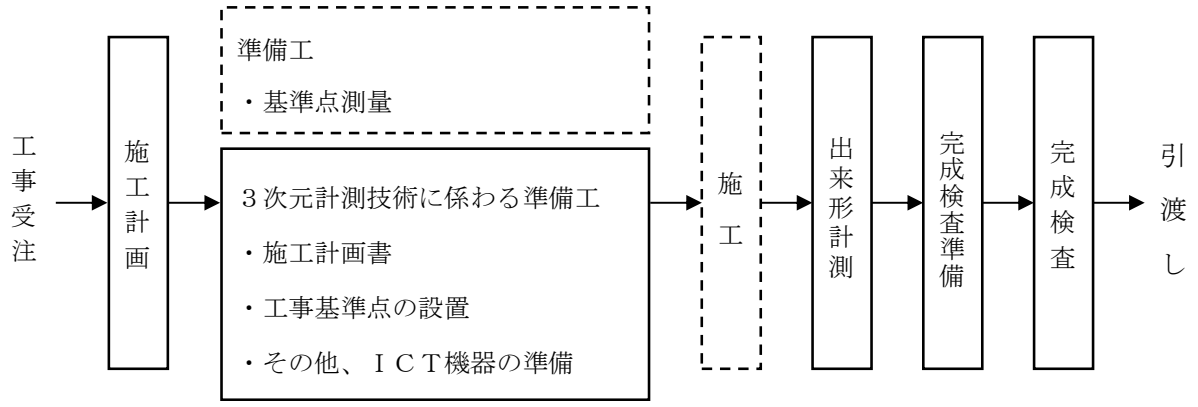



図１－１１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

# 第１０節　基礎工（矢板工・既製杭工・場所打工）編（第 11 編）における適用工種・適用範囲一覧

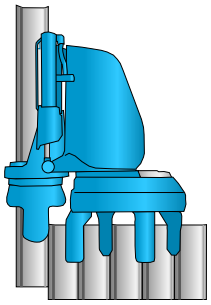
表１－１４　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 土木工事共通編 | 一般施工 | 共通的工程 | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | | 基礎工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| 河川編 | 樋門・樋管 | 樋門・樋管本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 水門 | 水門本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 堰 | 固定堰本体工<br>可動堰本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 排水機場 | 機場本体工<br>沈砂地工<br>吐出水槽工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 床止め・床固め | 床止め工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 河川海岸編 | 突堤・人工岬 | 突堤本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 堤防・護岸 | 護岸基礎工 | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| 砂防編 | 斜面対策 | 擁壁工<br>抑止杭工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | 地下遮水工 | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| 道路編 | 道路改良 | 擁壁工<br>カルバート工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | 橋梁下部 | 橋台工<br>ＰＣ橋脚工<br>鋼製橋脚工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | 護岸基礎工<br>矢板護岸工 | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 橋梁上部 | 歩道本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

表１－１５　適用対象工種及び工法

| 適用対象工種・工法 | 概要図 | 施工方法 |
|---|---|---|
| 矢板工・既製杭工<br><br>TS等光波方式により対象とする出来形測定項目を測定できるもの | 施工方法の一例<br>  | 矢板・既製杭を油圧等による静荷重により圧入する工法 |

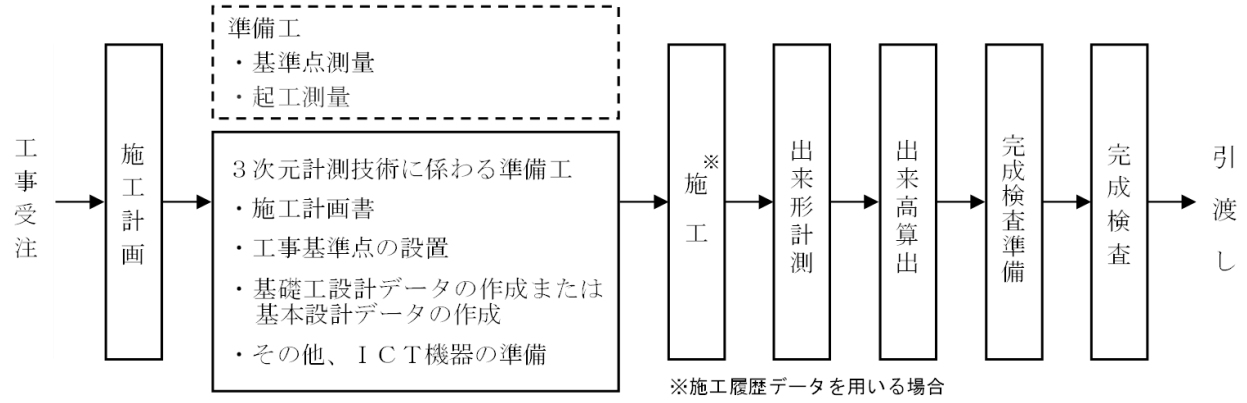



図１－１２　本管理要領（案）（基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工編）の対象となる業務の範囲

## 第１１節　擁壁工編（第 12 編）における適用工種・適用範囲一覧

表１-１６　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 共通的工種 | 擁壁工<br>共通 | 補強土壁工<br>（補強土（テールアルメ）壁工法）<br>（多数アンカー式補強土工法）<br>（ジオテキスタイルを用いた補強土工法） | 基準高<br>高さ<br>鉛直度<br>延長Ｌ<br>控え長さ | |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | 場所打擁壁工 | 基準高<br>厚さ<br>裏込厚さ<br>幅<br>高さｈ<br>延長Ｌ | |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | プレキャスト擁壁工 | 基準高<br>延長Ｌ | |

（「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より）

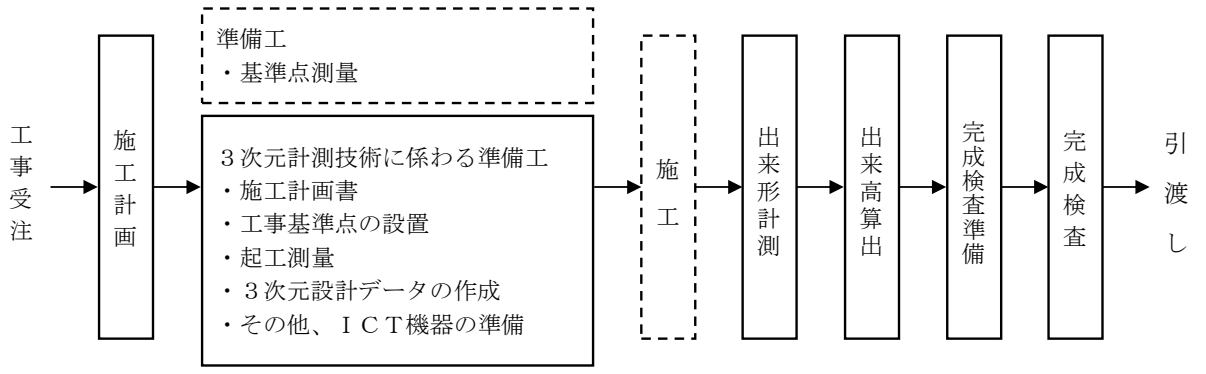



図１-１３　本管理要領（案）（擁壁工編）の対象となる業務の範囲

## 第１２節　構造物工（橋脚・橋台）編（第 13 編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－１７　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 道路編 | 橋梁下部 | 橋台工 | 橋台躯体工 | 基準高・厚さ・天端幅・敷幅<br>高さ・胸壁の高さ・天端長・敷長<br>胸壁間距離<br>支間長及び中心線の変位<br>支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置） | 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度） |
| | | ＲＣ橋脚工 | 橋脚躯体工（張出式）<br>橋脚躯体工（重力式）<br>橋脚躯体工（半重力式） | 基準高・厚さ・天端幅・敷幅<br>高さ・天端長・敷長<br>橋脚中心間距離<br>支間長及び中心線の変位<br>支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置） | 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度） |
| | | | 橋脚躯体工（ラーメン式） | 基準高・厚さ・天端幅・敷幅<br>高さ・長さ<br>橋脚中心間距離<br>支間長及び中心線の変位<br>支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置） | 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度） |

（「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より）

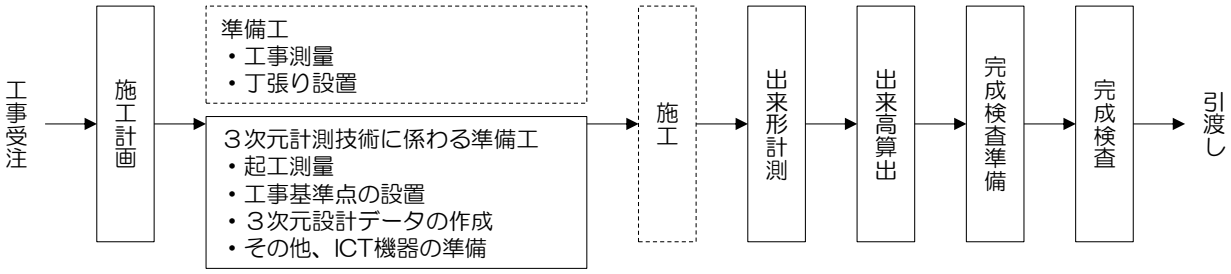



図１－１４　本管理要領（構造物工（橋脚・橋台）編）の対象となる業務の範囲

## 第１３節　土工(1,000㎥未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工編（第 14 編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－１８　適用工種区分

| 区分編 | 章 | | 節 | 工種 |
|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 土工※1 | | 道路土工 | 掘削工 |
| | | | | 路体盛土工<br>路床盛土工 |
| | | | | 法面整形工 |
| | | | 河川・海岸・<br>砂防土工 | 掘削工 |
| | | | | 盛土工 |
| | | | | 法面整形工 |

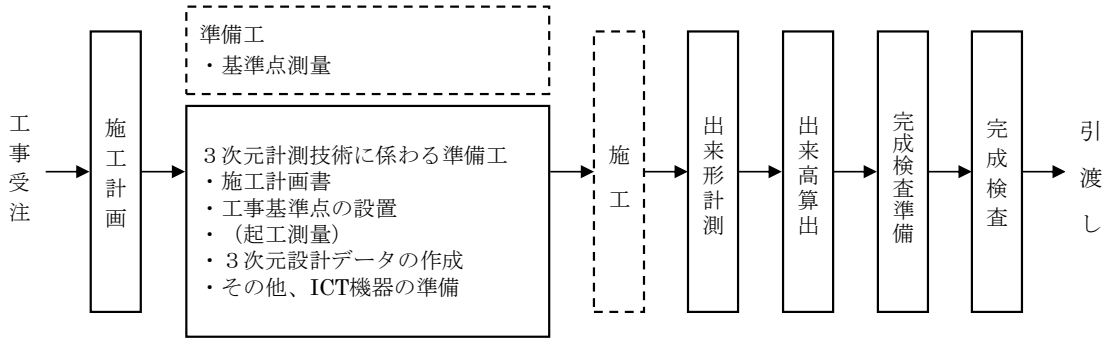
（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

※１：１箇所あたりの施工規模が 1,000㎥未満となる土工区分に適用できる。

表１－１９　適用できる作業

| 作業種別 | 適用範囲 | 適用する工種※２ |
|---|---|---|
| 床掘作業 | ・バックホウを用いて実施する平均施工幅２ｍ未満の床掘工 | 左記の作業を含むすべての工種 |
| 小規模土工作業 | ・バックホウを用いて実施する平均施工幅１ｍ未満の小規模土工<br>・バックホウを用いて実施する 100㎥未満の小規模土工 | 左記の作業を含むすべての工種 |

※２：床掘工および小規模土工においては、該当作業が含まれる工種の出来形管理基準及び規格値に準ずるものとするが、土工部分については本管理要領（案）による出来形管理手法を用いることができる。




※（起工測量）は必要に応じて実施する。

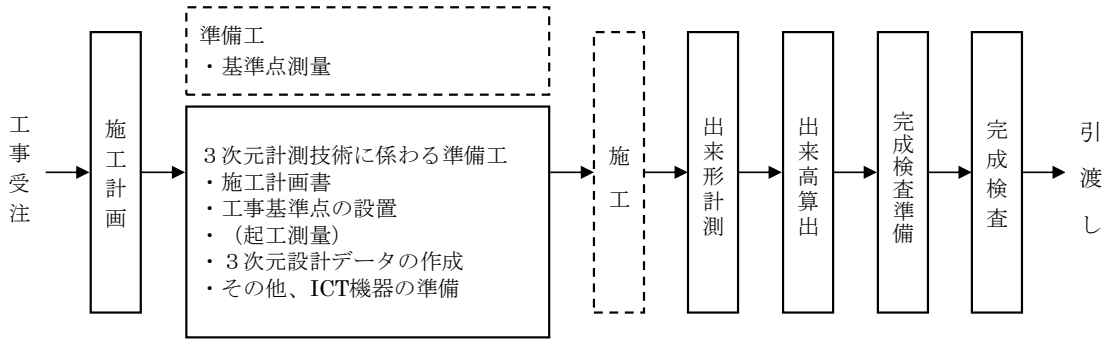
図１－１５　本管理要領（案）（土工(1,000㎥ 未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工））の対象となる業務の範囲

## 第１４節　構造物工（橋梁架設・床版）編（第 15 編）における適用工種・適用範囲一覧

表１－２０　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 土木工事共通編 | 一般施工編 | 橋梁架設工 | 架設工(鋼橋)<br>(クレーン架設)<br>(ケーブルエレクション架設)<br>(架設桁架設)<br>(送出し架設)<br>(トラベラークレーン架設) | 全長、支間長、通り | 主桁、主構の中心間距離そり、主桁の橋端における出入差、主桁・主構の鉛直度、現場継手部のすき間 |
| | | | 架設工(コンクリート橋)<br>(クレーン架設)<br>(架設桁架設)<br>架設工支保工<br>(固定)<br>(移動)<br>架設桁架設<br>(片持架設)<br>(押出し架設) | 全長、支間 | 桁の中心間距離、そり |
| | | 床版工 | 床版 | 基準高、幅 | 厚さ、鉄筋のかぶり、鉄筋の有効高さ、鉄筋間隔 |

(「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より)




※（起工測量）は必要に応じて実施する。

図１－１６　本管理要領（案）（構造物工（橋梁架設・床版）編）の対象となる業務の範囲

# 第３章　用語の解説

本管理要領（案）で使用する用語を以下に解説する。
なお、本要領案の解説の都合上、一般的な用語とは異なる意味で使用している場合があることに留意すること。

## ■トータルステーション関連用語

**【ＴＳ】**

トータルステーション（Total Station）の略。１台の機械で計測対象点を望遠鏡で視準することにより、角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。標定点、検証点、標定点調整用基準点の座標取得、及び実地検査に利用される。

**【ＴＳ（プリズム方式）】**

トータルステーションを用いた計測手法のうち、被計測箇所にターゲットとなるプリズムを設置して計測する方法のこと。プリズムに照準を合わせ、プリズムからの反射光により測距する方法。利用するプリズムには１素子型や全周型などがある。

**【ＴＳ（ノンプリズム方式）】**

トータルステーションを用いた計測手法のうち、ターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して測距する方法。

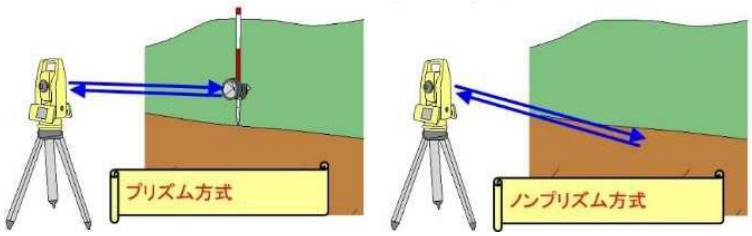



図１-１７　ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（ノンプリズム方式）の計測方法

**【出来形管理用ＴＳ】**

現場での出来形の計測や確認を行うために必要なＴＳ、ＴＳに接続された情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）、及び情報機器に搭載する出来形管理用ＴＳソフトウェアの一式のことである。広義の意味で、周辺ソフトウェア（基本設計データ作成ソフトウェア、出来形帳票作成ソフトウェア）も含めて称する場合もある。

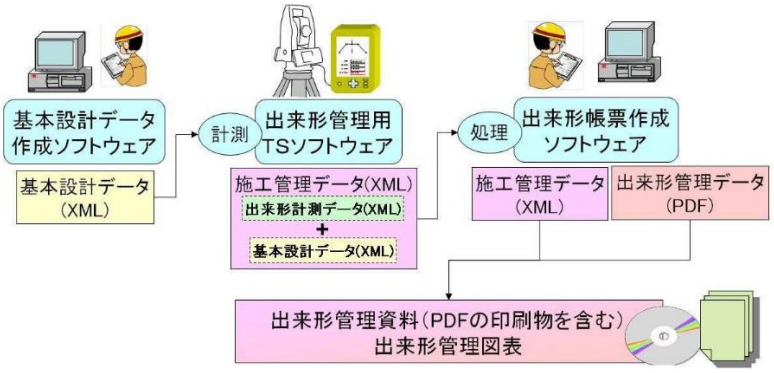



図１－１８　出来形管理用ＴＳにおけるデータの流れ

**【ＴＳ等光波方式】**

ＴＳ等光波方式とは、トータルステーション、および望遠鏡が搭載されていないがトータルステーションと同等な計測機能をもつ光波方式の総称である。望遠鏡が搭載されていないＴＳ等光波方式でも、精度確認試験をおこなうことで出来形管理に使うことが出来る。望遠鏡が搭載されていないＴＳ等光波方式とは、プリズムを自動追尾する機能が組み込まれ視準することなく角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀を利用したものである。

**【出来形計測】**

出来形計測とは、基本設計データを搭載した出来形管理用ＴＳにより計測を行うものである。

出来形計測は、基準点又は工事基準点を用いて計測を行う。

**【後方交会法】**

出来形管理用ＴＳを工事基準点上でなく任意の未知点に設置し、複数の工事基準点を観測することにより出来形管理用ＴＳの設置位置（器械点）の座標値を求める方法のこと。

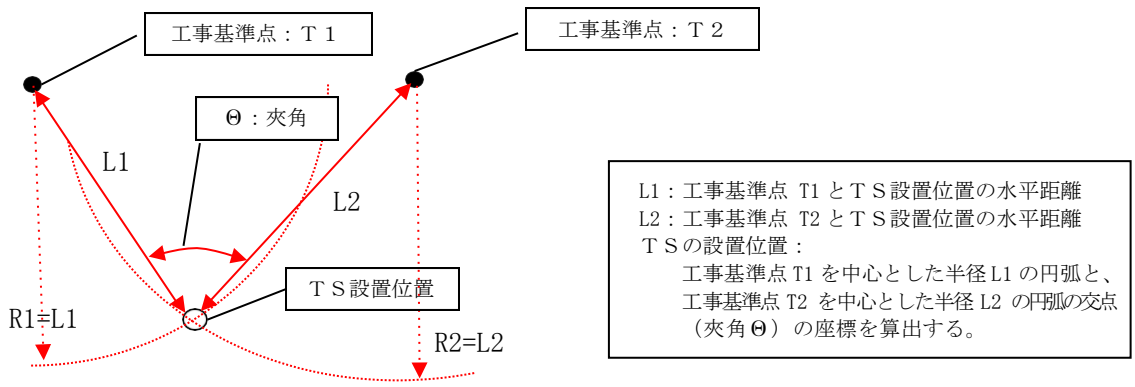



図１－１９　後方交会法での器械位置算出例

**【ピンポール】**

測定時、プリズムを固定している金属製の棒。

**【プリズム】**

ＴＳによる測定時に測定対象物上に設置する目標物。ピンポールと呼ばれる棒状の標尺の決まった高さに設置して使用する。ミラーとも呼ばれる。

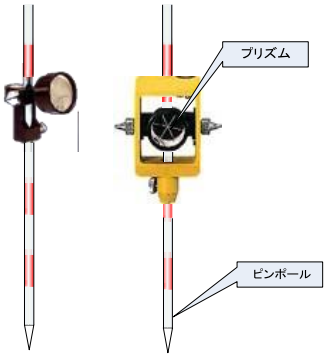



図１－２０　ピンポールとプリズムの構成例

**【地上移動体】**

人力または各種動力によって、地上を移動することができる機構を有する装置。

**【地上移動体搭載型プリズム】**

地上移動体搭載型プリズムは、移動する機構を有するプリズムである。路床等の出来形計測において活用される。

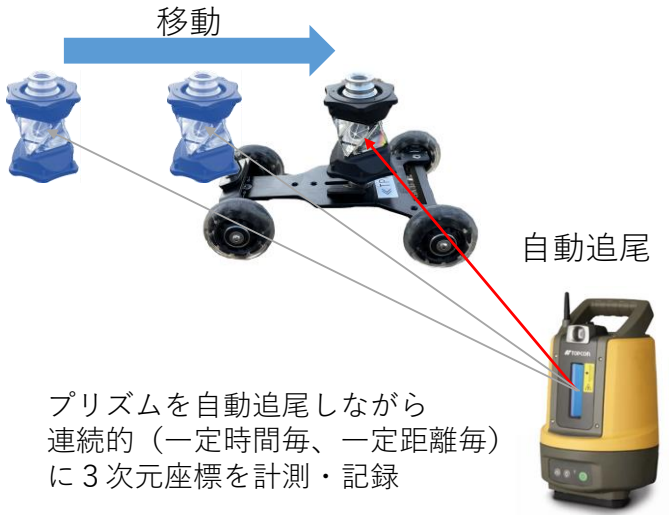



図１－２１　地上移動体搭載型プリズム

**【傾斜補正機能】**

傾斜補正機能とは、３次元座標計測を行う際の計測機器等の傾きを計測し、３次元座標計測結果を補正する機能。

## ■レーザースキャナー関連用語

**【ＬＳ】**

レーザースキャナー（Laser　Scanner）の略。１台の機械で指定した範囲にレーザーを連続的に照射し、その反射波より対象物との相対位置（角度と距離）を取得できる装置のことである。この相対位置を連続的に取得することにより、面的な地形等の計測が可能となる。ＴＳのようにターゲットを照準して計測を行わないため、特定の変化点や位置を選択して計測することができない場合が多い。

**【ＴＬＳ】**

地上型レーザースキャナー（Terrestrial　Laser　Scanner）の略。三脚等を用いて地上に設置したＬＳ。

**【ＧＮＳＳ－ＴＬＳ】**

ＧＮＳＳにより自らの器械位置を測位できるＴＬＳ。

図１-２２　ＧＮＳＳ－ＴＬＳ

**【地上移動体】**

人力または各種動力によって、地上を移動することができる機構を有する装置。

**【地上移動体搭載型ＬＳ】**

地上移動体搭載型レーザースキャナー（Mobile Laser Scanner）の略（「ＭＬＳ」と略すこともある）。地上移動体搭載型ＬＳ本体は、現場の面的な出来形座標を取得する装置（システム）で、ＬＳ本体から計測対象までの相対的な位置とＬＳ本体の位置及び姿勢を組合せて観測した結果を３次元座標値の点群データとして変換する技術である。

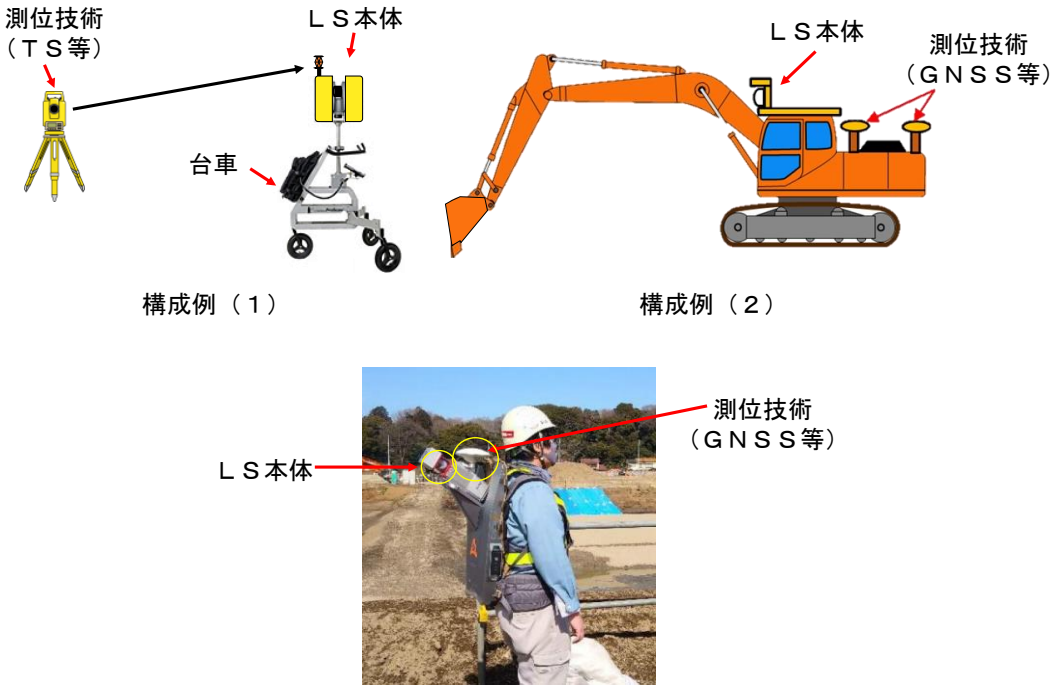



図１－２３　地上移動体搭載型ＬＳの構成例

【レーザー入射角】

ＴＬＳ、地上移動体搭載型ＬＳ、ＵＡＶレーザーから発射されたレーザーと被計測対象の入射角を示す。レーザーの入射角が小さくなると測定精度が低下するなどの影響を及ぼす。また、計測距離が遠くなることによっても測定精度の低下を招く恐れがある。地上移動体搭載型ＬＳでは、移動体にレーザースキャナーを搭載して移動させることとで、路面との入射角が低下する条件を低減させることができる。

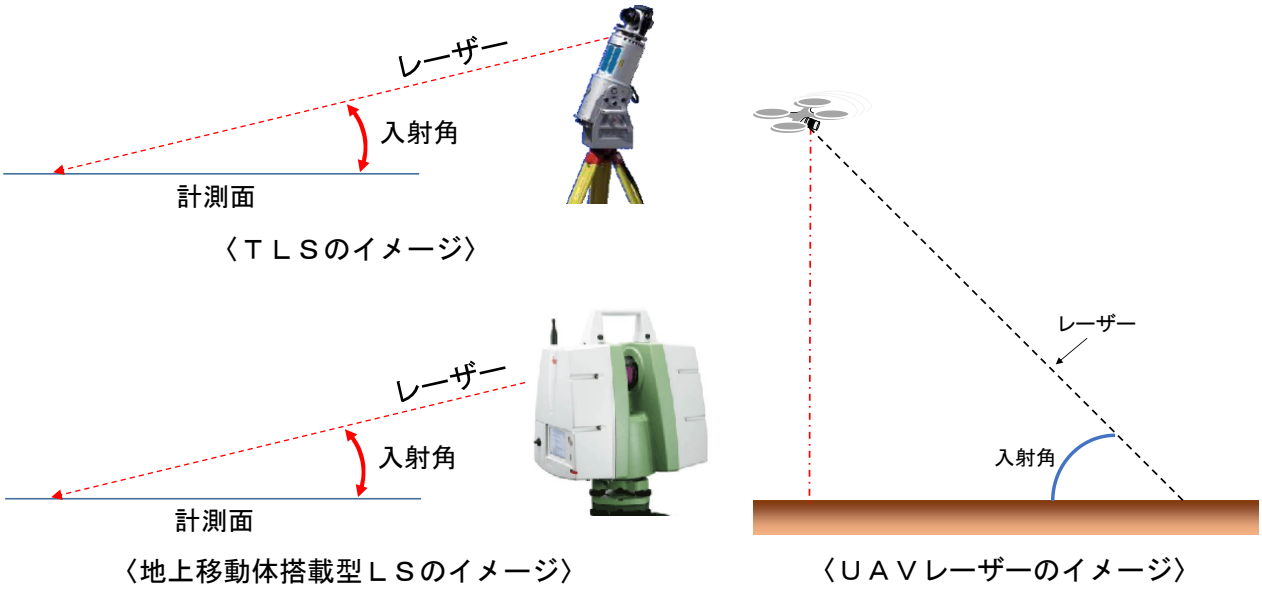



図１－２４　レーザー入射角のイメージ

【モービル・マッピング・システム（MMS）】

MMSは、車両に測位技術（ＧＮＳＳ等）、レーザースキャナー本体、カメラなどの機器を搭載し、走行しながら道路や周辺の３次元座標データと画像データを取得できる車載型計測システムである。公共測量作業規程の準則では車載写真レーザー測量と規定されている。

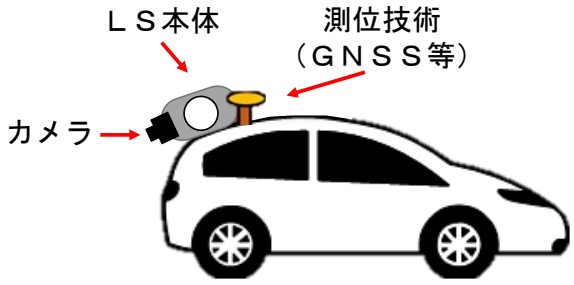



図１－２５　モービル・マッピング・システム（MMS）の構成例

## ■ＧＮＳＳ関連用語

**【ＧＮＳＳ】**

汎地球測位航法衛星システム（Global Navigation Satellite System）の略。人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称。米国が運営するＧＰＳ以外にも、ロシアで開発運用している GLONASS、ヨーロッパ連合で運用している Galileo、日本の準天頂衛星（みちびき）も運用されている。

**【キネマティック法】**

キネマティック法とは、下図のようにＧＮＳＳ受信機を固定点に据付け（固定局）、ほかの１台を用いてほかの観測点を移動（移動局）しながら、固定点と観測点の相対位置（基線ベクトル）を求める方法である。

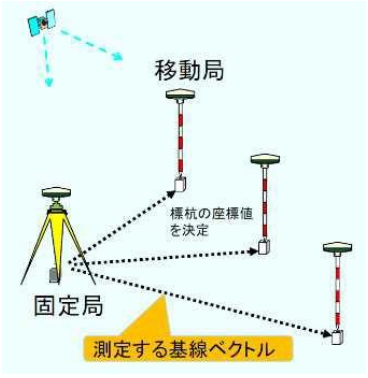



図１-２６　キネマティック法

**【ＲＴＫ－ＧＮＳＳ】**

ＲＴＫとは、リアルタイムキネマティックの略で、衛星測位から発信される搬送波を用いた計測手法である。既知点と移動局にＧＮＳＳのアンテナを設置し、既知点から移動局への基線ベクトル解析により、リアルタイムに移動局の座標を計算することができる。現場内に設置する既知点のほか、国土地理院が管理する電子基準点、国土地理院の認定する民間電子基準点Ａ級、Ｂ級、およびＶＲＳを利用することができる。

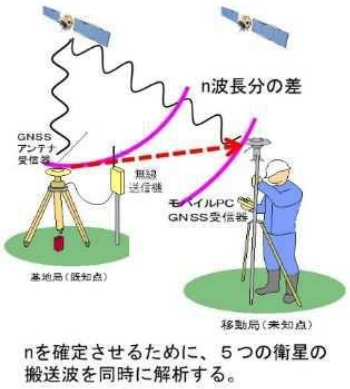



図１-２７　ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**【ＰＰＫ－ＧＮＳＳ】**

ＰＰＫとは、Post-Processing Kinematic（後処理キネマティック）の略で、衛星測位から発信

される搬送波を用いた計測手法である。既知点と移動局にＧＮＳＳのアンテナを設置し、既知点から移動局への基線ベクトル解析により、後処理で移動局の座標を計算することができる。現場内に設置する既知点のほか、国土地理院が管理する電子基準点、国土地理院の認定する民間電子基準点Ａ級、Ｂ級、およびＶＲＳを利用することができる。

**【ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳ】**

ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳの方式は、ＶＲＳ（Virtual Reference Station、仮想基準点）方式と、ＦＫＰ（Flächen Korrektur Parameter、面補正パラメータ）方式等がある。RTK-GNSS で利用する基地局の補正情報の替わりに、近傍にある 1 つまたは複数の電子基準点データを元に作成した補正情報によって同様な測位を行う方式。このため、基地局のアンテナおよび受信機の設置は不要となるが、インターネットを介して補正情報を受信する装置およびデータ提供会社との契約が別途必要となる。

**【ＧＮＳＳローバー】**

単点観測法で用いるＧＮＳＳ受信機を備えた計測機器。

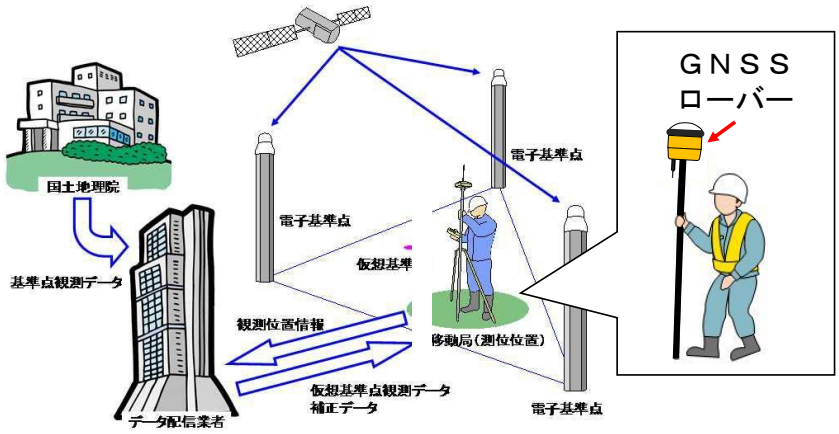



図１-２８　ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳとＧＮＳＳローバー

**【２周波ＧＮＳＳ】**

ＧＮＳＳの衛星から送信されてくる電波（搬送波）には、周波数の異なる複数の電波（L1、L2等）がある。このような２種類の電波を測位に用いることのできるＧＮＳＳを２周波ＧＮＳＳと呼ぶ。

【出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ】

現場での出来形の計測や確認を行うために必要なＲＴＫ－ＧＮＳＳ、ＲＴＫ－ＧＮＳＳに接続された情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）、及び情報機器に搭載する出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェアの一式のことである。出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの性能については、本管理要領（案）に示す機能及び性能を有していなければならない。広義の意味で、周辺ソフトウェア（基本設計データ作成ソフトウェア、出来形帳票作成ソフトウェア）も含めて称する場合もある。

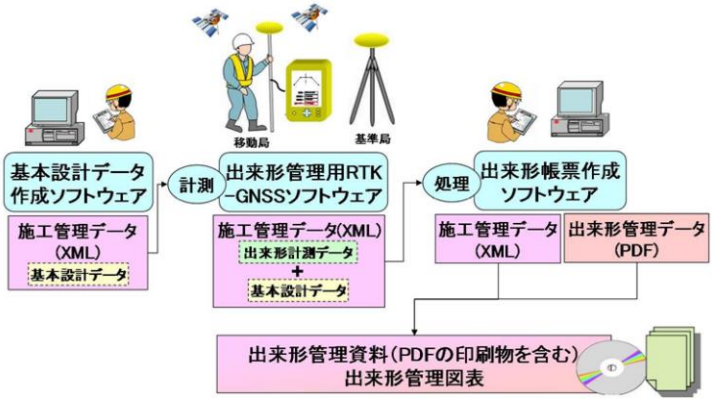



図１-２９　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳにおけるデータの流れ

【高さ補正機能】

高さ補正装置を用いて、鉛直方向の安定した計測値を得るための機能。

【epoch（エポック）】

１観測当たりの測定データの周期（取得数）。

通常、ＲＴＫ法による３～４級基準点測量を行う場合、１秒ごとに連続取得した 10 秒間で得られる 10 データの平均値を利用するが、これを、「10epoch 平均値」という。

【ＦＩＸ解】

利用可能な人工衛星数が一定以上（基本は５個以上）の場合に得られる、精度が保証された位置測定結果のことをいう。

【ＦＬＯＡＴ解】

衛星捕捉数が少ない等により、精度が悪い状態で得られた位置測定結果のことをいう。

**【ローカライゼーション（座標変換）】**

ＧＮＳＳ座標系を現場座標系に変換すること。現場座標系とＧＮＳＳ座標系の間にはズレがあるが、ローカライゼーションを実施することで、ＧＮＳＳ座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、以降は、ＧＮＳＳ座標の計測値より自動的に現場座標の計測値が得られる。

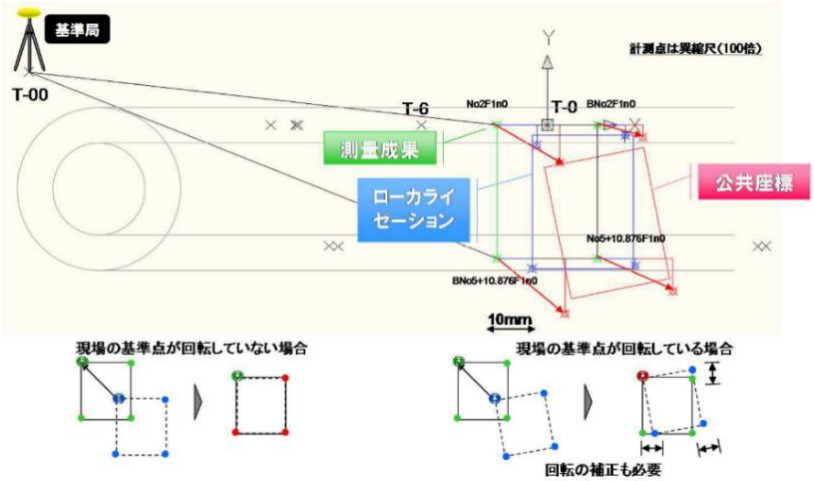



図１-３０　ローカライゼーションのイメージ

**【ＤＯＰ値】**

ＤＯＰ値とは、ＧＰＳ衛星の位置によって左右され、測位精度の劣化の程度を表す数値。小さいほど精度が高いことを示す。

## ■ＵＡＶ関連用語

**【ＵＡＶ】**

無人航空機（Unmanned aerial vehicle）の略。ＵＡＶ（無人航空機）は、人が搭乗することなく飛行できる航空機であり、自律制御あるいは、地上からの遠隔操作によって飛行することができる。無人航空機にデジタルカメラを搭載することで、空中写真測量に必要となる写真を空中から撮影することができる。

**【空中写真測量】**

空中写真測量は、航空機などを用いて上空から撮影された連続する空中写真を用いて、対象範囲のステレオモデルの作成や地上の測地座標への変換等を行い、地形や地物の３次元の座標値を取得可能な作業である。

**【空中写真測量（ＵＡＶ）を用いた出来形管理】**

ＵＡＶ（無人航空機）を用いて被計測対象の地形の空中写真を撮影し、空中写真測量による３次元の形状の取得を行うことで、出来形や数量を面的に把握、算出する管理手法である。

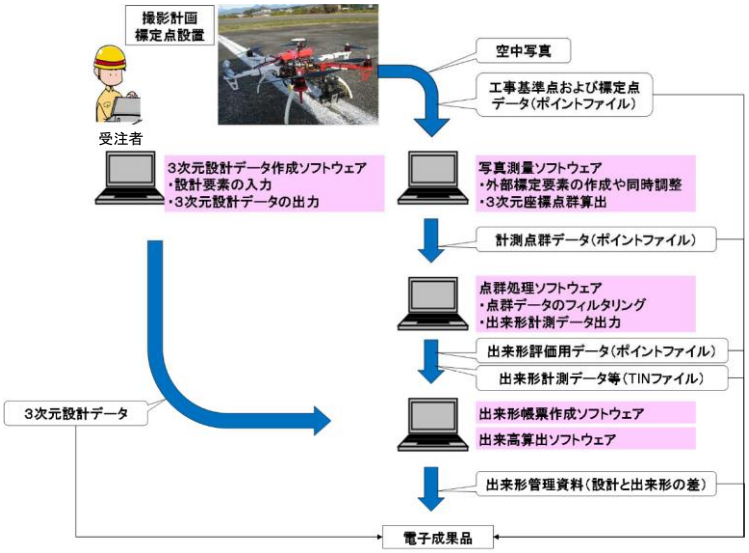



図１-３１　空中写真測量（ＵＡＶ）を用いた出来形管理のデータの流れ

**【ＵＡＶレーザー】**

無人航空機搭載型レーザースキャナーの略。ＵＡＶレーザー測量システムはＵＡＶ上のＧＮＳＳ、ＩＭＵ及びレーザースキャナーによって構成される。その原理は、ＧＮＳＳとＩＭＵによりＵＡＶの位置と姿勢を求め、レーザースキャナーにより左右にスキャンしながら地上までのレーザー光の反射方向と地上までの距離を計算し、これらの装置の関係付けと計測データの解析により３次元座標を解析するものである。

**【ＵＡＶレーザーを用いた出来形管理】**

ＵＡＶレーザーを用いて被計測対象の３次元形状の取得を行うことで、出来形や数量を面的に算出、把握する管理方法である。

**【レーザー拡散角】**

ＵＡＶレーザーに搭載されているＬＳから照射されるレーザービームは通常ＬＳ本体から離れる程ビームが拡散し、ビーム径が大きくなる。このレーザービームが大きくなる角度をレーザー拡散角という。

**【有効計測角】**

ＵＡＶレーザーによる計測では計測対象面に対するレーザーの入射角が小さくなるほど計測精度が低下する傾向がある。そのため、計測対象面に対するレーザーの入射角が一定以下となるときの計測値を除外し計測精度を保つ手法をとる。このとき計測値を除外しないレーザーの照射角度の範囲を有効計測角という。なお、有効計測角は、本管理要領（案）「第２編　土工編　参考資料-9　ＵＡＶレーザーの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す手順で確認する。

**【有効計測幅】**

計測対象面を水平な地表面とした場合の、有効計測角内のレーザーによって計測される横断方向の幅のこと。

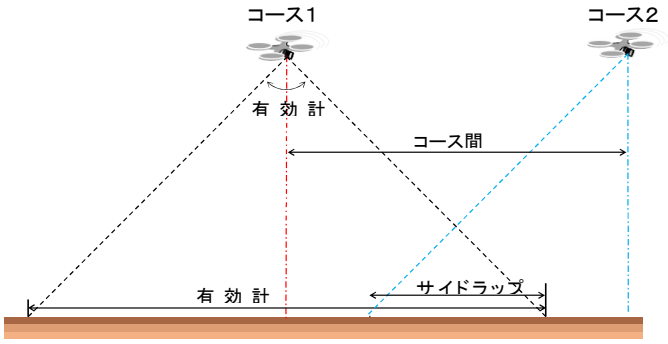



図１-３２　有効計測幅

**【サイドラップ率】**

ＵＡＶレーザーにて隣り合うコースを飛行して計測する場合、横断方向に重複して計測される範囲が生じるが、この重複する範囲をサイドラップと呼ぶ。また、サイドラップが１レーンの有効計測幅に占める割合をサイドラップ率と呼ぶ。

**【ＩMU】**

ＩMU（慣性計測装置）とは、Inertial Measurement Unit の略。三軸の傾きと加速度を計測することにより、計測器の相対的な位置情報と姿勢を計測するものである。

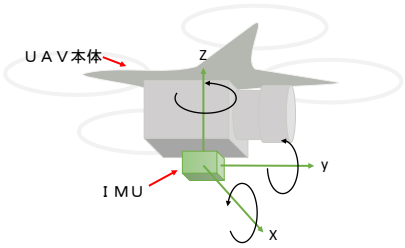



図１-３３　ＩMU

**【レバーアーム】**

ＵＡＶレーザーに搭載されているＬＳ、ＧＮＳＳ、ＩＭＵの相対的配置のこと。

**【ボアサイトキャリブレーション】**

ＩMUの三軸（ｘ軸，ｙ軸，ｚ軸）とＬＳの三軸との角度差を求める作業であり、ＬＳにＩＭＵを取りつけた場合、その都度実施する必要がある。

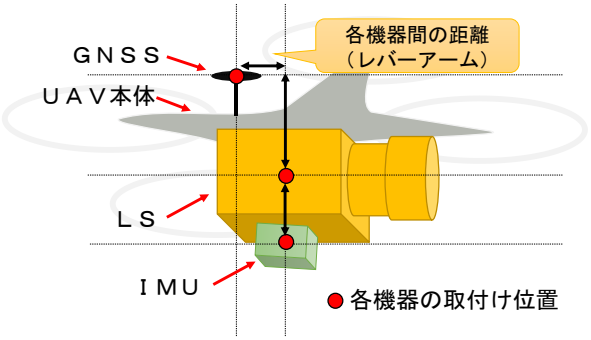



図１-３４　レバーアーム

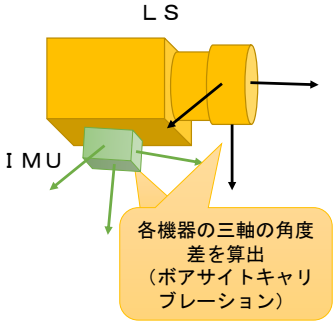
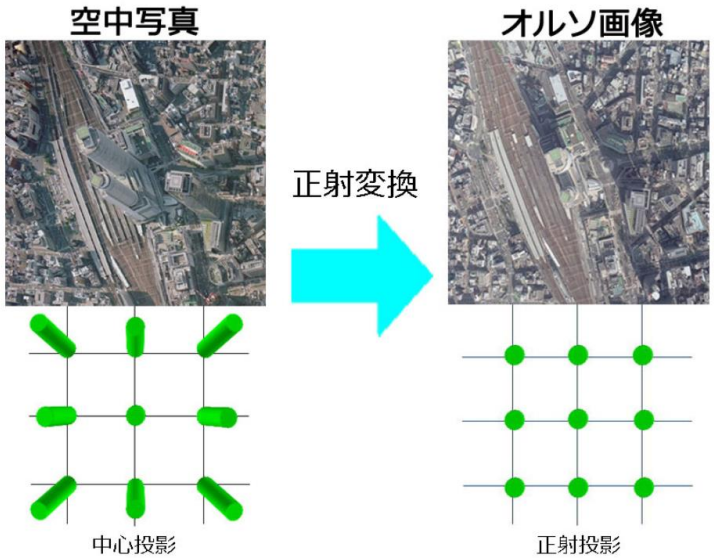



図１-３５　ボアサイトキャリブレーション

**【オルソ画像】**

航空カメラで撮影された空中写真は、レンズの中心に光束が集まる中心投影なので、レンズの中心から対象物までの距離の違いにより、写真上の像に位置ズレが生じる。写真に写る対象物が地面から高いほど、また写真の中心から周縁部に向かうほど、この位置ズレは大きくなる。上空から撮影した空中写真では、土地の起伏（高低差）による位置ズレが生じるとともに、高層ビルなどの高い建物や周縁部のとがった山の像は、写真の中心から外側へ傾いているように写る。オルソ画像は、写真上の像の位置ズレをなくし空中写真を地図と同じく、真上から見たような傾きのない、正しい大きさと位置に表示される画像に変換（正射変換という）したものである。




（出典：国土地理院オルソ画像について https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html）

図１－３６　オルソ画像

## ■音響測深関連用語

### 【音響測深機器】

「音響測深機器（Echo-Sounder）」とは、ソナー（送受波器）や動揺計測装置、船を含めたシステム全体のこという（ただし、点群データ処理用のソフトウェアはこの中には含まない）。マルチ（シングル）ビームソナー本体を指す場合は、「音響測深機器本体」と呼ぶ。

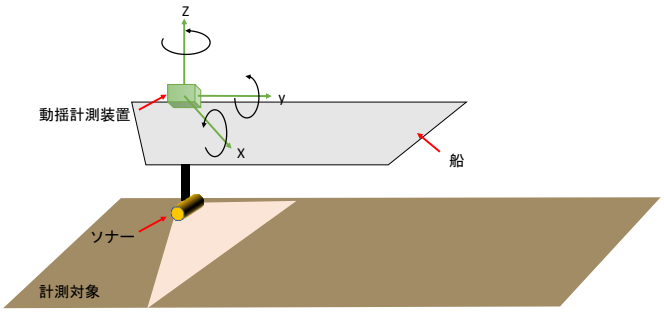



図１－３７　音響測深機器

### 【マルチビーム】

マルチビームとは、ナロー（細い）マルチ（複数の）ビームによる測深が名前の由来であるナローマルチビーム測深システムのことであり、音響ビームを扇状に照射することで一度に多数の水深を面的に取得することができる。

ナローマルチビーム測深システムは測量船に艤装されたマルチビーム測深機本体、動揺計測装置、位置測位センサー（ＧＮＳＳ等）、音速度計、ＰＣ（計測に必要なソフトウェアを内蔵したもの）によって構成される（位置測位センサーにＧＮＳＳを使用する場合は、さらに地上に設置される固定局又はＶＲＳ受信機によって構成される）。その原理は、位置測位センサーと動揺計測装置により測量船の位置と姿勢を、マルチビーム測深機により水底をスキャンしながら水底までの音波の反射方向と水底までの距離を計算し、これらの装置の関係付け（キャリブレーション）と計測データの解析により音波反射位置の水深を解析するものである。専ら起工測量、部分払い用出来高計測、出来形管理に供する。

### 【シングルビーム】

シングルビームとは、マルチビームとは異なりシングル（１本の）ビームにより測深する音響測深機器のことである。

シングルビーム測深システムはマルチビームの場合と異なり、測量船の進行に伴って線上に地形を計測することしかできない。また、動揺計測装置を装備しないために測量船の傾きを補正できず、常に反射波を船の真下として判断するため、実水深よりも深い値が計測されやすいことに注意が必要である。専ら起工測量に供する。

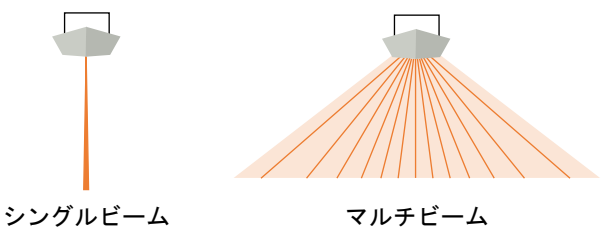



図１－３８　シングルビームとマルチビーム

**【音響測深機器を用いた出来形管理】**

音響測深機器を用いて深浅測量を実施し、３次元の水底形状を取得することで、出来形や数量を面的に算出、把握する管理方法である。

**【水深測量ソフトウェア】**

深浅測量機器本体による測深データや、ＧＮＳＳ等による位置測位データ、動揺計測装置による動揺データから、地形の座標値を算出するソフトウェアである。

**【動揺計測装置】**

測量船のロール・ピッチの２成分の傾きをリアルタイムで計測する。マルチビームによる面的計測の場合、風や波浪による測量船の揺れは、測深データに大きく反映されてしまうため、このような影響を補正するために動揺計測装置を設置する必要がある。

**【スワス角】**

マルチビーム測深システムが扇状に発信する音響ビームの横方向への広がり具合を示す角度のことをいう。

**【スワス幅】**

マルチビーム測深システムにおける計測対象面を水平な水底面とした場合のスワス角内の音響ビームによって計測される横方向の幅のことをいう。

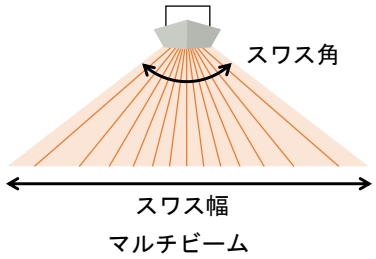



図１－３９　スワス角とスワス幅

**【音速度計】**

水中での音速度は圧力、温度、塩分の影響を受け、計測位置によっても異なる。音響測深では、計測位置ごとの水中音速度をリアルタイムで計測し、計測結果を補正する必要がある。

**【位置測位センサー】**

測量船の位置をリアルタイムで計測する装置。基本的には、ＧＮＳＳを用いることが多いが、ＴＳの利用を妨げるものではない。

**【方位センサー】**

測量船の航行方位（ヨー）をリアルタイムで計測する装置。動揺計測装置と同じく、マルチビームによる計測データを補正するために必要となる。

**【艤装】**

艤装とは、測量船に音響測深機器本体及び周辺機器を装備、設置することをいう。音響測深機器本体及び周辺機器の位置関係を明確にし、計測中も位置関係は変化しないように機器を取り付ける必要がある。

**【等角度測深・等密度測深】**

マルチビームの場合、一度に数百本の音響ビームを扇状に照射するが、音響ビーム１本１本の照射間隔の設定には大きく分けて２種類ある。等角度測深は、スワス角を音響ビームの数だけ均

等な角度に配分した角度で照射する。等密度測深は、スワス幅全域を音響ビームの数だけ等間隔に配分するような角度で照射する。

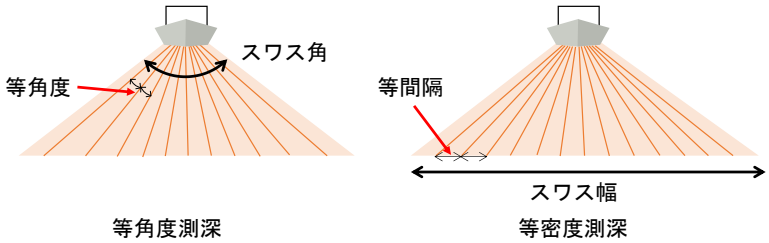



図１－４０　等角度測深・等密度測深

## ■ＩＣＴ建設機械関連用語

**【ＩＣＴ建設機械】**

ＩＣＴ建設機械とは、施工中の建設機械の作業装置位置の３次元座標を取得することができる３ＤＭＣ、３ＤＭＧを搭載した建設機械をいう。

**【ＩＣＴバックホウ】**

３ＤＭＣ・３ＤＭＧを搭載したバックホウをいう。

**【３ＤＭＣ・３ＤＭＧバックホウ】**

作業装置先端の３次元座標を建設機械本体に搭載する３次元設計データと比較した結果で作業装置の高さや傾きを自動制御（ＭＣ）、又はモニターによりガイダンス（ＭＧ）するバックホウをいう。バックホウに取り付けたＧＮＳＳアンテナ又はＴＳターゲットとブーム、アーム、バケット、本体に取り付けた傾斜センサー等の情報から作業装置の座標を計算する。

**【２ＤＭＧバックホウ】**

ブーム、アーム、バケットに装着したスロープセンサーによりバックホウの姿勢を求めて、基準位置（切り出し位置）からセットした設計断面形状（法面勾配等）とバケットの位置関係をガイダンスモニターに表示するバックホウをいう。

**【ＩＣＴブルドーザ】**

３ＤＭＣ・３ＤＭＧを搭載したブルドーザをいう。

**【３ＤＭＣ・３ＤＭＧブルドーザ】**

作業装置下端又は履帯下面の３次元座標をＴＳ又はＧＮＳＳによる測位から求めて建設機械本体に搭載するＭＣ・ＭＧ用の３次元設計データと比較した結果で作業装置の高さや傾きを自動制御（ＭＣ）、又はモニターによりガイダンス（ＭＧ）するブルドーザをいう。

**【２ＤＭＣ・２ＤＭＧブルドーザ】**

回転レーザーから照射されるレーザー光をブルドーザ作業装置に設置した受光器で捉えることによって、作業装置高さをレーザー面にあわせて自動制御（ＭＣ）、又はモニターによりガイダンス（ＭＧ）するブルドーザをいう。

**【３ＤＭＧローラ】**

締固め機械（土工用ローラ、タイヤローラ、マカダムローラ、タンデムローラ、コンバインドローラ等）の鉄輪が接地する箇所の３次元座標を取得し、締固回数を平面的に表示する等、締固め機械の移動を促す指示を機械に搭載したモニター等に表示する機能を有するローラをいう。

**【施工履歴データ】**

ＩＣＴ建設機械により施工しながら計測されるＩＣＴ建設機械の作業装置の３次元座標、取得時刻、その時の建設機械の状態等の記録をいう。

**【操作支援システム】**

ＩＣＴ建設機械に搭載されている、作業装置の自動制御やモニターによりオペレーターへの操作支援を行うとともに、作業装置位置の３次元座標や建設機械の作業状態の情報を記録しているシステムをいう。

## ■設計データ関連用語

**【３次元設計データ】**

３次元設計データとは、道路中心線形又は法線（平面線形、縦断線形）、出来形横断面形状、工事基準点情報及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらをＴＩＮなどの面データで出力したものである。

この他、本管理要領（案）を用いた出来形管理において、出来形管理対象となる位置を線や座標としてデータ化したものも含むものとする（データ形式は問わない）。

**【基本設計データ（ＸＭＬファイル）】**

基本設計データとは、ＴＳによる出来形管理に用いるデータで、設計図書に既定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。また、施工管理データから現場での出来形計測で得られる情報を除いたデータである。図に基本設計データの幾何形状のイメージを示す。基本設計データの幾何形状とは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から仕上がり形状を抜粋し、３次元形状データ化したもので、(1)道路中心線形または法線（平面線形、縦断線形）、(2)出来形横断面形状で構成される。

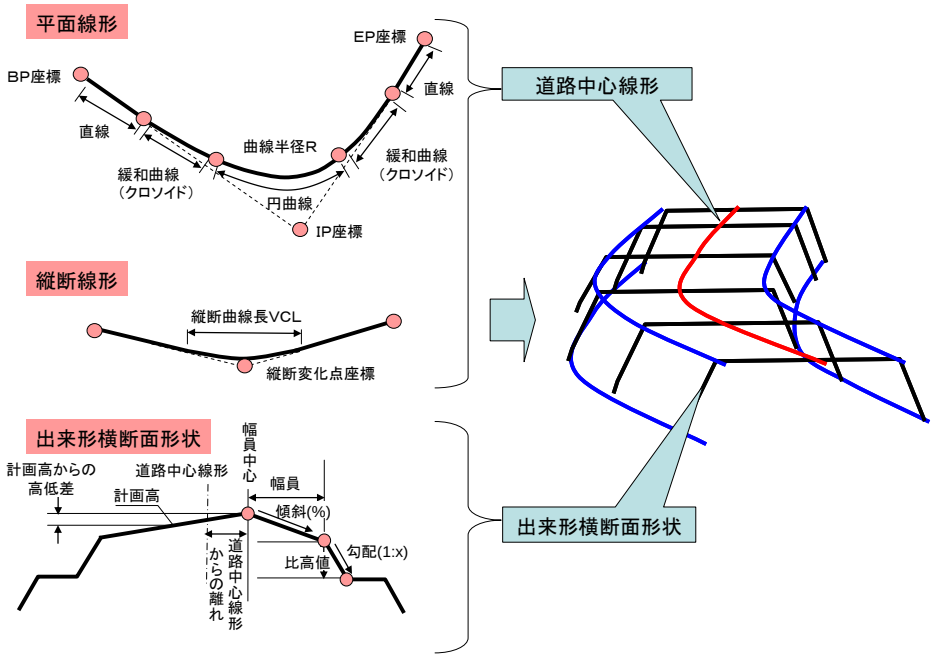



図１－４１　基本設計データの幾何形状のイメージ

**【オリジナルデータ】**

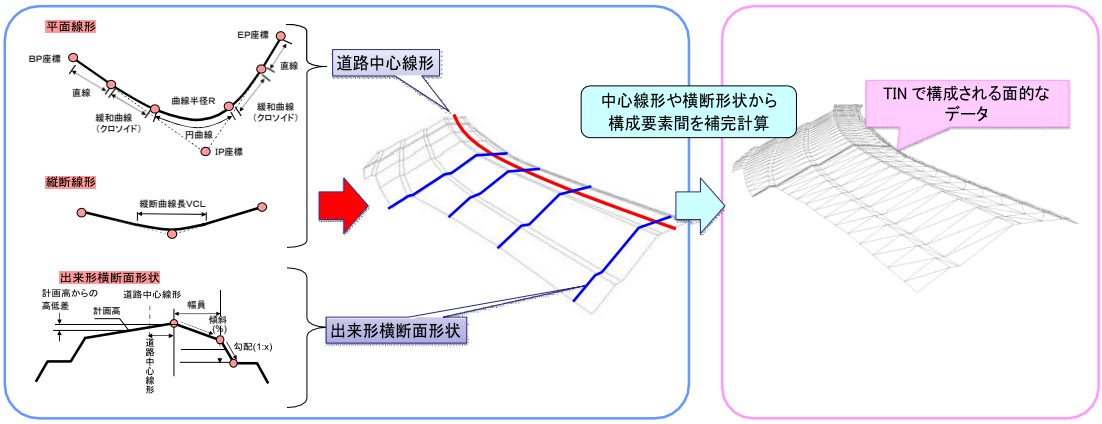
使用するソフトウェアから出力できるデータのことで、使用するソフトウェア独自のファイル形式あるいは、オープンなデータ交換形式となる。例えば、LandXML は、2000 年１月に米国にて公開された土木・測量業界におけるオープンなデータ交換形式である。

**【３次元設計データの構成要素】**

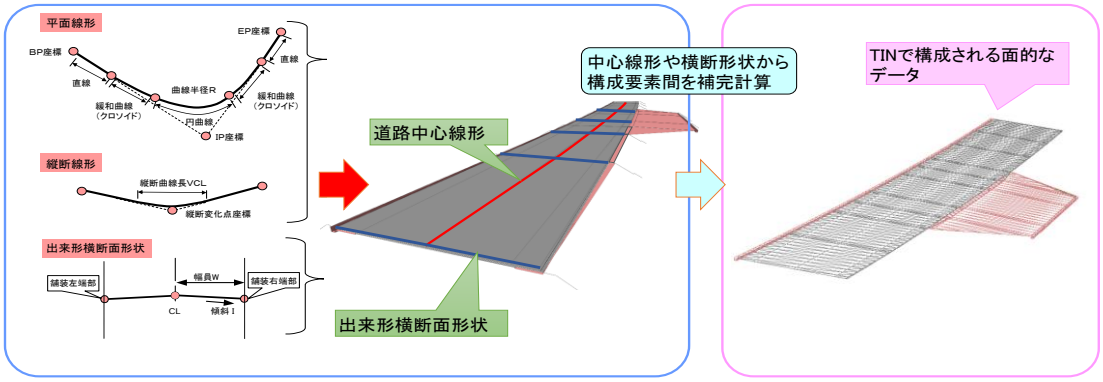
３次元設計データの構成要素は、主に、平面線形、縦断線形、横断面形状であり、これらの構成要素は、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から仕上がり形状を抜粋することで、必要な情報を取得することができる。３次元設計データは、これらの構成要素を用いて面的な補間計算を行い、ＴＩＮで表現されたデータである。下図に３次元設計データを作成するため

に必要な構成要素を示す。

〈道路土工の場合〉




〈舗装工の場合〉




３次元設計データの構成要素　　３次元設計データ

図１-４２　３次元設計データの構成要素と３次元設計データのイメージ

**【道路中心線形】**

道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、３次元設計データの構成要素の一つとなる。

**【法線】**

堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、３次元設計データ及び基本設計データの構成要素の一つとなる。

**【平面線形】**

平面線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の１つで、道路中心線形又は法線の平面的な形状を表している。道路中心線形の場合、線形計算書に記載された幾何形状を表す数値データでモデル化している。平面線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線（クロソイド）で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロソイドのパラメータで定義される。

**【縦断線形】**

縦断線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の１つで、道路中心線形又は法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の幾何要素

は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。

**【ＴＩＮ】**

ＴＩＮ（不等三角網）とは 、Triangular Irregular Network の略。ＴＩＮは、地形や出来形形状などの表面形状を３次元座標の変化点標高データで補間する最も一般的なデジタルデータ構造である。ＴＩＮは、多くの点を３次元上の直線で繋いで三角形を構築するものである。

ＴＩＮは、構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される。

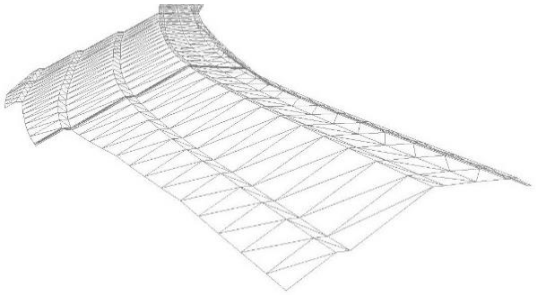


図１-４３　ＴＩＮで構成される３次元設計データの一例

**【３次元設計データ作成ソフトウェア】**

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成、出力するソフトウェアである。

**【基本設計データ作成ソフトウェア】**

従来の紙図面等から判読できる道路中心線形又は法線、横断形状等の数値を入力することで、施工管理データのうちの基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。

## ■計測関連用語

**【基準点】**

測量の基準とするために設置された国土地理院が管理する三角点・水準点である。

**【工事基準点】**

監督職員より指示された基準点を基に、受注者が施工及び施工管理のために現場及びその周辺に設置する基準点をいう。

**【測点】**

工事開始点からの平面線形上での延長距離の表現方法のひとつで、縦断計画高や構築形状の位置管理などに用いられる。（ex：No.20＋12.623）

**【検証点】**

空中写真、ＵＡＶレーザー、地上移動体搭載型ＬＳ等の多点計測技術によって取得した３次元座標の計測精度を確認するために必要となる、３次元座標を持つ点であり、基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を用いる。３次元計測技術の計測精度を確認するために、検証点における３次元計測による座標計測結果と、真値となる既知点あるいは測量した座標値を比較する。なお、検証点は、空中写真測量又はＵＡＶレーザーの計測において調整用基準点として利用してはならない。

**【調整用基準点】**

ＵＡＶレーザーで計測した相対形状を３次元座標に変換する際に用いる座標点である。基準点あるいは工事基準点と対応付けするために、基準点あるいは工事基準点からＴＳ等によって測量する。標高調整用と水平調整用の２種類がある。標高調整用基準点は、ｚ座標が既知であり、計測点群データの標高の調整に用いられる。また、水平調整用基準点は、ｘ，ｙ座標が既知であり、計測点群データの平面位置の調整に用いられる。ｘ，ｙ，ｚ座標が特定できる物を用いることで、標高調整用基準点と水平調整用基準点を兼ねる事が出来る。ｘ，ｙ，ｚ座標が特定できる物の例は以下のとおりである。

・直方体などの立体的な物で、角の位置を計測点群データから特定できる物。
・水平に設置した板状の物で、反射強度や色の違いにより中心点などの点の位置が計測点群データから特定できる物

**【標定点】**

多点計測技術で計測した相対形状を３次元座標に変換する際に用いる座標点である。基準点あるいは工事基準点と対応付けするために、基準点あるいは工事基準点からＴＳ等によって測量する。

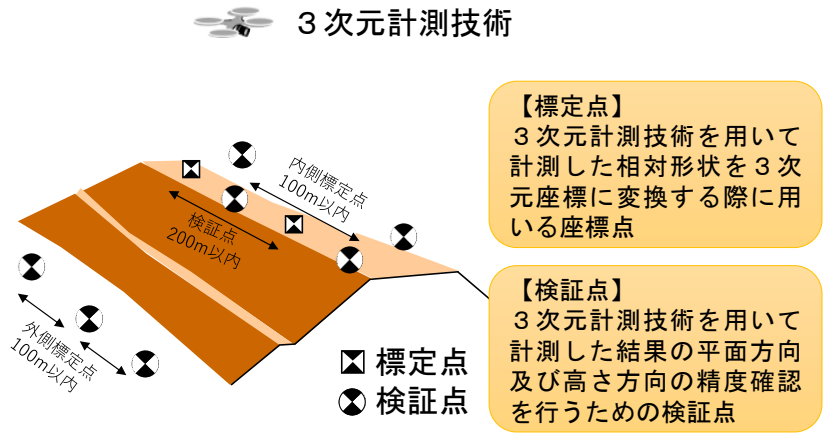



図１－４４　標定点と検証点（空中写真測量（ＵＡＶ）の場合の一例）

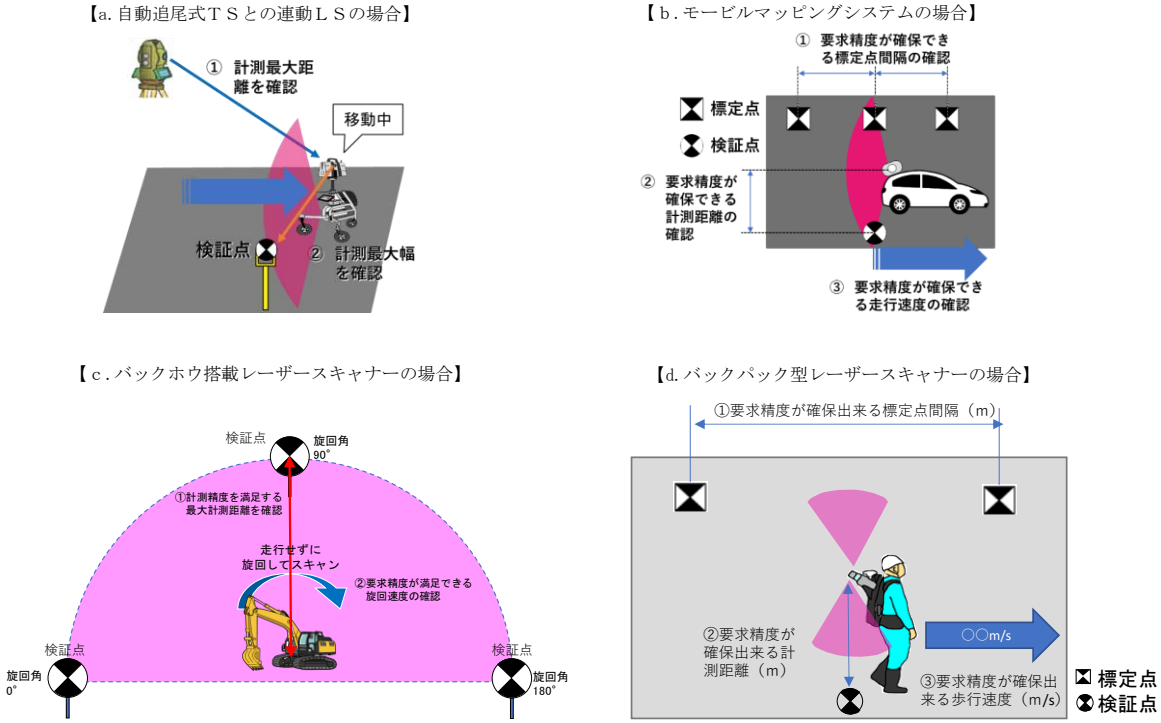



図１－４５　標定点と検証点（地上移動体搭載型ＬＳの場合の一例）

**【出来形計測点】**

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた出来形を計測する点や、受注者が自ら定めた出来形を計測する点等。

**【検査面】**

ＴＬＳ、地上移動体搭載型ＬＳで計測した結果の鉛直方向の精度確認を行うための検査面である。検査面は、実現場において最も測定精度が低下する位置付近（本管理要領（案）「第３編　舗装工編　参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」により設定される）の計測面上に１$m^2$（１ｍ×１ｍメッシュ）に設定する。

【出来形横断面形状】

平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面、舗装面等の形状である。現行では、横断図として示されている。

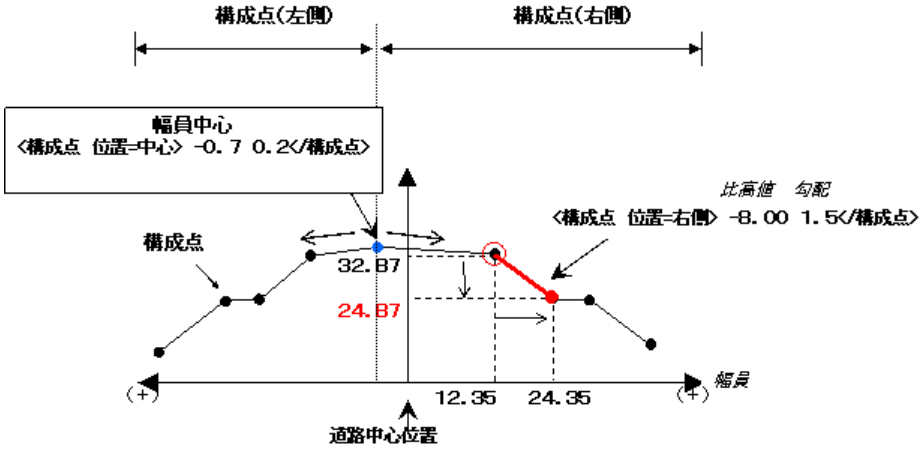



図１-４６　出来形横断面形状の一例（道路土工の場合）

【施工管理データ（ＸＭＬファイル）】

施工管理データとは、本管理要領（案）の出来形管理に必要なデータの総称であり、「基本設計データ」及び「出来形計測データ」のことをいう。

【出来形計測データ（ＸＭＬファイル）】

出来形管理用ＴＳ、ＲＴＫ－ＧＮＳＳで計測した３次元座標値及び計測地点（法肩や法尻など）の記号を付加したデータのことをいう。出来形計測データと基本設計データとの対比により、出来形管理を行う。

出来形計測対象点の記号は、基本設計データ作成時に作成者により下図のように設定され、出来形計測時は出来形管理用ＴＳ、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ上でこれを選択して利用する。

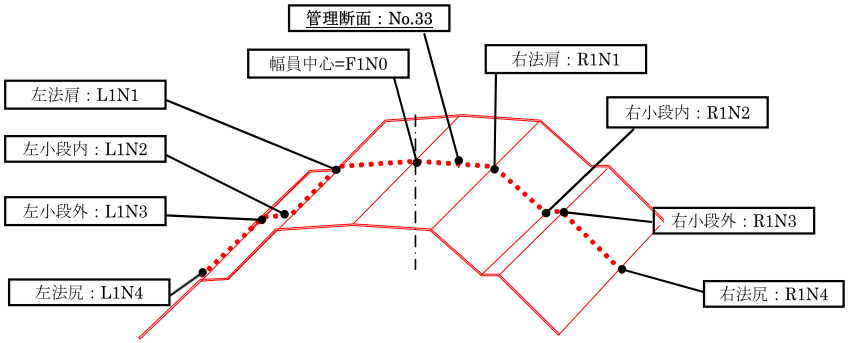



図１-４７　出来形計測時 出来形計測対象点の付け方（例）（道路土工の場合）

**【累加距離標】**

路線等に沿った始点からの水平距離（標）。各測点間の距離（短距離）を順次合計していき、追加距離を加えることで、各点における累加距離標を求める。

**【面管理】**

面管理とは、出来形管理の計測範囲において、１m間隔以下（１点／㎡以上）の点密度が確保できる出来形計測を行い、３次元設計データと計測した各ポイントとの離れを算出し、出来形の良否を面的に判定する管理手法である。

**【色データ】**

デジタルカメラを併用することにより、ＴＬＳ又は地上移動体搭載型ＬＳによる計測時に撮影した写真から計測点群データに色データを付与することができる。点データに色を付けることによって、計測対象物を目視により識別することが可能となり、点群処理時の不要点削除などの判断に有効である。ただし、色データを同時に取得できない装置もある。

**【計測点群データ（ポイントファイル）】**

３次元計測技術のうち、多点計測技術を用いて計測した地形や地物を示す３次元座標値の点群データ。CSV や LandXML、LAS などで出力される点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントのデータである。

**【出来形評価用データ（ポイントファイル）】**

３次元計測技術のうち、多点計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータである。専ら出来形の評価と出来形管理資料に供する。

**【出来形計測データ（ＴＩＮファイル）】**

３次元計測技術のうち、多点計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として出来形地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

**【起工測量計測データ（ＴＩＮファイル）】**

３次元計測技術のうち、多点計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として着工前の地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

**【岩線計測データ（ＴＩＮファイル）】**

３次元計測技術のうち、多点計測技術（ＵＡＶレーザーを除く）を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として岩区分境界としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

**【出来形管理資料】**

３次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値など）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは３次元モデルをいう。

**【出来形帳票データ】**

出来形帳票データとは、「出来形帳票作成ソフトウェア」から出力できる出来形管理資料に関するデータ（測定箇所、設計値と計測値の差分等）を記録したＸＭＬ形式のファイルのこと。

**【出来形管理データ（ＰＤＦファイル)】**

「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成する「出来形管理図表」のことをいう。「出来形帳票作成ソフトウェア」で作成する出来形帳票は、ＰＤＦ形式で出力することができる。

**【点群処理ソフトウェア】**

３次元計測技術のうち、多点計測技術を用いて計測した３次元座標値の点群データから樹木や草木、建設機械や仮設備、水中の浮遊物や魚群等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した３次元座標の点群データを、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータ、及び当該点群にＴＩＮを配置し、３次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。

**【出来形管理用ＴＳソフトウェア】**

出来形管理用ＴＳの情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載されたソフトウェア。基本設計データを入力することで、現場において効率的に出来形計測が行える情報を提供するとともに、計測結果を施工管理データ（基本設計データと出来形計測データのＸＭＬ形式）として出力することができる。出来形管理用ＴＳソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定する機能を有していなければならない。

**【出来形帳票作成ソフトウェア（面管理の場合)】**

３次元設計データと出来形評価用データを入力することで、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理資料として出力することができる。

**【出来形帳票作成ソフトウェア（断面管理の場合)】**

基本設計データと出来形計測データから、出来形帳票の自動作成と出来形管理データ（ＰＤＦファイル）及び施工管理データ（ＸＭＬファイル）※1の出力が可能なソフトウェアの総称。

※１　同一点で複数回計測した出来形計測データを持つ場合は、帳票作成に用いるデータを選定し、また、計測座標値とセットの出来形管理箇所（法肩、法尻等）が間違っている場合は修正し、最終成果として出来形帳票を作成する為に使用したもの。

**【出来高算出ソフトウェア】**

起工測量結果と、３次元設計データ作成ソフトウェアで作成した３次元設計データ、あるいは点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

**【写真測量ソフトウェア】**

撮影した空中写真から空中写真測量及び３次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。

**【出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア】**

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載されたソフトウェア。基本設計データを入力することで、現場において効率的に出来形計測が行える情報を提供するとともに、計測結果を施工管理データ（基本設計データと出来形計測データのＸＭＬ形式）として出力することができる。出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェアは、「出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ機能要求仕様書」に規定する機能を有していなければならないが、現時点で未策定であるために、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定する機能を有していればよいものとする。

**【面管理用帳票作成ソフトウェア】**

３次元設計データと出来形評価用データを入力することで、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理資料として出力することができる。

**【出来形座標確認ソフトウェア】**

出来形座標確認ソフトウェアは、出来形管理で計測した座標が設計図書で示す計測すべき断面上にあることを確認するソフトウェアである。

**【計測性能】**

計測性能は、使用する３次元計測技術が有している能力のことであり、計測機器が具備すべき性能のことをいう。

**【測定精度】**

測定精度は、３次元計測技術を用いた出来形管理などの計測時（計測結果）に必要となる測定精度のことをいう。

**【精度管理】**

精度管理は、使用する３次元計測技術の機器本体の動作やシステムに不具合が無いことを確認するなど、計測性能や測定精度に応じた測定結果が正しいものとなるように管理することをいう。

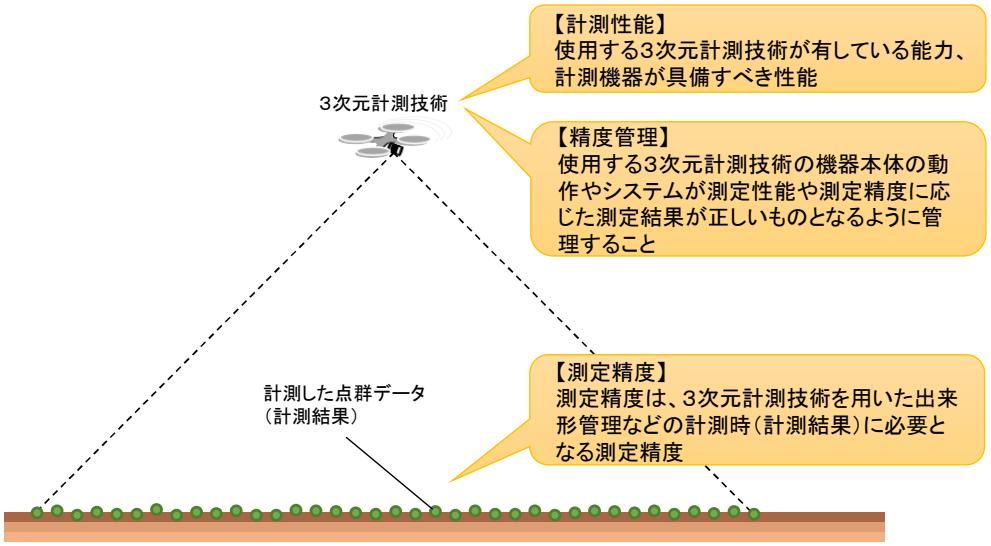



図１－４８　計測性能・測定精度・精度管理の定義

**【モバイル端末】**

モバイル端末は、携帯端末などの汎用の電子デバイスで容易に可搬できるものとする。出来形計測に利用するセンサーは、モバイル端末に搭載されている LiDAR やカメラの他、モバイル端末に携帯可能なセンサーを組み合わせたものを含むものとする。

## ■ＩＣＴ地盤改良関連用語

### ◎表層安定処理等・中層地盤改良工事

**【全体改良範囲図】**

「現場全体の平面図」あるいは「現場をいくつかの領域に分割した平面図」に対して、施工履歴データを元に判定した地盤改良済み範囲を着色表示した図のこと。

**【地盤改良設計データ作成ソフトウェア】**

出来形管理や数量算出の基準となる地盤改良の設計形状を示す「地盤改良設計データ」を作成、出力するソフトウェアである。

**【ＩＣＴ地盤改良機械】**

ＩＣＴ地盤改良機械とは、本管理要領（案）「第７編　表層安定処理等・中層地盤改良工編　第４章　1-2-4　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認」に示す機能を有する地盤改良機械で、ベースマシンは、浅層地盤改良の場合、バックホウまたはスタビライザーを、中層地盤改良の場合、バックホウを用いているもの。ベースマシンがバックホウの場合、測位は、バックホウ背面に取り付けたＧＮＳＳアンテナまたはＴＳターゲット（以下「ＧＮＳＳ等」という）とブーム、アーム、バケットまたは撹拌装置、本体に取り付けた傾斜センサー等、深度計等の情報から攪拌装置先端の座標を計算して行う。

**【中層地盤改良工】**

土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）に示される固結工（中層混合処理）。

**【表層安定処理工】**

土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）に示される表層安定処理工。

**【路床安定処理工】**

土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）に示される路床安定処理工。

**【操作支援システム】**

ＩＣＴ地盤改良機械に搭載されている、撹拌装置の施工位置への誘導のためのガイダンスの車載モニターへの表示や、撹拌翼の位置・深さ等のリアルタイムな表示によりオペレーターへの操作支援を行うとともに、撹拌装置の位置の３次元座標又は、平面座標（ｘ，ｙ）と施工基面からの深度（Ｈ）やＩＣＴ地盤改良機械の作業状態の情報を記録するシステムをいう。

**【施工管理データ】**

ＩＣＴ地盤改良機械により施工しながら区画割ごとに記録される以下のデータ。

①区画割ごとの累積撹拌回数又はチェーン累積移動距離

②区画割ごとの累積改良材注入量

**【施工履歴データ】**

撹拌装置軌跡データと施工管理データのことを総称したもの。

**【施工履歴データを用いた出来形管理】**

撹拌装置軌跡データ・施工管理データから３次元形状の取得を行うことで、出来形や数量を面的に算出、確認する管理方法である。

**【地盤改良設計データ】**

地盤改良設計データは、ＩＣＴ地盤改良機械の車載コンピュータに入力され、撹拌装置の施工位置への誘導（ガイダンスと呼ぶ）や施工範囲・深さの管理に用いられる。地盤改良を行う３次元的な施工範囲（幅・延長・深さ）全体は、幅及び延長方向の平面上では格子状（長方形又は正方形）に分割され、深さ方向には一定長さごとに分割される。この分割された領域を管理ブロックと呼ぶ。管理ブロックの格子状のサイズは、撹拌装置の幅と奥行きのサイズよりも小さい任意のサイズに設定され、深さ方向の分割長さは、撹拌回数と改良材注入量を管理する単位に応じた任意の長さに設定される。なお、地盤改良設計データのデータ形式は、ＩＣＴ地盤改良機械独自の形式（オリジナルファイルとよぶ）等で作成・出力される。改良範囲が円形である場合は、管理ブロックの平面形状を円形とする。

**【区画割】**

改良材注入及び混合撹拌を連続して施工する範囲を区画割とよぶ。

**【管理ブロック】**

区画割を撹拌装置の幅・奥行き等に応じたサイズに分割したもので、施工管理に用いる。

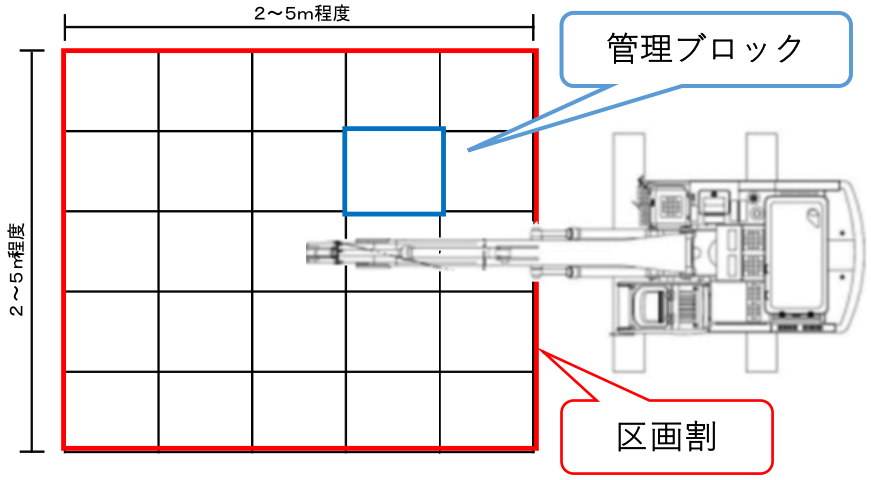



図１-４９　区画割と管理ブロックの例

**【施工管理図】**

ＩＣＴ地盤改良機械が施工中に記録する施工履歴データを用いて自動的に区画割ごとに作成される管理図である。区画割ごとの撹拌回数、改良材注入量等が区画割図に図示される。

**【区画割図】**

区画割を図示した平面図。

**【出来形管理資料】**

施工履歴データを用いた地盤改良完了範囲の出来形管理の結果を示す資料をいい、全体改良範囲図、施工管理図又は施工管理データグラフ、撹拌装置軌跡データで構成される。

**【出来形帳票作成ソフトウェア】**

地盤改良設計データと施工履歴データを入力することで、出来形管理資料を作成することのできるソフトウェア。

**【撹拌装置軌跡データ】**

施工中のＩＣＴ地盤改良機械の撹拌装置の位置及び施工開始からの経過時間を記録したもの。

ここで撹拌装置の軌跡は、３次元座標（ｘ，ｙ，ｚ）を記録するものが望ましいが、平面座標（ｘ，ｙ）と深度（施工開始時に高さを施工基面の高さで０セットして、ロータリーエンコーダや水頭計測により計測する施工深度）を記録するものも用いることができる。

◎固結工（スラリー撹拌工）

【全体改良範囲図】

「現場全体の平面図」あるいは「現場をいくつかの領域に分割した平面図」に対して、施工履歴データを元に判定した地盤改良済み範囲を着色表示した図のこと。

【地盤改良設計データ作成ソフトウェア】

出来形管理や数量算出の基準となる地盤改良の設計形状を示す「地盤改良設計データ」を作成、出力するソフトウェアである。

【ＩＣＴ地盤改良機械】

ＩＣＴ地盤改良機械とは、本管理要領（案）「第８編　固結工（スラリー撹拌工）編　１-２-４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認」に示す機能を有する地盤改良機械で、スラリー撹拌工に用いられるもの。

【スラリー撹拌工】

土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）に示される固結工（スラリー撹拌工）。

【操作支援システム】

ＩＣＴ地盤改良機械に搭載されている、撹拌装置の施工位置への誘導のためのガイダンスの車載モニターへの表示や、施工中の深さのリアルタイムな表示によりオペレーターへの操作支援を行うとともに、平面座標（ｘ，ｙ）と施工基面からの深度（Ｈ）やＩＣＴ地盤改良機械の作業状態の情報を記録するシステムをいう。

【施工管理データ】

ＩＣＴ地盤改良機械により施工しながら施工ごとに記録される以下のデータ。

①深度１ｍ当たりの羽根切り回数または軸回転数（(回/m）または（rpm))

②深度１ｍ当たりのスラリー吐出量（注入量）（(L/m）または（Ｌ/分))

【施工履歴データ】

撹拌装置位置データと施工管理データのことを総称したもの。

【施工履歴データを用いた出来形管理】

撹拌装置位置データ・施工管理データの取得を行うことで、出来形や数量を算出、確認する管理方法である。

【地盤改良設計データ】

地盤改良設計データは、ＩＣＴ地盤改良機械の車載コンピュータに入力され、撹拌装置の施工位置への誘導（ガイダンスと呼ぶ）や施工中の深度管理に用いられるもので、設計図書等に基づき、受注者が作成する地盤改良設計データの改良体番号・杭芯位置（ｘ座標、ｙ座標）（撹拌装置が多軸の場合は複数）・改良体天端の標高または施工基面からの計画深度・改良体底面部の標高または計画深度・杭径Ｄ・施工基面の標高を入力したもの。

【出来形管理資料】

地盤改良設計データおよび施工履歴データを用いた地盤改良完了範囲の出来形管理の結果を示す資料をいい、全体改良範囲図、杭芯位置管理表、施工管理データグラフまたは施工管理データ表で構成される。

【撹拌装置位置データ】

施工開始時点のＩＣＴ地盤改良機械の撹拌装置の回転軸中心位置（ｘ，ｙ）および施工深度Ｈ

（または標高ｚ）を記録したもの。

**【改良体】**

改良材と原地盤を撹拌することにより造成される円柱（コラム）状の地盤改良がなされた領域のこと。撹拌装置の回転軸が複数の場合、複数の円柱が改良体として造成される。

**【改良体番号】**

改良体を個別に識別、管理するため、配置、施工仕様等によって各改良体に指定する固有の番号等のこと。杭番号とも言う。

**【杭芯位置】**

平面位置（ｘ，ｙ）での改良体を構成するそれぞれの円柱（コラム）天端部分の中心点のこと。撹拌装置の回転軸が複数である場合、１つの改良体の杭芯位置も複数となるが、施工管理は全ての杭芯位置に対して行う必要がある。

**【スラリー撹拌工】**

土木工事施工管理基準及び規格値（国土交通省各地方整備局）に示される固結工（スラリー撹拌工)。

# 第４章　監督職員による監督の実施項目

**本管理要領（案）を適用した、３次元計測技術による出来形管理における監督職員の実施項目は、別途定める出来形管理の監督・検査要領（案）の「監督職員の実施項目」による。対象となる監督・検査要領（案）は、「参考資料-1　参考文献」を参照されたい。**

【解説】

監督職員は、本管理要領（案）に記載されている内容を確認及び把握をするために立会し、又は資料等の提示を請求できるものとし、受注者はこれに協力しなければならない。

受注者は、監督職員による本管理要領（案）に記載されている内容を確認、把握、及び立会する上で必要な準備、人員及び資機材等の提供並びに写真そのほか資料の整備をするものとする。

監督職員の実施項目は下記に示すとおりである。

1）施工計画書の受理・記載事項の確認
2）基準点の指示
3）設計図書の３次元化の指示
4）工事基準点等の設置状況の把握
5）３次元設計データ・基本設計データチェックシートの確認
6）精度確認試験結果報告書の把握
7）出来形管理状況の把握

# 第５章　検査職員による検査の実施項目

**本管理要領（案）を適用した、３次元計測技術による出来形管理における検査職員の実施項目は、別途定める出来形管理の監督・検査要領（案）の「検査職員の実施項目」による。対象となる監督・検査要領（案）は、「参考資料-1　参考文献」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）の実施に係る工事実施状況の検査では、施工計画書等の書類により監督職員と所定の手続きを経て、出来形管理を実施したかを検査する。

出来形の検査に関して、出来形管理資料の記載事項の検査を行う。また、出来形数量の算出においても、本管理要領（案）で算出された数量を用いてよいものとする。

受注者は、当該技術検査について、監督職員による監督の実施項目の規定を準用する。検査職員の実施項目は下記に示すとおりである。

**1）出来形計測に係わる書面検査**

・３次元計測技術を用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容
・設計図書の３次元化に係わる確認
・３次元計測技術を用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
・３次元設計データチェックシートの確認
・３次元計測技術を用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認
・３次元計測技術を用いた出来形管理に係わる「出来形管理資料」の確認
・品質管理及び出来形管理写真の確認
・電子成果品の確認

**2）出来形計測に係わる実地検査**

・検査職員が任意に指定する箇所の出来形検査

# ■参考資料・様式

## 参考資料-1　参考文献

1)「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
2)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
3)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
4)「無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
5)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
6)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
7)「ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
8)「地上写真測量を用いた出来形管理の監督・検査要領」（案）（土工編）
9)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
10)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
11)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
12)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
13)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（路面切削工編）（案）」（国土交通省）
14)「地上写真測量を用いた出来形管理の監督・検査要領（路面切削工編）（案）」（国土交通省）
15)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（路面切削工編）（案）」（国土交通省）
16)「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（国土交通省）
17)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（国土交通省）
18)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（護岸工編）（案）」（国土交通省）
19)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（表層安定処理等・中層地盤改良工事編）（案）」（国土交通省）
20)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（固結工（スラリー撹拌工）編）（案）」（国土交通省）
21)「３次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領（構造物工（橋台・橋脚）編）（案）」（国土交通省）
22)「３次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工（1,000m3 未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工編）（案）」（国土交通省）

# 第２編　土工編　目次


**第２編 土工編** ..... **2-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 2-1

第２章 適用の範囲 ..... 2-3

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 2-5

第１節 施工計画書 ..... 2-5

第２節 工事基準点の設置 ..... 2-7

第３節 工事測量（起工測量） ..... 2-8

３－１ 工事測量（起工測量）（面管理の場合） ..... 2-8

３－２ 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... 2-10

第４節 ３次元設計データ・基本設計データ ..... 2-11

４－１ ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... 2-11

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 2-11

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... 2-13

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... 2-15

４－２ 基本設計データ作成（断面管理の場合） ..... 2-16

４－２－１ 基本設計データ作成ソフトウェア ..... 2-16

４－２－２ 基本設計データの作成 ..... 2-17

４－２－３ 基本設計データの確認 ..... 2-18

４－２－４ 基本設計データの搭載 ..... 2-19

第５節 その他の計測 ..... 2-20

５－１ 部分払い用出来高計測（面管理の場合） ..... 2-20

５－２ 部分払い用出来高計測（断面管理の場合） ..... 2-22

５－３ 岩線計測（面管理の場合） ..... 2-23

５－４ 岩線計測（断面管理の場合） ..... 2-25

第６節 出来形管理 ..... 2-26

６－１ 出来形管理（面管理の場合） ..... 2-26

６－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 2-26

６－１－２ 出来形計測 ..... 2-29

６－１－３ 出来形計測箇所 ..... 2-30

６－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... 2-32

６－２ 出来形管理（断面管理の場合） ..... 2-35

６－２－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 2-35

６－２－２ 出来形計測 ..... 2-36

６－２－３ 出来形計測箇所 ..... 2-37

６－２－４ 出来形管理資料の作成 ..... 2-38

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 2-39

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... 2-39

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 2-39

１－１－１ 機器構成 ..... ２-39
１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ２-40
１－２ 空中写真測量（ＵＡＶ） ..... ２-44
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-44
１－２－２ 機器構成 ..... ２-46
１－２－３ 写真測量ソフトウェア ..... ２-47
１－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-48
１－２－５ 出来形計測 ..... ２-50
１－３ 地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ） ..... ２-56
１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-56
１－３－２ 機器構成 ..... ２-58
１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-59
１－３－４ 出来形計測 ..... ２-61
１－４ 地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ） ..... ２-65
１－４－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-65
１－４－２ 機器構成 ..... ２-67
１－４－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-69
１－４－４ 出来形計測 ..... ２-71
１－５ 無人航空機搭載型レーザースキャナー（ＵＡＶレーザー） ..... ２-75
１－５－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-75
１－５－２ 機器構成 ..... ２-77
１－５－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-78
１－５－４ 出来形計測 ..... ２-79
１－６ ＴＳ（ノンプリズム方式） ..... ２-92
１－６－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-92
１－６－２ 機器構成 ..... ２-94
１－６－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-95
１－６－４ 出来形計測 ..... ２-96
１－７ ＴＳ等光波方式 ..... ２-100
１－７－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-100
１－７－２ 機器構成 ..... ２-102
１－７－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... ２-103
１－７－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-104
１－７－５ 出来形計測 ..... ２-105
１－８ ＲＴＫ－ＧＮＳＳ ..... ２-110
１－８－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-110
１－８－２ 機器構成 ..... ２-112
１－８－３ 出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア ..... ２-113
１－８－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-114
１－８－５ 出来形計測 ..... ２-116

１－９ 施工履歴データ ..... ２-123
１－９－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-123
１－９－２ 機器構成 ..... ２-125
１－９－３ 計測性能及び精度管理 ..... ２-126
１－９－４ 出来形計測 ..... ２-128
１－１０ 地上写真測量 ..... ２-134
１－１０－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-134
１－１０－２ 機器構成 ..... ２-136
１－１０－３ 写真測量ソフトウェア ..... ２-138
１－１０－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-139
１－１０－５ 出来形計測 ..... ２-140
第２節 計測技術（断面管理の場合） ..... ２-144
２－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ２-144
２－１－１ 機器構成 ..... ２-144
２－２ ＴＳ等光波方式 ..... ２-145
２－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-145
２－２－２ 機器構成 ..... ２-147
２－２－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... ２-148
２－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-149
２－２－５ 出来形計測 ..... ２-150
２－３ ＲＴＫ－ＧＮＳＳ ..... ２-155
２－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ２-155
２－３－２ 機器構成 ..... ２-157
２－３－３ 出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア ..... ２-158
２－３－４ 計測性能及び精度管理 ..... ２-160
２－３－５ 出来形計測 ..... ２-162
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ２-169
第１節 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合） ..... ２-169
第２節 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... ２-171
第６章 数量算出 ..... ２-174
第７章 出来形管理写真基準 ..... ２-175
第１節 出来形管理写真基準（面管理の場合） ..... ２-175
第２節 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... ２-177
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ２-179
第１節 電子成果品の作成規定（面管理の場合） ..... ２-179
第２節 電子成果品の作成規定（断面管理の場合） ..... ２-187

**■ 参考資料・様式** ..... **２-191**
参考資料-1 参考文献 ..... ２-192
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... ２-193

参考資料-3 基本設計データチェックシート ..... ２-194
参考資料-4 空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ... ２-195
参考資料-5 ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-200
参考資料-6 地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 . ２-205
参考資料-7 ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-226
参考資料-8 ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書２ -232
参考資料-9 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..... ２-237
参考資料-10 高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート..... ２-240
参考資料-11 ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-242
参考資料-12 ＧＮＳＳによる観測値の点検手順書及び点検記録簿 ..... ２-246
参考資料-13 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-249
参考資料-14 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-261
参考資料-15 断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..... ２-265
参考資料-16 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書２ -268
参考資料-17 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書２ -271
参考資料-18 ＧＮＳＳ－ＴＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ２-275

# 第２編　土工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
8)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
9)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
10)「無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
11)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
12)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
13)「ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
14)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（国土交通省）
15)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）」（国土交通省）
16)「ＵＡＶを用いた公共測量マニュアル（案）」（国土地理院）
17)「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」（国土交通省）
18)「公共測量におけるＵＡＶの使用に関する安全基準（案）」（国土地理院 平成 28 年 3 月）
19)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準（案）」（国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室）
20)「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」（国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室）
21)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」（国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2）「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。
注 3）「掘削工（水中部）（面管理の場合）」を行う場合、14)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」の基準による。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領（案）」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

適用工種を現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、表２－１のとおりである。

表２－１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 |
|---|---|---|---|
| 共通編 | 土工※１ | 道路土工 | 掘削工 |
| | | | 路体盛土工<br>路床盛土工 |
| | | | 法面整形工 |
| | | 河川・海岸・砂防土工 | 掘削工 |
| | | | 盛土工 |
| | | | 法面整形工 |
| | 一般施工 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 樋門・樋管 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 水門 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 堰 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 排水機場 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 床止め・床固め | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 河川修繕 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 突堤・人工岬 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 養浜 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 砂防編 | 砂防堰堤 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 流路 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 斜面対策 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| 道路編 | 道路改良 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 橋梁下部 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 道路維持 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |
| | 道路修繕 | 軽量盛土工 | 軽量盛土工 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

※1：1 箇所あたりの施工規模が 1,000m3 以上となる土工区分に適用する。

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図２－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、図２－１の業務範囲に含まれる工事測量・丁張り設置、施工においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

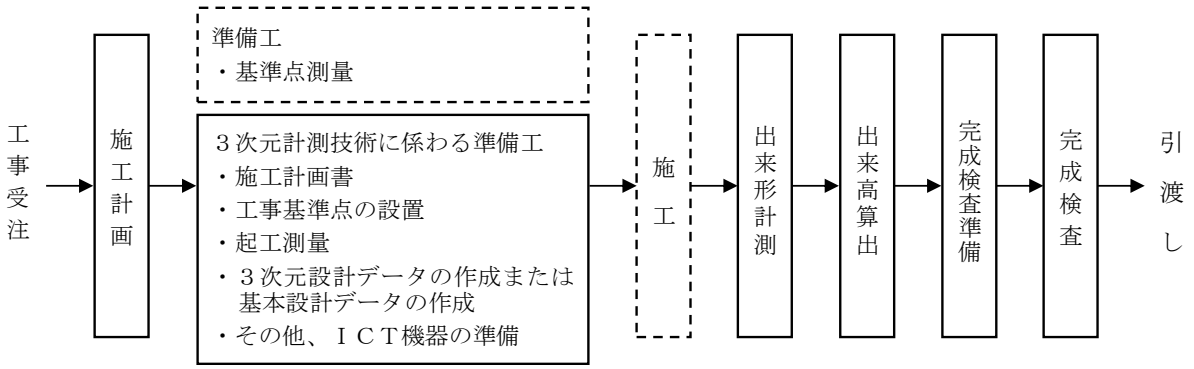



図２－１　本管理要領（案）（土工編）の対象となる業務の範囲

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の土工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された３次元計測技術及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②３次元計測技術本体

受注者は、出来形管理用に利用する３次元計測技術本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。３次元計測技術の計測性能と精度管理方法については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照のこと。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1)～4)の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、ＩＣＴ建設機械にＴＳ・ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いている場合に必要となる固定局を設置する際や、施工履歴データの測定精度確認を目的とした精度確認試験を実施する際には、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。また、ＩＣＴ建設機械の測位にＴＳを用いている場合は、２点以上の工事基準点を用いてＴＳの器械設置を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、３次元計測技術に必要となる標定点や検証点、調整用基準点を効率的に計測できる位置にＴＳが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領（案）に基づく出来形管理では出来形計測精度の確保を目的に、標定点等を計測する場合は基準点からＴＳまでの距離、標定点等からＴＳまでの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m）とする（「ＴＳを用いた出来形管理要領」より引用）。

## 第３節　工事測量（起工測量）

### ３－１　工事測量（起工測量）（面管理の場合）

**1）起工測量の実施**

**受注者は、設計照査のために施工前の地盤の地形測量を実施する。また、起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、起工測量のその他の実施事項は、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用するが、標定点の設置、計測方法については当該規定によらなくてもよいものとする。**

**2）起工測量計測データの作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

**※建設機械の作業装置の位置データは起工測量に用いてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）では、着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、当該工事の設計形状を示す３次元設計データについて、監督職員と協議を行い、設計図書として位置付ける。

**1）起工測量の実施**

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、JSIMA115に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±70㎜ 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

また、標定点は４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点相当）と同等の測量方法により計測する。その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。また、標定点の計測についてはＧＮＳＳローバーの利用も可能とするが、この測定精度が起工測量全体の精度に影響するため、「参考資料-11　ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を参考に平面座標±20㎜ 以内、標高差±30㎜ 以内であることを確認する。

**2）起工測量計測データの作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする。計測方法については、「第３章　３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）」を参照されたい。

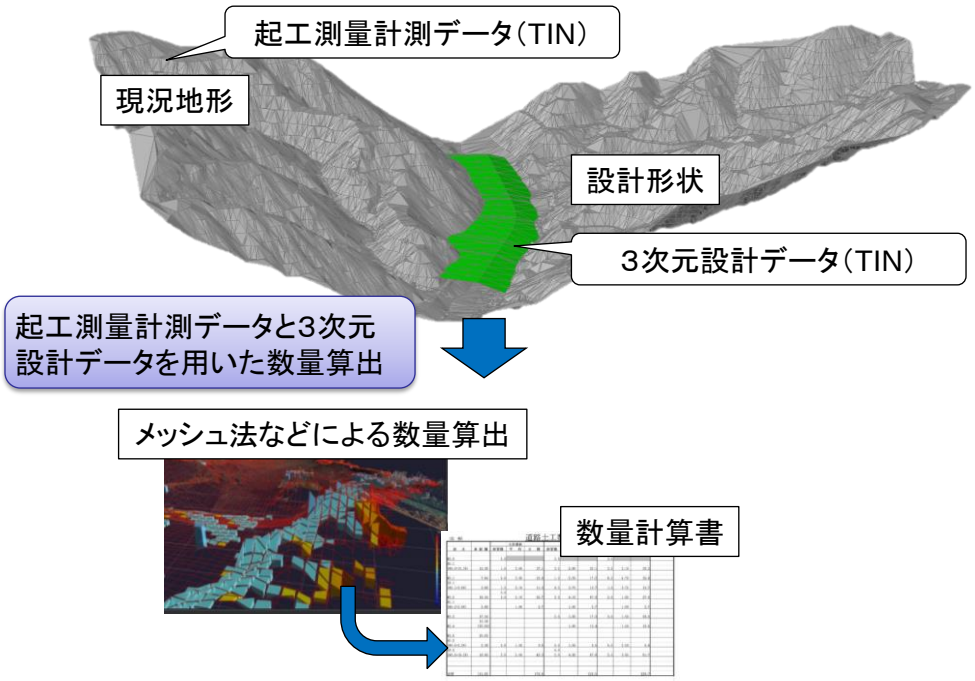



図２－２　設計照査のための数量算出イメージ

## ３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）

**受注者は、工事測量に出来形管理用ＴＳを用いることができる。平面測量、縦断測量、横断測量を実施し、現場の最新地形の三次元座標を出来形管理用ＴＳで計測・記録することができる。**

【解説】

基本設計データを搭載した出来形管理用ＴＳを、工事測量（平面測量、縦断測量、横断測量）に使用することができる。測量結果が設計図書に示されている数値と差異が無いか確認をすることができる。

出来形計測の実施前には、出来形管理用ＴＳを用い、出来形計測対象物の基本設計データが搭載されていることを確認する。

工事測量を行う際の出来形管理用ＴＳの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用ＴＳを設置することができる。ただし、出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする（「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」参照）。

## 第４節　３次元設計データ・基本設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成（面管理の場合）

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、及び構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

⑥ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３次元表示が確認できる機能。

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成

する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 3）～5）で作成・変換した３次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）３次元設計データの作成範囲

３次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

### 3）３次元設計データの要素データ作成

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、作成する。

出来形横断面形状の作成は、３次元計測技術による計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

### 4）３次元設計データ（ＴＩＮ）の作成

入力した要素データを基に面的な３次元設計データ（ＴＩＮ）を作成する。ＴＩＮは三角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して３次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する（例えば、間隔５ｍごとの横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する）。

### 5）地形情報

３次元計測技術等による起工測量結果を３次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した３次元設計データと重畳し比較した上で、盛土及び切土と地形の擦付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

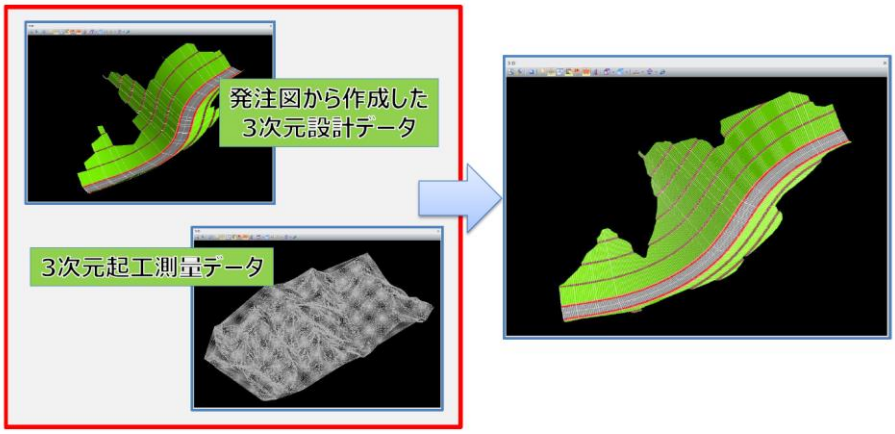



図２-３　３次元データの重畳イメージ

### 6）数量算出

作成した３次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた数量算出を行い、３次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「第６章　数量算出」を参照のこと。

### 7）設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

### 8）積算区分の境界情報

数量算出に３次元設計データを利用する場合には、積算区分の境界面について、岩線計測データ等の面データを作成する。管理断面間隔より十分狭い範囲においては、ＴＩＮで補間してもよいものとする。

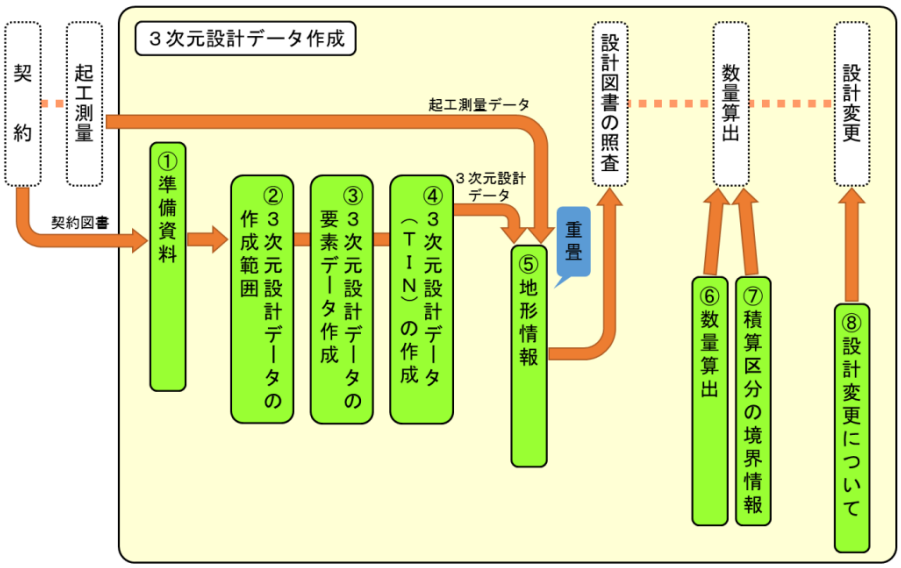



図２-４　３次元データの流れ

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、３次元設計データチェックシート（「参考資料-2　３次元設計データチェックシート（様式 2-2）」参照）に記載する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形形状の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

## ４－２　基本設計データ作成（断面管理の場合）

### ４－２－１　基本設計データ作成ソフトウェア

**基本設計データ作成ソフトウェアは、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編）」に規定する性能を有することとする。**

【解説】

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

## ４－２－２　基本設計データの作成

**受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に基本設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、出来形管理対象の設定を行い、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳが取込み可能な基本設計データの作成を行う。以下に、基本設計データ作成時の留意事項を示す。

**1）準備資料**

基本設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に基本設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

**2）基本設計データの作成範囲**

基本設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点とし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。

設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、監督職員と協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

**3）基本設計データの作成**

基本設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、基本設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

出来形横断面形状の作成は、図面に記載されている全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。

基本設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成した基本設計データが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

工事基準点については、「第３章　第２節　工事基準点の設置」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

**4）地形情報**

盛土及び切土と地形の擦付け部分については、設計図書に記載された地形データを利用して入力を行う。

設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

**5）設計変更について**

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、基本設計データ作成ソフトウェアで基本設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の基本設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

## ４－２－３　基本設計データの確認

**受注者は、基本設計データの作成後に、基本設計データの以下の 1）～4）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に基本設計データチェックシートを提出する。**

**1）工事基準点**

**2）平面線形**

**3）縦断線形**

**4）出来形横断面形状**

【解説】

基本設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は基本設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

基本設計データの照合とは、基本設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。基本設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート「参考資料-3　基本設計データチェックシート（様式 2-2）」参照）を提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに基本設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と基本設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、基本設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。また、出来形横断面形状に付与する出来形計測対象点の記号が基本設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面又はソフトウェア画面上で確認すること。

### ４－２－４　基本設計データの搭載

**受注者は、基本設計データを利用する３次元計測技術へ搭載する。**

【解説】

基本設計データ作成ソフトウェアから出力した基本設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳに搭載する。

出来形計測の実施前には、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用い、出来形計測対象となる基本設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

## 第５節　その他の計測

### ５－１　部分払い用出来高計測（面管理の場合）

**1）部分払い出来高計測の実施**

**受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として３次元計測技術による地形測量を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として、計測に基づく算出値を 100%計上しない場合、上記の規定によらなくてもよい。また、部分払い用出来高計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。このときの部分払い出来高算出結果については、算出値の９割を上限に計上してもよいこととする。**

**2）出来高の集計方法**

**土質の変化や片切掘削・オープン掘削などの区分別に集計する。**

【解説】

出来高部分払いについては、精度を落として算出数量を控除してでも、簡便な方法を望む意見があり、精度確認方法のみ規定することとした。算出値の９割の根拠は H27 実験値による。

なお、出来高の集計方法については、施工履歴データを使用する場合に限る。

**1）部分払い出来高計測の実施**

部分払い出来高計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、JSIMA115 に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±140㎜ 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

なお、その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。また、標定点の計測についてはＧＮＳＳローバーの利用も可能とするが、この測定精度が部分払い出来高計測全体の精度に影響するため、「参考資料-11　ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を参考に、平面座標±20㎜ 以内、標高差±30㎜ 以内であることを確認する。

**2）出来高の集計方法**

土質の変化や片切掘削・オープン掘削などの区分別に数量を算出する必要がある場合には、区分別の面データを作成する。なお、これにより難い場合には、管理断面において横断図を作成して区分を示し、平均断面法を用いて出来高数量を算出してもよい。

施工履歴データを用いた出来高数量＝施工履歴データによる算出数量×（１－一定率（10%））

出来高比率（%）＝ 施工履歴データを用いた出来高数量 ÷ 適用細別の全体数量

出来高 ＝ 適用細別の合計金額 × 出来高比率

出来高算出結果は、出来高図としてとりまとめ提出する。

出来高図は、ソフトウェアで出力できる「メッシュ土量柱状図」、もしくは部分出来高として算出に用いた面データとする。

出来高図及び出来高算出書の記載例を図２－５に示す。

様式－１

出来高算出書

| 作業者印 | | 監理技術者確認印 | | 監督員確認印 | |
|---|---|---|---|---|---|

工種　道路土工　　測点　No. 15　～　No. 23

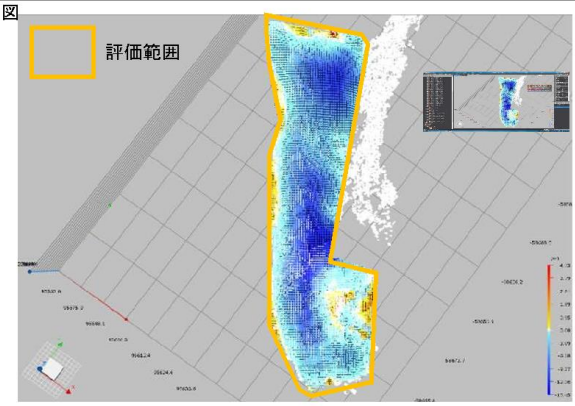
種別　掘削工　　期間　2018年3月11日　～　2018年5月10日

| ①設計掘削土量（m3） | ②総掘削土量（m3） | ③前回までの掘削土量（m3） |
|---|---|---|
| 83,000 | 43,000 | 28,000 |

| | |
|---|---|
| 評価面積（土量を算出した範囲）m2 | 5,300 |
| 評価データ数（1点/m2以上必要） | 5,320 |

| 使用機械 | ICT建機種別 | 機種 |
|---|---|---|
| 施工機械1 | 3DMCバックホウ | |
| 施工機械2 | 3DMCブルドーザ | |
| 施工機械3 | | |
| 施工機械4 | | |
| 施工機械5 | | |

出来高図




出来高算出

| | | | |
|---|---|---|---|
| ③施工履歴へ乗じる一定比率＝ | 0.9 | ④今回の出来高掘削土量m3（②-③）＝ | 15,000 |
| ⑤出来高比率%（④／①）＝ | 18.1 | ⑥適用細別の契約金額（千円） | 21,000 |
| ⑦今回の出来高（⑤×⑥）（千円）＝ | 4,000 | | |

様式-1

出来高算出書

| 作業者印 | | 監理技術者確認印 | | 監督員確認印 | |
|---|---|---|---|---|---|

工種　道路土工　　測点　No. 15　～　No. 23

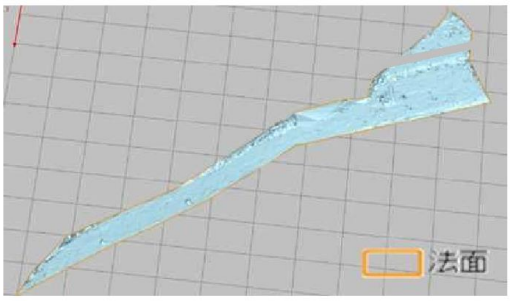
種別　法面整形工　　期間　2018年1月9日　～　2018年3月10日

| ①設計数量（m2） | ②総施工面積（m2） | ③前回までの施工面積（m2） |
|---|---|---|
| 5,300 | 2,304 | 0 |

| | |
|---|---|
| 評価データ数（1点/m2以上必要） | 2,500 |

| 使用機械 | ICT建機種別 | 機種 |
|---|---|---|
| 施工機械1 | 3DMCバックホウ | |
| 施工機械2 | 3DMGバックホウ | |
| 施工機械3 | | |
| 施工機械4 | | |
| 施工機械5 | | |

出来高図




出来高算出

| | | | |
|---|---|---|---|
| ③施工履歴へ乗じる一定比率＝ | 0.9 | ④今回の施工面積m2（②-③）＝ | 2,304 |
| ⑤出来高比率%（④／①）＝ | 43.5 | ⑥適用細別の契約金額（千円 | 5,000 |
| ⑦今回の出来高（⑤×⑥）（千円）＝ | 2,000 | | |

図２－５　出来高図及び出来高算出書の記載例

## ５－２　部分払い用出来高計測（断面管理の場合）

1）部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として３次元計測技術による地形測量を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用し、管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、法肩、法尻、その他地形変化点の座標を取得する。また、部分払い出来高計測時の測定精度については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

【解説】

出来高部分払いについては、精度を落として算出数量を控除してでも、簡便な方法を望む意見があり、精度確認方法のみ規定することとした。算出値の９割の根拠はH27実験値による。

## ５－３　岩線計測（面管理の場合）

**1）岩線計測の実施**

**受注者は、設計変更のために必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。また、岩線計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、岩線計測のその他の実施事項は、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用するが、標定点の設置、計測方法については当該規定によらなくてもよいものとする。**

**なお、ＵＡＶレーザー及び施工履歴データを用いる場合は、岩線計測は適用対象外とする。**

**2）岩線計測データの作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した岩線の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される岩線計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、岩区分の境界を把握するための岩線計測を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。面的なデータを使用した設計変更の根拠資料とする際には、当該工事の設計形状を示す３次元設計データについて、監督職員と協議を行い、設計図書として位置付ける。

**1）岩線計測の実施**

岩線計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、岩線計測は、JSIMA115 に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±70㎜ 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

なお、その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。また、標定点の計測についてはＧＮＳＳローバーの利用も可能とするが、この測定精度が起工測量全体の精度に影響するため、「参考資料-11　ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を参考に、平面座標±20㎜ 以内、標高差±30㎜ 以内であることを確認する。

なお、ＵＡＶレーザー及び施工履歴データを用いる場合は、岩線計測は適用対象外とする。

**2）岩線計測データの作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、岩線計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の出来形計測と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする。

岩線計測データのもととなる計測点群データについては、下記図に示すように、別の計測日の計測点群データをそれぞれ重畳して１つの岩線計測データを作成してもよい。

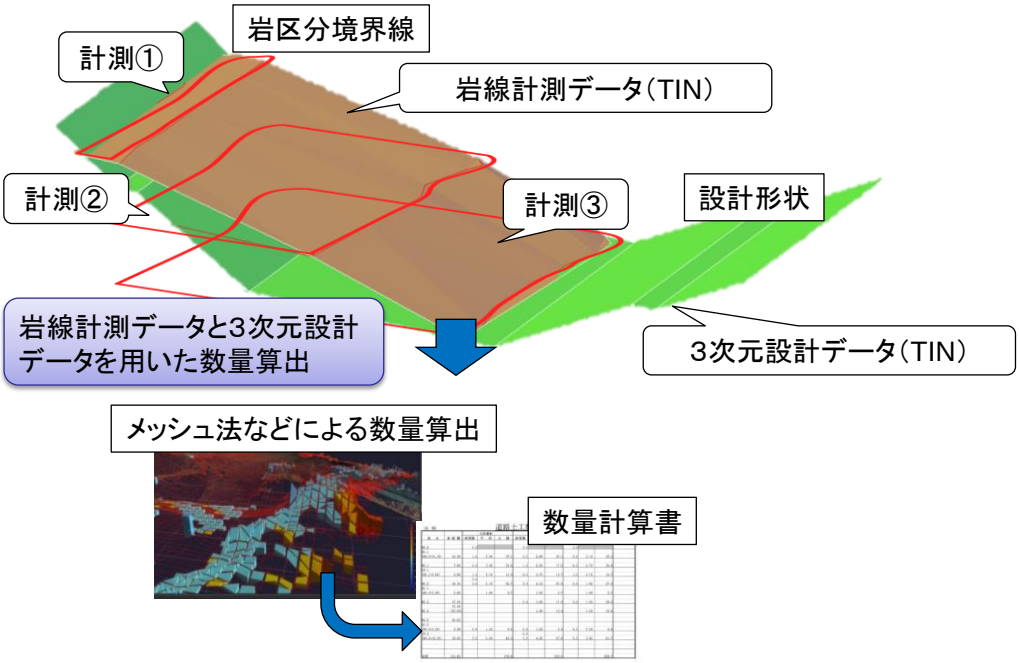



図２－６　設計変更（岩区分）のための数量算出イメージ

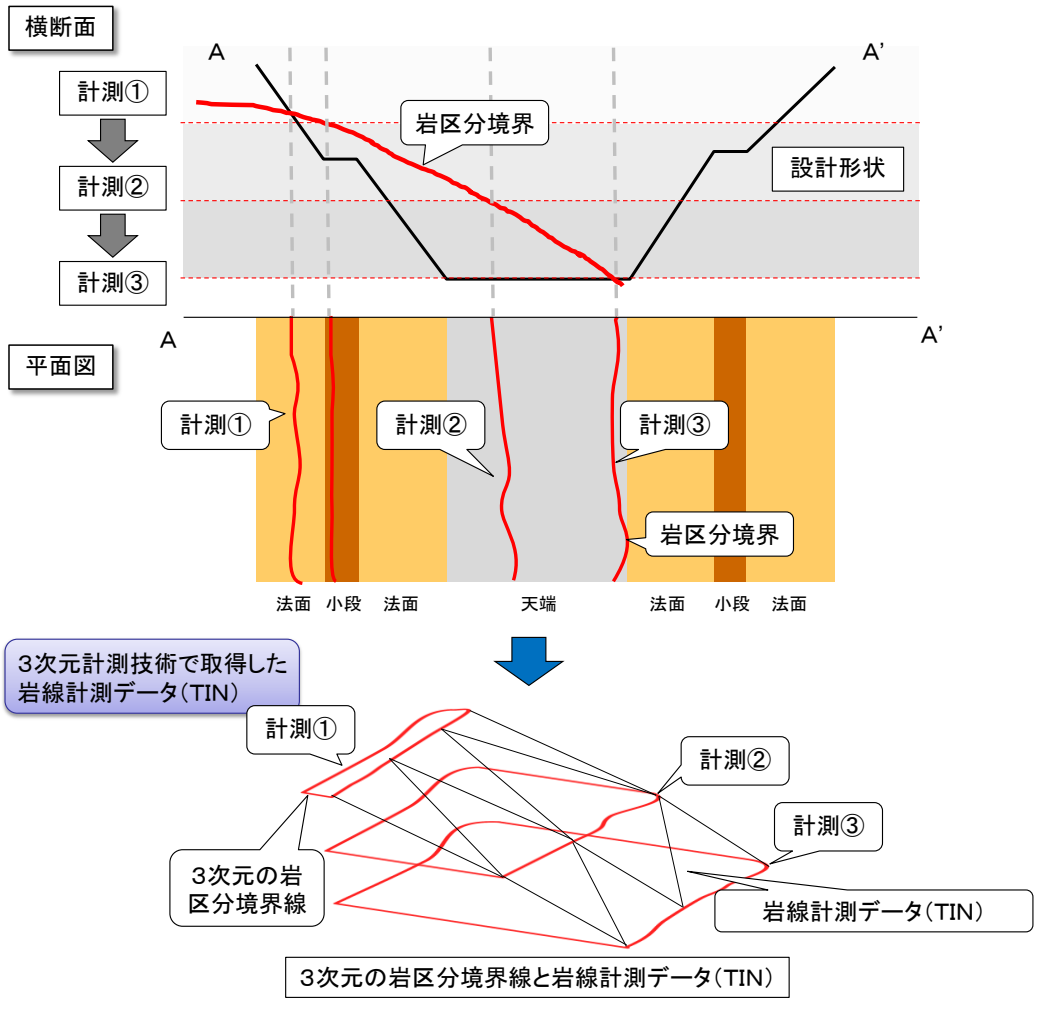



図２－７　３次元計測技術で取得する岩区分境界のイメージ

## ５－４　岩線計測（断面管理の場合）

**1）岩線計測の実施**

**受注者は、設計変更のために必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、岩質変化箇所の座標を取得する。なお、岩線形測のその他の実施事項は、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用する。また、岩線計測時の測定精度については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、岩区分の境界を把握するための岩線計測を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）岩線計測の実施**

管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、岩質変化箇所の座標を取得する。その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。また、岩線計測時の測定精度については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

## 第６節　出来形管理

### ６－１　出来形管理（面管理の場合）

#### ６－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと３次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

３次元のポイントデータによる出来形評価用データと３次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。特に、３次元計測技術による計測では、法肩や法尻などの変化点を特定した計測ができないことから、従来の幅員や法長、端部の基準高さという管理項目での良否判定法では比較できない。このことから、３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表）、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来形管理資料として出力する。

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力**

①３次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出する。

②部位別に３次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出する。

ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、堤防法線、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。

③「第３章　６－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、又は３次元モデルの属性情報として表示する。

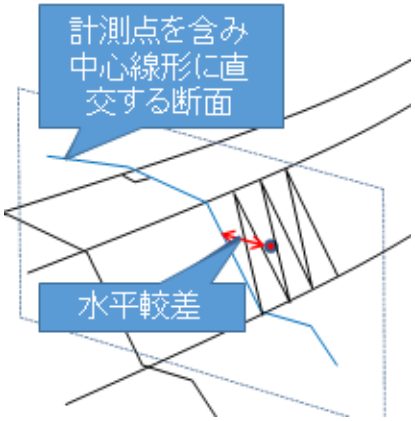



図２－８　水平較差の算出ロジックのイメージ

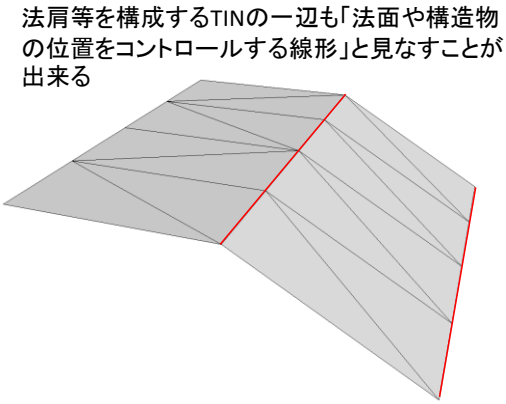



図２－９　位置をコントロールする線形

### 2）出来形分布図

①３次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出する。

②部位別に３次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイントごとに分布図として表示する。

③分布図が具備すべき情報としては「第３章　６－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を参考として、以下のとおりとする。

・評価範囲全体が含まれる平面図（部位別に別葉とする）

・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示する。

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。

・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示する。

・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。

・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

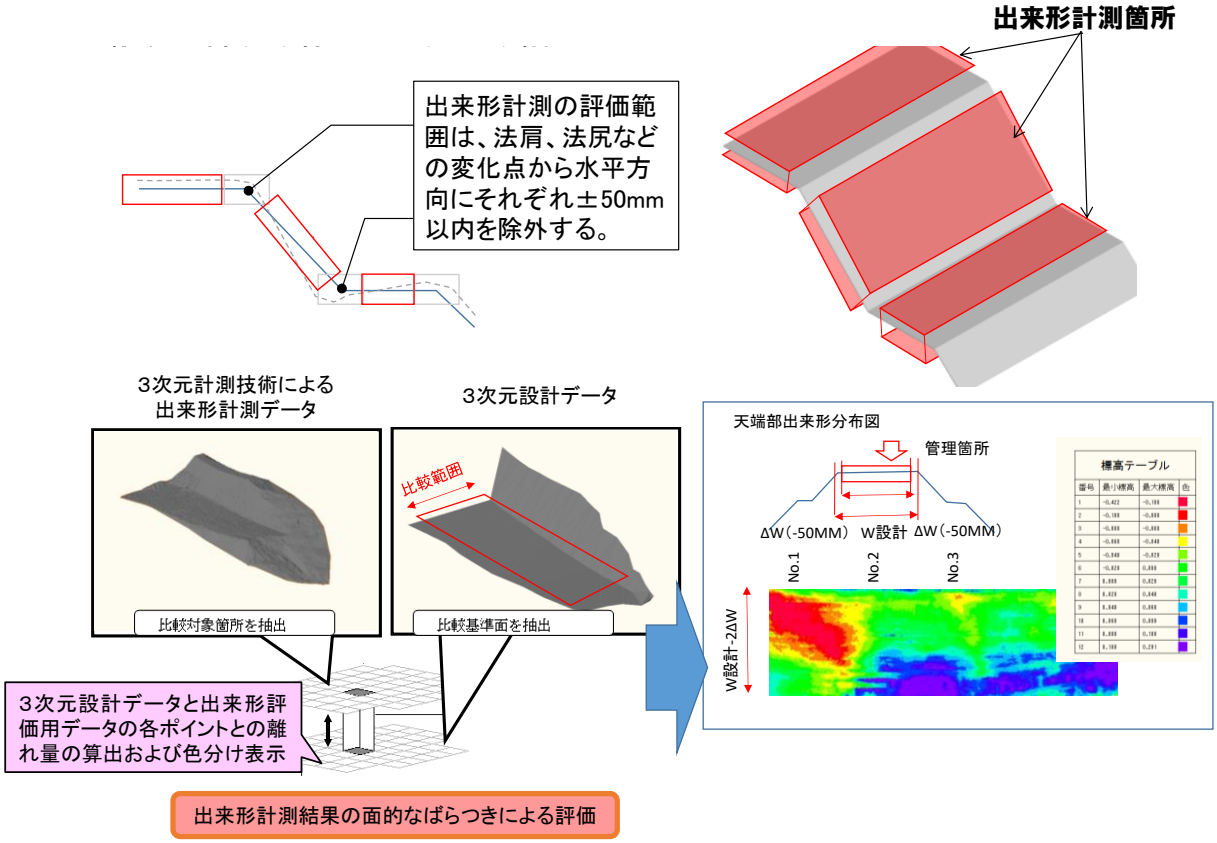



図２－１０　面的な出来形管理分布図のイメージ

## ６－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、JSIMA115 に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±14mm 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

## ６－１－３　出来形計測箇所

本管理要領（案）に基づく出来形計測範囲は、下図に示すとおりとし、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50㎜ 以内に存在する計測点は評価から除外することができる。計測範囲は、３次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点する。点群の密度については、各技術の「出来形計測」を参照されたい。

３次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点又は現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

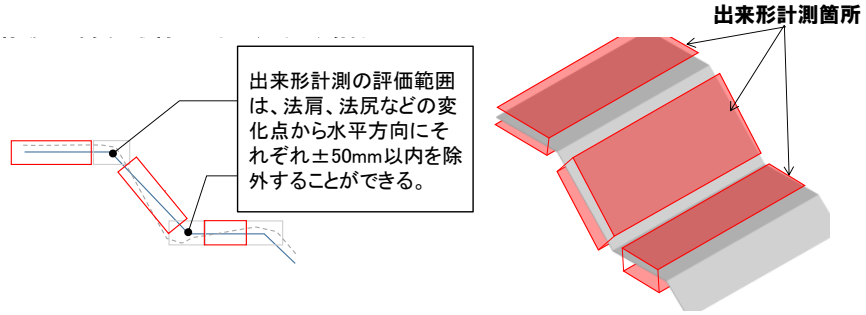



図２－１１　出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理で計測する３次元座標は、平場面、天端面、法面（小段含む）の全ての範囲で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

また、法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。

このとき小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

多点計測技術では法肩、法尻の変化点の取得が困難であるため、法尻、法肩から水平方向に±50㎜ 以内に存在する計測点は、評価範囲から除外することができる。

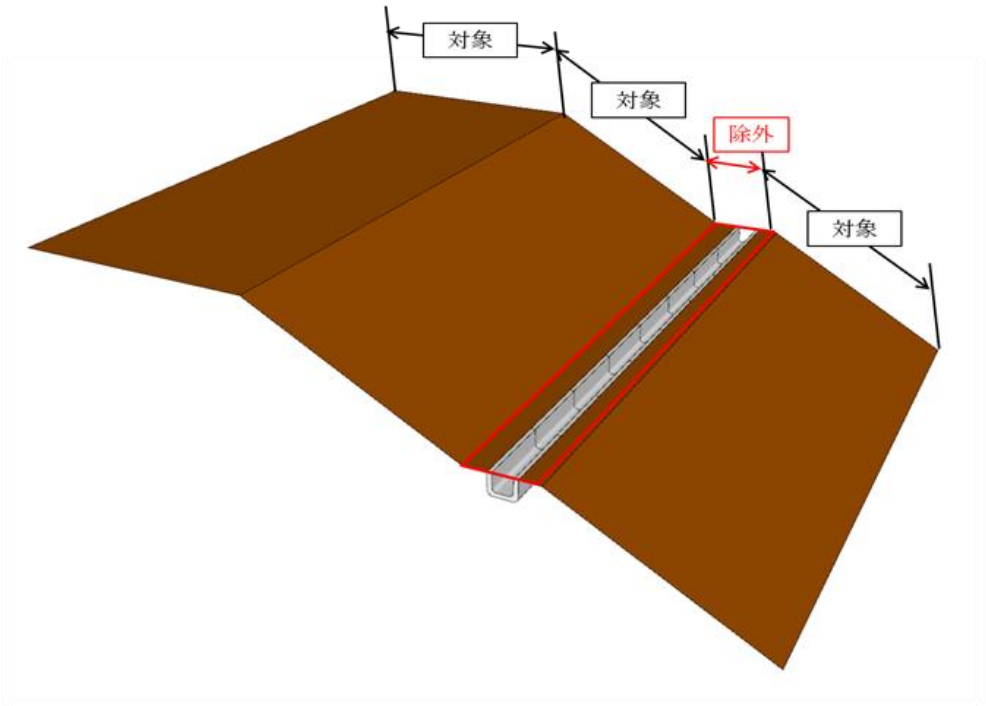



図２-１２　構造物が設置されている小段

## ６－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領（案）で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

**1）出来形管理図表**

**３次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを作成する。出来形確認箇所（平場、天端、法面（小段含む））ごとに作成する。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理基準の管理項目に対する測定結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について下記に定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

**1）出来形管理図表**

３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差あるいは水平較差の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示したものであること。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、

- 平均値（算出結果と規格値（当該部位の平均値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
- 最大値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
- 最小値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
- データ数（算出結果と規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果）：棄却点を含む全データ数
- 評価面積
- 棄却点数（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の 0.3%以内）及び良否結果）：全棄却点数

を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合においては、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。

出来形確認箇所（平場、天端、法面（小段含む））ごとに作成する。分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示
・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示
・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出する。ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、堤防法線、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。
・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビューアー付き３次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表（様式31）の提出に代えることができる。

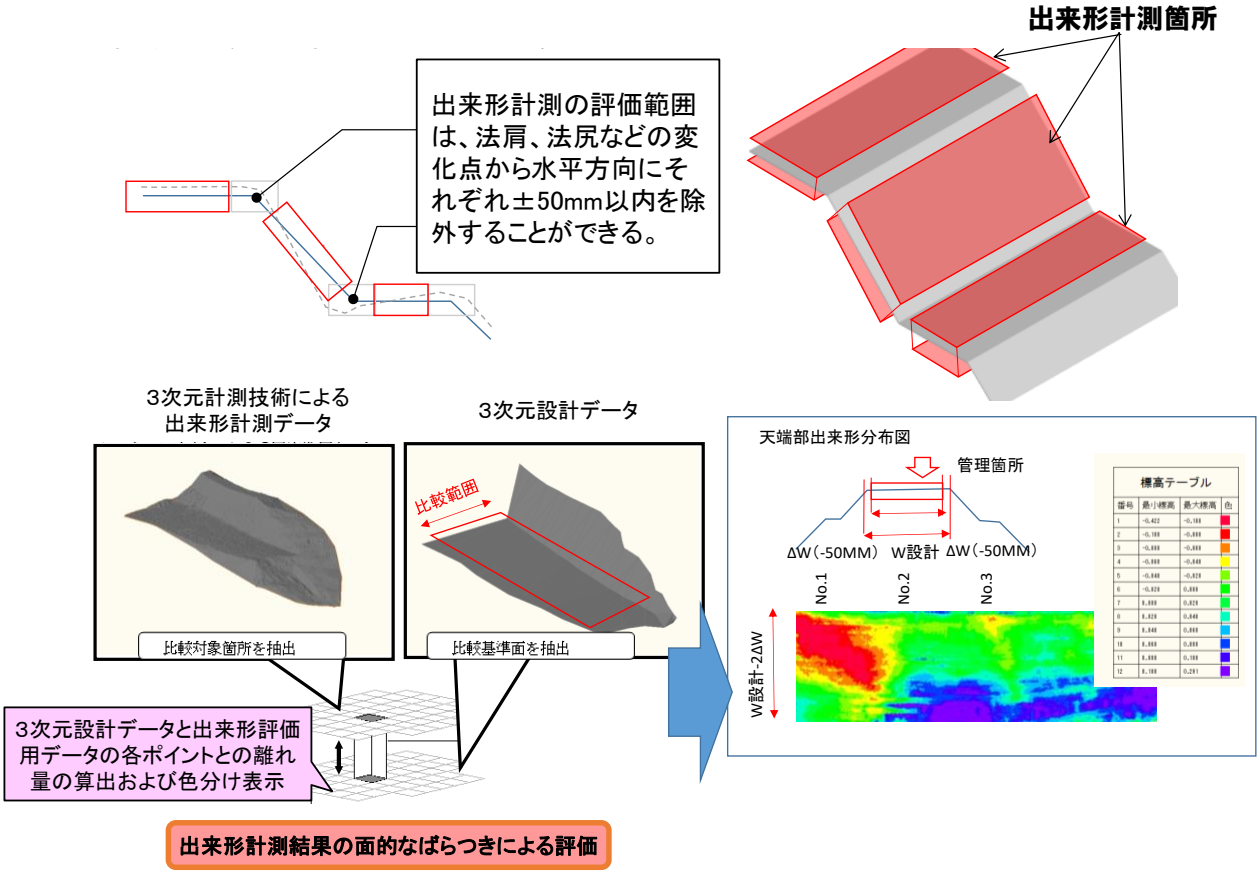



図２－１３　出来形管理表　作成の流れ

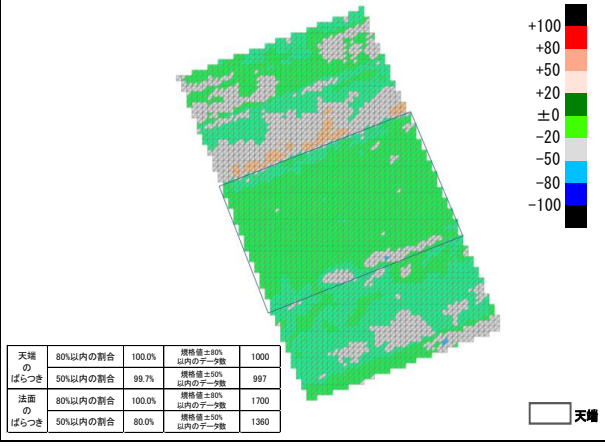
様式－31-2

出来形合否判定総括表

工　種　道路土工　　測点　No.1～No.3

種　別　路体盛土工　　合否判定結果　**合格**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 天端標高較差 | 平均値 | -11 mm | ±50 mm | | |
| | 最大値(差) | 42 mm | 150 mm | | |
| | 最小値(差) | -62 mm | -150 mm | | |
| | データ数 | 1000 点 | 1点／m²以上(1000点以上) | | |
| | 評価面積 | 1000 m2 | | | |
| | 棄却点数 | 0 点 | 0.3%以下(3点以下) | | |
| 法面標高較差 | 平均値 | 7 mm | ±80 mm | | |
| | 最大値(差) | 92 mm | 190 mm | | |
| | 最小値(差) | -60 mm | -190 mm | | |
| | データ数 | 1700 点 | 1点／m²以上(1700点以上) | | |
| | 評価面積 | 1700 m² | | | |
| | 棄却点数 | 0 点 | 0.3%以下(5点以下) | | |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 天端のばらつき | 80%以内の割合 | 100.0% | 規格値±80%以内のデータ数 | 1000 |
| | 50%以内の割合 | 99.7% | 規格値±50%以内のデータ数 | 997 |
| 法面のばらつき | 80%以内の割合 | 100.0% | 規格値±80%以内のデータ数 | 1700 |
| | 50%以内の割合 | 80.0% | 規格値±50%以内のデータ数 | 1360 |

図２－１４　出来形管理表　作成例（合格の場合）

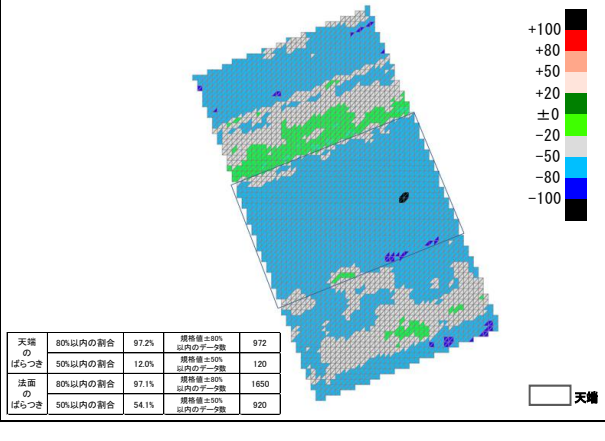
様式－31-2

出来形合否判定総括表

工　種　道路土工　　測点　No.1～No.3

種　別　路体盛土工　　合否判定結果　**異常値有**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 天端標高較差 | 平均値 | -71 mm | ±50 mm | 異常値有 | |
| | 最大値(差) | -18 mm | 150 mm | | |
| | 最小値(差) | -122 mm | -150 mm | | |
| | データ数 | 1000 点 | 1点／m²以上(1000点以上) | | |
| | 評価面積 | 1000 m2 | | | |
| | 棄却点数 | 14 点 | 0.3%以下(3点以下) | 異常値有 | |
| 法面標高較差 | 平均値 | -53 mm | ±80 mm | | |
| | 最大値(差) | 32 mm | 190 mm | | |
| | 最小値(差) | -120 mm | -190 mm | | |
| | データ数 | 1700 点 | 1点／m²以上(1700点以上) | | |
| | 評価面積 | 1700 m² | | | |
| | 棄却点数 | 0 点 | 0.3%以下(5点以下) | | |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 天端のばらつき | 80%以内の割合 | 97.2% | 規格値±80%以内のデータ数 | 972 |
| | 50%以内の割合 | 12.0% | 規格値±50%以内のデータ数 | 120 |
| 法面のばらつき | 80%以内の割合 | 97.1% | 規格値±80%以内のデータ数 | 1650 |
| | 50%以内の割合 | 54.1% | 規格値±50%以内のデータ数 | 920 |

図２－１５　出来形管理表　作成例（異常値有の場合）

## ６－２　出来形管理（断面管理の場合）

### ６－２－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**出来形帳票作成ソフトウェアは、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編）」に規定する性能を有することとする。**

【解説】

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

## ６－２－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、使用する３次元計測技術は、所定の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために管理断面の出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

## ６－２－３　出来形計測箇所

《道路土工》

３次元計測技術による道路土工の出来形管理における出来形計測箇所は、図２-１６に示すとおりとする。

計測する横断面は、基本設計データとして作成した管理断面とし、各断面の全ての計測対象点について、３次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。

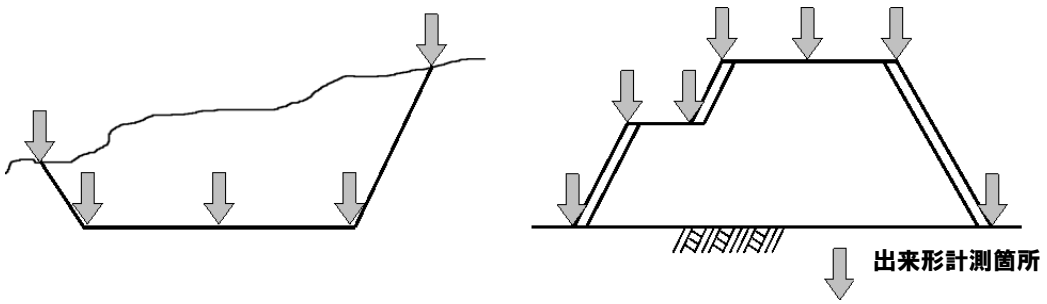



図２-１６　出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳによる出来形管理で計測する３次元座標は、道路中心、道路端部、法面小段、法肩、法尻とし、全ての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。計測する管理断面は、基本設計データとして作成されている全ての管理断面である。

《河川・海岸・砂防工》

３次元計測技術による河川・海岸・砂防工の出来形管理における出来形計測箇所は、図２-１７に示すとおりとする。

計測する横断面は、基本設計データとして作成した管理断面とし、各断面の全ての計測対象点について、３次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。

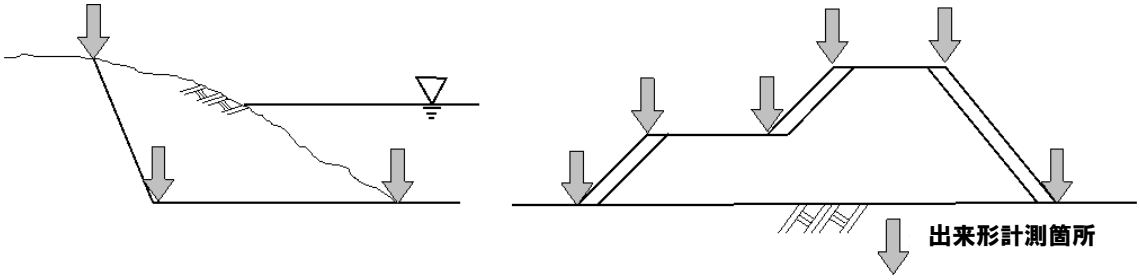



図２-１７　出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳによる出来形管理で計測する３次元座標は、法線、端部、法面小段、法肩、法尻とし、全ての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。計測する管理断面は、基本設計データとして作成されている全ての管理断面である。

## ６－２－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、設計図書に義務付けられた出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。

受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について現行の帳票類と同様の書式で、帳票を自動作成、保存、印刷ができる。

また、「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、完成図や出来形報告書の全てあるいは、一部の図面として利用することができる。

これらの資料作成に「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」と出来形計測データを使うことによって、現行手法の図面の修正や測定数値のキーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、入力ミスの削減が期待できる。

出来形管理資料の作成例を図２-１８に示す。

様式－３１

出　来　形　管　理　図　表

工　種　　盛土工

種　別

測定者　　山田 太郎

| 測点 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | No.11 | No.12 | No.13 | No.14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

設計値との差：50 / 30 / 10 / −10 / −30 / −50　規格値　設計値　50%　80%　規格値

略図：W1　H1　H2　H3　S1　S2

| 測定項目 | 基準高H1 | | | 測定項目 | 基準高H1 | | | 測定項目 | 基準高H1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 規格値 | ±50 mm | | | 規格値 | ±50 mm | | | 規格値 | ±50 mm | | |
| 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm |
| 平均値 | 100.000 | 100.001 | 1 | No.1 | 100.000 | 100.002 | 2 | No.11 | 100.000 | 100.011 | 11 |
| 最大値 | 100.000 | 100.022 | 22 | No.2 | 100.000 | 100.005 | 5 | No.12 | 100.000 | 100.008 | 8 |
| 最小値 | 100.000 | 99.975 | −25 | No.3 | 100.000 | 100.012 | 12 | No.13 | 100.000 | 99.975 | −25 |
| 最多値 | 100.000 | 100.005 | 5 | No.4 | 100.000 | 100.021 | 21 | No.14 | 100.000 | 99.987 | −13 |
| データ数 | | | n=14 | No.5 | 100.000 | 99.994 | −6 | | | | |
| 標準偏差 | | | m±13.47 | No.6 | 100.000 | 100.001 | 1 | | | | |
| | | | | No.7 | 100.000 | 99.980 | −20 | | | | |
| | | | | No.8 | 100.000 | 99.995 | −5 | | | | |
| | | | | No.9 | 100.000 | 100.005 | 5 | | | | |
| | | | | No.10 | 100.000 | 100.022 | 22 | | | | |

図２-１８　出来形管理表　作成例

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　多点計測技術（面管理の場合）

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）３次元設計データ作成ソフトウェア
2）点群処理ソフトウェア
3）出来高算出ソフトウェア
4）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元設計データ作成ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。

2）点群処理ソフトウェア

３次元計測技術で取得した複数回の３次元点群の結合や、３次元座標の点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した３次元座標の点群にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、３次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU,GPU,メモリなど）に留意すること。

3）出来高算出ソフトウェア

別途計測した起工測量結果と、1）で作成した３次元設計データ、あるいは、2）で算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

4）出来形帳票作成ソフトウェア

1）で作成した３次元設計データと、2）で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

## １－１－２　計測点群データ処理

**本管理要領（案）で利用する点群処理ソフトウェアは、計測点群データから樹木や草木、仮設構造物などの出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、３次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

不要点の削除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

### 1）計測データの不要点削除

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データには、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの３次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。

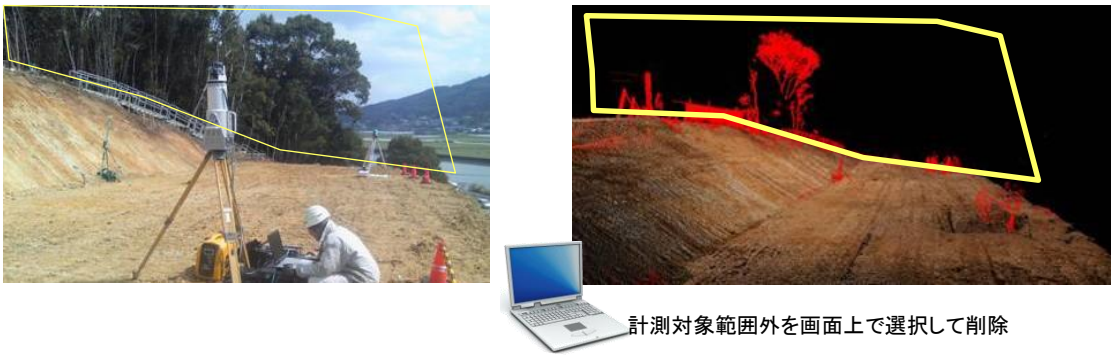



図２-１９　対象範囲外のデータ削除

②点群密度の変更（データの間引き）

点群の密度については、各技術の「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿により格子状に加工することにより、１㎡あたり１点程度のデータとすることができる。この場合、以下の方式によることができる。

・計測対象面について１㎡（１ｍ×１ｍの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ｘ，ｙ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする１㎡以内の実計測点と設計面との差の最頻値又は差の平均値を設計値に加算した値を用いる。

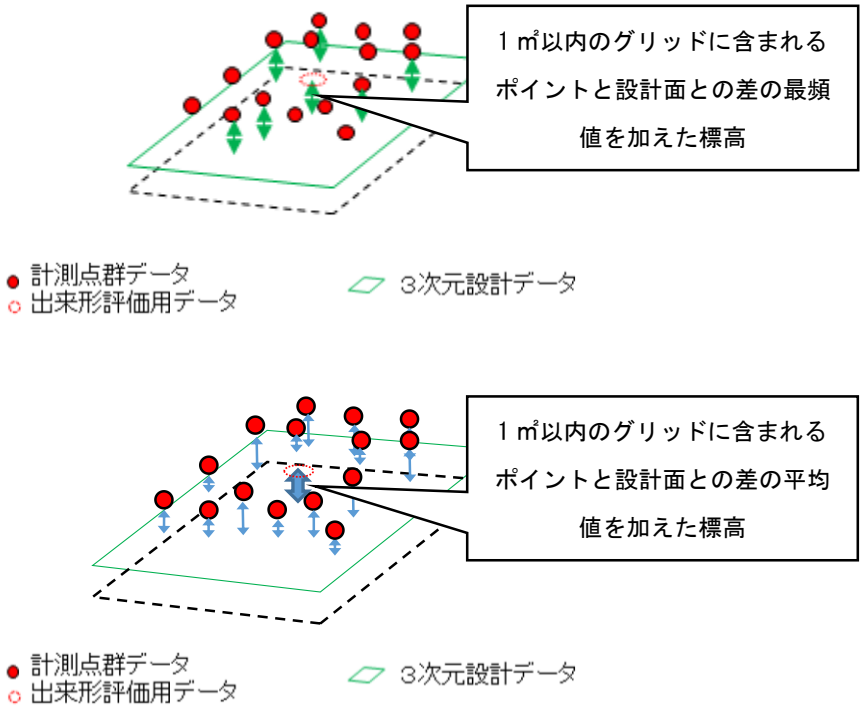



図２-２０　グリッドデータ化のイメージ

あるいは、以下を用いることもできる。

・最近隣法

　グリッド点から最も近い点の標高値を採用

・平均法

　内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

・ＴＩＮ法

　計測点群データから発生させたＴＩＮを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用

・逆距離加重法

　計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、グリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

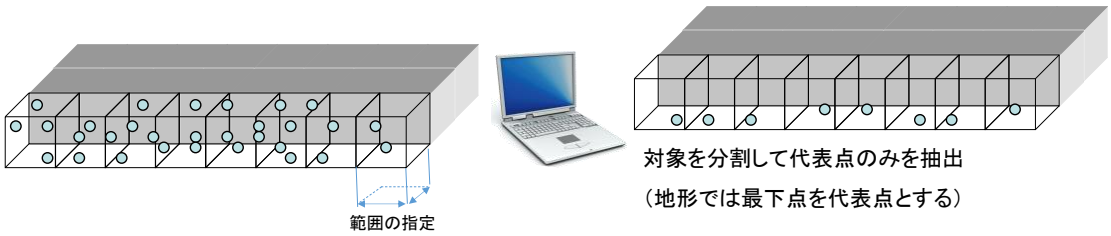



図２-２１　点群データの密度を均一にする方法（例）

### 2）計測点群データの合成

現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。複数スキャンのまとめ方については、大きく２つの方法がある。

①各スキャンで個別の３次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキャンで標定点や基準点等を利用して３次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。

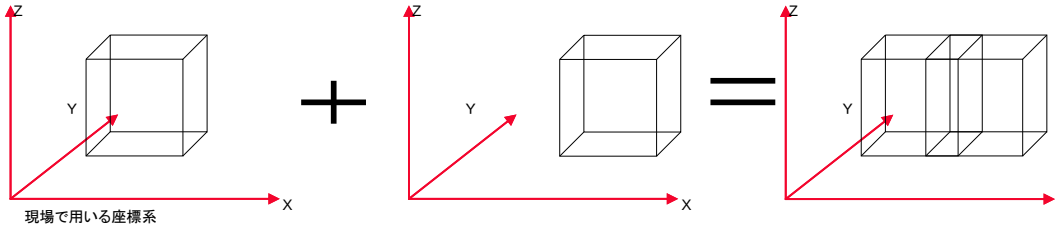



図２-２２　現場座標系に変換された結果を合成する方法

②複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに３次元座標に変換

複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や標定点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である（合成時の誤差や偏差について、各ソフトウェアで解析する機能などがあるので参照する）。

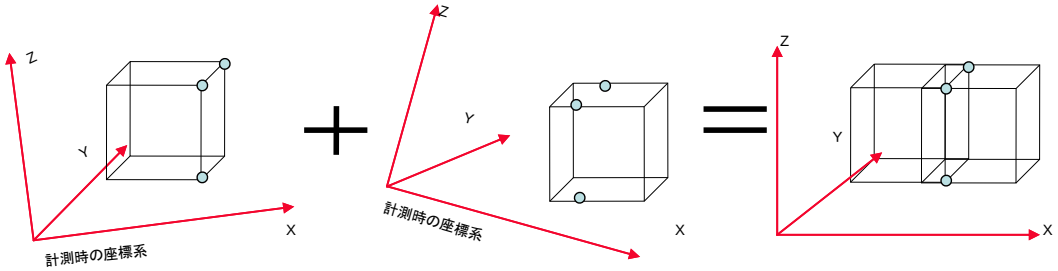



図２-２３　複数のスキャンに含まれる標定点を基準に合成する方法

### 3）面データ（出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データ）の作成

計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、地形や岩区分境界あるいは出来形の面データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。

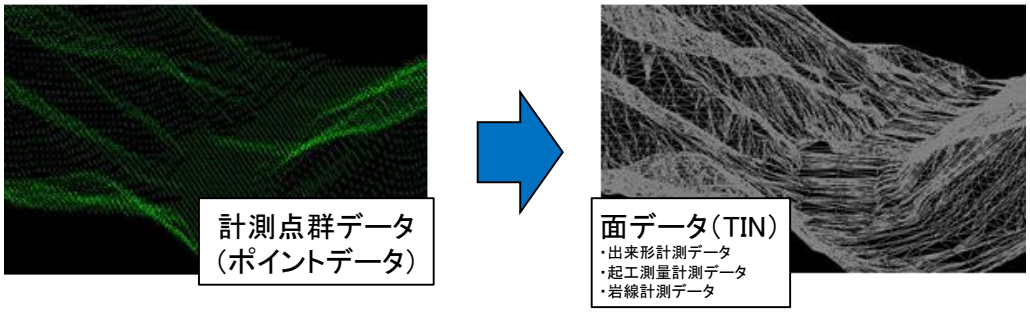



図２－２４　計測点群データをＴＩＮデータに変換する方法

## １－２　空中写真測量（ＵＡＶ）

### １－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、空中写真測量（ＵＡＶ）を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

空中写真測量（ＵＡＶ）による出来形計測は、被計測対象の地形の空中写真を撮影し、写真測量用のソフトウェアによる数値化を行い、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のように所定の性能を有したＵＡＶ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用の効果は大きいが、空中写真測量（ＵＡＶ）は計測対象点を指定した計測が出来ないことや強風や降雨など天候によっては飛行撮影できないといった特徴、写真撮影後のソフトウェア上でのデータ処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルあるいは、ＴＳによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者の空中写真測量UAVによる出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | **①施工計画書の作成**<br>・撮影計画<br>**②機器の手配**<br>・UAV等<br>・写真測量ソフトウェア<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>**③工事基準点の設置**<br>・現況地形の3次元化<br>**④「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成**<br>・3次元設計データの作成範囲（監督職員との協議）<br>**⑤空中写真測量（UAV）による出来形計測・出来形管理**<br>・カメラキャリブレーション、対空標識、標定点の設置<br>**⑥精度確認試験**<br>**⑦「写真測量ソフト」および「点群処理ソフト」によるデータ処理**<br>**⑧「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成**<br>**⑨出来形および出来高の確認**<br>**⑩電子成果品の納品**<br>**⑪空中写真測量（UAV）による実地検査** |

図２－２５　出来形管理の主な手順

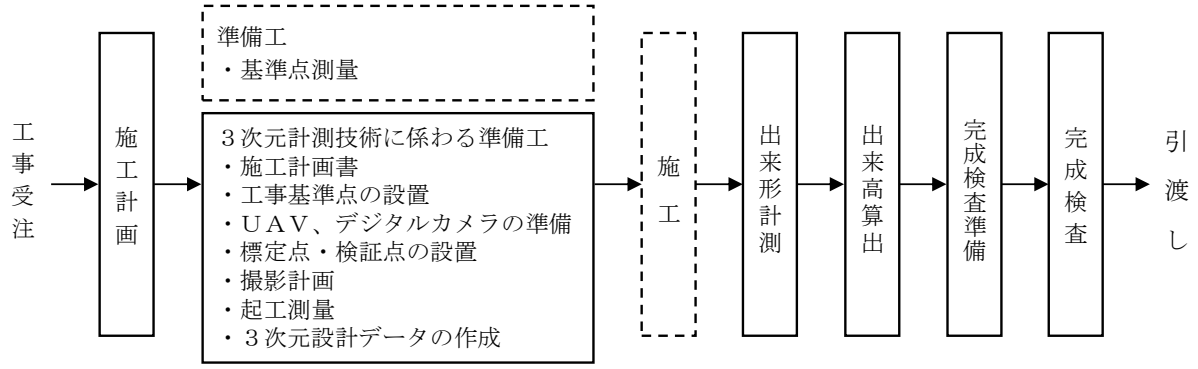



図２－２６　空中写真測量（ＵＡＶ）を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる空中写真測量（ＵＡＶ）による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＵＡＶ**
**2）デジタルカメラ**
**3）写真測量ソフトウェア**

【解説】

図２-２７に空中写真測量（ＵＡＶ）を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

### 1）ＵＡＶ

ＵＡＶは、ＵＡＶ本体やＵＡＶを操作するためのコントローラーあるいは撮影計画ソフトウェア、カメラを固定するジンバルなど、飛行撮影するための装置である。

### 2）デジタルカメラ

デジタルカメラは、レンズや撮影素子を含む空中写真を撮影するための装置である。

### 3）写真測量ソフトウェア

撮影した空中写真から空中写真測量及び３次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU, GPU, メモリなど）に留意すること。

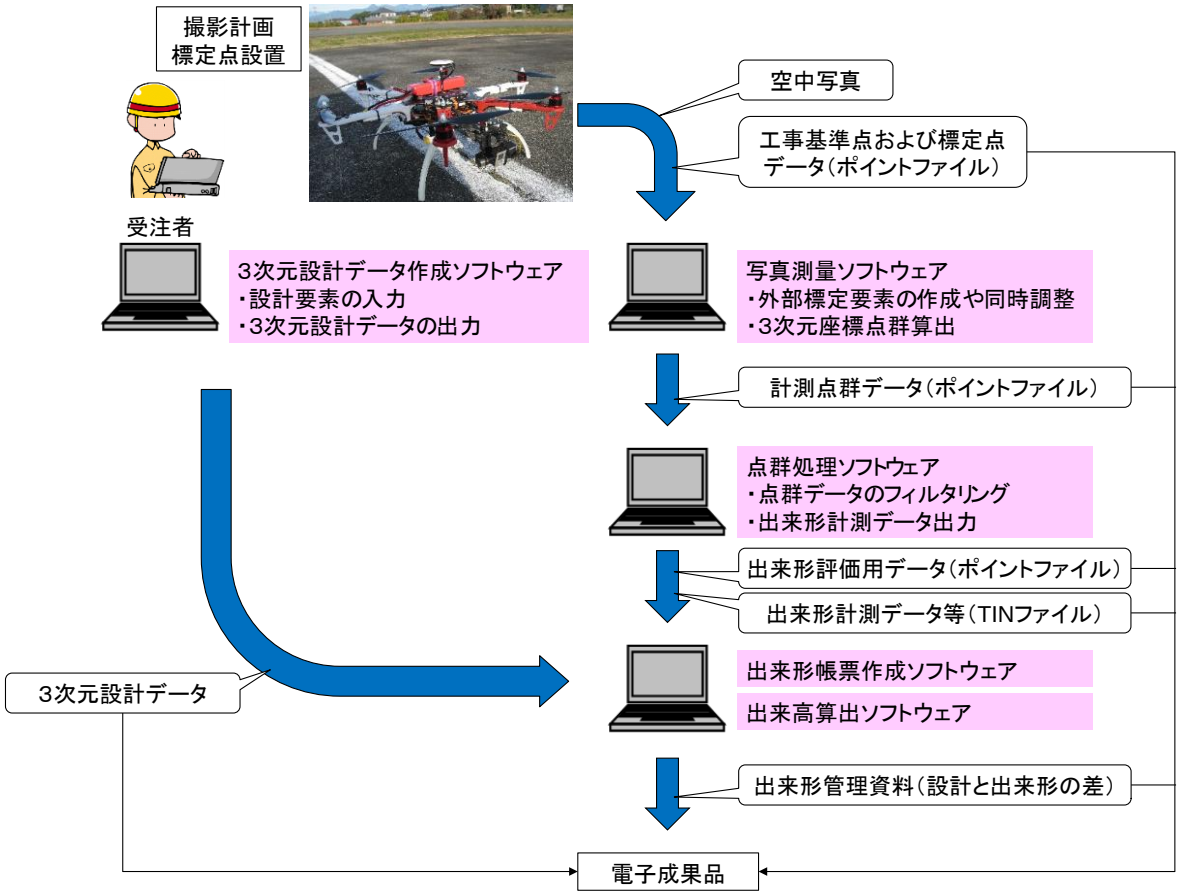



図２-２７　空中写真測量（ＵＡＶ）による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　写真測量ソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる写真測量ソフトウェアは、撮影した空中写真及び標定点の座標やカメラキャリブレーションデータを用いて、空中写真測量の原理及び同時調整作業の内部処理によりステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を算出できる必要がある。**

【解説】

空中写真の３次元出来形形状の算出などソフトウェアによる後処理が必要となる。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。また、空中写真測量（ＵＡＶ）を実施するためには、事前に使用するデジタルカメラを用いて、撮影画像の歪み量、レンズの中心位置等などのパラメーターを把握するカメラキャリブレーションを実施しておくことが必要である。このキャリブレーション時に求めるパラメーターは、使用する各写真測量ソフトウェアに必要な項目とし、写真測量ソフトウェアによる座標値算出の過程で行うセルフキャリブレーションに用いるものである。

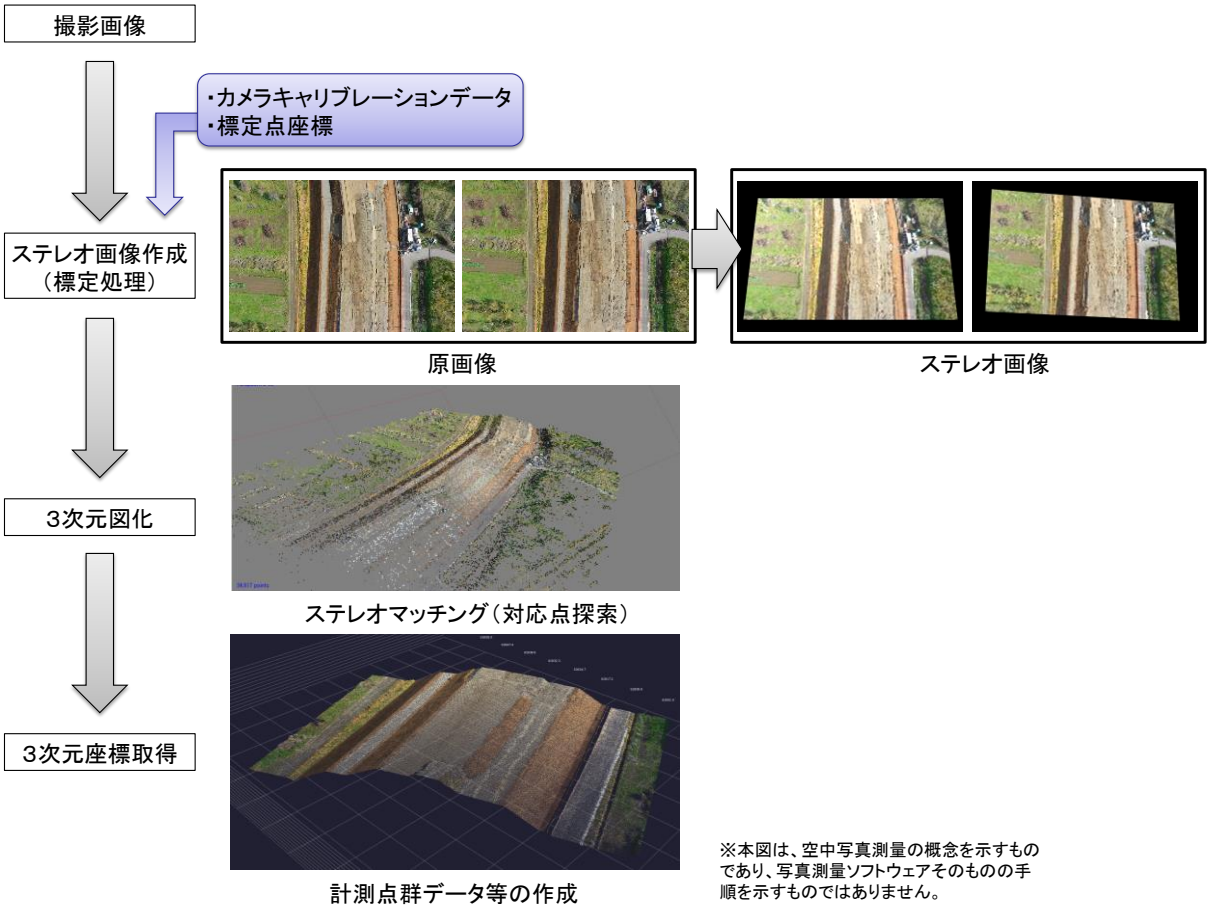



図２-２８　空中写真測量（ＵＡＶ）のデータ処理手順

## １－２－４　計測性能及び精度管理

空中写真測量（ＵＡＶ）による出来形計測で利用するＵＡＶ及びデジタルカメラは、下記の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＵＡＶ及びデジタルカメラの性能について監督職員に提出すること。以下に、ＵＡＶ及びデジタルカメラの性能基準を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|---|
| 起工測量、<br>岩線計測 | 地上画素寸法<br>20mm/画素以内 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ） |
| 部分払い<br>出来高計測 | 地上画素寸法<br>30mm/画素以内 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ） |
| 出来形計測 | 地上画素寸法<br>10mm/画素以内 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±50mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.01 ㎡（0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ）<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m ﾒｯｼｭ） |

なお、地上画素寸法は、上記を基本とするが、現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合は、任意の地上画素寸法にて計測してもよい。

（カタログ記載に加え、「参考資料-4　空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

### 1）計測性能

デジタルカメラの計測性能については、必要な精度を満たす地上画素寸法を確保できる画素数を有すること。ただし現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合には、上記の地上画素寸法とは異なる性能のデジタルカメラを用いることができる。また、使用するデジタルカメラは、インターバル撮影又は、遠隔でシャッター操作ができる機能を有することとする（動画ではなく連続静止画撮影に対応していること）。また、ＵＡＶの計測性能については、以下の性能及び機能を有することとする。

・撮影計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる機体であること。

・航空法に基づく無人飛行機の許可要件に準じた機体であること。

※「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた機体性能を有するとともに、当該機体に関する飛行マニュアルを整備しておくこと。

・所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度の算出するソフトウェアを有すること。

ＵＡＶ及びデジタルカメラについては、製造メーカー等による保守点検を実施する。点検の頻度は、ＵＡＶは１年に１回以上、デジタルカメラは必要に応じて実施する。

受注者は、計測性能について、ＵＡＶやデジタルカメラの性能を確認できる資料及びＵＡＶの保守点検記録を提出することとする。

### 2）測定精度

空中写真測量（ＵＡＶ）の測定精度は、以下の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が±50㎜以内であることを計測点群データ作成時に確認する。

測定精度の確認方法は、精度確認用の検証点を現場に設置し、空中写真測量（ＵＡＶ）から

得られた計測点群データ上の検証点の座標と真値の位置座標（基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値）を比較することで確認することとする。そのため、「参考資料-4　空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-5)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

## １－２－５　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＵＡＶ及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）撮影計画

空中写真測量（ＵＡＶ）の撮影コース及び重複度等を記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は、土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、空中写真測量（ＵＡＶ）を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

空中写真測量（ＵＡＶ）を用いた出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された撮影機材（ＵＡＶ、デジタルカメラ）及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②ＵＡＶ（無人航空機）

受注者は、撮影計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる機体を使用すること。また、航空機の航行の安全確保のために、航空法に準拠して飛行計画を立案するとともに、航空法に基づく飛行許可申請のために作成した飛行マニュアルを施工計画書の添付資料として提出すること。ＵＡＶの保守点検を実施し、その有効期限内であることを示す記録を添付する。ＵＡＶの保守点検は、１年に１回以上、製造元等による点検を行うこととする。

③デジタルカメラ

受注者は、出来形管理用に利用するデジタルカメラ本体が下記⑤に示す計測性能と同等以上の計測性能を有するとともに、必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検（センサーの清掃及び機能確認等などの）を実施すること。

④ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

⑤必要な計測性能及び測定精度

| |
|---|
| 計測性能：地上画素寸法が 10㎜／画素以内（出来形計測の場合）<br>測定精度：±50㎜以内・・・様式 2-5 による精度確認試験を行うこと。<br>なお、地上画素寸法は、現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合は、任意の地上画素寸法にて計測してもよい。 |

必要な性能は、撮影計画に従って撮影する際の地上画素寸法が 10㎜／画素以内を確保できることとし、インターバル撮影又は遠隔でシャッター操作ができることを示すメーカーカタログあるいは仕様書を施工計画書の添付資料として提出すること。

測定精度については、精度確認用の検証点を現場に設置し、空中写真測量（ＵＡＶ）から得られた計測点群データ上の検証点の座標と真値の位置座標（基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値）を比較することで確認することとする。そのため、「参考資料-4　空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-5）」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。なお、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合には、上記の計測性能とは異なる地上画素寸法で撮影を行うことができる。

**5）撮影計画**

受注者は、本管理要領（案）により利用する空中写真測量（ＵＡＶ）については、以下の項目に留意し、撮影計画を作成することとする。

・所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度の算出結果。なお、所定のラップ率については、進行方向のラップ率最低 90%以上であることを示す飛行計画、又は、飛行後に進行方向ラップ率最低 80%以上を確認するための確認方法、いずれかを記載すること。
・算出に使用するソフトウェアの名称
・標定点の外観及び設置位置、標定点位置の測定方法を示した設置計画
・直線かつ、等高度または等対地高度の撮影となるように計画する。
・撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低１モデル（２枚の空中写真の組み合わせ）以上設定する。
・対地高度は、必要な精度を満たす地上画素寸法を確保できること、使用するカメラの素子寸

法及び画面距離から求めるものとする。撮影高度は、対地高度に撮影区域内の撮影基準面高を加えたものとする。

《出来形計測》

受注者は、空中写真測量（ＵＡＶ）を用いて、出来形計測を行う。

1）撮影計画の立案

所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を算出するソフトウェアを用いて揚重能力とバッテリー容量に留意の上、撮影計画を立案する。

2）標定点及び検証点の設置・計測

空中写真測量（ＵＡＶ）による計測結果を３次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する。標定点及び検証点は工事基準点上に設置するか、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法で計測する。また、標定点及び検証点は地上写真測量による出来形計測中に動かないように固定すること。また、標定点及び検証点は空中写真測量（ＵＡＶ）による出来形計測中に動かないように固定すること。

3）空中写真測量（ＵＡＶ）の実施

空中写真測量（ＵＡＶ）の実施にあたっては、航空法に基づく「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた飛行マニュアルを作成し、マニュアルに沿って安全に留意して行うこととする。

4）計測点群データの作成

ＵＡＶにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の３次元座標の点群から不要点等を除去し、３次元の計測点群データを作成する。

5）精度確認

4）で作成した計測点群データ上で、検証点の座標値と、2）により計測した検証点の座標値を比較し、ｘ，ｙ，ｚ座標それぞれ±50㎜以内であることを確認する。

【解説】

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

1）撮影計画の立案

進行方向のラップ率は、

実際のラップ率を確認しない場合、90%以上で計画すること。

実際のラップ率を確認する場合、80%以上とすること。

隣接コースとのラップ率は 60%以上とすること。

実際のラップ率とは、撮影された写真から求められたラップ率のことで、確認方法は、例えばソフトウェアのレポートとして、計測対象範囲のモデル化に利用されている写真のラップ率や、重複した枚数で確認できること等が考えられる。

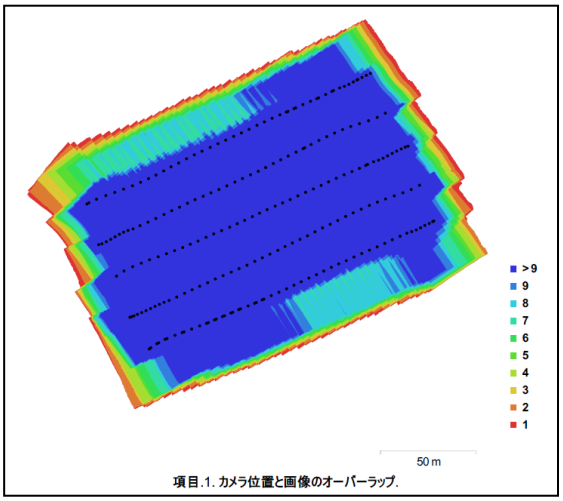



図２-２９　写真の進行方向ラップ率の確認例

対地高度は、現場精度確認において必要な精度を確保することができることが確認された地上画素寸法を確保できる高度とすること。

高低差があり、等高度での一度の撮影では、モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回に分けることを検討すること。ただし、対地高度を一定に保ち飛行させることが可能な場合等は、等対地高度の撮影とすることができる。

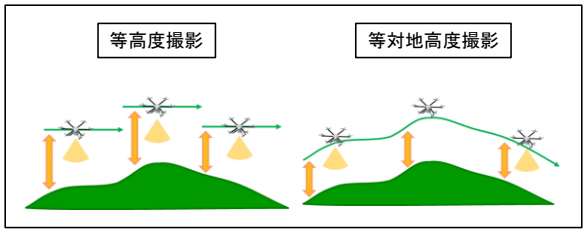


図２－３０　等高度撮影と等対地高度撮影の例

カメラの傾き（天底角）を変更し、空中写真測量を実施することができる。その際には鉛直下向き方向に換算したラップ率と同等となるよう飛行計画を作成する。

山間の場合、ＧＮＳＳ電波の捕捉ができないこともあるため、自動航行ができなくなることから、手動航行の準備をしておくこと。

**2）標定点及び検証点の設置・計測**

測定精度を確保するための標定点の設置の条件は、以下を標準とする。

標定点は、計測対象範囲を包括するように、ＵＡＶマニュアルにおける外側標定点として撮影区域外縁に 100m 以内の間隔となるように設置するとともに、ＵＡＶマニュアルにおける内側標定点として天端上に 200m 間隔程度を目安に設置する。

標定点及び検証点の計測については、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。例えば工事基準点などの既知点から、事前精度確認にて所要の精度があることが確認されたＴＳ等光波方式を用いて計測することができる。

また、ＳｆＭ（Structure from Motion）の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法（ＲＴＫ－ＧＮＳＳ、ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳ、ＰＰＫ－ＧＮＳＳ、自動追尾ＴＳ等）を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

検証点については、ＵＡＶマニュアルにおける検証点として天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましい。計測範囲が狭い場合については、最低２箇所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

**3）空中写真測量（ＵＡＶ）の実施**

①撮影飛行

空中写真測量（ＵＡＶ）による計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・強風や突風の恐れのある気象条件
・写真が鮮明に取れないなど暗い場合
・日差しが強く影部が鮮明に取れない場合
・草や木などで地面が覆われている場所
・積雪により地面が覆われている場合

②自動航行を行わない場合の留意点

自動航行を行わない場合の測定精度を確保するための所定の条件は以下を標準とする。

・直線かつ、等高線または等対地高度の撮影となるように飛行する。

・撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低１モデル（２枚の空中写真の組み合わせ）以上形成できるように飛行する。

**4）計測点群データの作成**

写真測量ソフトウェアに関する留意事項を以下に示す。

・カメラキャリブレーションの結果は、測定精度に影響を与えるため、留意すること。

・ＵＡＶの飛行ログデータを使用したデータ処理が行える場合は、利用してもよい。点群処理ソフトウェアに関する留意事項を以下に示す。

・処理する３次元座標は、出来形管理結果に影響するため、不要点除去時には留意すること。

**5）精度確認**

精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施する。

## １－３　地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ）

### １－３－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、ＴＬＳを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＴＬＳによる出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のようにＴＬＳ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、ＴＬＳは計測対象点を指定した計測が出来ないことや計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者のTLSによる<br>出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・TLS本体<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>③工事基準点の設置<br>・現況地形の3次元化<br>④「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成<br>・3次元設計データの作成範囲（監督職員との協議）<br>⑤精度確認試験<br>⑥TLSによる出来形計測・出来形管理<br>・標定点の設置<br>⑦「点群処理ソフトウェア」によるデータ処理<br>⑧「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑨出来形および出来高の確認<br>⑩電子成果品の納品<br>⑪TLSによる実地検査 |

図２－３１　出来形管理の主な手順

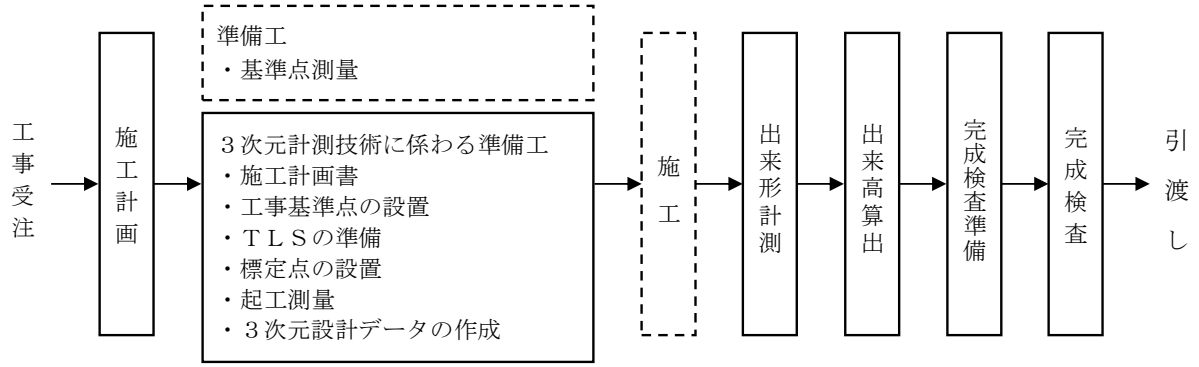



図２－３２　ＴＬＳを用いる場合の業務の範囲

## １－３－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＴＬＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）ＴＬＳ本体

【解説】

図２-３３にＴＬＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）ＴＬＳ本体

ＴＬＳ本体は、現場の面的な出来形座標を取得する装置で、ＴＬＳは本体から計測対象の相対的な位置を取得する技術である。観測した点群を３次元座標として変換するためには計測範囲内に既知座標（標定点）を４点以上設置する（ＴＳと同様に本体の位置を事前に確定できる方法等の場合は標定点が不要である）。

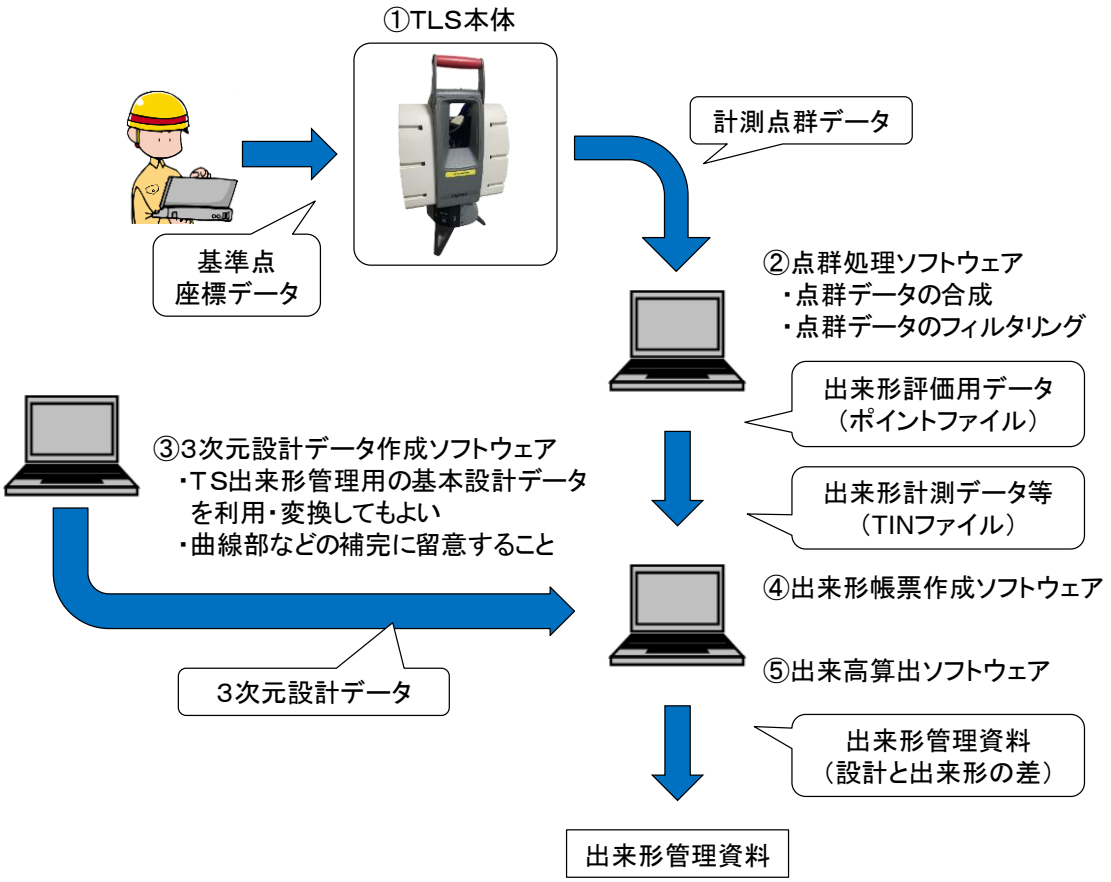



図２-３３　ＴＬＳによる出来形管理機器の構成例

## １－３－３　計測性能及び精度管理

ＴＬＳによる出来形計測で利用するＴＬＳ本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＬＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するＴＬＳに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内<br>※平面方向は点間距離 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 部分払い出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内<br>※平面方向は点間距離 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±20mm 以内<br>※平面方向は点間距離 | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.01 ㎡(0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ)<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

（カタログ記載に加え、「参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい

【解説】

### 1）計測性能

ＴＬＳの計測性能はメーカーのカタログあるいは国土地理院が認めた第三者機関の発行する試験成績書あるいは検査成績書などで性能を確認することができる場合がある。この場合、ＴＬＳの測定精度を確認する試験方法として JSIMA115 に基づく試験成績表において、起工測量は±70mm 以内、出来形計測は座標測定精度が±14mm 以内であることを確認し、確認結果として当該試験成績表を監督職員に提出することが考えられる。

試験成績表から推定可能な使用範囲を超えて測定する場合等、上記によることが出来ないと判断した場合は、利用前に以下の確認を行うこととする。

ａ．既知点を用いた精度確認：受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離以上の範囲に既知点を２箇所（10m 以上離れた箇所）以上に配置し、既知点の距離とＴＬＳによる計測結果から求められる点間距離との差が±20mm 以内であるかを確認する（詳細は、「参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-4）」に記載）。受注者は、ＴＬＳを用いた出来形管理の実施前に上記の精度確認試験を実施し、その結果について、様式 2-4 を用いて提出する。

ｂ．事前確認の実施：a. の現場での計測性能の確認以外に、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合、利用前の 12 か月以内に 1 回以上実施した確認結果を様式 2-6 にて提出すること。

### 2）精度管理

ＴＬＳの管理が適正に行われていることを確認する書類を提出する。例えば、メーカーの推奨期間内に実施されたうえで第三者機関が発行する有効な試験成績書又は検査成績書、あるいはメーカーが発行する校正証明書、その他製造メーカーによる機器の作動点検等の記録で確認

することができる。

## １－３－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＴＬＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、ＴＬＳを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＴＬＳを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＴＬＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②ＴＬＳ本体

受注者は、出来形管理用に利用するＴＬＳ本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

| |
|---|
| 測定精度：計測範囲内で±20㎜以内・・・様式 2-6 による精度確認試験を行うこと。<br>色データ：色データの取得が可能なことが望ましい |

ａ．ＴＬＳの計測性能は近距離限定の機器、長距離計測対応の機器など多岐にわたる。また、測定精度に関する仕様の記載方法については、「JSIMA115 地上型レーザースキャナー性能確認に関するガイドライン」（日本測量機器工業会規格）（以降 JSIMA115 とする）が存在するが、メーカーによっては必ずしも標準化されていない。このため、JSIMA115 に基づき試験成績表により確認可能な座標測定精度と使用範囲を超えて利用する場合等、必要に応じて、本管理要領（案）では、各現場の制約条件を考慮し計測範囲内で±20㎜以内の機器を利用できることとし、精度について現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-6)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．精度管理について、器械本体の動作やシステムに不具合が無いことを確認するために、ＴＬＳを製造するメーカーが推奨する定期点検を期限内に実施していることを示す記録を添付する。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

受注者は、ＴＬＳを設置し、出来形計測を行う。

1）ＴＬＳの設置

ＴＬＳは、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、計測範囲に対してＴＬＳの入射角が著しく低下する場合や、１回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。

2）標定点の設置・計測

標定点を用いてＴＬＳによる計測結果を３次元座標へ変換、あるいは複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は、標定点を設置する。標定点は工事基準点上に設置するか、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法で計測する。また、標定点はＴＬＳによる出来形計測中は動かないように固定すること。

3）ＴＬＳ計測の実施

出来形計測は、計測対象範囲内で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m メッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、１回の計測距離は、「参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」で実施した精度確認の距離範囲内とする。

計測範囲を複数回の計測により標定点を用いて合成する場合は、標定点がＴＬＳによる出来形計測中に動かないように確実に固定すること。

【解説】

ＴＬＳによる計測では、対象物とＴＬＳの位置関係により測定精度に違いが生じる。このため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

1）ＴＬＳの配置

ＴＬＳと被計測対象の位置関係は、被計測対象となる範囲の全てが精度確認試験で確認した最大距離以内となる範囲を設定する。１回の計測で精度確認試験以上となる範囲がある場合は、設置箇所を複数回に分けて実施すること。

なお、ＴＬＳの設置・計測に係わる留意点を以下に示す。

・出来形計測点を効率的に取得できる位置にＴＬＳを設置すること。
・ＴＬＳのレーザーと被計測対象物ができるだけ正対した位置関係であること。
・ＴＬＳは、急傾斜地や軟弱地を避け、振動のない地盤上に設置すること。

2）標定点の設置・計測

標定点は、計測対象箇所の最外周部に４箇所以上配置する。標定点は工事基準点上に設置するか、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法で計測する。また、標定点はＴＬＳによる出来形計測中は動かないように固定すること。

ただし、以下の場合については、標定点を設置せず計測しても良い。

①ＴＬＳ本体にＴＳと同様にターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合（この場合、ターゲットは工事基準点あるいは基準点上に設置すること）

②ＧＮＳＳ－ＴＬＳを用いる場合（この場合、「参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による精度確認試験に加え、「参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による精度確認試験を実施し、所要の精度を有することを確認する）

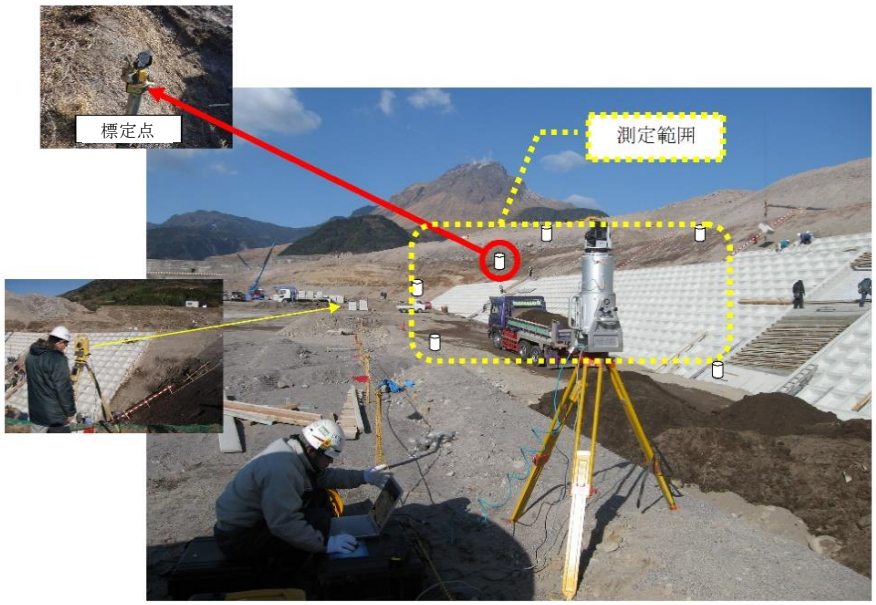



図２-３４　ＴＬＳと標定点の配置（例）

### 3）出来形計測の留意点

①計測密度設定の留意点

出来形計測を行う場合は、ＴＬＳと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、最も入射角が低下する箇所で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m のメッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行う。しかし、計測密度を不用意に上げると計測時間が増加し、作業効率だけでなく、計測後の点群処理作業効率が悪化する懸念がある。このため、必要に応じてＴＬＳの位置を変えるなど、データ処理を含めた作業全体の効率化に留意すること。

②測定時の留意点

ＴＬＳの計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象
・計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
・草や木などで地面が覆われている場所
・ＴＬＳ計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。

## １－４　地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ）

### １－４－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

地上移動体搭載型ＬＳによる出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のように地上移動体搭載型ＬＳ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、地上移動体搭載型ＬＳは計測対象点を指定した計測が出来ないことや計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

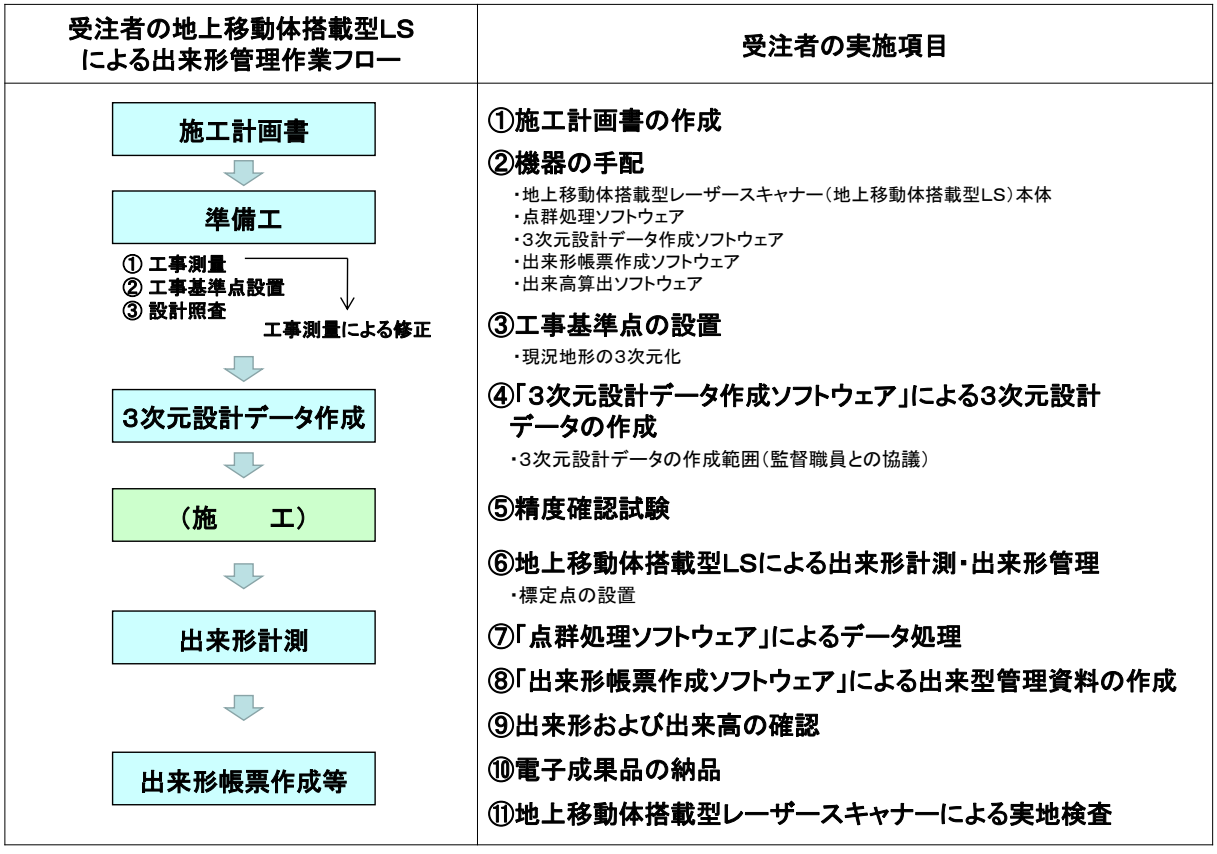



図２－３５　出来形管理の主な手順

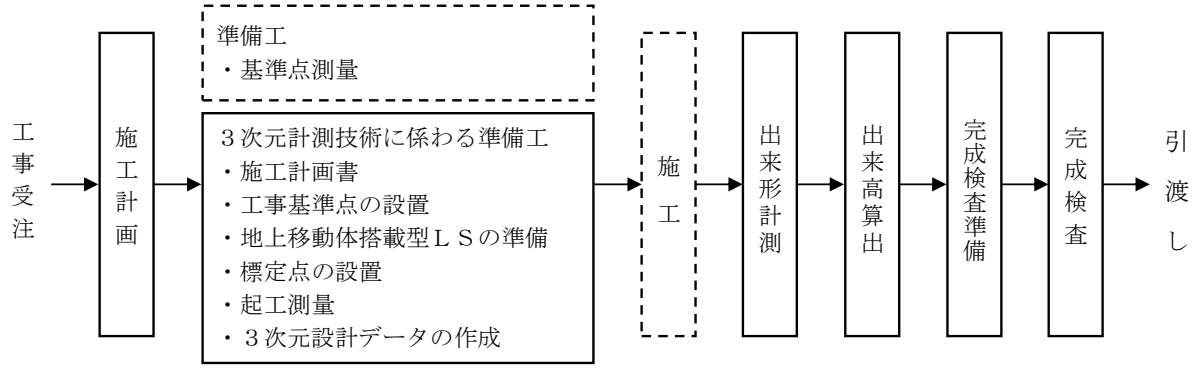



図２－３６　地上移動体搭載型ＬＳを用いる場合の業務の範囲

## １－４－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる地上移動体搭載型ＬＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）地上移動体搭載型ＬＳ本体**

【解説】

図２-３７に地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）地上移動体搭載型ＬＳ本体**

地上移動体搭載型ＬＳ本体は、現場の面的な出来形座標を取得する装置（システム）で、ＬＳ本体から計測対象の相対的な位置と、ＬＳ本体の位置及び姿勢を組合せて観測した結果を３次元座標値の点群データとして変換する技術である。

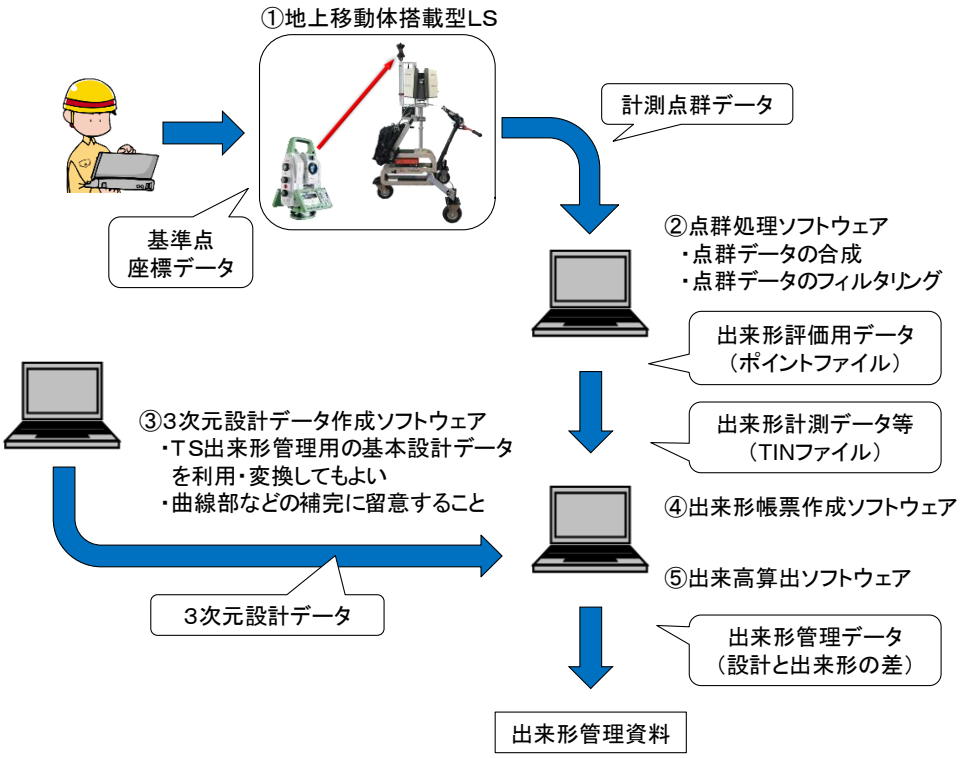



図２-３７　地上移動体搭載型ＬＳによる出来形管理機器の構成例（１）

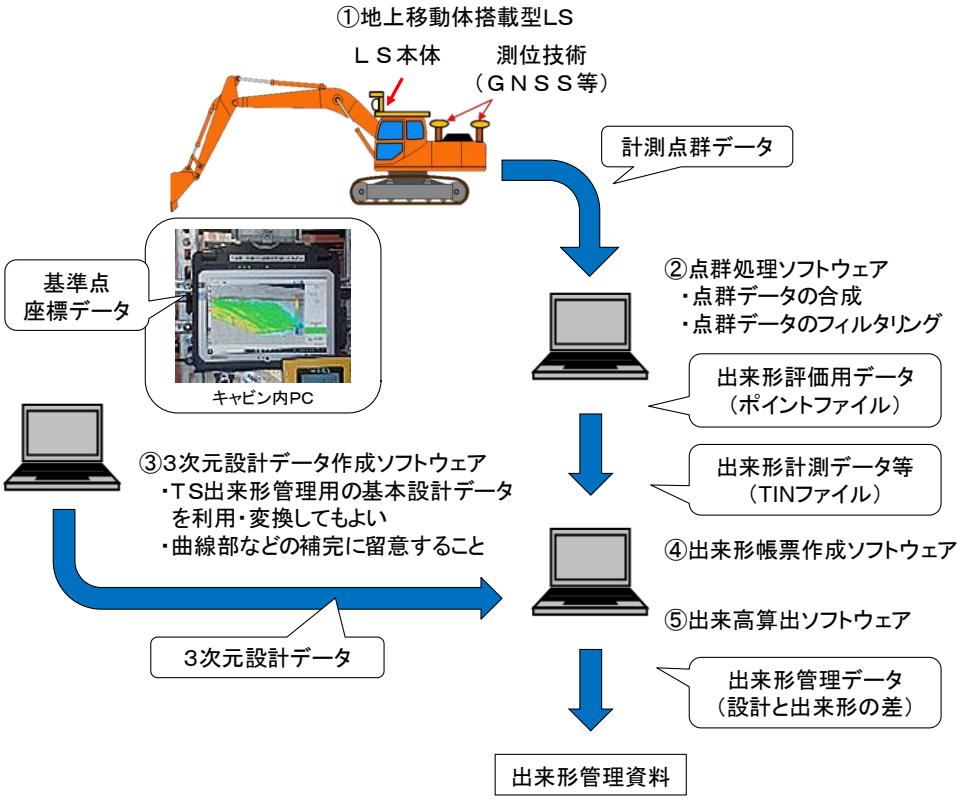



図２－３７　地上移動体搭載型ＬＳによる出来形管理機器の構成例（２）

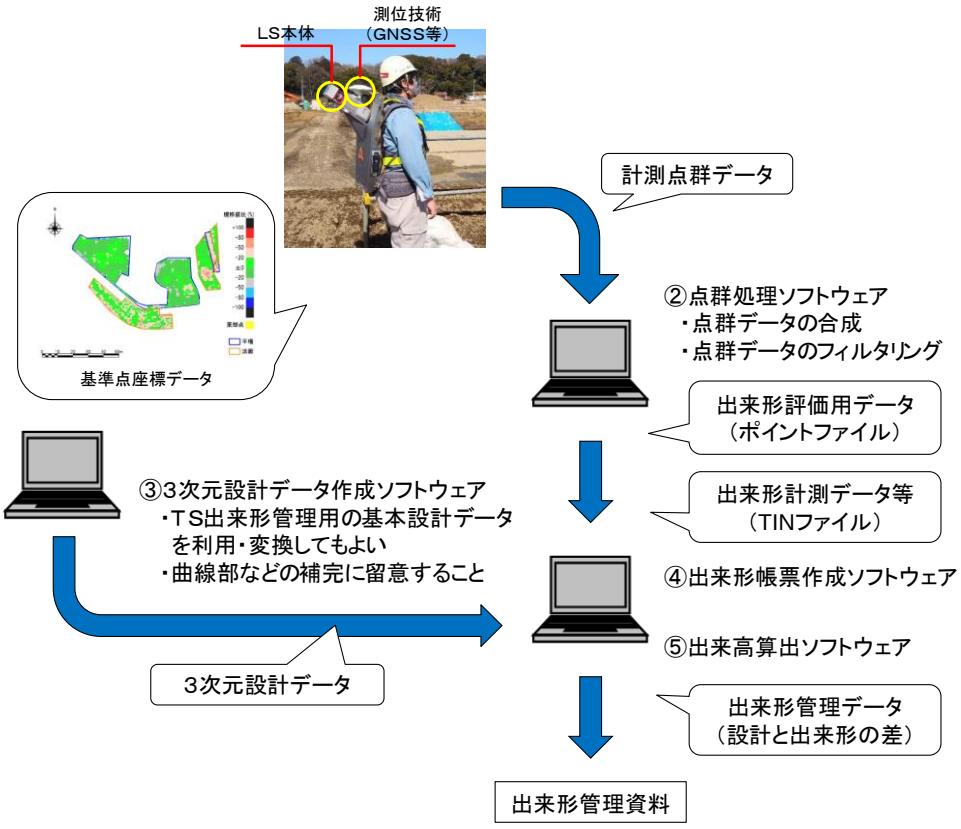



図２－３７　地上移動体搭載型ＬＳによる出来形管理機器の構成例（３）

## １－４－３　計測性能及び精度管理

**地上移動体搭載型ＬＳによる出来形計測で利用する地上移動体搭載型ＬＳ本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用する地上移動体搭載型ＬＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する地上移動体搭載型ＬＳに要求される性能基準を示す。**

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 部分払い出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±50mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.01 ㎡(0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ)<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

**（「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）**

**色データ：色データの取得が可能なことが望ましい**

【解説】

### 1）計測性能

地上移動体搭載型ＬＳはＬＳ本体とＬＳ本体の位置と姿勢を組み合わせたシステムであり、詳細の機器構成は多様である。また、計測性能は、構成する各機器の性能だけでなくシステム全体としての性能を確認することが必要である。このため、利用前にシステムごとに上記の性能基準を満たすことを確認することとする（詳細は、「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-7)」に記載)。

ａ．検証点を用いた精度確認：受注者は、実際に計測に用いる機器を用い、実際に計測する際の条件（点群密度、計測範囲、計測最大距離）にて計測を行い、測定結果が要求精度以内であるかを確認する（詳細は、「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-7)」に記載)。受注者は、地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理の実施前（12 か月以内）に上記の精度確認試験を実施し、その結果について提出する。

ｂ．事前確認の実施：a. の計測性能の確認は、当該現場の計測時に実施できるほか、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合、利用前の 12 か月以内に 1 回以上実施した確認結果を様式 2-6 にて提出すること。

### 2）精度管理

地上移動体搭載型ＬＳの管理が適正に行われていることを確認する書類を提出する。例えば、メーカーの推奨期間内に実施されたうえで第三者機関が発行する有効な試験成績書又は検査成績書、あるいはメーカーが発行する校正証明書、その他メーカーによる機器の作動点検等の記録で確認することができる。

あるいは、地上移動体搭載型ＬＳが複数の測定機器で構成されている場合で、試験成績書、

検査証明書、メーカーによる作動点検等の記録が無い場合、現場ごとに実施する精度確認試験等の記録で確認することができる。

## １－４－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

地上移動体搭載型ＬＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された地上移動体搭載型ＬＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②地上移動体搭載型ＬＳ本体

受注者は、出来形管理用に利用する地上移動体搭載型ＬＳ本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

【水平位置及び、標高の要求精度】
起工測量、岩線計測：±100㎜以内
部分払い出来高計測　±200㎜以内
出来形計測　±50㎜以内
（「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）
色データ：色データの取得が可能なことが望ましい

ａ．地上移動体搭載型ＬＳの計測性能は近距離限定の機器、長距離計測対応の機器など多岐にわたる。また、測定精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。このため、本管理要領（案）では、各現場の制約条件を考慮し、精度について現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-7）」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．精度管理について、器械本体の動作やシステムに不具合が無いことを確認するために、地上移動体搭載型ＬＳを製造するメーカーが推奨する定期点検を実施し、その有効期限内であることを示す記録を添付する。あるいは、計測実施前の 12 か月以内に実施した「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-7）」に示す精度確認試験結果を添付にかえることができる。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

受注者は、地上移動体搭載型ＬＳを設置し、出来形計測を行う。

1）計測計画の立案

所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点の配置を立案する。

2）検証点の設置・計測

地上移動体搭載型ＬＳによる計測結果の精度確認用の検証点を設置する。検証点はＴＳ等光波方式を用いて、基準点、あるいは工事基準点から計測を行う。また、検証点は出来形計測中に動かないように固定すること。

3）標定点の設置

地上移動体搭載型ＬＳによる計測結果の水平位置、標高を調整するために、調整用基準点の設置が必要である技術を用いる場合、標定点を設置する。

4）地上移動体搭載型ＬＳによる計測の実施

出来形計測は、計測対象範囲内で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m メッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、１回の計測距離は、「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」で実施した精度確認の距離範囲内とする。

計測範囲を複数回の計測により標定点を用いて合成する場合は、標定点が地上移動体搭載型ＬＳによる出来形計測中に動かないように確実に固定すること。

5）精度確認

4）で作成した計測点群データ上で得られる検証点の座標値と、2）により計測した検証点の座標値を比較して、水平較差および鉛直較差がともに性能基準以内であることを確認する。

【解説】

地上移動体搭載型ＬＳによる計測では、システムの機器構成や性能により計測可能範囲や測定精度を低下させる要因が異なる。このため、精度確認用の検証点を現場にそれぞれ２か所以上に設置する。

1）計測計画

精度確認試験で設定されている計測可能範囲内（「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による計測範囲内）で計測する計画とする。

2）検証点の設置・計測

検証点の配置は、精度確認試験で設定されている精度が最も低下する条件に最も近い現場条件となる位置に２か所以上配置（設置箇所は、「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による計測範囲内で測定精度が最も不利となる箇所付近）する。バックホウ搭載ＬＳを用いる場合は、出来形計測実施前に１日１回の頻度で、現場内の任意の場所において、「参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による検証点を用いた精度確認を実施することとし、施工中の検証点の設置及び精度確認は不要とする。検証点は地上移動体搭載型ＬＳの計測結果から平面位置が特定できるものを用いる。

検証点の計測は工事基準点から検証点までの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする（「２－２　ＴＳ等光波方式」

より引用)。

### 3）標定点の設置・計測

標定点の配置は、精度確認試験で確認した、精度が最も低下する現場条件となる位置に２か所以上配置する。

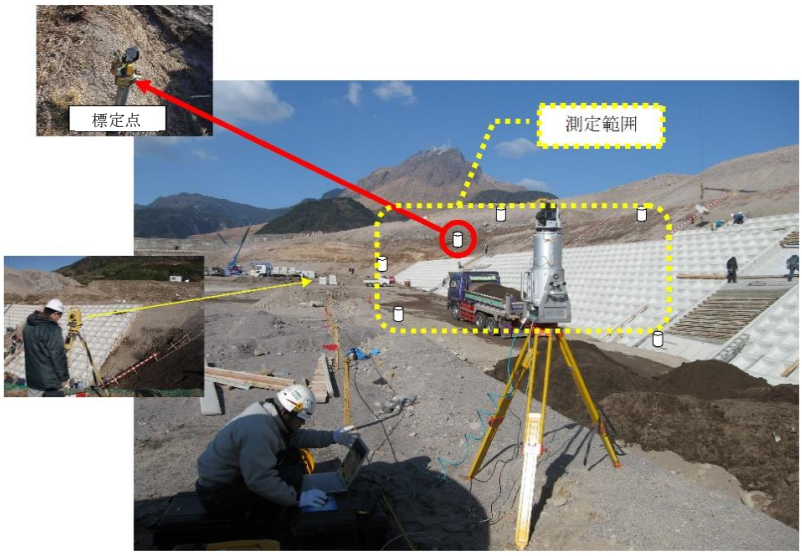



図２-３８　地上移動体搭載型ＬＳと標定点の配置（例）

### 4）精度確認

地上移動体搭載型ＬＳから得られた計測点群データ上の検証点の座標と座標間距離で比較する。精度確認結果についてはその記録を提出する（様式 2-7)。

### 5）出来形計測の留意点

①計測密度設定の留意点

出来形計測を行う場合は、地上移動体搭載型ＬＳと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、最も入射角が低下する箇所で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m のメッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行う。しかし、計測密度を不用意に上げると計測時間が増加し、作業効率だけでなく、計測後の点群処理作業効率が悪化する懸念がある。このため、必要に応じて地上移動体搭載型ＬＳの位置を変えるなど、データ処理を含めた作業全体の効率化に留意すること。

②測定時の留意点

地上移動体搭載型ＬＳの計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象
・計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
・草や木などで地面が覆われている場所
・地上移動体搭載型ＬＳ計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。

## １－５　無人航空機搭載型レーザースキャナー（ＵＡＶレーザー）

### １－５－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、ＵＡＶレーザーを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＵＡＶレーザーによる出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のようにＵＡＶレーザー及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、ＵＡＶレーザーは計測対象点を指定した計測が出来ないことや強風や降雨など天候によっては飛行計測できないこと、計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

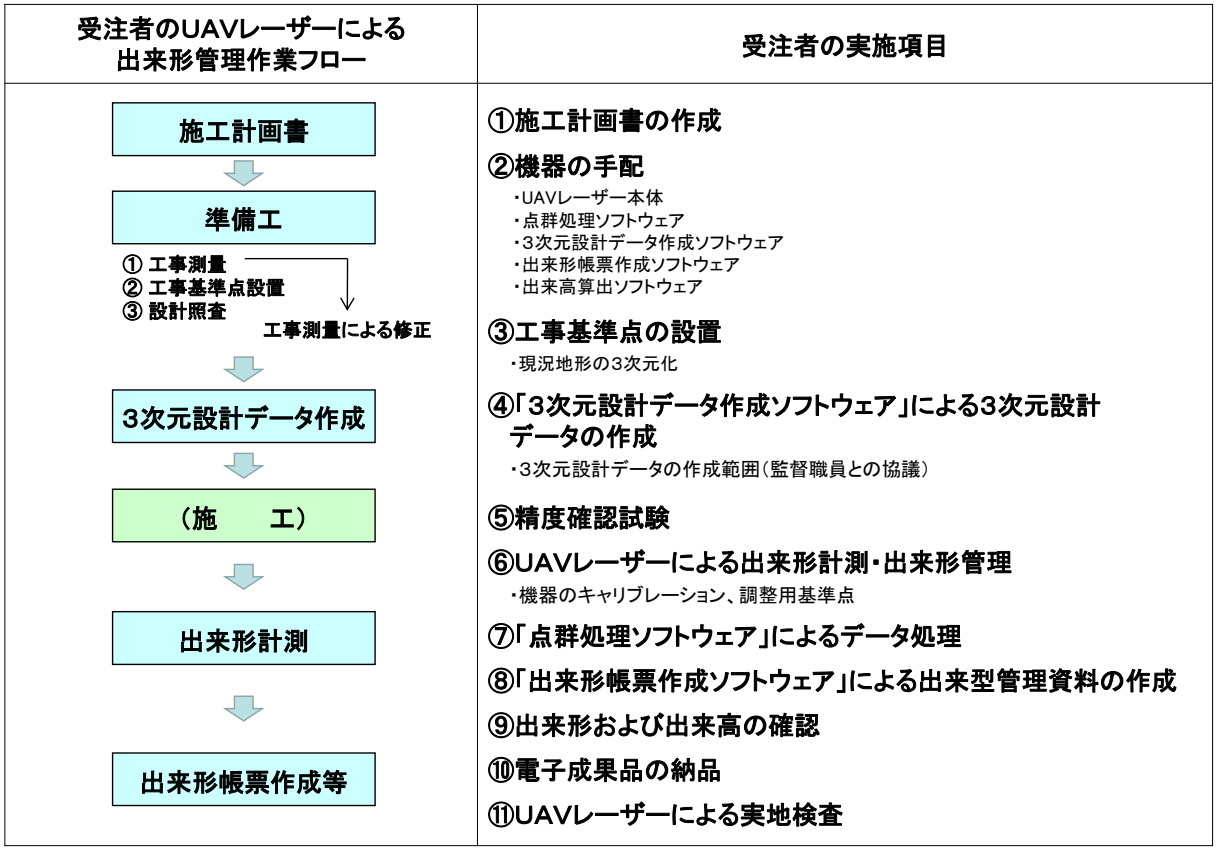



図２－３９　出来形管理の主な手順

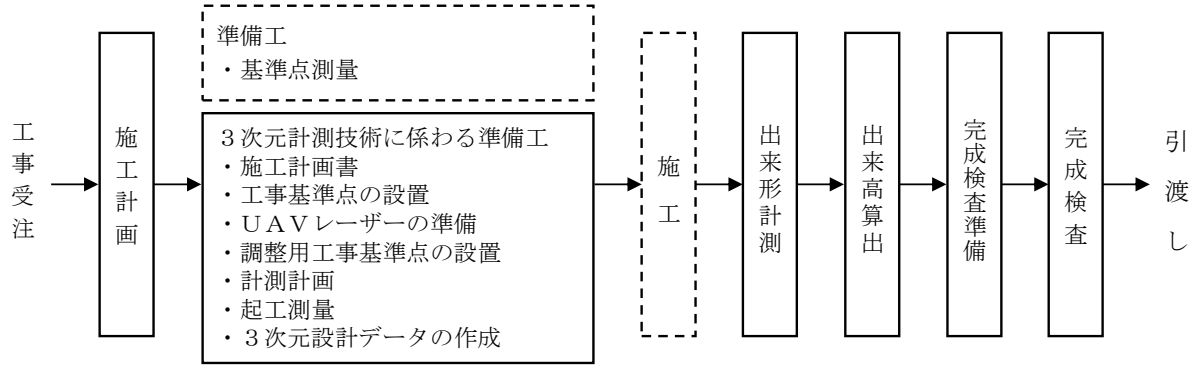



図２－４０　ＵＡＶレーザーを用いる場合の業務の範囲

## １－５－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＵＡＶレーザーによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）ＵＡＶレーザー

【解説】

図２-４１にＵＡＶレーザーを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）ＵＡＶレーザー

ＵＡＶレーザーは、ＵＡＶ本体やＵＡＶを操作するためのコントローラー、ＵＡＶに搭載するＬＳ、ＩMU、ＧＮＳＳ等、飛行計測するための装置である。

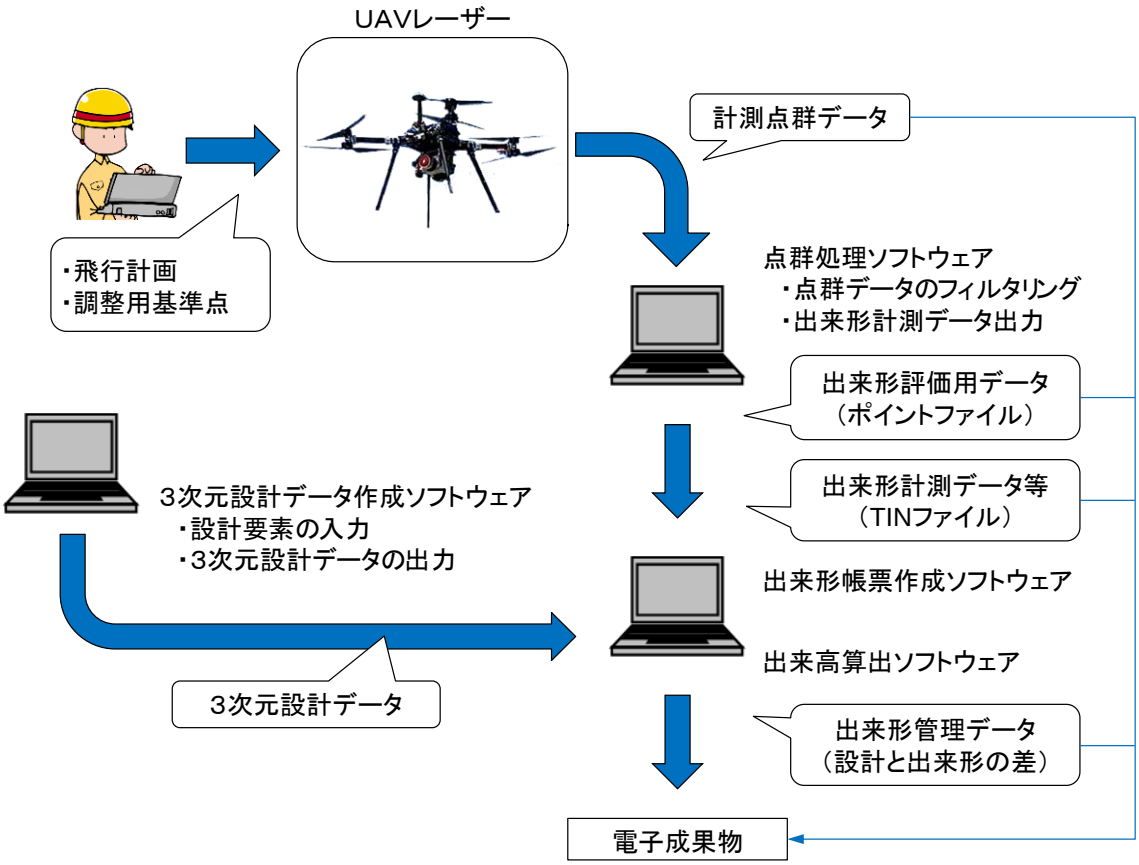



図２-４１　ＵＡＶレーザーによる出来形管理機器の構成例

## １－５－３　計測性能及び精度管理

ＵＡＶレーザーによる出来形計測で利用するＵＡＶレーザー本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＵＡＶレーザーの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するＵＡＶレーザーに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|---|
| 起工測量 | GNSS:<br>2周波GNSSを使用していること | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内<br>（重複コースごとの標高値の較差の平均値±100mm 以内） | 【起工測量】<br>4 点以上/1 ㎡ |
| 部分払い出来高計測 | | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内<br>（重複コースごとの標高値の較差の平均値±200mm 以内） | 【部分払い出来高計測】<br>4 点以上/1 ㎡ |
| 出来形計測 | | 【鉛直方向・平面方向】<br>±50mm 以内<br>（重複コースごとの標高値の較差の平均値±50mm 以内） | 【出来形計測】<br>100 点以上/1 ㎡<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m ﾒｯｼｭ） |

（「参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による確認を行うこと）

【解説】

### 1）計測性能

ＵＡＶレーザーの計測性能は多様であることと、使用しているＩＭＵやＬＳが高精度であるほど高価格となる傾向もあり、各現場の状況に併せて適用可能な機器を選定することが重要となる。また、ＬＳの計測性能について、製造メーカーなどが発行するカタログなどで概ね確認することができるが、現状では定められた機器仕様の記述様式、機器検定手法がないことから、利用前に以下の確認を行うこととする。

ａ．既知点を用いた精度確認：受注者は、実際に計測に使用する機器を用い、実際に計測する際の条件と同等又はそれ以上の条件（対地飛行高度、点群密度、ＵＡＶレーザーの有効計測角度）にて計測を行い、コース間の再現性が要求精度以内であるかを確認する（詳細は、「参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-8）」に記載）。受注者は、ＵＡＶレーザーを用いた出来形管理の実施前（12 か月以内）に上記の精度確認試験を実施し、その結果について、様式 2-8 を用いて提出する。

ｂ．事前確認の実施：a. の計測性能の確認は、当該現場の計測時に実施できるほか、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合、利用前の 12 か月以内に 1 回以上実施した確認結果を様式 2-8 にて提出すること。

### 2）精度管理

ＵＡＶレーザーを構成するＬＳ、ＧＮＳＳ、ＩＭＵ統合計算処理が適正に行われていることを確認する必要がある。現状では、公的な精度管理の仕組みが存在しないことから、「第４章　１－５－４　出来形計測　6）」に示す、検証点を用いた確認により、測定精度が所定の精度以内（出来形管理の場合は±50㎜）であることを確認する。

## １－５－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＵＡＶレーザーの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）飛行計画

ＵＡＶレーザーによる計測時の飛行経路、飛行高度、サイドラップ率、計測密度、有効計測角等を記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、ＵＡＶレーザーを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＵＡＶレーザーを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＬＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②ＵＡＶレーザー本体

受注者は、出来形管理用に利用するＵＡＶレーザーに使用されているＧＮＳＳ測量機が２周波ＧＮＳＳであること。

ａ．ＵＡＶレーザーの計測性能は使用しているＩＭＵ、ＬＳ、それらを統合する処理システム等により大きく異なる。また、測定精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。さらに、計測時の飛行対地高度等の計測条件により、測定精度が異なる。このため、「参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-8)」に示す精度確認試験を実施し、所要の精度を満足する機器を確認試験と同等の計測条件にて、使用できることとする。

ｂ．精度管理について、器械本体の動作やシステムに不具合が無いことを確認するために、計測実施前の 12 か月以内に実施した「参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-8)」に示す精度確認試験結果を添付する。

③ＵＡＶ（無人航空機）

受注者は、撮影計測計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる機体を使用すること。また、航空機の航行の安全確保のために、「無人航空機の飛行に関する許可の承認の審査要領」許可要件に準じた飛行マニュアルを施工計画書の添付資料として提出すること。ＵＡＶの保守点検を実施し、その有効期限内であることを示す記録を添付する。ＵＡＶの保守点検は、１年に１回以上。製造元等による点検を行うこととする。

④ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）飛行計画**

受注者は、本管理要領(案)により利用するＵＡＶレーザーについては以下の項目に留意し、飛行計画を作成することとする。

・所定の予測精度が確保できる飛行経路及び飛行高度等の算出結果（次頁参照）
・調整用基準点の概観及び設置位置、調整用基準点位置の測定方法を示した設置計画
・計測区域を完全にカバーするよう飛行コースを設定する。

《出来形計測》

受注者は、ＵＡＶレーザーを用いて、出来形計測を行う。

1）飛行計画

ＵＡＶレーザーは、ＩＭＵ、ＬＳの性能に応じて精度が左右されるため、事前確認により要求精度を確保できる範囲で、飛行計画を立案する。

2）調整用基準点、検証点の設置・計測

ＵＡＶレーザーによる計測結果の水平位置、標高の調整するために調整用基準点と精度確認用の検証点を設置する。調整用基準点・検証点は、平坦で明瞭な地点を選定し工事基準点からＴＳを用いて計測を行う。また、調整用基準点はＵＡＶレーザーによる出来形計測中は動かないように固定すること。

3）地上固定局の設置

ＵＡＶレーザーは、ＬＳの位置をキネマティック法で求めるために必要な地上固定局を設置するものとする。地上固定局は、電子基準点、仮想点、施工現場へ設置した基準局を使用するものとする。また、地上固定局のデータ取得間隔は１秒１エポックとする。

4）ＵＡＶレーザーシステムの確認

ＵＡＶレーザーを構成するＧＮＳＳ、ＩＭＵ、ＬＳのキャリブレーション等を行う。

5）ＵＡＶレーザー計測の実施

ＵＡＶレーザー計測の実施にあたっては、航空法に基づく「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた飛行マニュアルを作成し、マニュアルに沿って安全に留意して行うこととする。出来形計測は、計測対象範囲内で１㎡あたり 100 点以上の計測点が得られる設定及び「参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」で確認した計測性能を満足できる設定条件の範囲内とする。

6）精度確認

5）で作成した計測点群データ上の検証点の座標と、上記 2）により計測した検証点の座標を比較し、ｘ，ｙ，ｚ座標それぞれ±50㎜ 以内であることを確認する。

【解説】

ＵＡＶレーザーによる計測は、ＧＮＳＳ、ＩＭＵ、ＬＳの組み合わせによる３次元データ計測となるため、複合的な要因により測定精度が決まる。ＧＮＳＳの性能は、衛星の捕捉状況、機体のノイズ成分の影響により精度が低下する恐れがある。ＩＭＵの性能はレーザー発射時の姿勢角に影響し、レーザー計測データ端部の精度低下の原因となる。ロール、ピッチ成分は主に標高精度に影響し、ヘディング成分は、水平精度に影響する。また、ＬＳは、ビームの拡散角の大きさが測距精度に影響する。このような精度低下の要因に留意した上で計測計画の立案することが重要となる。

1）飛行計画

「参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す手順により、用途別に定められた所要の精度が得られることが確認されたのと同じ計測諸元にて計測を実施することとする。また、ＵＡＶレーザーで使用するＧＮＳＳ、ＩＭＵ、ＬＳの性能に応じて計測諸元を作成し飛行計画を立案する。

表２－２　計測諸元

| | |
|---|---|
| ・飛行対地高度 | （m） |
| ・飛行速度 | （m／秒） |
| ・レーザー拡散角 | （mrad） |
| ・ＩＭＵの精度（ロール角） | （度） |
| ・ＩＭＵの精度（ピッチ角） | （度） |
| ・ＩＭＵの精度（ヘディング角） | （度） |
| ・スキャン回転数 | （回転／秒）ポリゴンミラーの回転数 |
| ・レーザー発光回数 | （回数） |
| ・有効計測角 | （度） |
| ・有効計測幅 | （m） |
| ・コース間隔 | （m） |
| ・計測点間隔（進行方向、横断方向） | （cm） |

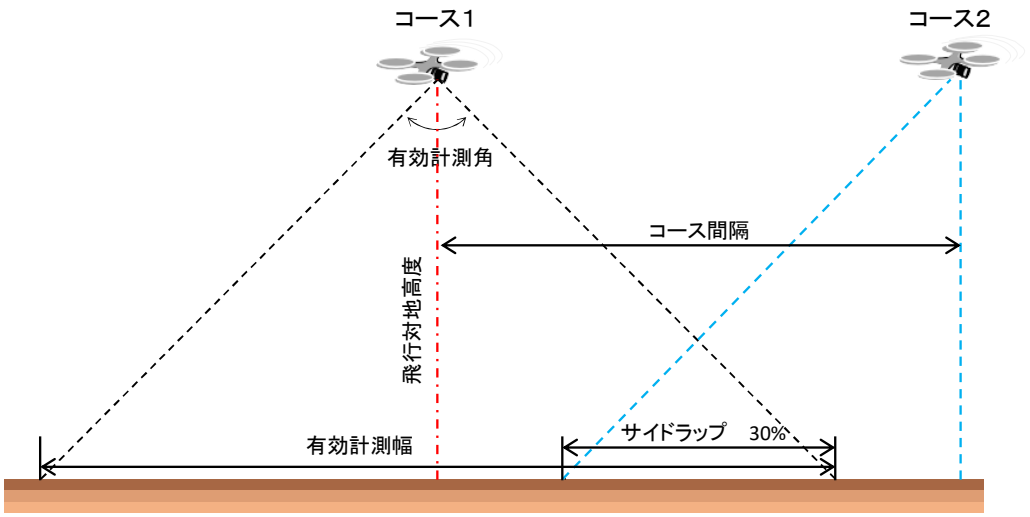



図２－４２　計測諸元

飛行対地高度は、飛行空域の状況、ＩＭＵとＬＳの性能により決定する。

計測データの相対的な精度の確保と計測データが欠測しないよう、必ず隣接するコースに重なりがあるように、飛行計画を立案する。また、飛行計画上のサイドラップ率が 30%以上となる飛行計画を立案する。

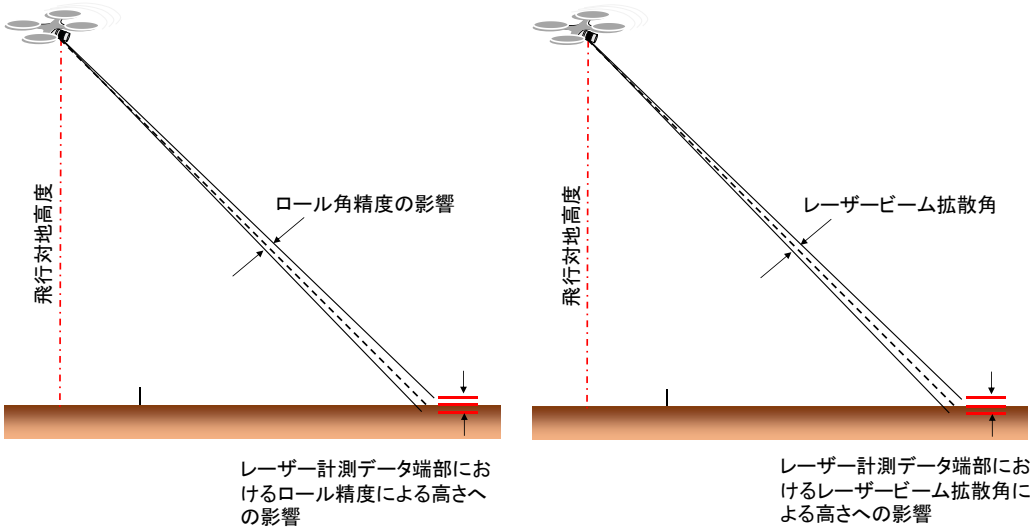



図２－４３　ロール角度及びレーザー拡散角が予測精度に与える影響

飛行対地高度の決定は、ＩＭＵ、ＬＳの性能を考慮し有効計測角、有効計測幅を決定し、要求精度＞予測精度となるよう十分留意すること。

飛行速度は、計測点密度に影響するため、ＬＳの性能により決定する。

ＬＳの性能が、レーザー発光回数 10 万点／秒、スキャン回転数 50 回転／秒、飛行速度４ｍ／秒、飛行対地高度 30m の場合、計測点密度は、進行方向で８cm（４ｍ÷50 回転）、横断方向で 12.5cm（下図参照）となる。

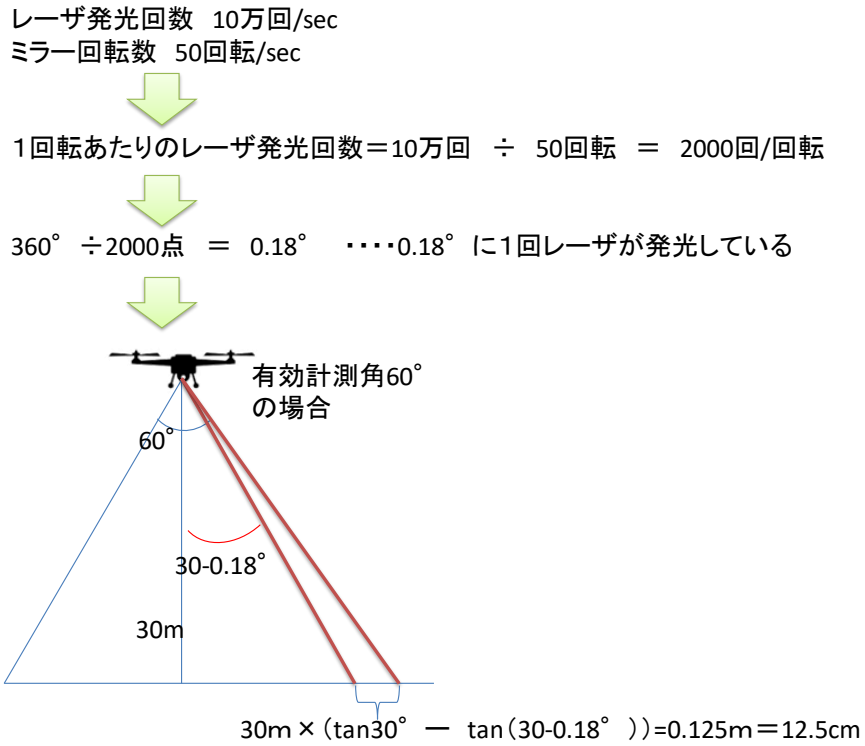



図２－４４　計測点密度（横断方向）の計算方法の一例

飛行中は、機体の揺れによる計測点密度の粗密が生じる恐れがあるため、要求される計測点密度を十分満足するよう留意して飛行速度を決定すること。

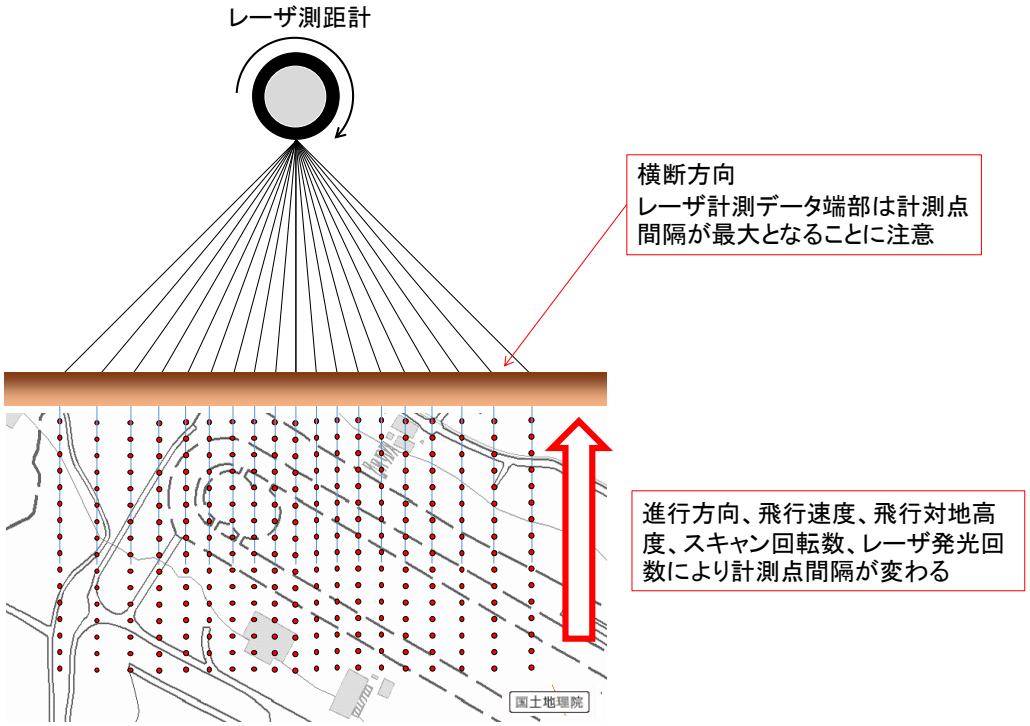



図２－４５　計測点密度

### 2）調整用基準点・検証点の設置

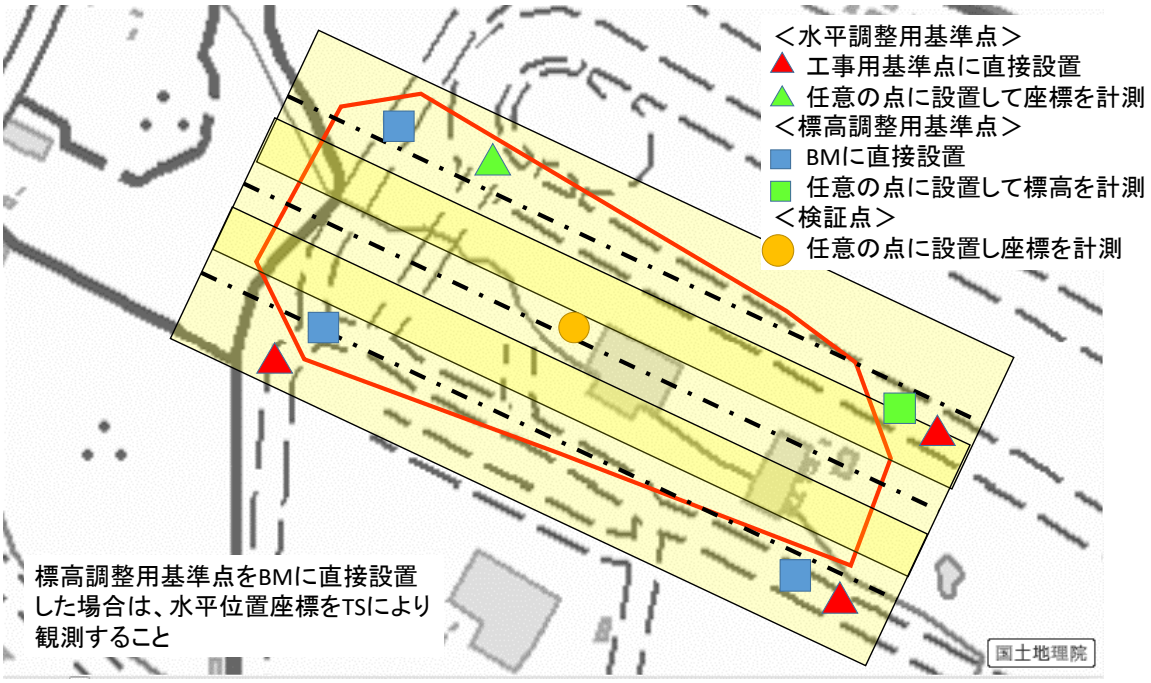
調整用基準点は、面積（$km^2$）を 0.25 で割った値に１を足した値とし、最低４点設置するものとし、計測対象箇所の四隅に配置することを標準とする。また、調整用基準点の計測はＴＳを用いて実施し、ＴＳから基準点及び調整用基準点までの距離が 100m 以下（３級ＴＳの場合）あるいは 150m 以下（２級ＴＳの場合）とする。同様に鉛直高さと水平位置の検証点は、それぞれ最低１点以上、調整用基準点の設置位置から概ね等距離となる位置に設置するものとし、計測方法は調整用基準点と同等とする。

ただし、工事基準点、ＢＭ、ＫＢＭへ直接設置できる場合は、この限りではない。

標高調整用基準点は、平坦で明瞭な地点を選定し計測点密度と同一半径の円又はおおむね２倍の辺長の正方形で作成した標識を水平に設置する。

水平調整用基準点は、地上から突出した直方体、球体、板、などの任意の形状で、水平位置（真値及び計測結果）が特定できるものを設置する。標識の大きさはＬＳの性能に留意して決定すること。

このほか、ｘ，ｙ，ｚ座標が特定できる物（既存の構造物の角など、既存の明瞭な地物で、計測点群データからｘ，ｙ，ｚ座標が特定できるもの）を用いることで、標高調整用基準点・検証点と水平調整用基準点・検証点を兼ねる事が出来る。調整用基準点、検証点の配置図は、任意の様式で受注者が作成、補完し、監督職員の求めに応じて提出できるようにすることとする。




標高調整用基準点の一例

水平調整用基準点の一例

・調整用基準点の形状は任意であり、計測点群データから座標が特定できるものを用いる
・x,y,z座標が特定できる物を用いることで、標高調整用基準点と水平調整用基準点を兼ねる事が出来る。

図２－４６　調整用基準点の設置

### 3）地上固定局の設置

ＵＡＶレーザーにおいて、ＬＳの位置は、ＧＮＳＳ測位（衛星測位）「キネマティック法」による測位演算で求める。キネマティック法は、現場でリアルタイムに測位演算する「ＲＴＫ法」と後処理で測位演算する「後処理キネマティック法」に分類される。

キネマティック法は、高精度に位置を算出するために地上固定局を設置し、飛行中のＵＡＶに搭載されたＧＮＳＳと同時観測する必要がある。地上固定局は、施工現場の近傍に設置されている電子基準点や仮想点、施工現場内に設置された基準局を使用することができる。

「ＲＴＫ法」は、地上固定局の観測データを無線装置によりＵＡＶへリアルタイムに転送する必要がある。「後処理キネマティック法」は、配信事業者からダウンロードした観測ファイル又は、施工現場内に設置した基準局の観測データファイルとＵＡＶレーザーの観測データを用いて解析を行う。

### 4）ＵＡＶレーザーシステムの確認

ａ．事前確認

ＧＮＳＳ、ＩＭＵ、ＬＳの取り付け位置のオフセット量（レバーアーム）を計測し記録する。ボアサイトキャリブレーションにより、ＩＭＵ、ＬＳの取り付け角を計測し記録する。この確認は、ＧＮＳＳ、ＩＭＵ、ＬＳ相互の位置関係が変わる可能性のある組み立て作業等を行った場合に実施する。

ｂ．計測前の準備

ＧＮＳＳは、後処理解析で十分な精度（キネマティック解析によるＦＩＸ状態）が確保できるよう初期化を行う。

ＩＭＵは、ロール角、ピッチ角、ヘディング角の精度が収束するようメーカー推奨の初期化を行う。

### 5）ＵＡＶレーザー計測の実施

出来形計測のための飛行は飛行計画に基づき実施する。また、ＩＭＵの精度が低下しないよう一定方向、等速度で飛行し、旋回は十分な半径で飛行する。

### 6）精度確認

ａ．最適軌跡解析

最適軌跡解析をＧＮＳＳ観測データ及びＩＭＵ観測データを用いて、Loosely Coupled 方式又は Tightly Coupled 方式で行う。Loosely Coupled 方式は、まずＧＮＳＳ衛星を利用したキネマティック解析により機体の３次元位置を特定し、ＩＭＵのデータを反映して最適軌跡解析を行うプロセスを経る。Loosely Coupled 方式のキネマティック解析時にはＧＮＳＳ衛星が５個以上必要となり、５個以下になると著しく精度が低下することに留意すること。Tightly Coupled 方式はキネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、ＧＮＳＳ衛星の衛星数が一時的に不足しても、解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。

ｂ．コース間標高値の点検

コース間の重複部分に点検箇所を選定し、コースごとの標高値の比較点検を行うものとする。

①点検箇所の数は、各コース間重複部分に２箇所以上設置するものとする。

②点検箇所の配置は、計測対象範囲内に偏りなく配置するよう努めるものとするが、各コー

スの起点側に１点、終点付近に１点の配置としてもよい。

③植生のある場所、線状地域等の地形条件で平坦な場所がない場合は配置及び点数を変更することができる。

④点検箇所の標高値は、平坦で明瞭な地点を選定し、計測点密度と同一半径の円又はおおむね２倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。

⑤重複コースごとの各コースの点検箇所の標高値の較差を求め、較差の平均値等を求めるものとする。

⑥重複コースごとの標高値の較差の平均値は±50㎜以内とする。

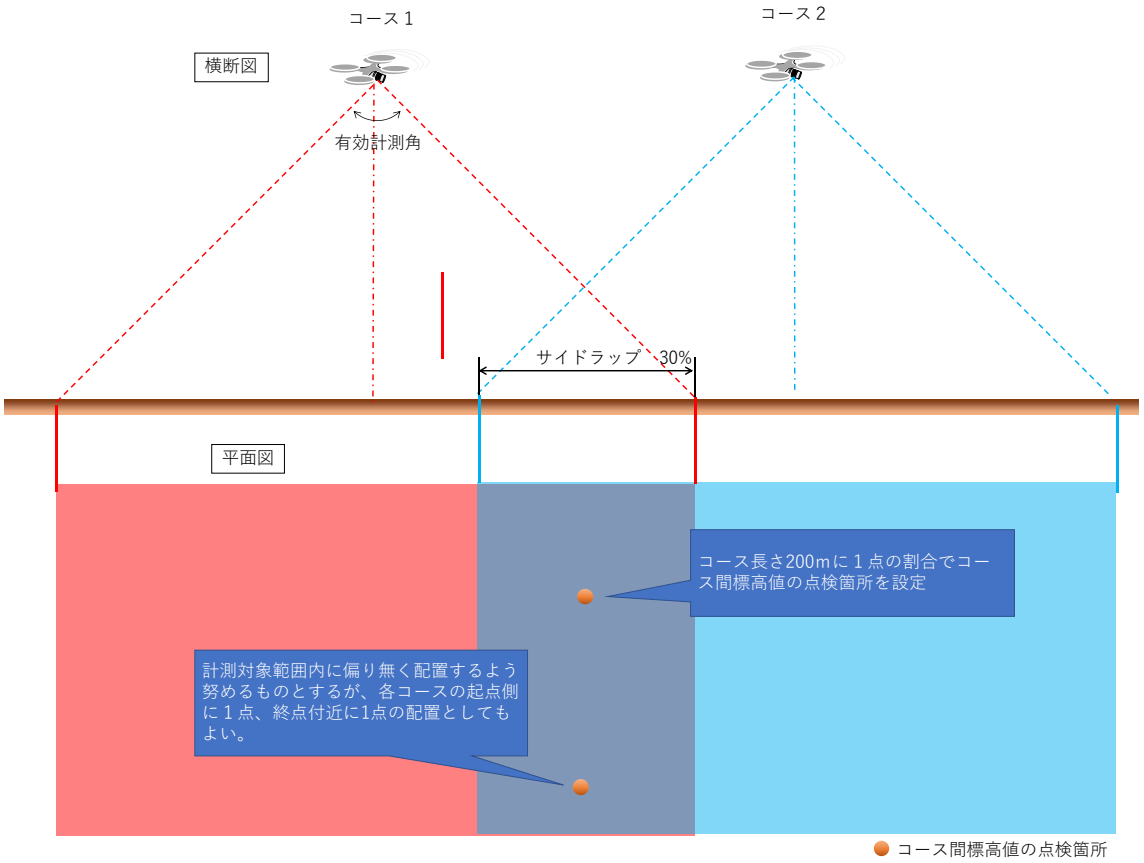



図２－４７　コース間標高値の点検

ｃ．３次元計測データの調整

３次元計測データの調整は以下の方法により行うものとする。

①調整用基準点と比較する３次元計測データは、所定の格子間隔と同一半径の円又は２倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。

②すべての調整用基準点において３次元計測データの平均値との較差を、水平位置、標高について求め、その平均値との標準偏差等を求めるものとする。

③各調整用基準点における点検の結果、水平位置、標高の較差の平均値の絶対値が 50㎜ 以上又はＲＭＳ誤差が 50㎜ 以上の場合は、原因を調査の上、再計算処理又は再測等の是正処置を講じる。

④すべての調整用基準点での点検の結果、水平位置、標高の較差の平均値の絶対値が 50㎜ 以

上の場合で、標高調整用基準点の較差の傾向が作業地域全体で同じ場合は、地域全体の３次元データの標高値を上下の一律シフトの平行移動により補正を行う。また、水平調整用基準点の較差の傾向が、作業地域全体で同じ水平方向にシフトしている場合は、水平方向に一律シフトの平行移動及び回転により補正を行う。

⑤上記④の補正を行った後、再び上記③の点検を実施し、結果を次に示す調整用基準点調査票にとりまとめる。監督職員から提出の請求があった場合は速やかに提出するものとする。

## 調整用基準点検証精度管理表（標高）

| 地区名 | | ○○地区 | | | | | 作業者 | ○○ ○○ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 点検者 | ○○ ○○ | |
| 番号 | 点名 | 調整用基準点の標高 | 調整用基準点の計測点群データの平均標高 | 較差 △H | 番号 | 点名 | 調整用基準点の標高 | 調整用基準点の計測点群データの平均標高 | 較差 △H |
| 1 | G1 | 28.48 | 58.48 | 0.00 | 11 | | | | |
| 2 | G2 | 28.43 | 28.43 | 0.00 | 12 | | | | |
| 3 | G3 | 20.3 | 20.30 | 0.00 | 13 | | | | |
| 4 | G4 | 20.41 | 20.42 | 0.01 | 14 | | | | |
| 5 | | | | | 15 | | | | |
| 6 | | | | | 16 | | | | |
| 7 | | | | | 17 | | | | |
| 8 | | | | | 18 | | | | |
| 9 | | | | | 19 | | | | |
| 10 | | | | | 20 | | | | |

| | データ数 | 平均値（m） | 最大値（m） | 最小値（m） | 最大値－最小値 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 計測範囲全域の水準との差 | 4 | 0 | 0.01 | 0 | 0.01 | 0.01 |

図２－４８　鉛直調整用基準点調査票の様式

## 調整用基準点検証精度管理表（水平位置）

| 地区名 | | ○○地区 | | | | | 作業者 | ○○ ○○ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 点検者 | ○○ ○○ |
| 番号 | 点名 | 調整用基準点の水平座標 | | 3次元計測データによる調整用基準点の水平座標 | | 調整用基準点の3次元計測データの差 | | |
| | | X座標（①） | Y座標（②） | X座標（③） | Y座標（④） | ΔX（⑤=③−①） | ΔY（⑥=④−②） | ΔXY（$\sqrt{⑤^2+⑥^2}$） |
| 1 | G1 | 56.247 | 1024.313 | 56.26 | 1024.322 | 0.010 | 0.009 | 0.013 |
| 2 | G2 | 97.231 | 1342.213 | 97.24 | 1342.226 | 0.006 | 0.013 | 0.014 |
| 3 | G3 | 123.143 | 1399.74 | 123.15 | 1399.755 | 0.011 | 0.011 | 0.016 |
| 4 | G4 | 239.46 | 1011.473 | 239.46 | 1011.475 | 0.000 | 0.002 | 0.002 |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |

| | データ数 | 平均値（m） | 最大値（m） | 最小値（m） | 最大値−最小値 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 計測範囲全域のΔXの差 | 4 | 0.007 | 0.011 | 0.000 | 0.011 | 0.009 |

| | データ数 | 平均値（m） | 最大値（m） | 最小値（m） | 最大値−最小値 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 計測範囲全域のΔYの差 | 4 | 0.009 | 0.013 | 0.002 | 0.011 | 0.011 |

| | データ数 | 平均値（m） | 最大値（m） | 最小値（m） | 最大値−最小値 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 計測範囲全域のΔXYの差 | 4 | 0.011 | 0.016 | 0.002 | 0.014 | 0.015 |

図２−４９　水平調整用基準点調査票の様式

ｄ．３次元計測データの精度確認

調整した計測点群データから検証点の座標をもとめ、別途計測した検証点の標高及び水平位置座標値との差を算出する。ｘ，ｙ，ｚ座標のそれぞれの成分の差は±50㎜ 以内であること。確認結果は、次図に示す様式で整理し提出する。

**点検測量結果精度管理表（検証点・標高）**

| 地区名 | | ○○地区 | | 作業者 | ○○ ○○ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 点検者 | ○○ ○○ |
| 番号 | 点名 | 点検測量成果の標高 | 3次元計測データの平均標高 | 較差 ΔH | 合否 出来形計測で±50mm以内 起工測量で±100mm以内 出来高計測で±200mm以内 |
| 1 | K1 | 28.531 | 28.533 | 0.002 | 合格 |
| 2 | K2 | 28.512 | 28.515 | 0.003 | 合格 |
| 3 | K3 | 22.314 | 22.318 | 0.004 | 合格 |
| 4 | K4 | 24.921 | 24.931 | 0.010 | 合格 |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 較差の平均 | | | | 0.005 | |
| 較差の標準偏差 | | | | 0.007 | |

**点検測量結果精度管理表（検証点・水平）**

| 地区名 | | ○○地区 | | | | | 作業者 | ○○ ○○ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 点検者 | ○○ ○○ | |
| 番号 | 点名 | 検証点の計測座標 | | 3次元計測データによる調整用基準点の水平座標 | | 検証点の計測座標と3次元計測データによる調整用基準点の較差と合否 | | | |
| | | X座標 (①) | Y座標 (②) | X座標 (③) | Y座標 (④) | ΔX (③-①) | 合否 | ΔY (④-②) | 合否 |
| 1 | G1 | 56.247 | 1024.313 | 56.26 | 1024.322 | 0.010 | 合格 | 0.009 | 合格 |
| 2 | G2 | 97.231 | 1342.213 | 97.24 | 1342.226 | 0.006 | 合格 | 0.013 | 合格 |
| 3 | G3 | 123.143 | 1399.74 | 123.15 | 1399.755 | 0.011 | 合格 | 0.011 | 合格 |
| 4 | G4 | 239.46 | 1011.473 | 239.46 | 1011.475 | 0.000 | 合格 | 0.002 | 合格 |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 較差の平均 | | | | | | 0.007 | | 0.009 | |
| 較差の標準偏差 | | | | | | 0.009 | | 0.011 | |

図２－５０　検証点における測定精度の確認結果

### 7）出来形計測の留意点

ＵＡＶレーザーの計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象
・計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
・草や木などで地面が覆われている場所
・ＵＡＶレーザー計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、飛行等を含む安全性に十分考慮すること。
・衛星の配置や受信状態が悪いと高精度な計測が行えない場合があるため、事前に衛星の配置状況等を確認すること。

## １－６　ＴＳ（ノンプリズム方式）

### １－６－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形計測は、被計測対象の地形を概ね等間隔に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来高数量などを容易に算出することが可能となり、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のようにＴＳ（ノンプリズム方式）及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データ処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

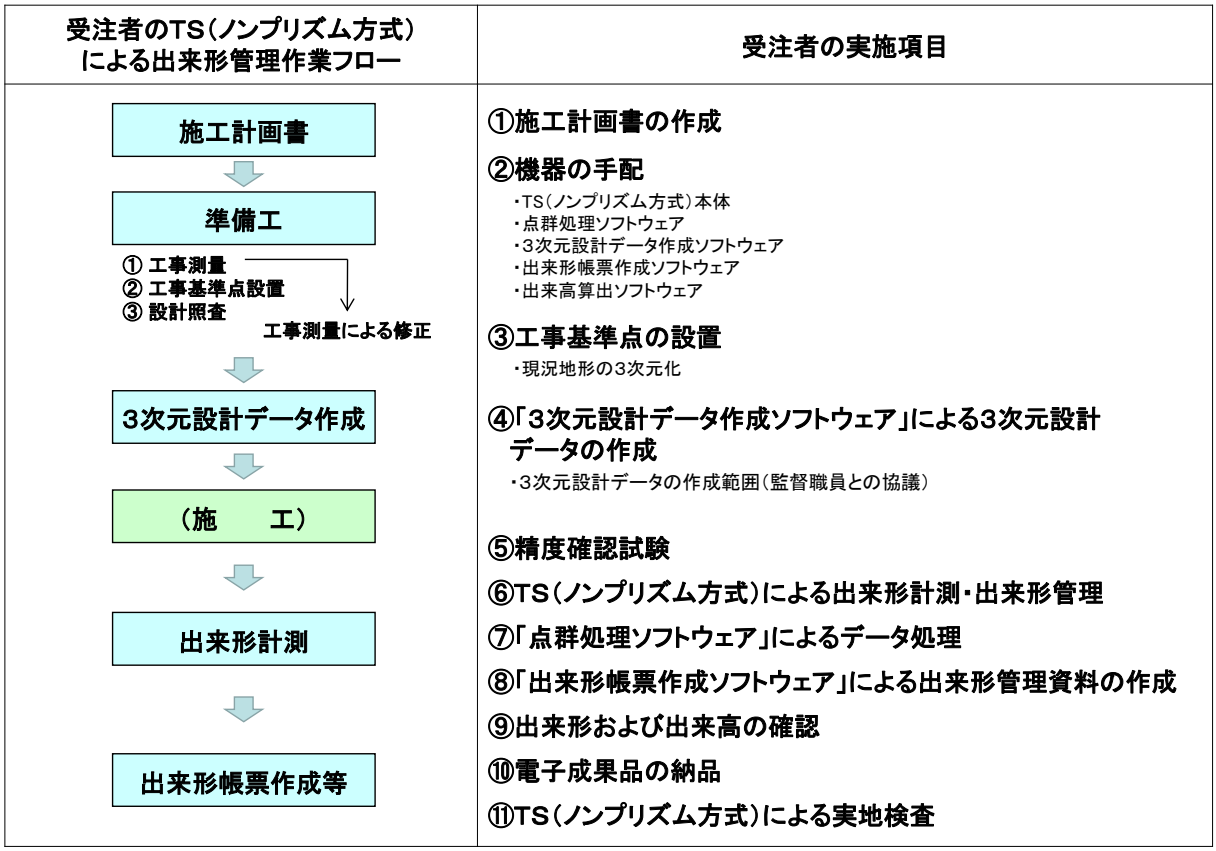



図２－５１　出来形管理の主な手順

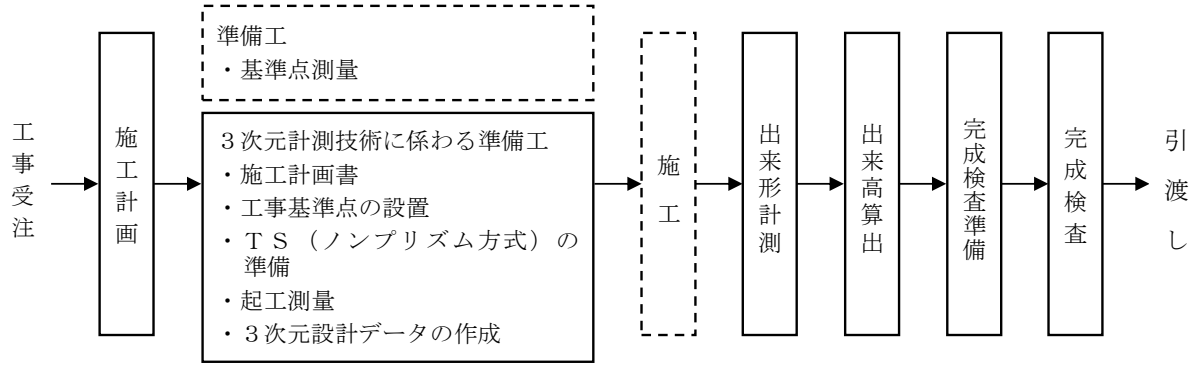



図２－５２　ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いる場合の業務の範囲

## １－６－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＴＳ（ノンプリズム方式）本体**

【解説】

図２-５３にＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）ＴＳ（ノンプリズム方式）本体**

ＴＳ（ノンプリズム方式）本体は、本体からターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して計測対象の相対的な位置座標を取得する。

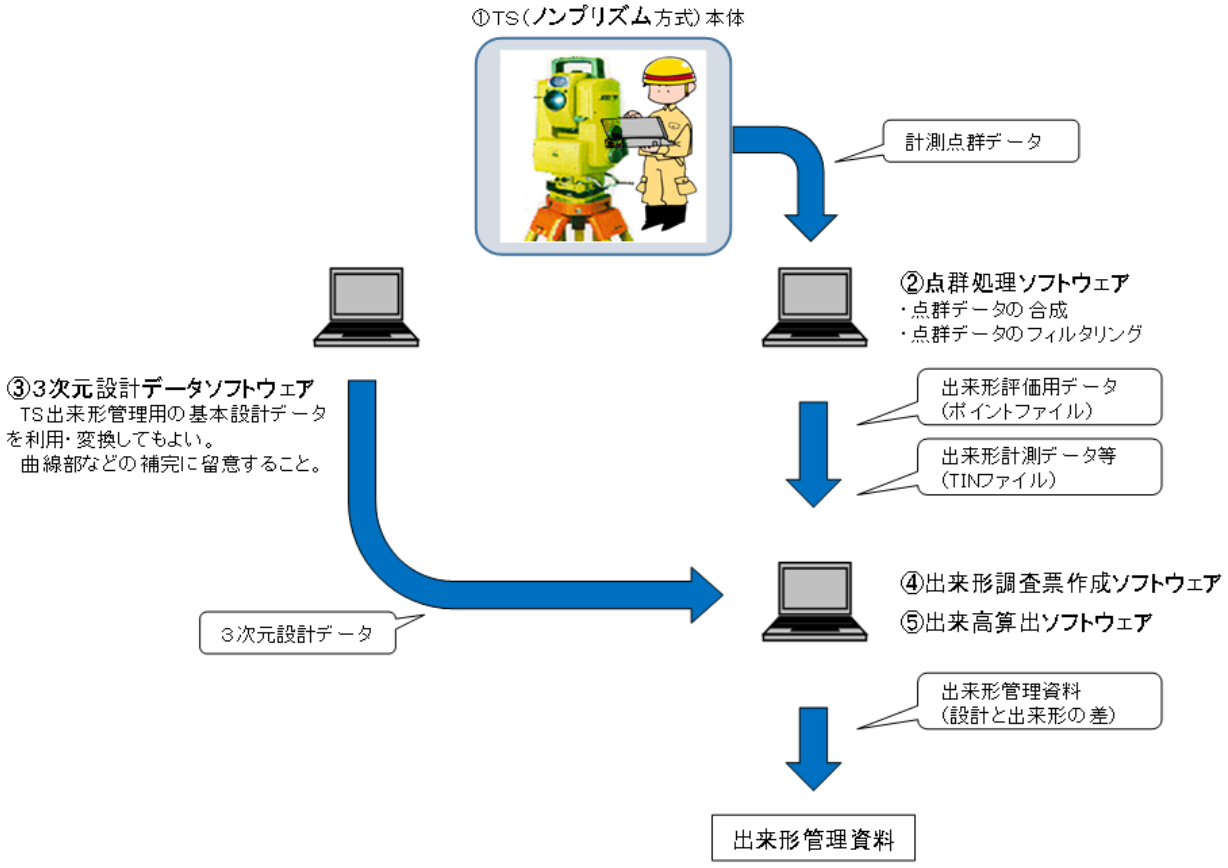



図２-５３　ＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形管理機器の構成例

## １－６－３　計測性能及び精度管理

ＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形計測で利用するＴＳ（ノンプリズム方式）本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳ（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するＴＳ（ノンプリズム方式）に要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±20mm 以内 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 部分払い出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±20mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ)<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

（「参考資料-8　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

1）計測性能

利用前に以下のＴＳ（ノンプリズム方式）の計測性能について、現状では定められた機器仕様の記述様式、機器検定手法がないことから、確認を行うこととする。

ａ．計測点を用いた精度確認：受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定し、ＴＳ（プリズム方式）による計測とＴＳ（ノンプリズム方式）による計測を行い、ＴＳ（プリズム方式）による計測値の差が平面精度±20㎜、鉛直精度±20㎜ 以内であるかを確認する（詳細は、「参考資料-8　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-9）」に記載）。受注者は、ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の実施前に上記の精度確認試験を実施し、その結果について、様式 2-9 を用いて提出する。

ｂ．事前確認の実施：a. の現場での計測性能の確認以外に、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合は、出来形計測の 12 か月前以内に実施した確認結果を様式 2-9 にて提出すること。

2）精度管理

ＴＳ（ノンプリズム方式）の管理が適正に行われていることを確認する書類（校正証明書あるいは検査成績書）を提出する。

## １－６－４　出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。**

**2）適用区域**

**本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。**

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**4）使用機器・ソフトウェア**

**ＴＳ（ノンプリズム方式）の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

**2）適用区域**

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

**4）使用機器・ソフトウェア**

ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＴＳ（ノンプリズム方式）及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②ＴＳ（ノンプリズム方式）本体

受注者は、出来形管理用に利用するＴＳ（ノンプリズム方式）本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出す

る。

| |
|---|
| 測定精度：計測範囲内で平面精度±20㎜、鉛直精度±20㎜ 以内<br>・・・様式 2-9 による精度確認試験を行うこと。 |

ａ．ＴＳ（ノンプリズム方式）の測定精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。このため、本管理要領（案）では、各現場の制約条件を考慮し計測範囲内で平面精度±20㎜、鉛直精度以内±20㎜ 以内の機器を利用できることとし、精度について現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-8　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-9)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．精度管理について、校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理（有効期限内）であることが明記されている資料を添付する。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

**受注者は、ＴＳ（ノンプリズム方式）を設置し、出来形計測を行う。**

**1）ＴＳ（ノンプリズム方式）の設置**

**ＴＳ（ノンプリズム方式）は、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、計測範囲に対して１回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。**

**2）ＴＳ（ノンプリズム方式）計測**

**１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上の出来形評価用データを直接計測する。**

**出来形計測の実施にあたっては、精度確認試験の確認距離内とする。**

**ただし、器械設置時はプリズムを用いた計測を行うこととし、ＴＳ（プリズム方式）における制限距離以内での計測を行う。**

【解説】

ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測では、対象物とＴＳ（ノンプリズム方式）の位置関係により測定精度に違いが生じる。このため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

**1）ＴＳ（ノンプリズム方式）の配置**

ＴＳ（ノンプリズム方式）と被計測対象の位置関係は、被計測対象となる範囲の全てが精度確認試験で確認した最大距離以内となる範囲を設定する。１回の計測で精度確認試験以上となる範囲がある場合は、設置箇所を複数回に分けて実施すること。

ＴＳ（ノンプリズム方式）の設置・計測に係わる留意点を以下に示す。

・ＴＳ（ノンプリズム方式）が水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置にＴＳ（ノンプリズム方式）を設置すること。
・ＴＳ（ノンプリズム方式）と被計測対象物ができるだけ正対したうえで工事基準点上に設置すること。なお、工事基準点上の設置によりがたい場合は、後方交会法による任意の未知点への設置を認めている。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、３次元設計データに登録されている点を用いること。
・器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。
・ＴＳ（ノンプリズム方式）と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測の留意点**

①計測密度設定の留意点

出来形計測を行う場合は、ＴＳ（ノンプリズム方式）と計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、出来形評価用データの点密度が１ｍ間隔以内（１点/㎡以上）で概ね等間隔に得られるよう計測する。

②測定時の留意点

ＴＳ（ノンプリズム方式）の計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行え

ないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象

・強風などで土埃などが大量に舞っている場合

・草や木などで地面が覆われている場所

## １－７　ＴＳ等光波方式

### １－７－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工管理データ（基本設計データ及び出来形計測データ）を搭載したトータルステーション（以下「出来形管理用ＴＳ」という）を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

出来形管理用ＴＳによる出来形管理は、計測した出来形計測点（道路中心線形又は法線、法肩、法尻等）の３次元座標値から、幅、法長、高さ・出来高を算出するので、従来の巻尺・レベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、望遠鏡を搭載しない等の光波方式による計測機器を含めたもの（以下「出来形管理用ＴＳ等光波方式」という）についても、同等の機能や精度を確認すれば、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえるものとする。

以下、出来形管理用ＴＳは、出来形管理用ＴＳ等光波方式と読み替えて運用する。

また、出来形管理用ＴＳに搭載する施工管理データは、３次元の設計データを持つために任意の横断面における丁張り設置や、出来形管理が効率的、正確に実施できる。さらに、情報が全て電子データであることから、ソフトウェアを用いて、計測から出来形帳票をデータの手入力なしに自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

以上のように出来形管理用ＴＳの利用の効果は大きいが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なることから、本管理要領（案）は、出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理を行うための手順や管理基準を明確に示したものである。受注者が行う出来形管理に焦点を当て、出来形管理用ＴＳの基本的取り扱い方法や計測方法及び各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値等を定めた。

| 受注者のTSによる<br>出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・出来形管理用TS本体<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>③工事基準点の設置<br>・現況地形の3次元化<br>④「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データ作成（面管理の場合）<br>・3次元設計データの作成範囲（監督職員との協議）<br>⑤精度確認試験<br>⑥出来形管理用TSによる出来形計測・出来形管理<br>⑦「点群処理ソフトウェア」によるデータ処理<br>⑧「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑨出来形および出来高の確認<br>⑩電子成果品の納品<br>⑪出来形管理用TSによる実地検査 |

図２－５４　出来形管理の主な手順

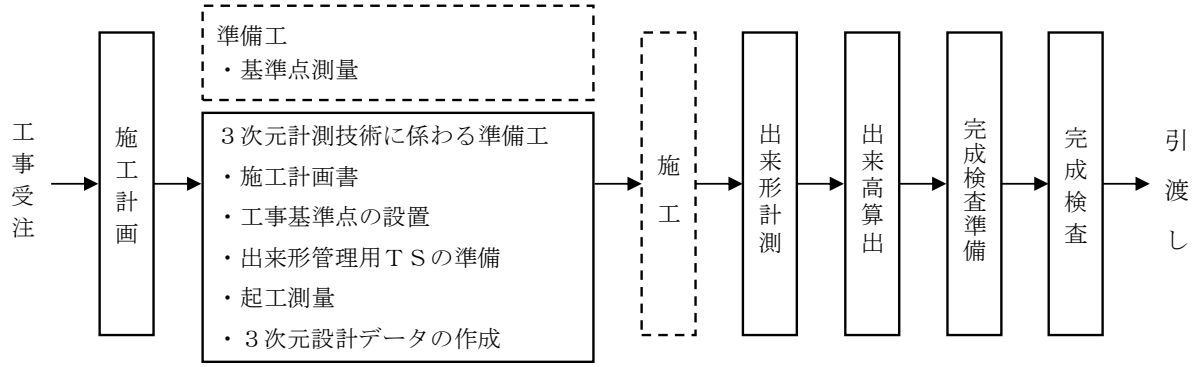



図２－５５　ＴＳ等光波方式を用いる場合の業務の範囲

## １－７－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＴＳ等光波方式による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

【解説】

図２－５６にＴＳ等光波方式を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用ＴＳは、３次元設計データ作成ソフトウェアで作成した３次元設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

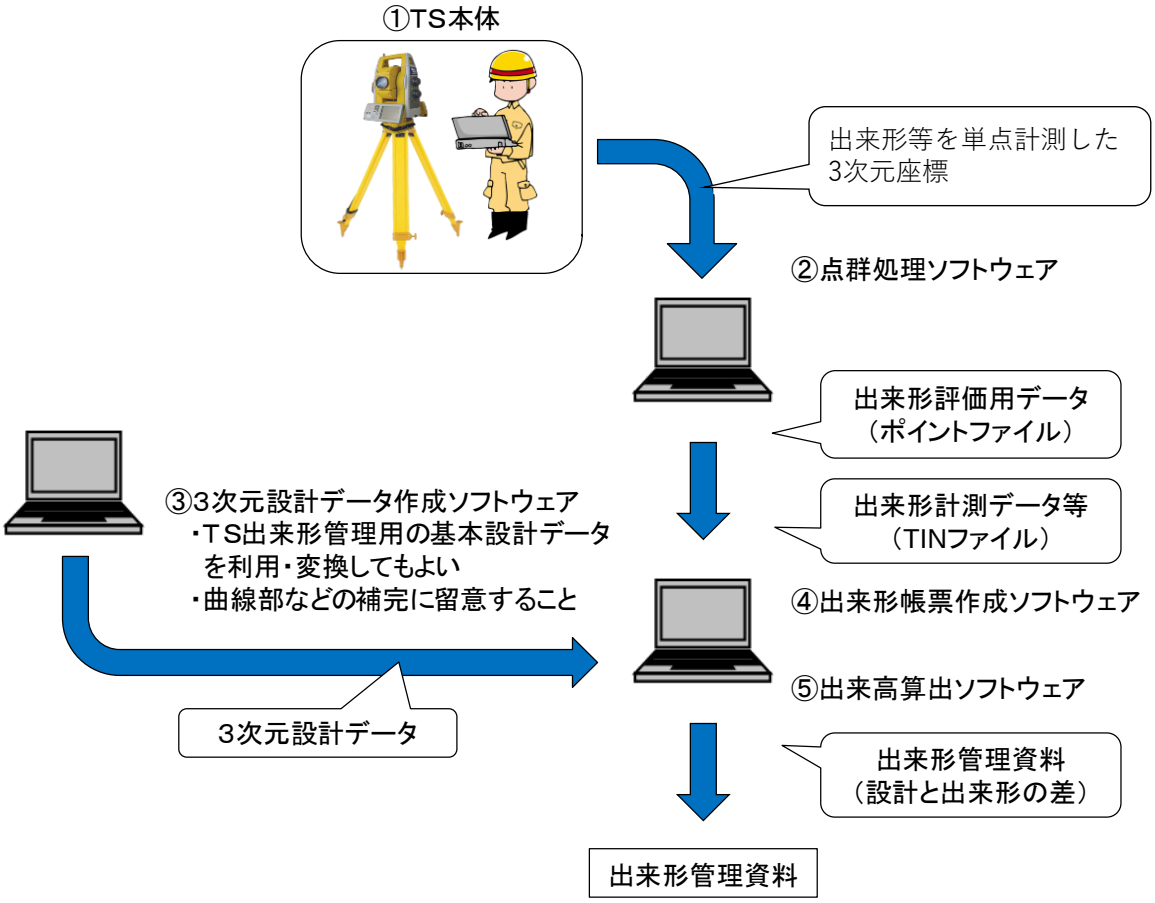



図２－５６　出来形管理用ＴＳによる出来形管理機器の構成例

## １－７－３　出来形管理用ＴＳソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＴＳソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定された機能及び性能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）に基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場で出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用ＴＳが必要となる。

「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」は、本管理要領（案）に基づいて出来形確認を行うため、出来形管理用ＴＳソフトウェアが有すべき機能を規定したものである。以下に、面管理を行う場合に必要となる機能に「(必須)」、備えることを任意とする機能に「(任意)」と記載した。

(1) 施工管理データの読込み機能（任意）
(2) ＴＳの器械位置算出機能（必須）
(3) 線形データの切替え選択機能（任意）
(4) 基本設計データの確認機能（任意）
(5) ＴＳとの通信設定確認機能（任意）
(6) 任意点での出来形管理機能（必須）
(7) 管理断面での出来形管理機能（任意）
(8) 延長の管理機能（任意）
(9) 計測距離制限機能（必須）
(10) 出来形計測データの登録機能（任意）
(11) 出来形計測データの取得漏れ確認機能（任意）
(12) 監督検査現場立会い確認機能（任意）
(13) 施工管理データの書出し機能（任意）

図２－５７は、上記(7)管理断面での出来形管理機能の例を示している。左図のように、出来形管理用ＴＳでは、出来形計測と同時に基本設計データとの高さの差が確認できる。また、右図のように、法長、幅等の長さを構成する点が既に計測済みである場合は、これについても確認できる機能を有している。さらに、出来形管理用ＴＳでは、これらの出来形計測データを出来形計測対象点（法肩や法尻等）を識別して記録することが可能であり、このことにより計測後に自動的に帳票作成が可能である。

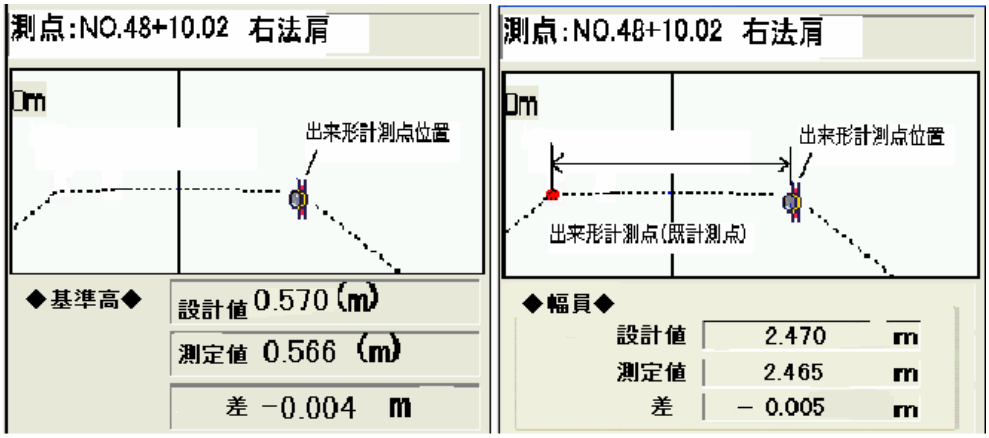



図２－５７　出来形管理用ＴＳによる出来形確認画面例

## １－７－４　計測性能及び精度管理

出来形管理用ＴＳは、国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳの性能について監督職員の承諾を受けること。以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測 | 公称測定精度:<br>±(5mm＋5ppm×D)以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D 値は計測距離(m)、ppm は $10^{-6}$<br>例:計測距離 100m の場合は、<br>±（5mm ＋5×$10^{-6}$ × 100m）<br>＝±5.5mm の誤差となる | 国土地理院で規定がない場合:<br>【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m メッシュ) |
| 部分払い出来高計測 | | | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m メッシュ) |
| 出来形計測 | | | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m メッシュ)<br>【出来形評価用】 1 点以上/1 ㎡(1m×1m メッシュ) |

【解説】

### 1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに３級ＴＳがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＴＳ本体は、３級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

ＴＳの計測性能は、国土地理院３級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-10)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

### 2）精度管理

ＴＳの精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、「参考資料-16　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い精度確認試験を実施し、その結果を様式 2-16 にて提出する。地上移動体搭載型プリズムを用いる場合は、「参考資料-1　地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い精度確認試験を実施し、その結果を様式 2-17 にて提出する。

## １－７－５　出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**適用工種に該当している工種を記載する。**

**2）適用区域（面管理する場合）**

**本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。**

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**4）使用機器・ソフトウェア**

**出来形管理用ＴＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

**2）適用区域（面管理する場合）**

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、出来形管理用ＴＳによる出来形管理部分については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

**4）使用機器・ソフトウェア**

出来形管理用ＴＳによる出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された出来形管理用ＴＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②出来形管理用ＴＳ本体

受注者は、出来形管理用ＴＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

| | |
|---|---|
| 国土地理院<br>認定３級以上 | 測距精度：±（5㎜＋5ppm×D）※<br>最小読定値：20″以下 |

※：Ｄ値は計測距離(m)、ppm は $10^{-6}$
計測距離 100m の場合、±（5㎜＋5×$10^{-6}$×100m）＝±5.5 ㎜の誤差となる。

ａ．ＴＳの計測性能が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを記載する。(国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である)
国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-10)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

③ソフトウェア

受注者は、本管理要領（案）により利用する「出来形管理用ＴＳソフトウェア」については、別途定める「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定する性能を有するソフトウェアであることを、また、「基本設計データ作成ソフトウェア」及び「出来形帳票作成ソフトウェア」については、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編)」に規定する性能を有するソフトウェアであることを示すメーカーのカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書の添付資料として提出する。

面管理に利用する場合は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

１．出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測

**受注者は、出来形管理用ＴＳを設置し、出来形計測を行う。**

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

**出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置すること。なお、工事基準点上の設置によりがたい場合は、後方交会法による任意の未知点への設置を認めているので、詳細は「２．出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測（任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合）」の記載を参照されたい。**

**2）出来形計測**

**出来形計測の実施にあたっては、出来形管理用ＴＳから出来形計測点までの斜距離を３級ＴＳは 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする。**

**面管理の場合の出来形計測は、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上の出来形評価用データを直接計測する。**

【解説】

一般にＴＳの高さ測定精度はレベル（水準儀）には及ばないが、３級ＴＳによる実証実験により計測距離が 100m 以内であればレベルでの計測値に対する差が±５mm 以内で、現行の出来形計測結果と比較しても遜色がないことを確認している。このことから、出来形計測時の出来形管理用ＴＳと出来形計測点までの斜距離の制限値を３級ＴＳは 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とした。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

**1）出来形管理用ＴＳ設置時の留意点**

・出来形管理用ＴＳが水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データ又は３次元設計データに登録されている点を用いること。
・器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。ただし、地上移動体搭載型プリズム・傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、この限りではない。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測の手順と留意点**

1. 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用ＴＳを用い、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形又は法線や法肩、法尻等）の選択を行う。
2. 出来形計測対象点にプリズムを設置し、出来形管理用ＴＳの望遠鏡をプリズム方向に向ける。計測中にやむを得ず、プリズムの高さを変更した場合は確実に相互確認する。また、プリズムは傾きや地面への刺さりがないよう正しく設置する。ただし、傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は「参考資料-16　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に、地上移動体搭載型プリズムを用いる場合は「参考資料-1 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す試

験法により、所要の精度が得られることが確認された計測条件の範囲内での使用を認める。ただし、地上移動体搭載型プリズムは測線の縦横断勾配が大きくなるほど誤差が増大する傾向があるため、出来形計測時の測線の方向は極力縦横断勾配が少なくなるように定めること。出来形管理用ＴＳでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能なので、現行の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭や目串などの設置）を事前に行わずとも計測できる。

3. 出来形管理用ＴＳの望遠鏡で正確にプリズムを視準して出来形計測対象点の計測を行う。出来形管理用ＴＳは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は、計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。また、出来形管理用ＴＳでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考えて自由に設定することができる。その際、出来形計測点１つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点２つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの時は長さの判定を行うことが可能である。
4. 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する必要がある。
5. 出来形管理用ＴＳで確認した出来形計測データの記録を行う。出来形計測データは、各点の計測後に出来形計測対象点とともに記録する必要がある。

上記 1. ～5. を繰り返して計測する。

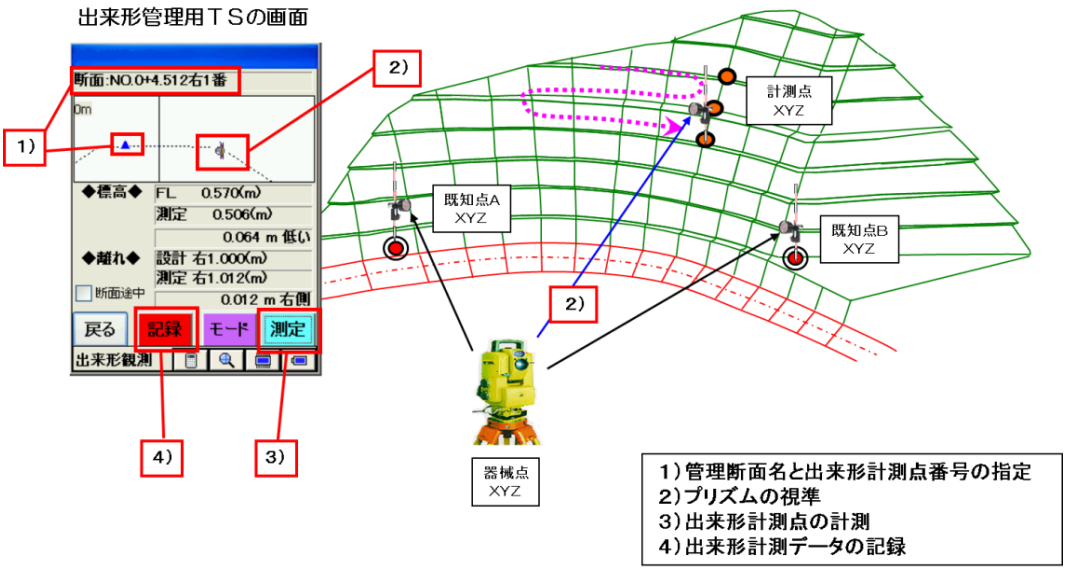



図２－５８　現場における作業手順例

6. 面管理の場合の出来形評価用データは、点密度で１ｍ間隔以内（１点/㎡以上）で概ね等間隔で得られるよう計測する。

２．出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測（任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合）

**出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の工事基準点を観測できる場合は任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置することができる。未知点に出来形管理用ＴＳを設置する際は、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する工事基準点間の夾角（複数の場合はその一つ）は 30～150° 以内でなければならない。**

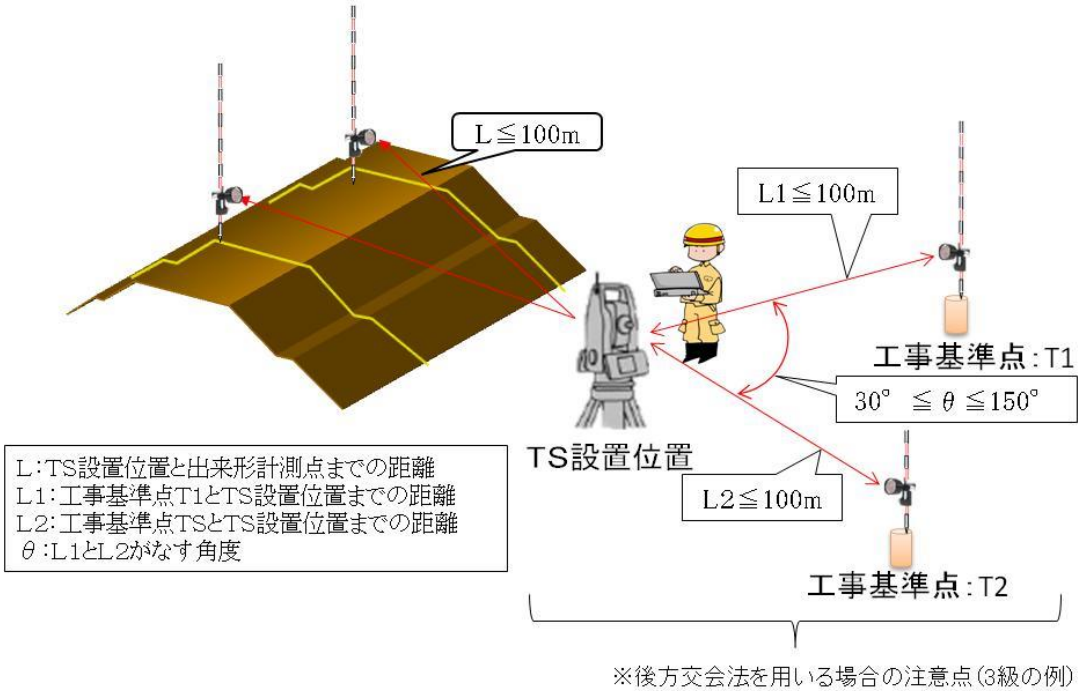
【解説】

出来形管理用ＴＳの設置について、出来形計測箇所を観測できる位置に工事基準点を設置できない場合や、工事基準点からの計測では計測範囲が狭く作業効率が著しく低下する場合などを考慮して、後方交会法により任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置できることとした。

留意点を以下に示す。

・後方交会法は、工事基準点間の夾角が適正でなければ器械位置の算出誤差が大きくなる。本管理要領（案）では、平成 17 年度の実証実験結果を基に、後方交会法実施時の夾角を 30～150° に制限することとした。後方交会法の実施時には、出来形管理用ＴＳの位置計算時に表示される較差を必ず確認し、出来形管理用ＴＳの設置位置算出が適正であるかを確認すること。

・後方交会法で利用する工事基準点までの斜距離は、３級ＴＳは 100m（２級ＴＳは 150m）以内とする。




３級ＴＳ：L≦100m，L1≦100m，L2≦100m，30° ≦ θ ≦150°

２級ＴＳ：L≦150m，L1≦150m，L2≦150m，30° ≦ θ ≦150°

図２－５９　後方交会法

## １－８　ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### １－８－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工管理データ（基本設計データ及び出来形計測データ）を搭載したＲＴＫ法によるＧＮＳＳ測量器（以下「出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ」という）を用いた出来形管理の方法を規定するものである。

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理は、計測した出来形計測点（道路中心線形又は法線、法肩、法尻等）の３次元座標値から、幅、法長、高さ等を算出するので、従来の巻尺・レベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳに搭載する施工管理データは、３次元の設計データを持つために任意の横断面における丁張り設置や、出来形管理が効率的、正確に実施できる。さらに、情報が全て電子データであることから、ソフトウェアを用いて、計測から出来形帳票をデータの手入力なしに自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

以上のように出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの利用の効果は大きいが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なることから、本管理要領（案）は、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理を行うための手順や管理基準を明確に示したものである。

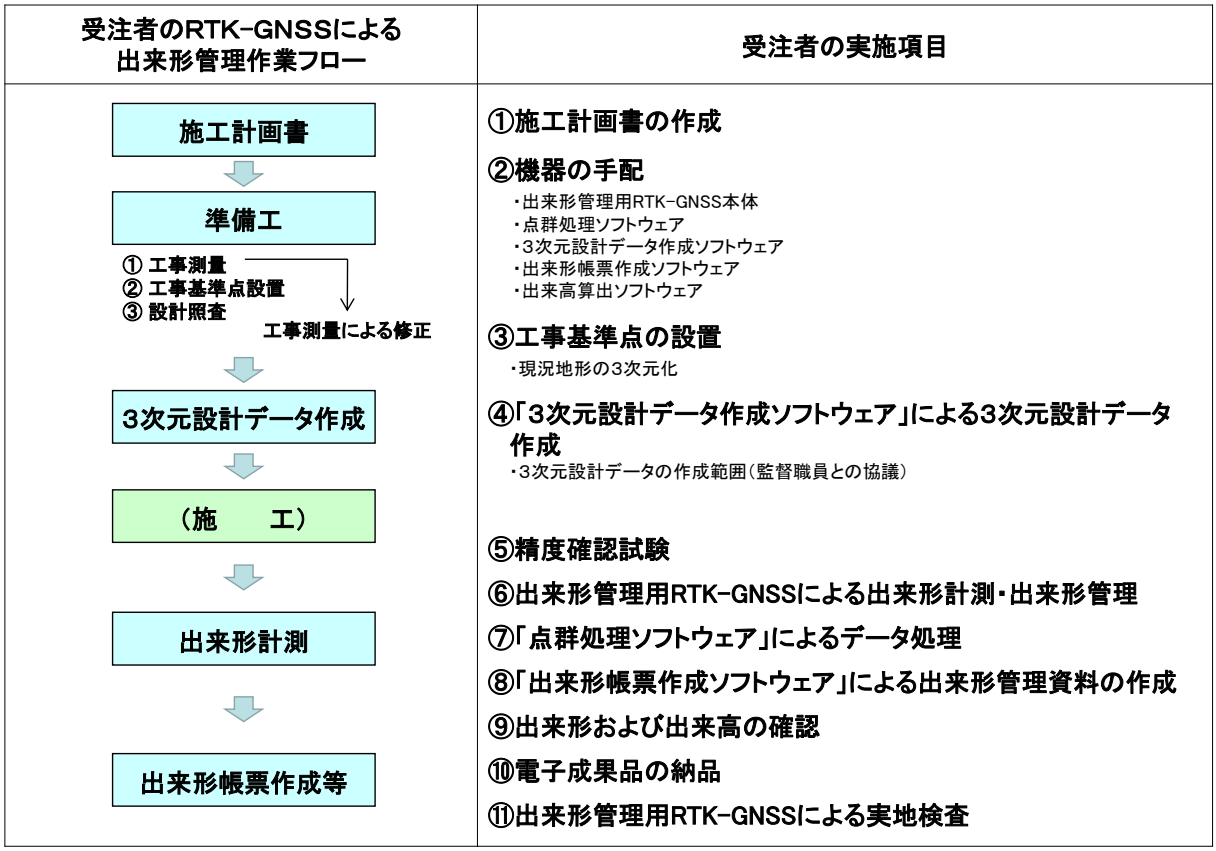



図２－６０　出来形管理の主な手順

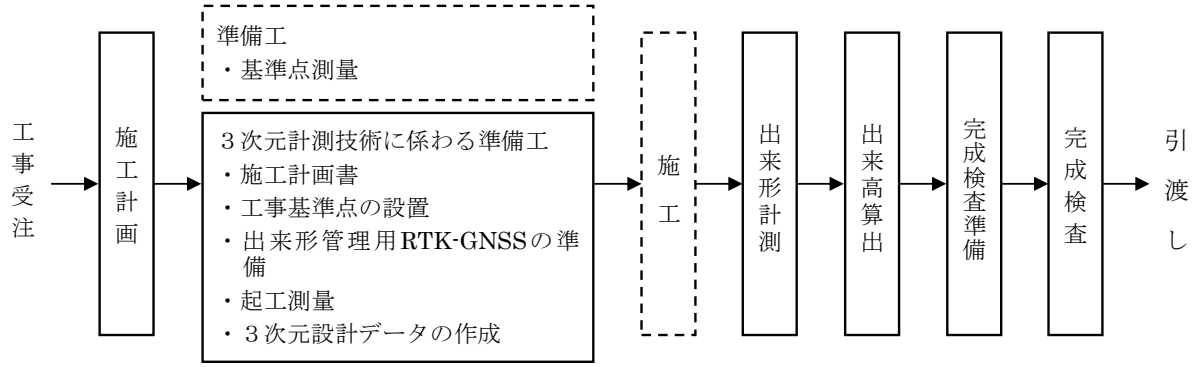



図２－６１　ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の業務の範囲

## １－８－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ（ハードウェア及びソフトウェア）**

【解説】

図２-６２にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ（ハードウェア及びソフトウェア）**

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、３次元設計データ作成ソフトウェアで作成した３次元設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。なお、高さ補正機能として、高さ補正機能を持つ高さ補正装置が別途付属する場合がある。

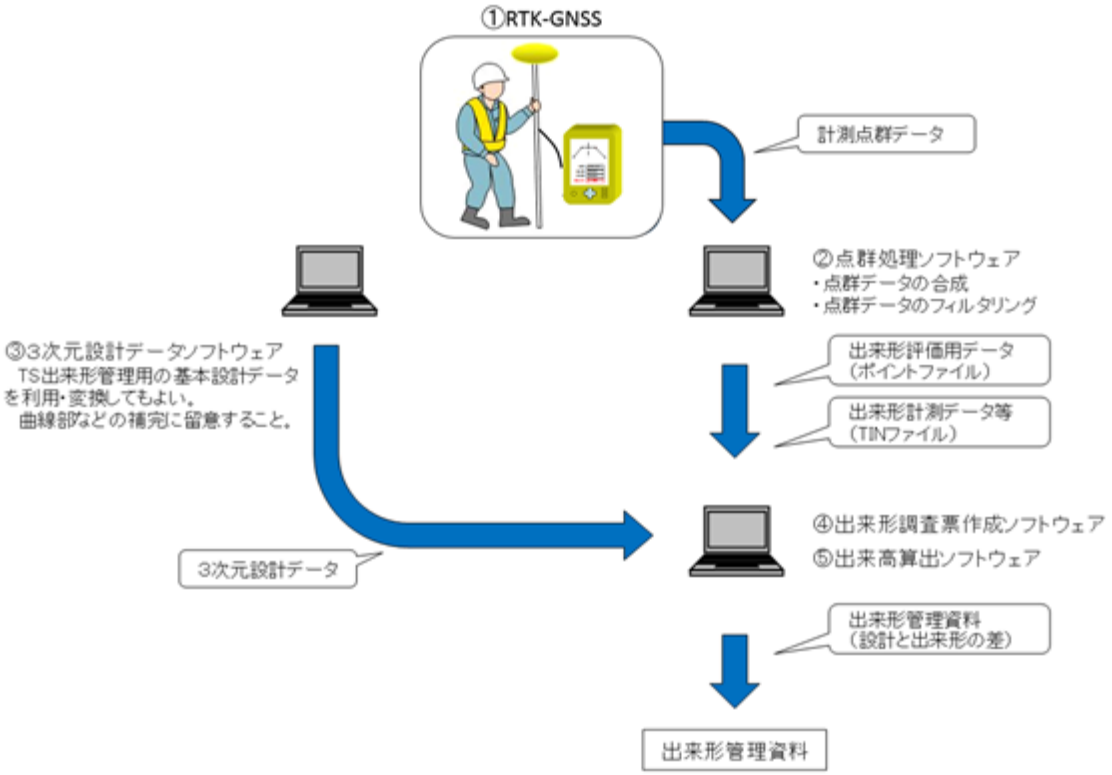



図２-６２　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理機械の構成例

### １－８－３　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェアは、以下の機能及び性能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）に基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場で出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳが必要となる。

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェアが有すべき機能を以下に示す。

(1) ＲＴＫ－ＧＮＳＳの基準局及びローカライゼーション機能
　ＧＮＳＳ座標系と現場座標系を合わせるためのローカライゼーションを行う機能

(2) 任意断面での出来形管理機能
　計測者が判断した任意の位置において出来形計測を実施した場合に、計測値に対応する設計値を自動算出し、設計値と計測値の差を示す機能

(3) 施工管理データの書出し機能
　出来形計測後に出来形帳票を作成するためのソフトウェアにデータを出力できる機能

(4) 高さ補正機能の動作状況確認機能（高さ補正機能を使用する場合のみ）
　高さ補正機能を使用する場合で、状況により補正機能が停止した場合に、これを計測者に知らせる機能。

## １－８－４　計測性能及び精度管理

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、国土地理院認定１級（２周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＲＴＫ－ＧＮＳＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、１級（２周波）の性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測 | 公称測定精度：±（20mm＋2×$10^{-6}$×D）<br>最小解析値　：1mm<br>例：計測距離 500m の場合は、±（20mm＋2×$10^{-6}$×500m）＝±21mm の誤差となる | 【鉛直方向】<br>±30mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ） |
| 部分払い出来高計測 | | | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ） |
| 出来形計測 | | | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m ﾒｯｼｭ） |
| | | | 【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m ﾒｯｼｭ） |

【解説】

1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、３～４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに１級（２周波）又は２級（１周波）ＧＮＳＳ測量機があげられている。一方、ＧＮＳＳ測量機の製品提供企業が掲げる仕様では、ＲＴＫ法への対応は１級（２周波）のみとなっている。よって、出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ本体（ＧＮＳＳ測量機本体）は、１級あるいは同等以上の計測性能を有することとする。

ＲＴＫ－ＧＮＳＳの計測性能は、国土地理院１級の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による１級同等以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級同等以上であることが明記されている場合は１級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

2）精度管理

ＧＮＳＳ測量機の精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

高さ計測に高さ補正機能を用いる場合、高さ補正機能の精度管理が適正に行われていることを証明する公的な検定制度及び校正証明書等で確認することができる。これが無い場合、測量機器メーカーの発行する検査成績書（１年以内）で確認することができる。検査成績書（１年以内）に代えて、「参考資料-10　高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート（様式 2-11）」で確認してもよい。

発行日　2014 年 3 月 13 日

# 検　査　成　績　書

高さ補正機能測量機

品　　名：●●●-●●
機械番号：AA-BBB
検 査 日：2014 年 3 月 13 日

社内検査の結果、下記のとおり合格したことを証明致します。

| NO. | 検査項目 | 測定結果 | 許容値 |
|---|---|---|---|
| 1 | 高さ分解能 | 良 | 1″ |
| 2 | 自動補正範囲 | 良 | ±3° |

会社名　(株)●●●　■■■部　　責任者　㊞　　検査者　㊞

図２－６３　検査成績書(高さ補完補正機能部分)

## １－８－５　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域（面管理する場合）

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は土工部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理部分については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

5）機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

6）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ本体

受注者は、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理

院認定１級（２周波）と同等以上かつ、出来形管理に必要な鉛直精度を満たす計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

| | |
|---|---|
| 国土地理院認定１級（２周波）と同等以上 | 公称測定精度：±（20mm＋2×$10^{-6}$×D）<br>最小解析値：１mm |

計測距離 500m の場合、±（20mm＋2×$10^{-6}$×500m）＝±21mm の誤差となる。

| | |
|---|---|
| 出来形管理に必要な要求精度 | ４級基準点と同等以上の基準点との較差が<br>平面　±20mm 以内、鉛直　±30mm 以内 |

ａ．ＲＴＫ－ＧＮＳＳの測定精度が国土地理院による１級（２周波）と同等以上の認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による１級（２周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級（２周波）同等以上であることが明記されている場合は、１級（２周波）と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）

ｂ．ＲＴＫ－ＧＮＳＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

ｃ．高さ補正機能を用いる場合は、出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（１年以内）を添付する。検査成績書（１年以内）に代えて、「参考資料-10　高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート（様式 2-9）」で確認した結果（１年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ｄ．高さ補正機能を用いる場合でレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

①ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

**受注者は、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを設置し、出来形計測を行う。**

**1）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの基準局の設置**

**出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳで利用する基準局は、工事基準点上に設置すること。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。**

**なお、ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳの移動局のみで測位する場合はこの限りでない。**

**2）ローカライゼーション**

**ＧＮＳＳ座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行うこと。**

**3）出来形計測**

**出来形計測の実施にあたっては、誤差を確認しながら行うこと。**

**面管理の場合の出来形計測は、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上の出来形評価用データを直接計測する。**

【解説】

必要な位置情報を取得する機器は、基線長が長くなると無線通信等が不安定となりやすいので、障害物、障害電波などの無いことを留意する必要がある。無線通信距離は条件により大きく変わるが、ＧＮＳＳ測量機に一般的に搭載されている免許不要の無線通信方式の場合、良好な無線通信距離のおおよその目安は、通常で 500m 程度、条件がよいと１km 程度である。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

**1）基準局の定義**

ここで言う基準局とは、ＲＴＫ－ＧＮＳＳの基準局、又は高さ補正装置としての基準局とする。

**2）ＧＮＳＳ基準局設置の留意点**

1. 出来形計測点を効率的に取得できる位置に基準局を設置すること。（例：無線通信が障害物に阻害されにくい高台、基準局のカバーエリアを十分利用できる工区中央）
2. 工事基準点は、３次元設計データや基本設計データに登録されている点を用いること。
3. 基準局及び移動局は傾きがないように正しく設置すること。
4. 計測中に基準局が動かないように確実に設置すること。
5. 設定時に単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
6. 上空の遮蔽物やビル等による反射波（マルチパス）の影響に注意すること。
7. 別途高さ補正機能を供するメーカーの保証する条件に従って行うこと。

**3）ローカライゼーションの留意点**

1. ＧＮＳＳ座標系と現場座標系にズレがある現場では、座標系を合わせるためのローカライゼーションを実施する必要がある。出来形値（幅、法長）は２点間の相対距離で求まるが、出来形値（標高）は現場座標系で行う必要がある。また、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機器の導入効果を得るために、丁張り設置など日々の位置出し作業等でも活用する観点からも、座標系にズレがある場合はローカライゼーションを行う必要がある。
2. ローカライゼーションは、工事基準点の計測・登録した際の計測誤差の影響を受けることになる（図２-６４）。そのため、ローカライゼーションは測定精度を確保できた条件で行う必要がある。よって、ＤＯＰ値が小さい状態で、通常の計測時間である 10 秒間よりも長時

間の計測を行うことが望まれる。

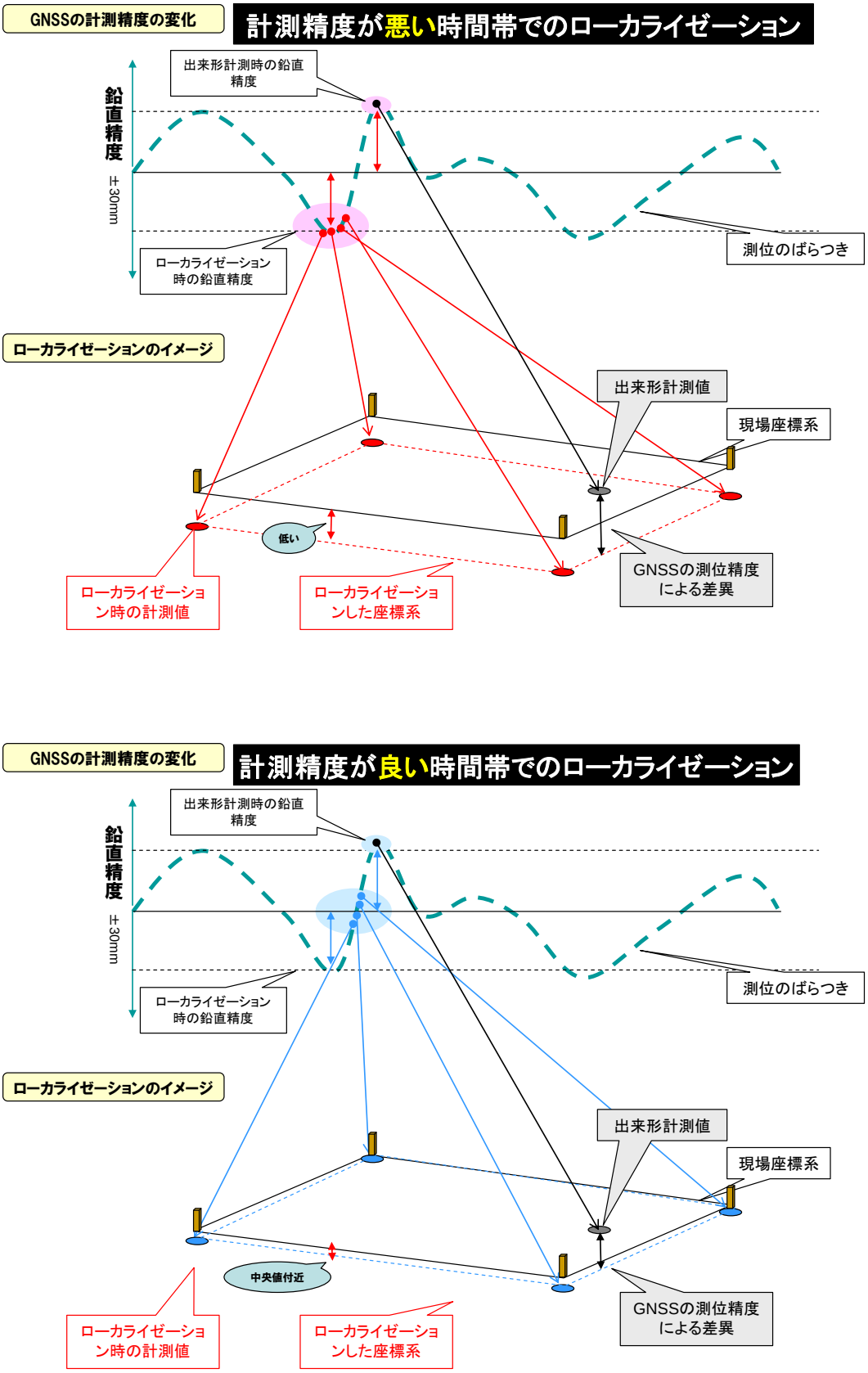



図２－６４　ローカライゼーションの留意点

### 4）出来形計測の手順と留意点

各工種に関する事項は、「第３章　第６節　出来形管理」を参照されたい。

1. 初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差が無いことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20㎜以上又は鉛直方向±10㎜以上（面管理の場合は±30㎜以上）ある場合は、再度、初期化を行う（図２－６５）。高さ補正機能を使用する場合は、鉛直方向の計測は高さ補正機能により安定した計測値が得られることから、「参考資料-10　高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート」により必要な測定精度の確保が確認された範囲で利用する限り、鉛直方向で±10㎜を大きく超える誤差は発生し難いが、万一、発生した場合、再度、初期化しても改善されない場合、原因として考えられる工事基準点や機器設置のミスや接触による移動なども念頭に対処する必要がある。

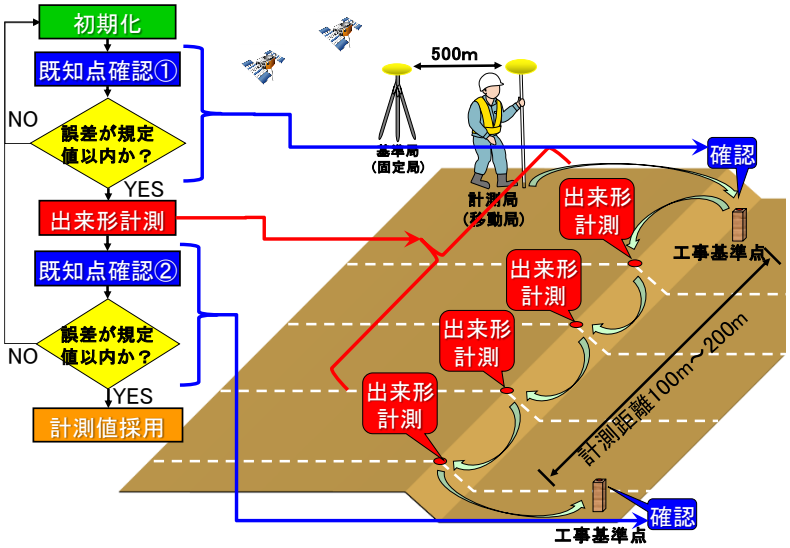



図２－６５　初期化と計測の手順

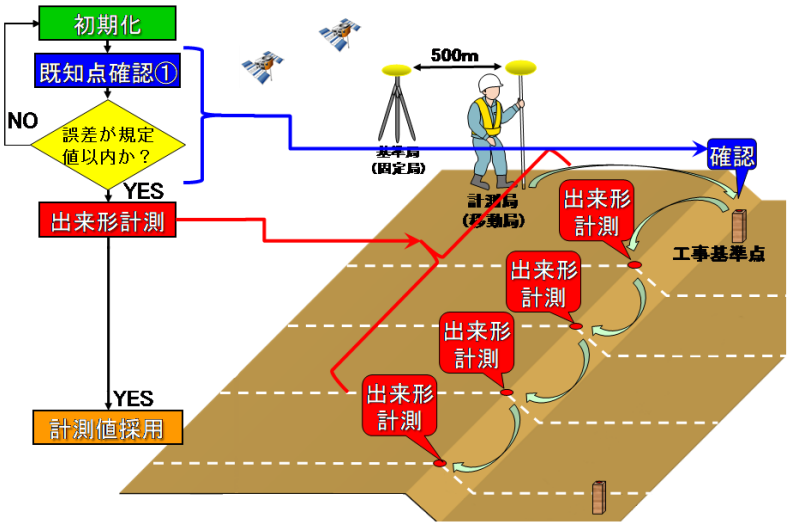



図２－６６　初期化と計測の手順（高さ計測精度が確認されたＲＴＫ－ＧＮＳＳの場合）

2. 出来形計測対象点に移動局を設置した上で、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量に準拠しＦＩＸ解を得てから 10epoch 以上を計測する。なお、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量に準拠すれば測定精度の確認用に２セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、実証実験結果を見ると直ぐに確認した場合は２セット間の較差が小さく、また、他点の計測を一巡した後で再計測する方法では作業効率が悪くなるため、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳでの出来形計測では、１セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする（図２-６５）。万一、測定精度が悪化している場合に、それまでの計測作業で得た計測値は測定精度がある状態で得たデータか判断できないため採用せず、再度、計測する必要がある。よって、以降の出来形の計測作業で計測の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔あるいは時間間隔で初期化を行うことが望ましい。ＲＴＫ－ＧＮＳＳの場合、望ましい計測間隔の目安は 100～200m 程度、時間間隔は 30 分～１時間程度である。なお、「**参考資料-15　断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書**」で高さ計測精度が確認されたＲＴＫ－ＧＮＳＳについては、この限りではない。

3. 出来形計測を円滑に行うために、計測の実施前に、衛星配置の予測ソフトウェアなどを用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーＨＰなどで入手可能である。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）で衛星捕捉状況が変化するので、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

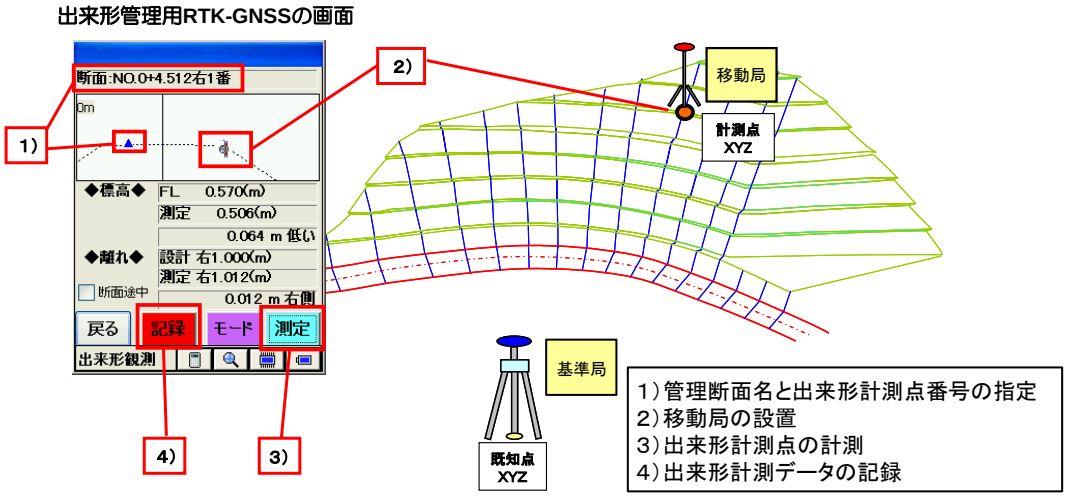



図２－６７　現場における作業手順例

4. 面管理の場合の出来形評価用データは、点密度を１ｍ間隔以内（１点/㎡以上）で、概ね等間隔で得られるよう計測する。

## １－９　施工履歴データ

### １－９－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工履歴データを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＩＣＴ建設機械は、オペレータへの操作支援又は作業装置の自動制御を行うため、施工中は作業装置の３次元座標をリアルタイムで取得している。この３次元座標は、取得時刻等とともに記録、保存される。（以降、記録データを「施工履歴データ」という）

施工中に得られた施工履歴データと点群処理ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握したり出来高数量等を容易に算出することが可能となり、従来の計測にかかる手間の大幅な削減と、面的な出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。また、施工と同時に施工履歴データが記録されるため、出来形計測を待たず、次工程の段取りが可能となるため、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

以上のように施工履歴データ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者の施工履歴データによる出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>→ 工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ入力<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・ICT建設機械本体<br>・車載PC<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>③工事基準点の設置<br>④RTK-GNSSまたはTSの適応確認<br>⑤「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成<br>⑥GNSS基準局の設置またはTSの設置<br>⑦車載PCの設定<br>⑧精度確認試験<br>⑨施工履歴データの取り出し<br>⑩施工履歴データによる出来形計測・出来形管理<br>⑪「点群処理ソフトウェア」によるデータ処理<br>⑫「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑬出来形および出来高の確認<br>⑭電子成果品の納品 |

注１）「掘削工（水中部）（面管理の場合）」を行う場合は、第５編 河川浚渫工事編による。

図２－６８　出来形管理の主な手順

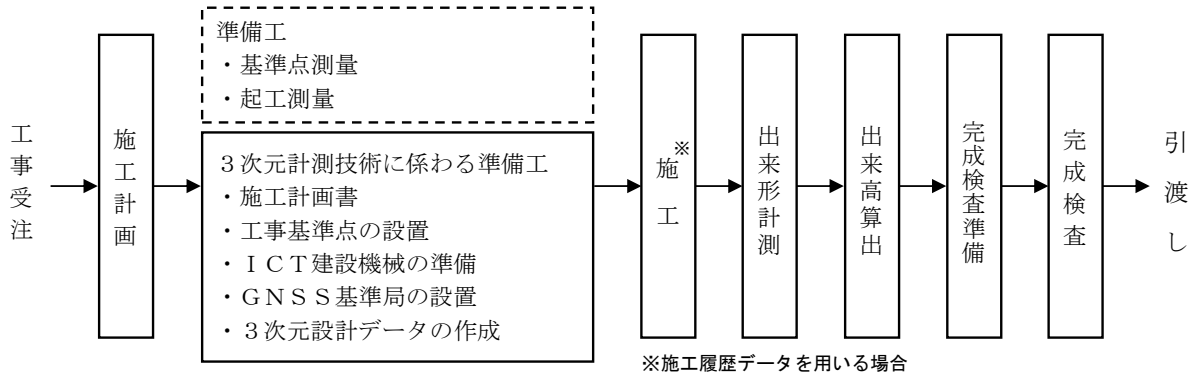



図２－６９　施工履歴データを用いる場合の業務の範囲

## １－９－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＩＣＴ建設機械の施工履歴データによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

【解説】

施工履歴データを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

### 1）ＩＣＴ建設機械本体

本管理要領（案）を適用するためには、施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録する機能を有するＩＣＴ建設機械を使用する必要がある。

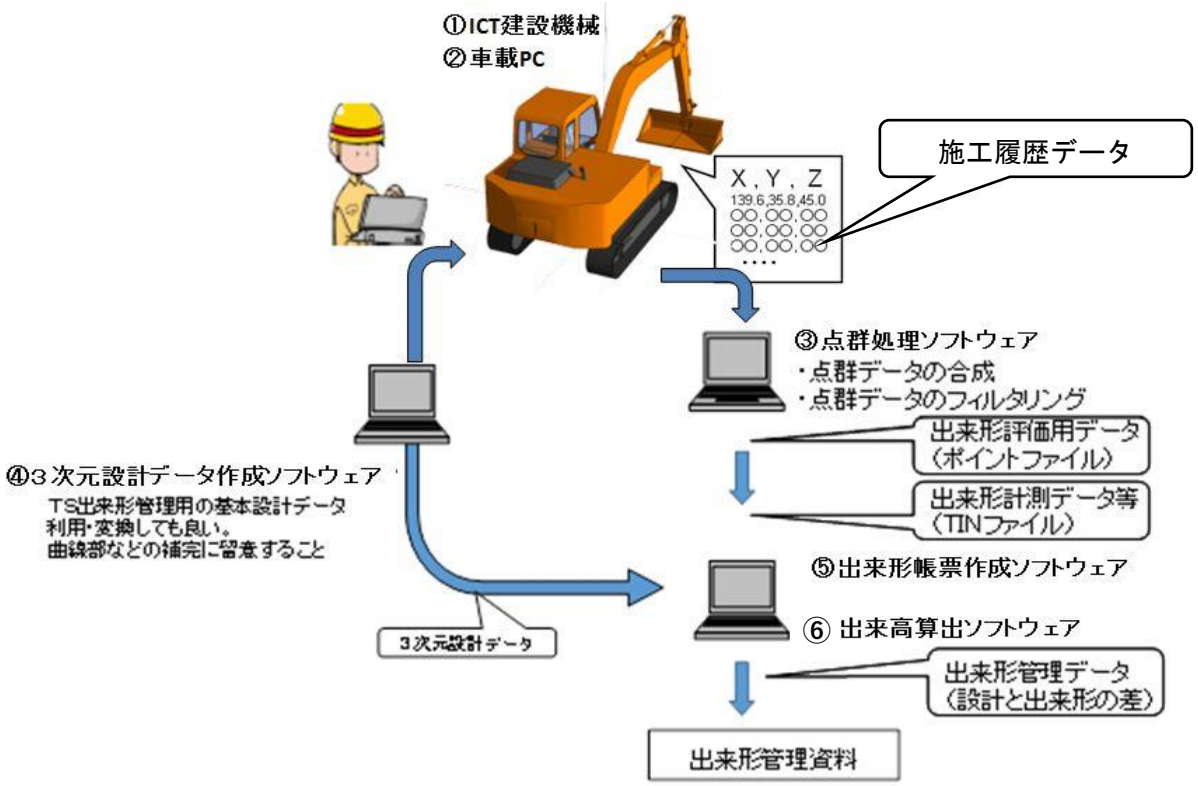



図２－７０　施工履歴データによる出来形管理機器の構成例

## １－９－３　計測性能及び精度管理

施工履歴データによる出来形・出来高計測で利用するＩＣＴ建設機械本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理・出来高算出を行う場合は、利用するＩＣＴ建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 部分払い<br>出来高計測 | ■ICTバックホウ・ブルドーザ・3DMGローラ（①②どちらかを実施）<br><br>【① 実際に掘削・整形作業を行う方法】<br>法面または平場で下記の精度を確認する<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±200mm 以内<br><br>【②ICT 建設機械の作業装置位置を計測する方法】<br>鉛直方向（Δz）　±50mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |
| 出来形計測 | ■ICTバックホウ・ICTブルドーザ（①②両方実施）<br><br>【① 実際に掘削・整形作業を行う方法】<br>法面または平場で下記の精度を確認する<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±50mm 以内<br><br>【②ICT 建設機械の作業装置位置を計測する方法】<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±50mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |
| | ■3DMGローラ（①，②両方実施）<br><br>【①実際に締固め作業を行う方法】<br>平場で下記の精度を確認する<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±50mm 以内<br><br>【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】<br>水平・鉛直方向（Δx，Δy，Δz）<br>各±50mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |

（「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと。なお、ＩＣＴ建設機械等認定制度において、認定を受けたＩＣＴ建設機械等を用いており、かつ「別表２　申請者が公表を求める事項」に準じて、認定事業者が精度確認試験方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している試験確認方法によることができる。）

【解説】

1）計測性能

ＩＣＴ建設機械の作業装置位置の測定精度は、下記の要因により変化する。

①ＲＴＫ－ＧＮＳＳの位置精度

②ＲＴＫ－ＧＮＳＳ及び角度センサー位置間の寸法計測誤差

③角度センサーによる出力精度

④ソフト処理上の丸め誤差

⑤機械の劣化（刃先の磨耗を含む）

様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

2）精度管理

ＩＣＴ建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、現地での精度管理を実施する。**なお、ＩＣＴ建設機械等認定制度において、認定を受けたＩＣＴ建設機械等を用いており、かつ「別表２　申請者が公表を求める事項」に準じて、認定事業者が精度確認試験方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している試験確認方法によることができる。**

①着工前の精度確認

「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の「1）テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）」に従い、本管理要領（案）による出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果について、様式 2-14 を用いて提出する。

②日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の「2）日々の精度確認」に従い、作業日１日ごと始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。

3）計測密度

出来形管理に用いる施工履歴データに必要となる計測密度は、１点/㎡以上とする。

## １－９－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種・適用機種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＩＣＴ建設機械本体の機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）作業機位置の取得精度確認試験計画

作業装置位置精度の確認と確保を目的とした作業装置位置の取得精度確認試験の計画について示す。

【解説】

1）適用工種・適用機種

本管理要領(案)による適用工種･適用機種に該当している工種を記載する。本管理要領(案)による適用工種・適用機種は下表のとおりである。

表２-３　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 |
|---|---|---|---|
| 共通編 | 土工 | 道路土工 | 盛土工（面管理の場合）<br>掘削工（面管理の場合）<br>路体盛土工（面管理の場合）<br>路床盛土工（面管理の場合）<br>法面整形工（面管理の場合） |
| 共通編 | 土工 | 河川・海岸・<br>砂防土工 | 盛土工（面管理の場合）<br>掘削工（面管理の場合）<br>法面整形工（面管理の場合） |

表２-４　適用機種

| 工種 | 適用できる<br>ＩＣＴ建設機械 | 施工履歴データを<br>記録する箇所 | 施工履歴データを<br>記録する作業 |
|---|---|---|---|
| 盛土工（面管理の場合）<br>路体盛土工（面管理の場合）<br>路床盛土工（面管理の場合） | ３ＤＭＣバックホウ<br>３ＤＭＧバックホウ | ・バケット刃先<br>・バケット背面等で土が接する箇所 | 整形作業<br>（法面・平場） |
| | ３ＤＭＣブルドーザ<br>３ＤＭＧブルドーザ | ・履帯下面 | 締固め作業等<br>（平場・法面） |
| | ３ＤＭＧローラ | ・鉄輪接地面 | |
| 掘削工（面管理の場合） | ３ＤＭＣバックホウ<br>３ＤＭＧバックホウ | ・バケット刃先<br>・バケット背面等で土が接する箇所 | 整形作業<br>（法面・平場） |
| | ３ＤＭＣブルドーザ<br>３ＤＭＧブルドーザ | ・排土板下端<br>・履帯下面 | 整形作業<br>（法面・平場） |

※道路土工・河川土工の盛土工および掘削工で、施工履歴データを記録する機能を有するＩＣＴバックホウ（３ＤＭＣ/３ＤＭＧバックホウ）またはＩＣＴブルドーザ（３ＤＭＣ/３ＤＭＧブルドーザ）、３ＤＭＧローラを使用する場合で、「面管理の場合」の出来形管理基準を用いる場合に適用。

※ＩＣＴブルドーザで履帯下面の施工履歴データを記録するシステムを用いる場合、履板の断面形状が標準型ブルドーザ（乾地）と異なるもの（湿地ブルドーザ・超湿地ブルドーザ・超々湿地ブルドーザ等）を使用して軟弱な地盤を施工する場合、地盤の強度により、地盤に履帯が沈み込む深さが変化するため、施工履歴データとして記録すべき高さが定まらない場合があるため、適用にあたっては注意が必要である。

※作業中に記録した施工履歴データから、出来形評価用データを抽出するフィルタリング方法（最終履歴抽出、最下点抽出等）については任意とするが、施工実施前に、施工計画書にフィルタリング方法を記載し提出すること。

ＩＣＴバックホウ（３ＤＭＣ/３ＤＭＧバックホウ）は、整形作業中のバケットが土と接する箇所の３次元座標を施工履歴データとして記録できる機能を有するものを用いる。

ＩＣＴブルドーザ（３ＤＭＣ/３ＤＭＧブルドーザ）は、排土板下端または履帯下面の３次元座標を施工履歴データとして記録できる機能を有するものを用いる。

３ＤＭＧローラは、鉄輪の左右端点部の接地点を含む、鉄輪の接地線の３次元座標を施工履歴データとして記録できる機能を有するものを用いる。

**2）適用区域**

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は施工履歴データによる出来形管理を行う範囲を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記

載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、施工履歴データを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

**4）使用機器・ソフトウェア**

施工履歴データを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ建設機械及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②ＩＣＴ建設機械本体

受注者は、出来形管理用に利用するＩＣＴ建設機械本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。使用するＩＣＴ建設機械本体の測定精度は「第４章　１－９－３　計測性能及び精度管理」を参照する。測定精度については「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）作業装置位置の取得精度確認計画**

精度確認については、「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-12)」を参照し実施の上、その記録を提出する。

《出来形計測》

受注者は、ＩＣＴ建設機械による施工後、施工履歴データを取出し、出来形部分の点群データを取得する。

1）ＧＮＳＳ基準局の設置

固定基準局使用によるＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合は、基準局（工事基準点に設置した基準局、国土地理院や民間が管理する基準局等）から必要な補正データを受信し、適正な精度確保を行うこと。

2）事前の測定精度確認

作業装置位置の取得精度を確保するため、「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、施工着手前に精度確認試験を行う。なお、利用するＩＣＴ建設機械が、ＩＣＴ建設機械等認定制度において認定を受けたＩＣＴ建設機械等であり、かつ認定申請において「別表２　申請者が公表を求める事項」に準じて、認定事業者が精度確認試験方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している試験確認方法によることができる。

3）日々の精度確認

作業日ごとに、始業前に１回、ＩＣＴ建設機械が静止した状態での施工履歴データの測定精度を確認する。結果については、監督職員の求めに応じて提出できるように整理する。

4）計測密度

施工履歴データによる出来形計測は、計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

5）出来形評価用データの作成

受注者は、取得した施工履歴データから３次元座標、記録時刻等の点群データを抽出する。受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、点群データから出来形部分と関係のない不要点を削除後、出来形評価用データを作成する。

6）日々の出来形確認

施工履歴データにより出来形管理を実施する範囲の整形作業実施後、出来形が「出来形管理基準及び規格値」に記載の面管理の場合、日当りの施工範囲について３点以上の出来形確認を行い、規格値を満足していることをＴＳ等光波方式による計測により確認する。確認結果は出来形管理表として記録し、監督職員の求めに応じて提出できるように整理・保管する。

【解説】

1）ＧＮＳＳ基準局の設置

固定基準局使用によるＲＴＫ－ＧＮＳＳを含む場合には、掘削又は敷均し工の着手前までにＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局を設置する必要がある。同システムにより提供される作業装置位置の３次元座標には、ＲＴＫ－ＧＮＳＳが潜在的に有する計測誤差以外に、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局の設置した位置の３次元座標の誤差が含まれるため、工事基準点に必ず設置すること。

2）事前の測定精度確認

ＩＣＴ建設機械を用いた施工に着手する前に、「参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-12)」に従い現場において精度確認試験を実施し、結果を提出する。なお、利用するＩＣＴ建設機械が、ＩＣＴ建設機械等認定制度において認定を受けたＩＣＴ建設機械等であり、かつ認定申請において「別表２　申請者が公表を求め

**る事項」に準じて、認定事業者が精度確認試験方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している試験確認方法によることができる。**

**3）日々の精度確認**

各作業日の施工開始前に、作業装置位置の測定精度がｘ，ｙ，ｚの各成分とも±50㎜以下であることを確認する。確認方法の例は以下のとおりである。

・ＩＣＴ建設機械によって出力される作業装置位置の３次元座標とＴＳ等光波方式によって計測した作業位置装置の３次元座標とを比較する。

・ＩＣＴ建設機械の作業装置を３次元座標が既知の点にあてて、既知の座標とＭＣ・ＭＧ技術によって出力される作業位置装置の３次元座標を比較する。

**4）計測密度**

不要点除去等の処理を行った後の施工履歴データが、出来形計測データ及び出来形評価用データともに計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上得られる設定で施工履歴データの記録頻度等の設定を行う。

なお、欠測等により点密度が確保出来なかった場合には、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られるよう、従来の計測方法（ＴＳ等光波方式）による計測で、補間することができる。

**5）計測点群データの作成**

施工履歴データの点群データには、ＩＣＴ建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。このため、点群処理ソフトウェアを用いて不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データのみを抽出する。

出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に１㎡（１ｍ×１ｍの平面正方形）以内のグリッドを設定し、任意のグリッドごとに代表点の抽出を行い、出来形評価用データを作成する。

施工履歴データの取り出しは、施工履歴データがＩＣＴ建設機械の車載ＰＣに保存されている場合には、施工後に車載ＰＣから記録媒体（ＵＳＢメモリー等）へ施工履歴データをコピーする。施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合は、クラウドサーバーからダウンロードする。

なお、施工履歴データは初期データの時点で不要点削除・グリッド処理が完了している場合には、その処理済みのデータを使用してよい。

**6）日々の出来形確認**

施工履歴データにより出来形管理を実施する範囲の整形作業実施後、出来形が「出来形管理基準及び規格値」に記載の面管理の場合の規格値を満足していることを計測により確認する。出来形確認の計測方法にはＴＳ等光波方式を用い、計測点数は１日の施工範囲に対して３点以上とする。計測は日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、ＧＮＳＳ衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により、良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて１回で実施してもよい。

計測点は計測員が安全に立ち入れる範囲内で、１日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。出来形管理結果は次図に示す様式で記録し、監督職員の求めに応じて提出できるように保管する

日々の出来形確認結果

工　種　盛土工　　測定者

種　別　　合否判定結果　**合格**

| 測点名 | 施工日 | 測定箇所 | 規格値 | 設計値 | 実測値 | 較差 | 合否 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10/12 | 法面 | ±170 | 102.313 | 102.339 | 0.026 | 合格 |
| 2 | | 法面 | ±170 | 102.123 | 102.147 | 0.024 | 合格 |
| 3 | | 法面 | ±170 | 101.231 | 101.252 | 0.021 | 合格 |
| 4 | 10/13 | 法面 | ±170 | 100.200 | 100.211 | 0.011 | 合格 |
| 5 | | 法面 | ±170 | 99.405 | 99.434 | 0.029 | 合格 |
| 6 | | 平場 | ±150 | 102.522 | 102.527 | 0.005 | 合格 |
| 7 | 10/14 | 平場 | ±150 | 102.523 | 102.558 | 0.035 | 合格 |
| 8 | | 平場 | ±150 | 102.524 | 102.573 | 0.049 | 合格 |
| 9 | | 法面 | ±170 | 99.243 | 99.281 | 0.038 | 合格 |
| 10 | 10/15 | 法面 | ±170 | 99.346 | 99.372 | 0.026 | 合格 |
| 11 | | 法面 | ±170 | 100.246 | 100.264 | 0.018 | 合格 |
| 12 | | 法面 | ±170 | 100.643 | 100.684 | 0.041 | 合格 |
| 13 | 10/16 | 法面 | ±170 | 100.456 | 100.485 | 0.029 | 合格 |
| 14 | | 法面 | ±170 | 100.233 | 100.238 | 0.005 | 合格 |
| 15 | | 法面 | ±170 | 100.032 | 100.067 | 0.035 | 合格 |

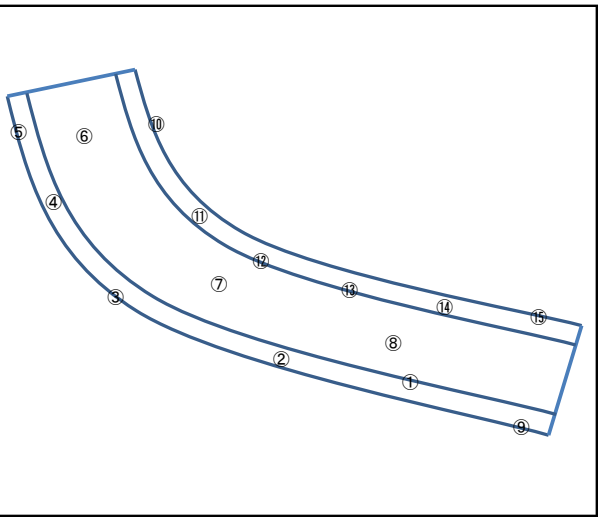



図２－７１　日々の出来形確認結果　様式

## １－１０　地上写真測量

### １－１０－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、地上写真測量を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

地上写真測量による出来形計測は、被計測対象の地形を写真または動画で撮影し、写真測量用のソフトウェアによる数値化を行い、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握するものである。出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能になる。また、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要となる。

以上のように所定の性能を有した地上写真測量技術及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用の効果は大きいが、地上写真測量は計測対象点を指定した計測が出来ないことや、写真撮影後のソフトウェア上でのデータ処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルあるいは、ＴＳによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

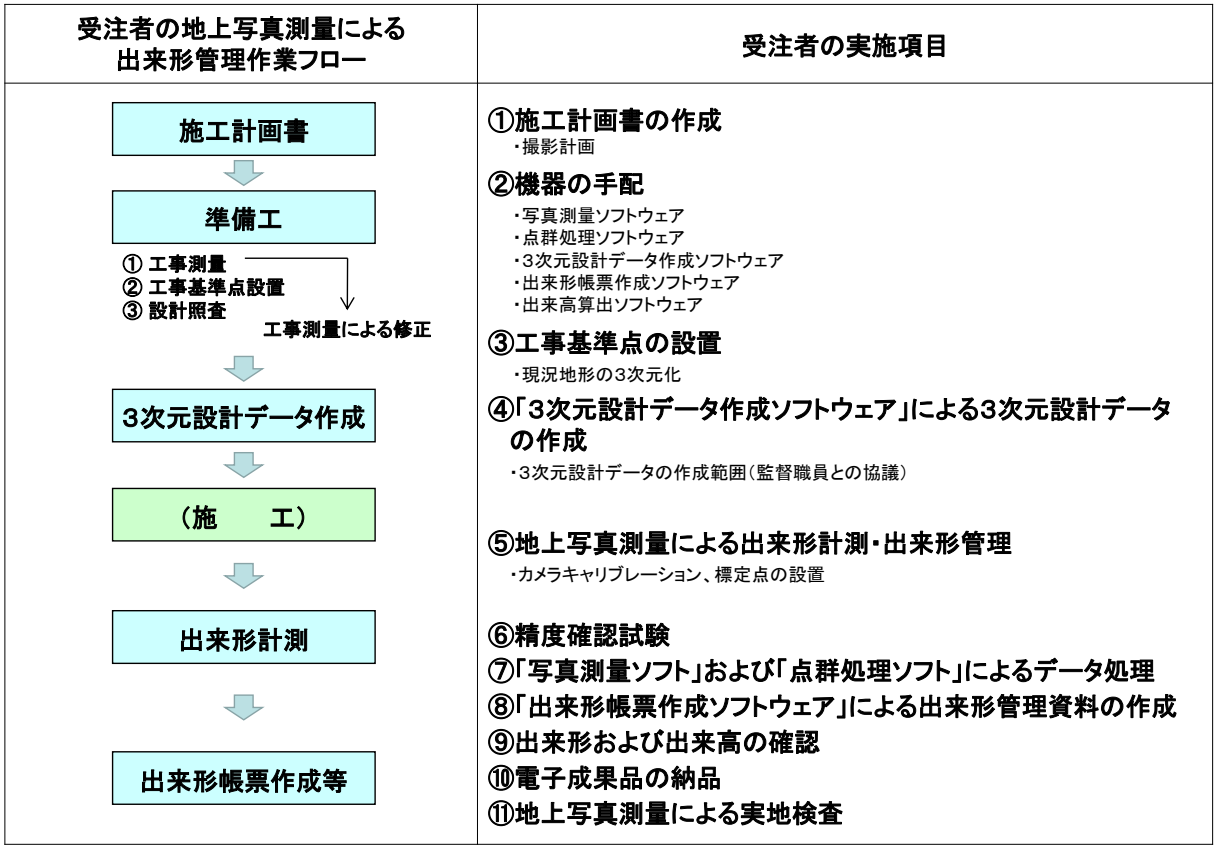



図２－７２　出来形管理の主な手順

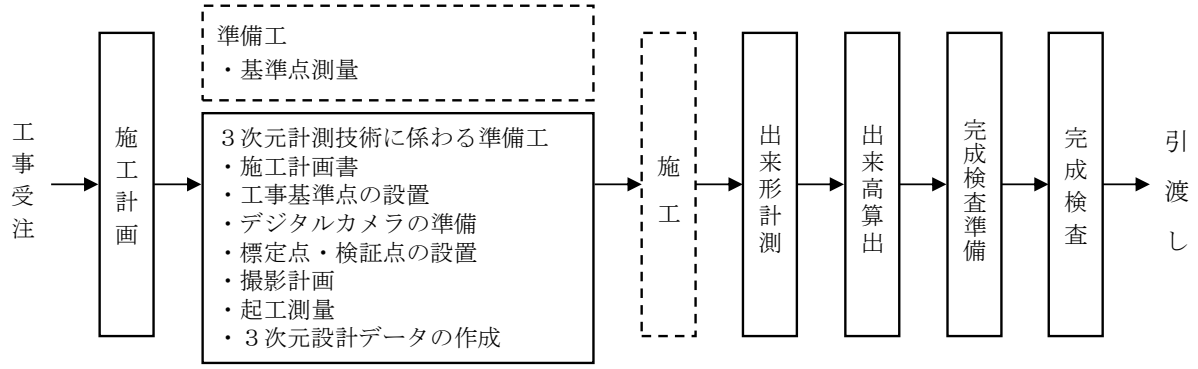



図２－７３　地上写真測量を用いる場合の業務の範囲

### １－１０－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる地上写真測量による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）撮影機本体（スマートフォン・タブレットとそれに搭載されたデジタルカメラなど写真または動画を撮影する機能を持つもの。スマートフォン専用アプリケーションなど）**

**2）写真測量ソフトウェア**

【解説】

地上写真測量を用いた出来形管理等で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）撮影機本体**

本要領の対象となる撮影機本体は、スマートフォンもしくはタブレットと、アプリケーションなどで構成され、写真または動画を撮影できるものを用いる。動画を撮影する場合は、撮影後に写真測量に利用する写真を切り出して出力するか、後工程にて写真に切り出して出力できるものを用いる。

デジタルカメラは、レンズや撮影素子を含む写真または動画を撮影するための装置である。

動画または写真撮影に用いるデジタルカメラは、写真測量に使用して３次元モデルを作成するにあたり、必要十分な画素数を持つものとする。スマートフォン・タブレットなどの携帯端末に付属するデジタルカメラでも必要な画素数を満足すれば使用できる。

専用アプリケーションは、計測対象の写真群から写真測量の原理で３次元モデル化を行う。

写真測量で生成した３次元モデルの計測精度は、検証点によって確認する。

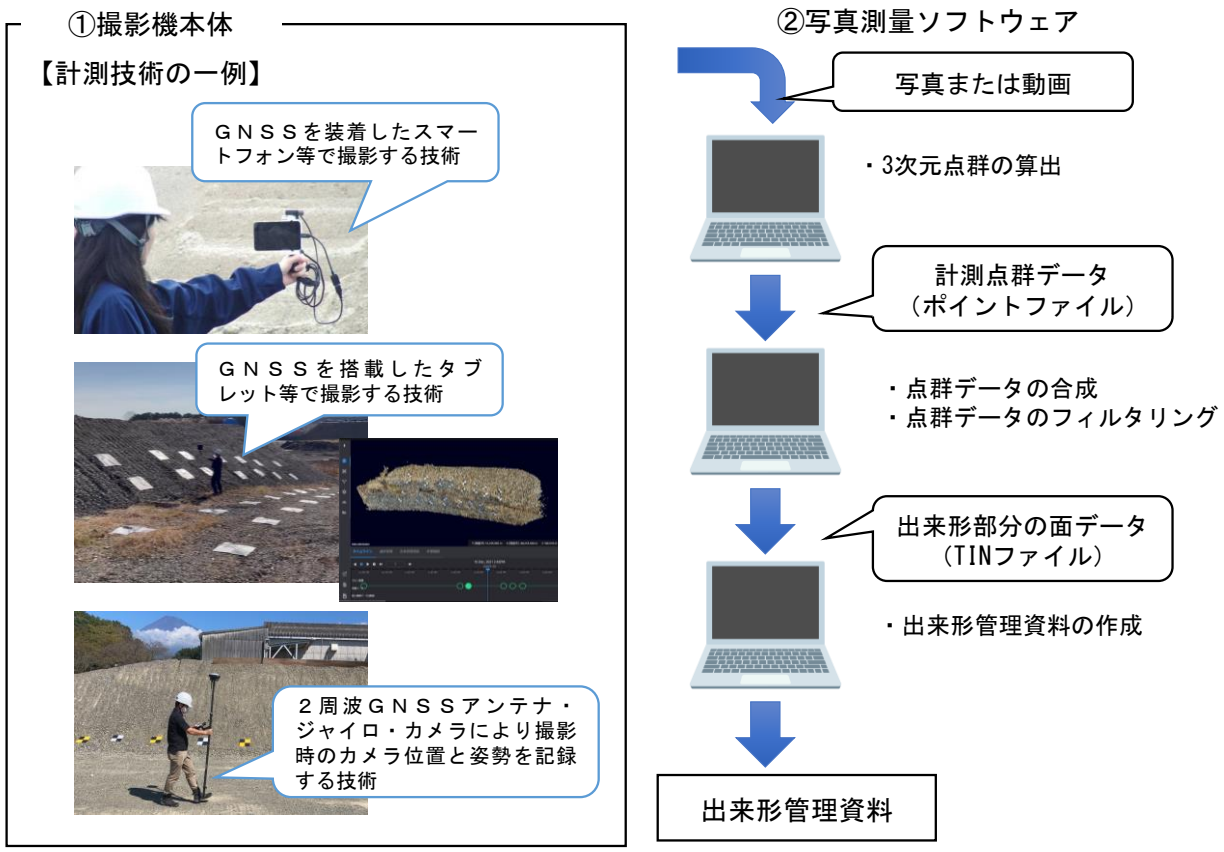



図２－７４　地上写真測量による出来形計測機器の構成例

## １－１０－３　写真測量ソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる写真測量ソフトウェアは、撮影した写真及び標定点の座標やカメラキャリブレーションデータを用いて、地上写真測量の原理及び同時調整作業の内部処理によりステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を算出できる必要がある。**

【解説】

地上写真測量の３次元出来形形状の算出などソフトウェアによる後処理が必要となる。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。また、地上写真測量を実施するためには、事前に使用するデジタルカメラを用いて、撮影画像の歪み量、レンズの中心位置等などのパラメーターを把握するカメラキャリブレーションを実施しておくことが必要である。このキャリブレーション時に求めるパラメーターは、使用する各写真測量ソフトウェアに必要な項目とし、写真測量ソフトウェアによる座標値算出の過程で行うセルフキャリブレーションに用いるものである。

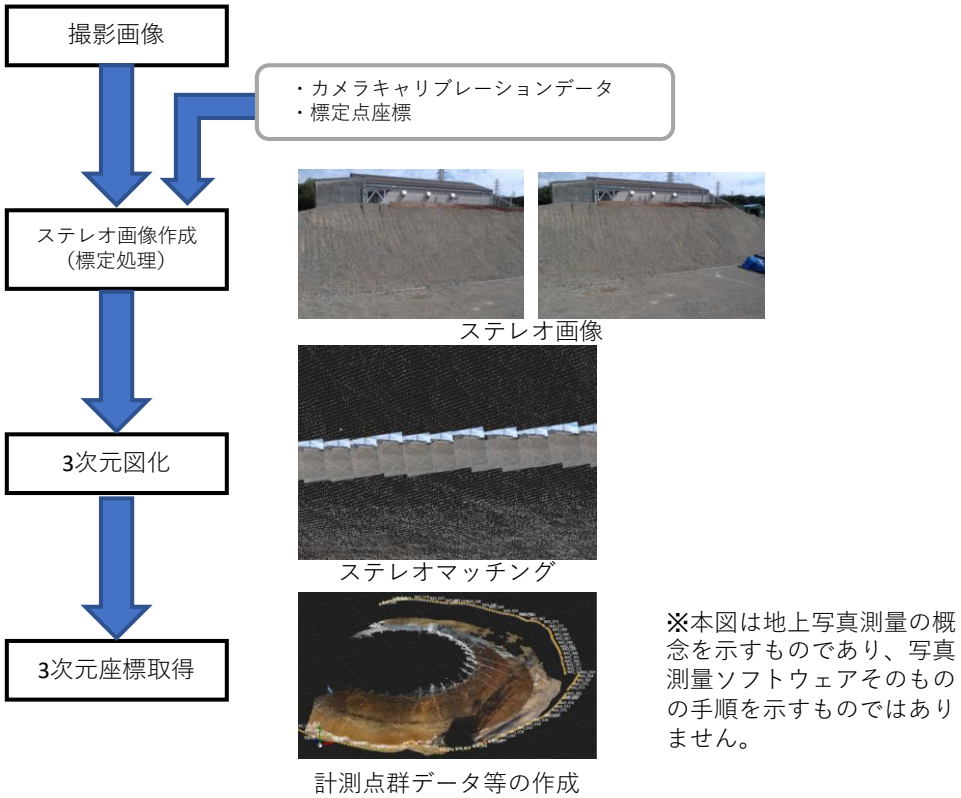



図２－７５　地上写真測量のデータ処理手順

## １－１０－４　計測性能及び精度管理

地上写真測量による出来形計測で利用するカメラは、下記の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するカメラの性能について確認すること。以下に、カメラの性能基準を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|---|
| 起工測量、<br>岩線計測 | 地上画素寸法<br>20mm/画素以内 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量、岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 部分払い<br>出来高計測 | 地上画素寸法<br>30mm/画素以内 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | 地上画素寸法<br>10mm/画素以内 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±50mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.01 ㎡(0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ)<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

なお、地上画素寸法は、上記を基本とするが、現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合は、任意の地上画素寸法にて計測してもよい。
（カタログ記載に加え、「参考資料-14　地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

1）計測性能

カメラの計測性能については、必要な精度を満たす画素寸法を確保できる画素数を有すること。ただし現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合には、上記の画素寸法とは異なる性能のデジタルカメラを用いることができる。

2）測定精度

地上写真測量の測定精度は、以下の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が±50㎜以内であることを計測点群データ作成時に確認する。

測定精度の確認方法は、精度確認用の検証点を現場に設置し、地上写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と真値の位置座標（基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値）を比較することで確認することとする。そのため、「参考資料-14　地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-13)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

## １－１０－５　出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。**

**2）適用区域**

**本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。**

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**4）使用機器・ソフトウェア**

**使用するカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

**5）撮影計画**

**地上写真測量の撮影コース及び重複度等を記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

**2）適用区域**

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は、土工部分を周囲に５m程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、地上写真測量を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

**4）使用機器・ソフトウェア**

地上写真測量を用いた出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された撮影機材及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②デジタルカメラ

受注者は、出来形管理用に利用するデジタルカメラ本体が下記④に示す計測性能と同等以

上の計測性能を有するとともに、必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検（センサーの清掃及び機能確認等などの）を実施すること。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

④必要な計測性能及び測定精度

| |
|---|
| 計測性能：地上画素寸法が 10㎜／画素以内（出来形計測の場合）<br>測定精度：±50㎜ 以内・・・様式 2-5 による精度確認試験を行うこと。<br>なお、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合には、任意の地上画素寸法にて計測してもよい。 |

必要な性能は、撮影計画に従って撮影する際の地上画素寸法が 10㎜／画素以内を確保できることとする。

測定精度については、精度確認用の検証点を現場に設置し、地上写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と真値の位置座標（基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値）を比較することで確認することとする。そのため、「参考資料-14　地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-13)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。なお、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合には、上記の計測性能とは異なる地上画素寸法で撮影を行うことができる。

**5）撮影計画**

受注者は、本管理要領（案）により利用する地上写真測量については、以下の項目に留意し、撮影計画を作成することとする。

・計測対象面とカメラのおおよその離隔計測対象面上での画角サイズ、計測対象面を所定のラップ率で撮影するための測線数及び各測線の撮影枚数を記載する（例：延長 100m高さ 7m の法面を３列に分けて撮影する。縦断方向の撮影枚数は 20 枚以上とする　等)。なお、所定のラップ率については、撮影計画上の縦断ラップ率を最低 90%以上とするか、撮影後に確認する縦断方向の実績のラップ率を最低 80%以上とするかのいずれかとする。いずれを選択するかについて、撮影計画に記載する。
・カメラの名称・性能と算出に使用するソフトウェアの名称を記載する。
・標定点の外観及び設置位置、標定点位置の測定方法を示した設置計画を記載する。
・撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低１モデル（２枚の写真の組み合わせ）以上設定する。
・計測対象面とカメラとの離隔は、必要な精度を満たす地上画素寸法を確保できること。特に計測対象面に対するカメラの視線の入射角が小さい状態での撮影においては、次図に示すように、撮影範囲外縁で地上画素寸法が大幅に低下する場合があるため、この点に留意して計測計画を立案すること。
・画素寸法は使用するカメラの素子寸法及び画面距離と入射角を考慮して求めるものとする。

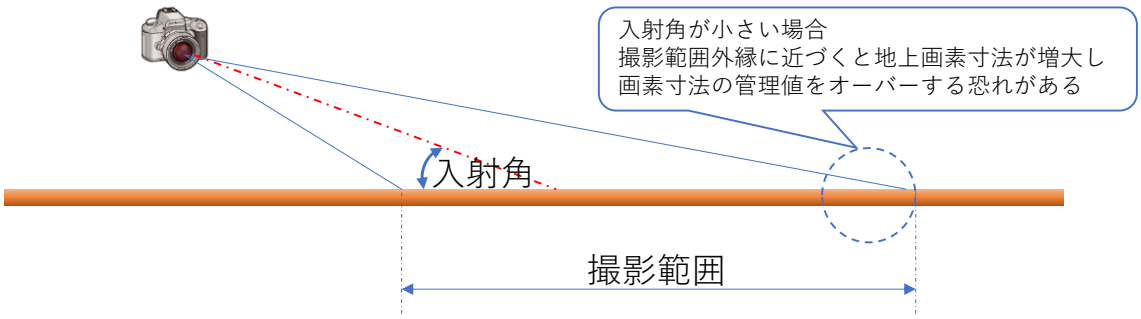



図２－７６　入射角が小さい場合に起こりうる地上解像度の大幅な低下

《出来形計測》

**受注者は、地上写真測量を用いて、出来形計測を行う。**

**1）撮影計画の立案**

**所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる撮影計画を立案する。**

**2）標定点及び検証点の設置・計測**

**地上写真測量による計測結果を３次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する。標定点及び検証点は工事基準点上に設置するか、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法で計測する。また、標定点及び検証点は地上写真測量による出来形計測中に動かないように固定すること。**

**3）地上写真測量の実施**

**出来形計測対象範囲等を網羅するように撮影する。**

**4）計測点群データの作成**

**撮影した画像を写真測量ソフトウェアに読込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の３次元座標の点群から不要点等を除去し、３次元の計測点群データを作成する。**

**5）精度確認**

**4）で作成した計測点群データ上で、検証点の座標値と、計測した検証点の座標値を比較し、ｘ，ｙ，ｚ座標それぞれ±50㎜以内であることを確認する。**

【解説】

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

**1）撮影計画の立案**

縦断方向のラップ率については、実際のラップ率を確認しない場合、縦断ラップ率は90%以上で計画すること。実際のラップ率を確認する場合、80%以上とすること。隣接コースとのラップ率は60%以上とすること。

実際のラップ率とは、撮影された写真から求められたラップ率のことで、確認方法は、例えばソフトウェアのレポートとして、計測対象範囲のモデル化に利用されている写真のラップ率や、重複した枚数で確認できること等が考えられる。

カメラと計測対象物との離隔は、現場精度確認において必要な精度を確保することができることが確認された地上画素寸法を確保できる離隔とすること。

**2）標定点及び検証点の設置・計測**

測定精度を確保するための標定点の設置の条件は、以下を標準とする。

標定点は、計測対象範囲を包括するように、撮影区域外縁の四隅に各１点設置する。ただし

計測対象範囲の延長が 100ｍを超える場合は外縁の標定点の間隔が 100ｍ以内となるように設置する。

標定点及び検証点の計測については、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。例えば工事基準点などの既知点から、事前精度確認にて所要の精度があることが確認されたＴＳ等光波方式を用いて計測することができる。

また、ＳｆＭ（Structure from Motion）の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法（ＲＴＫ、ネットワーク型ＲＴＫ、ＰＰＫ）を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

検証点については、計測対象範囲の内部に 200m 以内の間隔となるように設置する内部の検証点は、標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましい。計測範囲が狭い場合については、最低２箇所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

**3）地上写真測量の実施**

出来形計測対象範囲全体と、範囲内に設置した標定点・検証点を一つの動画または複数枚の写真で網羅するように撮影する。なお、撮影は出来形管理の対象範囲全体を複数回に分けて行っても良い。

**4）計測点群データの作成**

写真測量ソフトウェアに関する留意事項を以下に示す。

・カメラキャリブレーションの結果は、測定精度に影響を与えるため、留意すること。

・処理する３次元座標は、出来形管理結果に影響するため、不要点除去時には留意すること。

**5）精度確認**

精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施する。

# 第２節　計測技術（断面管理の場合）

## ２－１　各技術の計測における共通事項

### ２－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。
1）基本設計データ作成ソフトウェア
2）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、監督職員から提示された設計図書等を基に、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。作成した基本設計データは、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳに搭載することができる。

2）出来形帳票作成ソフトウェア

1）で作成した基本設計データと、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳで計測した出来形計測データを読み込むことで、出来形帳票を自動作成するプログラムである。

## ２－２　ＴＳ等光波方式

### ２－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工管理データ（基本設計データ及び出来形計測データ）を搭載したトータルステーション（以下「出来形管理用ＴＳ」という）を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

出来形管理用ＴＳによる出来形管理は、計測した出来形計測点（道路中心線形又は法線、法肩、法尻等）の３次元座標値から、幅、法長、高さ・出来高を算出するので、従来の巻尺・レベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、望遠鏡を搭載しない等の光波方式による計測機器を含めたもの（以下「出来形管理用ＴＳ等光波方式」という）についても、同等の機能や精度を確認すれば、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえるものとする。

以下、出来形管理用ＴＳは、出来形管理用ＴＳ等光波方式と読み替えて運用する。

また、出来形管理用ＴＳに搭載する施工管理データは、３次元の設計データを持つために任意の横断面における丁張り設置や、出来形管理が効率的、正確に実施できる。さらに、情報が全て電子データであることから、ソフトウェアを用いて、計測から出来形帳票をデータの手入力なしに自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

以上のように出来形管理用ＴＳの利用の効果は大きいが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なることから、本管理要領（案）は、出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理を行うための手順や管理基準を明確に示したものである。本管理要領（案）は、受注者が行う出来形管理に焦点を当て、出来形管理用ＴＳの基本的取り扱い方法や計測方法及び各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値等を定めた。

| 受注者のTSによる<br>出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成 |
| 準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正 | ②機器の手配<br>・出来形管理用TS本体<br>・基本設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>③工事基準点の設置 |
| 基本設計データ作成 | ④「基本設計データ作成ソフトウェア」による基本設計データ作成 |
| （施　　工） | |
| 出来形計測 | ⑤精度確認試験<br>⑥出来形管理用TSによる出来形計測・出来形管理 |
| 出来形帳票作成等 | ⑦「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑧出来形および出来高の確認<br>⑨電子成果品の納品<br>⑩出来形管理用TSによる実地検査 |

図２－７７　出来形管理の主な手順

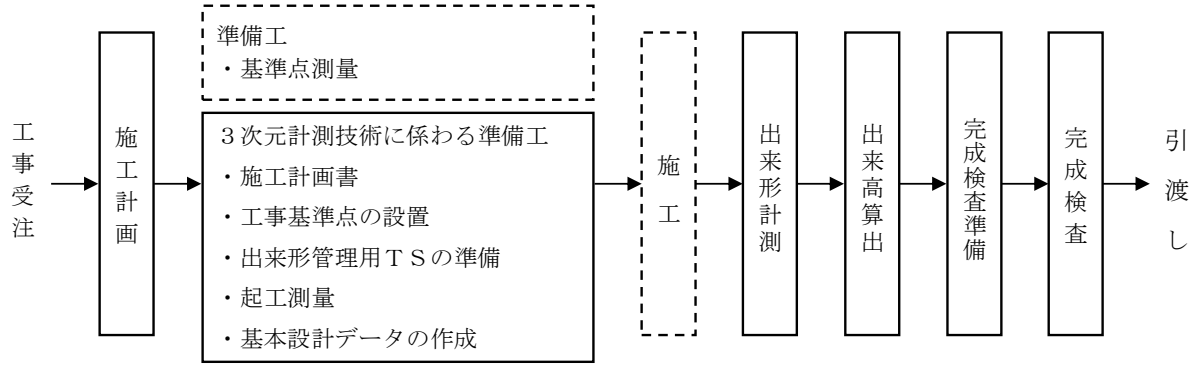



図２－７８　ＴＳ等光波方式を用いる場合の業務の範囲

## ２－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＴＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　２－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）**

【解説】

図２-７９にＴＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）**

出来形管理用ＴＳは、基本設計データ作成ソフトウェアで作成した基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

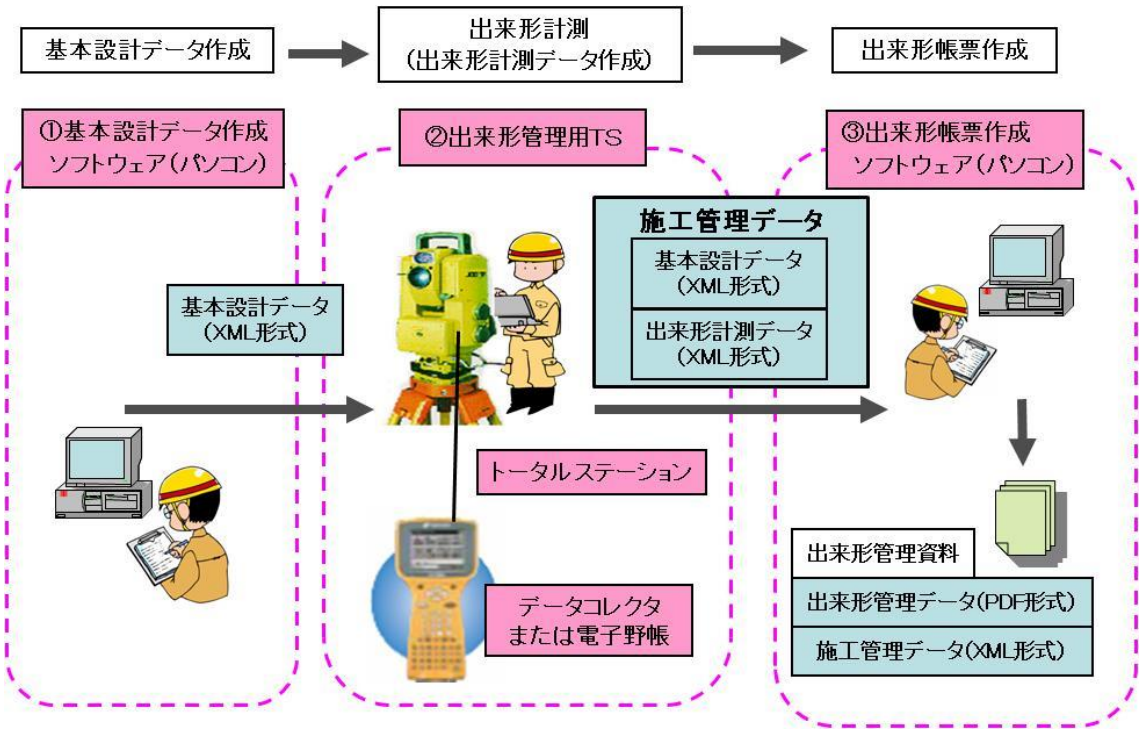



図２-７９　出来形管理用ＴＳによる出来形管理機器の構成例

## ２－２－３　出来形管理用ＴＳソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＴＳソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（土工編）」に規定された機能及び性能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）に基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場で出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用ＴＳが必要となる。

「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（土工編）」は、本管理要領（案）に基づいて出来形確認を行うため、出来形管理用ＴＳソフトウェアが有すべき機能を規定したものである。

以下に、必要とする機能を示す。

(1) 施工管理データの読込み機能
(2) ＴＳの器械位置算出機能
(3) 線形データの切替え選択機能
(4) 基本設計データの確認機能
(5) ＴＳとの通信設定確認機能
(6) 任意点での出来形管理機能
(7) 管理断面での出来形管理機能
(8) 延長の管理機能（オプション）
(9) 計測距離制限機能
(10) 出来形計測データの登録機能
(11) 出来形計測データの取得漏れ確認機能
(12) 監督検査現場立会い確認機能
(13) 施工管理データの書出し機能

図２－８０は、上記(7)管理断面での出来形管理機能の例を示している。左図のように、出来形管理用ＴＳでは、出来形計測と同時に基本設計データとの高さの差が確認できる。また、右図のように、法長、幅等の長さを構成する点が既に計測済みである場合は、これについても確認できる機能を有している。さらに、出来形管理用ＴＳでは、これらの出来形計測データを出来形計測対象点（法肩や法尻等）を識別して記録することが可能であり、このことにより計測後に自動的に帳票作成が可能である。

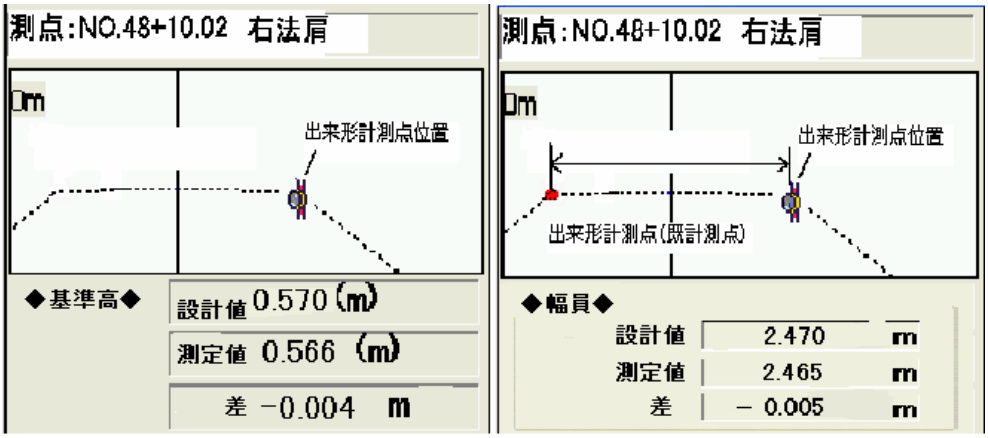



図２－８０　出来形管理用ＴＳによる出来形確認画面例

## ２－２－４　計測性能及び精度管理

出来形管理用ＴＳは、国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳの性能について監督職員の承諾を受けること。以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測 | 公称測定精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D 値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$<br><br>例：計測距離 100m の場合は、±（5mm＋5×$10^{-6}$×100m）＝±5.5mm の誤差となる。 | 国土地理院で規定がない場合：<br>【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 |
| 部分払い出来高計測 | | |
| 出来形計測 | | |

【解説】

1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに３級ＴＳがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＴＳ本体は、３級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

ＴＳの計測性能は、国土地理院３級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-8）」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

2）精度管理

ＴＳの精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

## ２－２－５　出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。適用工種は、「第２章 適用の範囲」を参照されたい。**

**2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**3）使用機器・ソフトウェア**

**出来形管理用ＴＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）により実施する適用工種、測定項目等を記載する。

**2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、出来形管理用ＴＳによる出来形管理部分については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

**3）使用機器・ソフトウェア**

出来形管理用ＴＳによる出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された出来形管理用ＴＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②出来形管理用ＴＳ本体

受注者は、出来形管理用ＴＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

【計測性能】

公称測定精度：±（5㎜＋5ppm×D）以下※　　最小目盛値 20″以下

※：Ｄ値は計測距離(m)、ppm は $10^{-6}$

計測距離 100m の場合は、±（5㎜＋5×$10^{-6}$×100m）＝±5.5㎜の誤差となる。

【測定精度】

国土地理院で規定がない場合　：平面座標　±20㎜以内

標高差　　±10㎜以内

ａ．ＴＳの計測性能が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを記載する。(国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である)

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 2-8)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

１．出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測

**受注者は、出来形管理用ＴＳを設置し、出来形計測を行う。**

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

**出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置すること。なお、工事基準点上の設置によりがたい場合は、後方交会法による任意の未知点への設置を認めているので、詳細は「２．出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測（任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合）」の記載を参照されたい。**

**2）出来形計測**

**出来形計測の実施にあたっては、出来形管理用ＴＳから出来形計測点までの斜距離を３級ＴＳは 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする。**

【解説】

一般にＴＳの高さ測定精度はレベル（水準儀）には及ばないが、３級ＴＳによる実証実験により計測距離が 100m 以内であればレベルでの計測値に対する差が±５㎜以内で、現行の出来形計測結果と比較しても遜色がないことを確認している。このことから、出来形計測時の出来形管理用ＴＳと出来形計測点までの斜距離の制限値を３級ＴＳは 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とした。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

**1）出来形管理用ＴＳ設置時の留意点**

・出来形管理用ＴＳが水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データ又は３次元設計データに登録されている点を用いること。
・器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。ただし、傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、この限りではない。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測の手順と留意点**

1. 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用ＴＳを用い、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形又は法線や法肩、法尻等）の選択を行う。
2. 出来形計測対象点にプリズムを設置し、出来形管理用ＴＳの望遠鏡をプリズム方向に向ける。計測中にやむを得ず、プリズムの高さを変更した場合は確実に相互確認する。また、プリズムは傾きや地面への刺さりがないよう正しく設置する。ただし、傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は「参考資料-16　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す試験法により、所要の精度が得られることが確認された計測条件の範囲内での使用を認める。出来形管理用ＴＳでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能なので、現行の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭や目串などの設置）を事前に行わずとも計測できる。

3. 出来形管理用ＴＳの望遠鏡で正確にプリズムを視準して出来形計測対象点の計測を行う。出来形管理用ＴＳは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は、計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。また、出来形管理用ＴＳでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考えて自由に設定することができる。その際、出来形計測点１つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点２つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの時は長さの判定を行うことが可能である。
4. 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する必要がある。
5. 出来形管理用ＴＳで確認した出来形計測データの記録を行う。出来形計測データは、各点の計測後に出来形計測対象点とともに記録する必要がある。

上記 1. ～5. を繰り返して計測する。

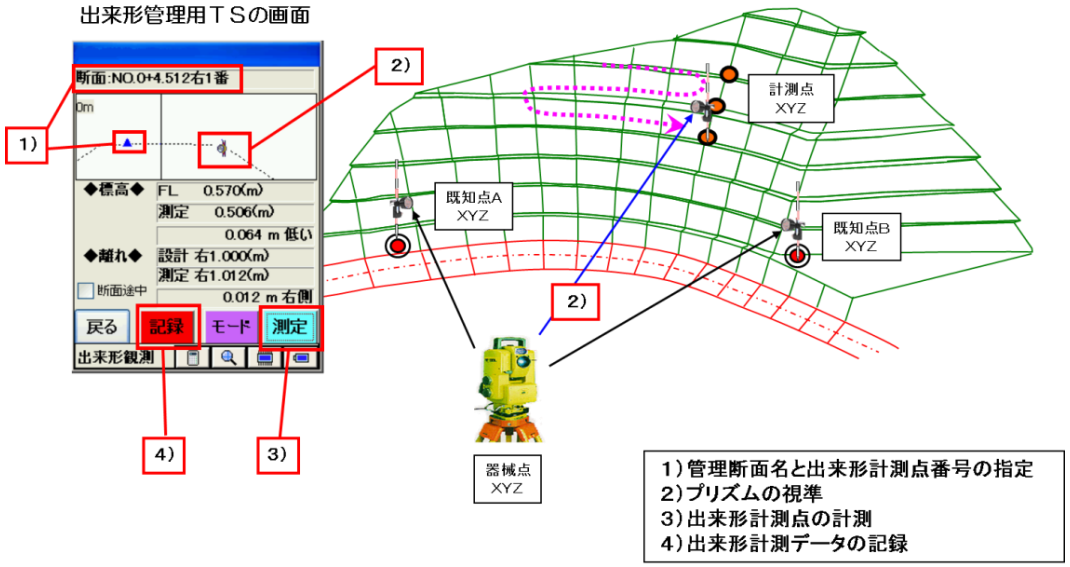



図２－８１　現場における作業手順例

２．出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測（任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合）

**出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の工事基準点を観測できる場合は任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置することができる。未知点に出来形管理用ＴＳを設置する際は、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する工事基準点間の夾角（複数の場合はその一つ）は 30～150° 以内でなければならない。**

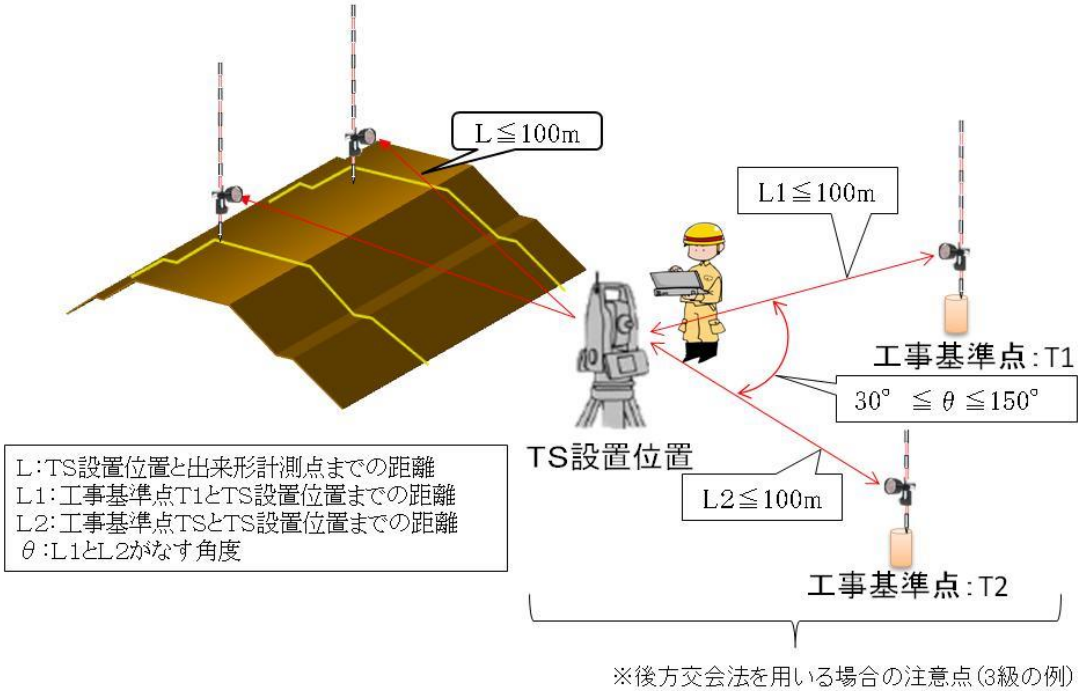
【解説】

出来形管理用ＴＳの設置について、出来形計測箇所を観測できる位置に工事基準点を設置できない場合や、工事基準点からの計測では計測範囲が狭く作業効率が著しく低下する場合などを考慮して、後方交会法により任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置できることとした。

留意点を以下に示す。

・後方交会法は、工事基準点間の夾角が適正でなければ器械位置の算出誤差が大きくなる。本管理要領（案）では、平成 17 年度の実証実験結果を基に、後方交会法実施時の夾角を 30～150° に制限することとした。後方交会法の実施時には、出来形管理用ＴＳの位置計算時に表示される較差を必ず確認し、出来形管理用ＴＳの設置位置算出が適正であるかを確認すること。

・後方交会法で利用する工事基準点までの斜距離は、３級ＴＳは 100m（２級ＴＳは 150m）以内とする。




３級ＴＳ：L≦100m，L1≦100m，L2≦100m，30° ≦ θ ≦150°

２級ＴＳ：L≦150m，L1≦150m，L2≦150m，30° ≦ θ ≦150°

図２－８２　出来形管理用ＴＳの設置及び出来形計測

## ２－３　ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### ２－３－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工管理データ（基本設計データ及び出来形計測データ）を搭載したＲＴＫ法によるＧＮＳＳ測量器（以下「出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ」という）等を用いた出来形管理の方法を規定するものである。

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理は、計測した出来形計測点（道路中心線形又は法線、法肩、法尻等）の３次元座標値から、幅、法長、高さ等を算出するので、従来の巻尺・レベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳに搭載する施工管理データは、３次元の設計データを持つために任意の横断面における丁張り設置や、出来形管理が効率的、正確に実施できる。さらに、情報が全て電子データであることから、ソフトウェアを用いて、計測から出来形帳票をデータの手入力なしに自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

以上のように出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの利用の効果は大きいが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なることから、本管理要領（案）は、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ等を用いた出来形管理を行うための手順や管理基準を明確に示したものである。

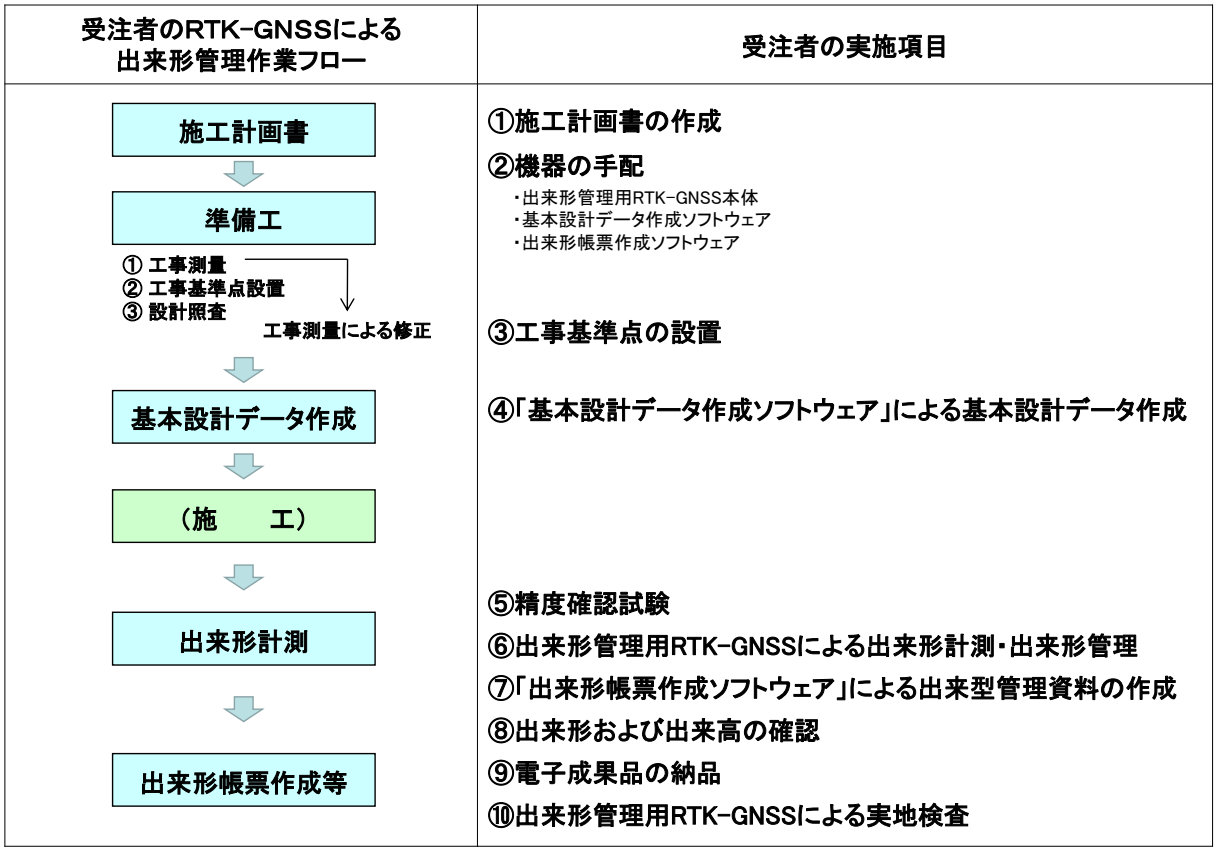



図２－８３　出来形管理の主な手順

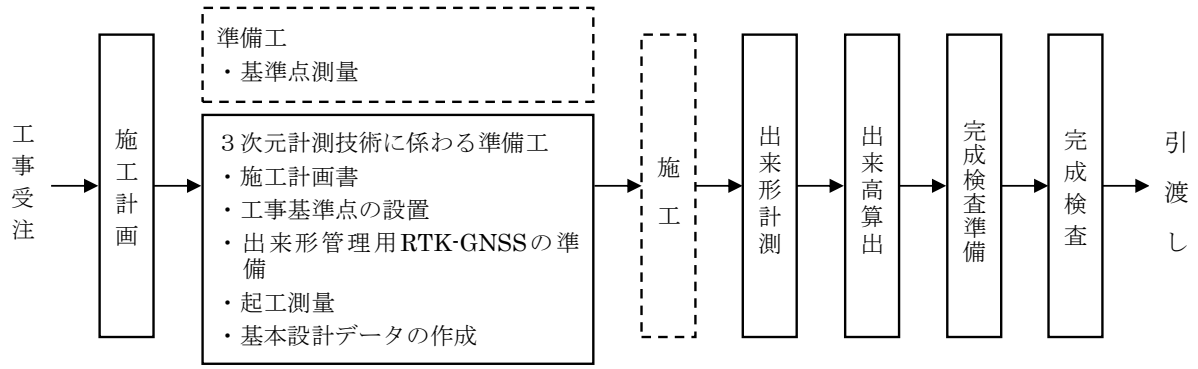



図２－８４　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の業務の範囲

## ２－３－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　２－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

【解説】

図２-８５にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、基本設計データ作成ソフトウェアで作成した基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。なお、高さ計測に高さ補正機能を使用する場合は、高さ補正機能を持つ高さ補正装置を別途付属する場合がある。

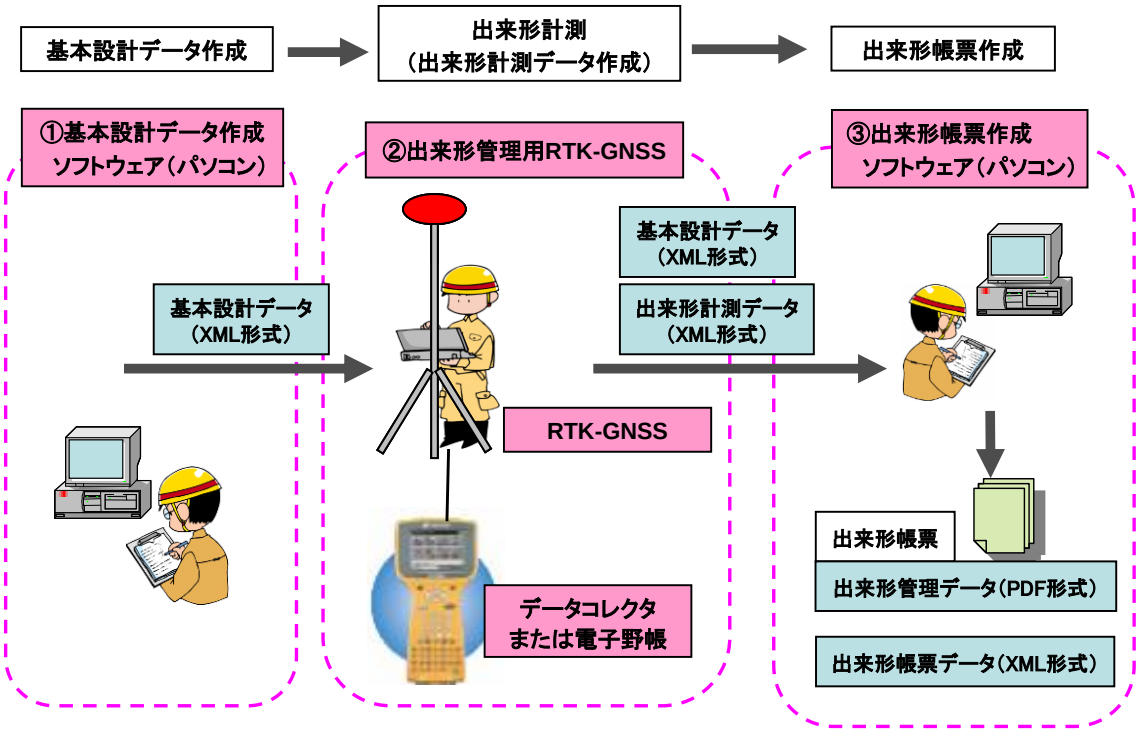



図２-８５　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理機器の構成例

## ２－３－３　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェア

**本管理要領（案）で用いるＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェアは、出来形管理要ＲＴＫ－ＧＮＳＳの機能を有していることが望ましい。**

【解説】

本管理要領（案）に基づく出来形管理には、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができる出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いることが望ましい。

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳソフトウェアが有すべき機能を以下に示す。

(1) 施工管理データの読込み機能
(2) ＲＴＫ－ＧＮＳＳの基準局及びローカライゼーション機能
(3) 線形データの切替え選択機能
(4) 基本設計データの確認機能
(5) ＲＴＫ－ＧＮＳＳとの通信設定確認機能
(6) 初期化手順と較差確認機能
(7) 任意断面での出来形管理機能
(8) 管理断面での出来形管理機能
(9) 観測状態確認機能
(10) 出来形計測データの登録機能
(11) 出来形計測データの取得漏れ確認機能
(12) 監督・検査現場立会い確認機能
(13) 施工管理データの書出し機能
(14) 評価結果の報告
(15) 計測可能範囲の設定機能

なお、高さ補正機能を使用する場合で、状況により補正機能が停止する場合は、有すべき機能として以下の機能を加える。

(16) 高さ補正機能の動作状況確認機能

図２-８６は、(8)管理断面での出来形管理機能の例を示している。左図のように、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳでは、出来形計測と同時に基本設計データとの高さの差が確認できる。また、右図のように、法長、幅等の長さを構成する点が既に計測済みである場合は、これについても確認できる機能を有している。さらに、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳでは、これらの出来形計測データを出来形計測対象点（法肩や法尻等）を識別して記録することが可能であり、このことにより計測後に自動的に帳票作成が可能である。

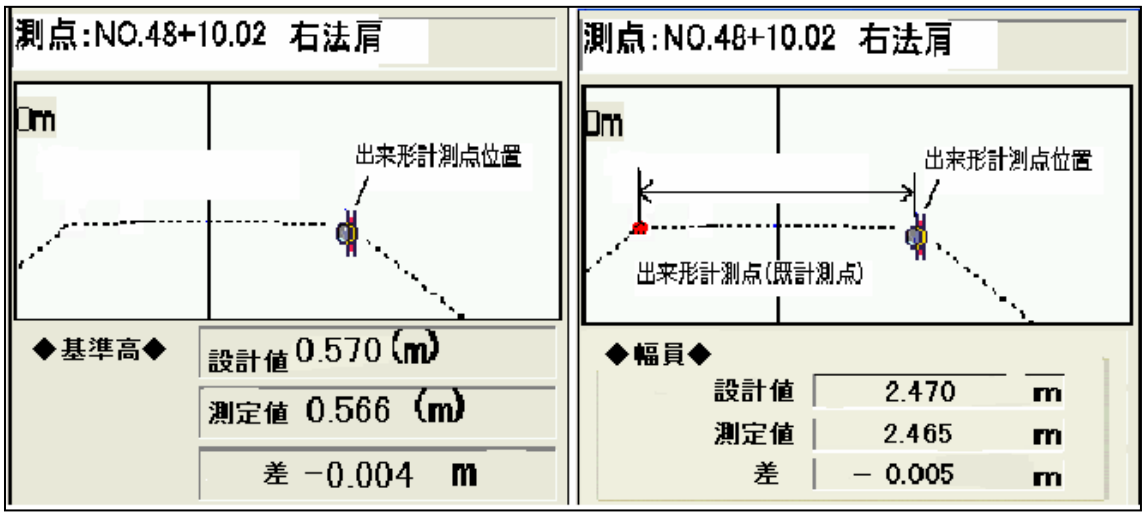



図２－８６　出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形確認画面例

※状況により機能が停止する場合に限る。

## ２－３－４　計測性能及び精度管理

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、国土地理院認定１級（２周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＲＴＫ－ＧＮＳＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、１級（２周波）の性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 起工測量、岩線計測<br>部分払い出来高計測<br>出来形計測 | 公称測定精度：±（20mm＋2×$10^{-6}$×D）<br>最小解析値　：1mm<br><br>例：計測距離 500m の場合は、±（20mm＋2×$10^{-6}$×500m）＝±21mm の誤差となる | 【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 |

【解説】

1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、３～４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに１級（２周波）又は２級（１周波）ＧＮＳＳ測量機があげられている。一方、ＧＮＳＳ測量機の製品提供企業が掲げる仕様では、ＲＴＫ法への対応は１級（２周波）のみとなっている。よって、出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ本体（ＧＮＳＳ測量機本体）は、１級あるいは同等以上の計測性能を有することとする。

ＲＴＫ－ＧＮＳＳの計測性能は、国土地理院１級の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による１級同等以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級同等以上であることが明記されている場合は１級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

2）鉛直方向への計測性能

土工の出来形管理に必要な測定精度（鉛直方向±10㎜以内）が確保できることを、国土交通省又は第三者機関等が係わる検証データで整理されていること。

3）精度管理

ＧＮＳＳ測量機の精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

土工の断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合は、「参考資料-15　断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

高さ計測に高さ補正機能を用いる場合、高さ補正機能の精度管理が適正に行われていることを証明する公的な検定制度及び校正証明書等で確認することができる。これが無い場合、測量機器メーカーの発行する検査成績書（１年以内）で確認することができる。検査成績書（１年以内）に代えて、「参考資料-10　高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイド

ライン及びチェックシート」で確認してもよい。

発行日　2014 年 3 月 13 日

# 検　査　成　績　書

高さ補正機能測量機

品　　名：●●●-●●
機械番号：AA-BBB
検 査 日：2014 年 3 月 13 日

社内検査の結果、下記のとおり合格したことを証明致します。

| NO. | 検査項目 | 測定結果 | 許容値 |
|---|---|---|---|
| 1 | 高さ分解能 | 良 | 1″ |
| 2 | 自動補正範囲 | 良 | ±3° |

会社名　(株)●●●　■■■部　　責任者　㊞　　検査者　㊞

図２-８７　検査成績書(高さ補完補正機能部分)

## ２－３－５　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

3）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理部分については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

3）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。ただし、土工事施工直後に舗装工等を引き続き実施する場合などには、出来形計測方法を検討し、適切な計測方法を選択すること。

②出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳ本体

受注者は、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定１級（２周波）と同等以上かつ、出来形管理に必要な鉛直精度を満たす計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

| | |
|---|---|
| 国土地理院認定１級（２周波）と同等以上 | 公称測定精度：±（20㎜＋2×$10^{-6}$×D）<br>最小解析値：１㎜ |

計測距離 500m の場合、±（20㎜＋2×$10^{-6}$×500m）＝±21㎜ の誤差となる。

| | |
|---|---|
| 出来形管理に必要な要求精度 | ４級基準点と同等以上の基準点との較差が<br>平面　±20㎜ 以内、鉛直　±10㎜ 以内 |

ａ．ＲＴＫ－ＧＮＳＳの測定精度が国土地理院による１級（２周波）と同等以上の認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による１級（２周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級（２周波）同等以上であることが明記されている場合は、１級（２周波）と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）

ｂ．ＲＴＫ－ＧＮＳＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

ｃ．土工の断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合は、「参考資料-15　断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

ｄ．高さ補正機能を用いる場合は、出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（１年以内）を添付する。検査成績書（１年以内）に代えて、「参考資料-10　高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート（様式 2-11）」で確認した結果（１年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ｅ．高さ補正機能を用いる場合でレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

※「ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編）」は未策定であるため、機能として同じものになると考えられる「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編）」で代替する。

《出来形計測》

**受注者は、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを設置し、出来形計測を行う。**

**1）出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの基準局の設置**

**出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳで利用する基準局は、工事基準点上に設置すること。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。**

**なお、ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳの移動局のみで測位する場合はこの限りでない。**

**2）ローカライゼーション**

**ＧＮＳＳ座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行うこと。**

**3）出来形計測**

**出来形計測の実施にあたっては、誤差を確認しながら行うこと。**

【解説】

必要な位置情報を取得する機器は、基線長が長くなると無線通信等が不安定となりやすいので、障害物、障害電波などの無いことを留意する必要がある。無線通信距離は条件により大きく変わるが、ＧＮＳＳ測量機に一般的に搭載されている免許不要の無線通信方式の場合、良好な無線通信距離のおおよその目安は、通常で 500m 程度、条件がよいと１km 程度である。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

**1）基準局の定義**

ここで言う基準局とは、ＲＴＫ－ＧＮＳＳの基準局、又は高さ補正装置としての基準局とする。

**2）ＧＮＳＳ基準局設置の留意点**

1. 出来形計測点を効率的に取得できる位置に基準局を設置すること。（例：無線通信が障害物に阻害されにくい高台、基準局のカバーエリアを十分利用できる工区中央）
2. 工事基準点は、３次元設計データや基本設計データに登録されている点を用いること。
3. 基準局及び移動局は傾きがないように正しく設置すること。
4. 計測中に基準局が動かないように確実に設置すること。
5. 設定時に単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
6. 上空の遮蔽物やビル等による反射波（マルチパス）の影響に注意すること。
7. 高さ補正機能を使用する場合は、別途高さ補正機能を供するメーカーの保証する条件に従って行うこと。

**3）ローカライゼーションの留意点**

1. ＧＮＳＳ座標系と現場座標系にズレがある現場では、座標系を合わせるためのローカライゼーションを実施する必要がある。出来形値（幅、法長）は２点間の相対距離で求まるが、出来形値（標高）は現場座標系で行う必要がある。また、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機器の導入効果を得るために、丁張り設置など日々の位置出し作業等でも活用する観点からも、座標系にズレがある場合はローカライゼーションを行う必要がある。
2. ローカライゼーションは、工事基準点の計測・登録した際の計測誤差の影響を受けることになる（図２-８８）。そのため、ローカライゼーションは測定精度を確保できた条件で行う必要がある。よって、ＤＯＰ値が小さい状態で、通常の計測時間である 10 秒間よりも長時間の計測を行うことが望まれる。

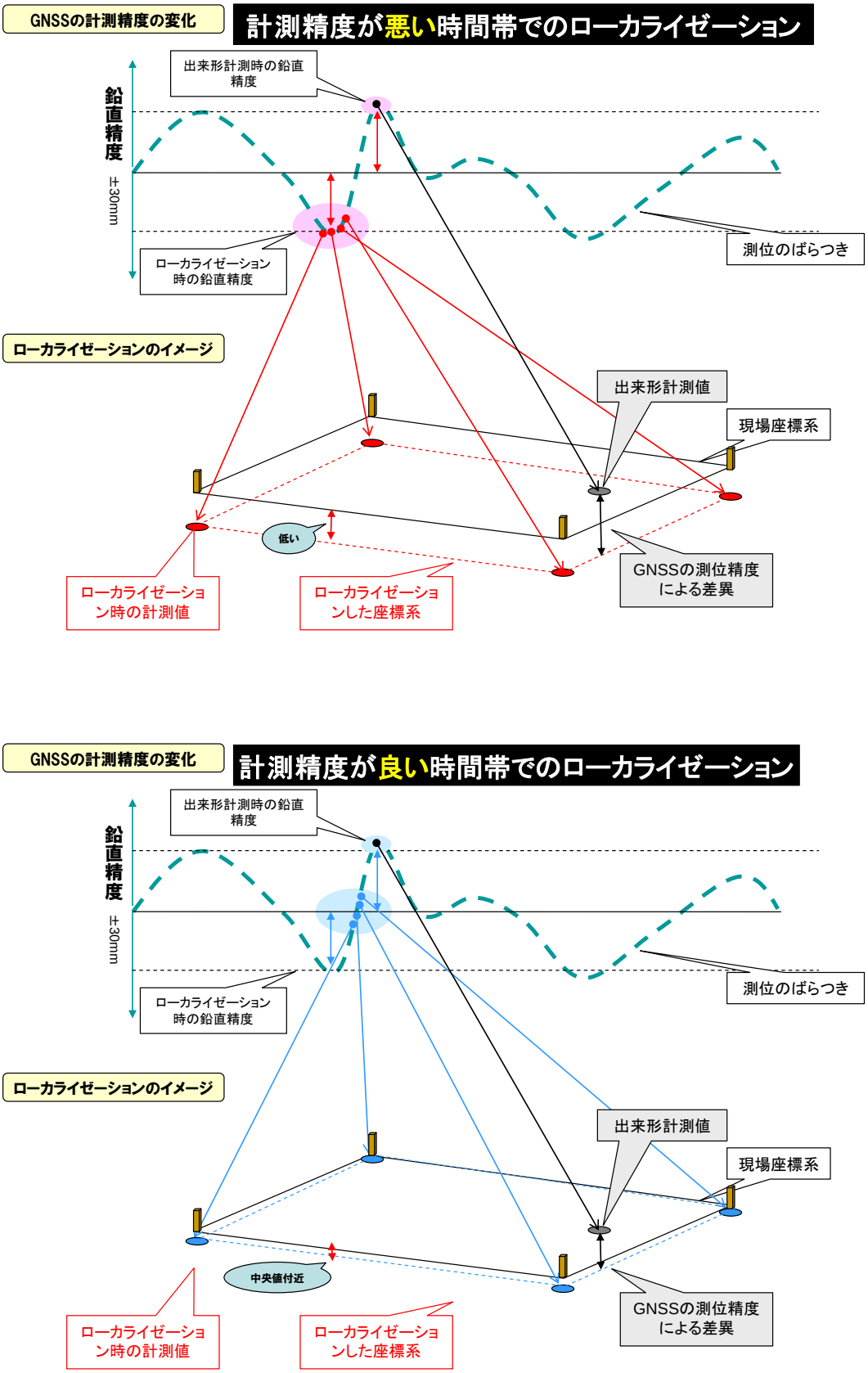



図２－８８　ローカライゼーションの留意点

### 4）出来形計測の手順と留意点

各工種に関する事項は、「第３章　第６節　出来形管理」を参照されたい。

1. 初期化直後、基準点座標と計測値との間に大きな誤差が無いことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20㎜以上又は鉛直方向±10㎜以上（面管理の場合は±30㎜以上）ある場合は、再度、初期化を行う（図２－８９）。再度、初期化しても改善されない場合、原因として考えられる工事基準点や機器設置のミスや接触による移動なども念頭に対処する必要がある。

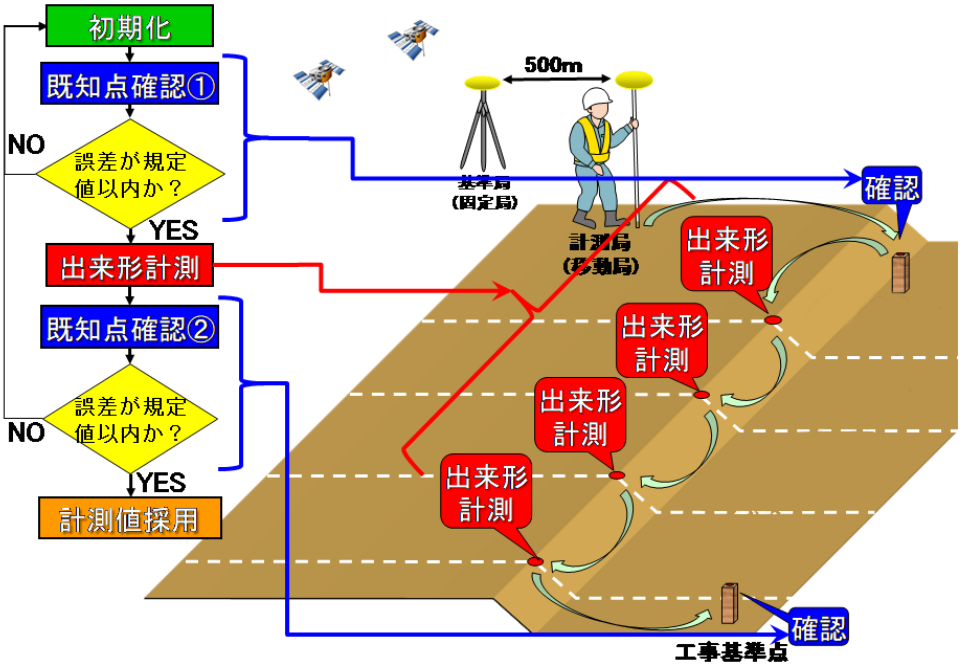



図２－８９　初期化と計測の手順

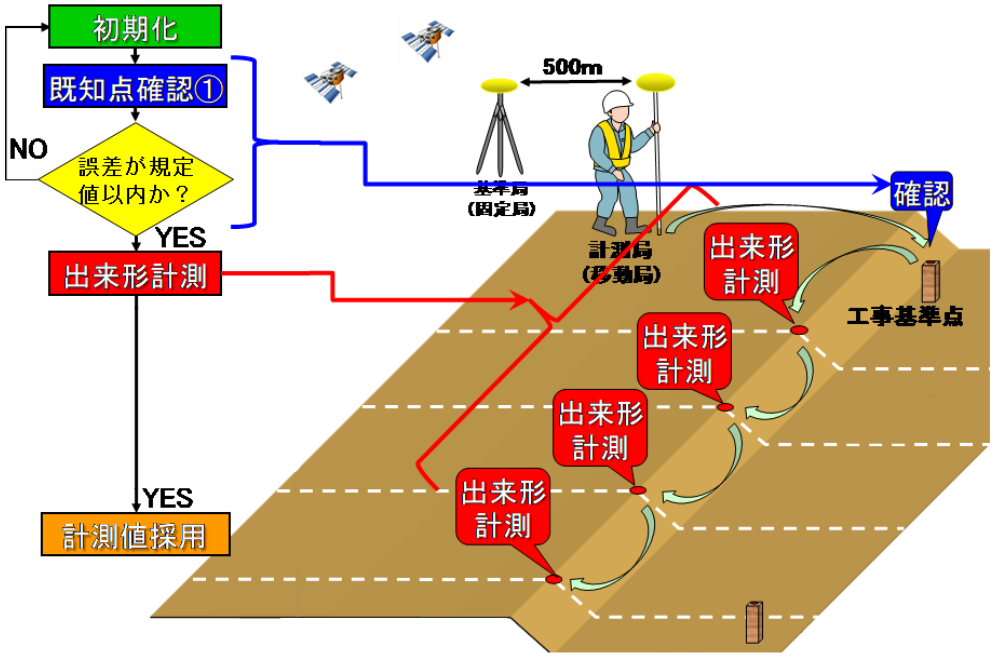



図２－９０　初期化と計測の手順（高さ計測精度が確認されたＲＴＫ－ＧＮＳＳの場合）

2. 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用い、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形又は法線や法肩等）の選択を行う。
3. 出来形計測対象点に移動局を設置した上で、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量に準拠しＦＩＸ解を得てから 10epoch 以上を計測する。なお、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量に準拠すれば測定精度の確認用に２セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、実証実験結果を見ると直ぐに確認した場合は２セット間の較差が小さく、また、他点の計測を一巡した後で再計測する方法では作業効率が悪くなるため、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳでの出来形計測では、１セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする（図２-８９）。万一、測定精度が悪化している場合に、それまでの計測作業で得た計測値は測定精度がある状態で得たデータか判断できないため採用せず、再度、計測する必要がある。よって、以降の出来形の計測作業で計測の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔あるいは時間間隔で初期化を行うことが望ましい。ＲＴＫ－ＧＮＳＳの場合、望ましい計測間隔の目安は 100～200m 程度、時間間隔は 30 分～１時間程度である。なお、「参考資料-15　断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」で高さ計測精度が確認されたＲＴＫ－ＧＮＳＳについては、この限りではない。
4. 出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能なので、現行の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭や目串などの設置）を事前に行わずとも計測できる。また、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は、計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考えて自由に設定することができる。その際、出来形計測点１つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点２つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの時は長さの判定を行うことが可能である。
5. 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する必要がある。
6. 出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳで確認した出来形計測データの記録を行う。出来形計測データは、各点の計測後に出来形計測対象点とともに記録する必要がある。

上記 2.～6. を繰り返して計測し、必要に応じて 1. や 2）を実施する。

7. 出来形計測を円滑に行うために、計測の実施前に、衛星配置の予測ソフトウェアなどを用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーＨＰなどで入手可能である。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）で衛星捕捉状況が変化するので、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

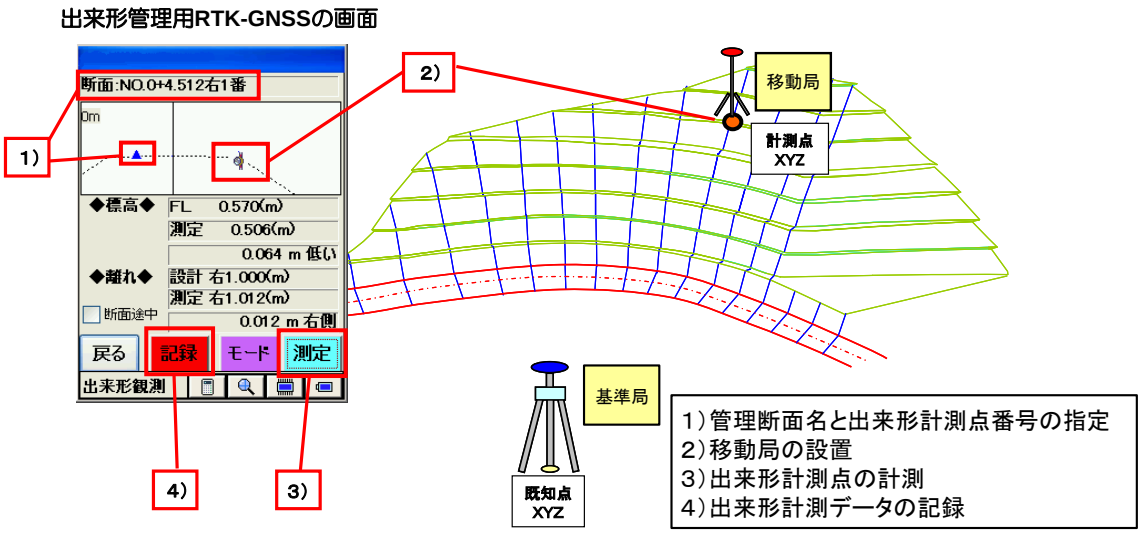



図２－９１　現場における作業手順例

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

## 第１節　出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値（出来形評価値）はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

1）測定箇所

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた基準高、法長、幅とは異なり、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面の標高較差又は、水平較差とする。掘削工の法面の場合、勾配が１割より緩い場合は標高較差で管理するのが望ましい。

法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50㎜ 以内に存在する計測点は標高較差の評価から除く。同様に鉛直方向に±50㎜ 以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

また、法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができる。

2）測定値算出

①標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、３次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

②水平較差の測定値を算出する方法

水平較差は、３次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの水平方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

3）規格値

規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「１－２－３－２－２　掘削工（面管理の場合）」、「１－２－３－３－２　盛土工（面管理の場合）」、あるいは、「１－２－４－２－２　掘削工（面管理の場合）」、「１－２－４－３－２　路体盛土工（面管理の場合）、１－２－４－４－２　路床盛土工（面管理の場合）」に記載されているものを利用することとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領（案）におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

また、一連の評価範囲において規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは、規格値の条件の最も厳しい値を採用することとする。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「１－２－３－２－２　掘削工（面管理の場合）」、「１－２－３－３－２　盛土工（面管理の場合）」、「１－２－４－２－２　掘削工（面管理の場合）」、「１－２－４－３－２　路体盛土工（面管理の場合）、１－２－４－４－

２　路床盛土工（面管理の場合）」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「１－２－３－２－１　掘削工」、「１－２－３－３－１　盛土工」、あるいは、「１－２－４－２－１　掘削工」、「１－２－４－３－１　路体盛土工」、「１－２－４－４－１　路床盛土工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

**4）測定基準**

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の測定基準には「施工延長 40m につき１箇所、延長 40m 以下のものは１施工箇所に２箇所」と定められているが、３次元計測技術を用いた出来形管理の場合、平場面、天端面、法面（小段含む）全面で計測したデータがあることから、測定基準を「平場面、天端面、法面（小段含む）の全面（１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上）」とし、面的により的確な出来形管理を行うものである。

## 第２節　出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合）

１．道路土工

**本管理要領（案）に基づく道路土工の出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

1）測定箇所

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた基準高、法長、幅と同じであり、基本設計データに記述されている管理断面上の基準高、法長、幅とする。

ここで管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±100㎜の範囲を管理断面上とする。この理由は、出来形管理用ＴＳのプリズムや出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの計測局を出来形計測箇所に精緻に誘導する作業の効率と、下図に示す管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差を考慮しているためである。また、管理断面に対して±100㎜の誤差では、幅員、法長の長さの誤差は0.5%（２ｍの幅員・法長の場合±10㎜の誤差）以下であり実務上問題ないと判断できるためである。

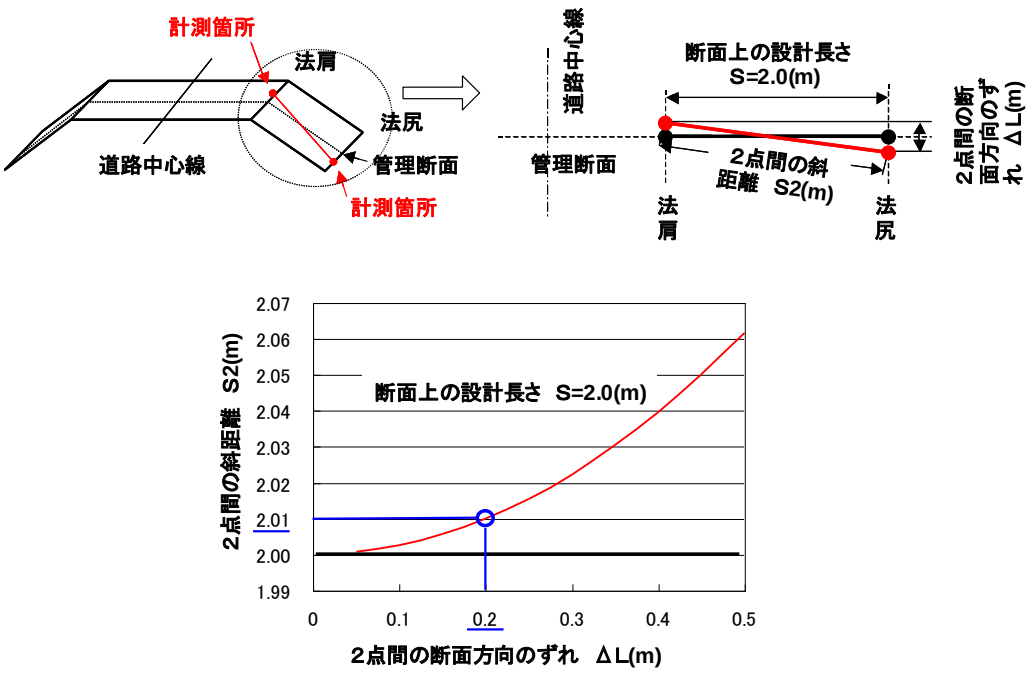



図２－９２　管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差の影響範囲

2）測定値算出

①基準高（標高）の測定値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（Ｚ座標）の値を用い、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

②法長・幅の測定値を３次元座標値から算出する方法

法長は、計測した２点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の

対比で規格値との比較・判定を行う。

3）規格値

規格値は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とする。

4）測定基準

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の測定基準には「施工延長 40m につき１箇所、延長 40m 以下のものは１施工箇所に２箇所」と定められているが、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳの場合、各測点で計測したデータがあり、また、出来形帳票作成ソフトで自動的に帳票作成が行えることから、測定基準を「設計図書の測点ごと」とし、作業量を増加させずに、より的確な出来形管理を行うものである。

２．河川・海岸・砂防土工

**本管理要領（案）に基づく河川・海岸・砂防土工の出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

1）測定箇所

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた基準高、法長、幅と同じであり、基本設計データに記述されている管理断面上の基準高、法長、幅とする。

ここで管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±100㎜ の範囲を管理断面上とする。この理由は、出来形管理用ＴＳのプリズムや出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳの計測局を出来形計測箇所に精緻に誘導する作業の効率と、下図に示す管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差を考慮しているためである。また、管理断面に対して±100㎜ の誤差では、幅、法長の長さの誤差は 0.5％（２ｍの幅・法長の場合±10㎜ の誤差）以下であり実務上問題ないと判断できるためである。

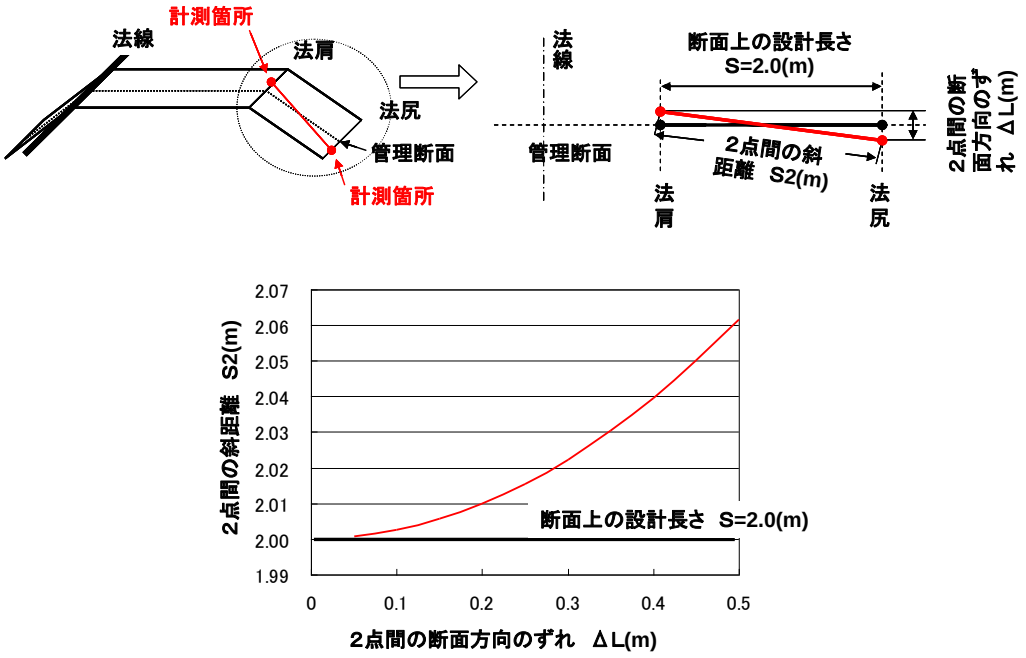



図２－９３　管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差の影響範囲

**2）測定値算出**

①基準高（標高）の測定値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（Ｚ座標）の値を用い、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

②法長・幅の測定値を３次元座標値から算出する方法

法長は、計測した２点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

**3）規格値**

規格値は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」に定められたものと同様とする。

**4）測定基準**

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の測定基準には「施工延長 40m につき１箇所、延長 40m 以下のものは１施工箇所に２箇所」と定められているが、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳの場合、各測点で計測したデータがあり、また、出来形帳票作成ソフトで自動的に帳票作成が行えることから、測定基準を「設計図書の測点ごと」とし、作業量を増加させずに、より的確な出来形管理を行うものである。

# 第６章　数量算出

出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが３次元計測技術等で計測されており、契約条件として認められている場合は、３次元計測技術による出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。出来形数量の詳細な算出方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。

【解説】

受注者は、３次元計測技術による計測点群データを基に平均断面法又は、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。

なお、軽量盛土工の数量算出において、現場で計測した計測点群データや設計図書から作成した３次元モデルを境界面として出来高数量算出に用いてもよい。ただし、３次元モデルを利用する場合は、境界面となる対象工種の出来形管理結果により、出来形値と３次元モデルの設計値との差が規格値の範囲内であることを確認すること。

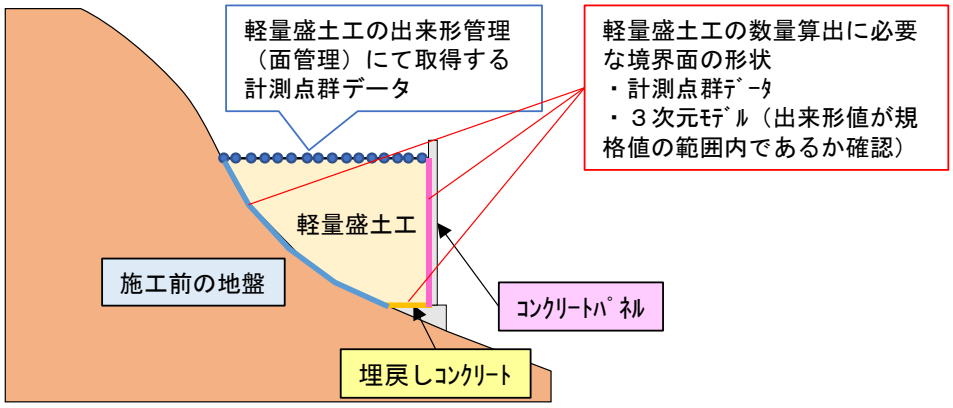



図２－９４　計測点群データ等を用いた軽量盛土工の数量算出（例）

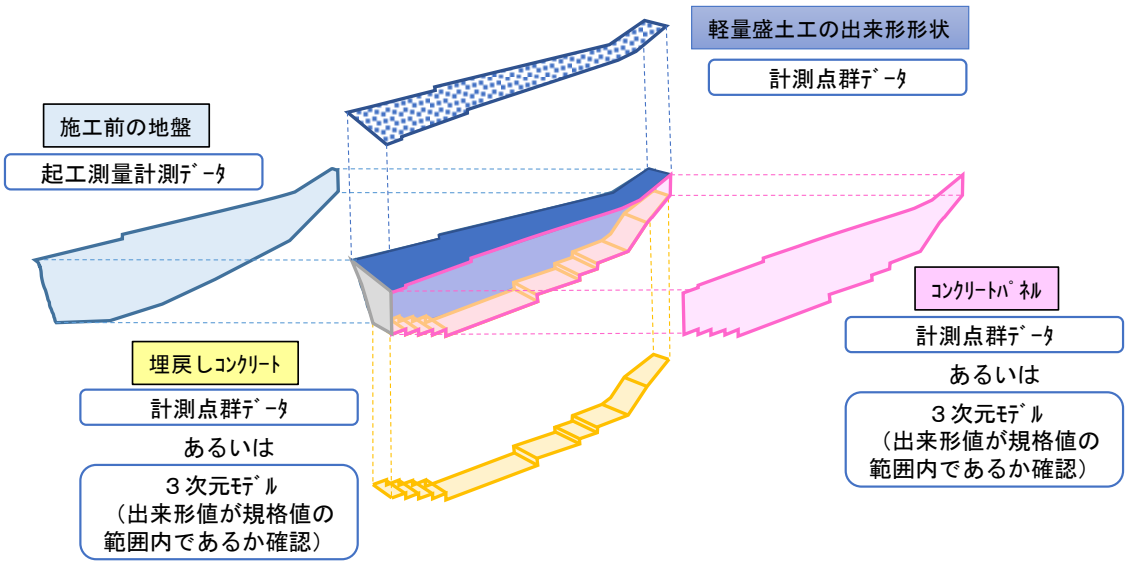



図２－９５　数量算出時に利用する各種データ（例）

# 第７章　出来形管理写真基準

## 第１節　出来形管理写真基準（面管理の場合）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

なお、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量で撮影した写真、又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって、写真撮影に代えることとする。

【解説】

現行の「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。

３次元計測技術を用いた出来形管理の写真撮影方法は、①工事名、②工種等、③出来形計測範囲（始点測点～終点測点・左右の範囲）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。

参考として以下に写真撮影例を示す。

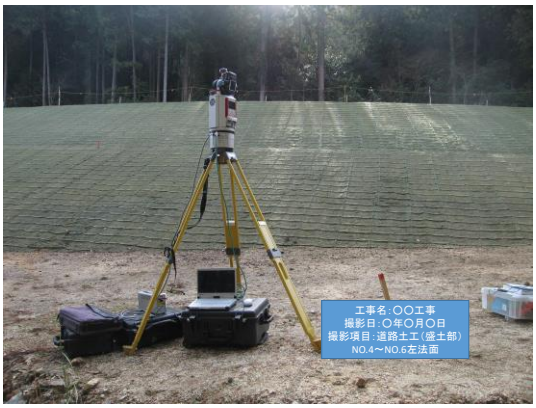



図２－９６　写真撮影例

図２－９７　写真撮影例

なお、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量で撮影した写真、又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって、写真撮影に代える場合は、以下のとおりとする。

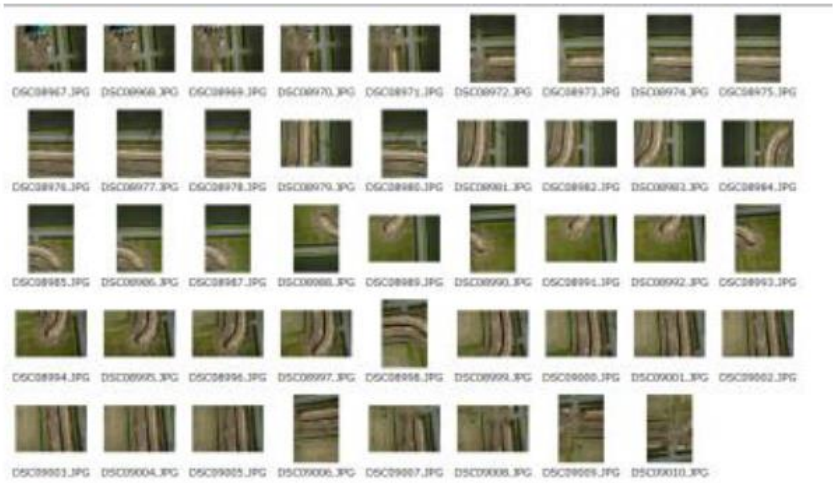
**1）撮影項目**

本管理要領（案）を用いた施工管理の実施にあたっては、法長、幅の撮影項目については、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量で撮影した写真、又は撮影した写真から作成されるオルソ画像を納品することで、現行の「写真管理基準（案）」で求められる写真に代えることができる。なお、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量で撮影した写真は、「第８章　電子成果品の作成規定」に示す「ＩＣＯＮ」フォルダに格納されるものとする。参考として、地上写真測量

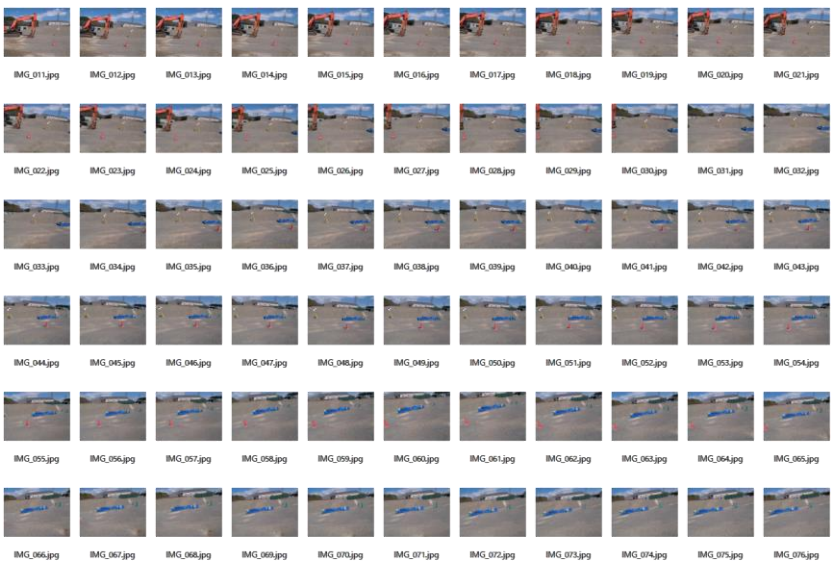
図２－９８に空中写真測量（ＵＡＶ）の写真撮影例を示す。

**2）撮影方法**

法長、幅の撮影項目については、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量に代えることができるため、被写体として写し込む小黒板は不要である。



ＵＡＶ写真測量



地上写真測量

図２－９８　写真撮影例

## 第２節　出来形管理写真基準（断面管理の場合）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③３次元計測技術設置位置（ＴＳ等光波方式を用いて後方交会法を行う場合は、参照した２つの工事基準点を記載すること）、あるいは基準局設置位置（ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合は基準局を設置した工事基準点、又は未知点に設置した際に参照した工事基準点を記載すること）

④出来形計測点（測点・箇所）

【解説】

現行の「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理の写真の撮影方法は、①工事名、②工種等、③３次元計測技術設置位置（ＴＳ等光波方式を用いて後方交会法を行う場合は、参照した２つの工事基準点を記載すること）、あるいは基準局設置位置（ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合は基準局を設置した工事基準点、又は未知点に設置した際に参照した工事基準点を記載すること）④出来形計測点（測点・箇所）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では留意事項として、不可視となる出来形部分については、出来形寸法が確認できるよう、特に注意して撮影することとされており、出来形寸法を確認するためのリボンテープやピンポール等の写しこんだ写真が撮影されている。しかし、出来映えを確認する写真は必要であるが、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理ではテープ等を用いて長さを計測する作業の必要がないことからリボンテープやピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真は基本的に必要ない。ただし、ＴＳの設置状況と出来形計測対象点上のプリズムの設置状況がわかるものとし、特にプリズムについては、計測箇所上に正しく設置されていることがわかるように遠景・近景等の工夫により撮影すること。

参考として、図２－９９に写真撮影例を示す。

図２－９９　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定

## 第１節　電子成果品の作成規定（面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、原則として以下のとおりとするが、計測技術ごとに定められた電子成果品とすること。**

**・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））**
**・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）**
**・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）**
**・３次元計測技術による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））**
**・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）**
**・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）**

**電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。**

**格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。**

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）ファイル名の命名**

**2）本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。**

①ＩＣＯＮフォルダに工種（土工）を示した「ＥＷ」のサブフォルダを作成する。

②　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

③サブフォルダの名称は、表２-５～表２-１２に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

④格納するファイル名は、表２-５～表２-１２に示す命名規則に従うこと。

⑤-1　欠測補間としてほかの計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名は、主となる計測機器の名称を用い、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。

⑤-2　合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し、格納する。参考として、図２-１００～図２-１０７にＴＳを欠測補間に用いた場合のフォルダ構成例を示す。

⑥設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑧出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てを ZIP 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

⑨空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量で撮影したデジタル写真（jpg ファイル）、又はデジタル写真から作成されるオルソ画像（TIFF ファイル）の電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

⑩なお、空中写真測量（ＵＡＶ）、地上写真測量を用いた場合は、写真測量に使用したすべての画像（JPEG ファイル）、又はすべての画像から作成されるオルソ画像(TIFF ファイル)を、撮影ごとに納品することとし、ＩＣＯＮフォルダにサブフォルダを作成して、jpg ファイルを格納する。画像のためのサブフォルダの名称は、次表の末尾に PIC（例：出来形計測の写真の場合は、UAV0AS001PIC）を付けるものとする。なお、オルソ画像で納品する場合は、オルソ画像の解像度を撮影した元の画像と同一の画素寸法にて作成することとする。また、オルソ画像のファイルサイズは１GB 以内とすることを原則とし、これを超過する場合は複数の撮影範囲に分割し納品する。納品するオルソ画像は、撮影範囲の位置情報が付与された GeoTIFF 形式にて納品するか、オルソ画像の位置情報を示すワールドファイルを添えて納品する。ワールドファイルを添えて納品する場合、オルソ画像とワールドファイルのファイル名は拡張子を除き同一とすること。

⑪標定点等データとは、標定点、検証点、調整用基準点のことをいい、３次元計測技術で使用した標定点、検証点、調整用基準点のデータを納品する。

**3）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（ＰＤＦ）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn，xn，yn，zn，An

Idn：ID 番号（Id）

xn：計測点座標値（x）・・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

yn：計測点座標値（y）　・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

zn：標高値（z）　・・・・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

An：地表面属性値（A）・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ，格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**4）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

**5）数量算出**

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

・起工測量時の計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）

・起工測量計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）

・岩線を計測した計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）

・岩線計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）
・（軽量盛土工において３次元データを施工基面とする場合）施工基面の形状データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）
※起工測量計測データとして格納すること。その場合、施工前の地盤などの起工測量計測データと違いがわかるようにファイル命名規則に従ってファイル名を付けること。

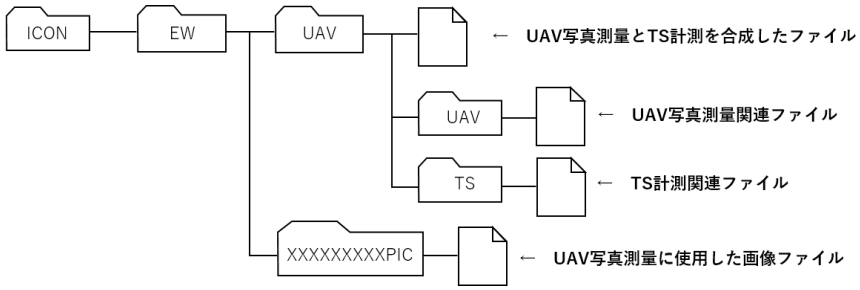



図２－１００　空中写真測量（ＵＡＶ）を主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２－５　空中写真測量（ＵＡＶ）による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UAV | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | UAV0DR001Z.拡張子 |
| UAV | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き 3 次元データ) | UAV0CH001.拡張子 |
| UAV | 0 | IN | 001～ | － | ・空中写真測量(UAV)による出来形評価用データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | UAV0IN001.拡張子 |
| UAV | 0 | EG | 001～ | － | ・空中写真測量(UAV)による起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | UAV0EG001.拡張子 |
| UAV | 0 | SO | 001～ | － | ・空中写真測量(UAV)による岩線計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | UAV0SO001.拡張子 |
| UAV | 0 | AS | 001～ | － | ・空中写真測量(UAV)による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | UAV0AS001.拡張子 |
| UAV | 0 | GR | 001～ | － | ・空中写真測量(UAV)による計測点群データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | UAV0GR001.拡張子 |
| UAV | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | UAV0PO001.拡張子 |

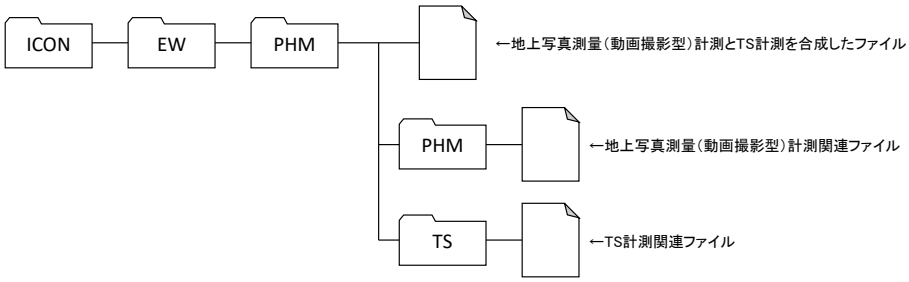



図２－１０１　地上写真測量を主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２－６　地上写真測量による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PHM | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | PHM0DR001Z.拡張子 |
| PHM | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き 3 次元データ) | PHM0CH001.拡張子 |
| PHM | 0 | IN | 001～ | － | ・地上写真測量による出来形評価用データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | PHM0IN001.拡張子 |
| PHM | 0 | EG | 001～ | － | ・地上写真測量による起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | PHM0EG001.拡張子 |
| PHM | 0 | SO | 001～ | － | ・地上写真測量による岩線計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | PHM0SO001.拡張子 |
| PHM | 0 | AS | 001～ | － | ・地上写真測量による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | PHM0AS001.拡張子 |
| PHM | 0 | GR | 001～ | － | ・地上写真測量による計測点群データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | PHM0GR001.拡張子 |
| PHM | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | PHM0PO001.拡張子 |

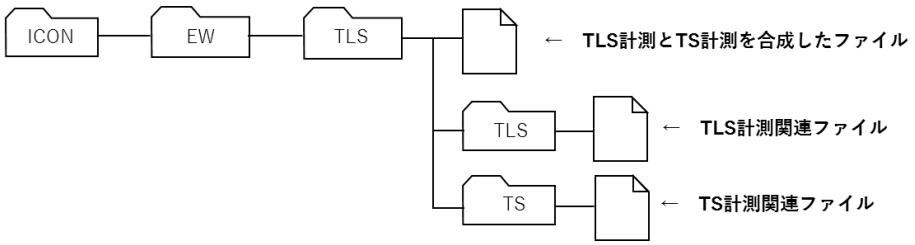



図２-１０２　ＴＬＳを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２-７　ＴＬＳによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | ― | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | ― | ・TLS による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | EG | 001～ | ― | ・TLS による起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLS0EG001.拡張子 |
| TLS | 0 | SO | 001～ | ― | ・TLS による岩線計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLS0SO001.拡張子 |
| TLS | 0 | AS | 001～ | ― | ・TLS による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLS0AS001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | ― | ・TLS による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | ― | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TLS0PO001.拡張子 |

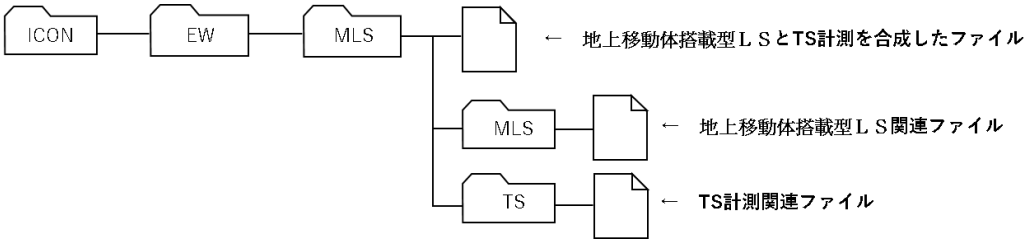



図２-１０３　地上移動体搭載型ＬＳを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２-８　地上移動体搭載型ＬＳによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | MLS0DR001Z.拡張子 |
| MLS | 0 | CH | 001～ | ― | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | MLS0CH001.拡張子 |
| MLS | 0 | IN | 001～ | ― | ・地上移動体搭載型LSによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | MLS0IN001.拡張子 |
| MLS | 0 | EG | 001～ | ― | ・地上移動体搭載型LSによる起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | MLS0EG001.拡張子 |
| MLS | 0 | SO | 001～ | ― | ・地上移動体搭載型LSによる岩線計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | MLS0SO001.拡張子 |
| MLS | 0 | AS | 001～ | ― | ・地上移動体搭載型LSによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | MLS0AS001.拡張子 |
| MLS | 0 | GR | 001～ | ― | ・地上移動体搭載型LSによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | MLS0GR001.拡張子 |
| MLS | 0 | PO | 001～ | ― | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | MLS0PO001.拡張子 |

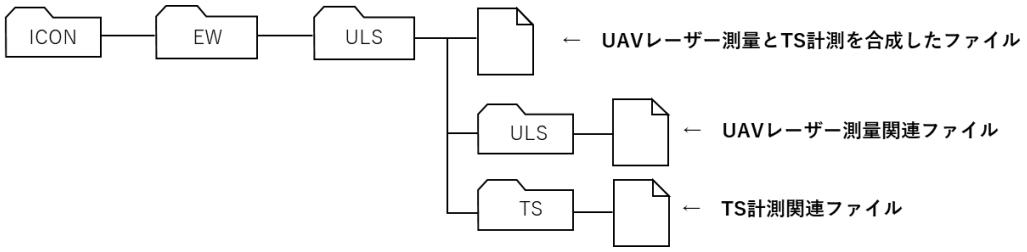



図２-１０４　ＵＡＶレーザーを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２-９　ＵＡＶレーザーによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ULS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | ULS0DR001Z.拡張子 |
| ULS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き3次元データ) | ULS0CH001.拡張子 |
| ULS | 0 | IN | 001～ | － | ・UAVレーザーによる出来形評価用データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | ULS0IN001.拡張子 |
| ULS | 0 | EG | 001～ | － | ・UAVレーザーによる起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | ULS0EG001.拡張子 |
| ULS | 0 | AS | 001～ | － | ・UAVレーザーによる出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | ULS0AS001.拡張子 |
| ULS | 0 | GR | 001～ | － | ・UAVレーザーよる計測点群データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | ULS0GR001.拡張子 |
| ULS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点、調整用基準点及び検証点の座標データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | ULS0PO001.拡張子 |

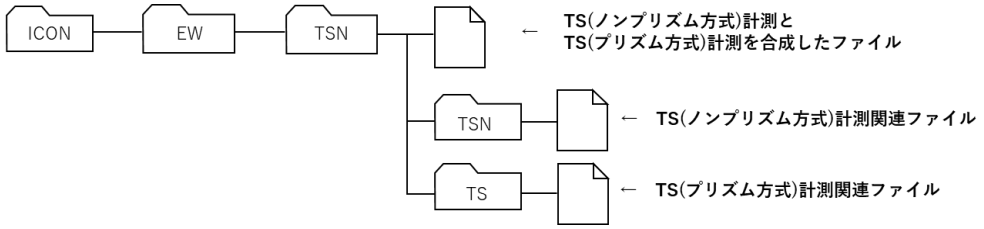



図２-１０５　ＴＳ（ノンプリズム方式）を主としＴＳ（プリズム方式）にて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２-１０　ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TSN | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TSN0DR001Z.拡張子 |
| TSN | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き3次元データ) | TSN0CH001.拡張子 |
| TSN | 0 | IN | 001～ | － | ・TS(ノンプリズム方式)による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TSN0IN001.拡張子 |
| TSN | 0 | EG | 001～ | － | ・TS(ノンプリズム方式)による起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TSN0EG001.拡張子 |
| TSN | 0 | SO | 001～ | － | ・TS(ノンプリズム方式)による岩線計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TSN0SO001.拡張子 |
| TSN | 0 | AS | 001～ | － | ・TS(ノンプリズム方式)による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TSN0AS001.拡張子 |
| TSN | 0 | GR | 001～ | － | ・TS(ノンプリズム方式)による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TSN0GR001.拡張子 |
| TSN | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | TSN0PO001.拡張子 |

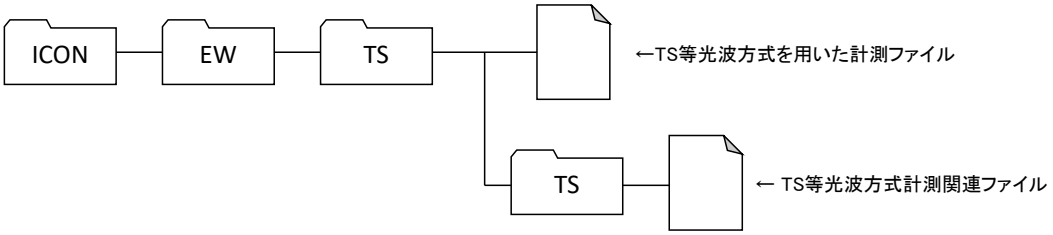



図２-１０６　ＴＳ等光波方式を主として計測した場合のフォルダ構成例

表２-１１　ＴＳ等光波方式による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TS0DR001Z.拡張子 |
| TS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TS0CH001.拡張子 |
| TS | 0 | IN | 001～ | － | ・出来形管理用TSによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TS0IN001.拡張子 |
| TS | 0 | EG | 001～ | － | ・出来形管理用TSによる起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TS0EG001.拡張子 |
| TS | 0 | SO | 001～ | － | ・出来形管理用TSによる岩線計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TS0SO001.拡張子 |
| TS | 0 | AS | 001～ | － | ・出来形管理用TSによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TS0AS001.拡張子 |
| TS | 0 | GR | 001～ | － | ・出来形管理用TSによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TS0GR001.拡張子 |
| TS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TS0PO001.拡張子 |

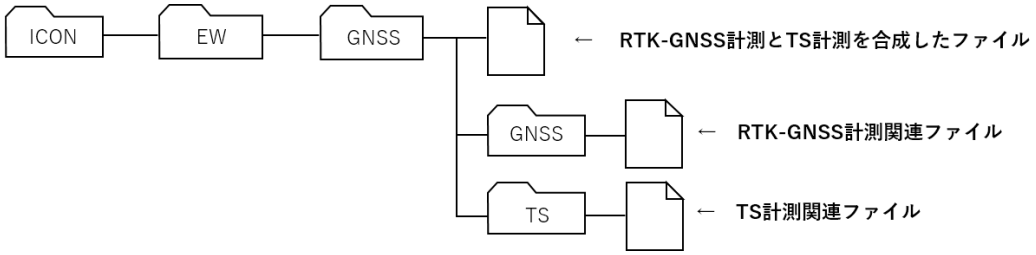



図２-１０７　ＲＴＫ－ＧＮＳＳを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２-１２　ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GNSS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | GNSS0DR001Z.拡張子 |
| GNSS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | GNSS0CH001.拡張子 |
| GNSS | 0 | IN | 001～ | － | ・RTK-GNSS による出来形評価用データ（CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル） | GNSS0IN001.拡張子 |
| GNSS | 0 | EG | 001～ | － | ・RTK-GNSS による起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | GNSS0EG001.拡張子 |
| GNSS | 0 | SO | 001～ | － | ・RTK-GNSS による岩線計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | GNSS0SO001.拡張子 |
| GNSS | 0 | AS | 001～ | － | ・RTK-GNSS による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | GNSS0AS001.拡張子 |
| GNSS | 0 | GR | 001～ | － | ・RTK-GNSS よる計測点群データ（CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル） | GNSS0GR001.拡張子 |
| GNSS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | GNSS0PO001.拡張子 |

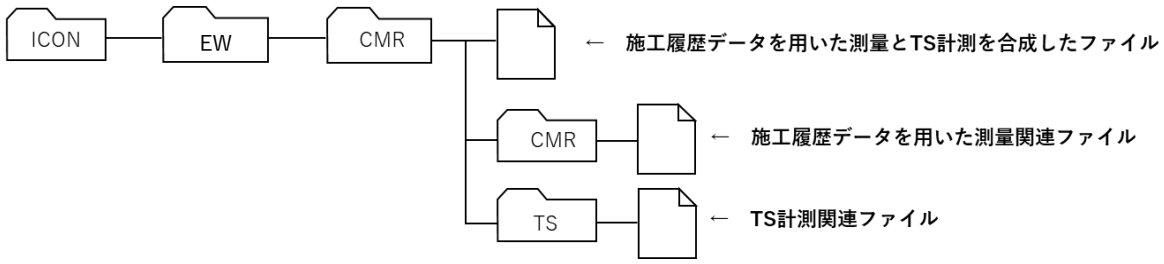



図２-１０８　施工履歴データを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表２-１３　施工履歴データによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CMR | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | CMR0DR001Z.拡張子 |
| CMR | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | CMR0CH001.拡張子 |
| CMR | 0 | IN | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | CMR0IN001.拡張子 |
| CMR | 0 | AS | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | CMR0AS001.拡張子 |
| CMR | 0 | GR | 001～ | － | ・施工履歴データによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | CMR0GR001.拡張子 |
| CMR | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | CMR0PO001.拡張子 |

※盛土工において３ＤＭＧローラを用いて施工履歴データを用いた出来形管理を行う場合、最終仕上がり面に至るまでに締固めを行う各層についての３次元設計データの提出は不要である。

## 第２節　電子成果品の作成規定（断面管理の場合）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・施工管理データ（XML ファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「OTHRS」フォルダに格納する。
その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目については、「工事完成図書の電子納品等要領」に従い出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1）その他管理ファイル（OTHRS.XML）

2）本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目は、表２－１４及び表２－１５に示す内容を必ず記入すること。

表２－１４　ＴＳ等光波方式による計測のその他管理項目

| 分類・項目名 | | | | 記入内容 | データ表現 | 文字数 | 記入者 | 必要度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| サブフォルダ情報※ | その他サブフォルダ名 | | | 作成したその他サブフォルダ名(ORG001～nnn)を記入する。 | 半角英数大文字 | 6 固定 | □ | ◎ |
| | その他サブフォルダ日本語名 | | | 「TS出来形管理」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | その他資料情報※ | 資料名 | | 「TS出来形管理資料」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | オリジナルファイル情報※ | シリアル番号 | シリアル番号は1より開始する。電子媒体を通して、一連のまとまった資料についてユニークであれば、中抜けしてもよい。2番目を、“00002”の様に0を付けて表現してはいけない。 | 半角数字 | 5 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル名 | オリジナルファイル名を拡張子を含めて記入する。 | 半角英数大文字 | 12 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル日本語名 | 「TS施工管理データmm」と記入する。<br>mm：英数字2文字 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報 | 格納したオリジナルファイルの作成ソフトウェア名とバージョン情報を記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル内容 | オリジナルファイルの内容、もしくはオリジナルファイルに示されていることを記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | その他 | 受注者説明文 | 受注者側で特記すべき事項がある場合は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 発注者説明文 | 発注者側で特記すべき事項がある場合(発注者から指示を受けた場合)は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 予備 | 「TSを用いた出来形管理要領(土工編)平成○○年○○月」と記入 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| ソフトメーカー用 TAG | | | | ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数記入可) | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | ▲ | △ |

全角文字と半角英数字が混在している項目については、全角の文字数を示しており、半角英数字２文字で全角文字１文字に相当する。表に示している文字数以内で記入する。

「その他サブフォルダ日本語名」、「資料名」、「オリジナルファイル日本語名」で用いられている「ＴＳ」は半角英数大文字で記載すること。また、「予備」で用いられている括弧及び数字は、半角英数字で記載すること。

【記入者】□：電子成果品作成者が記入する項目。
▲：電子成果品作成支援ツール等が固定値を自動的に記入する項目。

【必要度】◎：必須記入。
○：条件付き必須記入。（データが分かる場合は必ず記入する）
△：任意記入。原則として空欄。特記すべき事項があれば記入する。

※複数ある場合にはこの項を必要な回数繰り返す。

表２－１４　その他管理項目の「その他サブフォルダ日本語名」、「オリジナルファイル情報」及び「予備」の【必要度】については、「工事完成図書の電子納品等要領」と異なり、本管理要領（案）では◎（必須記入）としているので注意すること。

「オリジナルファイル日本語名」の通し番号（ｍｍ）は、01 からの連番を原則とするが、やむを得ない理由である場合は中抜け（欠番）してもよい。

「予備」には、本管理要領（案）のタイトル名を発行年月まで記入すること。

その他管理ファイル（OTHRS.XML）の出力例を以下に示す。

四角囲いのゴシック強調表記は、本管理要領（案）で規定している記入例、ゴシック強調表記は出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように具体的に記入することが望ましい項目を示している。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE othrsdata SYSTEM "OTHRS05.DTD">
<othrsdata DTD_version="05">
  <サブフォルダ情報>
   <その他サブフォルダ名>ORG001</その他サブフォルダ名>
    <その他サブフォルダ日本語名>TS 出来形管理</その他サブフォルダ日本語名>
     <その他資料情報>
      <資料名>TS 出来形管理資料</資料名>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>1</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG01_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 01</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>〇〇線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>2</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG02_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 02</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>□□線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
     <その他>
      <受注者説明文>△△△</受注者説明文>
      <発注者説明文>☆☆☆</発注者説明文>
```

〈予備〉TS を用いた出来形管理要領（土工編）平成○○年○○月〈/予備〉
〈/その他〉
〈/その他資料情報〉
〈/サブフォルダ情報〉
〈ソフトメーカー用 TAG〉ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。（複数入力可）〈/ソフトメーカー用 TAG〉
〈/othrsdata〉

表２－１５　ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる計測のその他管理項目

| 分類・項目名 | | | | 記入内容 | データ表現 | 文字数 | 記入者 | 必要度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| サブフォルダ情報※ | その他サブフォルダ名 | | | 作成したその他サブフォルダ名（ORG001～nnn）を記入する。 | 半角英数大文字 | 6 固定 | □ | ◎ |
| | その他サブフォルダ日本語名 | | | 「RTK-GNSS 出来形管理」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | その他資料情報※ | 資料名 | | 「RTK-GNSS 出来形管理資料」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | オリジナルファイル情報※ | シリアル番号 | シリアル番号は1より開始する。電子媒体を通して、一連のまとまった資料についてユニークであれば、中抜けしてもよい。2番目を、“00002”の様に 0 を付けて表現してはいけない。 | 半角数字 | 5 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル名 | オリジナルファイル名を拡張子を含めて記入する。 | 半角英数大文字 | 12 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル日本語名 | 「RTK-GNSS 施工管理データmm」と記入する。<br>mm：英数字2文字 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報 | 格納したオリジナルファイルの作成ソフトウェア名とバージョン情報を記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル内容 | オリジナルファイルの内容、もしくはオリジナルファイルに示されていることを記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | その他 | 受注者説明文 | 受注者側で特記すべき事項がある場合は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 発注者説明文 | 発注者側で特記すべき事項がある場合（発注者から指示を受けた場合）は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 予備 | 「RTK-GNSS を用いた出来形管理要領（案）（土工編）平成 29 年3月」と記入 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| ソフトメーカー用 TAG | | | | ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。（複数記入可） | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | ▲ | △ |

全角文字と半角英数字が混在している項目については、全角の文字数を示しており、半角英数字２文字で全角文字１文字に相当する。表に示している文字数以内で記入する。

「その他サブフォルダ日本語名」、「資料名」、「オリジナルファイル日本語名」で用いられている「ＴＳ」は半角英数大文字で記載すること。また、「予備」で用いられている括弧及び数字は、半角英数字で記載すること。

【記入者】□：電子成果品作成者が記入する項目。
▲：電子成果品作成支援ツール等が固定値を自動的に記入する項目。

【必要度】◎：必須記入。
○：条件付き必須記入。（データが分かる場合は必ず記入する）
△：任意記入。原則として空欄。特記すべき事項があれば記入する。

※複数ある場合にはこの項を必要な回数繰り返す。

表２－１５　その他管理項目の「その他サブフォルダ日本語名」、「オリジナルファイル情報」

及び「予備」の【必要度】については、「工事完成図書の電子納品等要領」と異なり、本管理要領（案）では◎（必須記入）としているので注意すること。

「オリジナルファイル日本語名」の通し番号（ｍｍ）は、01 からの連番を原則とするが、やむを得ない理由である場合は中抜け（欠番）してもよい。

「予備」には、本管理要領（案）のタイトル名を発行年月まで記入すること。

その他管理ファイル（OTHRS.XML）の出力例を以下に示す。

四角囲いのゴシック強調表記は、本管理要領（案）で規定している記入例、ゴシック強調表記は出来形管理用ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理資料が特定できるように具体的に記入することが望ましい項目を示している。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE othrsdata SYSTEM "OTHRS05.DTD">
<othrsdata DTD_version="05">
  <サブフォルダ情報>
   <その他サブフォルダ名>ORG001</その他サブフォルダ名>
    <その他サブフォルダ日本語名>GNSS 出来形管理</その他サブフォルダ日本語名>
     <その他資料情報>
      <資料名>GNSS 出来形管理資料</資料名>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>1</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG01_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>GNSS 施工管理データ 01</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>〇〇線形の GNSS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>2</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG02_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>GNSS 施工管理データ 02</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>□□線形の GNSS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
     <その他>
      <受注者説明文>△△△</受注者説明文>
      <発注者説明文>☆☆☆</発注者説明文>
      <予備>RTK-GNSS を用いた出来形管理要領(土工編)(案)平成 30 年 3 月</予備>
     </その他>
     </その他資料情報>
  </サブフォルダ情報>
  <ソフトメーカー用 TAG>ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数入力可)</ソフトメーカー用
  TAG>
</othrsdata>
```

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| | 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|---|
| 面管理 | 空中写真測量（ＵＡＶ） | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-4　空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-11 ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＴＬＳ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-11 ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-17 ＧＮＳＳ－ＴＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | 地上移動体搭載型ＬＳ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-11 ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＵＡＶレーザー | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-11 ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＴＳ（ノンプリズム方式） | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-8　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＴＳ等光波方式 | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＴＳ等光波方式（移動体搭載型プリズムを使用する場合） | 参考資料-17　地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-10　高さ~~補完~~補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート<br>参考資料-12 ＧＮＳＳによる観測値の点検手順書及び点検記録簿 |
| | 施工履歴データ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-13 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | 地上写真測量 | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-11 ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-14 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| 断面管理 | ＴＳ等光波方式 | 参考資料-~~4~~3　基本設計データチェックシート |
| | ＲＴＫ－ＧＮＳＳ | 参考資料-~~4~~3　基本設計データチェックシート<br>参考資料-15　断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| 面管理・断面管理 | ＴＳ等光波方式（傾斜補正機能付きプリズムを使用する場合） | 参考資料-16　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
8)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
9)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
10)「無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
11)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
12)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
13)「ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
14)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）(案)」(国土交通省)
15)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
16)「ＵＡＶを用いた公共測量マニュアル（案)」(国土交通省)
17)「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」(国土交通省)
18)「公共測量におけるＵＡＶの使用に関する安全基準（案)」(国土地理院)
19)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
20)「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
21)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)

## 参考資料-2　３次元設計データチェックシート

（様式 2-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、法長は正しいか？ | |
| ５）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～４）の幾何形状と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-3　基本設計データチェックシート

（様式 2-2）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# 基本設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| 1）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| 2）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| 3）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| 4）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、法長は正しいか？ | |
| | | ・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-4　空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における空中写真測量（ＵＡＶ）の測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の既知点を使用し、空中写真測量（ＵＡＶ）から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行う。また、ＳｆＭ（Structure from Motion）の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

【測定精度】

各座標値の較差ｘ，ｙ，ｚそれぞれ　±50㎜以内

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、精度管理用の検証点を図のように、天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。計測範囲が狭い場合については、最低２箇所設置する。

受注者は、設置した検証点における既知点の座標値（基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いてＴＳを用いて計測した座標値）と、空中写真測量（ＵＡＶ）を用いて計測した結果から得られる検証点の座標値を比較し±50㎜ 以内であることを確認する。

**各座標値の較差　空中写真測量による計測結果（X, Y, Z）－真値とする検証点の計測結果（X, Y, Z）**

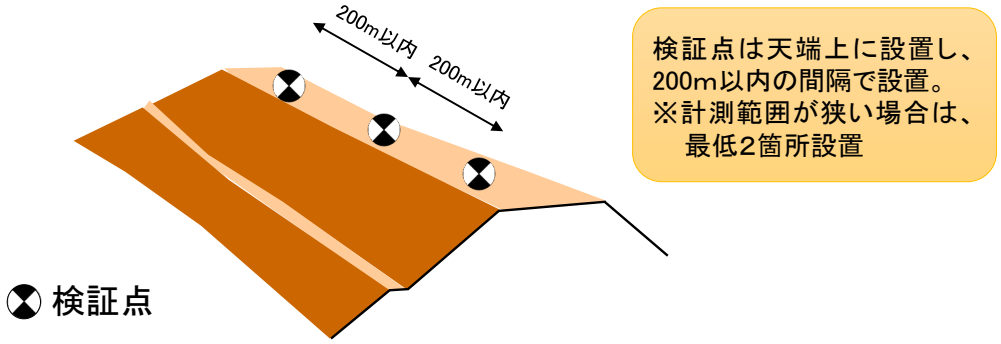



図２-１０９　精度確認試験の配置イメージ図

ただし、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾ＴＳを利用する場合は、計測範囲内でＴＳから最も離れた位置に、１点検証点を設置することとする。

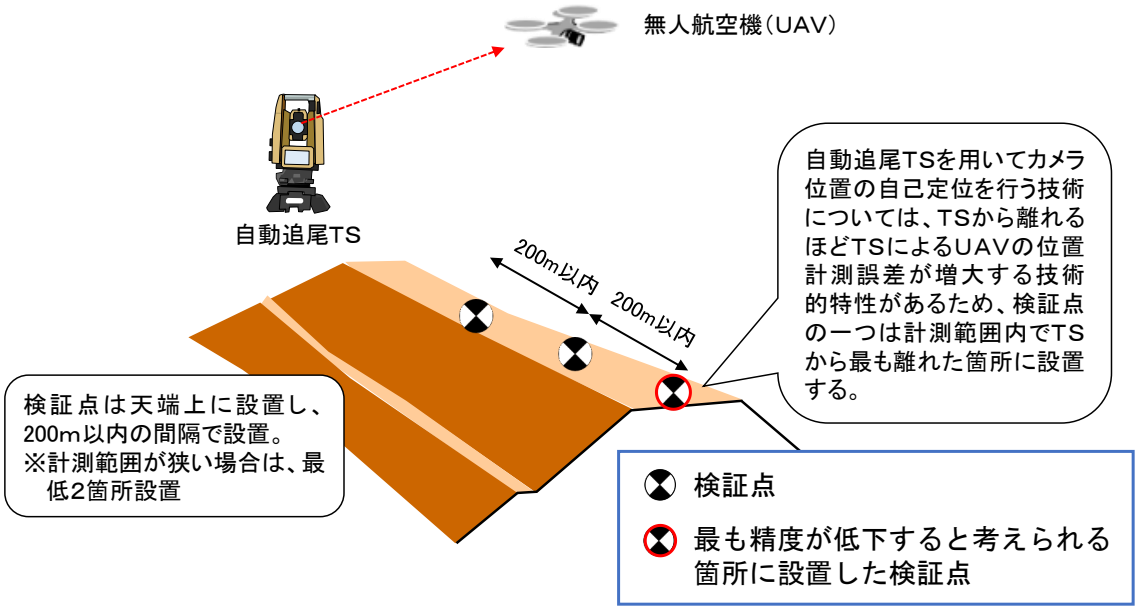



図２－１１０　精度確認試験の配置イメージ図（自動追尾ＴＳを使用する場合）

# 空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

空中写真測量（ＵＡＶ）の精度確認は、撮影した空中写真を用いた写真測量時に行うため、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う。本精度確認は、空中写真測量（ＵＡＶ）による計測ごとに行うものとする。

２．実施方法

現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量（ＵＡＶ）から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

３．検証点の設置

真値となる座標値は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

４．評価基準

空中写真測量（ＵＡＶ）による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-１６　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 各座標値の較差 | ±50㎜以内 | 設置された検証点すべてで実施 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-3）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

（1）カメラキャリブレーションの実施記録

| | |
|---|---|
| カメラキャリブレーション<br>実施年月 | 令和○○年○○月○○日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 使用するデジタルカメラ | メーカー　　：(製造メーカー名)<br>測定装置名称：(製品名、機種名)<br>測定装置の製造番号：(製造番号) |

（2）精度確認試験結果（概要）

| | |
|---|---|
| 精度確認試験実施年月 | 令和○○年○○月○○日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 測定条件 | 天候　晴れ<br>気温　８℃ |
| 測定場所 | （株）ＵＡＶ測量<br>○○工事現場 |
| 検証機器<br>（検証点を計測する測定機器） | ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） |
| 精度確認方法 | 検証点の各座標の較差 |

（3）カメラの位置計測に用いた機器

カメラの位置計測に用いた機器がある場合は以下を記入すること

| | |
|---|---|
| メーカー | (製造メーカー名) |
| 名称 | (製品名、機種名) |
| 製造番号 | (製造番号) |
| 写真 | (写真) |

（４）精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認

計測方法：既知点　or （ＴＳによる座標値計測）

| 真値とする検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②空中写真測量（ＵＡＶ）による計測結果

| 空中写真測量（ＵＡＶ）で測定した検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.700 | -11987.644 | 17.870 |
| ２点目 | 44060.778 | -11993.385 | 17.521 |

③差の確認（測定精度）

空中写真測量（ＵＡＶ）による計測結果（x’，y’，z’）

― 真値とする検証点の座標値（x，y，z）

| 検証点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | -0.020 | -0.011 | -0.020 |
| ２点目 | -0.019 | -0.005 | -0.009 |

**ｘ成分（最大）＝-0.020m（-20mm）　；合格（基準値 50mm 以内）**

**ｙ成分（最大）＝-0.011m（-11mm）　；合格（基準値 50mm 以内）**

**ｚ成分（最大）＝-0.020m（-20mm）　；合格（基準値 50mm 以内）**

## 参考資料-5　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるＴＬＳの測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の既知点を使用し、既知点間の距離Ｌを比較し精度確認試験を行う。

【測定精度】

標定点間距離Ｌ±20mm 以内（起工測量及び岩線確認に利用する場合は±100mm 以内）

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、図２-１１１のようにＴＬＳで計測を行う最大距離付近及びそれ以上離れた位置に 10m 以上離れた２つ以上の既知点を設置する。

受注者は、設置した２箇所以上の既知点間の距離を計測（ＴＳで座標を計測し距離を求めてもよい）した結果と、ＴＬＳを用いて計測した結果から得られる２点間の距離を比較し±20mm 以内であることを確認する。

既知点とＴＬＳの位置関係は、ＴＬＳの回転軸と平行にならない位置に配置すること。

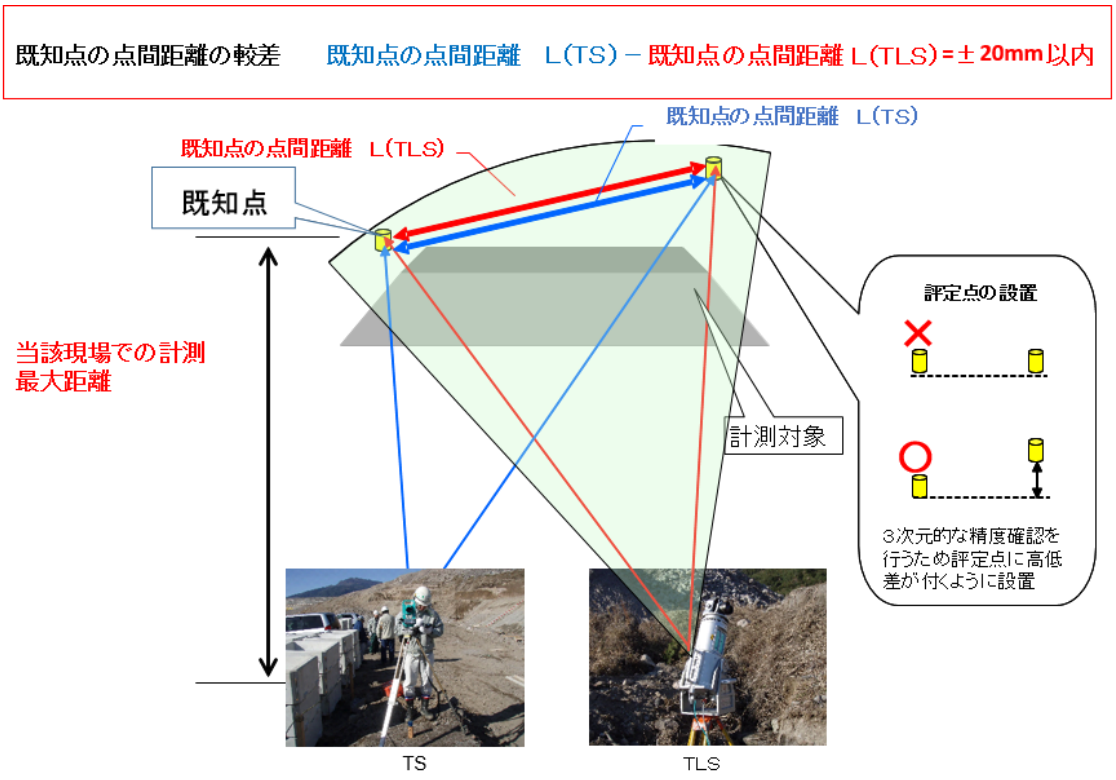



図２-１１１　精度確認試験の配置イメージ図

# ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、ＴＬＳ本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用の 12 か月前以内に 1 回以上精度確認試験を実施することとする。

## ２．実施方法

①現場での実施方法

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２箇所以上の既知点を設置し、ＴＬＳによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

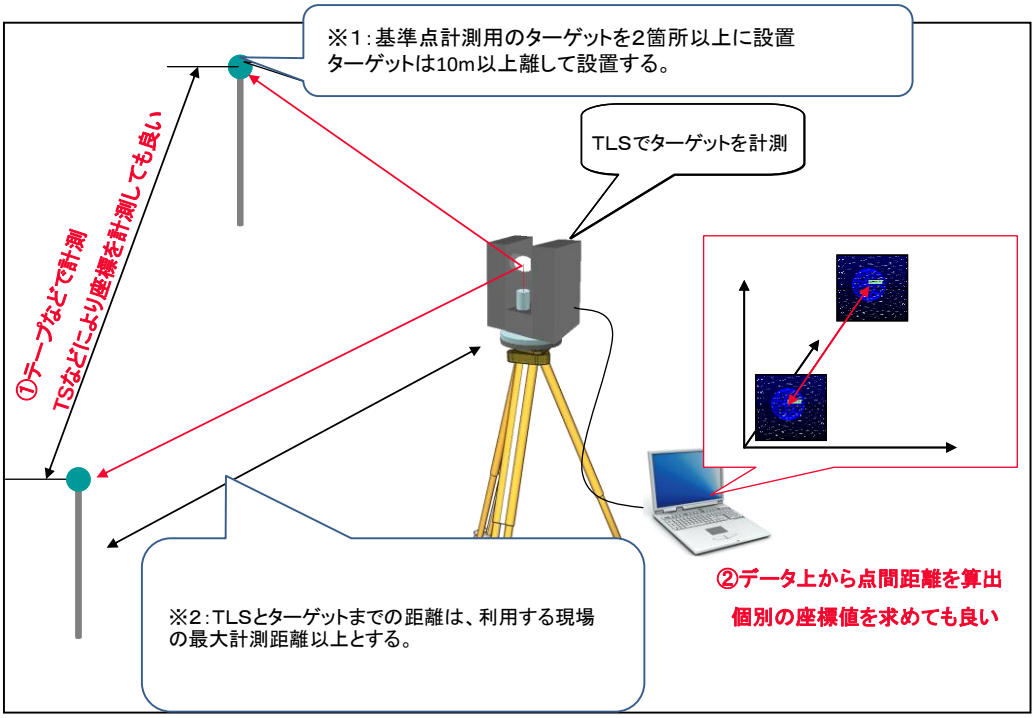



図２-１１２　ＴＬＳと既知点の設置

②事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し、その精度が±20㎜ 以内であることを確認する。

## ３．検査点の検測

設置した検査点（基準点）をＴＳあるいはテープで計測する。

４．評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-１７　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 点間距離 | ±20㎜以下 | 既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。<br>検査点は10m以上の離隔を確保する。 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-4）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）レーザー測量

精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＴＬＳ420<br>測定装置の製造番号：R00891 | 写真<br> |
| 検証機器（標定点を計測する測定機器）<br>☑テープ　：ＪＩＳ１種１級<br>（ガラス繊維製巻尺）<br>・○○製　商品名：○○<br>□ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・ＳＳ製　○○（級別２級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）レーザー測量<br>社内　資材ヤードにて | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・既知点の座標間距離 | |

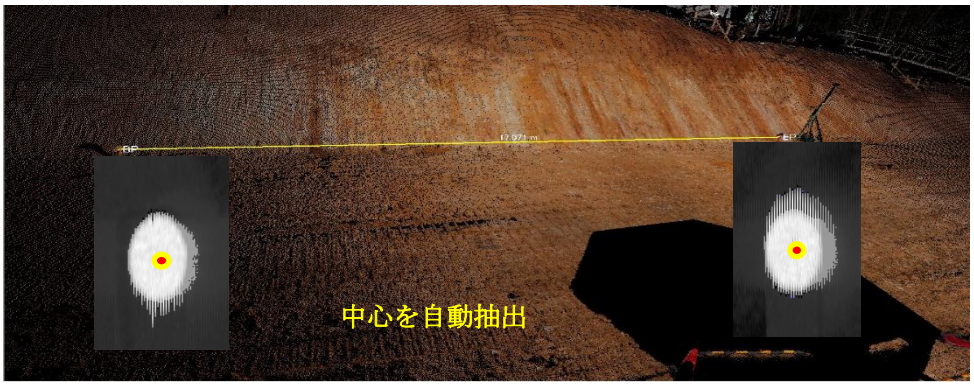
（２）精度確認試験結果

①テープによる検査点の確認

計測方法：(テープ)　or　ＴＳによる座標間距離　or　ＴＳによる座標値計測

計測結果：17.070m

②ＴＬＳによる確認




| ＴＬＳによる既知点の点間距離（L’） | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | x | y | z | 点間距離 |
| １点目 | 44044.700 | -11987.621 | 17.870 | 17.071m |
| ２点目 | 44060.775 | -11993.355 | 17.502 | |

③差の確認（測定精度）

ＴＬＳの計測結果による点間距離（L’）― テープによる実測距離（L）

**17.071m－17.070m ＝ 0.001m（1mm）；合格（基準値 20mm 以内）**

## 参考資料-6　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

地上移動体搭載型ＬＳの測定精度を確認するために、受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離の位置に検証点を１箇所以上配置し、水平位置及び、標高の精度確認試験を行う。

【水平位置及び、標高の要求精度】

起工測量、岩線計測　±100mm 以内

部分払い出来高計測　±200mm 以内

出来形計測　±50mm 以内

【解説】

水平位置及び、標高の精度確認は、地上移動体搭載型ＬＳを用いて計測した結果から得られる検証点のｘ，ｙ，ｚの成分と、検証点をＴＳ等で計測した結果で得られる座標値のｘ，ｙ，ｚの成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

検証点の設置は、基準点あるいは、工事基準点を基礎に、ＴＳ等を用いて計測する。その際、水平位置の計測に３級ＴＳを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を 100m 以内とする（２級ＴＳは 150m 以内）。

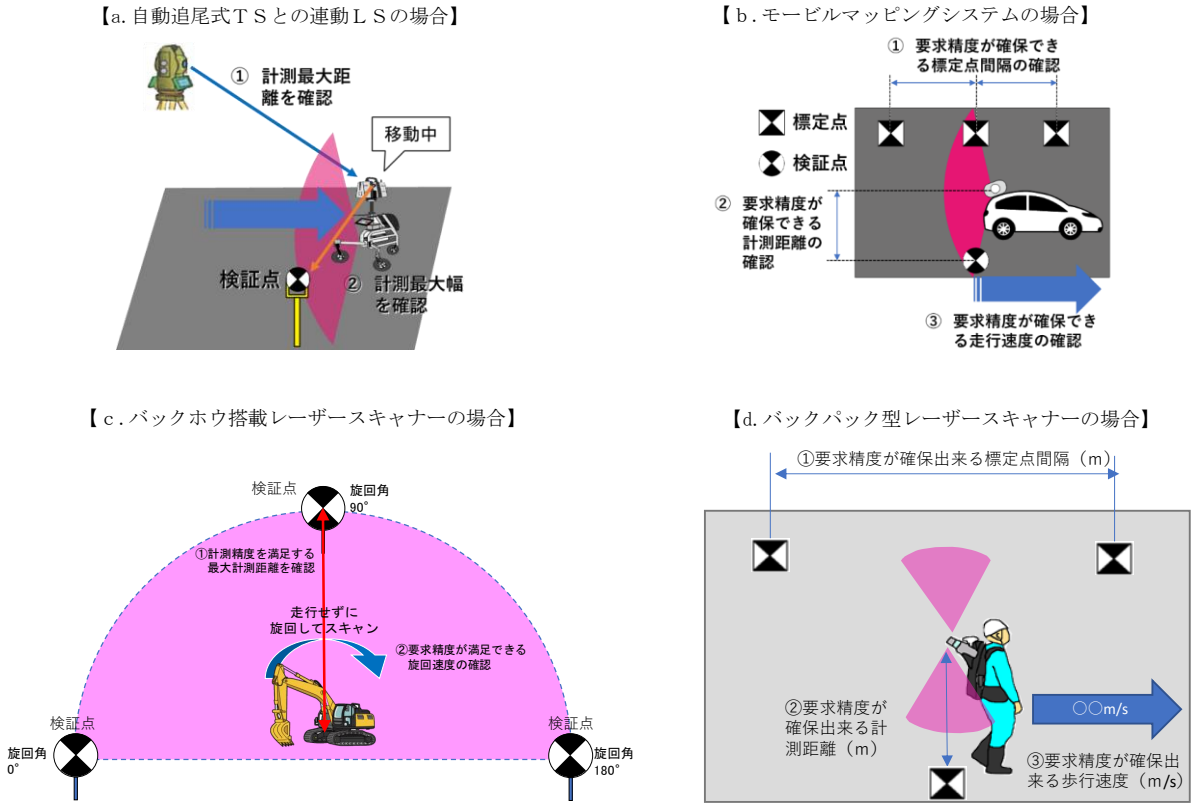



図２-１１３　精度確認試験の配置イメージ図

# 地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．適用

地上移動体搭載型ＬＳシステムは、地上移動体の位置と搭載されるレーザースキャナーの組合せにより、対象地形の３次元点群を得る技術である。また、本技術は新たな技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化している。このため、現状では同一の精度管理手法ではなく、システムごとに精度管理方法を定めることが計測効率の確保に寄与すると考えられる。

そこで、本手順書では起工測量及び出来形計測作業の精度確保と効率的な実施の実現に向けて、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を定める試験方法として位置づけている。

## ２．精度確認の実施方法

### 1）計測条件の設定

#### ①主要な機器構成とシステム概要

地上移動体と搭載するレーザースキャナーを用いて３次元座標点群を求める仕組みについて主要な機器構成と計測の仕組みを明記する。仕組みについては、地上移動体の位置及び姿勢を特定する方法と、レーザースキャナーで得られる相対位置と地上移動体の位置と姿勢を組合せる際の流れが解る内容とすることに留意する。主要な機器構成とシステム概要は、試験結果に添付する（添付様式－１）。

#### ②主要な構成機器の精度

上記の仕組みの主要な構成機器の測定精度について記載する。主要な機器構成は、移動体本体と搭載されるレーザースキャナー本体とし、各構成について明記すること（添付様式－１）。

a）地上移動体本体

地上移動体の位置及び姿勢を確定する機器の仕様と精度を記載する。

b）レーザースキャナー本体

地上移動体に搭載するレーザースキャナーの仕様と精度を記載する。

#### ③計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。計測手順は計測マニュアルとして試験結果に添付する（添付様式－２）。

#### ④計測範囲の設定

レーザースキャナーの搭載高さから想定される測定面上に対して、所定の密度（100 点以上／１㎡）及び測定精度を確保できる距離を設定する。

#### ⑤最大計測距離の設定（測定精度が最も不利な条件の設定）

地上移動体搭載型ＬＳが適正に稼動している状態で、地上移動体の自己位置及び姿勢の測定精度が最も不利となる条件を設定する。

2）精度確認

地上移動体搭載型ＬＳを用いて計測した結果から得られる検証点のｘ，ｙ，ｚの成分と、検証点をＴＳ等で計測した結果で得られる座標値のｘ，ｙ，ｚの成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

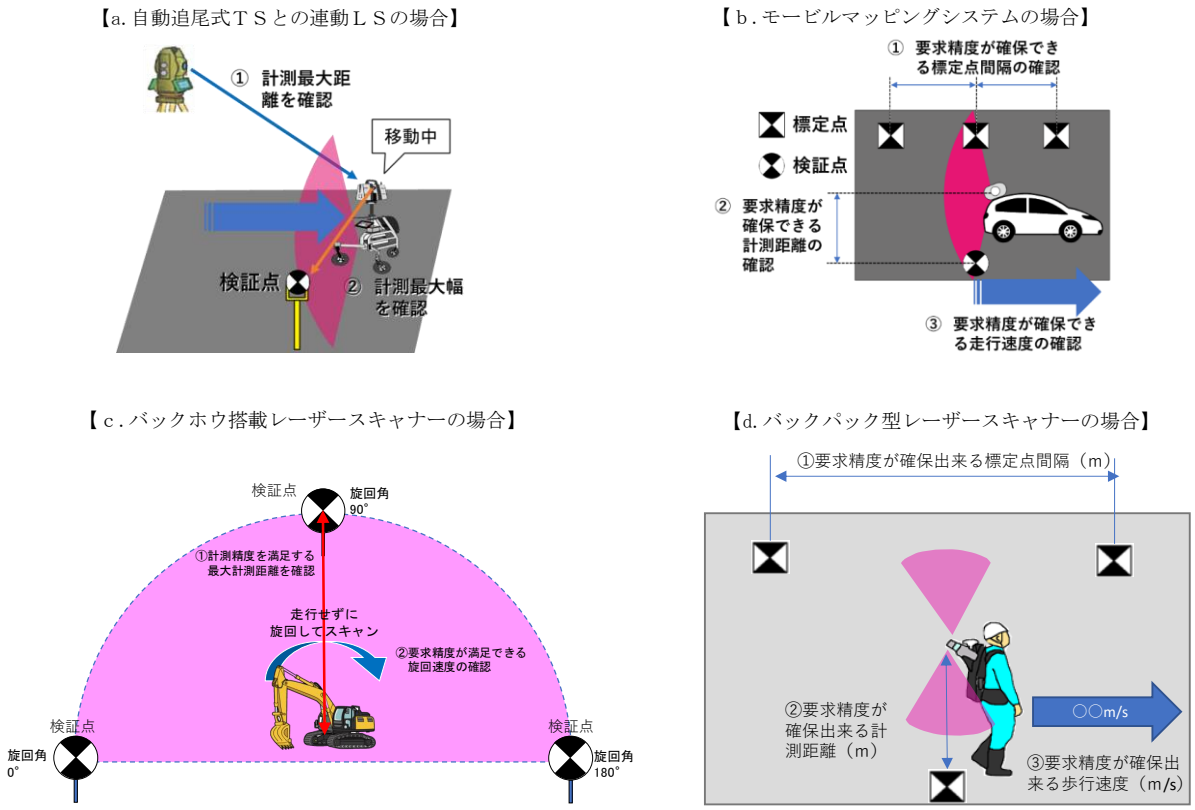



図２－１１４　精度検証の方法

３．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。また、地上移動体搭載型ＬＳについては、定期点検や精度確保の公的な制度が規定されていないことから、暫定案として利用の 12 か月前以内に 1 回以上実施することとする。

４．検証点の検測

検証点は、基準点あるいは、工事基準点を基礎に、ＴＳ等を用いて計測する。その際、水平位置の計測に３級ＴＳを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を 100m 以内とする（２級ＴＳは 150m 以内）。

５．評価基準

計測結果をＴＳ等による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-１８　精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 座標較差 | 【水平位置及び、標高の要求精度】<br>起工測量、岩線計測　±100㎜以内<br>部分払い出来高計測　±200㎜以内<br>出来形計測　±50㎜以内 | 精度確認基準を満足する最大計測距離と最大測定幅を確認する。 |

※要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

６．実施結果の記録

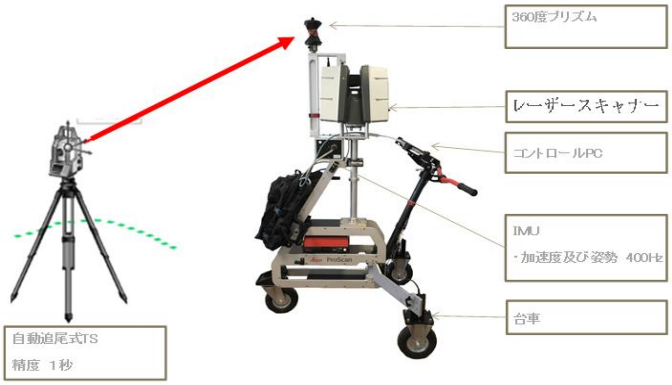
精度確認の実施結果を記録・提出する。

（添付様式－１）

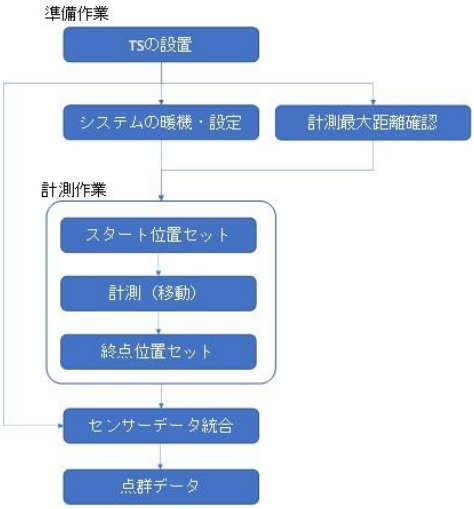
主要機器の構成及びシステム概要（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの場合）

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。




本体以外　　地上移動体搭載型ＬＳ本体




計測フロー

②主要機器の精度

②－１：地上移動体本体

| 搭載するＬＳ本体 | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 名称：２Ｄレーザースキャナー<br>機種：SS20<br>型番：234091 | 計測可能距離　○○m<br>精度　±　○○mm | |
| 自己位置の計測装置① | 計測性能 | |
| 名称：３軸ＩＭＵ<br>機種：ABC3<br>型番：201154 | 水平精度：　秒　　分可能　　Hz<br>鉛直精度：　秒　　分解能　　Hz | |

②－２：地上移動体本体以外の測位技術

| 自己位置の計測装置② | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 機種：ＡＡ100<br>型番：―――<br>（汎用品のため記載無し）<br>校正年月日<br>：令和○○年○○月○○日<br>（㈱○○光学機械） | 水平精度：　秒<br>鉛直精度：　秒<br>追尾速度：　Hz | 移動体本体以外の測量方法については、別途メーカーが行う定期点検結果により性能補償が可能な場合は、型式として掲載できる。 |

主要機器の構成及びシステム概要（b.モービルマッピングシステムの場合）

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを掲載する。

②主要機器の精度

| | | | |
|---|---|---|---|
| ＧＮＳＳ | 周波数及び台数 | ２周波×２台 | |
| ＩMU | 姿勢精度 | ロール、ピッチ角：〇〇deg<br>ヘッディング：〇〇deg | |
| 走行軌跡 | 計測レート | 〇〇Hz/sec | |
| カメラ | 個数・解像度 | 〇個（〇Mpixel） | |
| | カラー | Grey | |
| レーザー | 垂直解像度 | 〇〇deg | |
| | 視野角度 | 〇〇° | |
| | 取得点数 | 〇〇万点/sec | |
| | 最大距離 | 〇〇m | |
| | スキャン速度 | 〇〇回転/sec | |
| | 反射輝度の取得 | 可 or 不可 | |
| | ビーム径 | 〇mm | |
| | ビームクラス | クラス〇 | |
| 精度 | 車両自己位置の正確度 | 水平〇m、高さ〇m | |
| | レーザー点群の位置正確度 | 〇mm（GNSS 受信時） | |
| その他 | | | |

主要機器の構成及びシステム概要（c.バックホウ搭載型レーザースキャナー計測システムの場合）

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを記載する

②主要機器の精度

| ２Ｄレーザースキャナー | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 名称：２Ｄレーザースキャナー<br>メーカー：SICK<br>型番：LMS511 PRO | 計測可能距離:0m～80m<br>統計誤差：7mm(1m～10m)<br>9mm(10m～29m)<br>スキャン頻度：25Hz<br>角度分解能：0.25°<br>スポットサイズ：<br>フロントスクリーン部分 13.6mm、<br>その後１ｍごとに 4.7mm 増加 | |

| ＧＮＳＳ | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 名称：GNSS<br>メーカー：Leica<br>型番(受信機)：gps80<br>型番(アンテナ)：CGA60 | リアルタイム(RTK)精度<br>取得精度:ISO17123-8 準拠<br>水平精度:10mm＋1ppm(rms)<br>高さ精度:20mm＋1ppm(rms) | アンテナ２本により位置と方位を計測 |

| 傾斜計 | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 名称：傾斜計<br>メーカー：MOBA<br>型番：Ｇ１ | 解像度:0.05° | |

主要機器の構成及びシステム概要（d.バックパック式レーザースキャナーの場合）

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを掲載する。

②主要機器の精度

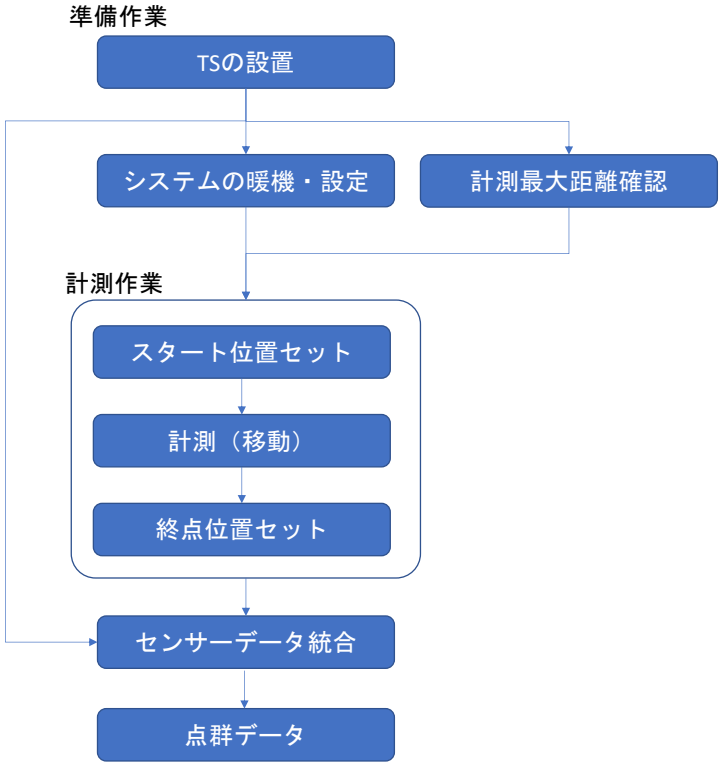
| | | | |
|---|---|---|---|
| ＧＮＳＳ | 周波数及び台数 | ２周波×１台 | |
| 走行軌跡 | 計測レート | 200Hz/sec | |
| レーザー | 垂直解像度 | 0.001deg | |
| | 視野角度 | 360° | |
| | 取得点数 | 10 万点/sec | |
| | 最大距離 | 330m | |
| | スキャン速度 | 100 回転/sec | |
| | 反射輝度の取得 | (可) or 不可 | |
| | ビーム径 | 1.6mm | |
| | ビームクラス | クラス１ | |
| 精度 | 自己位置の正確度 | 水平 0.010mRMS、高さ 0.010mRMS | |
| | レーザー点群の位置正確度 | 50mm（GNSS 受信時） | |
| その他 | | | |

（添付様式－２）

計測の手順と留意事項（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの例）

①計測手順

フロー




②計測の留意点

移動体の点検

□計測前に車輪・プリズム・スキャナー本体・ＩＭＵの取り付けに緩みがないか確認。

□・・

計測時の留意点

□定期的に自己位置を補正するための静止観測を入れる。

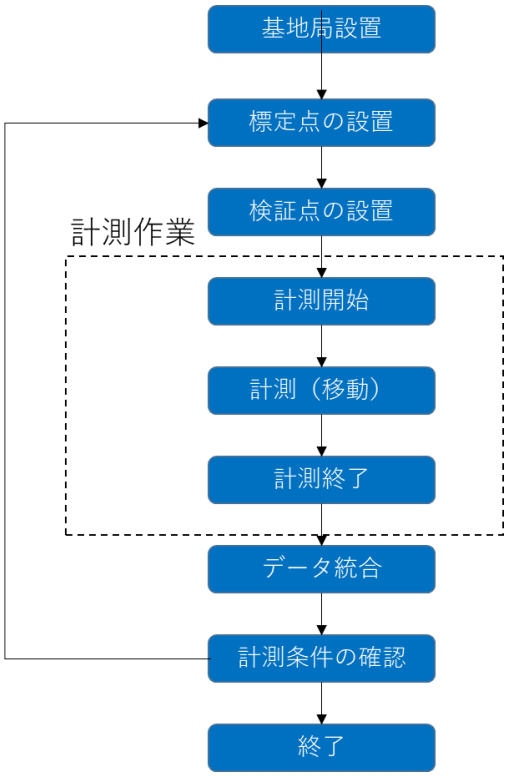
□・・

| ③計測マニュアルの作成・添付<br>上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。 | □有り |
|---|---|

計測の手順と留意事項（b. モービルマッピングシステムの例）

①計測手順

フロー




②計測の留意点

移動体の点検

□計測前に車体・スキャナー本体・ＧＮＳＳ・ＩＭＵの取り付けに緩みがないか確認。

□・・

計測時の留意点

□衛星数の確認

□ＧＮＳＳの受信状態（ＤＯＰ値）の確認

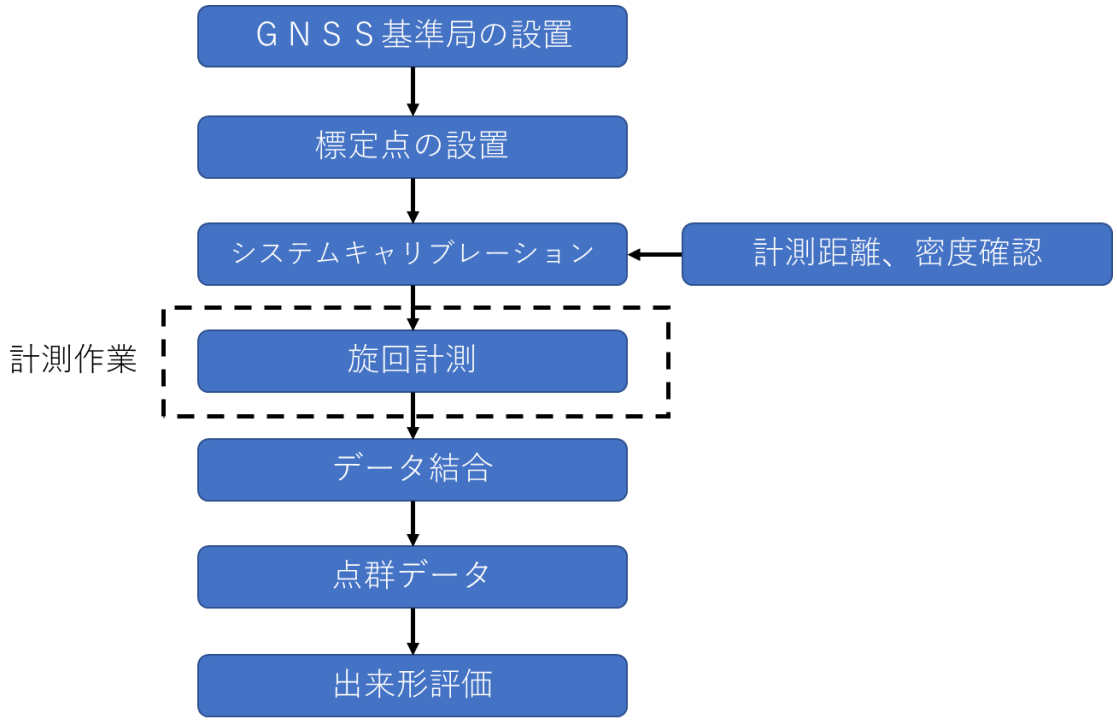
□・・

| ③計測マニュアルの作成・添付<br>上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。 | □有り |
|---|---|

計測の手順と留意事項（c.バックホウ搭載型レーザースキャナー計測システムの例）

①計測手順

フロー




②計測の留意点

移動体の点検

□計測前に車体・スキャナー本体・ＧＮＳＳ・ＩＭＵの取り付けに緩みがないか確認

□・・

計測時の留意点

□衛星数の確認

□ＧＮＳＳの受信状態（ＤＯＰ値）の確認

□最適な旋回速度（密度）の確認

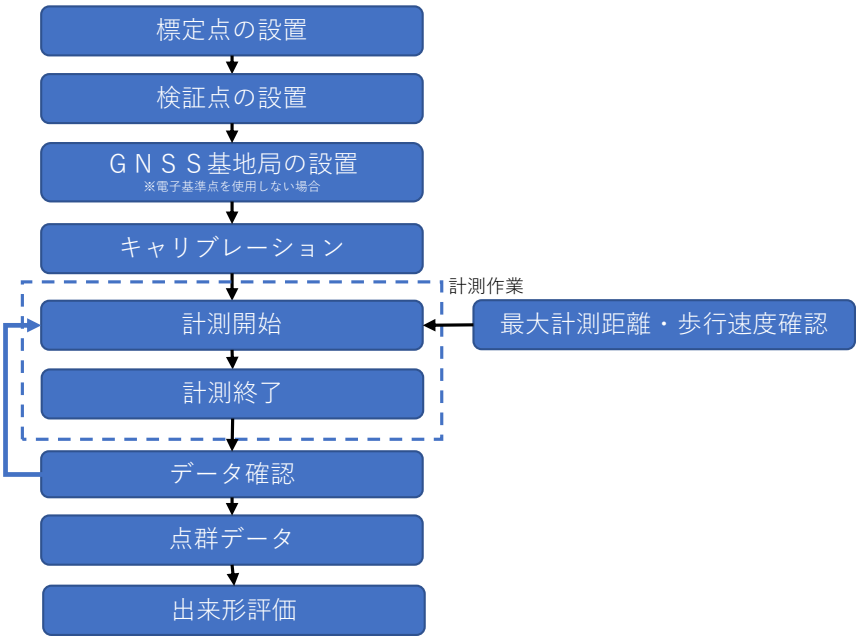
□・・

| ③計測マニュアルの作成・添付<br>上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。 | □有り |
|---|---|

計測の手順と留意事項（d. バックパック式レーザースキャナーの場合）

①計測手順

フロー




②計測の留意点

移動体の点検

□計測前にバックパック、ＧＮＳＳアンテナとの接続にゆるみが無いか確認する。

□・・・・・・・

計測時の留意点

□必要点群密度が確保できるように歩行ルートを設定する。

□現場に合わせて適切な基準点と標定点、検証点の選点を行う。

□計測前にキャリブレーション（八の字歩行）を行う。

□計測距離は、精度が担保できることが確認された距離以内に設定する。

□計測中は姿勢を維持し歩行スピードを精度が担保できることが確認された歩行速度とする。

□計測中は事前に設定した歩行ルートに沿い、急な方向転換をしない。

□・・

（ＧＮＳＳ基地局を設置する場合の留意点）

□現場範囲との位置関係と周囲の建造物を考慮したＧＮＳＳ基地局用の基準点の選点を行う。

□ＧＮＳＳ基地局用の基準点上にはＧＮＳＳ計測機を設置し、計測中は静止観測を続ける。

□・・

| ③計測マニュアルの作成・添付<br>上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。 | □有り |
|---|---|

（様式 2-5a）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：㈱○○測量
精度　次郎　印

（１）試験概要（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの例）

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ<br>装置名称　　：<br>主要構成機器：<br>（添付様式－１に記載のとおり） | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>①検証点の高さ<br>レベル：<br>（検定済み）<br>②検証点の平面座標<br>ＴＳ　：<br>（検定済み） | 写真<br> <br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１２℃<br>測定場所：（一社）○○<br>構内試験ヤードにて<br>検証機器と既知点の距離：約○○ｍ | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・地上移動体搭載型ＬＳと真値座標の較差 | |

（様式 2-5b）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：㈱○○測量
精度　次郎　印

（１）試験概要（b. モービルマッピングシステムの例）

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ<br>装置名称　　：<br>主要構成機器：<br>（添付様式－１に記載のとおり） | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>①検証点の高さ<br>レベル：<br>（検定済み）<br>②検証点の平面座標<br>ＴＳ　：<br>（検定済み） | 写真<br> <br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１２℃<br>測定場所：（一社）○○<br>構内試験ヤードにて<br>検証機器と既知点の距離：約○○ｍ | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・地上移動体搭載型ＬＳと真値座標の較差 | |

（様式 2-5c）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：㈱○○測量
精度　次郎　印

（１）試験概要（c.バックホウ搭載レーザースキャナー計測システムの例）

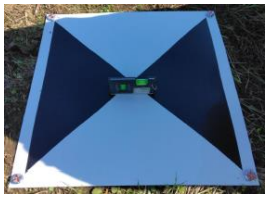
| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ<br>装置名称　　：<br>主要構成機器：<br>（添付様式－１に記載のとおり） | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>①検証点の高さ<br>レベル　：<br>（検定済み）<br>②検証点の平面座標<br>ＴＳ：<br>（検定済み） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１２℃<br>測定場所：○○○○○○<br>○○○○○○にて<br>検証機器と既知点の距離：約○○ｍ | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・バックホウ搭載レーザースキャナー計測システムと真値座標の較差 | |

（様式 2-5d）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：㈱○○測量
精度　次郎　印

（１）試験概要（d.バックパック式レーザースキャナーの例）

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ<br>装置名称　　：<br>主要構成機器：<br>（添付様式－１に記載のとおり） | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>検証点の高さ・平面座標<br>ＴＳ：<br>（検定済み） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１２℃<br>測定場所：（一社）○○<br>構内試験ヤードにて<br>検証機器と既知点の距離：約○○ｍ | 写真<br>  <br> |
| 精度確認方法<br>・バックパック式ＬＳと真値座標の較差 | |

（２）試験条件（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの例）

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅及び計測範囲の条件

本システムは、地上移動体に搭載したＬＳにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位は自動追尾ＴＳとＩＭＵの組合せにより求める。

このことから、本システムでは自動追尾ＴＳから最大距離（条件１）、進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件２）によっては、最も測定精度が不利となる。

現場計測においても、本条件の範囲内で計測を行う。

＜条件１＞

・本システムは、自動追尾式ＴＳによる自己位置とＩＭＵによる方位推定から対象路面の座標値を求める仕組みである。測定精度が最も低下する条件は、自動追尾式ＴＳから最も距離が遠くなる位置である。

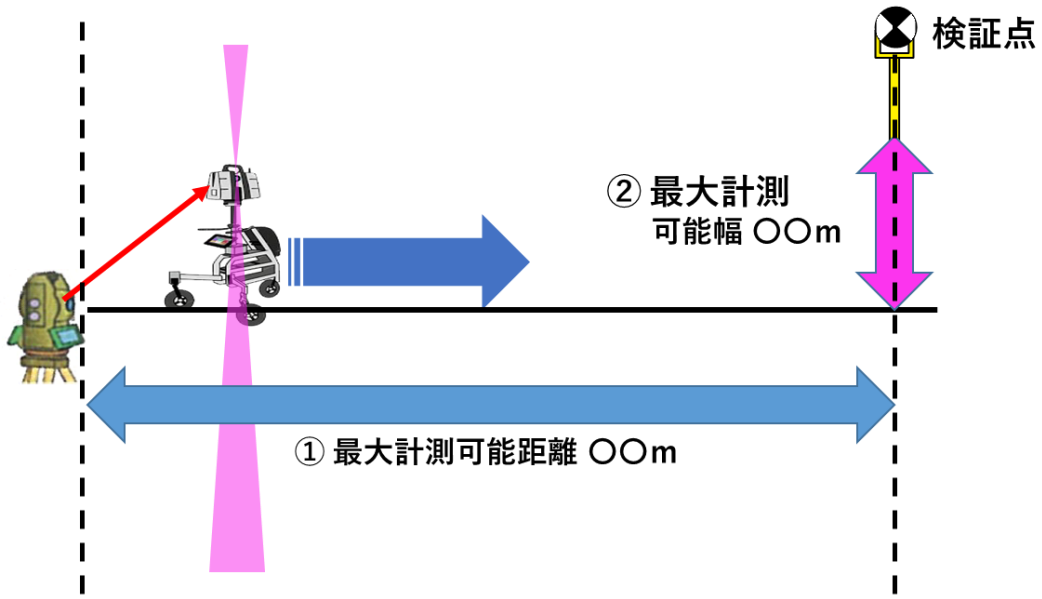
要求精度の±50㎜に対しては最大計測可能距離○○ｍ以内とする。

＜条件２＞

・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。

・このため本体から、真横方向で所定の測定精度が得られる計測時の最大幅の位置に検証点を設置する。

要求精度の±50㎜ に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅○○ｍ以内とする。




精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

（２）試験条件（b. モービルマッピングシステムの例）

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅及び計測範囲の条件

本システムは、車載したＬＳにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位はＧＮＳＳとＩＭＵの組合せにより求める。

このことから、本システムでは、計測結果の水平位置、標高を調整するための標定点の設置間隔（条件１）及び進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件２）、進行方向の走行速度（条件３）によっては、最も測定精度が不利となる。

現場計測において本条件の範囲内で計測を行う。

＜条件１＞

・本システムは水平位置、標高を調整するための標定点において、ＧＮＳＳ衛星の受信数やＤＯＰ値などを参照してＧＮＳＳ衛星の受信障害がない場合を条件に現場状況に応じて適切な間隔で配置する。

要求精度の±50㎜に対しては、○○ｍに２点以上設置する。

＜条件２＞

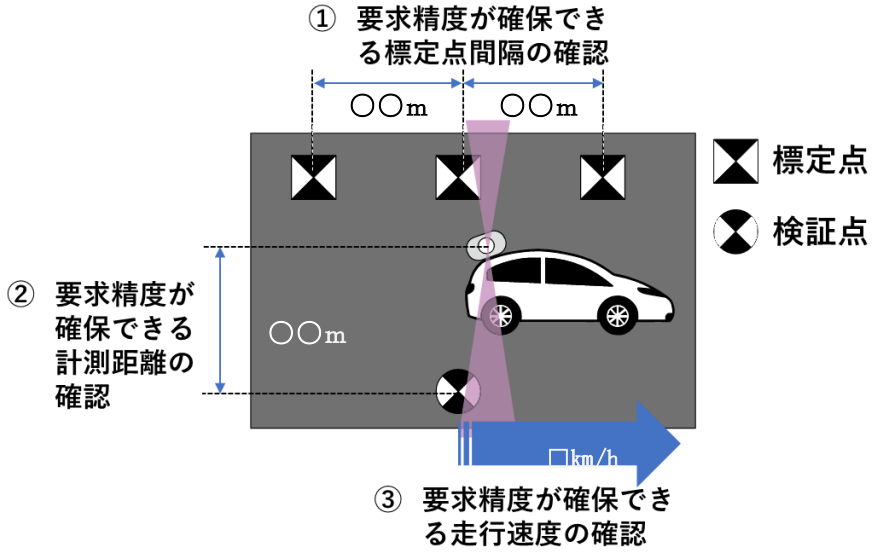
・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

要求精度の±50㎜ に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅○○ｍ以内とする。

＜条件３＞

・本システムは、車の走行速度が速いほど進行方向の点群密度が粗くなる。

要求精度の±50㎜に対しては、時速○○㎞/h で走行する。




精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

（２）試験条件（c.バックホウ搭載レーザースキャナー計測システムの例）

現場での計測条件は本試験で確認する条件内とする。

①計測幅及び計測範囲の条件

本システムは、バックホウにＧＮＳＳ（アンテナ×２）、２Ｄレーザースキャナー、傾斜計を搭載しバックホウが走行せずに旋回し、各センサーのデータを演算する事で３次元座標を算出するものである。

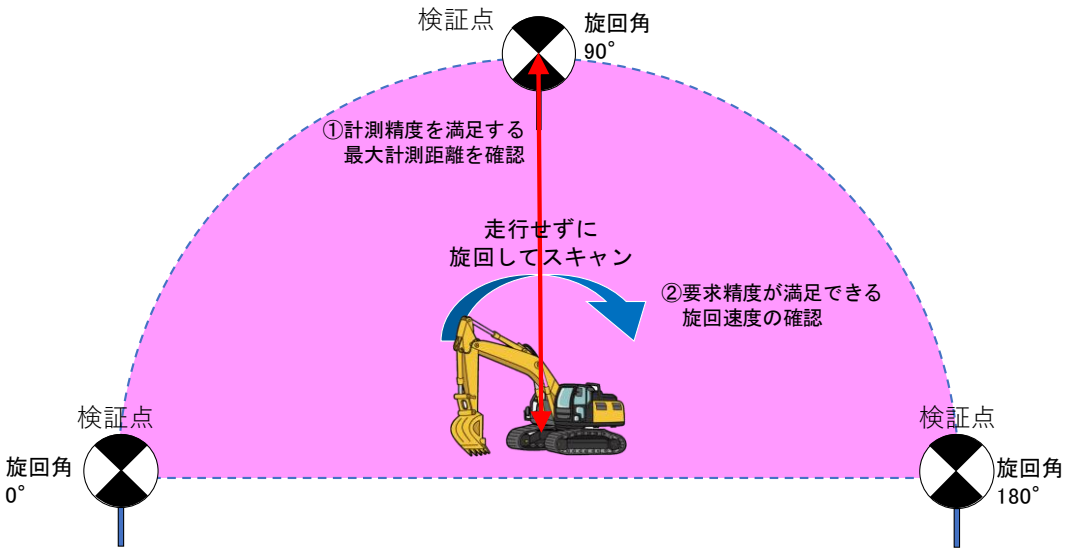
距離が長距離になるとレーザースポット径の拡散により精度劣化の原因となる。出来形計測に必要な密度になるよう距離を設定し計測を行う。

＜条件１＞

・本システムは、ＧＮＳＳで位置と方位、２Ｄレーザースキャナーで距離、傾斜計によるピッチ、ロールの補正を行い各センサーのデータを演算し３次元座標を求める仕組みである。
計測距離が長距離になるとレーザースポット径の拡大、入射角が小さくなることから測定精度が低下する。
要求精度の±50㎜に対して最大計測可能距離○○m以内とする。

＜条件２＞

・本システムは、バックホウが走行せずに旋回する事により３次元座標が得られる。
出来形計測に必要な点群密度（0.01 ㎡に１点）を取得できる旋回速度を求める。
出来形計測に必要な点群密度（0.01 ㎡に１点）に対して、旋回速度は○○°/sec 以内とする。




精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

（２）試験条件（d. バックパック式レーザースキャナーの例）

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

① 計測幅及び計測範囲の条件

本システムは、自己位置と方位をＧＮＳＳ等の組合せ（ＩMU等）で測位するバックパック式ＬＳにて計測を行う。

本システムでは、計測結果の水平位置、標高を調整するための標定点の設置間隔（条件１）及び進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件２）、進行方向の歩行速度（条件３）によっては、最も測定精度が不利となる。

現場計測において本条件の範囲内で計測を行う。

＜条件１＞

・本システムは水平位置、標高を調整するための標定点において、ＧＮＳＳ衛星の受信数やＤＯＰ値などを参照してＧＮＳＳ衛星の受信障害がない場合を条件に現場状況に応じて適切な間隔で配置する。

要求精度の±50㎜に対しては、〇〇ｍに２点以上設置する。

＜条件２＞

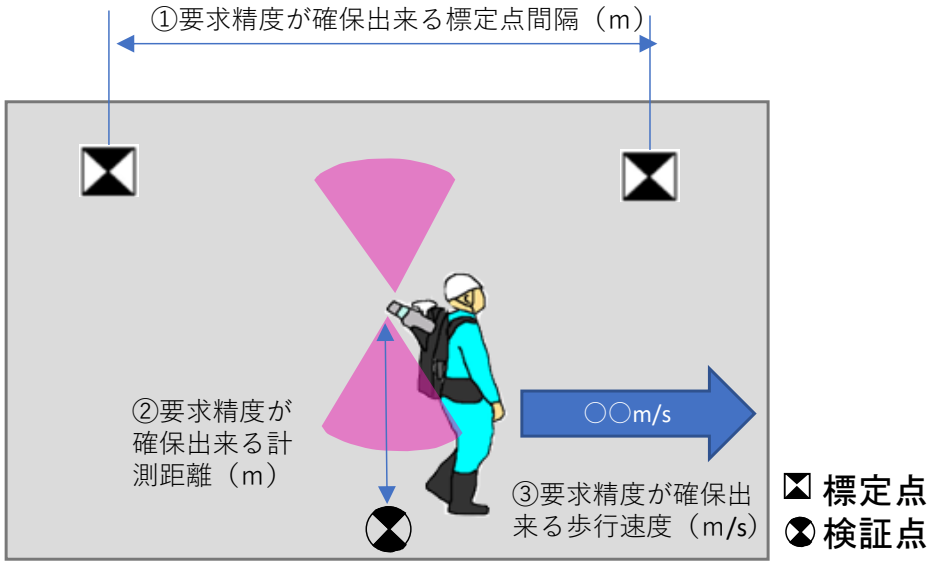
・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

要求精度の±50㎜ に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅〇〇ｍ以内とする。

＜条件３＞

・本システムは、計測時の歩行速度が速いほど進行方向の点群密度が粗くなる。

要求精度の±50㎜に対しては、時速〇〇km/h 以下で歩行する。




精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

（３）精度確認試験結果

②検証点の計測結果（ＴＳによる計測）

真値の座標（100.000，100.000，100.000）

③地上移動体搭載型ＬＳによる計測結果

検証点の結果

④差の確認

検証点の結果

| 水平位置の精度確認 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 点名 | 検証点 | | MLSの計測値 | | 水平較差 | | 判定 |
| | ①<br>X座標（m） | ②<br>Y座標（m） | ③<br>X座標（m） | ④<br>Y座標（m） | ③－①<br>X較差（㎜） | ④－②<br>Y較差（㎜） | |
| P1 | 100.000 | 100.000 | 100.002 | 100.008 | 2 | 8 | 合格 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| 標高の精度確認 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 番号 | 検査面 | 計測値 | 水平較差 | 判定 |
| | ⑤<br>Z座標（m） | ⑥<br>Z座標（m） | ⑥－⑤<br>Z較差（㎜） | |
| 1 | 100.000 | 100.040 | 40 | 合格 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

※評価基準　出来形測量は±50㎜以内

## 参考資料-7　ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

ＵＡＶレーザーの計測性能及び測定精度を確認するために、現場に設置した水平位置検証点、標高検証点を使用しシステム性能及び精度確認試験を行う。

【再現性についての要求精度】

| | | |
|---|---|---|
| 出来形計測に利用する場合 | 水平較差 | ±50㎜ 以内 |
| | 標高較差 | ±50㎜ 以内 |
| 起工測量に利用する場合 | 水平較差 | ±100㎜ 以内 |
| | 標高較差 | ±100㎜ 以内 |
| 出来高計測に利用する場合 | 水平較差 | ±200㎜ 以内 |
| | 標高較差 | ±200㎜ 以内 |

【解説】

ＵＡＶレーザーはＧＮＳＳやＩＭＵとＬＳ等を組合せた技術であり、各システムの複合的な組合せによりその性能や精度に違いが存在する。これらの技術から得られる計測点群データは座標としては調整用基準点により位置、回転、高さは補正される。このことから、性能確認及び精度確認として形状の検証を主な目的として作成している。

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、ＵＡＶレーザーで計測を行う最大距離付近（精度面で最も不利となる位置や範囲）及びそれ以上離れた位置でサイドラップ（30%）の中央付近に水平位置検証点、標高検証点を設置する。ＵＡＶレーザーを用いてサイドラップ 30%での計測を行い、計測結果から得られる水平位置検証点、標高検証点の２回（往路・復路各１回）の計測値の水平較差、標高較差を確認し、用途別に定められた再現性についての要求精度以内であることを確認する。

# ＵＡＶレーザーの事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、ＵＡＶレーザー本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前の 12 か月以内に１回以上実施することとする。ただし、メンテナンス等によりＩＭＵとＬＳを分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

## ２．実施方法

飛行コースと直交する横断方向に水平位置検証点、標高検証点を３箇所以上設置する。設置位置は飛行コース直下に１箇所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に１箇所ずつ設置する。検証点としてｘ，ｙ，ｚ座標が特定できる物を用いることで、水平位置検証点と標高検証点を兼ねる事が出来る。また、既存の構造物の角など、既存の明瞭な地物で、計測点群データからｘ，ｙ，ｚ座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点、標高検証点として用いてもよい。

計測は同じ飛行コース上を往路方向と復路方向の各１回飛行して行う。

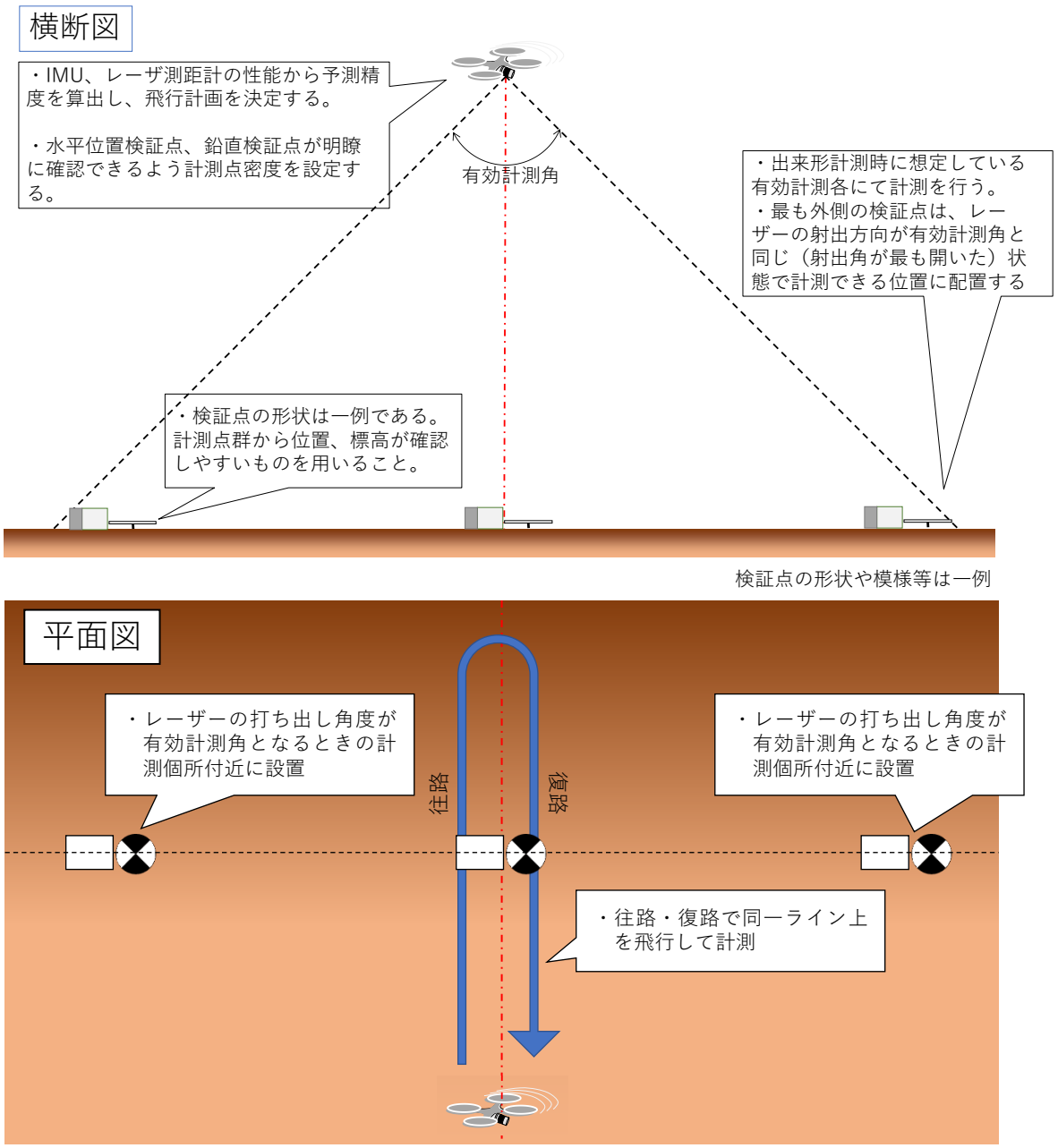



図２-１１５　ＵＡＶレーザーと検証点の設置例（検証点を複数設置できる場合）

検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、次図に示すように、１か所の検証点に対して、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行ってもよい。

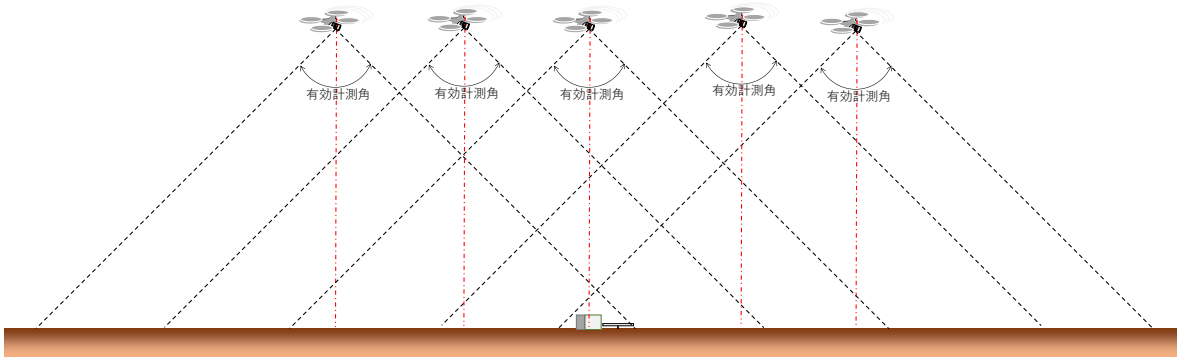



図２-１１６　ＵＡＶレーザーと検証点の設置例（検証点を１箇所しか設置できない場合）

３．検証点の座標算出

検証点を往路方向と復路方向の各１回飛行して、標高検証点、水平位置検証点を計測し、往路、復路の標高検証点のｚ座標、水平位置検証点のｘ，ｙ座標の較差を算出する。解析は、「第４章　１－５－４　出来形計測　6）精度確認」に示す要領で実施するが、最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

４．評価基準

往路と復路で計測した標高検証点及び水平位置検証点のｘ，ｙ，ｚ座標を比較して較差を算出し、較差が表２-１９の基準を満足していることを確認する。実現場における有効計測角や飛行対地高度、飛行速度、スキャン回転数、レーザー発行回数等の計測諸元は、本確認試験で設定したものと同様に設定する。

表２-１９　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 用途と精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 水平座標較差 | 出来形計測：±50㎜以内<br>起工測量　：±100㎜以内<br>出来高計測：±200㎜以内 | 精度確認基準を満足する最大計測角を確認し、これを有効計測角とする。 |
| 標高較差 | 出来形計測：±50㎜以内<br>起工測量　：±100㎜以内<br>出来高計測：±200㎜以内 | |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-6）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）ＵＡＶレーザー測量

精度　太郎　印

（１）試験概要

<table>
<tr><td>精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＴＯＫＩ<br>測定装置の製造番号：ABCK0001</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td>検証機器（検証点を計測する測定機器）<br>２級トータルステーション　ＧＰＴ○○○</td><td>写真</td></tr>
<tr><td>測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）ＵＡＶレーザー測量<br>社内　資材ヤードにて</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td colspan="2">精度確認方法<br>・標高検証点との標高較差　　・水平位置検証点との座標較差<br>標高検証点<br> <br>水平位置検証点<br> </td></tr>
</table>

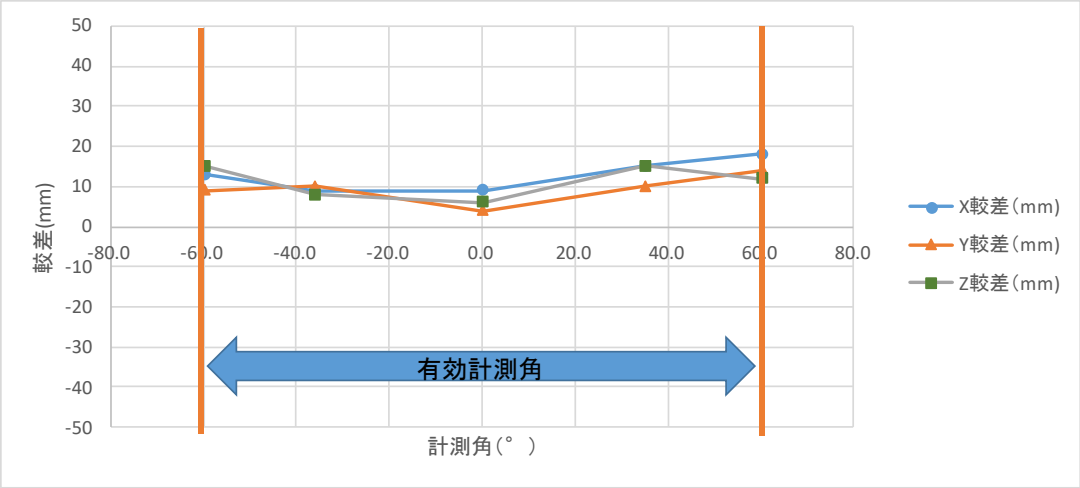
（２）精度確認試験結果

①検証点の計測結果

飛行対地高度：30m

| 水平位置検証点 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 点名 | 計測角（°） | 往路 | | 復路 | | 往路と復路の較差 | |
| | | ①X座標(m) | ②Y座標(m) | ③X座標(m) | ④Y座標(m) | ①−③X較差(mm) | ②−④Y較差(mm) |
| KH01 | 60.0 | 48439.327 | −39217.745 | 48439.309 | −39217.759 | 18 | 14 |
| KH02 | 35.0 | 48440.284 | −39247.068 | 48440.269 | −39247.078 | 15 | 10 |
| KH03 | 0.0 | 48441.010 | −39269.496 | 48441.001 | −39269.500 | 9 | 4 |
| KH04 | −36.0 | 48441.754 | −39292.109 | 48441.745 | −39292.119 | 9 | 10 |
| KH05 | −60.0 | 48442.892 | −39326.975 | 48442.879 | −39326.984 | 13 | 9 |

| 標高検証点 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 点名 | 計測角（°） | 往路 | 復路 | 往路と復路の較差 |
| | | ⑤Z座標(m) | ⑥Z座標(m) | ⑤−⑥Z較差(mm) |
| KV01 | 60.0 | 18.424 | 18.412 | 12 |
| KV02 | 35.0 | 18.454 | 18.439 | 15 |
| KV03 | 0.0 | 18.446 | 18.440 | 6 |
| KV04 | −36.0 | 18.427 | 18.419 | 8 |
| KV05 | −60.0 | 18.561 | 18.546 | 15 |




②較差の確認（測定精度）

ＵＡＶレーザーの計測結果による計測点座標　－　検証点座標

飛行対地高度　30m

有効計測角　　60 度　以内　；合格（基準値±50mm 以内）

## 参考資料-8　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるＴＳ（ノンプリズム方式）の測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の計測点を設定し、ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（ノンプリズム方式）で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度±20㎜、鉛直精度±20㎜以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定し、ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（ノンプリズム方式）で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

# ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、ノンプリズム方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。

## ２．実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定する。

②ＴＳ（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをＴＳで視準し３次元座標を計測する。

③ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測完了後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせて、ピンポール先端（石づき等）に合わせる。

ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式にて３次元座標を計測する。

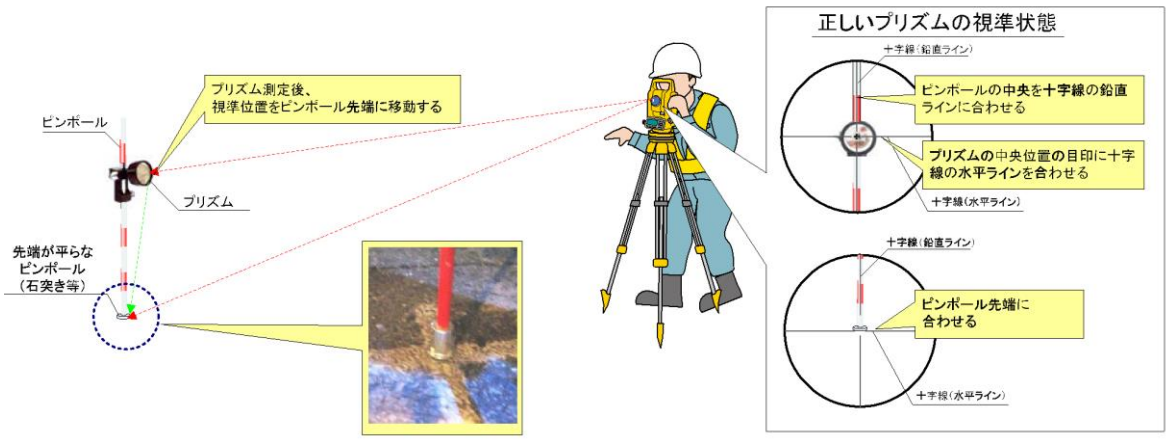



図２-１１７　プリズムを視準する位置

４．評価基準

プリズム方式とノンプリズム方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-２０　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差 | 平面座標　±20㎜以内<br>標高差　　±20㎜以内 | 現場内２箇所以上 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-7）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＴＳ9800<br>測定装置の製造番号：T0123 | 写真 |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真 |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>現場内にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真 |
| 精度確認方法<br>・ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（ノンプリズム方式）の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（ＴＳ（プリズム方式））

| 真値の計測結果（ＴＳ（プリズム方式）） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測結果

計測状況写真

| ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.729 | -11987.665 | 17.901 |
| ２点目 | 44060.812 | -11993.404 | 17.543 |

③差の確認（測定精度）

ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測結果（x’, y’, z’）

― 真値の計測結果（x，y，z）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | 0.009 | 0.010 | 0.011 |
| ２点目 | 0.015 | 0.014 | 0.013 |

**ｘ成分（最大）＝0.015m（15mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**ｙ成分（最大）＝0.014m（14mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**ｚ成分（最大）＝0.013m（13mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

# 参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を出来形計測に適用することができる。

２．実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定する。

②ＴＳによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをＴＳで視準し３次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により３次元座標を計測する。

３．評価基準

ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-２１　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の計測座標値の較差 | 平面座標　±20㎜以内<br>標高差　±10㎜以内 | 現場内２箇所以上 |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-8）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ABC-123<br>測定装置の製造番号：ABC0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温１８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>構内道路改修工事にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（３級ＴＳ）

| 真値の計測結果（３級ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果

計測状況写真

| 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.722 | -11987.656 | 17.893 |
| ２点目 | 44060.802 | -11993.394 | 17.533 |

③差の確認（測定精度）

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果（x’，y’，z’）

― 真値の計測結果（x，y，z）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | 0.002 | 0.001 | 0.003 |
| ２点目 | 0.005 | 0.004 | 0.003 |

**x 成分（最大）＝0.005m（5mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**y 成分（最大）＝0.004m（4mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**z 成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±10mm 以内）**

## 参考資料-10　高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート

（様式 2-9）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# 高さ補正機能付きＲＴＫ－ＧＮＳＳ測量機の精度確認チェックシート

メーカー：
製品型番：
製造番号　発光側：
　　受光側：

| チェック対象 | 視準距離<br>高低差<br>（m） | 高さ計測点（m）<br>（小数点第3位（mm単位）まで記入） | | 高さ計測値の差（mm） | 規定値<br>（判断基準） | 確認結果 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | レベル（又はＴＳ） | RTK-GNSS | ③<br>（=②－①） | | |
| | | ①ｚ座標 | ②ｚ座標 | | | |
| ＋側/－側<br>（上下限±5m） | 水平距離<br><br>高低差 | レベル/ＴＳ | | | 「高さ計測値の差（③欄）」が、全て±10mm以内か？ | |
| 本事前確認を実施した箇所<br>（例：設置した、又は後方交会した工事基準点） | | | | | | |
| 高さ補正装置のキャリブレーションの有無 | | | | | | |

1)「視準距離」は「ＲＴＫ－ＧＮＳＳ、ＴＳ、巻き尺」等を利用して計測した距離を記入する。
2)「高低差」は「ＲＴＫ－ＧＮＳＳ、ＴＳ、巻き尺」等を利用して計測した高低差を±を付けて記入する。
3)「確認結果」欄は、「高さ計測値の差　③」欄の全ての値が「規定値（判断基準）」の記載を満足することを確認した場合に“○”と記入する。

## ＜参考＞従来型のＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理の留意点

１．ＲＴＫ－ＧＮＳＳの特徴

受注者は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳの効果のみならず、次のようなリスクも含めた特徴をよく理解した上で、現場導入の可否、当該現場導入による効果の有無を確認する必要がある。

1）計測値の再現性が劣る

ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、同じ地点を同じ状態で計測しても、衛星や大気の変動等により、出来形管理上は無視できないほど大きく異なる計測値を示す場合がある。

2）測定精度が求められる鉛直方向の精度が劣る

土工の出来形管理では、水平方向（幅、法長）より鉛直方向（高さ）の規格値の方が厳しく、より高い測定精度が求められるが、一般的に、ＲＴＫ－ＧＮＳＳの鉛直方向の誤差は水平方向の 1.5 倍の大きさである。

3）現場周辺の影響を受ける

ＲＴＫ－ＧＮＳＳは、衛星を利用した測位技術のため、計測には５基以上（ＧＰＳとＧＬＯＮＡＳＳを併用する場合は６基以上）から受信する必要があり、上空に遮蔽物があると、計測不可能となる場合がある。また、ビル等による反射波（マルチパス）がある場合も、計測不可能となる場合がある。

4）衛星の移動の影響を受ける

衛星は移動することから、時間帯により受信可能な衛星数が増減したり、ある方角に偏った配置となったり、遮蔽物の影響を受けたり等することで、計測不可能となる時間帯が発生する場合がある。

２．現地検査時の対応

検査時の現場における出来形検測で、高さの規格値を超過した場合、その場で、レベル又はＴＳにより再計測を行い確認する。

# 参考資料-11　ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

ＧＮＳＳの事前精度確認試験実施手順書（案）

下記に示す各技術の計測にＧＮＳＳを用いる場合に適用する。
■空中写真測量（ＵＡＶ）
　標定点・検証点の計測（起工測量、岩線計測、部分払出来高計測）
■地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ）
　標定点の計測（起工測量、岩線計測、部分払出来高計測）
■地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ）
　標定点・検証点の計測（起工測量、岩線計測、部分払出来高計測）
■無人航空機搭載型レーザースキャナー（ＵＡＶレーザー）
　調整用基準点、検証点の計測（起工測量、部分払出来高計測）

１．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

２．実施方法

現場内の２箇所以上の既知点を利用し、ＧＮＳＳによる計測結果から得られる既知点の座標を計測する。

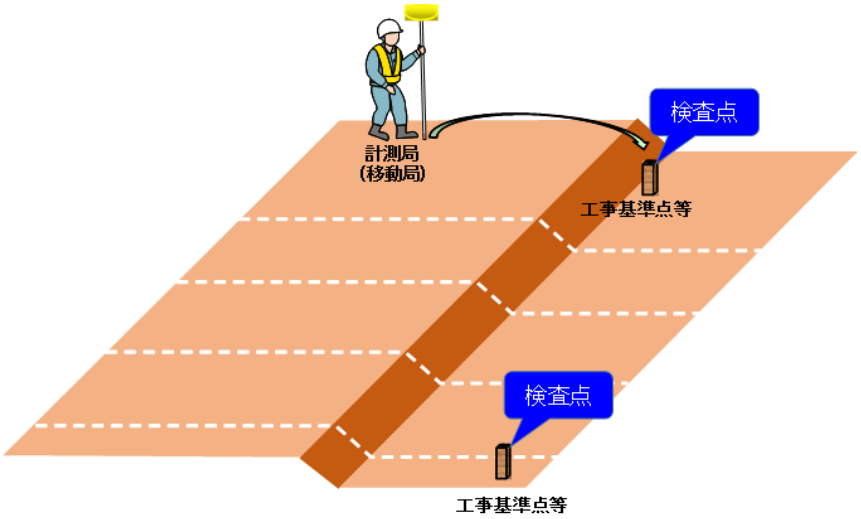



図２-１１８　精度確認の実施方法

３．検査点の検測

真値となる検査点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

４．評価基準

計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-２２　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 各座標値の較差 | 平面座標　±20㎜以内<br>標高差　　±30㎜以内 | 現場内２箇所程度 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-10）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：GNSS2000<br>測定装置の製造番号：R00891 | 写真 |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真 |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）○○測量<br>現場内にて | 写真 |
| 精度確認方法<br>・既知点の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果

計測方法：既知点　or　ＴＳによる座標値計測

| 真値とする検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②ＧＮＳＳによる計測結果

| RTK 法又はネットワーク RTK 法で測定した位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.700 | -11987.644 | 17.870 |
| ２点目 | 44060.778 | -11993.385 | 17.521 |

③差の確認（測定精度）

ＧＮＳＳによる計測結果（ｘ’，ｙ’，ｚ’）　―　真値とする検証点の座標値（ｘ，ｙ，ｚ）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | -0.020 | -0.011 | -0.020 |
| ２点目 | -0.019 | -0.005 | -0.009 |

**ｘ成分（最大）＝-0.020m（-20mm）　；合格（基準値±20mm 以内）**
**ｙ成分（最大）＝-0.011m（-11mm）　；合格（基準値±20mm 以内）**
**ｚ成分（最大）＝-0.020m（-20mm）　；合格（基準値±30mm 以内）**

## 参考資料-12　ＧＮＳＳによる観測値の点検手順書及び点検記録簿

現場におけるＧＮＳＳによる観測値の精度を確認するために、計測の開始時と終了時にＧＮＳＳを用いた座標の計測を行い、観測値の点検を行う。

【測定精度】

各座標値の較差　平面座標　±20㎜以内、標高差　±30㎜以内

【解説】

受注者は、計測の開始時と終了時にＧＮＳＳを用いた座標の計測を行い、既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

# ＧＮＳＳによる観測値の点検手順書（案）

ＴＳ（ノンプリ方式）の設置位置の計測にＧＮＳＳを用いる場合に適用する。

１．実施時期

ＧＮＳＳによる観測値の点検は、計測ごとに行うこととする。点検は、連続する計測の開始時と終了時に実施する。

２．実施方法

現場に設置した既知点を使用し、計測の開始時と終了時にＧＮＳＳを用いた座標の計測を行う。

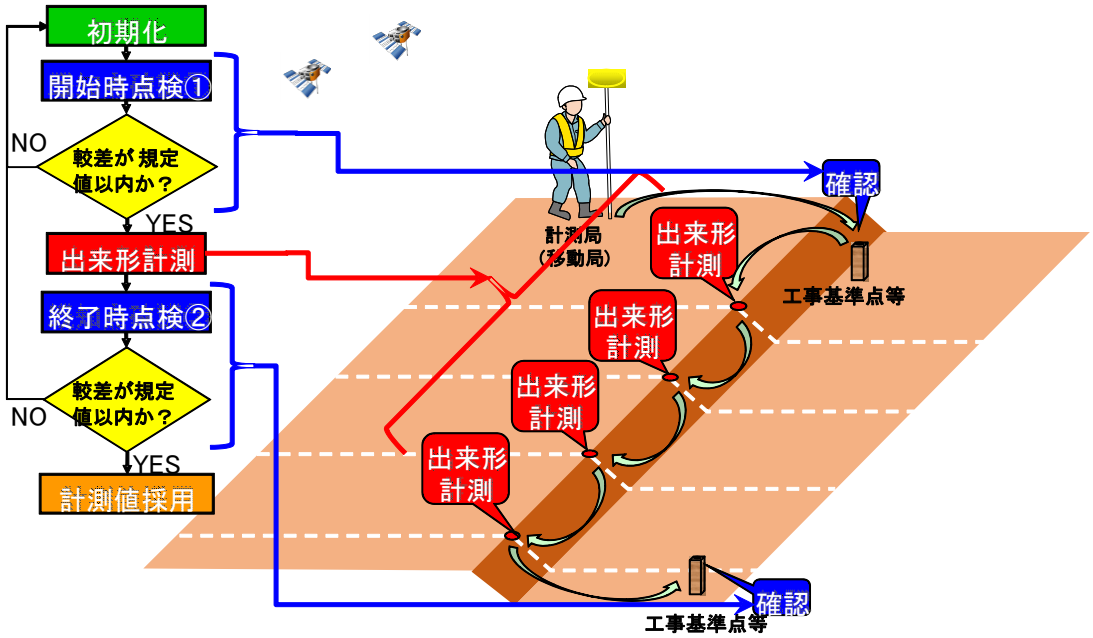



図２－１１９　点検の実施方法

３．既知点の設置

真値となる既知点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

４．評価基準

ＧＮＳＳによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２－２３　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 各座標値の較差 | 平面座標　±20㎜ 以内<br>標高差　　±30㎜ 以内 | 計測の開始時と終了時 |

５．実施結果の記録

観測値の点検結果を記録・提出する。

（様式 2-11）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ＧＮＳＳによる観測値の点検記録簿

・観測値の点検記録

| 実施日 | | 既知点 | | 計測結果 | | 座標間較差 | | 判定基準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 令和○○年○○月○○日 | 開始時 | x | 16027.322 | x’ | 16027.320 | Δx | -0.002( -2mm) | Δx≦±20mm |
| | | y | -88085.029 | y’ | -88085.024 | Δy | -0.005( -5mm) | Δy≦±20mm |
| | | z | 179.698 | z’ | 179.682 | Δz | -0.016(-16mm) | Δz≦±30mm |
| | 終了時 | x | 16011.757 | x’ | 16011.750 | Δx | -0.007(-7mm) | Δx≦±20mm |
| | | y | -88095.987 | y’ | -88095.987 | Δy | 0.000( 0mm) | Δy≦±20mm |
| | | z | 180.134 | z’ | 180.157 | Δz | 0.023(23mm) | Δz≦±30mm |
| 令和○○年○○月○○日 | 開始時 | x | | x’ | | Δx | | Δx≦±20mm |
| | | y | | y’ | | Δy | | Δy≦±20mm |
| | | z | | z’ | | Δz | | Δz≦±30mm |
| | 終了時 | x | | x’ | | Δx | | Δx≦±20mm |
| | | y | | y’ | | Δy | | Δy≦±20mm |
| | | z | | z’ | | Δz | | Δz≦±30mm |
| 令和○○年○○月○○日 | 開始時 | x | | x’ | | Δx | | Δx≦±20mm |
| | | y | | y’ | | Δy | | Δy≦±20mm |
| | | z | | z’ | | Δz | | Δz≦±30mm |
| | 終了時 | x | | x’ | | Δx | | Δx≦±20mm |
| | | y | | y’ | | Δy | | Δy≦±20mm |
| | | z | | z’ | | Δz | | Δz≦±30mm |

※本様式で不足する場合は、本様式を複製し記載する。

# 参考資料-13　施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

１．実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、出来形管理範囲着工前にテスト作業による精度確認試験を現場ごとに１回実施する。また、作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施することとする。**なお、ＩＣＴ建設機械等認定制度において、認定を受けたＩＣＴ建設機械等を用いており、かつ「別表２　申請者が公表を求める事項」に準じて、認定事業者が精度確認試験方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している試験確認方法によることができる。**

２．実施方法

1）テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）

施工前に、ＩＣＴ建設機械によるテスト作業を行い、施工履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の①および②の方法によって行う。精度確認結果は、様式 2-14 に従って記録する。

①実際に掘削整形作業、締固め作業を行う方法

本確認は、施工履歴データによる出来形管理を行う範囲の形状応じて、平場または法面にて１回実施する。施工に使用するＩＣＴ建設機械を用い、現場内の適切な場所で整形作業、締固め作業を行う。作業中に施工履歴データを記録する。作業後、トータルステーション（ＴＳ）等で出来形を検測する。施工履歴データから求める出来形と、ＴＳ等光波方式で検測した点の３次元座標とを比較し、精度確認基準を満たすことを確認する。

【ＩＣＴバックホウの実施手順】

本施工を実施する前に、実際に掘削整形作業を行い、施工履歴データを取得する。ＩＣＴバックホウより取得した施工履歴データと真値（真値はＴＳ等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、平場または法面において実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とするが、実施範囲内で１ｍ以上の離隔をもってＴＳ等光波方式で計測した点を配置できるような範囲（広さ）で実施すること。検測箇所は 16 箇所以上とする。

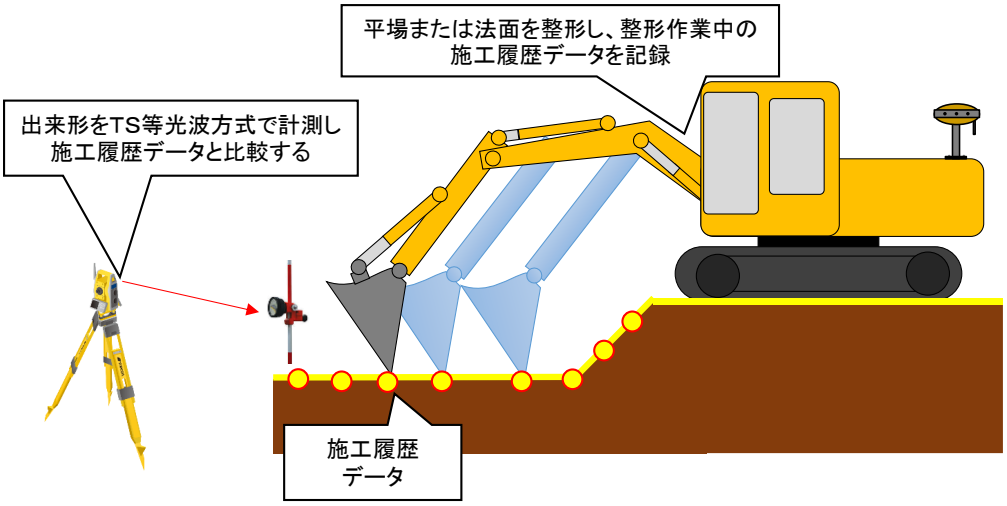



図２-１２０　ＩＣＴバックホウの実際に掘削作業を行う方法

【ＩＣＴブルドーザの実施手順】

本施工を実施する前に、実際に掘削整形作業を行い、施工履歴データを取得する。

ＩＣＴブルドーザより取得した施工履歴データと真値（真値はＴＳ等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。ＴＳの計測点は、ブルドーザによる作業実施後、排土板下端の左右端点付近、または履帯下面の左右端点が通過したライン付近に設定する。この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、平場または法面において実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。

試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とする。検測箇所は、２方向の走行を含めて、延べ 12 箇所以上とする。

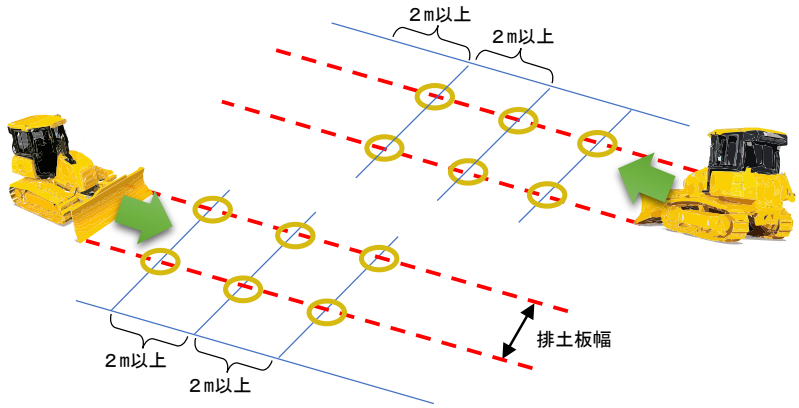



図２-１２１　ＩＣＴブルドーザの実際に掘削作業を行う方法

【３ＤＭＧローラの実施手順】

本施工を実施する前に締固め作業を行い、施工履歴データを取得する。ＴＳの計測点は、ローラによる締固め作業実施後、鉄輪の左右端点が通過したライン付近に設定する。

３ＤＭＧローラより取得した施工履歴データと真値（真値はＴＳ等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。

この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、使用現場において最も傾斜が大きい場所で実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。

試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とするが、検測箇所は左右鉄輪接地点付近とする。検測箇所は、前進および後進の走行を対象に、延べ 12 箇所以上とする。

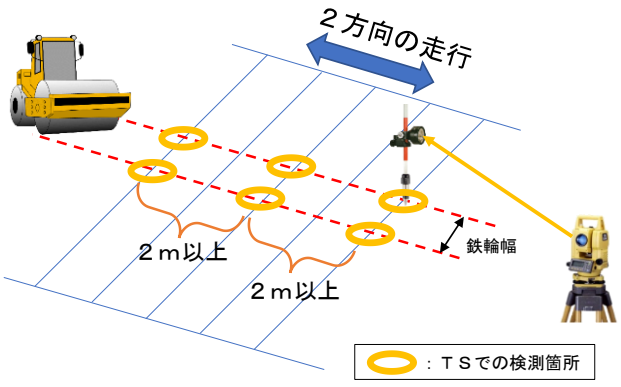



図２-１２２　ＩＣＴ３ＤＭＧローラの実際に締固め作業を行う方法

②ＩＣＴ建設機械の作業装置位置を計測する方法

ＩＣＴ建設機械の施工履歴データと真値（真値はＴＳ等光波方式で計測）を比較、差異を確認する。

【ＩＣＴバックホウの実施方法】

計測は、ケース１～７の７ケースの姿勢において、施工履歴データを記録する箇所にプリズムを設置し、ＴＳ等により精度を確認する。ＴＳ等光波方式による計測は、１ケースとする。バケット背面の土と接する箇所の座標を施工履歴データとして記録することができるシステムを用いる場合は、刃先の精度確認試験を実施する７ケースのうち１ケースで、バケット背面の土と接する箇所における施工履歴の精度確認を追加で実施する。全てのケースで水平・標高の較差が±50㎜以内であること。

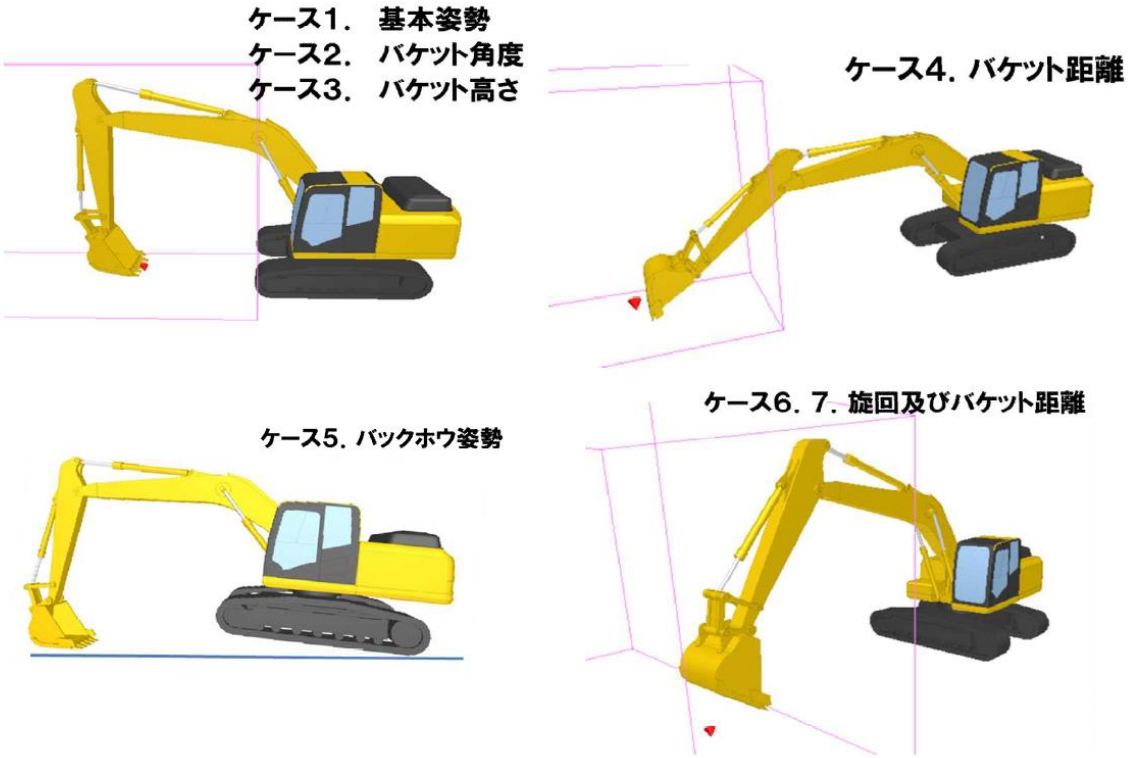



図２-１２３　ICT バックホウの作業装置位置の確認ケース

表２-２４　ICT バックホウの作業装置位置の確認姿勢の設定例

| | 目標<br>バケット標高位置 | 目標<br>バケット角度 | バケット距離 | バックホウ姿勢 | 上部旋回体向き | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ケース1 | 0m | 0度 | 近距離 | 水平 | 正面 | 比較基本姿勢 |
| ケース2 | 0m | 60度 | 近距離 | 水平 | 正面 | バケット角度 |
| ケース3 | 1.5m | 0度 | 近距離 | 水平 | 正面 | バケット高さ |
| ケース4 | 0m | 0度 | 遠距離 | 水平 | 正面 | バケット距離 |
| ケース5 | 0m | 0度 | 近距離 | 7.5度 | 正面 | バックホウ姿勢 |
| ケース6 | 0m | 0度 | 近距離 | 水平 | 90度 | 旋回体向き |
| ケース7 | 0m | 0度 | 遠距離 | 水平 | 90度 | |

※目標バケット標高位置、目標バケット角度は目安である。

【ＩＣＴブルドーザの実施方法】

ＩＣＴブルドーザから提供される排土板下端（左右端部）または履帯下面（左右端部）の位置とＴＳ等光波方式の計測による計測結果との較差を算出し、水平位置及び標高（Δｘ，Δｙ，Δｚ）で±50㎜ 以内であることを確認する。

計測は、排土板については３ケースの異なる姿勢（排土板の角度）で実施する。履帯下面については３ケースで実施する。

各ケースについて、施工履歴を記録する点（排土板または履帯下面の施工履歴データを記録する箇所）を左右各１点ずつ計測する。

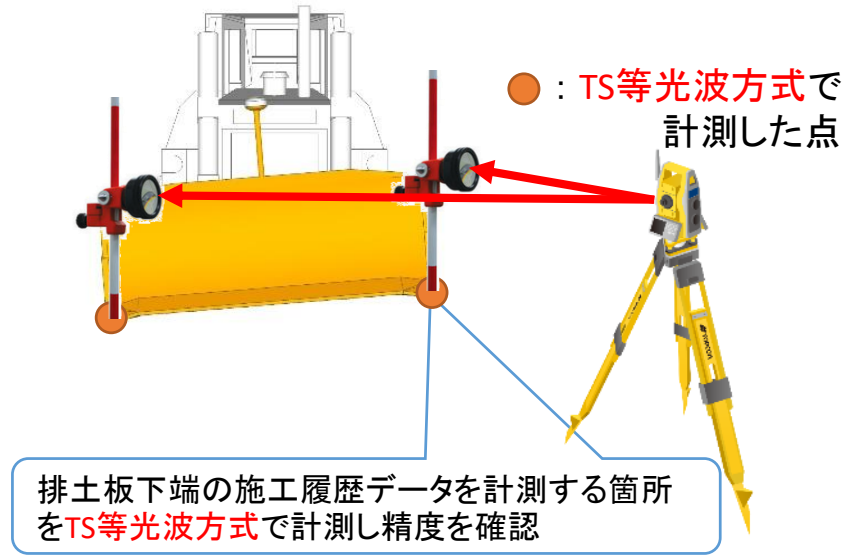



図２-１２４　ＩＣＴブルドーザの作業装置位置を確認する方法（排土板下端）

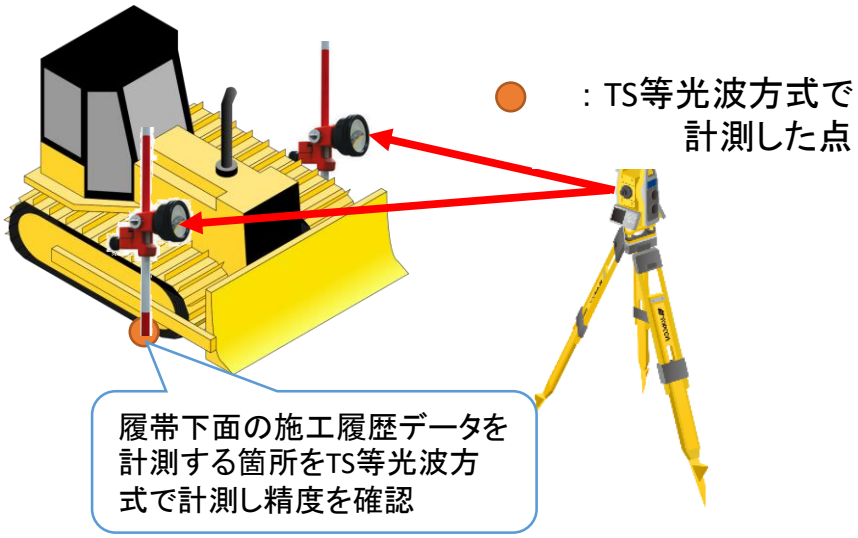



図２-１２５　ＩＣＴブルドーザの作業装置位置を確認する方法（履帯下面）

【３ＤＭＧローラの実施方法】

３ＤＭＧローラから提供される左右鉄輪接地点とＴＳ等光波方式の計測による計測結果との較差を算出し、水平位置及び標高（Δｘ，Δｙ，Δｚ）全てで±50 ㎜以内であることを確認する。

計測は、３ＤＭＧローラの縦断勾配が施工対象現場の設計形状から最大の傾斜を読み取り、３ＤＭＧローラのピッチング角が最大傾斜と同等程度となる場所に設置したケース、ローリング角が最大傾斜と同等程度となるように設置したケース、および平坦に近い状態で設置したケースの３ケースについて実施する。

各ケースについて、施工履歴を記録する点（鉄輪接地点）を左右各１点ずつ計測する。

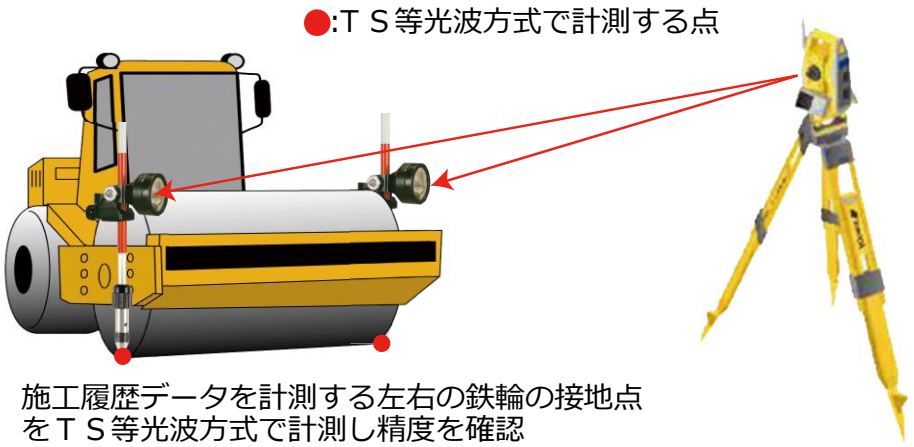


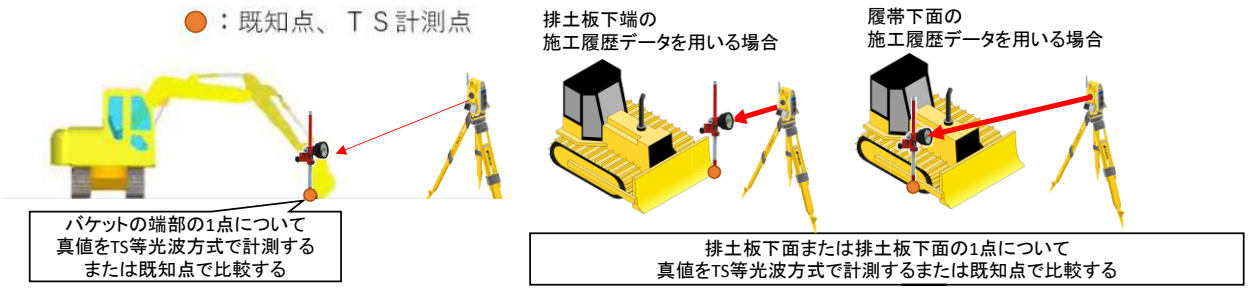

図２-１２６　３ＤＭＧローラの作業装置位置を確認する方法（左右鉄輪接地点）

2）施工期間中の日々の精度確認

評価方法は、ＩＣＴ建設機械から提供される作業機位置座標と、既知点、またはＴＳ等光波方式により計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であることを確認する。なお、本精度確認試験の確認点数は１点とする。

ＩＣＴバックホウ、ＩＣＴブルドーザ、３ＤＭＧローラのいずれの場合も、バケット形状や鉄輪・履帯の厚み・形状を考慮して、施工履歴の標高計測値を一定寸法だけオフセットして記録しているシステムについては、ＴＳ等光波方式による高さ計測値と、オフセットした施工履歴データとの比較により精度を検証してもよい。また、直接ピンポールで施工履歴計測点を計測できない場合は、オフセットした点で精度確認を実施してもよい。

試験結果は提出する必要はないが、監督職員の求めに応じて提出できるように保管すること。



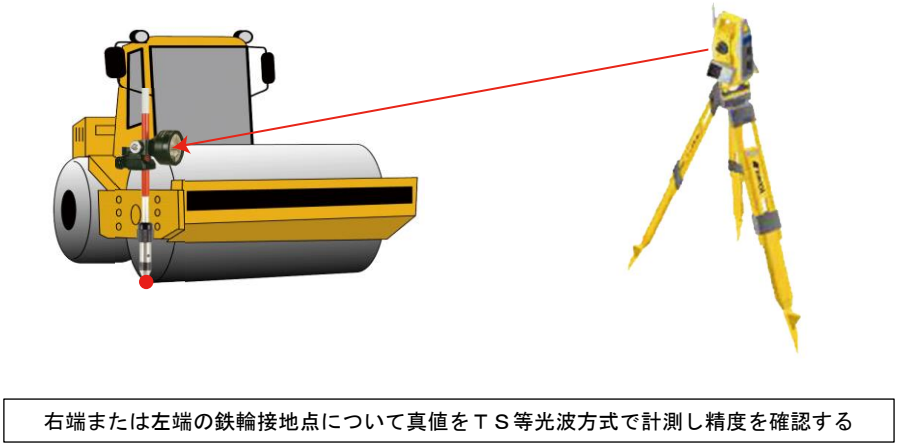




図２－１２７　標準的な確認方法

３．評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が次表の測定精度を満足することを確認する。

1）テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）

表２-２５　精度確認試験での精度確認基準

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 部分払い<br>出来高計測 | ■ICTバックホウ・ICTブルドーザ・3DMGローラ（①②どちらかを実施）<br><br>【①実際に掘削・整形作業を行う方法】<br>法面または平場で下記の精度を確認する<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±200mm 以内<br><br>【②ICT 建設機械の作業装置位置を計測する方法】<br>鉛直方向（Δz）　±50mm 以内 | 1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |
| 出来形計測 | ■ICTバックホウ・ICTブルドーザ（①②両方実施）<br><br>【①実際に掘削・整形作業を行う方法】<br>法面または平場で下記の精度を確認する<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±50mm 以内<br><br>【②ICT 建設機械の作業装置位置を計測する方法】<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±50mm 以内 | 1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |
| | ■3DMGローラ（①，②両方実施）<br><br>【①実際に締固め作業を行う方法】<br>平場で下記の精度を確認する<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）<br>各±50mm 以内<br><br>【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】<br>水平・鉛直方向（Δx，Δy，Δz）<br>各±50mm 以内 | 1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |

2）日々の精度確認

| 施工履歴を用いた管理の適用対象 | 測定精度 |
|---|---|
| 出来形計測 | ■ICTバックホウ・ICTブルドーザ・3DMGローラ<br>水平・鉛直方向（Δx、Δy、Δz）　各±50mm 以内 |

４．日々の出来形確認

施工履歴データにより出来形管理を実施する範囲の整形作業実施後、出来形が「出来形管理基準及び規格値」に記載の面管理の場合の規格値を満足していることを計測により確認する。出来形確認の計測方法にはＴＳ等光波方式を用い、計測点数は１日の施工範囲に対して３点以上とする。計測点は計測員が安全に立ち入れる範囲内で、１日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。計測は日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、ＧＮＳＳ衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により、良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて１回で実施してもよい。ここで１日の施工範囲とは、整形作業等を実施した日に整形作業が完了した範囲のことを指す。

出来形管理結果は次図に示す様式で記録し、監督職員の求めに応じて提出できるように保管する。

日々の出来形確認結果

工　種　盛土工　　測定者

種　別　　合否判定結果　**合格**

| 測点名 | 施工日 | 測定箇所 | 規格値 | 設計値 | 実測値 | 較差 | 合否 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10/12 | 法面 | ±170 | 102.313 | 102.339 | 0.026 | 合格 |
| 2 | | 法面 | ±170 | 102.123 | 102.147 | 0.024 | 合格 |
| 3 | | 法面 | ±170 | 101.231 | 101.252 | 0.021 | 合格 |
| 4 | 10/13 | 法面 | ±170 | 100.200 | 100.211 | 0.011 | 合格 |
| 5 | | 法面 | ±170 | 99.405 | 99.434 | 0.029 | 合格 |
| 6 | | 平場 | ±150 | 102.522 | 102.527 | 0.005 | 合格 |
| 7 | 10/14 | 平場 | ±150 | 102.523 | 102.558 | 0.035 | 合格 |
| 8 | | 平場 | ±150 | 102.524 | 102.573 | 0.049 | 合格 |
| 9 | | 法面 | ±170 | 99.243 | 99.281 | 0.038 | 合格 |
| 10 | 10/15 | 法面 | ±170 | 99.346 | 99.372 | 0.026 | 合格 |
| 11 | | 法面 | ±170 | 100.246 | 100.264 | 0.018 | 合格 |
| 12 | | 法面 | ±170 | 100.643 | 100.684 | 0.041 | 合格 |
| 13 | 10/16 | 法面 | ±170 | 100.456 | 100.485 | 0.029 | 合格 |
| 14 | | 法面 | ±170 | 100.233 | 100.238 | 0.005 | 合格 |
| 15 | | 法面 | ±170 | 100.032 | 100.067 | 0.035 | 合格 |

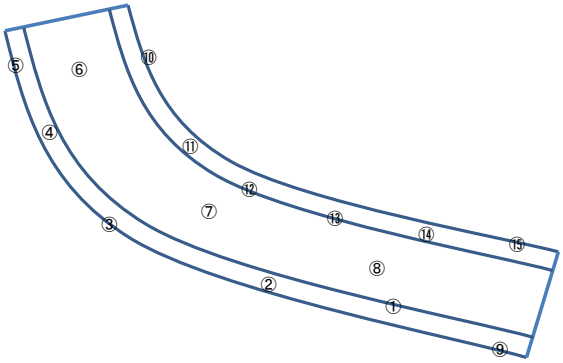



図２-１２８　日々の出来形確認結果　様式

５．実施結果の記録

「２．　1）テスト作業による精度確認」及び「２．　2）日々の精度確認」の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）の様式 2-12 に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

本結果を提出する場合、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案）」及び「ＩＣＴ建設機械精度確認要領（案）」において、求められている精度確認の実施は省略する。

６．精度管理値を満足しない場合の対応

精度確認試験で精度管理値を満足できない場合は、ＩＣＴ建設機械のキャリブレーションを再度実施し、精度を是正した後、再試験を行う。

【「①実際に掘削・整形作業を行う方法」についての解説】

ＴＳ等光波方式で計測した点と施工履歴データ（点群データまたはこれらをつないだＴＩＮデータ）との、ｘ，ｙ，ｚ座標の差（Δｘ，Δｙ，Δｚ）を求め、これらが各±50㎜以内であることを確認する。

ＴＳ等光波方式で計測した点とＴＩＮデータを比較する場合は、ＴＩＮ内の点（ＴＳ等光波方式で計測した点の近傍にあるＴＩＮの面上に、施工者の判断で点を選定できる）と、ＴＳ等光波方式で計測した点とのｘ，ｙ，ｚ座標の差をΔｘ，Δｙ，Δｚとする。

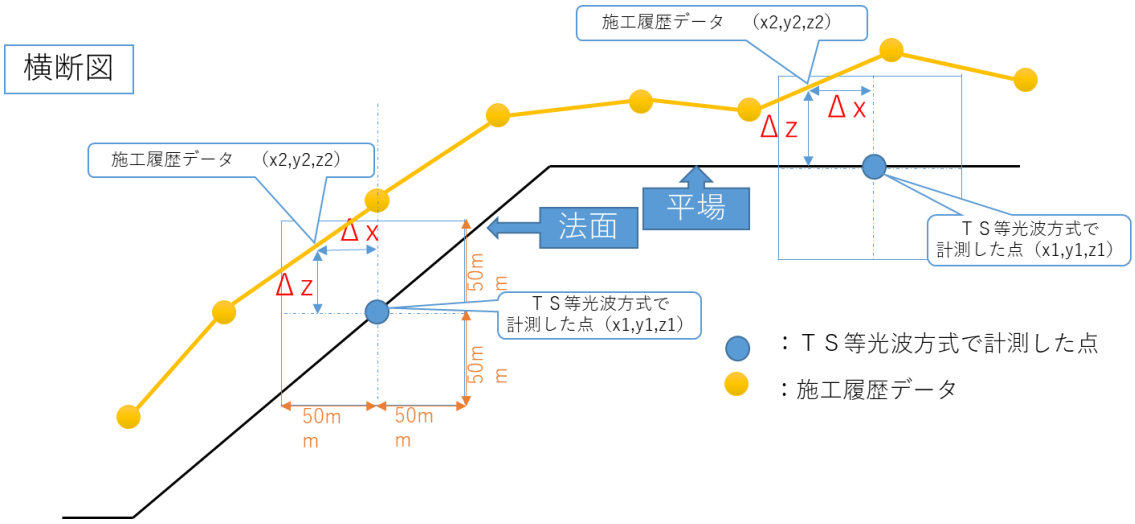



図２－１２９　①実際に掘削・整形作業を行う方法

（様式 2-12）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）施工履歴
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：SR420<br>測定装置の製造番号：SN00022 | 写真<br> |
| 検証機器（検測点を計測する測定機器）<br>２級ＴＳ　ＧＰＴ○○○○ | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）施工履歴<br>現場内にて<br>精度検証対象機器と既知点の距離：○○ｍ | 写真<br> |

（２）精度確認試験結果（鉛直方向）

施工履歴データの取得による確認

ＴＳ等光波方式による検査点の確認

差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 ― ＴＳ等光波方式による計測標高

①実際に掘削・整形作業を行う方法

| | 点番 | 平場※ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Δｘ | Δｙ | Δｚ |
| 較差 | 1 | 31mm | 20mm | 35mm |
| | 2 | 21mm | 10mm | 28mm |
| | 3 | 19mm | 33mm | 14mm |
| | ・・・ | ・・・ | ・・・ | ・・・ |
| 基準 | | ±50mm 以内 | | |

※本確認は、施工履歴データによる出来形管理を行う範囲の形状応じて、平場または法面にて１回実施する。

②ＩＣＴ建設機械の作業装置位置を計測する方法

| | 点番 | 各測点における差 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Δｘ | Δｙ | Δｚ |
| 較差 | 1 | 25mm | 34mm | 24mm |
| | 2 | 16mm | 11mm | 13mm |
| | 3 | 19mm | 38mm | 19mm |
| | ・・・ | ・・・ | ・・・ | ・・・ |
| 基準 | | ±50mm 以内 | | |

## 参考資料-14　地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における地上写真測量の測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の既知点を使用し地上写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行う。

【測定精度】

各座標値の較差ｘ，ｙ，ｚそれぞれ　±50㎜以内

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、精度管理用の検証点を撮影対象範囲の内部に 200ｍ以内の間隔となるように設置する。計測範囲が狭い場合については、最低２箇所設置する。

受注者は、設置した検証点における既知点の座標値（基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を基にＴＳで計測した座標値）と、地上写真測量を用いて計測した結果から得られる検証点の座標値を比較し±50㎜以内であることを確認する。

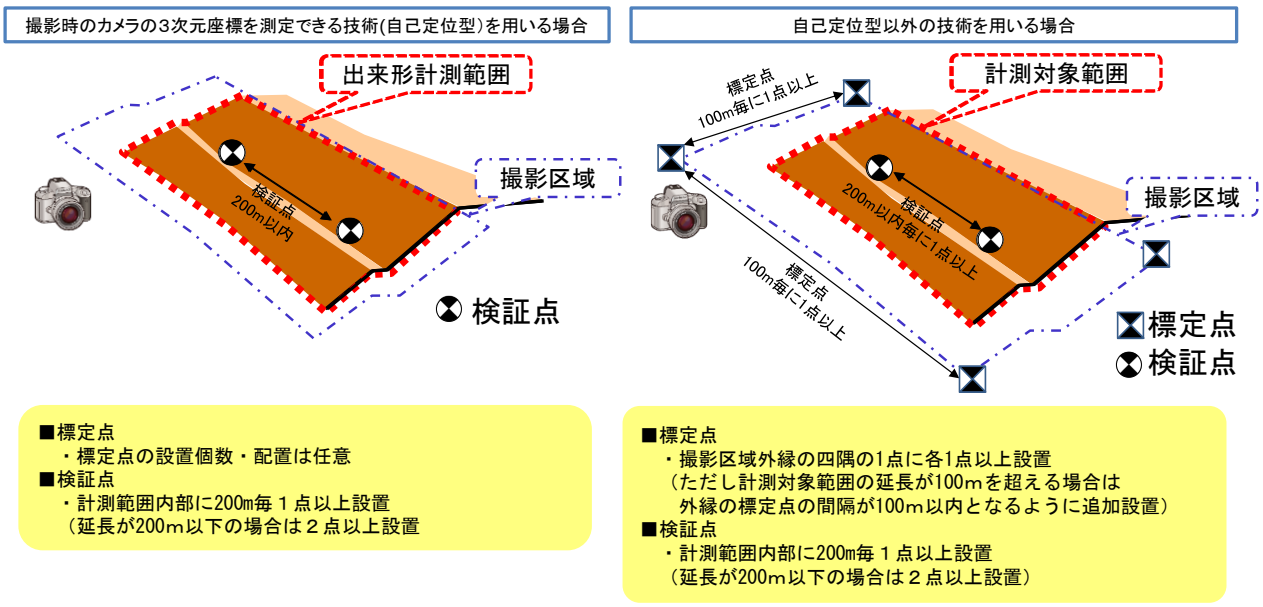



図２－１３０　精度確認試験の配置イメージ図

# 地上写真測量の精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

地上写真測量の精度確認は、撮影後、写真測量ソフトウェアにより計測点群データを算出する際に行う。本精度確認は、地上写真測量による計測ごとに行うものとする。

２．実施方法

現場に設置した既知点を使用し、地上写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

３．検証点の設置

真値となる座標値は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

４．評価基準

地上写真測量による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-２６　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 各座標値の較差 | ±50㎜以内 | 設置された検証点すべてで実施 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-13）

# カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) ○○○○
○○　○○　印

（1）カメラキャリブレーションの実施記録

| | |
|---|---|
| カメラキャリブレーション<br>実施年月 | 令和○○年○○月○○日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 使用するデジタルカメラ | メーカー　　：(製造メーカー名)<br>測定装置名称：(製品名、機種名)<br>測定装置の製造番号：(製造番号) |

※カメラに汎用機を用いない場合（GNSS 等とカメラが一体化した専用機および専用の解析ソフトウェアを用いる場合等）で、ＩＣＴ出荷時にカメラキャリブレーションが実施済みであり、この結果が解析ソフトに解析の与条件として入力されている等により、現場毎にカメラキャリブレーションを実施する必要が無い技術の場合には、「地上写真測量専用システムを使用するため現場毎のカメラキャリブレーションは実施不要」と記載する。

（2）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＳＴ420<br>測定装置の製造番号：SN00011 | 写真<br> |
| 検証機器（標定点を計測する測定機器）<br>ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>□ＳＳ製　○○（２級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和２年２月１８日<br>測定条件：天候　晴れ<br>測定場所：(株) ○○○○<br>現場内にて<br>精度検証対象機器と既知点の距離：　○m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>■既知点の座標較差 | |

（２）精度確認試験結果（詳細）

①地上写真測量による確認

計測結果

| X | Y | Z |
|---|---|---|
| 44044.725 | -11987.621 | 17.894 |

②ＴＳによる検証点の確認

計測結果

| X’ | Y’ | Z’ |
|---|---|---|
| 44044.7 | -11987.638 | 17.870 |

③差の確認（測定精度）

地上写真測量による計測座標　―　ＴＳによる計測座標

| 較差［m］ | ΔX | ΔY | ΔZ |
|---|---|---|---|
| | 0.025 | 0.041 | 0.024 |
| 基　準 | ±50㎜ 以内 | | |

# 参考資料-15　断面管理にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## ＲＴＫ－ＧＮＳＳの精度確認試験実施手順書（案）

１．適用範囲

土工の出来形計測（断面管理の場合）において、ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合に適用する。

２．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

なお、この計測精度確認に加えて、計測毎の精度確認を「参考資料-12　ＧＮＳＳによる観測値の点検手順書及び点検記録簿」に従って実施する。

３．実施方法

現場座標系のローカライゼーションを実施後、現場内の既知点または検証点に移動局を設置して、機器を静止した状態で、10epoch 観測を連続して２時間以上計測した結果を確認する。

検証点の計測については、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。

現場内で樹木や構造物によって上空視界が悪く受信衛星数が少なくなることが懸念される箇所での使用は望ましくない。これらの箇所についてはＴＳ等の所要の計測精度を有する他の計測方法による補間計測を行うこととする。

４．評価方法

$\mu + 2\sigma \leqq \pm 10$ ㎜※

ここで、$\mu$ ：標高較差の平均値

$\sigma$ ：標高較差の標準偏差

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-15）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

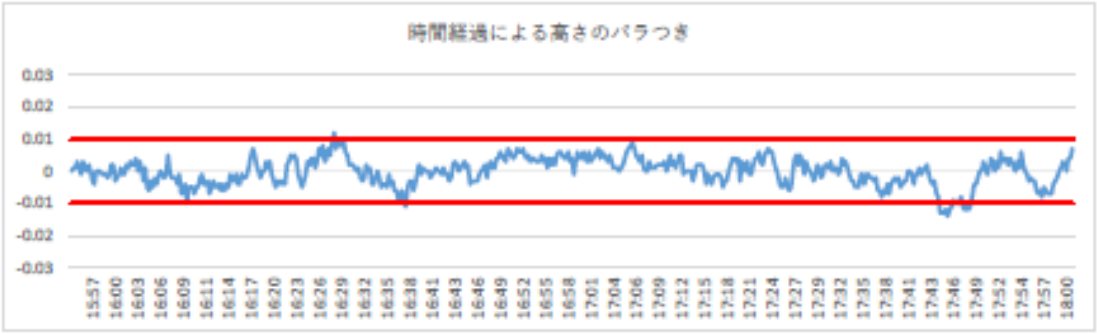
（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：GNSS2000<br>測定装置の製造番号：R00891 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）○○測量<br>現場内にて | 写真 |
| 精度確認方法<br>・既知点と標高計測値（2 時間）の較差 | |

（２）精度確認試験結果

■高さの標準偏差と時間経過によるバラつき

| 平均 | σ | 2 σ | 最大値 | 最小値 |
|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.004 | 0.009 | 0.012 | -0.014 |




平均誤差μ:0mm
誤差の標準偏差σ:4mm
μ＋2σ＝8mm　≦10mm → 合格

# 参考資料-16　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

精度確認試験は、利用の 12 か月前以内に 1 回以上実施されているものとする。

受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

２．精度確認の実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大測距離以内（ＴＳから計測点までの斜距離を、３級を使用する場合は 100m以内、２級ＴＳを使用する場合は 150 以内）となる位置に２点以上の計測点を設置する。

②ＴＳ等光波方式の計測

計測点にプリズム及びポールを鉛直に設置し、３次元座標を計測する。

③傾斜補正機能を用いた計測

計測点に傾斜補正機能付きプリズムを設置する。ポールの傾斜を出来形等の計測時に想定される最大の傾斜に設定し、３次元座標を計測する。

３．評価基準

プリズム及びポールを鉛直に立てた状態で計測した３次元座標と、傾斜させた状態で計測し、傾斜補正機能を用いて補正した３次元座標を比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-２７　精度確認試験での精度確認基準

| 出来形管理方法 | 用途 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 断面管理の場合 | 起工測量、岩線計測 | 平面座標　±20 ㎜以内<br>標高差　±10 ㎜以内 | 現場内２箇所以上 |
| | 部分払い出来高計測 | | |
| | 出来形計測 | | |
| 面管理の場合 | 起工測量、岩線計測 | | |
| | 部分払い出来高計測 | | |
| | 出来形計測 | | |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-14）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ABC-123<br>測定装置の製造番号：ABC0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温１８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>構内道路改修工事にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（ＴＳ）

| 真値の計測結果（ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 18099.980 | 4432.150 | 168.158 |
| ２点目 | 18003.679 | 4439.261 | 163.219 |

②傾斜補正機能を用いた計測結果（ＴＳ）

計測状況写真

| 傾斜補正機能を用いた計測結果（ＴＳ） | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ポールの傾斜 | x | y | z |
| １点目 | 15° | 18099.981 | 4432.153 | 168.159 |
| ２点目 | 15° | 18003.680 | 4439.261 | 163.221 |

②差の確認（測定精度）

傾斜補正機能を用いた計測結果（x，y，z）― 真値の計測結果（x’，y’，z’）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δx | Δy | Δz |
| １点目 | 0.001 | 0.003 | 0.001 |
| ２点目 | 0.002 | 0.000 | 0.002 |

**x成分（最大）＝0.002m（2mm）；合格（基準値±20mm以内）**

**y成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±20mm以内）**

**z成分（最大）＝0.002m（2mm）；合格（基準値±10mm以内）**

# 参考資料-1　地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

精度確認試験は、現場毎に実施する。

地上移動体搭載型プリズムの構造・寸法を変更した場合はその都度、精度確認試験を実施する。受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

２．精度確認の実施方法

２．１　機器の仕様及び現場設置の確認

地上移動体搭載型プリズムは、移動しながらの計測時、計測対象面の縦断勾配の影響を受けてプリズムが傾斜するが、この傾斜によって生じる３次元座標の誤差を補正しないものを用いる場合は、計測範囲内での最大勾配以上となった状態での高さ計測値の誤差の理論値をプリズムの傾斜及びプリズム高さを用いて幾何的に計算し、これが用途別に定められた要求精度を満足することを確認する。

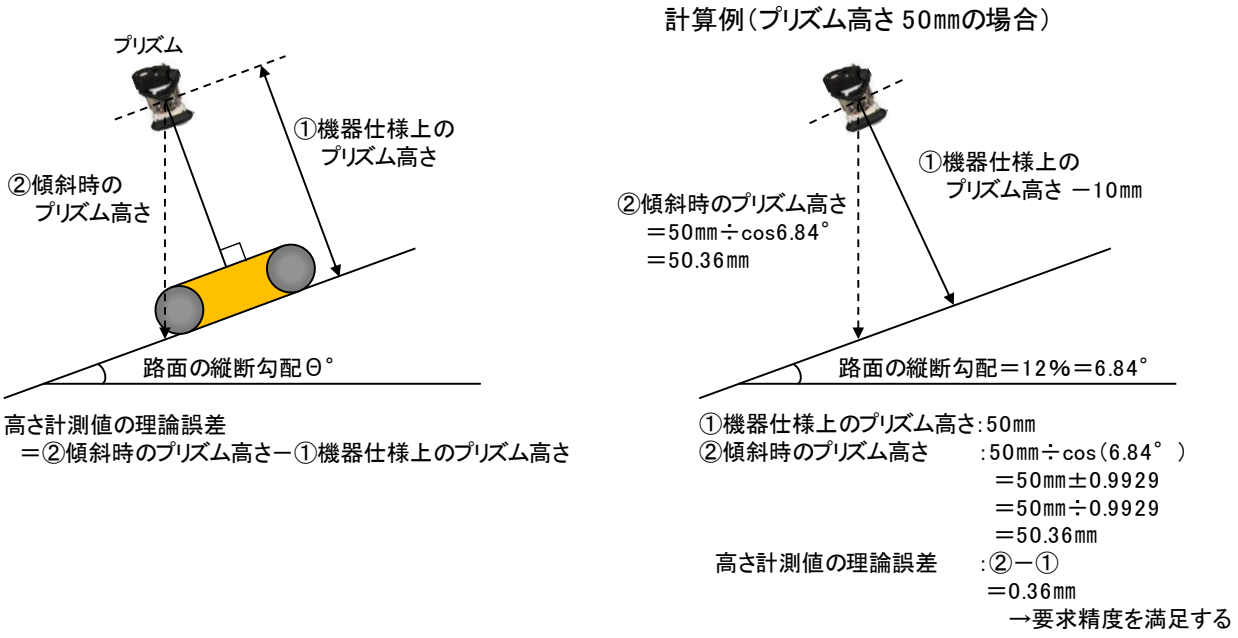



図２-１３１　計測値の理論誤差の計算例

２．２　実測による精度確認

以下の手順により、要求精度に対して最も不利となる条件を設定して、実測による精度確認を実施する。

①計測点の設定

地上移動体搭載型プリズムにより、３次元座標を計測する測線を設定する。地上移動体搭載型プリズムは、計測対象面の傾斜が大きくなるほど誤差が増大する傾向があるため、以下の２ケース実施する。

（ケース 1）計測範囲内での設計上の最大勾配を上る方向に進むケース
（ケース 2）計測範囲内での設計上の最大勾配を下る方向に進むケース

いずれのケースについても、ＴＳから計測点までの斜距離を、３級を使用する場合は 100m以内、２級ＴＳを使用する場合は 150m以内となるように設定する。

②地上移動体搭載型プリズムによる計測

各測線に沿って地上移動体搭載型プリズムによる路面の３次元座標計測を連続的に行う。地上移動体搭載型プリズムは、計測中の移動速度が速くなるほど誤差が増大する傾向があるため、出来形等の計測時に選定される最大の移動速度にて計測を行う。

③ＴＳ等光波方式による計測

上記②によって計測された３次元座標を 10 点抽出し、これらの点の平面位置（ｘ，ｙ）における高さ（ｚ）をＴＳ等光波方式により計測する。ここで抽出する 10 点は、1m以上の離隔を持つようにする。

同一の平面位置（ｘ，ｙ）における地上移動体搭載型プリズムとＴＳによる高さ（ｚ）の計測値を比較し、高さ誤差を求める。

３．評価基準

10 点の高さ誤差が適正であることを確認する。

表２-２８　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ・10 点の高さ誤差の平均値＋（10 点の高さ誤差の標準偏差）×２が精度確認基準を満足することを確認する<br>・比較は計測範囲内での設計上の最大勾配を、上る方向に進むケースと下る方向に進むケースについて行う。 | 【高さの要求精度】<br>起工測量、岩線計測<br>：±100 ㎜以内<br>部分払い出来高計測<br>：±200 ㎜以内<br>出来形計測<br>：±50 ㎜以内 | 精度確認基準を満足する最大移動速度を確認する |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-15）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＴＳ9800<br>測定装置の製造番号：T0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級）<br>プリズム高：50㎜ | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>試験場にて | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（地上移動体搭載型プリズム）の高さ較差 | |

## （２）精度確認試験結果

### ①真値の計測結果（ＴＳ（プリズム方式））

### ②ＴＳ（地上移動体搭載型プリズム）による計測結果

計測状況写真

### ③差の確認（測定精度）

| 計測対象 | 路面勾配：下り 12.3% | 路面勾配：上り 12.3% |
|---|---|---|
| 土工<br>要求精度<br>「平均誤差＋2σ≦50mm」 | 平均誤差＋2σ＝16.1mm<br>→土工の要求精度を満足 | 平均誤差＋2σ＝10.7mm<br>→土工の要求精度を満足 |

路面勾配：下り 12.3%

| 点名 | X | Y | ①z（移動型プリズム） | ②z（TS） | ①−②計測誤差（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| 5110 | -88057.7 | 16036.15 | 185.763 | 185.756 | 7 |
| 5111 | -88058.7 | 16035.57 | 185.645 | 185.639 | 6 |
| 5112 | -88059.6 | 16034.94 | 185.517 | 185.505 | 12 |
| 5113 | -88060.6 | 16034.32 | 185.371 | 185.361 | 10 |
| 5114 | -88061.5 | 16033.75 | 185.242 | 185.236 | 6 |
| 5115 | -88062.4 | 16033.1 | 185.098 | 185.101 | -3 |
| 5116 | -88063.4 | 16032.48 | 184.958 | 184.946 | 12 |
| 5117 | -88064.2 | 16031.9 | 184.834 | 184.827 | 7 |
| 5118 | -88065.1 | 16031.35 | 184.73 | 184.721 | 9 |
| 5119 | -88066 | 16030.82 | 184.615 | 184.604 | 11 |
| | | | | | |
| 平均誤差（mm） | | | | | 7.7 |
| 最大誤差（mm） | | | | | -3 |
| 誤差の標準偏差σ（mm） | | | | | 4.2 |

路面勾配：上り 12.3%

| 点名 | X | Y | ①z（移動型プリズム） | ②z（TS） | ①−②計測誤差（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| 5120 | -88066 | 16030.83 | 184.618 | 184.612 | 6 |
| 5121 | -88065 | 16031.42 | 184.738 | 184.732 | 6 |
| 5122 | -88064.2 | 16031.99 | 184.852 | 184.842 | 10 |
| 5123 | -88063.2 | 16032.59 | 184.985 | 184.983 | 2 |
| 5124 | -88062.3 | 16033.23 | 185.118 | 185.111 | 7 |
| 5125 | -88061.4 | 16033.78 | 185.249 | 185.24 | 9 |
| 5126 | -88060.4 | 16034.39 | 185.39 | 185.385 | 5 |
| 5127 | -88059.5 | 16035.04 | 185.533 | 185.53 | 3 |
| 5128 | -88058.6 | 16035.58 | 185.646 | 185.643 | 3 |
| 5129 | -88057.8 | 16036.15 | 185.761 | 185.755 | 6 |
| | | | | | |
| 平均誤差（mm） | | | | | 5.7 |
| 最大誤差（mm） | | | | | 2 |
| 誤差の標準偏差σ（mm） | | | | | 2.5 |

## 参考資料-2　ＧＮＳＳ－ＴＬＳの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

### ＧＮＳＳ－ＴＬＳの精度確認試験実施手順書（案）

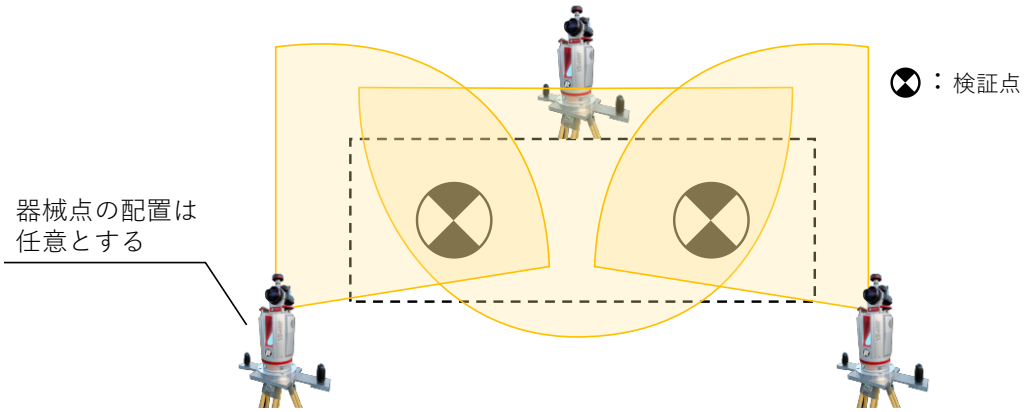
１．実施時期

精度確認試験は、計測を行うまでに現場において１回実施する。

２．実施方法

ＧＮＳＳ－ＴＬＳの測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の検証点の３次元座標とＧＮＳＳ－ＴＬＳで計測した点群データ上の検証点の座標を比較し、所要の精度があることを確認する。

ＧＮＳＳ－ＴＬＳは、ＲＴＫ－ＧＮＳＳによってＴＬＳの器械位置を定位できるため、標定点の設置は任意とすることができるが、ＲＴＫ－ＧＮＳＳの測位精度は衛星からの電波受信状況等の影響により、水平方向に最大 20～30㎜ 程度生じる可能性があることから、「４．評価基準」に示す要求精度が得られない場合は標定点を設置して試験を実施するとともに、出来形計測時も精度確認試験時と同等の頻度で標定点を設置すること。




※計測対象範囲（延長、幅は所要の精度でスキャンできる範囲の半径を考慮して任意に設定する

図２-１３２　精度確認試験の配置イメージ図

３．検証点の設置

計測範囲に２箇所以上設置する。検証点の設置位置は任意とするが、互いに離れた箇所にする。

標定点の設置は任意とするが、標定点を設置する場合は、検証点を標定点に近接しないように配置する。

検証点の座標値は、基準点あるいは工事基準点などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いてＴＳにより測量した座標値を用いる。

４．評価基準

ＧＮＳＳ－ＴＬＳによる検証点の座標計測結果を、ＴＳにより測量した検証点の座標と比較し、その差が適正であることを確認する。

表２-２９　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 各座標値の較差 | ±50㎜以内 | 設置された検証点すべてで実施 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 2-16）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

<table>
<tr><td>精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：VZ-400i<br>測定装置の製造番号：TLS001</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td>検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級）</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td>測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>現場内にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m</td><td>写真<br> <br> </td></tr>
<tr><td>精度確認方法<br>・ＴＳとＧＮＳＳ－ＴＬＳの検証点における座標の較差</td><td></td></tr>
</table>

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（ＴＳ）

| 平坦部での真値の計測結果（ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | $x_1'$ | $y_1'$ | $z_1'$ |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

| 法面での真値の計測結果（ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | $x_2'$ | $y_2'$ | $z_2'$ |
| １点目 | 44098.720 | -11998.221 | 19.235 |
| ２点目 | 44103.258 | -11992.459 | 19.398 |

②ＧＮＳＳ－ＴＬＳによる計測結果

計測状況写真

| 平坦部での GNSS-TLS による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | $x_1$ | $y_1$ | $z_1$ |
| １点目 | 44044.729 | -11987.665 | 17.901 |
| ２点目 | 44060.812 | -11993.404 | 17.543 |

| 法面での GNSS-TLS による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | $x_2$ | $y_2$ | $z_2$ |
| １点目 | 44098.715 | -11998.230 | 19.239 |
| ２点目 | 44103.250 | -11992.450 | 19.385 |

③差の確認（測定精度）

（平坦部）ＧＮＳＳ－ＴＬＳによる計測結果（$x_1, y_1, z_1$）― 真値の計測結果（$x_1', y_1', z_1'$）

（法　面）ＧＮＳＳ－ＴＬＳによる計測結果（$x_2, y_2, z_2$）― 真値の計測結果（$x_2', y_2', z_2'$）

| 平坦部での既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | $\Delta x_1$ | $\Delta y_1$ | $\Delta z_1$ |
| １点目 | 0.009 | 0.010 | 0.011 |
| ２点目 | 0.015 | 0.014 | 0.013 |

| 法面での既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | $\Delta x_2$ | $\Delta y_2$ | $\Delta z_2$ |
| １点目 | 0.005 | 0.009 | 0.004 |
| ２点目 | -0.008 | -0.009 | -0.013 |

**ｘ成分（最大）＝0.015m（15mm）；合格（基準値±50mm 以内）**
**ｙ成分（最大）＝0.014m（14mm）；合格（基準値±50mm 以内）**
**ｚ成分（最大）＝0.013m（13mm）；合格（基準値±50mm 以内）**

**ｘ成分（最大）＝0.008m（8mm）；合格（基準値±50mm 以内）**
**ｙ成分（最大）＝0.009m（9mm）；合格（基準値±50mm 以内）**
**ｚ成分（最大）＝0.013m（13mm）；合格（基準値±50mm 以内）**

# 第３編　舗装工編　目次


**第３編 舗装工編** ..... **3-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 3-1
第２章 適用の範囲 ..... 3-2
第１節 適用の範囲（面管理の場合） ..... 3-2
第２節 適用の範囲（断面管理の場合） ..... 3-4
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 3-9
第１節 施工計画書 ..... 3-9
第２節 工事基準点の設置 ..... 3-11
２－１ 工事基準点の設置（面管理の場合） ..... 3-11
２－２ 工事基準点の設置（断面管理の場合） ..... 3-12
第３節 工事測量（起工測量） ..... 3-13
３－１ 工事測量（起工測量）（面管理の場合） ..... 3-13
３－２ 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... 3-15
第４節 ３次元設計データ・基本設計データ ..... 3-16
４－１ ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... 3-16
４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 3-16
４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... 3-18
４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... 3-20
４－２ 基本設計データ作成（断面管理の場合） ..... 3-21
４－２－１ 基本設計データ作成ソフトウェア ..... 3-21
４－２－２ 新設舗装工事における基本設計データの作成 ..... 3-22
４－２－３ 新設舗装工事における基本設計データの確認 ..... 3-23
４－２－４ 道路付属物（縁石・排水構造物）における基本設計データの作成 ..... 3-24
４－２－５ 道路付属物（縁石・排水構造物）における基本設計データの確認 ..... 3-25
４－２－６ 基本設計データの搭載 ..... 3-26
第５節 出来形管理 ..... 3-27
５－１ 出来形管理（面管理の場合） ..... 3-27
５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 3-27
５－１－２ 出来形計測 ..... 3-30
５－１－３ 出来形計測箇所 ..... 3-31
５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... 3-33
５－２ 出来形管理（断面管理の場合） ..... 3-36
５－２－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 3-36
５－２－２ 出来形計測 ..... 3-37
５－２－３ 新設舗装工事における出来形計測箇所 ..... 3-38
５－２－４ 道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測箇所 ..... 3-39
５－２－５ 出来形管理資料の作成 ..... 3-40
第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 3-41

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... ３-41
１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ３-41
１－１－１ 機器構成 ..... ３-41
１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ３-42
１－２ 地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ） ..... ３-45
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-45
１－２－２ 機器構成 ..... ３-47
１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-48
１－２－４ 出来形計測 ..... ３-50
１－３ 地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ） ..... ３-55
１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-55
１－３－２ 機器構成 ..... ３-57
１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-58
１－３－４ 出来形計測 ..... ３-60
１－４ ＴＳ（ノンプリズム方式） ..... ３-65
１－４－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-65
１－４－２ 機器構成 ..... ３-67
１－４－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-68
１－４－４ 出来形計測 ..... ３-70
１－５ ＴＳ等光波方式 ..... ３-75
１－５－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-75
１－５－２ 機器構成 ..... ３-77
１－５－３ 計測性能及び精度管理 ..... ３-78
１－５－４ 出来形計測 ..... ３-80
第２節 計測技術（断面管理の場合） ..... ３-84
２－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ３-84
２－１－１ 機器構成 ..... ３-84
２－２ ＴＳ等光波方式 ..... ３-85
２－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ３-85
２－２－２ 機器構成 ..... ３-87
２－２－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... ３-88
２－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... ３-89
２－２－５ 新設舗装工事における出来形計測 ..... ３-91
２－２－６ 道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測 ..... ３-98
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ３-102
第１節 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合） ..... ３-102
第２節 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... ３-104
第６章 数量算出 ..... ３-105
第７章 出来形管理写真基準 ..... ３-106
第１節 出来形管理写真基準（面管理の場合） ..... ３-106

第２節 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... ３-107
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ３-108
第１節 電子成果品の作成規定（面管理の場合） ..... ３-108
第２節 電子成果品の作成規定（断面管理の場合） ..... ３-113

■ **参考資料・様式** ..... **３-116**
参考資料-1 参考文献 ..... ３-117
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... ３-118
参考資料-3 基本設計データチェックシート ..... ３-119
参考資料-4 ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ３-120
参考資料-5 地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 . ３-128
参考資料-6 ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書３ -141
参考資料-7 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び 試験結果報告書 ..... ３-148
参考資料-8 路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法 ..... ３-152
参考資料-9 計測点群データを用いた平坦性算出 ..... ３-153
参考資料-10 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書３ -154
参考資料-11 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書３ -158

# 第３編　舗装工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

1）「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2）「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
3）「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
4）「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
5）「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6）「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7）「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
8）「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
9）「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
10）「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2）「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領（案）」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

## 第１節　適用の範囲（面管理の場合）

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用する工種及び測定項目**

本管理要領（案）の適用工種及び測定項目は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、下表のとおりである。

表３－１　本管理要領（案）の対象となる適用工種及び測定項目

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 出来形測定項目 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編<br>土木工事<br>共通編 | 第２章<br>一般施工 | 第６節<br>一般舗装工 | ７条（アスファルト舗装工）※１<br>８条（半たわみ性舗装工）※１<br>９条（排水性舗装工）※１<br>１０条（透水性舗装工）※１<br>１１条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１２条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第６編<br>河川編 | 第１章<br>築堤・護岸 | 第１１節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| | 第２章<br>一般施工<br>第１章<br>築堤・護岸<br>第４章<br>水門 | 第１８節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１０条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第７編<br>河川海岸編 | 第１章<br>堤防・護岸 | 第１４節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第８編<br>砂防編 | 第１章<br>砂防堰堤 | 第１２節<br>付帯道路工<br>第４節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |
| 第１０編<br>道路編 | 第２章<br>舗装 | 第４節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１０条（コンクリート舗装工）※１ | 厚さあるいは標高較差 | 幅、厚さは、厚さあるいは標高較差に統合※２ |

※1　路盤工を含む。
※2　３次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅及び平坦性を管理することもできる。

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図３－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、図３－１の業務範囲に含まれる工事測量・丁張り設置、施工においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

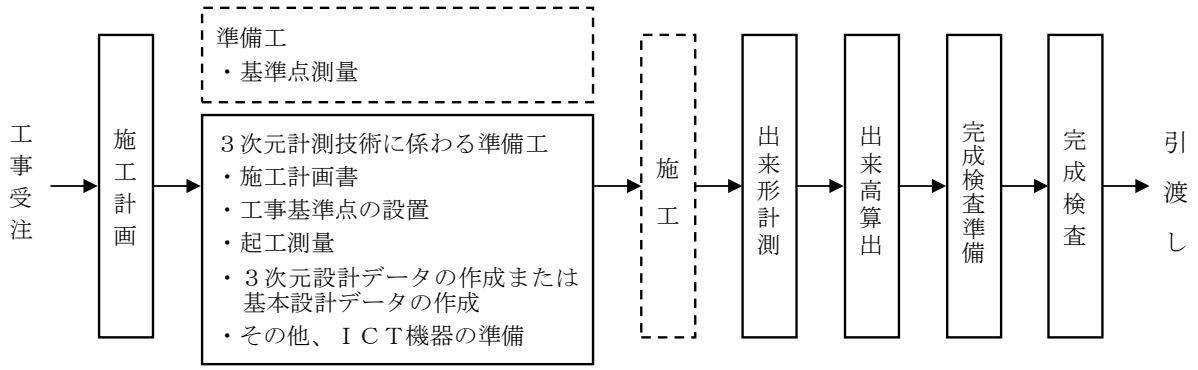



図３－１　本管理要領（案）（舗装工編）の対象となる業務の範囲

## 第２節　適用の範囲（断面管理の場合）

本管理要領（案）は、出来形管理用ＴＳによる出来形管理作業に適用する。

【解説】

### 1）適用する工種及び測定項目

本管理要領（案）の適用工種及び測定項目は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、下表のとおりである。

測定項目のうち、基準高、幅、厚さ（切削オーバーレイ工等の施工前後の高さの差で厚さを求める工種）、標高較差、延長について適用する。アスファルト舗装工の平坦性等の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に測定方法が規定されている出来形測定項目については、本管理要領（案）の適用対象外とした。なお、ＴＳの測定精度では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来の巻尺・レベル等による管理を行ってもよい。

表３－２　適用工種及び測定項目

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編<br>土木工事<br>共通編 | 第２章<br>一般施工 | 第３節<br>共通的工種 | ５条（縁石工） | 延長 | |
| | | | ２９条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ２９条（暗渠工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | 第６節<br>一般舗装工 | ７条（アスファルト舗装工）※１<br>８条（半たわみ性舗装工）※１<br>９条（排水性舗装工）※１<br>１０条（透水性舗装工）※１<br>１１条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１２条（コンクリート舗装工）※１<br>１３条（薄層カラー舗装工）※１<br>１４条（ブロック舗装工）※２ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| 第６編<br>河川編 | 第１章<br>築堤・護岸 | 第１１節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（コンクリート舗装工）※１<br>７条（薄層カラー舗装工）※１<br>８条（ブロック舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | 第４章<br>水門 | 第１８節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１<br>６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工）<br>１０条（コンクリート舗装工）※１<br>１１条（薄層カラー舗装工）※１<br>１２条（ブロック舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |

| 編 | 章 節 | | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 第９章<br>河川修繕 | 第７節<br>管理用通路工 | ７条（排水構造物工）※３ | 基準高　延長 | |
| | | | ８条（道路付属物工） | 延長 | |
| 第７編<br>河川海岸編 | 第１章<br>堤防・護岸 | 第１２節<br>排水構造物工 | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ５条（管渠工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | 第１４節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ６条（コンクリート舗装工）※１<br>７条（薄層カラー舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ８条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | １０条（縁石工） | 延長 | |
| 第８編<br>砂防編 | 第１章<br>砂防堰堤 | 第１２節<br>付帯道路工 | ５条（アスファルト舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ６条（コンクリート舗装工）※１<br>７条（薄層カラー舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | | | ８条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | １０条（縁石工） | 延長 | |
| 第１０編<br>道路編 | 第１章<br>道路改良 | 第１０節<br>排水構造物工<br>（小型水路工） | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | 第２章<br>舗装 | 第４節<br>舗装工 | ５条（アスファルト舗装工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | | | ６条（半たわみ性舗装工）※１<br>７条（排水性舗装工）※１<br>８条（透水性舗装工）※１<br>９条（ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工） | | |
| | | | １０条（コンクリート舗装工）<br>１１条（薄層カラー舗装工）<br>１２条（ブロック舗装工） | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅 | 平坦性 |
| | | | —　（歩道路盤工）<br>（取合舗装路盤工）<br>（路肩舗装路盤工） | 基準高<br>標高較差※４<br>幅 | |
| | | | —　（歩道舗装工）<br>（取合舗装工）<br>（路肩舗装工）<br>（表層工） | 標高較差※４<br>幅 | |
| | | 第５節<br>排水構造物工<br>（路面排水工） | ３条（側溝工） | 基準高、延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | | ８条（排水工（小段排水・縦排水）） | 基準高　延長 | |
| | | | ９条（排水性舗装用路肩排水工（導水管）） | 基準高　延長 | |
| | | 縁石工 | 縁石工（縁石・アスカーブ） | 延長 | |

| 編 | 章 節 | | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 第１４章<br>道路維持 | 第４節<br>舗装工 | ７条（路上再生工）<br>８条（薄層カラー舗装工） | 標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | 第５節<br>排水構造物工 | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | | ８条（排水工） | 基準高　延長 | |
| | 第１６章<br>道路修繕 | 第５節<br>舗装工 | ５条（切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | | | ６条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | | | ７条（路上再生工）<br>８条（薄層カラー舗装工） | 標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | 第６節<br>排水構造物工 | ３条（側溝工） | 基準高　延長 | |
| | | | ４条（管渠工）<br>６条（地下排水工） | 基準高　幅　深さ<br>延長 | |
| | | | ８条（排水工） | 基準高　延長 | |
| | | 第７節<br>縁石工 | ３条（縁石工） | 延長 | |

※1　路盤工を含む。

※2　施工対象が下層路盤の場合のみ。

※3　集水桝工を除く。

※4　「土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）」に記載されている“測定対象”のうち、“厚さ”については、“標高較差”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「標高較差は、対象とする層の標高と直下層の目標高さ＋直下層の標高較差の平均値＋設計厚さから求まる高さとの差で算出する。また、標高較差は、「路盤は 200m ごとの任意の箇所、アスファルト舗装は 1000 ㎡ごとの任意の箇所」を満たすような頻度で測定する。ただし、幅員・基準高管理の計測値をかねてよい。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、次図の実線部分（施工計画・準備工の一部・工事測量・施工の出来形管理・出来形管理資料の作成）である。

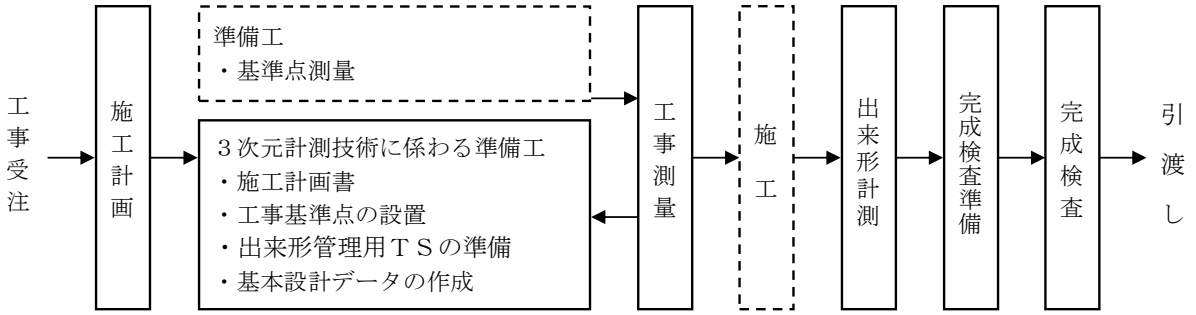



図３－２　本管理要領（案）の対象となる作業の範囲

### 3）適用にあたって対策が必要な現場条件

本管理要領（案）による出来形管理は、ＴＳによる測定が安定して実施できる現場・環境条件が必要である。

・一般交通等による長周期の振動が生じる橋梁（吊橋等）では、ＴＳによる計測対象点が振動して、測定精度が低下する恐れがあるため、事前に計測可能であるか確認が必要である。

### 4）延長計測に関する適用工種

ＴＳ等光波方式による出来形管理の延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

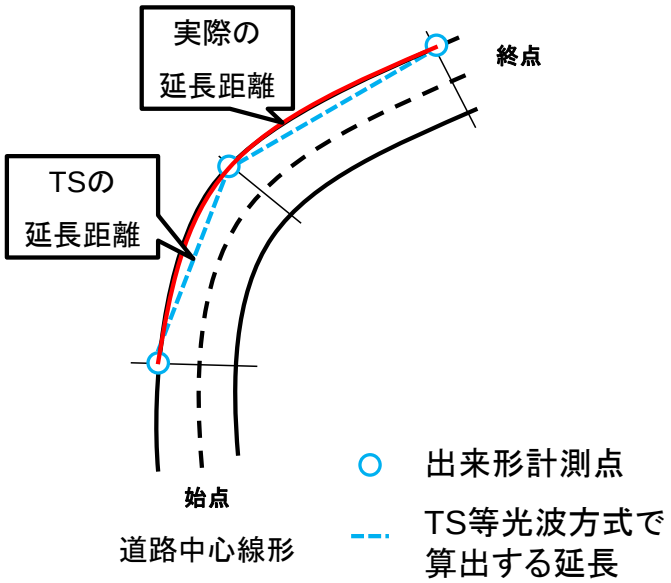



図３－３　延長計測の留意事項

### 5）その他の計測方法との組み合わせ

出来形管理の管理対象については、監督職員と協議の上、ＴＳ等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

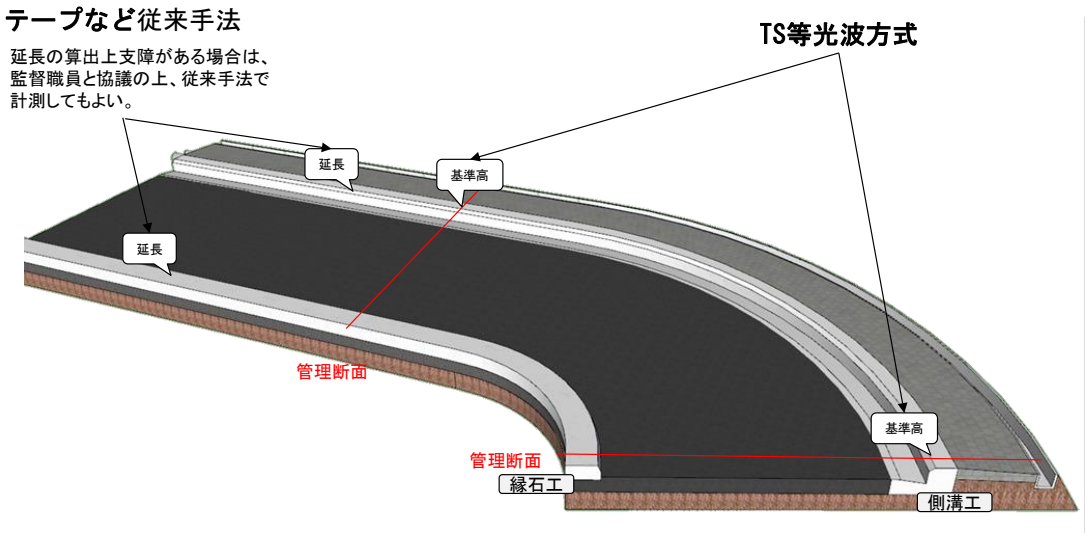



図３－４　ＴＳ等光波方式とその他計測方法との組み合わせ例

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲及び適用種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

※断面管理の場合は、2）適用区域及び適用種別は記載しなくてよい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図及び舗装の構成図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は舗装工部分を包含する範囲とする。また、適用する舗装工の種別を記載する。

なお、断面管理の場合は、適用区域及び適用種別は記載しなくてよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された３次元計測技術及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用す

ることが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②３次元計測技術本体

受注者は、出来形管理用に利用する３次元計測技術本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。３次元計測技術の計測性能と精度管理方法については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照のこと。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～4）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

### ２－１　工事基準点の設置（面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点及び３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

工事基準点の設置時の留意点としては、３次元計測技術に必要となる標定点等を効率的に計測できる位置にＴＳが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領（案）に基づく出来形管理では出来形計測精度の確保を目的に、標定点等を計測する場合は基準点からＴＳまでの距離、標定点等からＴＳまでの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする（「ＴＳを用いた出来形管理要領」より引用）。

## ２－２　工事基準点の設置（断面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、「第４章　２－２－５　新設舗装工事における出来形計測」、第４章　２－２－６　道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測」に記載している出来形計測方法に留意して配置するとともに、測量成果、設置状況と配置状況を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

出来形管理用ＴＳによる出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値を取得し、この座標値から幅、長さ等を算出する。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点及び、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

工事基準点設置についての留意点は以下のとおりである。下記条件を満足できる位置に器械を設置できるよう、工事基準点を配置する。

①出来形管理用ＴＳから工事基準点までの距離を 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とする。

②上記①の範囲に、平面座標（ｘ，ｙ）がわかる工事基準点が２点以上、かつ高さ（ｚ）がわかる工事基準点が１点以上必要。

③ＴＳと工事基準点間の視通を確保する。

④工事基準点及びＴＳの設置位置は施工の作業性を損なわない箇所とする。

⑤工事基準点の設置位置は、ＴＳによる器械設置時にプリズムを設置する際に通行車両に対する計測員の安全性が確保できる箇所とする。特に、中央分離帯に工事基準点を設置する場合、工事基準点と車両通行レーンとの間に十分な離隔が保てるようにすること。

受注者は監督職員に工事基準点の設置状況の確認をとる際に提出する資料等の詳細については、「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」の「５－３　工事基準点等の設置状況の把握」によることとする。

## 第３節　工事測量（起工測量）

### ３－１　工事測量（起工測量）（面管理の場合）

**1）起工測量の実施**

**受注者は、設計照査のために施工前の地盤の地形測量を実施する。また、起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、起工測量のその他の実施事項は、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用する。**

**2）起工測量計測データの作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、当該工事の設計形状を示す３次元設計データについて、監督職員との協議を行い、設計図書として位置付ける。

**1）起工測量の実施**

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、JSIMA115に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±14mm 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

また、標定点は４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点相当）と同等の測量方法により計測する。その他の実施事項及び作業上の留意点については「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

なお、ＴＳ等光波方式を用いる場合は、起工測量は適用対象外とする。

**2）起工測量計測データの作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする計測方法については、「第３章　３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）」を参照されたい。

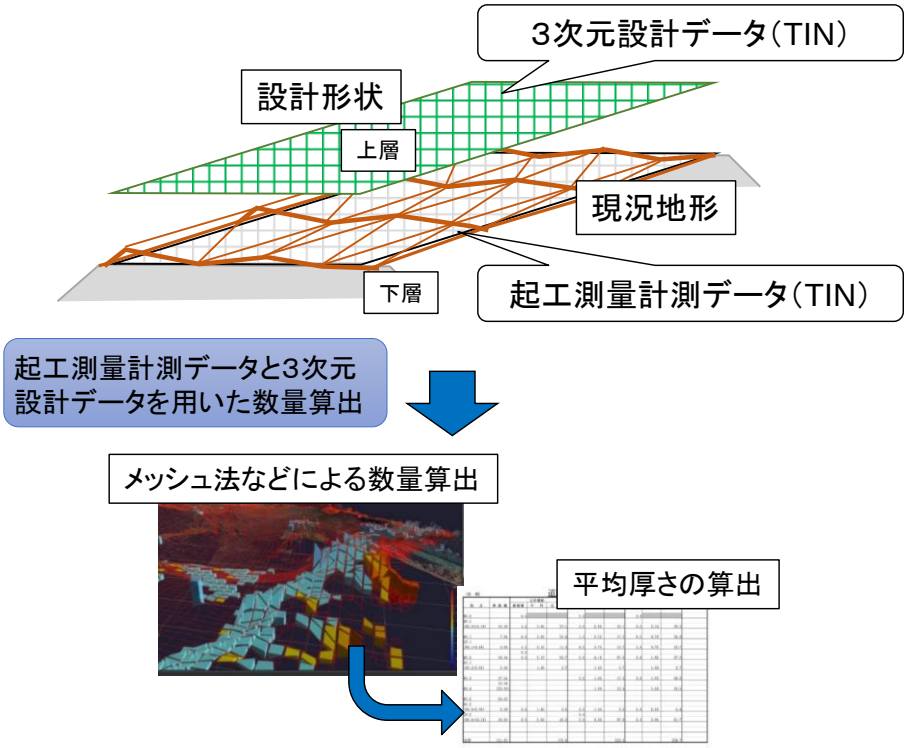



図３－５　設計照査のための数量算出イメージ

## ３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）

**受注者は、工事測量に出来形管理用ＴＳを用いることができる。平面測量、縦断測量、横断測量を実施し、現場の最新地形の三次元座標を出来形管理用ＴＳで計測・記録することができる。**

【解説】

基本設計データを搭載した出来形管理用ＴＳを、工事測量（平面測量、縦断測量、横断測量）に使用することができる。測量結果が設計図書に示されている数値と差異が無いか確認をすることができる。

また、工事測量時に実施する下記の作業にも、出来形管理用ＴＳを使用することができる。

《新設舗装工事における出来形計測の場合》

・工事に使用する補助基準点の設置
・工事に使用するベンチマークの設置
・道路中心杭、幅杭の設置・再現及び引照点の設置

《道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測の場合》

・工事に使用する補助基準点の設置工事に使用する補助基準点の設置
・工事に使用するベンチマークの設置
・道路中心杭、幅杭の設置・再現及び引照点の設置

出来形計測の実施前には、出来形管理用ＴＳを用い、出来形計測対象物の基本設計データが搭載されていることを確認する。

工事測量を行う際の出来形管理用ＴＳの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用ＴＳを設置することができる。ただし、出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする（「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」参照）。

## 第４節　３次元設計データ・基本設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成（面管理の場合）

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、及び構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

⑥ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３次元表示が確認できる機能。

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成

する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 3）～5）で作成・変換した３次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

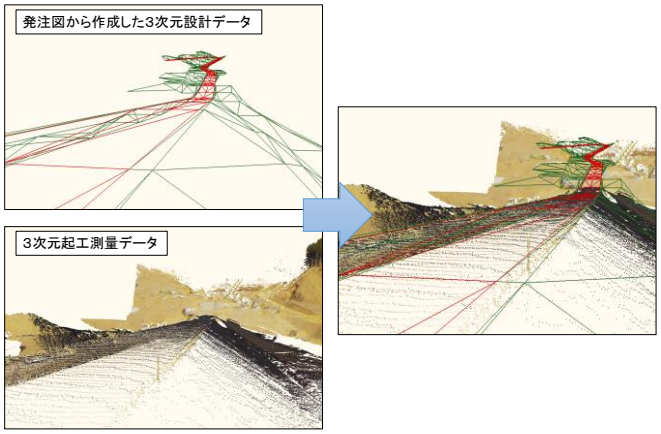



図３－６　起工測量結果と３次元設計データ

### 1）準備資料

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）３次元設計データの作成範囲

３次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛り等を実施する場合については、監督職員との協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

### 3）３次元設計データの要素データ作成

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、作成する。出来形横断面形状の作成は、３次元計測技術による計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面）について作成する。３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

### 4）３次元設計データ（ＴＩＮ）の作成

入力した要素データを基に計測対象面の面的な３次元設計データ（ＴＩＮ）を作成する。ＴＩＮは三角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して３次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する（例えば、間隔５ｍごとの横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する）。

### 5）地形情報

３次元計測技術等による起工測量結果を３次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した３次元設計データと重畳し比較した上で、発注図に含まれる現況地形と異なる場合につ

いては、監督職員との協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

**6）数量算出**

作成した３次元設計データは、設計図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた数量算出を行い、３次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「第６章　数量算出」を参照のこと。

**7）設計変更について**

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の３次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

**8）目標高さの設定について**

標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図を基に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した３次元設計面に対する高さ（設計図を基に計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する。このとき、オフセット高さについては、監督職員に協議を行い設定すること（工事打合せ簿）。オフセット高さとは、設計図書を基に作成した３次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内での施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した３次元設計面に対する高さとの差のことである。目標高さ（図３－７①）は、直下層の目標高さ（図３－７②）に直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さ（図３－７③）を加えて定めた計測対象面の高さ。

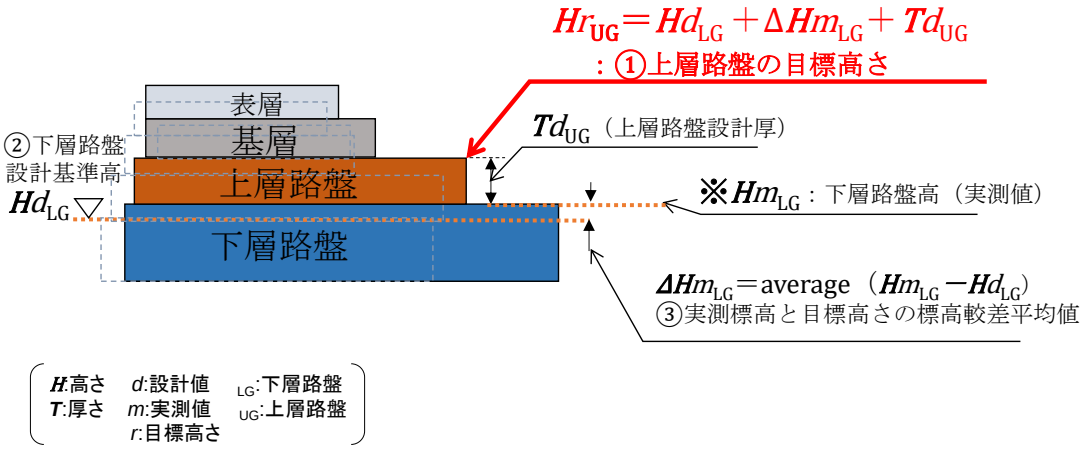



図３－７　目標高さの設定（例：アスファルト舗装）

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート（「参考資料-2　３次元設計データチェックシート（様式 3-1)」参照）を提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

## ４－２　基本設計データ作成（断面管理の場合）

### ４－２－１　基本設計データ作成ソフトウェア

**基本設計データ作成ソフトウェアは、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（舗装工事編）」に規定する性能を有することとする。**

【解説】

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

## ４－２－２　新設舗装工事における基本設計データの作成

**受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書を基に、基本設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、出来形管理対象の設定を行い、出来形管理用ＴＳが取込み可能な基本設計データの作成を行う。以下に、基本設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

基本設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図と線形計算書である。準備資料の記載内容に基本設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）基本設計データの作成範囲

基本設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点とし、横断方向は舗装左右端部、及び舗装をすりつける縁石、側溝等の既設構造物の前面までとする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

### 3）基本設計データの作成

基本設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、基本設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

出来形横断面形状の作成は、図面に記載されている全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面等）について作成する。

基本設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成した基本設計データが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

工事基準点については、前掲「第３章　第２節　工事基準点の設置」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

### 4）設計変更について

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、基本設計データ作成ソフトウェアで基本設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の基本設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名等は確実に管理しておくこと。

## ４－２－３　新設舗装工事における基本設計データの確認

**受注者は、基本設計データの作成後に、以下の 1）～4）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に基本設計データチェックシート（「参考資料-3　基本設計データチェックシート」参照）を提出する。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**

【解説】

基本設計データの入力後、受注者は、基本設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認する。基本設計データとの確認結果は、基本設計データのチェックシート及び確認結果資料（「参考資料-3　基本設計データチェックシート（様式 3-2)」参照）に記載する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに基本設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と基本設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、工事基準点の名称・座標を、事前に監督職員に提出している工事基準点と対比し確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図や道路中心線の線形計算書と対比し確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線長について、縦断図と対比し確認する。

**4）工事基準点**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅、基準高、厚さ又は標高較差を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、基本設計データから横断面を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。また、出来形横断面形状に付与する出来形計測対象点の記号が基本設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面又はソフトウェア画面上で確認すること。

## ４－２－４　道路付属物（縁石・排水構造物）における基本設計データの作成

**受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書を基に、基本設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、出来形管理対象の設定を行い、出来形管理用ＴＳが取込み可能な基本設計データの作成を行う。以下に、基本設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

基本設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図と線形計算書である。準備資料の記載内容に基本設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）基本設計データの作成範囲

基本設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点の区間とし、本区間内にある、本管理要領（案）を用いた出来形管理の対象とする縁石、排水構造物等の構造物について基本設計データを作成する。設計照査段階で取得した道路付属物の現況が発注図に含まれる現況と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

### 3）基本設計データの作成

基本設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、基本設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

出来形横断面形状の作成は、図面に記載されている全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面等）について作成する。

基本設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成した基本設計データが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

工事基準点については、前掲「第３章　第２節　工事基準点の設置」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

### 4）設計変更について

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、基本設計データ作成ソフトウェアで基本設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の基本設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名等は確実に管理しておくこと。

## ４－２－５　道路付属物（縁石・排水構造物）における基本設計データの確認

**受注者は、基本設計データの作成後に、以下の 1）～4）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）等と照合するとともに、監督職員に基本設計データチェックシート（「参考資料-3　基本設計データチェックシート」参照）を提出する。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）縁石工・排水構造物工の寸法**

【解説】

基本設計データの入力後、受注者は、基本設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認する。基本設計データとの確認結果は、基本設計データチェックシート（「参考資料-3　基本設計データチェックシート（様式 3-2)」参照）に記載する。

また、受注者は、基本設計データチェックシートのほか、基本設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から基本設計データチェックシートを確認するための資料の請求があった場合は、速やかに確認できる資料を提出するものとする。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに基本設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と基本設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、工事基準点の名称・座標を、事前に監督職員に提出している工事基準点と対比し確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図や道路中心線の線形計算書と対比し確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線長について、縦断図と対比し確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅、基準高、厚さを対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、基本設計データから横断面を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。また、出来形横断面形状に付与する出来形計測対象点の記号が基本設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面又はソフトウェア画面上で確認すること。

**5）縁石工・排水構造物工の寸法**

石工・排水構造物工の寸法が記載された構造図より、出来形管理項目の幅、深さ、基準高、延長を対比し確認する。

### ４－２－６　基本設計データの搭載

**受注者は、基本設計データを利用する３次元計測技術へ搭載する。**

【解説】

基本設計データ作成ソフトウェアから出力した基本設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理用ＴＳに搭載する。

出来形計測の実施前には、出来形管理用ＴＳを用い、出来形計測対象物の基本設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理（面管理の場合）

#### ５－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと３次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

出来形評価用データと３次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。特に、３次元計測技術による計測では、端部を特定した計測ができないことから、従来の幅員、端部の基準高さという管理項目での良否判定法では比較できない。このことから、厚さあるいは標高較差（標高較差は、直下層の目標高さ＋直下層の標高較差平均値＋設計厚さから求まる高さとの差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（厚さあるいは標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表）、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来形管理資料として出力する。

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力**

①３次元設計データから管理を行うべき各層の範囲を抽出する。

②各層ごとに厚さあるいは標高較差（標高較差は、直下層の目標高さ（図３－８①）＋直下層の標高較差平均値（図３－８②）＋設計厚さから求まる高さ（図３－８③）との差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、平面座標が同じ位置の目標高さの差分として算出する。

③「第３章　５－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、又は３次元モデルの属性情報として表示する。

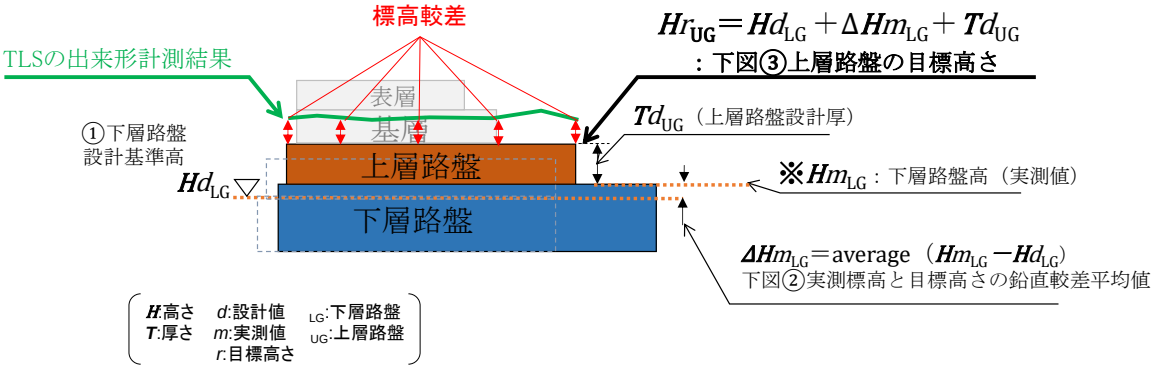



図３－８　標高較差の算出ロジックのイメージ（例：アスファルト舗装）

④平坦性は、従来の３ｍプロフィルメーター等から計測する手法のほか、計測点群データより算出することが出来る。算出方法は、「参考資料-9　計測点群データを用いた平坦性算出」を参照のこと。

### 2）出来形分布図

①３次元設計データから管理を行うべき各層の範囲を抽出する。

②各層ごとに３次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイントごとに分布図として表示する。

③分布図が具備すべき情報としては「第３章　５－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を参考として、以下のとおりとする。

・評価範囲全体が含まれる平面図（舗装の各層ごとに別葉とする）

・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示する。

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。

・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示する。

・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。

・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

・対象現場の延長が数 km ある等、出来形の分布が分かりづらくなる場合は、分布図を分割し拡大して表示すること。

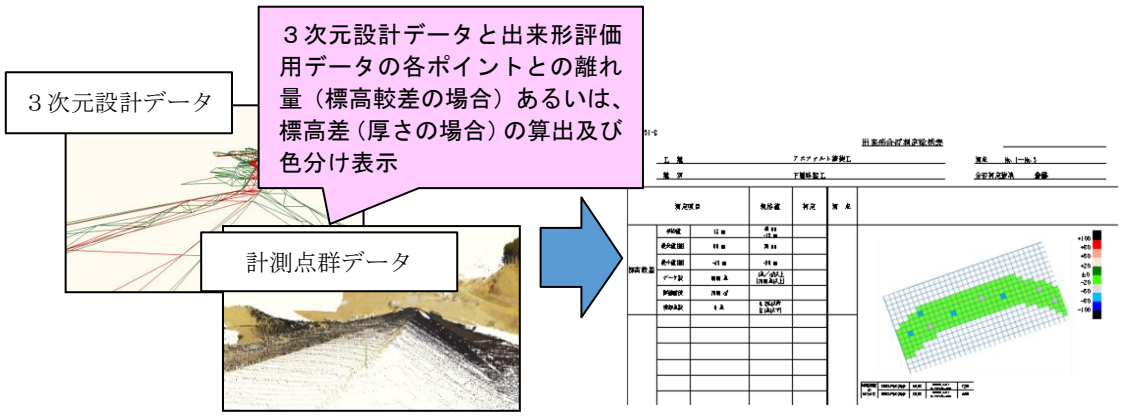



図３－９　面的な出来形管理分布図のイメージ

④平坦性については、ＴＬＳ及び地上移動体搭載型ＬＳを用いる場合は、従来の様式を使用する。点群から算出する場合、平坦性は従来の３ｍプロフィルメーターによる手法に相当するデータを計測点群から抽出し、整理する。

成果は従来どおり、MEET フォルダへの納品扱いとする。

平坦性管理

工事名　○○舗装工事
測定開始点　No○○
測定終了点　No○○
側線距離　○○m
シート番号　1/1
測定日　○○年○○月○○日

| 測定Ｎｏ | 測定点座標(m) | | | 標高値 | 変位量 | 変位量の |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | x | y | z | (m) | (mm) | ２乗(mm$^2$) |
| 始点 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | | |
| 1 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 2 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 3 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 4 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 5 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 6 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 7 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 8 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 9 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 10 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 11 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 12 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 13 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 終点 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | | |
| データ数 | 13 | | | 計 | ○○○ | ○○○ |
| 平坦性(mm) | ○○○ | | | | | |

備考
○○○

図３－１０　点群から算出した場合の平坦性管理表のイメージ

## ５－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、平面方向の測定精度については JSIMA115 に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±14mm 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

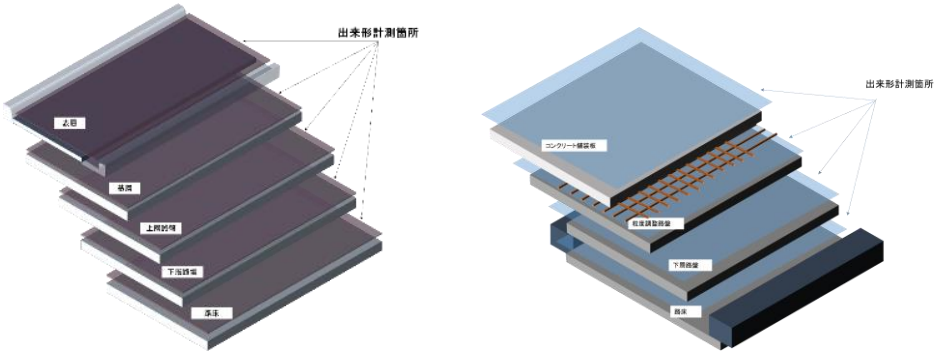
## ５－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとする。計測範囲は、３次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で 0.1m メッシュに１点以上の出来形座標値を取得すること。**

**なお、ＴＳノンプリズム方式を用いる場合は、全ての範囲で 1.0m メッシュに１点以上の出来形座標値を取得すること。**

**計測は起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面又はコンクリート舗装版面は面（ＴＳ含む）による管理を必須とする。なお、基層を管理するための上層路盤面の計測手法としてＴＳによる出来形管理を選択することができるが、その場合はそれ以下の各層もＴＳによる出来形管理を選択する必要がある。**

（アスファルト舗装）　　（コンクリート舗装）




【解説】

上図に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象面の全ての範囲で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

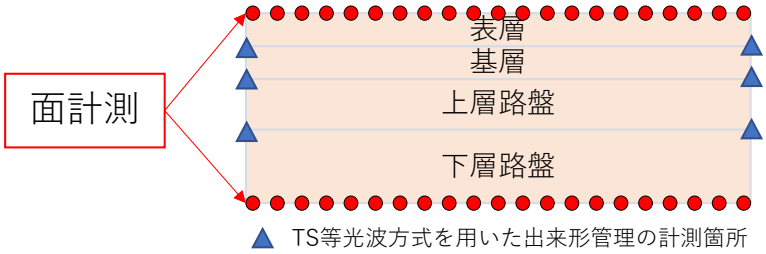
・厚さに代えて標高較差で管理する場合

標高較差で管理を行う場合は、直下層の目標高さに直下層の標高較差の平均値、設計厚さを加えた管理対象面の目標高さを設定し、この高さと計測高さの標高較差で管理を行う。

・厚さの管理を行う場合

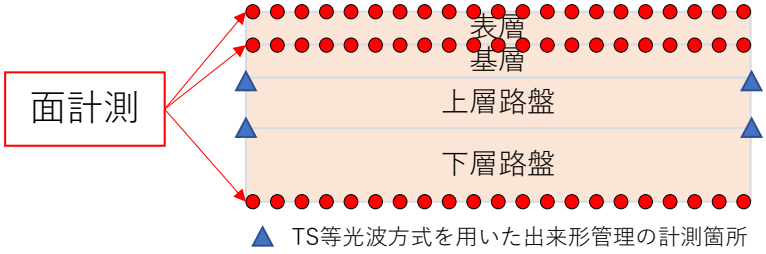
厚さの管理を行う場合は、直下層の計測高さと管理対象面の高さの較差による厚さで管理を行う。この場合、各層の出来形評価点の平面位置は揃えること。

表層を標高較差管理する場合の例



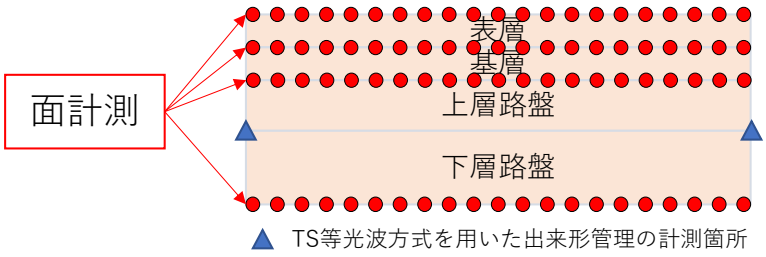

| 計測機器 | 出来形管理の測定項目 |
|---|---|
| TLS・MLS等 | 表層:標高較差<br>※起工測量 |
| TS等光波方式 | 基層:幅、標高較差<br>上層路盤:幅、標高較差<br>下層路盤:幅、標高較差<br>※道路付属物が出来形管理対象層の両端部に設置されており、幅員が拘束されている場合は、幅員は省略できる。 |

表層を厚さ管理、基層を標高較差管理する場合の例




| 計測機器 | 出来形管理の測定項目 |
|---|---|
| TLS・MLS等 | 表層：厚さ<br>基層：標高較差<br>※起工測量 |
| TS等光波方式 | 上層路盤:幅、標高較差<br>下層路盤:幅、標高較差<br>※道路付属物が出来形管理対象層の両端部に設置されており、幅員が拘束されている場合は、幅員は省略できる。 |

表層・基層を厚さ管理する場合の例




| 計測機器 | 出来形管理の測定項目 |
|---|---|
| TLS・MLS等 | 表層:厚さ<br>基層:厚さ<br>上層路盤:標高較差<br>※起工測量 |
| TS等光波方式 | 下層路盤:幅、標高較差<br>※道路付属物が出来形管理対象層の両端部に設置されており、幅員が拘束されている場合は、幅員は省略できる。 |

図３－１１　３次元計測技術とＴＳを組み合わせた出来形管理例（例：アスファルト舗装）

## ５－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領（案）で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

**1）出来形管理図表**

**３次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを作成する。出来形確認箇所（平場、天端、法面（小段含む））ごとに作成する。**

【解説】

「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について下記に定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

**1）出来形管理図表**

ａ．標高較差又は厚さ

標高較差については各評価点における目標高さと出来形評価用データの標高較差、厚さについては下の層（下層路盤の厚さを評価する場合は路床）との標高較差により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示したものであること。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、

・平均値（算出結果と規格値（当該部位の平均値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
・最大値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
・最小値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
・データ数（算出結果と規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果）：棄却点を含む全データ数
・評価面積
・棄却点数（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の 0.3%以内）及び良否結果）：全棄却点数

を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合においては、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。

出来形確認箇所（舗装の各層）ごとに作成する。分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示
・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示
・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。
・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビューアー付き３次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表（様式 31）の提出に代えることができる。

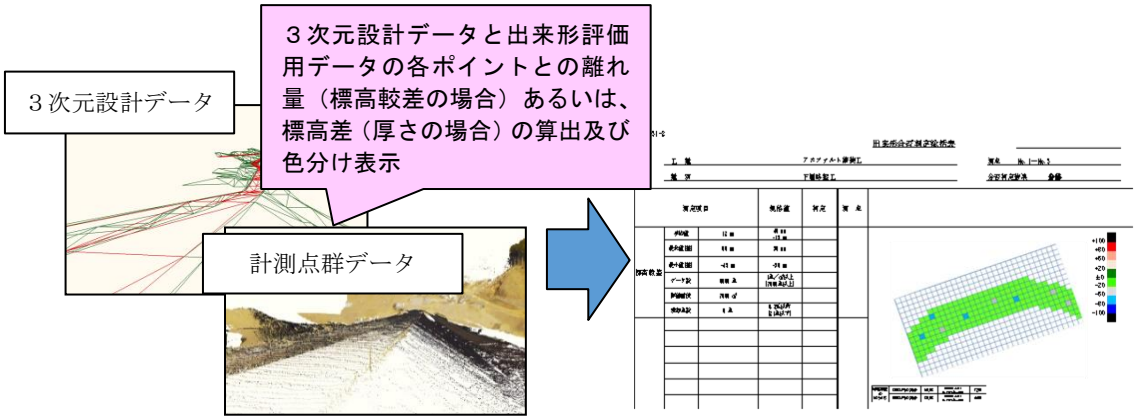



図３－１２　出来形管理表　作成の流れ

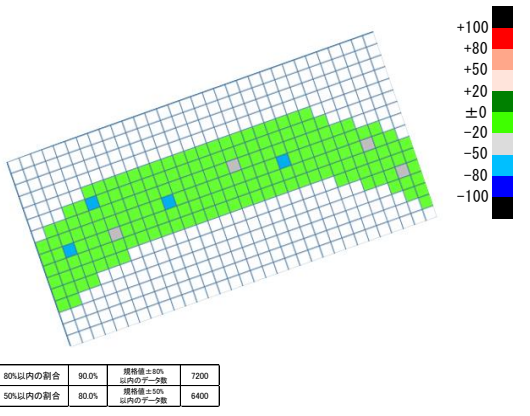
様式-31-2

出来形合否判定総括表

工　種　アスファルト舗装工　　測点　No.1～No.3

種　別　下層路盤工　　合否判定結果　**合格**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測　点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 標高較差 | 平均値 | 12 mm | 40 mm<br>-15 mm | | |
| | 最大値(差) | 60 mm | 90 mm | | |
| | 最小値(差) | -45 mm | -90 mm | | |
| | データ数 | 8000 点 | 1点／㎡以上<br>(7000点以上) | | |
| | 評価面積 | 7000 ㎡ | | | |
| | 棄却点数 | 0 点 | 0.3%以内<br>(21点以下) | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 標高較差のばらつき | 80%以内の割合 | 90.0% | 規格値±80%以内のデータ数 | 7200 |
| | 50%以内の割合 | 80.0% | 規格値±50%以内のデータ数 | 6400 |

図３－１３　出来形管理表　作成例（合格の場合）

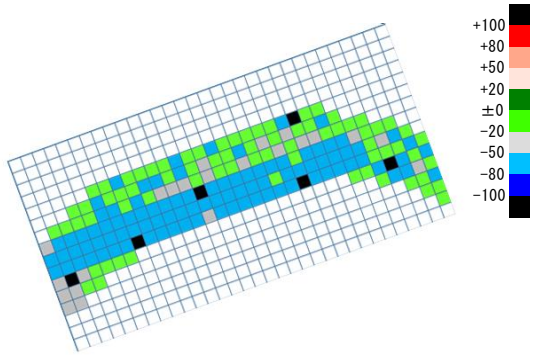
様式-31-2

出来形合否判定総括表

工　種　アスファルト舗装工　　測点　No.1～No.3

種　別　下層路盤工　　合否判定結果　異常値有

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測　点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 標高較差 | 平均値 | -40 ㎜ | 40 ㎜<br>-15 ㎜ | | |
| | 最大値(差) | 55 ㎜ | 90 ㎜ | | |
| | 最小値(差) | -90 ㎜ | -90 ㎜ | | |
| | データ数 | 8000 点 | 1点／㎡以上<br>(7000点以上) | | |
| | 評価面積 | 7000 ㎡ | | | |
| | 棄却点数 | 25 点 | 0.3%以内<br>(21点以下) | 異常値有 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 標高格差のばらつき | 80%以内の割合 | 0.6% | 規格値±80%以内のデータ数 | 50 |
| | 50%以内の割合 | 0.5% | 規格値±50%以内のデータ数 | 43 |

図３－１４　出来形管理表　作成例（異常値有の場合）

ｂ．平坦性

ＴＬＳ及び地上移動体搭載型ＬＳを用いる場合は、平坦性は従来どおり測定し、結果を提出する。点群から算出する場合、平坦性は従来の３ｍプロフィルメーターによる手法に相当するデータを計測点群から抽出し、整理する。

成果は従来どおり、MEET フォルダへの納品扱いとします。

平坦性管理

工事名　○○舗装工事
測定開始点　No○○
測定終了点　No○○
側線距離　○○m
シート番号　1/1
測定日　○○年○○月○○日

| 測定Ｎｏ | 測定点座標(m) | | | 標高値 | 変位量 | 変位量の |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | x | y | z | (m) | (mm) | 2乗(mm$^2$) |
| 始点 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | | |
| 1 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 2 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 3 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 4 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 5 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 6 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 7 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 8 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 9 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 10 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 11 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 12 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 13 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○ | ○○○ |
| 終点 | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | ○○○○○ | | |
| データ数 | 13 | | | 計 | ○○○ | ○○○ |
| 平坦性(mm) | ○○○ | | | | | |

備考
○○○

図３－１５　点群から算出した場合の平坦性管理表　作成例

## ５－２　出来形管理（断面管理の場合）

### ５－２－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**出来形帳票作成ソフトウェアは、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（舗装工事編）」に規定する性能を有することとする。**

【解説】

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

## ５－２－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、使用する３次元計測技術は、所定の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。出来形計測の測定精度の詳細については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために管理断面の出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

## ５－２－３　新設舗装工事における出来形計測箇所

**本管理要領（案）に基づく出来形管理における出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたとおりとする。**

**計測する横断面は、基本設計データとして作成した断面とし、各断面の全ての計測対象点について３次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。**

【解説】

出来形管理用ＴＳによる出来形管理で計測する出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の規程どおりとする。

下表に、出来形管理用ＴＳを適用できる出来形管理項目を工種別に示す。

表３-３　工種別のＴＳによる出来形管理項目（土木工事施工管理基準及び規格値（案））

凡例　－：管理項目無し，○出来形管理用ＴＳで管理可能，×出来形管理用ＴＳで管理不可

| 工　種 | 出来形管理項目 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 延長 | 基準高 | 深さ | 幅（※１） | 厚さ（※２） |
| ｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工<br>半たわみ性舗装工<br>排水性舗装工<br>ｸﾞｰｽｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工<br>ｺﾝｸﾘｰﾄ舗装工<br>薄層ｶﾗｰ舗装工<br>ﾌﾞﾛｯｸ舗装工 | － | ○<br>（下層路盤のみ） | － | ○ | ○※３ |
| 透水性舗装工（路盤工） | － | ○ | － | ○ | ○※３ |
| 透水性舗装工（表層工） | － | － | － | ○ | ○※３ |
| 歩道舗装路盤工<br>取合舗装路盤工<br>路肩舗装路盤工 | － | ○ | － | ○ | ○※３ |
| 歩道舗装工<br>取合舗装工<br>路肩舗装工<br>表層工 | － | － | － | ○ | ○※３ |

※1：幅員は、ＴＳで計測した舗装左右端点の座標から計算される２点間の水平距離とすることを基本とするが、道路付属物（縁石、排水構造物等）があらかじめ設置されており、以後の層の施工において幅員が拘束されることがあきらかな場合かつ、道路付属物の基準高を「第４章　２－２－６　道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測」に基づき３次元座標が取得されている場合は、座標値をオフセットして、拘束を受ける最上層の幅員管理に使うことができるとともに、最上層以外の幅員管理は省略できる。

※2：本管理要領（案）を適用しても、品質管理のためコア抜き、掘り起こしの省略はできないので、厚さへの適用は効率性を考慮すること。

※3：厚さの代わりに“標高較差”を管理する。

## ５－２－４　道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測箇所

**本管理要領（案）に基づく出来形管理における出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたとおりとする。**

**計測する横断面は、基本設計データとして作成した断面とし、各断面の全ての計測対象点について３次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。**

**幅については、３次元計測技術による計測点群データを取得した場合、適宜利用してもよい。**

【解説】

出来形管理用ＴＳによる出来形管理で計測する出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の規程どおりとする。

下表に、出来形管理用ＴＳを適用できる出来形管理項目を工種別に示す。

表３-４　工種別のＴＳによる出来形管理項目（土木工事施工管理基準及び規格値（案））

凡例　－：管理項目無し，○出来形管理用ＴＳで管理可能，×出来形管理用ＴＳで管理不可

| 工　　種 | 出来形管理項目※3 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 延長※1 | 基準高 | 深さ | 幅※2 | 厚さ |
| 縁石工<br>道路付属物工 | ○ | － | － | － | － |
| 側溝工<br>排水構造物工<br>排水工 | ○ | ○ | － | － | － |
| 暗渠工<br>管渠工<br>地下排水工 | ○ | ○ | ○ | ○ | － |
| 排水性舗装用路肩排水工 | ○ | ○ | － | － | － |

※本表に示す出来形管理項目以外にも、排水構造物の横断方向の傾きや、縦断勾配の均一性等の管理は現行どおり水糸・水準器等により行うこととする。本管理要領（案）を適用した場合でもこれらの管理を省略してはならない。

※１：ＴＳ等光波方式による出来形管理の延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線でつないで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

※２：幅は、ＴＳで計測した出来形管理の管理対象の座標から計算される２点間の水平距離とする。

※３：出来形管理の管理対象については、監督職員と協議の上、ＴＳ等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

## ５－２－５　出来形管理資料の作成

**受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、設計図書に義務付けられた出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。

受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について現行の帳票類と同様の書式で、帳票を自動作成、保存、印刷ができる。

また、「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、完成図や出来形報告書の全て、あるいは一部の図面として利用することができる。

これらの資料作成に「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」と出来形計測データを使うことによって、現行手法の図面の修正や測定数値のキーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、入力ミスの削減が期待できる。

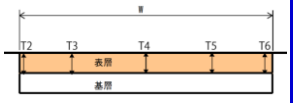
出来形管理資料の作成例を以下に示す。

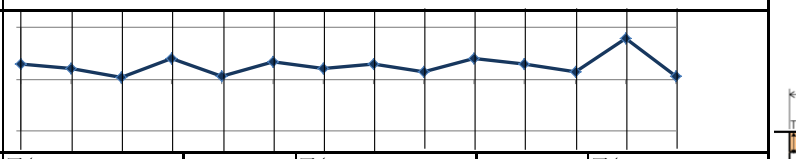
様式－３１

出　来　形　管　理　図　表

工　種　　舗装工

種　別　　切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工（表層）　　測定者　　山田 太郎




| 測定項目 | 厚さT2 | | |
|---|---|---|---|
| 規格値 | | | -9 |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| | | | |
| 平均値 | 50 | 58 | 8 |
| 最大値 | 50 | 74 | 24 |
| 最小値 | 50 | 51 | 1 |
| 最多値 | 50 | 59 | 9 |
| データ数 | 14 | 14 | 14 |
| 標準偏差 | | 5.921 | 5.921 |

| 測定項目 | 厚さT2 | | |
|---|---|---|---|
| 規格値 | | | -9 |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| No.1 | 50 | 59 | 9 |
| No.2 | 50 | 56 | 6 |
| No.3 | 50 | 51 | 1 |
| No.4 | 50 | 62 | 12 |
| No.5 | 50 | 52 | 2 |
| No.6 | 50 | 60 | 10 |
| No.7 | 50 | 56 | 6 |
| No.8 | 50 | 59 | 9 |
| No.9 | 50 | 54 | 4 |
| No.10 | 50 | 62 | 12 |

| 測定項目 | 厚さT2 | | |
|---|---|---|---|
| 規格値 | | | -9 |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| No.11 | 50 | 59 | 9 |
| No.12 | 50 | 54 | 4 |
| No.13 | 50 | 74 | 24 |
| No.14 | 50 | 52 | 2 |

図３-１６　出来形管理表　作成例

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　多点計測技術（面管理の場合）

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）３次元設計データ作成ソフトウェア
2）点群処理ソフトウェア
3）出来高算出ソフトウェア
4）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元設計データ作成ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。

2）点群処理ソフトウェア

３次元計測技術で取得した複数回の３次元点群の結合や、３次元座標の点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した３次元座標の点群にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、３次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU,GPU,メモリなど）に留意すること。

3）出来高算出ソフトウェア

別途計測した起工測量結果と、1）で作成した３次元設計データ、あるいは、2）で算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

4）出来形帳票作成ソフトウェア

1）で作成した３次元設計データと、2）で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

## １－１－２　計測点群データ処理

**本管理要領（案）で利用する点群処理ソフトウェアは、計測点群データから樹木や草木、仮設構造物などの出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、３次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

不要点の削除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

### 1）計測データの不要点削除

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データには、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの３次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。

排水性舗装等表面に凹凸が存在する計測対象の場合は、入射角の関係より、凹凸の形状を捉えやすくなるため、計測結果に影響を与えることが懸念される。そのため、影響の受ける範囲の計測結果については、不要点として除去するなどして留意すること。

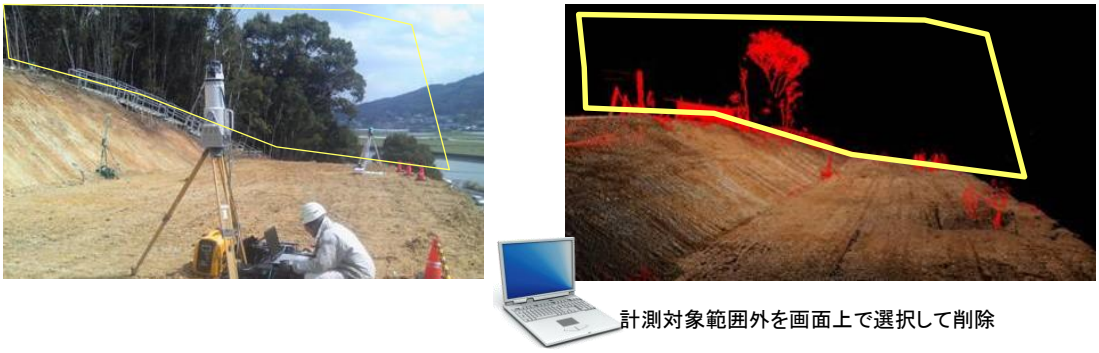



図３－１７　対象範囲外のデータ削除

②点群密度の変更（データの間引き）

点群の密度については、各技術の「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、計測対象面について１㎡（１ｍ×１ｍの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ｘ，ｙ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする１㎡以内の実計測点と設計面との差の最頻値又は差の平均値を設計値に加算した値を用いる。あるいは、評価点を中心とする１㎡以内の実計測点の平均値を用いることもできる。

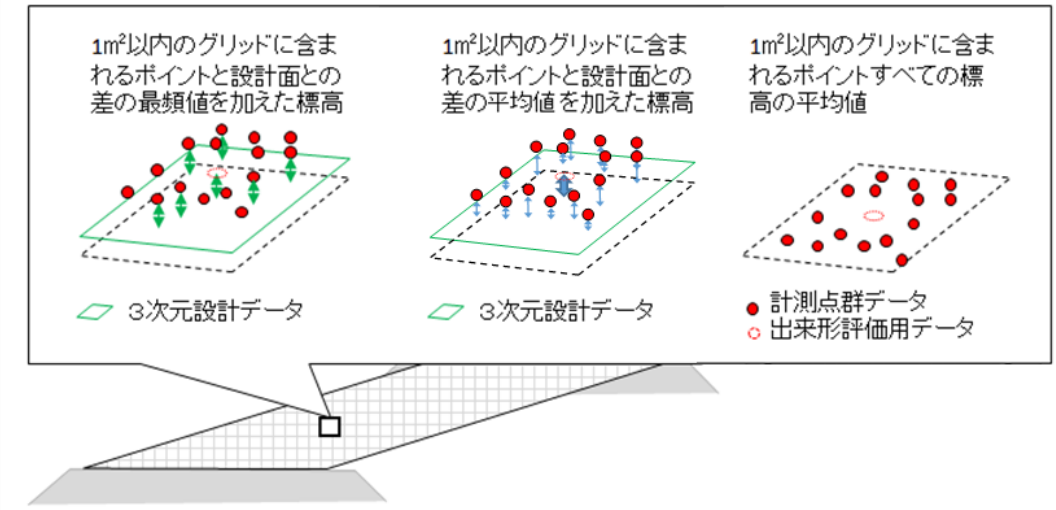



図３－１８　グリッドデータ化のイメージ

### 2）計測点群データの合成

現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。複数スキャンのまとめ方については、大きく２つの方法がある。

①各スキャンで個別の３次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキャンで標定点や基準点等を利用して３次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。

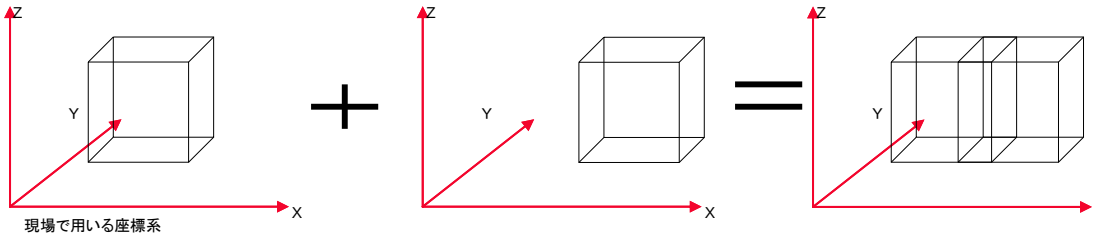



図３－１９　現場座標系に変換された結果を合成する方法

②複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに３次元座標に変換

複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や標定点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である（合成時の誤差や偏差について、各ソフトウェアで解析する機能などがあるので参照する）。

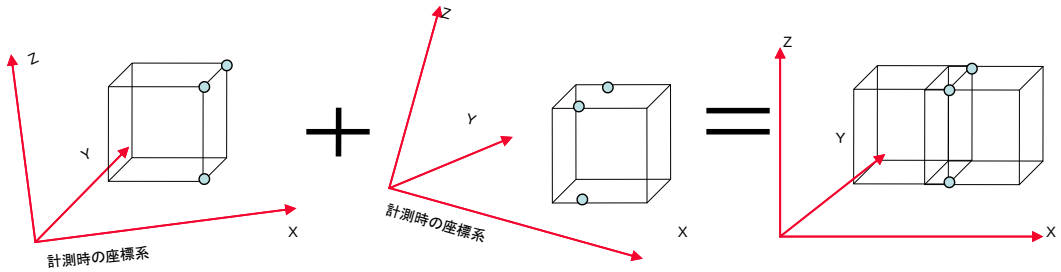



図３－２０　複数のスキャンに含まれる標定点を基準に合成する方法

### 3）面データ（出来形計測データ、起工測量計測データ）の作成

計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、地形の面データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。

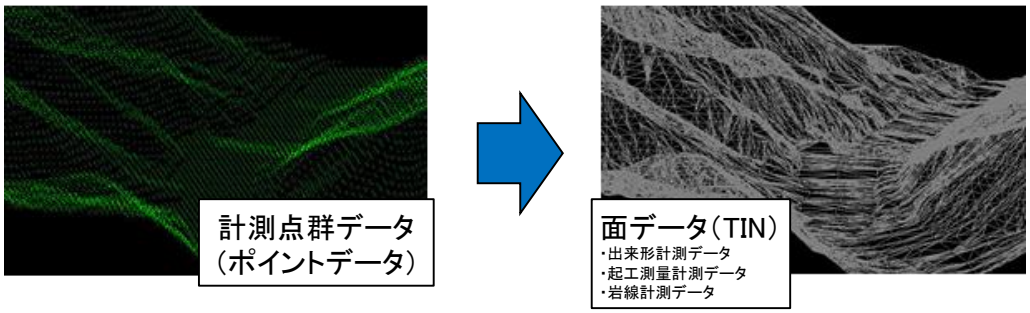



図３－２１　計測点群データをＴＩＮデータに変換する方法

## １－２　地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ）

### １－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、ＴＬＳを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＴＬＳによる出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のようにＴＬＳ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、ＴＬＳは計測対象点を指定した計測が出来ないことや計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

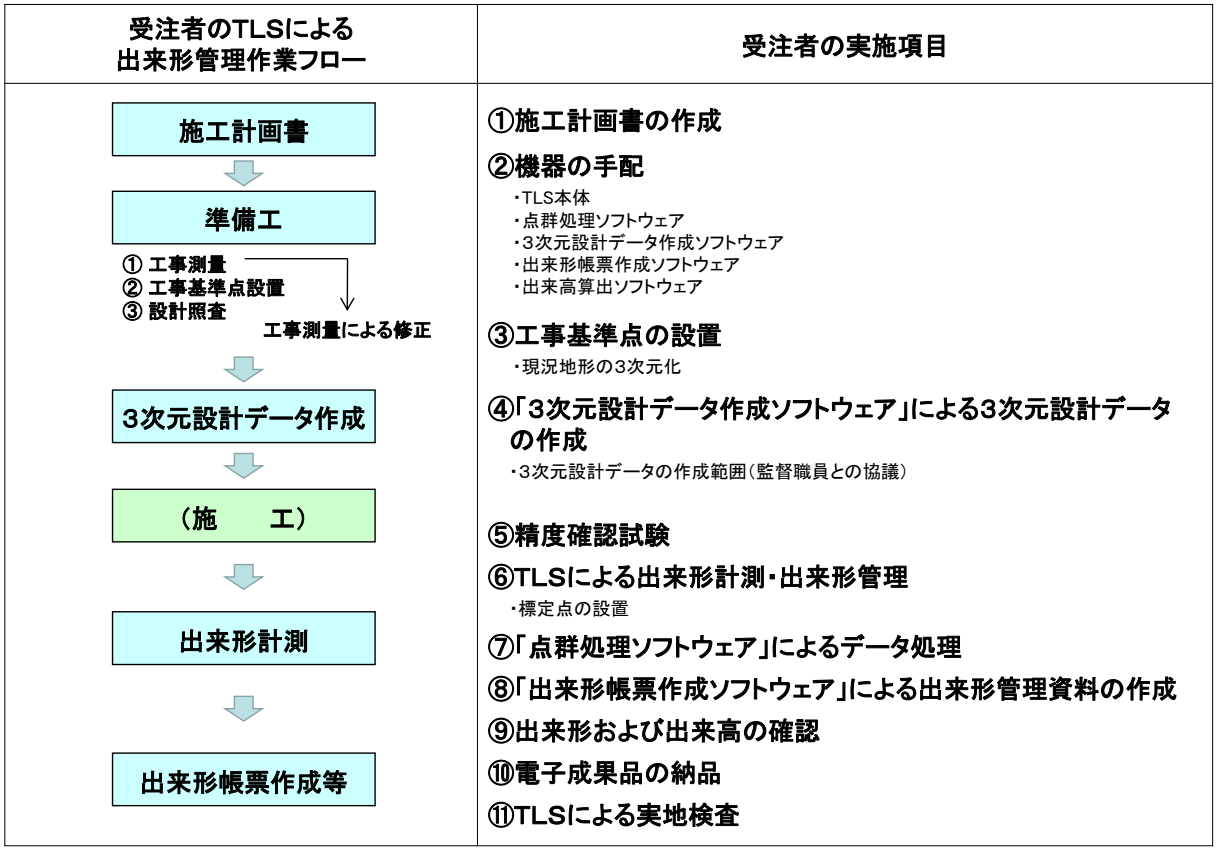



図３－２２　出来形管理の主な手順

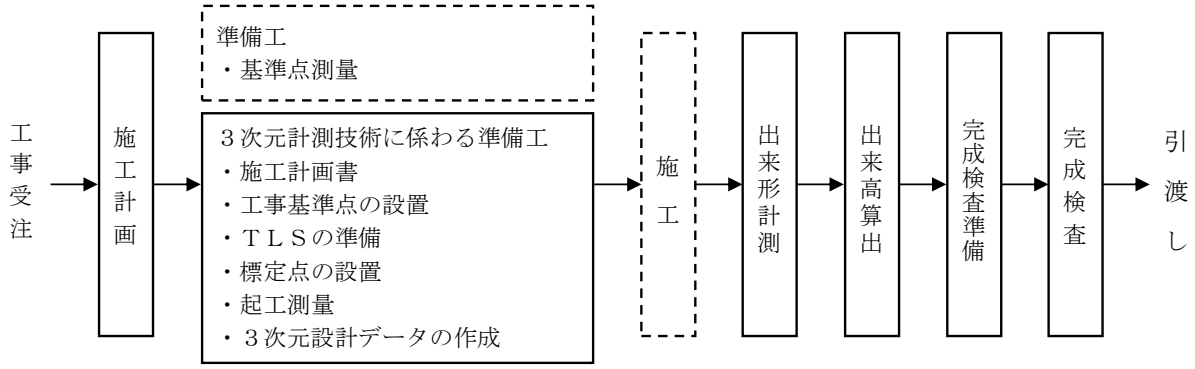



図３－２３　ＴＬＳを用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＴＬＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＴＬＳ本体**

【解説】

図３-２４にＴＬＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）ＴＬＳ本体**

ＴＬＳ本体は、現場の面的な出来形座標を取得する装置で、ＴＬＳは本体から計測対象の相対的な位置を取得する技術である。観測した点群を３次元座標として変換するためには計測範囲内に既知座標（標定点）を４点以上設置する（ＴＳと同様に本体の位置を事前に確定できる方法等の場合は標定点が不要である）。

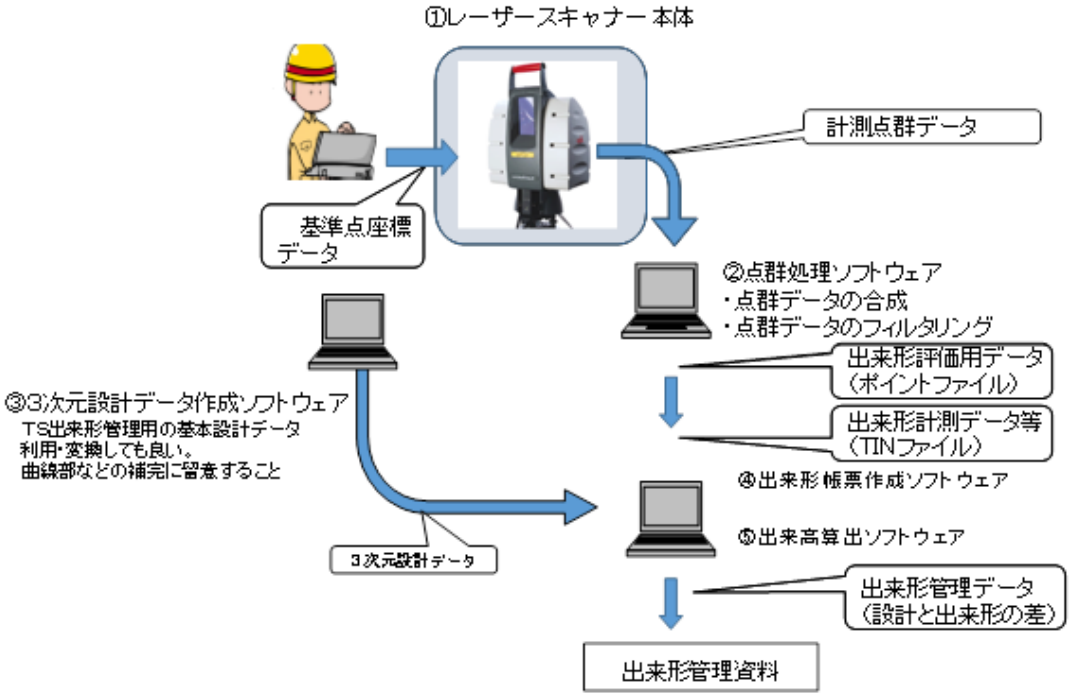



図３-２４　ＴＬＳによる出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

ＴＬＳによる出来形計測で利用するＴＬＳ本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＬＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するＴＬＳに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量 | 【鉛直方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>上層路盤表面　±10mm 以内<br>基層・中間層表面　±4mm 以内<br>表層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±10mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面<br>±10mm 以内<br>アスファルト中間層表面<br>±4mm 以内<br>コンクリート舗装版表面 ±4mm 以内 | 【起工測量】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | 【平面方向】※点間距離<br>アスファルト舗装<br>±20mm 以内<br>（路床・下層路盤・上層路盤表面）<br>±10mm 以内<br>（基層・中間層・表層表面）<br>コンクリート舗装<br>±20mm 以内<br>（路床・下層路盤・粒度調整路盤・<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面）<br>±10mm 以内<br>（アスファルト中間層・<br>コンクリート舗装版表面） | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.01 ㎡(0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ)<br><br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

（カタログ記載に加え、「参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい。

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

1）計測性能

ＴＬＳの計測性能は多様であることと、長距離タイプほど高価格となる傾向もあり、各現場の状況に併せて適用可能な機器を選定することが重要となる。また、ＴＬＳの計測性能について、製造メーカーなどが発行するカタログなどで概ね確認することができる。この場合、ＴＬＳの測定精度を確認する試験方法として平面の測定精度については、JSIMA115 に基づく試験成績表において、起工測量は±14mm 以内、出来形計測は座標測定精度が±14mm 以内であることを確認し、確認結果として当該試験成績表を監督職員に提出することが考えられる。試験成績表から推定可能な使用範囲を超えて測定する場合等、上記によることができないと判断した場合は、利用前に以下の確認を行うこととする。

ａ．鉛直方向の計測性能については、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、点群密度が 100 点以上得られ、かつＴＬＳで計測を行う最大距離付近１箇所に１㎡以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、検査面の高さとＴＬＳを用いて計測した結果から得られる高さを比較し、測定精度以内であることを確認する。検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法又は、検査面の四隅をＴＳ（平面方向）とレベル（鉛直方向）で計測し、四隅の高さの平均値もしくは内挿補完等により高さを求める方法で実施する（詳細は、「参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に記載）。

受注者は、ＴＬＳを用いた出来形管理の実施前に上記の精度確認試験を実施し、その結果について、様式 3-3 を用いて提出する。

ｂ．平面方向の計測性能については、受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離以上の範囲に既知点を２箇所（10m 以上離れた箇所）以上に配置し、既知点の距離とＴＬＳによる計測結果から求められる点間距離との差が所定の要求精度以内であるかを確認する（詳細は、「参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に記載）。

受注者は、ＴＬＳを用いた出来形管理の実施前に上記の精度確認試験を実施し、その結果について、様式 3-3 を用いて提出する。

ｃ．事前確認の実施：a.b.の現場での計測性能の確認以外に、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合は、出来形計測の実施前の 12 か月以内に実施した確認結果を様式 3-3 にて提出すること。

2）測定精度

ＴＬＳの管理が適正に行われていることを確認する書類を提出する。現状では、公的な精度管理の仕組みが存在しないことから製造メーカーによる機器の作動点検等の記録を提出する。点検の頻度は、メーカーの推奨期間内であること。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲及び適用種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＴＬＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図及び舗装の構成図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は舗装工部分を包含する範囲とする。また、適用する舗装工の種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、ＴＬＳを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＴＬＳを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＴＬＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②ＴＬＳ本体

受注者は、出来形管理用に利用するＴＬＳ本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

鉛直方向の測定精度：使用するＴＬＳの鉛直方向の測定精度を以下に示す。

【測定精度】

アスファルト舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | 計測範囲内で±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | 計測範囲内で±10㎜以内 |
| 上層路盤表面 | 計測範囲内で±10㎜以内 |
| 基層・中間層表面 | 計測範囲内で±4㎜以内 |
| 表層表面 | 計測範囲内で±4㎜以内 |

コンクリート舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | 計測範囲内で±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | 計測範囲内で±10㎜以内 |
| 粒度調整路盤表面 | 計測範囲内で±10㎜以内 |
| セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 | 計測範囲内で±10㎜以内 |
| アスファルト中間層表面 | 計測範囲内で±4㎜以内 |
| コンクリート舗装版表面 | 計測範囲内で±4㎜以内 |

平面方向の測定精度：使用するＴＬＳの平面方向の測定精度を以下に示す。

アスファルト舗装

計測範囲内で±20㎜以内（路床・下層路盤・上層路盤表面）

±10㎜以内（基層・中間層・表層表面）

コンクリート舗装

計測範囲内で±20㎜以内（路床・下層路盤・粒度調整路盤・セメント(石灰・瀝青)安定処理表面）

±10㎜以内（アスファルト中間層・コンクリート舗装版表面）

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい。

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

ａ．ＴＬＳの計測性能は近距離限定の機器、長距離計測対応の機器など多岐にわたる。また、測定精度に関する仕様の記載方法については、「JSIMA115 地上型レーザースキャナー性能確認に関するガイドライン」（日本測量機器工業会規格）（以降 JSIMA115 とする）が存在するが、メーカーによっては必ずしも標準化されていない。このため、JSIMA115 に基づき試験成績表により確認可能な平面方向の座標測定精度と使用範囲を超えて利用する場合等、必要に応じて、本管理要領（案）では、各現場の制約条件を考慮し、平面方向の精度についても現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-3)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．精度管理について、器械本体の動作やシステムに不具合が無いことを確認するために、ＴＬＳを製造するメーカーが推奨する定期点検を期限内に実施していることを示す記録を添付する。

《出来形計測》

受注者は、ＴＬＳを設置し、出来形計測を行う。

1）ＴＬＳの設置

１回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。

2）標定点の設置・計測

標定点を用いてＴＬＳによる計測結果を３次元座標へ変換、あるいは複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は、標定点を設置する。標定点は工事基準点からＴＳを用いて計測を行う。また、標定点はＴＬＳによる出来形計測中は動かないように固定すること。

3）ＴＬＳ計測の実施

出来形計測は、計測対象範囲内で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m メッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、１回の計測距離は、「参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-3）」で実施した精度確認の距離範囲内とする。（ただしＴＬＳ直下の欠測は許容する）

【解説】

ＴＬＳによる計測では、対象物とＴＬＳの位置関係により測定精度に違いが生じる。このため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

1）ＴＬＳの配置

ＴＬＳと被計測対象の位置関係は、被計測対象となる範囲の全てが精度確認試験で確認した最大距離以内となる範囲を設定する。１回の計測で精度確認試験以上となる範囲がある場合は、設置箇所を複数回に分けて実施すること。

なお、ＴＬＳの設置・計測に係わる留意点を以下に示す。

・出来形計測点を効率的に取得できる位置にＴＬＳを設置すること。
・ＴＬＳは、急傾斜地や軟弱地を避け、振動のない地盤上に設置すること。
・最大観測距離で点群密度を（１点/0.01 ㎡）以上になるように機器の条件をセットすること。

2）標定点の設置・計測

標定点は、計測対象箇所の最外周部に４箇所以上配置する。また、標定点の計測はＴＳを用いて実施し、ＴＳから基準点及び標定点までの距離が 100m 以下（３級ＴＳの場合）あるいは 150m 以下（２級ＴＳの場合）とする。

ただし、ＴＬＳ本体にＴＳと同様にターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点あるいは基準点上に設置すること。

図３－２５　ＴＬＳと標定点の配置（例）

### 3）出来形計測の留意点

①計測密度設定の留意点

出来形計測を行う場合は、ＴＬＳと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、計測範囲の最大距離の箇所で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m のメッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行う。

②測定時の留意点

ＴＬＳの計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の計測面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象
・計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
・ＴＬＳ計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること

③厚さあるいは標高較差管理におけるＴＬＳ直下の欠測の取り扱い

ＴＬＳ直下は計測機器の特性により直下の一定範囲の点群が取得できない。よって厚さあるいは標高較差管理においては欠測部を含む一定範囲を除外してもよい。なお、設計面に対する除外範囲の割合が 10%を超えないものとする。厚さ管理を行う場合は下層での欠測部も除外範囲の割合に含まれることを考慮すること。具体例を図３－２６に示す。

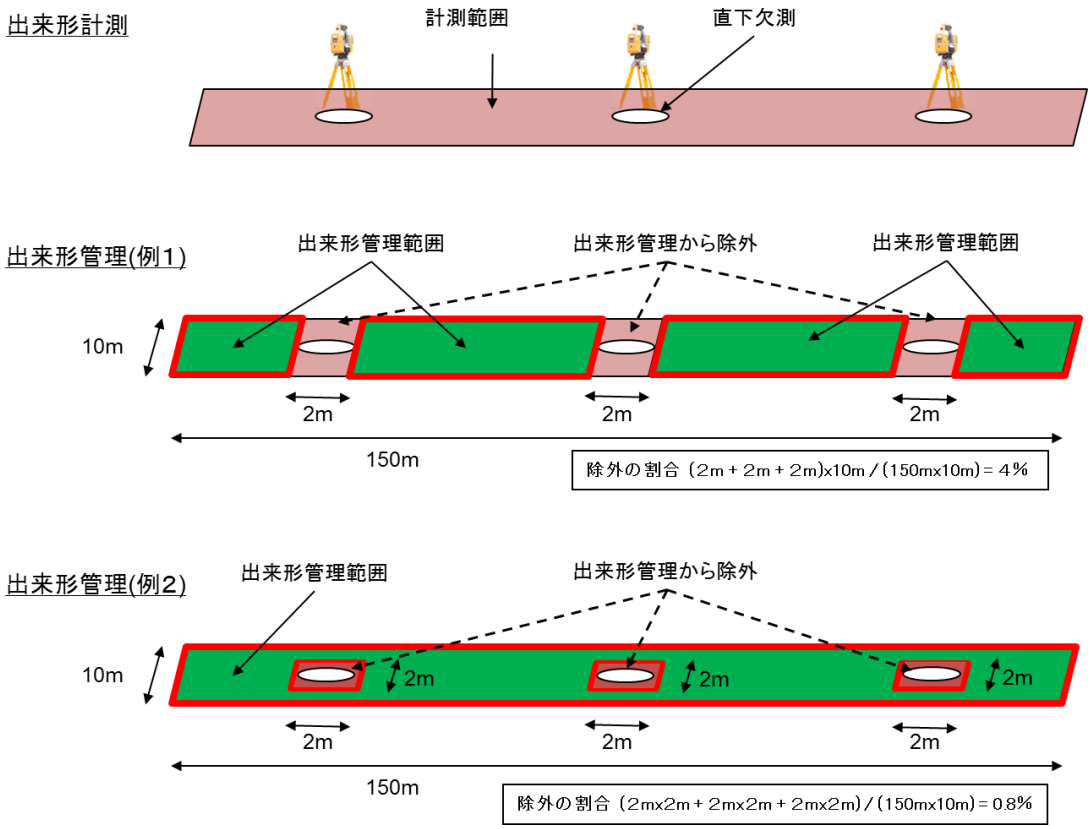



図３－２６　ＴＬＳ直下の欠測の除外例

## １－３　地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型ＬＳ）

### １－３－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

地上移動体搭載型ＬＳによる出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のように地上移動体搭載型ＬＳ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、ＬＳは計測対象点を指定した計測が出来ないことや計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

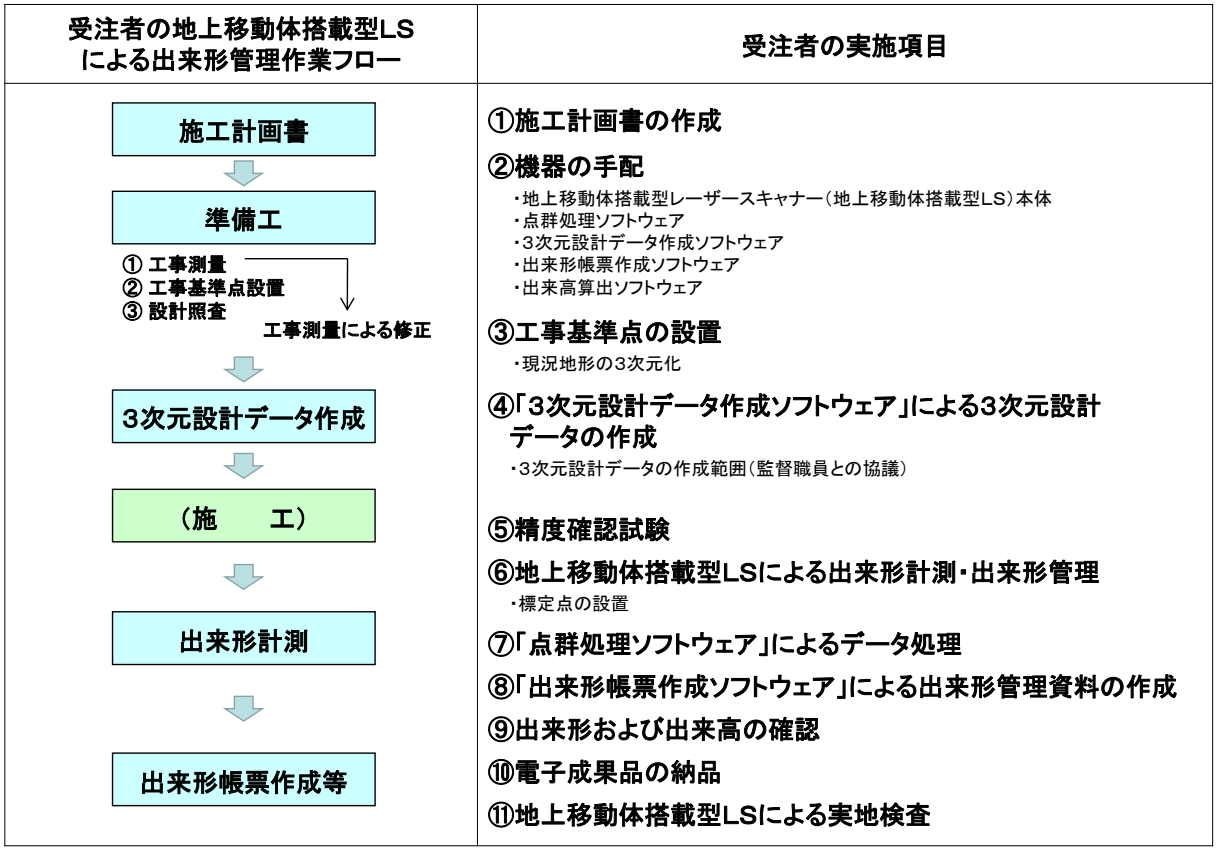



図３－２７　出来形管理の主な手順

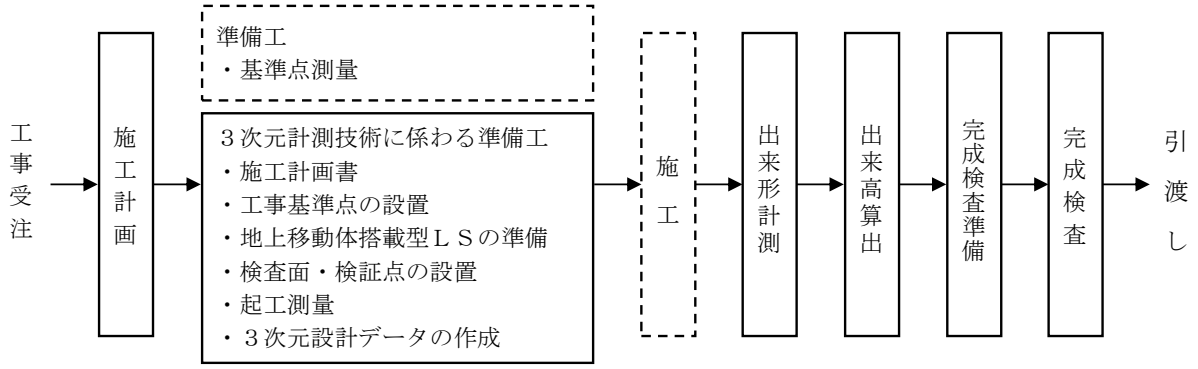



図３－２８　地上移動体搭載型ＬＳを用いる場合の業務の範囲

## １－３－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる地上移動体搭載型ＬＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）地上移動体搭載型ＬＳ本体**

【解説】

図３-２９に地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）地上移動体搭載型ＬＳ本体**

地上移動体搭載型ＬＳ本体は、現場の面的な出来形座標を取得する装置（システム）で、ＬＳ本体から計測対象までの相対的な位置とＬＳ本体の位置及び姿勢を組合せて観測した結果を３次元座標値の点群データとして変換する技術である。

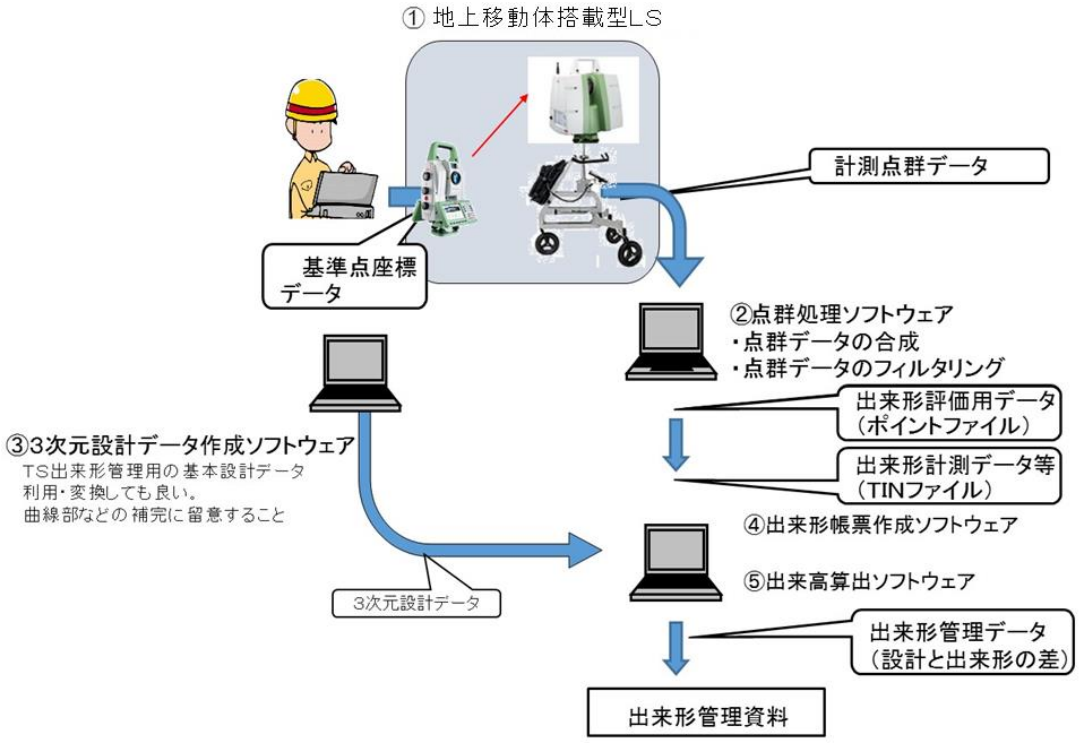



図３-２９　地上移動体搭載型ＬＳによる出来形管理機器の構成例

## １－３－３　計測性能及び精度管理

地上移動体搭載型ＬＳによる出来形計測で利用するシステムは下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用する地上移動体搭載型ＬＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する地上移動体搭載型ＬＳに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量 | 【鉛直方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>上層路盤表面　±10mm 以内<br>基層・中間層表面　±4mm 以内<br>表層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±10mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面　±10mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装版表面 ±4mm 以内<br><br>【平面方向】<br>アスファルト舗装<br>±20mm 以内<br>（路床・下層路盤・上層路盤表面）<br>±10mm 以内<br>（基層・中間層・表層表面）<br>コンクリート舗装<br>±20mm 以内<br>（路床・下層路盤・粒度調整路盤・セメント(石灰・瀝青)安定処理表面）<br>±10mm 以内<br>（アスファルト中間層・コンクリート舗装版表面） | 【起工測量】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.01 ㎡(0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ)<br><br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

（計測性能については、「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による確認を行うこと）

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい。

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

1）計測性能

地上移動体搭載型ＬＳはＬＳ本体とＬＳ本体の位置と姿勢を組み合わせたシステムであり、詳細の機器構成は多様である。また、計測性能は、構成する各機器の性能だけでなくシステム全体としての性能を確認することが必要である。このため、利用前にシステムごとに上記の性能基準を満たすことを確認することとする（詳細は、「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に記載）。

ａ．検査面・検証点を用いた精度確認：受注者は、実際に計測に用いる機器を用い、実際に計測する際の条件（点群密度、計測範囲、計測最大距離）にて計測を行い、測定結果が要求精度以内であるかを確認する（詳細は、「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に記載）。受注者は、地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理の実施前（12 か月以内）に上記の精度確認試験を実施し、その結果について提出する。

ｂ．事前確認の実施：a. の計測性能の確認は、当該現場の計測時に実施できるほか、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合は、出来形計測の実施前の 12 か月以内に実施した確認結果を提出すること。

2）測定精度

地上移動体搭載型ＬＳの測定精度は、構成するＬＳ、ＩMU、統合計算処理が適正に行われていることを確認する必要がある。現状では、公的な精度管理の仕組みが存在しないことから、以下の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が所定の精度以内であることを確認する。

測定精度の確認方法は、精度確認用の検査面及び検証点を現場にそれぞれ２か所以上（設置箇所は、「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による計測範囲内で測定精度が最も不利となる箇所付近）とし、地上移動体搭載型ＬＳから得られた計測点群データ上の検査面の高さとの差、検証点の座標と平面位置較差で比較する。検査面の高さは工事基準点等からのレベルにて計測を行う。また、平面位置については工事基準点等から検証点までの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする（「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理要領」より引用）。精度確認結果についてはその記録を提出する（様式 3-4）。

## １－３－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲及び適用種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

地上移動体搭載型ＬＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図及び舗装の構成図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は舗装工部分を包含する範囲とする。また、適用する舗装工の種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

地上移動体搭載型ＬＳを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された地上移動体搭載型ＬＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②地上移動体搭載型ＬＳ本体

受注者は、出来形管理用に利用する地上移動体搭載型ＬＳ本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

鉛直方向の測定精度:使用する地上移動体搭載型ＬＳの鉛直方向の測定精度を以下に示す。

【測定精度】

| | | |
|---|---|---|
| アスファルト舗装 | 路床表面 | ±20㎜ 以内 |
| | 下層路盤表面 | ±10㎜ 以内 |
| | 上層路盤表面 | ±10㎜ 以内 |
| | 基層・中間層表面 | ±4㎜ 以内 |
| | 表層表面 | ±4㎜ 以内 |
| コンクリート舗装 | 路床表面 | ±20㎜ 以内 |
| | 下層路盤表面 | ±10㎜ 以内 |
| | 粒度調整路盤表面 | ±10㎜ 以内 |
| | セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 | ±10㎜ 以内 |
| | アスファルト中間層表面 | ±4㎜ 以内 |
| | コンクリート舗装版表面 | ±4㎜ 以内 |

平面方向の測定精度:使用する地上移動体搭載型ＬＳの平面方向の測定精度を以下に示す。

| | |
|---|---|
| アスファルト舗装 | ±20㎜ 以内（路床表面、下層路盤表面、上層路盤表面） |
| | ±10㎜ 以内（基層・中間層表面、表層表面） |
| コンクリート舗装 | ±20㎜ 以内（路床表面、下層路盤表面、粒度調整路盤表面、セメント（石灰・瀝青）安定処理表面） |
| | ±10㎜ 以内(アスファルト中間層表面、コンクリート舗装版表面) |

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい。

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

ａ．地上移動体搭載型ＬＳの計測性能は近距離限定の機器、長距離計測対応の機器など多岐にわたる。また、測定精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。このため、本管理要領（案）では、各現場の制約条件を考慮し、精度について現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-4)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．精度管理について、器械本体の動作やシステムに不具合が無いことを確認するために、地上移動体搭載型ＬＳを製造するメーカーが推奨する定期点検を実施し、その有効期限内であることを示す記録を添付する。あるいは、計測実施時の 12 か月以内に実施した「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-4)」に示す精度確認試験結果を添付にかえることができる。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

《出来形計測》

受注者は、地上移動体搭載型ＬＳを設置し出来形計測を行う。

1）計測計画の立案

所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点の配置を立案する。

2）検査面・検証点の設置・計測

地上移動体搭載型ＬＳによる計測結果の精度確認用の検査面･検証点を設置する。検査面･検証点は工事基準点、あるいは工事基準点から計測を行う。また、検査面・検証点は出来形計測中に動かないように固定すること。

3）標定点の設置

地上移動体搭載型ＬＳによる計測結果の水平位置、標高を調整するために、調整用基準点の設置が必要である技術を用いる場合、標定点を設置する。

4）地上移動体搭載型ＬＳ計測の実施

出来形計測は、計測対象範囲内で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m メッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

5）精度確認

3）で作成した計測点群データ上で得られる、検査面の高さ及び検証点の座標と、2）により計測した検査面・検証点の座標の真値を比較し、ｘ，ｙ，ｚ座標それぞれが性能基準以内であることを確認する。

【解説】

地上移動体搭載型ＬＳによる計測では、システムの機器構成や性能により計測可能範囲や測定精度を低下させる要因が異なる。このため、精度確認用の検査面及び検証点を現場にそれぞれ２か所以上に設置する。

1）計測計画

精度確認試験で設定されている計測可能範囲内（「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による計測範囲内）で計測する計画とする。

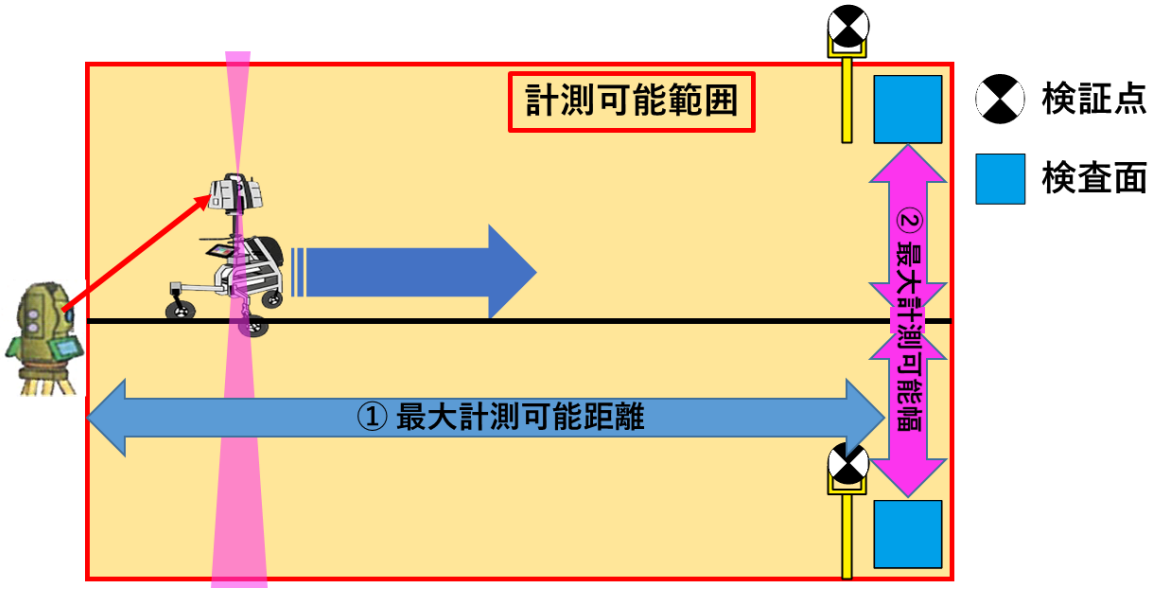
2）検査面・検証点の設置・計測

検査面・検証点の配置は、精度確認試験で設定されている精度が最も低下する条件に最も近い現場条件となる位置に２か所以上配置（設置箇所は、「参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による計測範囲内で測定精度が最も不利となる箇所付近）する。検査面は計測対象面上に１㎡の範囲を設定するものとし、検証点は地上移動体搭載型ＬＳの計測結果から平面位置が特定できる物を用いる。

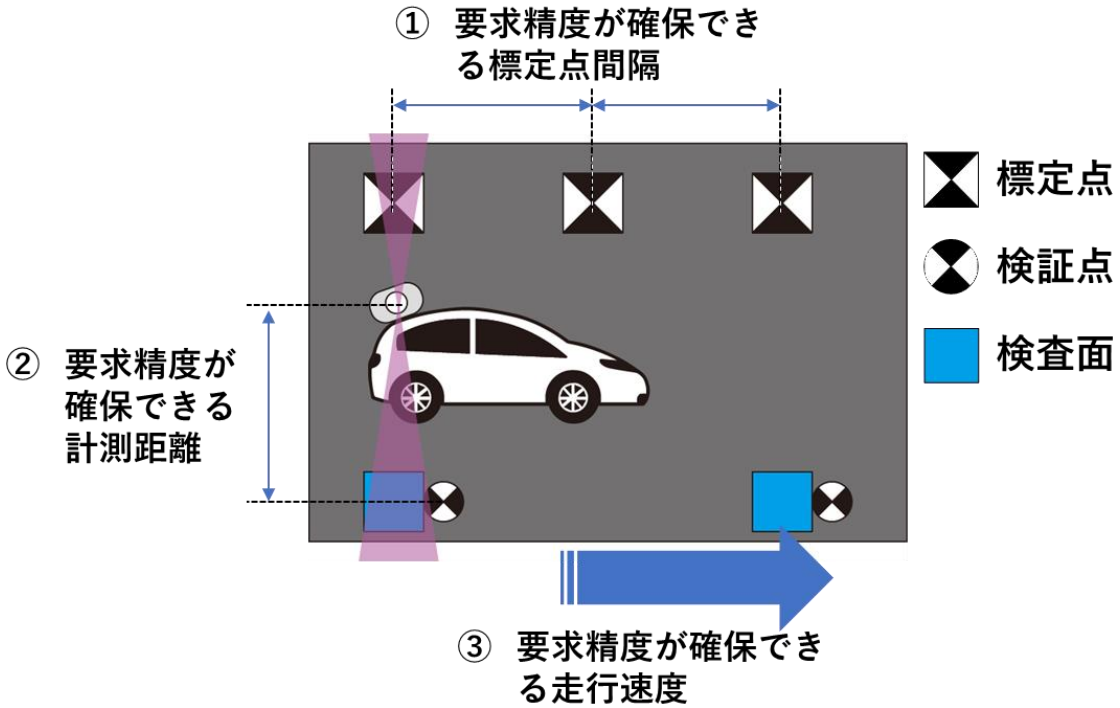
検査面・検証点の計測は、検査面の高さは工事基準点からのレベルにて計測を行う。また、平面位置については工事基準点から検証点までの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする（「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理要領」より引用）。

3）標定点の設置

標定点の配置は、精度確認試験で確認した、精度が最も低下する現場条件となる位置に２か所以上配置する。




（ａ．自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの場合）




（ｂ．モービルマッピングシステムの場合）

図３－３０　検査面・検証点の配置

### 4）精度確認

地上移動体搭載型ＬＳから得られた計測点群データ上の検査面の高さとの差、検証点の座標と平面位置較差で比較する。精度確認結果についてはその記録を提出する（様式 3-4)。

図３-３１　地上移動体搭載型ＬＳと検査面・検証点の計測（例）

### 5）出来形計測の留意点

①計測密度設定の留意点

出来形計測を行う場合は、地上移動体搭載型ＬＳと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、計測範囲の最大距離の箇所で 0.01 ㎡（0.1m×0.1m のメッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行う。

②測定時の留意点

地上移動体搭載型ＬＳの計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の計測面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象
・計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
・地上移動体搭載型ＬＳ計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。

## １－４　ＴＳ（ノンプリズム方式）

### １－４－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ一定間隔で取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のようにＴＳ（ノンプリズム方式）及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる留意点があることから、出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

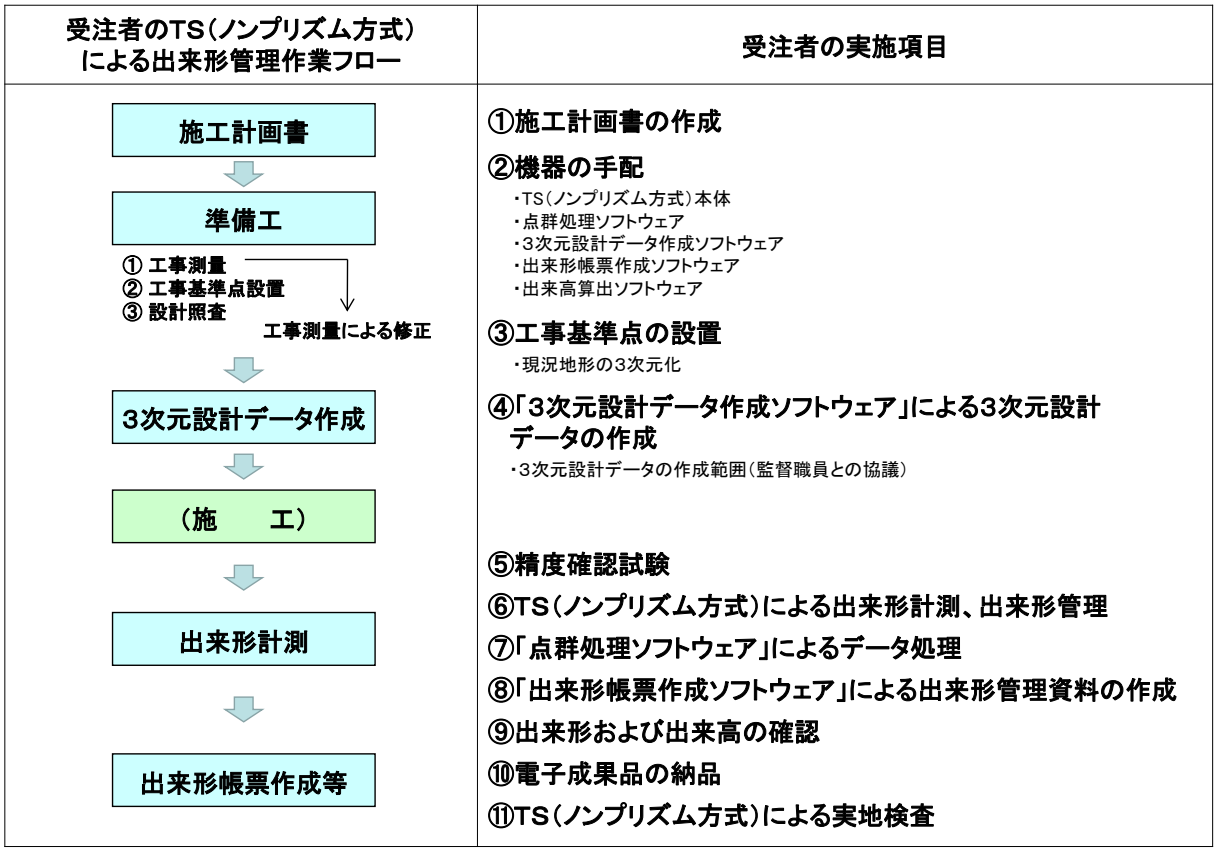



図３－３２　出来形管理の主な手順

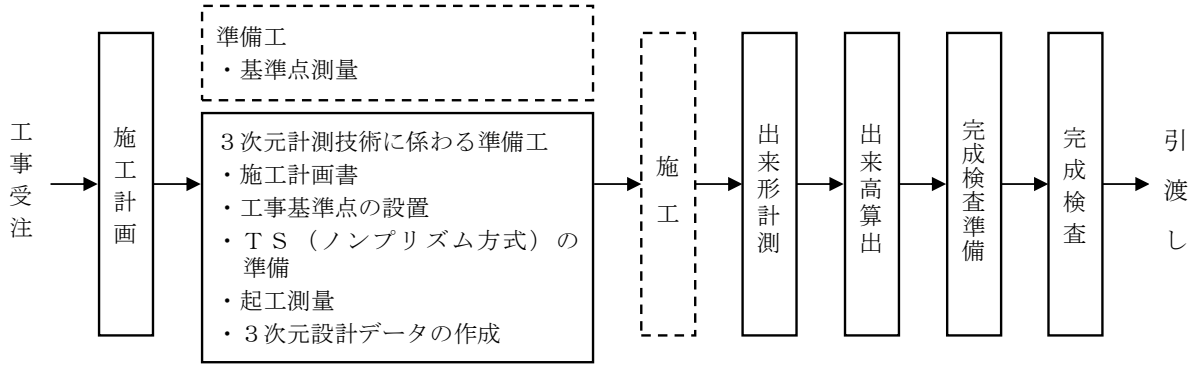



図３－３３　ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いる場合の業務の範囲

## １－４－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＴＳ（ノンプリズム方式）本体**

【解説】

図３-３４にＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）ＴＳ（ノンプリズム方式）本体**

ＴＳ（ノンプリズム方式）本体は、本体からターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して計測対象の相対的な位置座標を取得する。

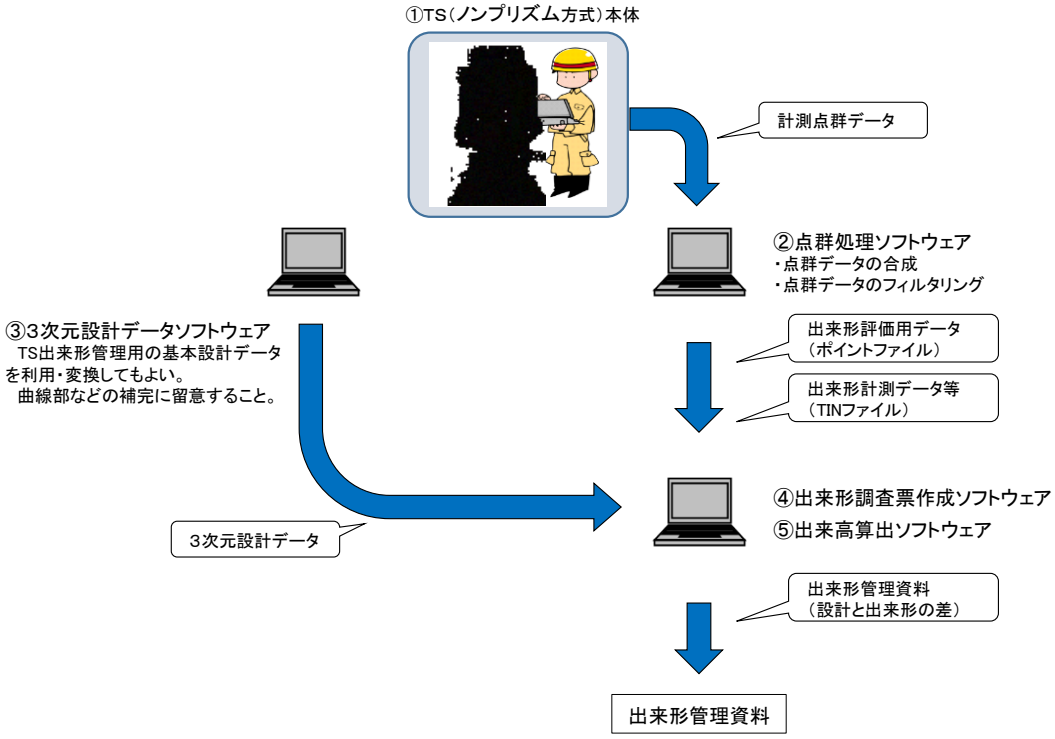



図３-３４　ＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形管理機器の構成例

## １－４－３　計測性能及び精度管理

ＴＳ（ノンプリズム方式）による出来形計測で利用するＴＳ（ノンプリズム方式）本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳ（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するＴＳ（ノンプリズム方式）に要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量 | 【鉛直方向】<br>アスファルト舗装 | 【起工測量】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m メッシュ） |
| 出来形計測 | 路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>上層路盤表面　±10mm 以内<br>基層・中間層表面　±4mm 以内<br>表層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±10mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面　±10mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装版表面　±4mm 以内<br>【平面方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>上層路盤表面　±20mm 以内<br>基層・中間層表面　±10mm 以内<br>表層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±20mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面　±20mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装版表面　±10mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ）<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m メッシュ） |

（「参考資料-6　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

**1）計測性能**

利用前にＴＳ（ノンプリズム方式）の計測性能について、以下の確認を行うこととする。

ａ．ＴＳ（ノンプリズム方式）の測定精度に関する仕様の記載方法は、より舗装の測定に適した形で標準化されていない。このため、本管理要領（案）では、必要に応じて各現場の制約条件を考慮し、計測範囲内での鉛直方向の精度について現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-6　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-5)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．事前確認の実施：a. の現場での計測性能の確認以外に、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合は、出来形計測の実施前の 12 か月以内に実施した確認結果を様式 3-5 にて提出すること。

**2）精度管理**

ＴＳ（ノンプリズム方式）の測定精度に関する仕様の記載方法は、より舗装の測定に適した形で標準化されていない。このため、本管理要領（案）では、必要に応じて各現場の制約条件を考慮し、出来形計測の実施前の 12 か月以内に実施した確認結果を様式 3-5 にて提出することで代替する事ができる。

## １－４－４　出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。**

**2）適用区域及び適用種別**

**本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲及び適用種別を記載する。**

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**4）使用機器・ソフトウェア**

**ＴＳ（ノンプリズム方式）の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

**2）適用区域及び適用種別**

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図及び舗装の構成図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。３次元計測範囲は舗装工部分を包含する範囲とする。また、適用する舗装工の種別を記載する。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

**4）使用機器・ソフトウェア**

ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＴＳ（ノンプリズム方式）及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②ＴＳ（ノンプリズム方式）本体

受注者は、出来形管理用に利用するＴＳ（ノンプリズム方式）本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

鉛直方向の測定精度：使用するＴＳ（ノンプリズム方式）の鉛直方向の測定精度を以下に示す。

【測定精度】

アスファルト舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| 上層路盤表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| 基層・中間層表面 | 測定範囲内で±4㎜以内 |
| 表層表面 | 測定範囲内で±4㎜以内 |

コンクリート舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| 粒度調整路盤表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| セメント（石灰・瀝青）安定処理表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| アスファルト中間層表面 | 測定範囲内で±4㎜以内 |
| コンクリート舗装版表面 | 測定範囲内で±4㎜以内 |

平面方向の測定精度：使用するＴＳ（ノンプリズム方式）の平面方向の測定精度を以下に示す。

アスファルト舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 上層路盤表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 基層・中間層表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| 表層表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |

コンクリート舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| 粒度調整路盤表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| セメント（石灰・瀝青）安定処理表面 | 測定範囲内で±20㎜以内 |
| アスファルト中間層表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |
| コンクリート舗装版表面 | 測定範囲内で±10㎜以内 |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

ａ．ＴＳ（ノンプリズム方式）の測定精度に関する仕様の記載方法は、より舗装の測定に適した形で標準化されていない。このため、本管理要領（案）では、必要に応じて各現場の制約条件を考慮し、計測範囲内での鉛直方向の精度について現場での計測により確認することとした。精度確認については、「参考資料-6　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前

精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書(様式 3-5)」に示す現場精度確認を実施し、その記録を提出する。

ｂ．精度管理について、校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理（有効期限内）であることが明記されている資料を添付する。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

《出来形計測》

受注者は、ＴＳ（ノンプリズム方式）を設置し、出来形計測を行う。

1）ＴＳ（ノンプリズム方式）の設置

１回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。

2）ＴＳ（ノンプリズム方式）計測の実施

厚さ又は標高較差の出来形計測は、１㎡（1m×1mメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上の出来形評価用データを直接計測する。また、延長 80m 以下に１箇所の割合で舗装端部を計測し、出来形評価用データとする。出来形計測の実施にあたっては、「参考資料-6　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」で実施した精度確認試験の確認距離範囲内とする。

【解説】

ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測では、対象物とＴＳ（ノンプリズム方式）の位置関係により測定精度に違いが生じる。このため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

1）ＴＳ（ノンプリズム方式）の配置

ＴＳ（ノンプリズム方式）と被計測対象の位置関係は、被計測対象となる範囲の全てが精度確認試験で確認した最大距離以内となる範囲を設定する。１回の計測で精度確認試験以上となる範囲がある場合は、設置箇所を複数回に分けて実施すること。

なお、ＴＳ（ノンプリズム方式）の設置・計測に係わる留意点を以下に示す。

・ＴＳ（ノンプリズム方式）が水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置にＴＳ（ノンプリズム方式）を設置すること。
・ＴＳ（ノンプリズム方式）と被計測対象物ができるだけ正対したうえで工事基準点上に設置すること。なお、工事基準点上の設置によりがたい場合は、後方交会法による任意の未知点への設置を認めている。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、３次元設計データに登録されている点を用いること。
・器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。
・ＴＳ（ノンプリズム方式）と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

2）出来形計測の留意点

①計測密度設定の留意点

厚さ又は標高較差の出来形計測を行う場合は、ＴＳ（ノンプリズム方式）と計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、出来形評価用データが、点密度で１m間隔以内（１点/㎡以上）で概ね等間隔に得られるよう計測する。また、延長 80m 以下に１箇所の割合で舗装端部を計測し、出来形評価用データとすること。舗装端部の計測は、左右各端部について、延長 80m 以下に１箇所計測すればよいため、同一測点上での計測ではなくてもよい。なお、延長 80m 以下に１箇所の割合で舗装端部した場合に、既に、出来形評価データが取得されている場合は、端部のデータを優先し出来形評価データとして採用する。

②測定時の留意点

ＴＳ（ノンプリズム方式）の計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できない。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行う。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけること。

・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまうような気象
・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
・草や木などで地面が覆われている場所

## １－５　ＴＳ等光波方式

他の多点計測技術による計測では一部の範囲で必要な点群密度が確保できなかった場合の補間計測として、ＴＳ等光波方式を使用することができる。ただし、基層・表層の出来形計測に用いる場合は国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている必要がある。

### １－５－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、ＴＳ等光波方式を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＴＳ等光波方式による出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ一定間隔で取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤ等のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のようにＴＳ等光波方式及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる留意点があることから、出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

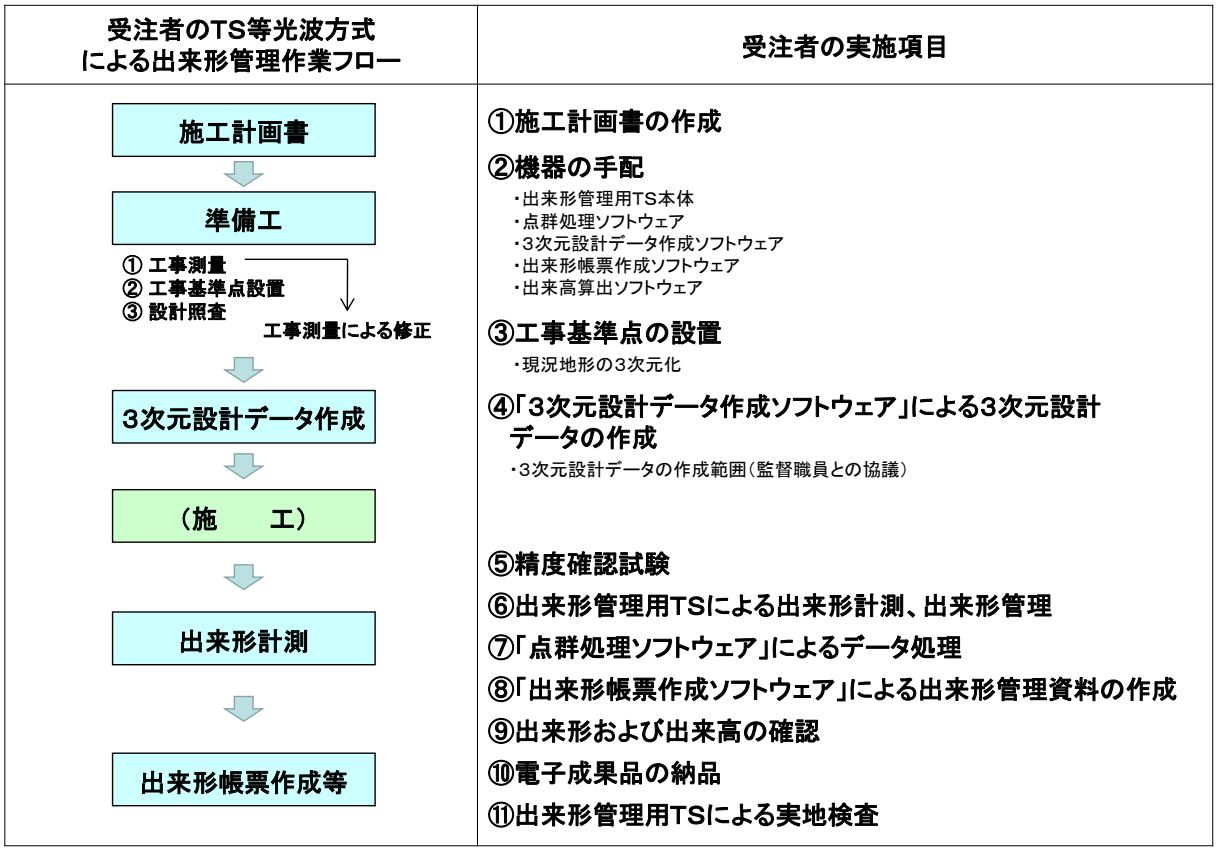



図３－３５　出来形管理の主な手順

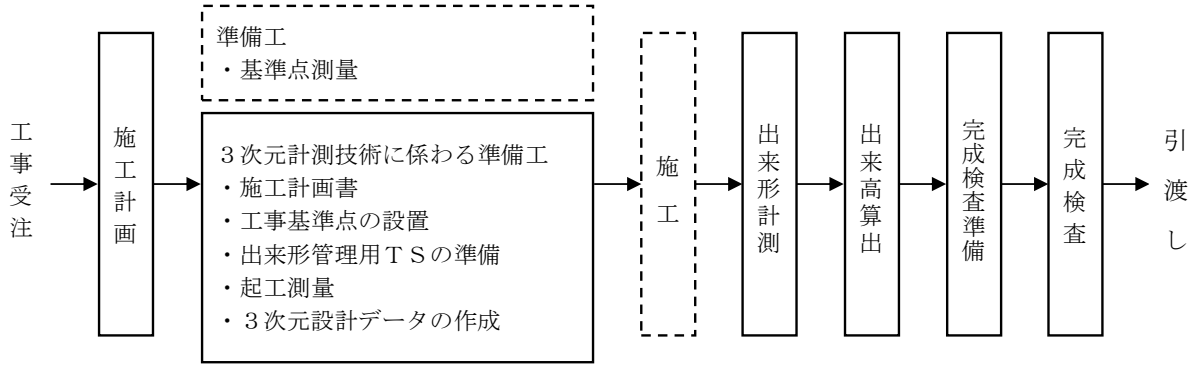



図３－３６　ＴＳ等光波方式を用いる場合の業務の範囲

## １－５－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＴＳ等光波方式による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）出来形管理用ＴＳ本体

【解説】

図３-３４にＴＳ等光波方式を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用ＴＳは、３次元設計データ作成ソフトウェアで作成した３次元設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

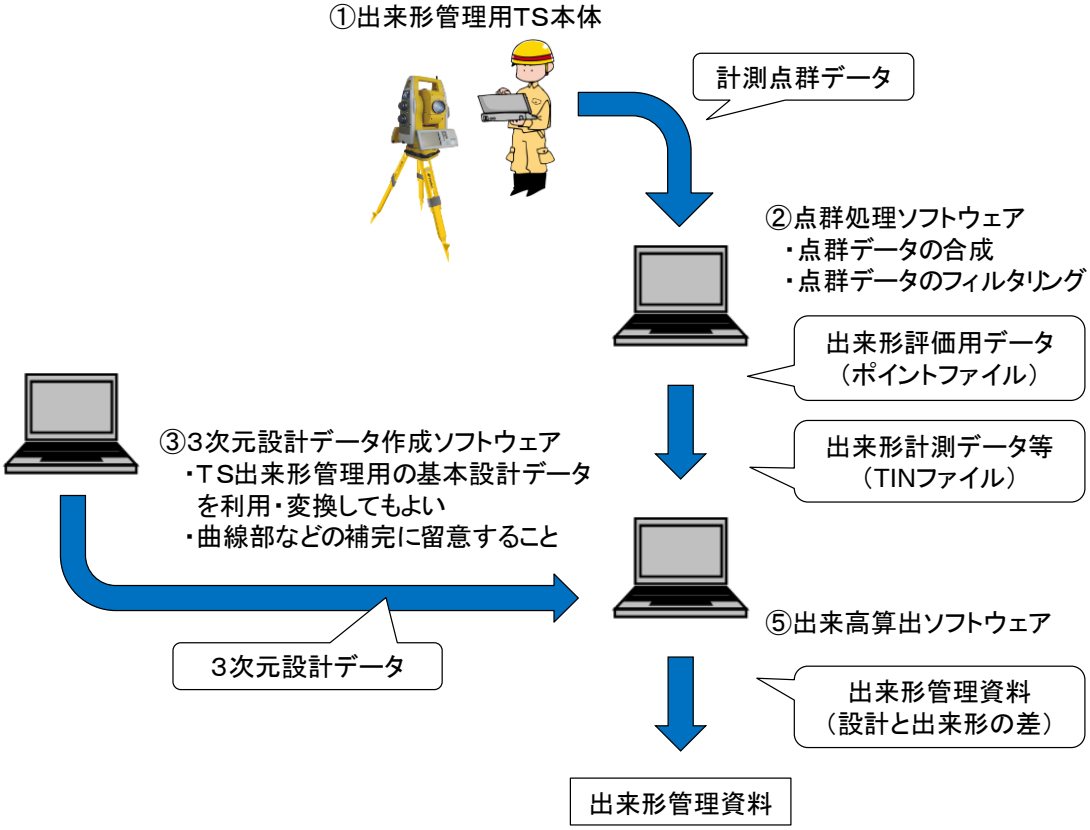



図３-３７　出来形管理用ＴＳによる出来形管理機器の構成例

## １－５－３　計測性能及び精度管理

ＴＳ等光波方式による出来形計測で利用する出来形管理用ＴＳ本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するＴＳ等光波方式に要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量 | 【鉛直方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>上層路盤表面　±10mm 以内<br>基層・中間層表面　±4mm 以内<br>表層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±10mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面<br>±10mm 以内<br>アスファルト中間層表面<br>±4mm 以内<br>コンクリート舗装版表面<br>±4mm 以内 | 【起工測量】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m メッシュ) |
| 出来形計測 | 【平面方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>上層路盤表面　±20mm 以内<br>基層・中間層表面　±10mm 以内<br>表層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±20mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面<br>±20mm 以内<br>アスファルト中間層表面<br>±10mm 以内<br>コンクリート舗装版表面<br>±10mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m メッシュ)<br><br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m メッシュ) |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

**1）計測性能**

利用前にＴＳ等光波方式の計測性能について、以下の確認を行うこととする。

ａ.「国土交通省　公共測量作業規程」では、４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに３級ＴＳがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＴＳ本体は、３級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

ＴＳの計測性能は、国土地理院３級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。これらの証明書等はＴＳの機種ごとに確認する。

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書(様式 3-6)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する（ただしこの場合でも、国土地理院認定１級と同等以上として使用することはできない)。

ただし、舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合で表層、基層を除く場合には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であること。鉛直角の最小目盛値はメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、舗装工の層厚管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合で表層、基層を含める場合は、国土地理院認定１級と同等以上の測定精度を有し高度角自動補正装置が搭載され適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。

ｂ．事前確認の実施：a.の現場での計測性能の確認以外に、上記と同様の手法で事前確認を実施してもよい。この場合は、出来形計測の実施前の 12 か月以内に実施した確認結果を様式 3-5 にて提出すること。

**2）精度管理**

ＴＳの精度管理が適正に行われていることは、検定機関で発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、「参考資料-10　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い精度確認試験を実施し、その結果を様式 3-7 にて提出する。

地上移動体搭載型プリズムを用いる場合は、「参考資料-1　地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い精度確認試験を実施し、その結果を様式 3-8 にて提出する。

## １－５－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲及び適用種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＴＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域及び適用種別

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図及び舗装の構成図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による出来形管理範囲を塗り分ける。３次元計測範囲は舗装工部分を包含する範囲とする。また、適用する舗装工の種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、出来形管理用ＴＳによる出来形管理部分については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＴＳによる出来形管理を正確に実施するためには必要な性能を有し、適正に管理された出来形管理用ＴＳ及び必要かつ適切な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②出来形管理用ＴＳ本体

受注者は、出来形管理用ＴＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。また、舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合

には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であることを示す資料を提出する。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

ＴＳ等光波方式は、国土地理院に規定がない望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器等を含むため、国土地理院が定めるＴＳと同等以上の性能を持つことを「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」にて確認することで、国土地理院認定３級と同等以上とみなして使用してよいものとする。

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合 | ・国土地理院認定３級以上のＴＳを使用する<br>国土地理院認定３級ＴＳの要求性能<br>公称測定精度：±（5mm＋5ppm×Ｄ）※<br>最小目盛値：20″以下<br>※Ｄ値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$ |

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合 | ・表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合、国土地理院認定３級以上のＴＳで、かつ下記の性能を有するＴＳを使用する。<br>最小目盛値：５″以上<br>・表層と基層の管理まで出来形管理用ＴＳで行う場合、国土地理院認定１級のＴＳで、かつ下記の機能を有するＴＳを使用する。<br>高度角自動補正装置 |

ａ．出来形測定項目に“厚さ”　“標高較差”が含まれない場合や、“厚さ”　“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）。国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-6)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

出来形測定項目に“厚さ”　“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理も出来形管理用ＴＳで行う場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による１級認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ａ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級と同等であることが明記されている場合は１級と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効

な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

ｃ．舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合でも表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合には、鉛直角の測角精度が５″又はこれより高精度であることを記載する。表層と基層の管理まで出来形管理用ＴＳで行う場合には、高度角自動補正装置が搭載されていることを記載する。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

《出来形計測》

**受注者は、出来形管理用ＴＳを設置し、出来形計測を行う。**

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

**１回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。**

**2）計測の実施**

**厚さ又は標高較差の出来形計測は、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上の出来形評価用データを直接計測する。また、延長 80m 以下に１箇所の割合で舗装端部を計測し、出来形評価用データとする。**

【解説】

出来形管理用ＴＳによる計測では、対象物と出来形管理用ＴＳの位置関係により測定精度に違いが生じる。このため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

**1）出来形管理用ＴＳ設置時の留意点**

・出来形管理用ＴＳが水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データ又は３次元設計データに登録されている点を用いること。
・器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。ただし、地上移動体搭載型プリズム・傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、この限りではない。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、基準点上に立てるプリズムが、ＴＳの望遠鏡で大きく見えるため、視準の中心をプリズムの中心に合わせることが難しくなり、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測の手順と留意点**

1. 出来形計測対象点にプリズムを設置し、出来形管理用ＴＳの望遠鏡をプリズム方向に向ける。計測中にやむを得ず、プリズムの高さを変更した場合は確実に相互確認する。また、プリズムは傾きや地面への刺さりがないよう正しく設置する。ただし、傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は「参考資料-10　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に、地上移動体搭載型プリズムを用いる場合は「参考資料-1 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す試験法により、所要の精度が得られることが確認された計測条件の範囲内での使用を認める。地上移動体搭載型プリズムは測線の縦横断勾配が大きくなるほど誤差が増大する傾向があるため、出来形計測時の測線の方向は極力縦横断勾配が少なくなるように定めること。
2. 面管理の場合の出来形評価用データは、点密度で１ｍ間隔以内（１点/㎡以上）で概ね等間隔で得られるよう計測する。

# 第２節　計測技術（断面管理の場合）

## ２－１　各技術の計測における共通事項

### ２－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。

1）基本設計データ作成ソフトウェア

2）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）基本設計データ作成ソフトウェア**

基本設計データ作成ソフトウェアは、監督職員から提示された設計図書等を基に、３次元計測技術に搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。作成した基本設計データは、通信あるいは記憶媒体を通して３次元計測技術に搭載することができる。

**2）出来形帳票作成ソフトウェア**

1）で作成した基本設計データと、３次元計測技術で計測した出来形計測データを読み込むことで、出来形管理資料を自動作成するプログラムである。

## ２－２　ＴＳ等光波方式

### ２－２－１　出来形管理の主な手順

施工管理データを搭載したトータルステーション（以下「出来形管理用ＴＳ」という）とは、測量機（ＴＳ）とＴＳに接続又は内蔵された情報機器一式（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載された機能により、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえる器械である。また、望遠鏡を搭載しない等の光波方式による計測機器を含めたもの（以下「出来形管理用ＴＳ等光波方式」という）についても、同等の機能や精度を確認すれば、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえるものとする。

以下、出来形管理ＴＳは、出来形管理用ＴＳ等光波方式と読み替えて運用する。

工事の出来形管理は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所等に基づき実施するものであり、本管理要領（案）で定める測定項目（基準高、幅、厚さ（切削オーバーレイ工等の施工前後の高さの差で測定する工種）、標高較差）について、水糸、巻尺、レベル等の方法に換えて、出来形管理用ＴＳを用いて計測した計測点の３次元座標値から基準高、幅、厚さ、標高較差、延長を算出する。

また、工事の出来形管理の各段階（基本設計データの作成、工事測量、施工の出来形管理、出来形管理資料の作成等）において、データをソフトウェアにより一元管理することで、作業の確実性や自動化・省力化が図られるため、これらの各段階を本管理要領（案）の適用範囲とした。

本管理要領（案）は、新設舗装工事及び現道上の舗装修繕工事等において、出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

なお、出来形管理用ＴＳにより出来形管理を行った工種、測定項目等については、従来方法による管理（二重管理）の必要はない。

| 受注者のTSによる<br>出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成 |
| 準備工<br>① 工事基準点 | ②機器の手配<br>・出来形管理用TS本体<br>・基本設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア |
| 工事測量 | ③工事基準点の設置<br>④工事測量 |
| 基本設計データ作成 | ⑤「基本設計データ作成ソフトウェア」による基本設計データの作成 |
| （施　　工） | ⑥精度確認試験 |
| 出来形計測 | ⑦出来形管理用TSによる出来形計測・出来形管理 |
| 出来形帳票作成等 | ⑧「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑨出来形の確認<br>⑩電子成果品の納品<br>⑪出来形管理用TSによる実地検査 |

図３－３８　出来形管理の主な手順

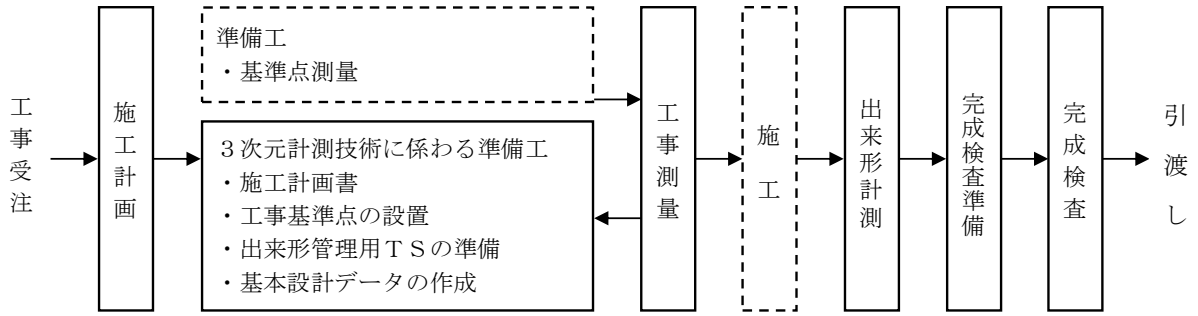



図３－３９　ＴＳ等光波方式を用いる場合の業務の範囲

## ２－２－２　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＴＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　２－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

【解説】

図３-４０に出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用ＴＳは、基本設計データ作成ソフトウェアで作成した基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定を行うための設計と出来形の差異を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

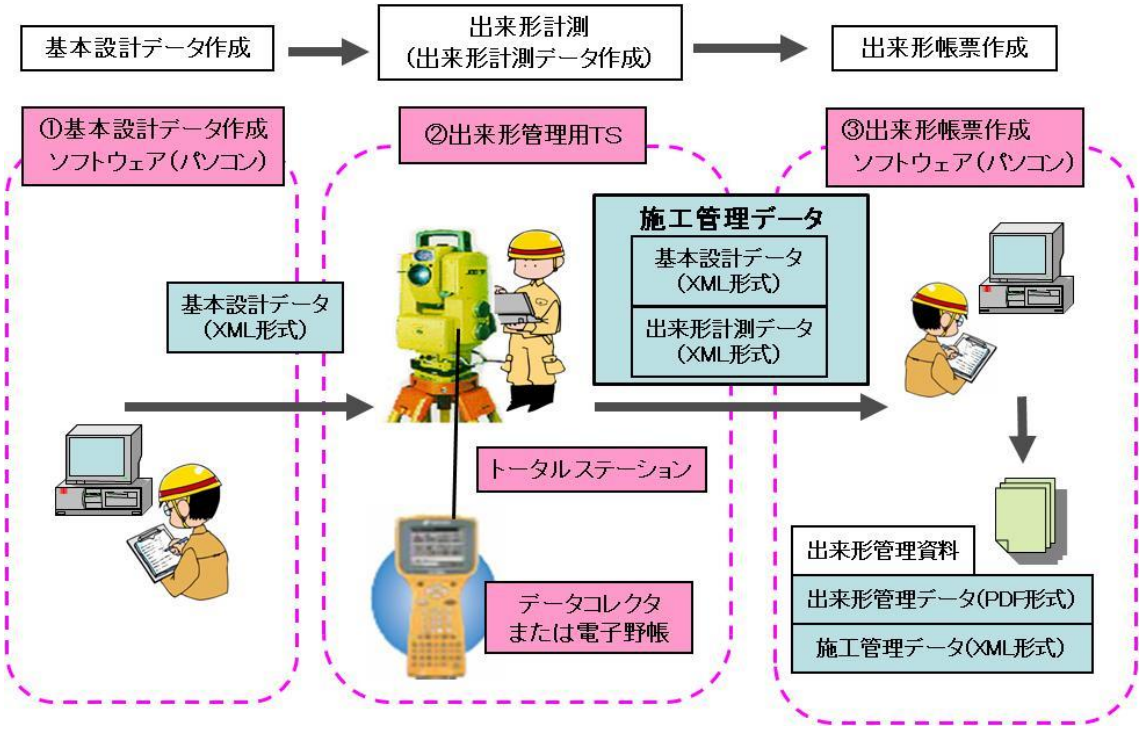



図３-４０　出来形管理用ＴＳによる出来形管理機器の構成例

## ２－２－３　出来形管理用ＴＳソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＴＳの機能については、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定された機能及び性能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）に基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場で出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用ＴＳが必要となる。本管理要領（案）に基づいて出来形確認を行うため、出来形管理用ＴＳもしくはＴＳに接続したデータコレクタあるいは電子野帳が有すべき機能は、別途「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定される。

以下に、必要とする出来形管理用ＴＳの機能を示す。

(1) 施工管理データの読込み機能
(2) ＴＳの器械位置算出機能
(3) 線形データの切替え選択機能
(4) 基本設計データの確認機能
(5) ＴＳとの通信設定確認機能
(6) 工事測量機能
(7) 任意点での出来形管理機能
(8) 管理断面での出来形計測機能
(9) 延長の管理機能
(10) 計測距離制限機能
(11) 出来形計測データの登録機能
(12) 出来形計測データの取得漏れ確認機能
(13) 監督検査現場立会い確認機能
(14) 施工管理データの書出し機能

## ２－２－４　計測性能及び精度管理

本管理要領（案）で用いるトータルステーション（以下「出来形管理用ＴＳ」という）は、国土地理院認定３級と同等以上の測定精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。ただし、舗装工の層厚管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合で表層、基層を除く場合は、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であること。また、舗装工の層厚管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合で表層、基層を含める場合は、国土地理院認定１級と同等以上の測定精度を有し高度角自動補正装置が搭載され適正な精度管理が行われている機器であること。

受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳの性能について、監督職員の承諾を受けること。以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 出来形計測 | 公称測定精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$<br><br>例：計測距離 100m の場合は、±（5mm＋5×$10^{-6}$×100m）＝±5.5mm の誤差となる | 国土地理院で規定がない場合：<br>【鉛直方向】<br>±5mm 以内<br>【平面方向】<br>±5mm 以内<br>※ただしこの場合でも、国土地理院認定１級と同等以上として使用することはできない。 |

【解説】

1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに３級ＴＳがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＴＳ本体は、３級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

ＴＳの計測性能は、国土地理院３級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。これらの証明書等はＴＳの機種ごとに確認する。

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-6）」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する（ただしこの場合でも、国土地理院認定１級と同等以上として使用することはできない）。

ただし、舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合で表層、基層を除く場合には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であること。鉛直角の最小目盛値はメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、舗装工の層厚管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合で表層、基層を含める場合は、国土地理院認定１級と同等以上の測定精度を有し高度角自動補正装置が搭載され適正な精度管理が行われている機器であ

ることを確認する。

**2）精度管理**

ＴＳの精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、「参考資料-10　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い精度確認試験を実施し、その結果を様式 3-7 にて提出する。

## ２－２－５　新設舗装工事における出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。適用工種は、「第２章 適用の範囲」を参照されたい。**

**2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**3）使用機器・ソフトウェア**

**出来形管理用ＴＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）により実施する適用工種、測定項目等を記載する。

**2）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

本管理要領（案）により実施する適用工種の出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準の内容を記載する。

**3）使用機器・ソフトウェア**

出来形管理用ＴＳによる出来形管理を正確に実施するためには必要な性能を有し、適正に管理された出来形管理用ＴＳ及び必要かつ適切な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②出来形管理用ＴＳ本体

受注者は、出来形管理用ＴＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。また、舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であることを示す資料を提出する。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

ＴＳ等光波方式は、国土地理院に規定がない望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器等を含むため、国土地理院が定めるＴＳと同等以上の性能を持つことを「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」にて確認することで、国土地理院認定３級と同等以上とみなして使用してよいものとする。

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合 | ・国土地理院認定３級以上のＴＳを使用する<br>国土地理院認定３級ＴＳの要求性能<br>公称測定精度：±（5㎜＋5ppm×Ｄ）※<br>最小目盛値：20″以下<br>※Ｄ値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$ |

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合 | ・表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合、国土地理院認定３級以上のＴＳで、かつ下記の性能を有するＴＳを使用する。<br>最小目盛値：５″以上<br>・表層と基層の管理まで出来形管理用ＴＳで行う場合、国土地理院認定１級のＴＳで、かつ下記の機能を有するＴＳを使用する。<br>高度角自動補正装置 |

ａ．出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合や、“厚さ”“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）。国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-6）」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。
出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理も出来形管理用ＴＳで行う場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による１級認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ａ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級と同等であることが明記されている場合は１級と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

ｃ．舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合でも表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合には、鉛直角の測角精度が５″又はこれより高精度であることを記載する。表層と基層の管理まで出来形管理用ＴＳで行う場合には、高度角自動補正装置が搭載されていることを記載する。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

《出来形計測》

受注者は施工完了後に、出来形管理用ＴＳでの計測により、出来形計測点での基準高、標高較差、幅の管理を行う。

1）出来形管理用ＴＳの設置

出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の工事基準点を観測できる場合は任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置することができる。未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合には、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する基準点の計測距離は 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、基準点間の挟角は 30°～150°以内でなければならない。

2）出来形計測

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められた計測点で計測を行う。また、受注者が自ら定めた計測点においても計測することができる。ＴＳと計測点までの距離は、利用するＴＳの計測性能に応じて管理すること。

【解説】

施工完了後、出来形計測点を出来形管理用ＴＳで計測することにより、設計高と計測高、設計幅と計測幅の比較を即座に行うことができる。

実施手順は以下のとおりである。

1）出来形管理用ＴＳの設置

出来形管理用ＴＳの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用ＴＳを設置することとする。ただし、出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする。

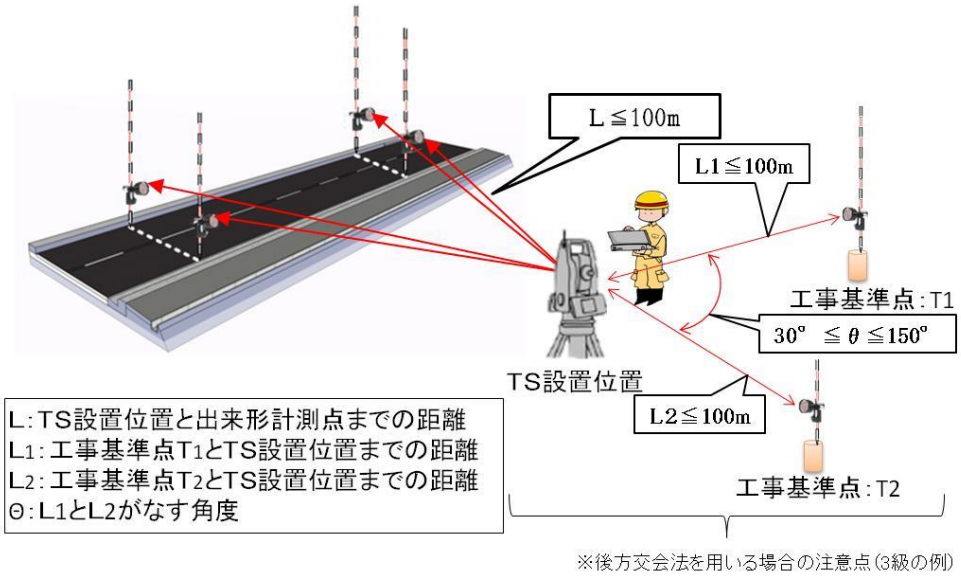



図３－４１　後方交会法によりＴＳを設置する場合の留意点

計測結果の再現性を高めるため、同じ出来形計測点の測定にあたっては、毎回同じ工事基準点を使用する。その他にも出来形管理用ＴＳの設置時には下記の点に留意すること。

・出来形管理用ＴＳが水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データに登録されている点を用いること。
・器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。特に長尺のポールを用いる場合は、丸形気泡管等を用いてポールの鉛直を保って計測を行うこと。ただし、傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、この限りではない。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、基準点上に立てるプリズムが、ＴＳの望遠鏡で大きく見えるため、視準の中心をプリズムの中心に合わせることが難しくなり、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測**

ＴＳと計測点までの距離が大きくなるほど、測定精度が低下する傾向があるため、出来形計測時のＴＳと計測点までの視準距離の制限値を、使用するＴＳの級、工種、出来形管理項目に係わらず、一律 100m とする。

出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、道路延長方向に±100mm 以内の範囲内になるよう、計測を行うこと。

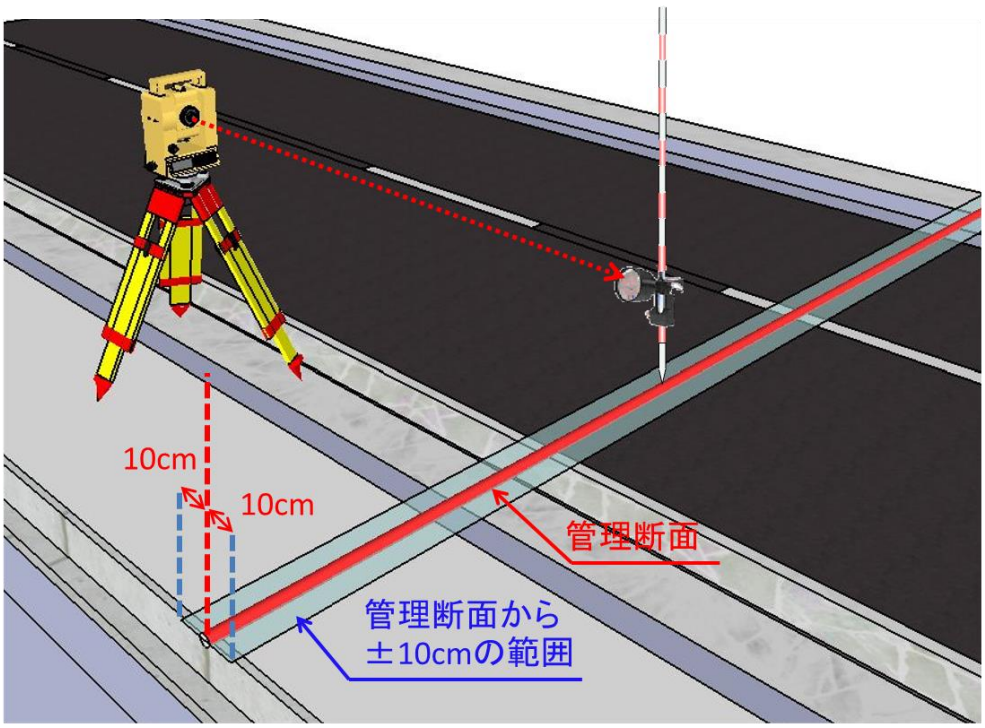



図３－４２　管理断面として入力したラインから道路延長方向に±10 cmの範囲

《出来形計測》

**受注者は、施工完了後に、出来形管理用ＴＳでの計測により、出来形計測点での基準高、厚さ、幅の管理を行う。**

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

**出来形管理用ＴＳは、基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の基準点を観測できる場合は任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置することができる。未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合には、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する基準点の計測距離は 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、基準点間の挟角は 30°～150°以内でなければならない。**

**2）出来形計測**

**現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められた計測点で計測を行う。また、受注者が自ら定めた計測点においても計測することができる。ＴＳと計測点までの距離は、利用するＴＳの計測性能に応じて管理すること。**

【解説】

施工完了後、出来形計測点を出来形管理用ＴＳで計測することにより、設計高と計測高、設計幅と計測幅の比較を即座に行うことができる。

実施手順は以下のとおりである。

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

出来形管理用ＴＳの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用ＴＳを設置することとする。ただし、出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする（前掲　図３-４１　参照）。

計測結果の再現性を高めるため、同じ出来形計測点の測定にあたっては、毎回同じ工事基準点を使用する。そのほかにも出来形管理用ＴＳの設置時には下記の点に留意すること。

・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データに登録されている点を用いること。
・器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。特に長尺のポールを用いる場合は、丸形気泡管等を用いてポールの鉛直を保って計測を行うこと。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、基準点上に立てるプリズムが、ＴＳの望遠鏡で大きく見えるため、視準の中心をプリズムの中心に合わせることが難しくなり、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測**

ＴＳと計測点までの距離が大きくなるほど、測定精度が低下する傾向があるため、出来形計測時のＴＳと計測点までの視準距離の制限値を 100m とする。

出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、道路延長方向に±10 ㎝以内の範囲内になるよう、計測を行うこと（前掲　図３-４２　参照）。

また、舗装修繕工事において、厚さを測定する場合、基本設計データに出来形計測点として

入力した点と、実際に出来形計測を行う点の、平面位置のずれが、水平距離で 50㎜ 以内になるように、計測を行うこと。

これは、出来形計測点へのプリズムの誘導にかかる労力の軽減を図るため、出来形計測点に対する平面位置のずれを、実務上問題ない範囲で許容したものである。

厚さの計測対象の層と、その下の層で、出来形計測点と実際に計測した点の平面位置のずれが、それぞれ 50㎜ ずれていた場合、厚さの計測値の誤差は最大でも２㎜（路面の勾配が両層とも２％であった場合）であり、実務上問題ないと判断できる。

## ２－２－６　道路付属物（縁石・排水構造物）における出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。**

**2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**3）使用機器・ソフトウェア**

**出来形管理用ＴＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）により実施する適用工種、測定項目等を記載する。

**2）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

本管理要領（案）により実施する適用工種の出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準の内容を記載する。

**3）使用機器・ソフトウェア**

出来形管理用ＴＳによる出来形管理を正確に実施するためには必要な性能を有し、適正に管理された出来形管理用ＴＳ及び必要かつ適切な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②出来形管理用ＴＳ本体

受注者は、出来形管理用ＴＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。また、舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であることを示す資料を提出する。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

ＴＳ等光波方式は、国土地理院に規定がない望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器等を含むため、国土地理院が定めるＴＳと同等以上の性能を持つことを「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」にて確認することで、国土地理院認定３級と同等以上とみなして使用してよいものとする。

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合 | ・国土地理院認定３級以上のＴＳを使用する<br><br>国土地理院認定３級ＴＳの要求性能<br>公称測定精度：±（5㎜＋5ppm×Ｄ）※<br>最小目盛値：20″以下<br>※Ｄ値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$ |

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合 | ・表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合、国土地理院認定３級以上のＴＳで、かつ下記の性能を有するＴＳを使用する。<br>最小目盛値：５″以上<br>・表層と基層の管理まで出来形管理用ＴＳで行う場合、国土地理院認定１級のＴＳで、かつ下記の機能を有するＴＳを使用する。<br>高度角自動補正装置 |

ａ．出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合や、“厚さ”“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）。国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-6）」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理も出来形管理用ＴＳで行う場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による１級認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ａ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級と同等であることが明記されている場合は１級と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

ｃ．舗装工の厚さ又は標高較差管理に出来形管理用ＴＳを用いる場合でも表層と基層の管理を出来形管理用ＴＳで行わない場合には、鉛直角の測角精度が５″又はこれより高精度であることを記載する。表層と基層の管理まで出来形管理用ＴＳで行う場合には、高度角自動補正装置が搭載されていることを記載する。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

《出来形計測》

**受注者は施工完了後に、出来形管理用ＴＳでの計測により、出来形計測点での基準高、幅の管理を行う。**

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

**出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の工事基準点を観測できる場合は任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置することができる。未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合には、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する基準点の計測距離は 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、基準点間の挟角は 30°～150°以内でなければならない。**

**2）出来形計測**

**現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められた計測点で計測を行う。また、受注者が自ら定めた計測点においても計測することができる。ＴＳと計測点までの距離は、利用するＴＳの計測性能に応じて管理すること。**

【解説】

施工完了後、出来形計測点を出来形管理用ＴＳで計測することにより、設計高と計測高、設計幅と計測幅の比較を即座に行うことができる。実施手順は以下のとおりである。

**1）出来形管理用ＴＳの設置**

出来形管理用ＴＳの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用ＴＳを設置することとする。ただし、出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする（前掲　図３-４１　参照）。

計測結果の再現性を高めるため、同じ出来形計測点の測定にあたっては、毎回同じ工事基準点を使用する。そのほかにも出来形管理用ＴＳの設置時には下記の点に留意すること。

・出来形管理用ＴＳが水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データに登録されている点を用いること。
・器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。特に長尺のポールを用いる場合は、丸形気泡管等を用いてポールの鉛直を保って計測を行うこと。ただし、傾斜補正機能付きプリズムを用いる場合は、この限りではない。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、プリズムがＴＳの望遠鏡で大きく見えるため、視準の中心をプリズムの中心に合わせることが難しくなり、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測**

ＴＳと計測点までの距離が大きくなるほど、測定精度が低下する傾向があるため、出来形計測時のＴＳと計測点までの視準距離の制限値を 100m とする。

出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、道路延長方向に±100mm 以内の範囲内になるよう、計測を行うこと（前掲　図３-４２　参照）。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

## 第１節　出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」のうち面管理の場合に定められたものとし、測定値（出来形評価値）はすべて規格値を満足しなくてはならない。ただし、幅を従来の管理によることも出来る。**

【解説】

**1）測定箇所**

測定箇所は、路床を含めた舗装の各層の全面とする。ただし、設計幅員から外側の計測点及びＴＬＳ直下の欠測は除く。

**2）測定値算出**

①標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、設計面あるいは目標高さと出来形評価用データの各ポイントとの標高較差の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、全面で規格値との比較・判定を行う。

②厚さの測定値を算出する方法

厚さは、計測対象面と下層の出来形評価用データの同一座標上に存在する各ポイントの標高差を用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、全面で規格値との比較・判定を行う。

③計測点群を利用して幅を管理する方法

３次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅の管理をする場合は、計測する断面の舗装左右端点について、各々道路延長方向に±100㎜以内の範囲内の計測点を抽出し、その２点間の水平距離を幅とする。

なお、ＴＳノンプリズム方式を用いる場合は、適用対象外とする。

**3）規格値**

規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」のうち面管理の場合に定められたものとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領（案）におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

また、一連の評価範囲において規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは、規格値の条件の最も厳しい値を採用することとする。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」のうち面管理の場合に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に示される従来の出来形管理基準及び規格値によることができる。

また、３次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅の管理をする場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」のうち従来の管理の場合に定められたものとする。

**4）測定基準**

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の測定基準には「基準高は延長 40m ごと

に１箇所の割合とし、道路中心線及び端部で測定」と定められているが、３次元計測技術を用いた出来形管理の場合、全面で計測したデータがあることから、測定基準を「全面（１㎡（1m×1mメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上)」とし、面的により的確な出来形管理を行うものである。

また、面的に評価することを前提として、設計面あるいは目標高さからの標高較差に統合する。

但し、３次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅の管理をする場合には、計測する断面は延長方向に 80m 以下の任意の間隔とすることができる。

平坦性については、従来どおり測定を行う。なお、「参考資料-9　計測点群データを用いた平坦性算出」に基づき、計測点群データを用いて平坦性算出を行ってもよい。

## 第２節　出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合）

**出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とする。**

【解説】

**1）測定箇所**

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同じである。

**2）測定値算出**

①基準高（標高）の計測値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（ｚ座標）の値を用い、出来形確認・管理の対象とする断面上の設計値と計測値の差より規格値と比較し判定する。

②幅の計測値を３次元座標値から算出する方法

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を計測値とし、出来形確認・管理の対象とする断面上の設計値と計測値の差より規格値と比較し判定する。

③厚さの計測値を３次元座標値から算出する方法

厚さは各層において計測した同一平面位置上の２点（管理対象の一つ下層の比較対象点と計測点）の標高座標（Ｚ座標）の差分値を用いて、規格値と比較し判定する。

④標高較差の計測値を３次元座標値から算出する方法

標高較差は各層において計測した３次元座標値の標高座標（Ｚ座標）の値を用い、基本設計データの同一平面上の標高座標（Ｚ座標）との差より、規格値と比較し判定する。

⑤深さの計測値を３次元座標値から算出する方法

深さは暗渠等を設置するために掘削した溝の底部と、埋め戻し後の地盤の標高座標（Ｚ座標）の差分値を用いて、規格値と比較し判定する。

⑥延長の計測値を３次元座標値から算出する方法

縁石等の計測対象物に沿って、始点から終点まで複数の箇所で３次元座標を計測し、これらの点間の直線距離（斜距離）の合計値を延長として用いる。

**3）規格値及び測定基準**

規格値及び測定基準は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とする。

# 第６章　数量算出

**出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが３次元計測技術等で計測されており、契約条件として認められている場合は、３次元計測技術による出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。出来形数量の詳細な算出方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。**

【解説】

受注者は、３次元計測技術による計測点群データを基に平均断面法又は、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

不陸整正に用いる補修材の平均厚さ及び路盤工の平均厚さを３次元設計データ又は３次元計測データにより算出する場合は、以下を標準とする。

平均厚さ＝体積／面積

体積の計算方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。

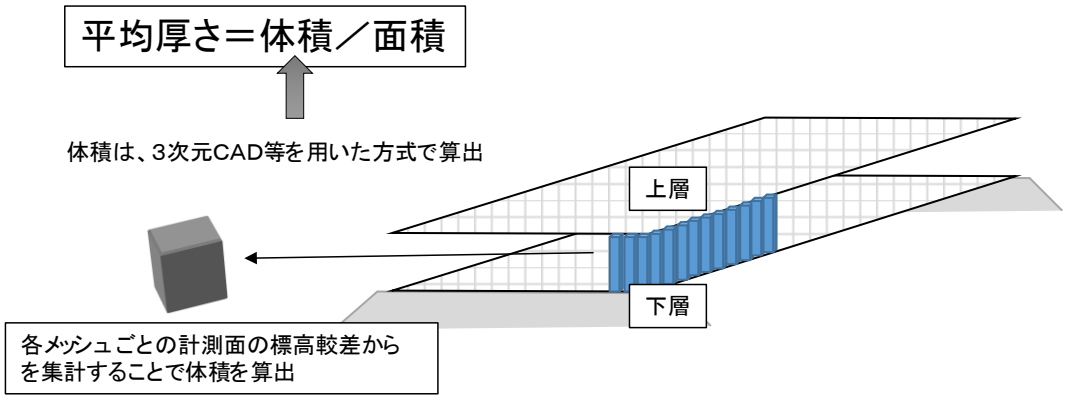



図３－４３　平均厚さの数量算出イメージ（点高法による）

# 第７章　出来形管理写真基準

## 第１節　出来形管理写真基準（面管理の場合）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図３-４４に写真撮影例を示す。

図３-４４　写真撮影例

## 第２節　出来形管理写真基準（断面管理の場合）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③３次元計測技術設置位置（ＴＳ等光波方式を用いて後方交会法を行う場合は、参照した２つの工事基準点を記載すること）

④出来形計測点（測点・箇所）

【解説】

現行の「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。３次元計測技術を用いた出来形管理の写真の撮影方法は、①工事名、②工種等、③３次元計測技術設置位置（ＴＳ等光波方式を用いて後方交会法を行う場合は、参照した２つの工事基準点を記載すること）、④出来形計測点（測点・箇所）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では留意事項として、不可視となる出来形部分については、出来形寸法が確認できるよう、特に注意して撮影することとされており、出来形寸法を確認するためのリボンテープやピンポール等の写しこんだ写真が撮影されている。しかし、出来映えを確認する写真は必要であるが、３次元計測技術を用いた出来形管理ではテープ等を用いて長さを計測する作業の必要がないことからリボンテープやピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真は基本的に必要ない。ただし、ＴＳの設置状況と出来形計測対象点上のプリズムの設置状況がわかるものとし、特にプリズムについては、計測箇所上に正しく設置されていることがわかるように遠景・近景等の工夫により撮影すること。

図３－４５　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定

## 第１節　電子成果品の作成規定（面管理の場合）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）
・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS のポイントファイル）
・３次元計測技術による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。
格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

### 1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに各層名称を示したサブフォルダを作成する。
各層名称は、現況地形：ES、不陸整正：CS、下層路盤：GL、上層路盤：GU、基層：PL、中間層：PC、表層：PU で記載するものとし、複数ある場合は、下層より 1,2,3（GL1,GL2）と番号を付与して記載する。

②　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。
標高較差で管理した場合は、３次元設計データは各層の目標高さの設計データを納品すること。
厚さ管理を実施した際に用いた直下層データは、直下層のサブフォルダへ格納すること。

③サブフォルダの名称は、表３－５～表３－７に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

④格納するファイル名は、表３－５～表３－７に示す命名規則に従うこと。

⑤設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑥整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑦出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てを ZIP 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

### 2）データ形式

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院）」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕

様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id）

xn ：計測点座標値（x)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

yn ：計測点座標値（y)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

zn ：標高値（z)・・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

An ：地表面属性値（A)・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

**4）数量算出**

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

・起工測量時の計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）

・起工測量計測データ（LandXML ファイル等の TIN ファイル）

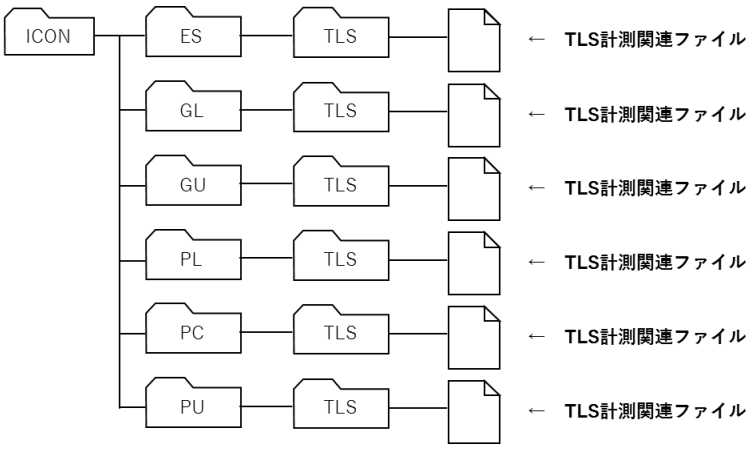



図３－４６　フォルダ構成例（現況地形（路床）の起工測量、下層路盤・上層路盤・基層・中間層・表層を計測した場合）

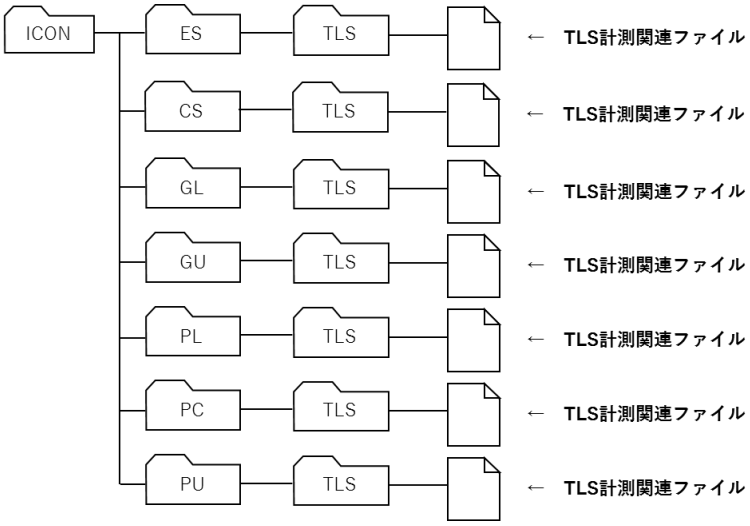



図３－４７　フォルダ構成例（現況地形（路床）の起工測量、起工測量後の不陸整正、下層路盤・上層路盤・基層・中間層・表層を計測した場合）

表３－５　ＴＬＳによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 対象層 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | ES～PU | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLSGL0DR001Z.拡張子 |
| TLS | ES～PU | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TLSGL0CH001.拡張子 |
| TLS | ES～PU | 0 | IN | 001～ | － | ・TLS による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLSGL0IN001.拡張子 |
| TLS | ES～PU | 0 | EG | 001～ | － | ・TLS による起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLSGL0EG001.拡張子 |
| TLS | ES～PU | 0 | AS | 001～ | － | ・TLS による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TLSGL0AS001.拡張子 |
| TLS | ES～PU | 0 | GR | 001～ | － | ・TLS による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLSGL0GR001.拡張子 |
| TLS | ES～PU | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TLSGL0PO001.拡張子 |

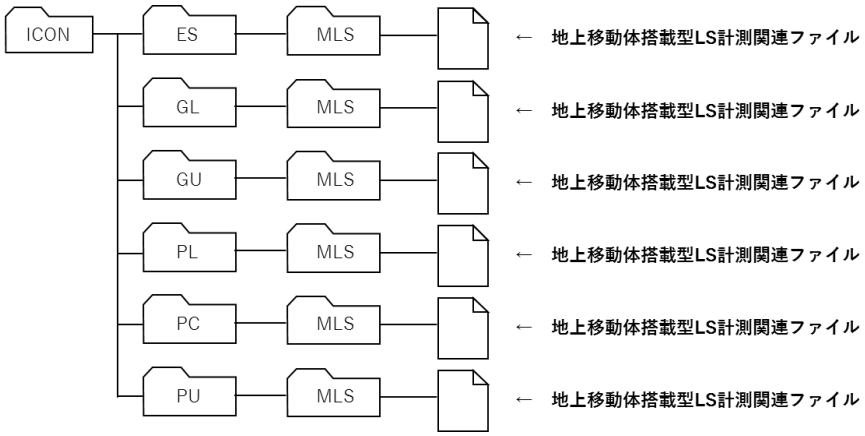



図３－４８　フォルダ構成例（現況地形（路床）の起工測量、下層路盤・上層路盤・基層・中間層・表層を計測した場合）

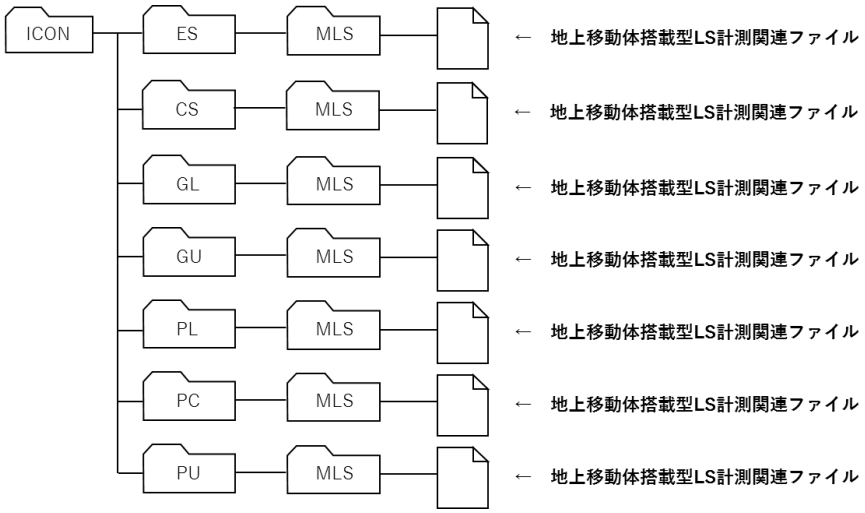



図３－４９　フォルダ構成例（現況地形（路床）の起工測量、起工測量後の不陸整正、下層路盤・上層路盤・基層・中間層・表層を計測した場合）

表３－６　地上移動体搭載型ＬＳによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 対象層 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MLS | ES～PU | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | MLSGL0DR001Z.拡張子 |
| MLS | ES～PU | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | MLSGL0CH001.拡張子 |
| MLS | ES～PU | 0 | IN | 001～ | － | ・地上移動体搭載型LSによる出来形評価用データ（CSV 等のポイントファイル） | MLSGL0IN001.拡張子 |
| MLS | ES～PU | 0 | EG | 001～ | － | ・地上移動体搭載型ＬＳによる起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | MLSGL0EG001.拡張子 |
| MLS | ES～PU | 0 | AS | 001～ | － | ・地上移動体搭載型LSによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | MLSGL0AS001.拡張子 |
| MLS | ES～PU | 0 | GR | 001～ | － | ・地上移動体搭載型LSによる計測点群データ（CSV 等のポイントファイル） | MLSGL0GR001.拡張子 |
| MLS | ES～PU | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML 等のポイントファイル） | MLSGL0PO001.拡張子 |

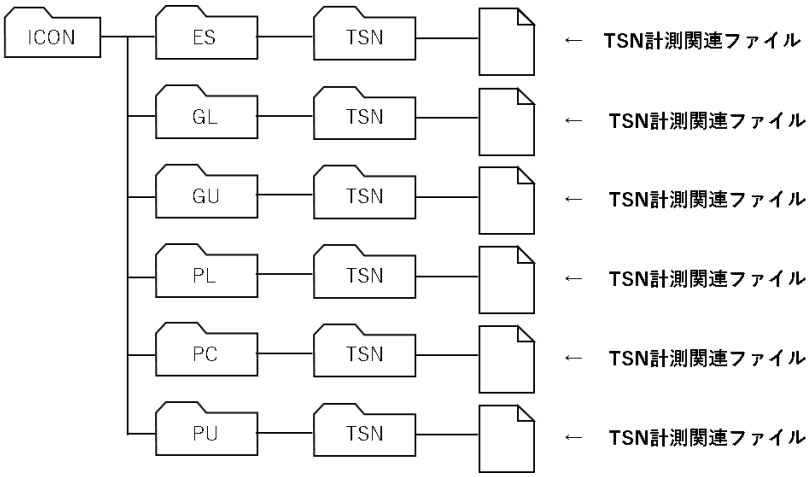



図３－５０　フォルダ構成例（現況地形（路床）の起工測量、下層路盤・上層路盤・基層・中間層・表層を計測した場合）

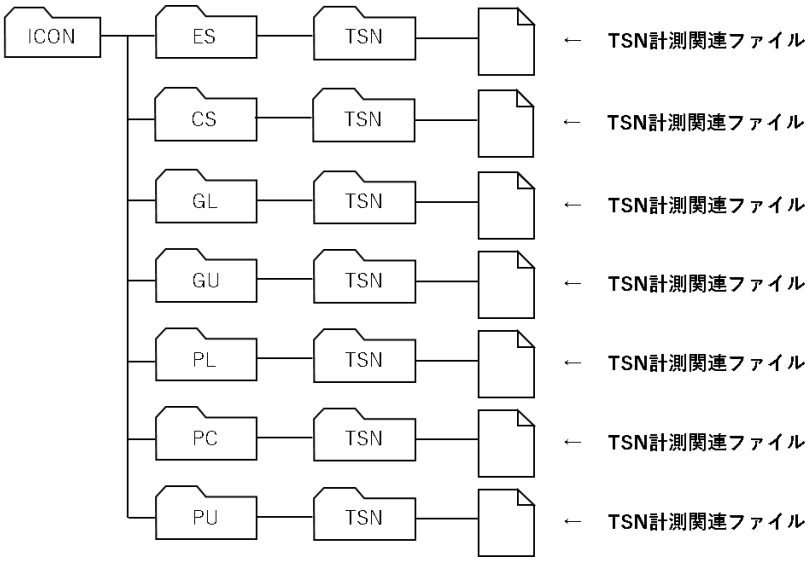



図３－５１　フォルダ構成例（現況地形（路床）の起工測量、起工測量後の不陸整正、下層路盤・上層路盤・基層・中間層・表層を計測した場合）

表３－７　ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 対象層 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TSN | ES～PU | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TSNGL0DR001Z. 拡 張子 |
| TSN | ES～PU | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TSNGL0CH001.拡張子 |
| TSN | ES～PU | 0 | IN | 001～ | － | ・TSNによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TSNGL0IN001.拡張子 |
| TSN | ES～PU | 0 | EG | 001～ | － | ・TSNによる起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TSNGL0EG001.拡張子 |
| TSN | ES～PU | 0 | AS | 001～ | － | ・TSNによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TSNGL0AS001.拡張子 |
| TSN | ES～PU | 0 | GR | 001～ | － | ・TSNによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TSNGL0GR001.拡張子 |
| TSN | ES～PU | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TSNGL0PO001.拡張子 |

## 第２節　電子成果品の作成規定（断面管理の場合）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・施工管理データ（XML ファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「OTHRS」フォルダに格納する。
その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目については、「工事完成図書の電子納品等要領」に従い出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

### 1）その他管理ファイル（OTHRS.XML）

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目は、下表に示す内容を必ず記入すること。

表３-８　ＴＳ等光波方式による計測のその他管理項目

| 分類・項目名 | | | | 記入内容 | データ表現 | 文字数 | 記入者 | 必要度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| サブフォルダ情報※ | その他サブフォルダ名 | | | 作成したその他サブフォルダ名(ORG001～nnn)を記入する。 | 半角英数大文字 | 6 固定 | □ | ◎ |
| | その他サブフォルダ日本語名 | | | 「TS 出来形管理」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | その他資料情報※ | 資料名 | | 「TS 出来形管理資料」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | オリジナルファイル情報※ | シリアル番号 | シリアル番号は 1 より開始する。電子媒体を通して、一連のまとまった資料についてユニークであれば、中抜けしてもよい。2 番目を、“00002”の様に 0 を付けて表現してはいけない。 | 半角数字 | 5 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル名 | オリジナルファイル名を拡張子を含めて記入する。 | 半角英数大文字 | 12 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル日本語名 | 「TS 施工管理データmm」と記入する。<br>mm：英数字 2 文字 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報 | 格納したオリジナルファイルの作成ソフトウェア名とバージョン情報を記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル内容 | オリジナルファイルの内容、もしくはオリジナルファイルに示されていることを記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | その他 | 受注者説明文 | 受注者側で特記すべき事項がある場合は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 発注者説明文 | 発注者側で特記すべき事項がある場合(発注者から指示を受けた場合)は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 予備 | 「TS 等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)平成〇〇年〇〇月」と記入 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| ソフトメーカー用 TAG | | | | ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数記入可) | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | ▲ | △ |

全角文字と半角英数字が混在している項目については、全角の文字数を示しており、半角英数字２文字で全角文字１文字に相当する。表に示している文字数以内で記入する。

「その他サブフォルダ日本語名」、「資料名」、「オリジナルファイル日本語名」で用いられて

いる「ＴＳ」は半角英数大文字で記載すること。また、「予備」で用いられている括弧及び数字は、半角英数字で記載すること。

【記入者】□：電子成果品作成者が記入する項目。

▲：電子成果品作成支援ツール等が固定値を自動的に記入する項目。

【必要度】◎：必須記入。

○：条件付き必須記入。（データが分かる場合は必ず記入する）

△：任意記入。原則として空欄。特記すべき事項があれば記入する。

※複数ある場合にはこの項を必要な回数繰り返す。

表３－８　その他管理項目の「その他サブフォルダ日本語名」、「オリジナルファイル情報」及び「予備」の【必要度】については、「工事完成図書の電子納品等要領　平成 22 年９月」と異なり、本管理要領（案）では◎（必須記入）としているので注意すること。

「オリジナルファイル日本語名」の通し番号（ｍｍ）は、01 からの連番を原則とするが、やむを得ない理由である場合は中抜け（欠番）してもよい。

「予備」には、本管理要領（案）のタイトル名を発行年月まで記入すること。

その他管理ファイル（OTHRS.XML）の出力例を以下に示す。

四角囲いのゴシック強調表記は、本管理要領（案）で規定している記入例、ゴシック強調表記は出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように具体的に記入することが望ましい項目を示している。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE othrsdata SYSTEM "OTHRS05.DTD">
<othrsdata DTD_version="05">
  <サブフォルダ情報>
   <その他サブフォルダ名>ORG001</その他サブフォルダ名>
    <その他サブフォルダ日本語名>TS 出来形管理</その他サブフォルダ日本語名>
     <その他資料情報>
      <資料名>TS 出来形管理資料</資料名>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>1</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG01_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 01</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>○○線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>2</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG02_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 02</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>□□線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
     <その他>
      <受注者説明文>△△△</受注者説明文>
      <発注者説明文>☆☆☆</発注者説明文>
      <予備> TS を用いた出来形管理要領(舗装工事編)平成○○年○○月</予備>
```

```
        </その他>
        </その他資料情報>
    </サブフォルダ情報>
    <ソフトメーカー用 TAG>ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数入力可)</ソフトメーカー用
    TAG>
</othrsdata>
```

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| | 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|---|
| 面管理 | ＴＬＳ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | 地上移動体搭載型ＬＳ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＴＳ（ノンプリズム方式） | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-6　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| | ＴＳ等光波方式 | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-8　路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法<br>参考資料-9　計測点群データを用いた平坦性算出 |
| | TS 等光波方式（地上移動体搭載型プリズムを使用する場合） | 参考資料-11　地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| 断面管理 | ＴＳ等光波方式 | 参考資料-3　基本設計データチェックシート |
| 面管理・断面管理 | ＴＳ等光波方式（傾斜補正機能付きプリズムを使用する場合） | 参考資料-10　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）(案)」(国土交通省)
8)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）(案)」(国土交通省)
9)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）(案)」(国土交通省)
10)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）(案)」(国土交通省)

## 参考資料-2　３次元設計データチェックシート

（様式 3-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、法長は正しいか？ | |
| ５）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～４）の幾何形状と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-3　基本設計データチェックシート

（様式 3-2）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# 基本設計データチェックシート

| 項　目 | 対象 | 内　　容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| 1）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| 2）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| 3）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| 4）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・幅・基準高は正しいか？ | |
| | | ・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-4　ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるＴＬＳの測定精度を確認するために、高さ方向の精度確認については、１㎡以下の検査面を現場に設置し、ＴＳ等で計測した検査面の高さを比較する精度確認試験を行う。平面方向の計測性能については、受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離以上の範囲に既知点を２箇所（10m 以上離れた箇所）以上に配置し、既知点の距離とＴＬＳによる計測結果から求められる点間距離を比較する精度確認試験を行う。

【鉛直方向の測定精度】

アスファルト舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | ±20mm 以内 |
| 下層路盤表面 | ±10mm 以内 |
| 上層路盤表面 | ±10mm 以内 |
| 基層・中間層表面 | ±4mm 以内 |
| 表層表面 | ±4mm 以内 |

コンクリート舗装

| | |
|---|---|
| 路床表面 | ±20mm 以内 |
| 下層路盤表面 | ±10mm 以内 |
| 粒度調整路盤表面 | ±10mm 以内 |
| セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 | ±10mm 以内 |
| アスファルト中間層表面 | ±4mm 以内 |
| コンクリート舗装版表面 | ±4mm 以内 |

【平面方向の測定精度】

アスファルト舗装

| | |
|---|---|
| 標定点間距離Ｌ | 20mm 以内（路床・下層路盤・上層路盤表面） |
| | 10mm 以内（基層・中間層・表層表面） |

コンクリート舗装

| | |
|---|---|
| 標定点間距離Ｌ | 20mm 以内（路床・下層路盤・粒度調整路盤・セメント(石灰・瀝青)安定処理表面） |
| | 10mm 以内（アスファルト中間層・コンクリート舗装版表面） |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

鉛直方向の計測性能については、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、点群密度が 100 点以上得られ、かつＴＬＳで計測を行う最大距離付近１箇所に１㎡以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、検査面の高さとＴＬＳを用いて計測した結果から得られる高さを比較し、測定精度以内であることを確認する。検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法又は、検査面の四隅をＴＳ（平面方向）とレベル（鉛直方向）で計測し、四隅の高さの平均値もしくは内挿補完等により高さを求める方法で実施する。検査面は、勾配変化の少ない平坦な箇所を選定し設置すること。

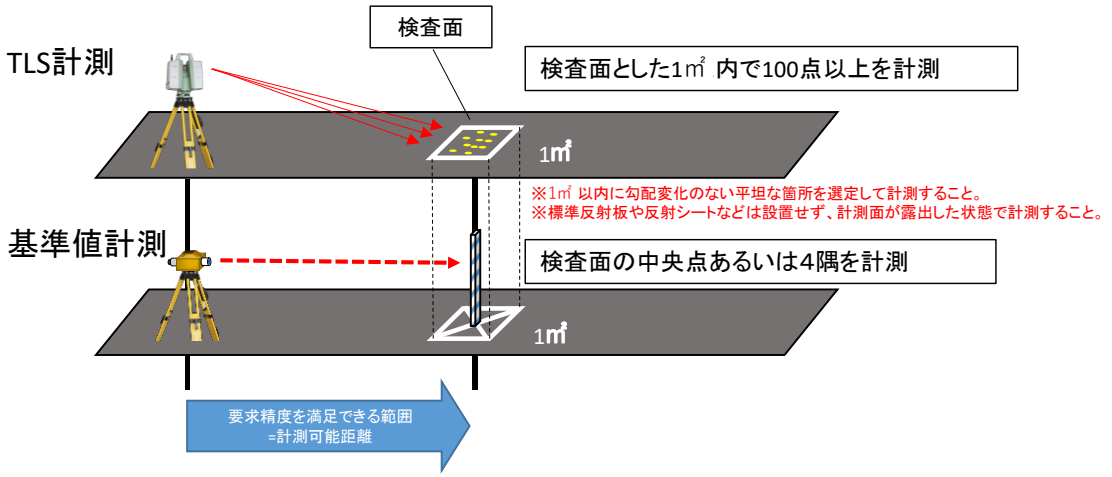



図３－５２　精度確認試験の配置イメージ図

平面方向の測定精度については、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、図３－５３のようにＴＬＳで計測を行う最大距離付近及びそれ以上離れた位置に 10m 以上離れた２つ以上の既知点を設置する。

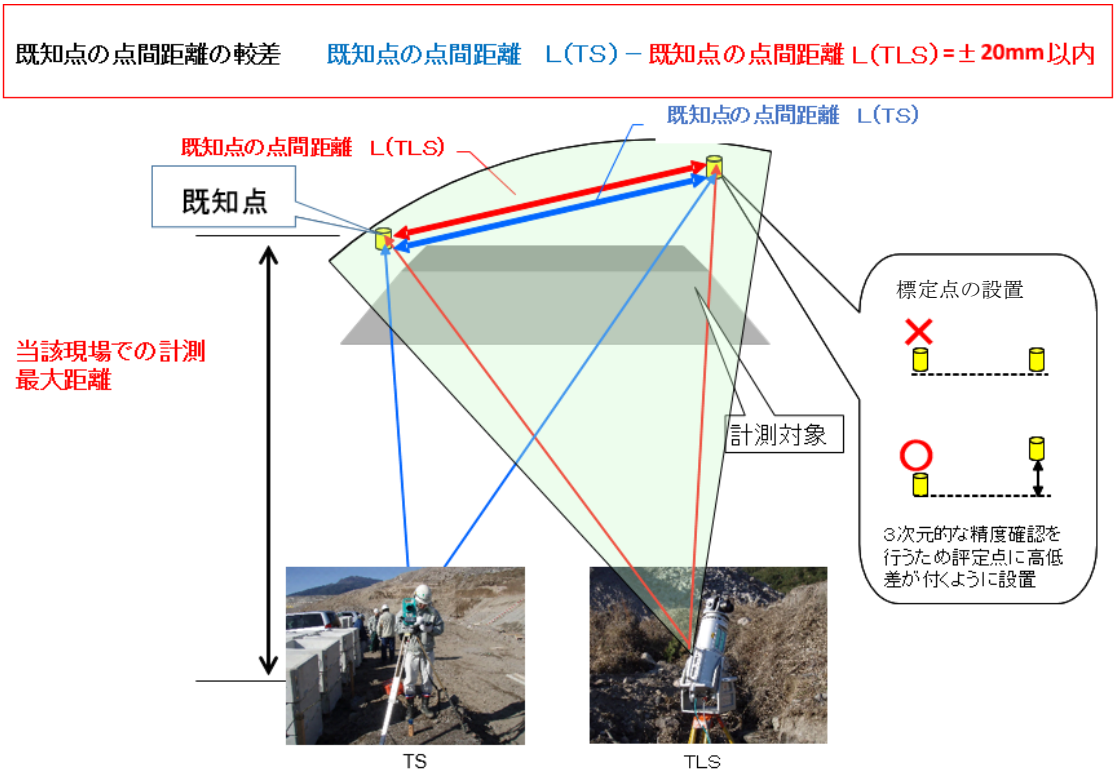



図３－５３　精度確認試験の配置イメージ図

# ＴＬＳの事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、ＴＬＳ本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

## ２．実施方法

①現場での実施方法（鉛直方向の測定精度の確認）

点群密度が 100 点以上得られ、かつＴＬＳで計測を行う最大距離付近１箇所に１㎡以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる検査面の高さとＴＬＳを用いて計測した結果から得られる高さを比較し測定精度以内であることを確認する。

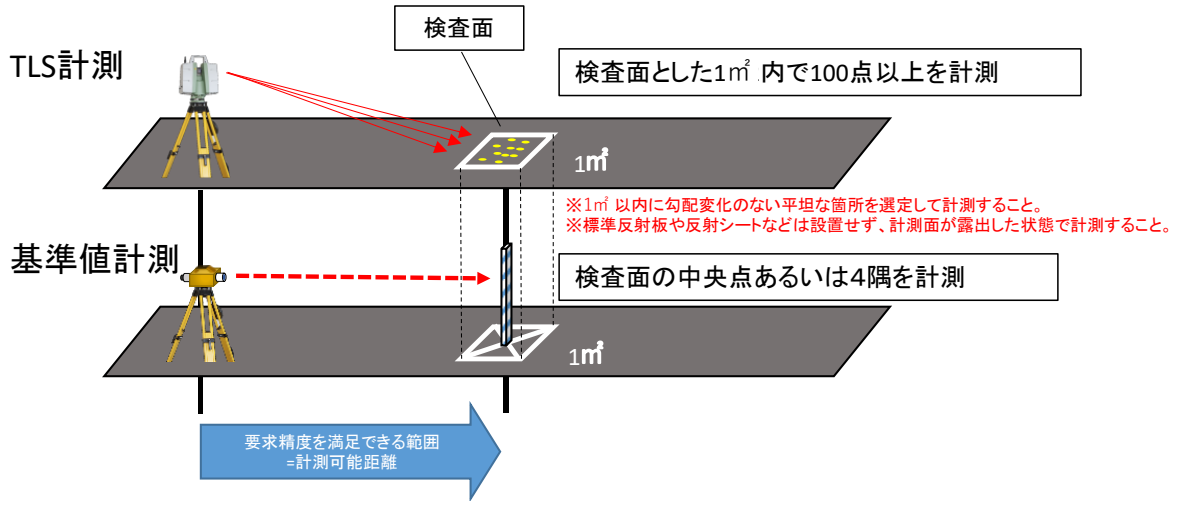



図３-５４　ＴＬＳの精度確認方法

②現場での実施方法（平面方向の測定精度の確認）

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２箇所以上の既知点を設置し、ＴＬＳによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

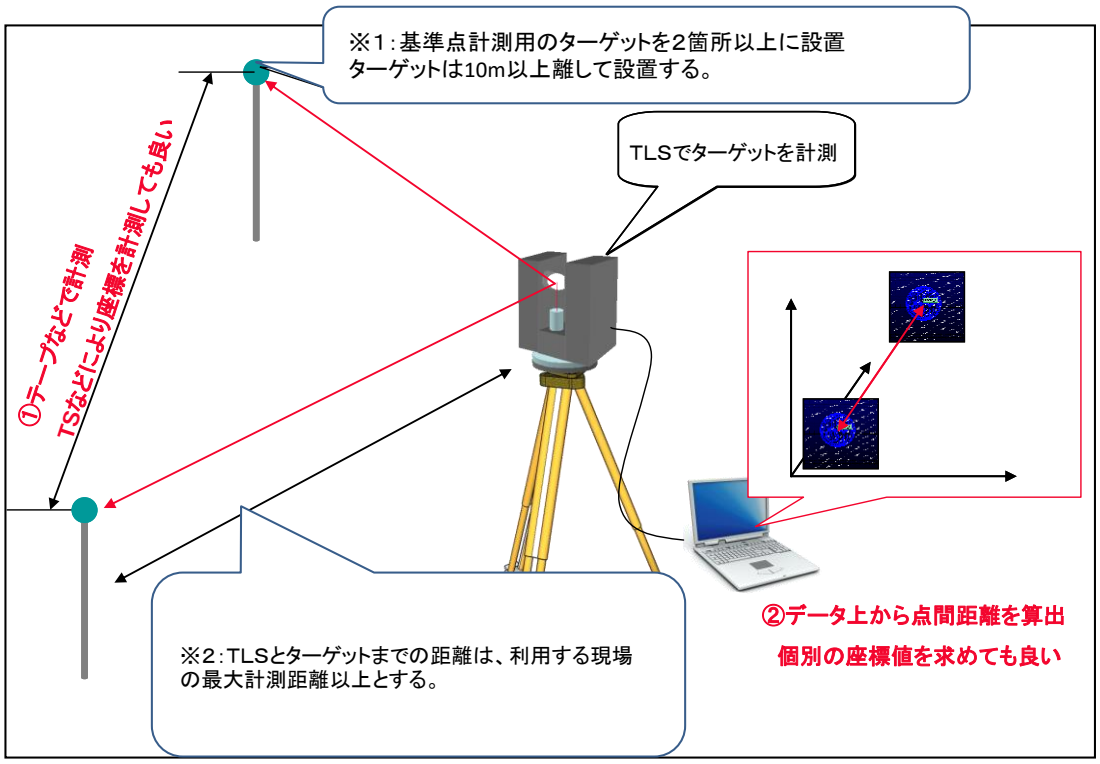



図３－５５　ＴＬＳと既知点の設置

③事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に設置し、精度内であることを確認する。

３．検査面の検測

①鉛直方向の測定精度の検測

検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法又は、検査面の四隅をＴＳ（平面方向）とレベル（鉛直方向）で計測し、四隅の高さの平均値もしくは内挿補完等により高さを求める方法で実施する。

②平面方向の測定精度の検測

設置した検査点（基準点）をＴＳあるいはテープで計測する。

４．評価基準

①鉛直方向の測定精度の評価基準

ＴＬＳ計測結果をレベルによる計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表３-９　精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 「ＴＬＳ計測結果－レベル計測結果」の平均値又は最頻値 | アスファルト舗装<br>路床表面　±20㎜以内<br>下層路盤表面　±10㎜以内<br>上層路盤表面　±10㎜以内<br>基層・中間層表面　±4㎜以内<br>表層表面　±4㎜以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20㎜以内<br>下層路盤表面　±10㎜以内<br>粒度調整路盤表面　±10㎜以内<br>セメント（石灰・瀝青）安定処理表面<br>±10㎜以内<br>アスファルト中間層表面<br>±4㎜以内<br>コンクリート舗装版表面<br>±4㎜以内 | 検査面は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

②平面方向の測定精度の評価基準

ＴＬＳ計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表３-１０　精度確認試験での平面方向の精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 「ＴＬＳ計測結果－従来手法による計測結果」 | アスファルト舗装<br>20㎜以内（路床・下層路盤・上層路盤表面）<br>10㎜以内（基層・中間層・表層表面）<br>コンクリート舗装<br>20㎜以内（路床・下層路盤・粒度調整路盤・セメント(石灰・瀝青)安定処理表面）<br>10㎜以内（アスファルト中間層・コンクリート舗装版表面） | 検査点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。<br>検査点間は10m以上の離隔を確保する。 |

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 3-3）

# 事前精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）レーザー測量

精度　太郎　印

（１）試験概要

<table>
<tr><td colspan="2">精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＴＬＳ420<br>測定装置の製造番号：R00891</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td colspan="2">検証機器（標定点を計測する測定機器）</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>①鉛直方向の測定精度の精度確認方法</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td></td><td>②平面方向の測定精度の精度確認方法</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td colspan="2">測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）レーザー測量<br>社内　資材ヤードにて</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td colspan="2">精度確認方法</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>①鉛直方向の測定精度の精度確認方法<br>・検査面の中心高さ</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td>②平面方向の測定精度の精度確認方法<br>・既知点の座標間距離</td></tr>
</table>

（２）精度確認試験結果（鉛直方向）

①レベルによる検査面の確認

計測方法：検査面の中心　or　検査面の四隅

計測結果：8.080m

②ＴＬＳによる確認

計測結果：8.081m

③差の確認（鉛直方向の測定精度）

対象工種：表層

計測距離：30m

| | ＴＬＳの計測結果による高さ（z’）<br>－<br>検査面の高さ（ｚ） | 判定 |
|---|---|---|
| 計測距離 30m の測定精度 | **8.081m－8.080m　＝ 0.001m（1mm）** | **合格（基準値 4mm 以内）** |

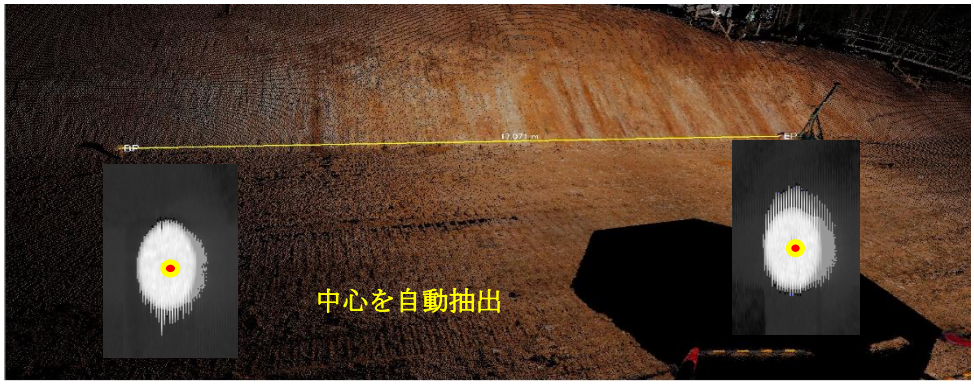
（３）精度確認試験結果（平面方向）

①テープによる検査点の確認

計測方法：テープ　or　ＴＳによる座標間距離　or　ＴＳによる座標値計測

計測結果：17.070m

②ＴＬＳによる確認




| ＴＬＳによる既知点の点間距離（L’） | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | x | y | z | 点間距離 |
| １点目 | 44044.700 | -11987.621 | 17.870 | 17.071m |
| ２点目 | 44060.775 | -11993.355 | 17.502 | |

③差の確認（測定精度）

ＴＬＳの計測結果による点間距離（L’）― テープによる実測距離（L）

**17.071m－17.070m　＝ 0.001m（1mm）；合格（基準値 20mm 以内）**

## 参考資料-5　地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

地上移動体搭載型ＬＳの測定精度を確認するために、受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離の位置に１㎡以下の検査面、平面位置が特定できるターゲットを１箇所以上配置し、高さ精度と平面位置の精度確認試験を行う。

高さ方向及び平面方向の精度確認については、１㎡以下の検査面をＴＳ等で計測した検査面の高さ、平面位置を比較する。

【高さ方向の測定精度】

| | |
|---|---|
| 起工測量 | ±20㎜ 以内 |
| 路床表面 | ±20㎜ 以内 |
| 下層路盤表面 | ±10㎜ 以内 |
| 上層路盤表面 | ±10㎜ 以内 |
| 基層表面 | ±4㎜ 以内 |
| 表層表面 | ±4㎜ 以内 |

【平面方向の測定精度】

検証点較差Ｌ　10㎜ 以内（$L=\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2}$）

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

高さ方向の精度確認は、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、点群密度が 100 点以上得られ、かつ地上移動体搭載型ＬＳで要求精度を満たすことができる計測可能な最大距離に１㎡以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、検査面の高さと地上移動体搭載型ＬＳを用いて計測した結果から得られる高さが測定精度以内であることを確認する。検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法（検査面が水平な場合）や、検査面の四隅をＴＳ及びレベルで計測し検査面に対する各点の鉛直較差の平均値あるいは最頻値にて確認する。検査面は、一様な勾配の平坦な箇所を選定し設置すること。平面方向の精度確認は、受注者は、高さ方向の精度確認試験と同じ位置付近に水平位置が特定できる検証点を配置する。なお、測定精度の確認は、地上移動体搭載型ＬＳを用いて計測した結果から得られる検証点の平面位置が測定精度以内であることを確認する。検証点の平面位置はＴＳにより計測する。検証点の形状は、地上移動体搭載型ＬＳの計測結果から検証点端部を推定できるものとすること。

【a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの場合】　　【b. モービルマッピングシステムの場合】

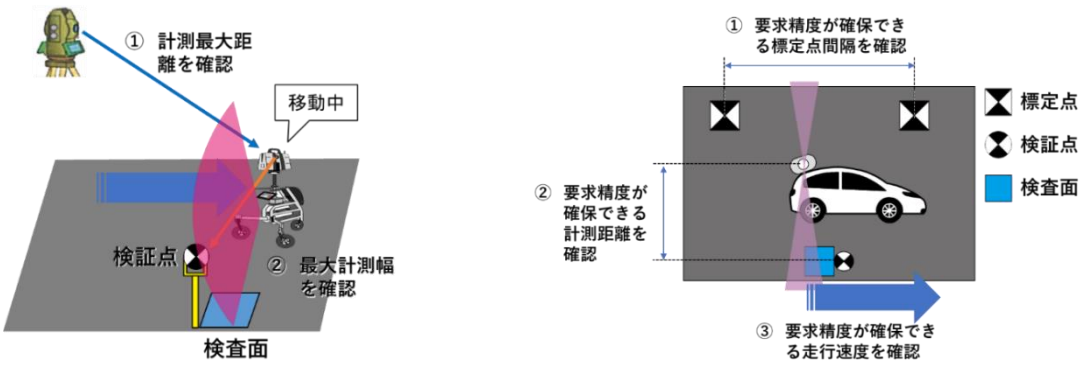



図３-５６　精度確認試験の配置イメージ図

# 地上移動体搭載型ＬＳの事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．適用

地上移動体搭載型ＬＳシステムは、地上移動体の位置と搭載されるレーザースキャナーの組合せにより、対象地形の３次元点群を得る技術である。また、本技術は新たな技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化している。このため、現状では同一の精度管理手法ではなく、システムごとに精度管理方法を定めることが計測効率の確保に寄与すると考えられる。

そこで、本手順書では起工測量及び出来形計測作業の精度確保と効率的な実施の実現に向けて、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を定める試験方法として位置づけている。

## ２．精度確認の実施方法

### 1）計測条件の設定

#### ①主要な機器構成とシステム概要

地上移動体と搭載するレーザースキャナーを用いて３次元座標点群を求める仕組みについて主要な機器構成と計測の仕組みを明記する。仕組みについては、地上移動体の位置及び姿勢を特定する方法と、レーザースキャナーで得られる相対位置と地上移動体の位置と姿勢を組合せる際の流れが解る内容とすることに留意する。主要な機器構成とシステム概要は、試験結果に添付する（添付様式－１）。

#### ②主要な構成機器の精度

上記の仕組みの主要な構成機器の測定精度について記載する。主要な機器構成は、移動体本体と搭載されるレーザースキャナー本体とし、各構成について明記すること（添付様式－１）。

a）地上移動体本体

地上移動体の位置及び姿勢を確定する機器の仕様と精度を記載する。

b）レーザースキャナー本体

地上移動体に搭載するレーザースキャナーの仕様と精度を記載する。

#### ③計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。計測手順は計測マニュアルとして試験結果に添付する（添付様式－２）。

#### ④計測範囲の設定

レーザースキャナーの搭載高さから想定される路面上に対して、所定の密度（100 点以上／１㎡）及び測定精度を確保できる距離を設定する。

#### ⑤最大計測距離の設定（測定精度が最も不利な条件の設定）

地上移動体搭載型ＬＳシステムが適正に稼動している状態で、地上移動体の自己位置及び姿勢の測定精度が最も不利となる条件を設定する。

### 2）精度確認

#### ①鉛直精度

上記 1）で設定した計測範囲と最大計測距離から、地上移動体搭載型ＬＳシステムが適正に稼動している状態で得られる３次元点群の精度が最も不利となる位置付近に１㎡以下の検査面を

設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる検査面の高さと地上移動体搭載型ＬＳを用いて計測した結果から得られる高さを比較し測定精度以内であることを確認する。

②水平精度

鉛直精度の確認箇所付近に平面位置が特定できるターゲット（中心位置を特定できるターゲットあるいは特定の平面位置の推定が可能な立体物とする）を配置し、地上移動体搭載型ＬＳを用いて計測した結果から得られる平面位置との較差を確認する。平面方向の較差は 10㎜ 以内とする。

【a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの場合】　　【b. モービルマッピングシステムの場合】

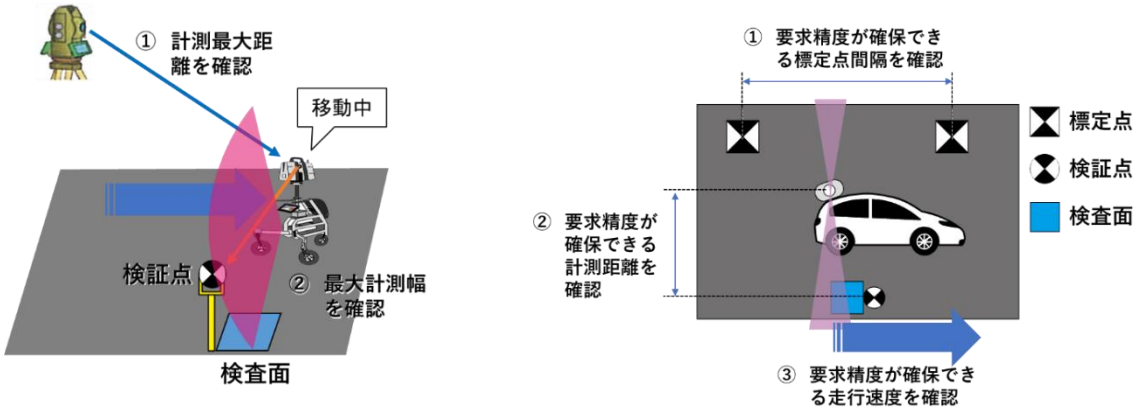



図３－５７　精度検証の方法

３．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。また、地上移動体搭載型ＬＳについては、定期点検や精度確保の公的な制度が規定されていないことから、暫定案として利用の 12 か月以内に実施することとする。

４．検査面及び平面検証点の検測

①鉛直方向の測定精度の検測

検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法や、検査面の四隅をＴＳ及びレベルで計測し、四隅の高さの平均値や内挿補完等により高さを求める方法（高さはレベルで計測）で実施する。

②平面検証点の検測

平面方向の測定精度を検証するために設置した検査点について、ＴＳを用いて計測する。その場合、計測距離の制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする。

５．評価基準

計測結果をレベル及びＴＳによる計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表３-１１　精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備　　考 |
|---|---|---|
| 平均高さ | アスファルト舗装<br>路床表面　±20㎜以内<br>下層路盤表面　±10㎜以内<br>上層路盤表面　±10㎜以内<br>基層・中間層表面　±4㎜以内<br>表層表面　±4㎜以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20㎜以内<br>下層路盤表面　±10㎜以内<br>粒度調整路盤表面　±10㎜以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面　±10㎜以内<br>アスファルト中間層表面　±4㎜以内<br>コンクリート舗装版表面　±4㎜以内 | ※1：検査面は測定精度の面で最も不利な条件となる位置に配置する。<br>※2：検査面は１㎡以下とし、100点以上の点密度を得られること。 |
| 平面較差 | 検証点較差　L<br>$(L=\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2})$<br><br>アスファルト舗装<br>20㎜以内（路床表面、下層路盤表面、上層路盤表面）<br>10㎜以内（基層・中間層表面、表層表面）<br>コンクリート舗装<br>20㎜以内（路床表面、下層路盤表面、粒度調整路盤表面、セメント（石灰・瀝青）安定処理表面）<br>10㎜以内（アスファルト中間層表面、コンクリート舗装版表面） | ※1：同上<br>※2：検証点は、平面位置を特定できるターゲットあるいは、平面位置を点群から推定可能な立体物の端部とする。 |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

６．実施結果の記録

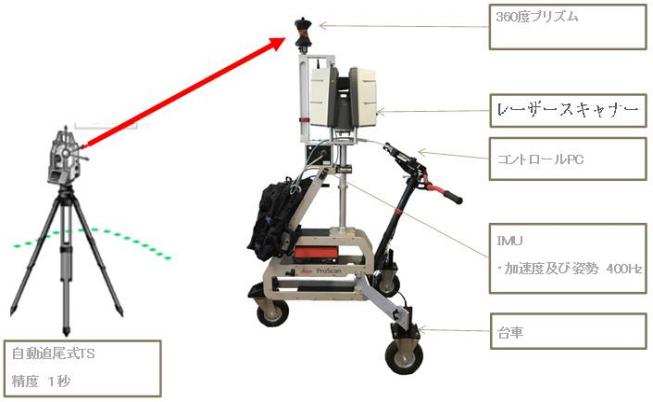
精度確認の実施結果を記録・提出する。

（添付様式－１）

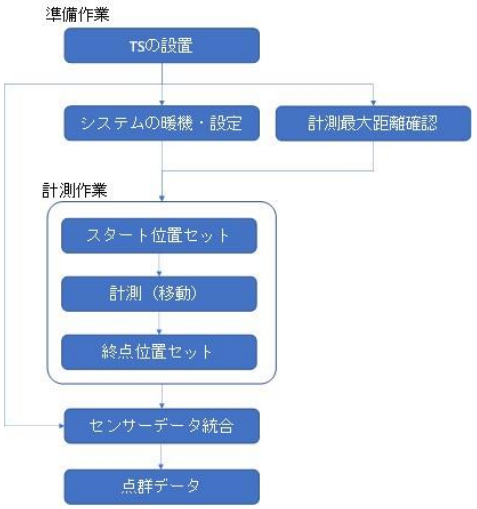
主要機器の構成及びシステム概要（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの場合）

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。




本体以外　　地上移動体搭載型ＬＳ本体




計測フロー

②主要機器の精度

②－１：地上移動体本体

| 搭載するＬＳ本体 | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 名称：２Ｄレーザースキャナー<br>機種：SS20<br>型番：234091 | 計測可能距離　○○m<br>精度　±　○○mm | |
| 自己位置の計測装置① | 計測性能 | |
| 名称：３軸ＩMU<br>機種：ABC3<br>型番：201154 | 水平精度：　秒　　分可能　　Hz<br>鉛直精度：　秒　　分解能　　Hz | |

②－２：地上移動体本体以外の測位技術

| 自己位置の計測装置② | 計測性能 | 備考 |
|---|---|---|
| 機種：ＡＡ100<br>型番：――――<br>（汎用品のため記載無し）<br>校正年月日<br>：令和○○年○○月○○日<br>（㈱○○光学機械） | 水平精度：　秒<br>鉛直精度：　秒<br>追尾速度：　Hz | 移動体本体以外の測量方法については、別途メーカーが行う定期点検結果により性能補償が可能な場合は、型式として掲載できる。 |

主要機器の構成及びシステム概要（b. モービルマッピングシステムの場合）

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを掲載する。

②主要機器の精度

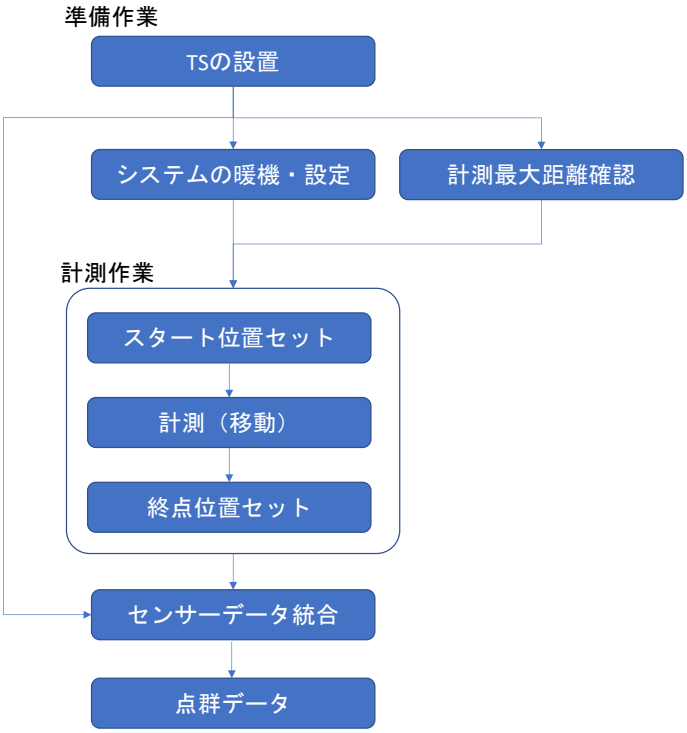
| | | | |
|---|---|---|---|
| ＧＮＳＳ | 周波数及び台数 | ２周波×２台 | |
| ＩMU | 姿勢精度 | ロール、ピッチ角：○○deg<br>ヘッディング：○○deg | |
| 走行軌跡 | 計測レート | ○○Hz/sec | |
| カメラ | 個数・解像度 | ○個（○Mpixel） | |
| | カラー | Grey | |
| レーザー | 垂直解像度 | ○○deg | |
| | 視野角度 | ○○° | |
| | 取得点数 | ○○万点/sec | |
| | 最大距離 | ○○m | |
| | スキャン速度 | ○○回転/sec | |
| | 反射輝度の取得 | 可 or 不可 | |
| | ビーム径 | ○mm | |
| | ビームクラス | クラス○ | |
| 精度 | 車両自己位置の正確度 | 水平○m、高さ○m | |
| | レーザー点群の位置正確度 | ○mm（GNSS 受信時） | |
| その他 | | | |

（添付様式－２）

計測の手順と留意事項（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの例）

①計測手順

フロー




②計測の留意点

移動体の点検

□計測前に車輪・プリズム・スキャナー本体・ＩＭＵの取り付けに緩みがないか確認

□・・

計測時の留意点

□定期的に自己位置を補正するための静止観測を入れる。

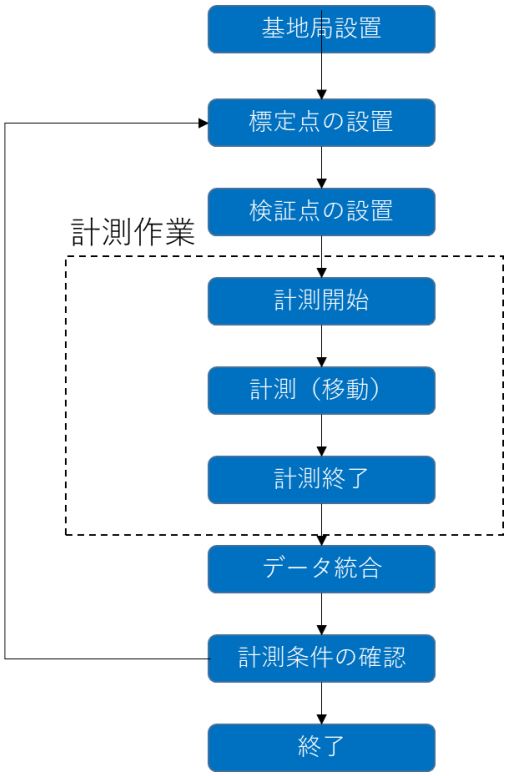
□・・

| ③計測マニュアルの作成・添付<br>上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。 | □有り |
|---|---|

計測の手順と留意事項（b. モービルマッピングシステムの例）

①計測手順

フロー




②計測の留意点

移動体の点検

□計測前に車体・スキャナー本体・ＧＮＳＳ・ＩＭＵの取り付けに緩みがないか確認

□・・

計測時の留意点

□衛星数の確認

□ＧＮＳＳの受信状態（ＤＯＰ値）の確認

□・・

| ③計測マニュアルの作成・添付<br>上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。 | □有り |
|---|---|

（様式 3-4a）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：㈱○○測量
精度　次郎　印

（１）試験概要（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの例）

<table>
<tr><td>精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ<br>装置名称　　：<br>主要構成機器：<br>（添付様式－１に記載のとおり）</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td>検証機器（真値を計測する測定機器）<br>①検証面の高さ<br>レベル：<br>（検定済み）<br>②検証面及び検証点の平面座標<br>ＴＳ：<br>（検定済み）</td><td>写真<br> <br> </td></tr>
<tr><td>測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１２℃<br>測定場所：（一社）○○<br>構内試験ヤードにて<br>検証機器と既知点の距離：約○○ｍ</td><td>写真<br> <br> </td></tr>
<tr><td>精度確認方法<br>・地上移動体搭載型ＬＳと真値座標の較差</td><td></td></tr>
</table>

（様式 3-4b）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：㈱○○測量
精度　次郎　印

（１）試験概要（b. モービルマッピングシステムの例）

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ<br>装置名称　　：<br>主要構成機器：<br>（添付様式－１に記載のとおり） | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>①検証面の高さ<br>レベル：<br>（検定済み）<br>②検証面及び検証点の平面座標<br>ＴＳ：<br>（検定済み） | 写真<br> <br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１２℃<br>測定場所：（一社）○○<br>構内試験ヤードにて<br>検証機器と既知点の距離：約○○ｍ | 写真<br> <br> |
| 精度確認方法<br>・地上移動体搭載型ＬＳと真値座標の較差 | |

（２）試験条件（a. 自動追尾式ＴＳとの連動ＬＳの例）

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅及び計測範囲の条件

※地上移動体搭載型ＬＳを用いた計測において、要求精度に対して最も不利となる条件を設定すること。

本システムは、地上移動体に搭載したＬＳにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位は自動追尾ＴＳとＩＭＵの組合せにより求める。

このことから、本システムでは自動追尾ＴＳから最大距離（条件１）、進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件２）によっては、最も測定精度が不利となる。

現場計測においても、本条件の範囲内で計測を行う。

＜条件１＞

・本システムは、自動追尾式ＴＳによる自己位置とＩＭＵによる方位推定から対象路面の座標値を求める仕組みである。測定精度が最も低下する条件は、自動追尾式ＴＳから最も距離が遠くなる位置である。

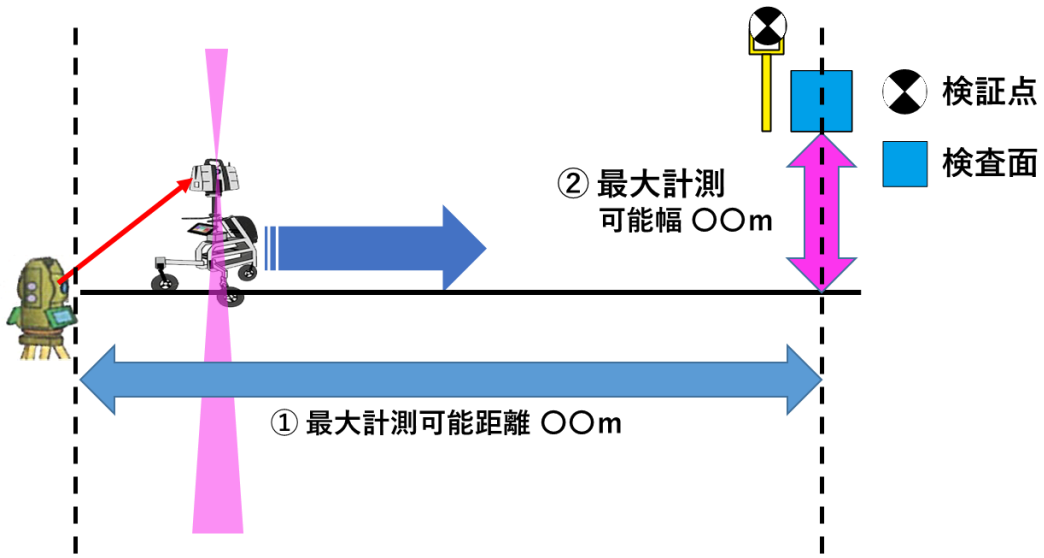
要求精度（鉛直±４㎜、水平 10㎜）に対しては最大計測可能距離○○ｍ以内とする。

＜条件２＞

・本システムは舗装面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。

・このため本体から、真横方向で所定の測定精度が得られる計測時の最大幅の位置に検査面を設置する。

要求精度（鉛直±４㎜、水平 10㎜）に対しては移動体の真横方向に対して最大計測幅○○ｍ以内とする。




精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

（２）試験条件（b. モービルマッピングシステムの例）

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅及び計測範囲の条件

※地上移動体搭載型ＬＳを用いた計測において、要求精度に対して最も不利となる条件を設定すること。

本システムは、車載したＬＳにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位はＧＮＳＳとＩＭＵの組合せにより求める。

このことから、本システムでは、計測結果の水平位置、標高を調整するための標定点の設置間隔（条件１）及び進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件２）、進行方向の走行速度（条件３）によっては、最も測定精度が不利となる。

現場計測において本条件の範囲内で計測を行う。

＜条件１＞

・本システムは水平位置、標高を調整するための標定点において、ＧＮＳＳ衛星の受信数やＤＯＰ値などを参照してＧＮＳＳ衛星の受信障害がない場合を条件に現場状況に応じて適切な間隔で配置する。

要求精度（鉛直±４㎜、水平 10㎜）に対しては、○○ｍに２点以上設置する。

＜条件２＞

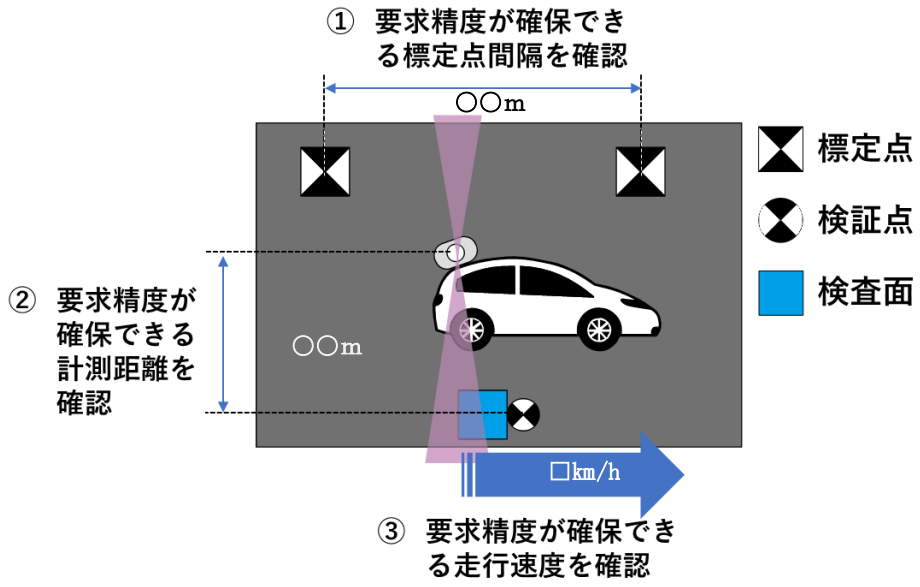
・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

要求精度（鉛直±４㎜、水平 10㎜）に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅○○ｍ以内とする。

＜条件３＞

・本システムは、車の走行速度が速いほど進行方向の点群密度が粗くなる。

要求精度（鉛直±４㎜、水平 10㎜）に対しては、時速○○km/h で走行する。

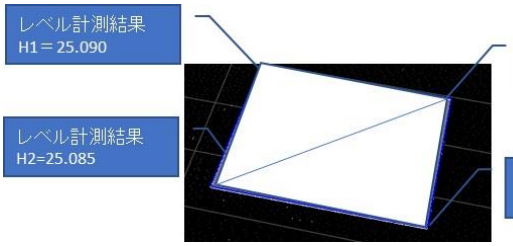



精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること

（３）精度確認試験結果

①検査面の計測結果



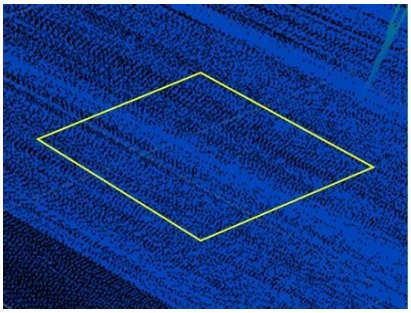

| 点 | 平面位置(TS計測結果) |
|---|---|
| H1 | (100.000,100.000) |
| H2 | (100.000,101,000) |
| H3 | (101.000,101.000) |
| H4 | (101.000,100.000) |

②検証点の計測結果

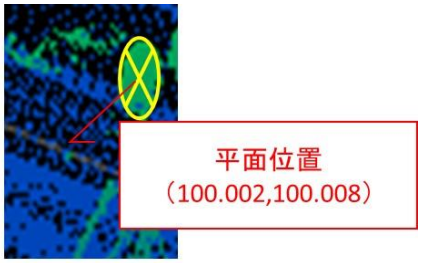
| | 平面位置（TS計測結果） |
|---|---|
| 検証点の真値 | (100.000,100.000) |

③地上移動体搭載型ＬＳによる計測結果

検査面の結果

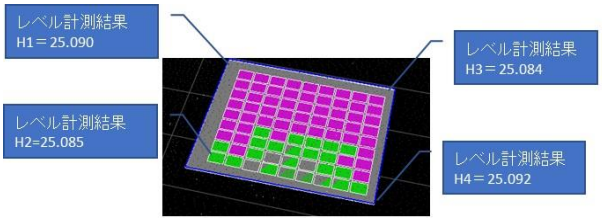


検証点の結果




④差の確認

検査面の結果




| 移動体搭載型TLSの結果 | 判定基準 | 合否 |
|---|---|---|
| n=100 | n＝100以上 | 合格 |
| 平均＝2.4mm | 要求精度　4mm以下 | 合格 |
| 最大：3mm<br>最小：-2mm<br>σ：2.43 | － | － |

検証点の結果

| | 平面位置 | 判定基準 | 合否 |
|---|---|---|---|
| 検証点の真値 | (100.000,100.000) | | |
| 地上移動体搭載型ＬＳの結果 | (100.002,100.008)<br>$R^2=2^2+8^2$<br>R＝8.25 | 距離差10mm以下 | 合格 |

## 参考資料-6　ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるＴＳ（ノンプリズム方式）の測定精度を確認するために、鉛直方向の精度確認については、現場に設定した２点以上の試験計測点について、ＴＳ（ノンプリズム方式）で計測した結果から得られる高さと、試験計測点の高さとを比較する精度確認試験を行う。

【鉛直方向の測定精度】

| アスファルト舗装 | | コンクリート舗装 | |
|---|---|---|---|
| 路床表面 | ±20㎜以内 | 路床表面 | ±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | ±10㎜以内 | 下層路盤表面 | ±10㎜以内 |
| 上層路盤表面 | ±10㎜以内 | 粒度調整路盤表面 | ±10㎜以内 |
| 基層・中間層表面 | ±4㎜以内 | セメント（石灰・瀝青）安定処理表面 | ±10㎜以内 |
| 表層表面 | ±4㎜以内 | アスファルト中間層表面 | ±4㎜以内 |
| | | コンクリート舗装版表面 | ±4㎜以内 |

【平面方向の測定精度】

検証点較差　Ｌ

$$（L=\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2}）$$

| アスファルト舗装 | | コンクリート舗装 | |
|---|---|---|---|
| 路床表面 | ±20㎜以内 | 路床表面 | ±20㎜以内 |
| 下層路盤表面 | ±20㎜以内 | 下層路盤表面 | ±20㎜以内 |
| 上層路盤表面 | ±20㎜以内 | 粒度調整路盤表面 | ±20㎜以内 |
| 基層・中間層表面 | ±10㎜以内 | セメント（石灰・瀝青）安定処理表面 | ±20㎜以内 |
| 表層表面 | ±10㎜以内 | アスファルト中間層表面 | ±10㎜以内 |
| | | コンクリート舗装版表面 | ±10㎜以内 |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

受注者は、実際に使用する計測機器本体から計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の試験計測点を設定し、鉛直精度については、試験計測点の高さとＴＳ（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる高さを比較し、その差が鉛直方向の測定精度以内であることを確認する。試験計測点の高さはレベルで計測する。平面精度については、試験計測点の平面位置とＴＳ（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる平面位置を比較し、その差が平面方向の測定精度以内であることを確認する。試験計測点の計測はＴＳで計測する。

# ＴＳ（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、ＴＳ（ノンプリズム方式）本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

## ２．実施方法

①現場での実施方法（鉛直方向の測定精度の確認）

ＴＳ（ノンプリズム方式）で計測を行う最大距離以上となる位置に試験計測点を２点設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、計測点が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる試験計測点の高さとＴＳ（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる高さを比較し測定精度以内であることを確認する。

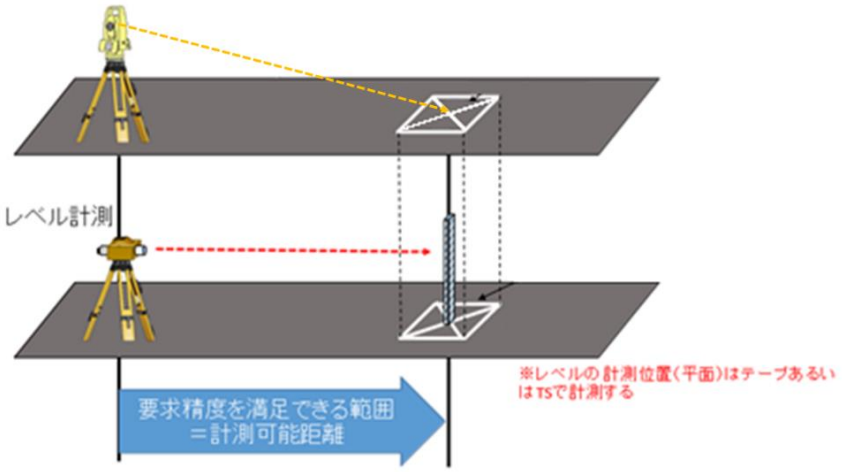



図３-５８　ＴＳノンプリズム方式）の鉛直方向の精度確認方法

②現場での実施方法（平面方向の測定精度の確認）

ＴＳ（ノンプリズム方式）で計測を行う最大距離以上となる位置に試験計測点を２点設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、計測点が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる試験計測点の平面位置とＴＳ（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる平面位置を比較し測定精度以内であることを確認する。

ＴＳ（ノンプリズム方式）による計測は、下記手順にて実施する。

・プリズム方式による計測完了後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせて、ピンポール先端（石づき等）に合わせる。
・ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式にて３次元座標を計測する。

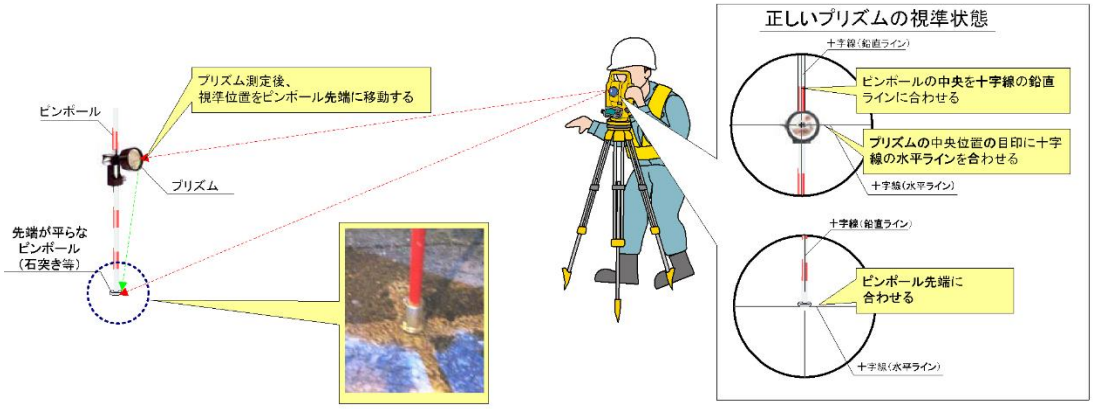



図３-５９　ＴＳ（ノンプリズム方式）の平面方向の精度確認方法

③事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様と計測対象に応じて、計測予定距離以上の距離に設置し、表３-１２の精度内であることを確認する。

３．試験計測点の検測

①鉛直方向の測定精度の検測

試験計測点の高さは、レベルで計測し高さを求める方法で実施する。

②平面方向の測定精度の検測

試験計測点の平面位置は、ＴＳで計測し平面位置を求める方法で実施する。

４．評価基準

①鉛直方向の測定精度の評価基準

ＴＳ（ノンプリズム方式）計測結果をレベルによる計測結果と比較し、その差が精度確認基準以内であることを確認する。

②平面方向の測定精度の評価基準

ＴＳ（ノンプリズム方式）計測結果をＴＳによる計測結果と比較し、その差が精度確認基準以内であることを確認する。

表３-１２　精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| 高さ | アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>上層路盤表面　±10mm 以内<br>基層・中間層表面　±4mm 以内<br>表層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±10mm 以内<br>セメント（石灰・瀝青）安定処理表面　±10mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装版表面　±4mm 以内 | 試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 |
| 平面較差 | 検証点較差　L<br>$(L=\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2})$<br><br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>上層路盤表面　±20mm 以内<br>基層・中間層表面　±10mm 以内<br>表層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±20mm 以内<br>セメント（石灰・瀝青）安定処理表面　±20mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装版表面　±10mm 以内 | 試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 |

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

５．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 3-5）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）レーザー測量

精度　太郎　印

（１）試験概要

| | | |
|---|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ＴＳ600<br>測定装置の製造番号：R00891 | | 写真<br> |
| 検証機器（標定点を計測する測定機器） | | |
| | ①鉛直方向の測定精度の精度確認方法 | 写真<br> |
| | ②平面方向の測定精度の精度確認方法 | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）レーザー測量<br>社内　資材ヤードにて | | 写真<br> |
| 精度確認方法 | | |
| | ①鉛直方向の測定精度の精度確認方法<br>・試験計測点の高さ | |
| | ②平面方向の測定精度の精度確認方法<br>・試験計測点の平面位置 | |

（２）精度確認試験結果（鉛直方向）

①レベルによる試験計測点の確認

計測方法：試験計測点の高さ

計測結果：１点目 8.080m、２点目 8.084m

②ＴＳ（ノンプリズム方式）による確認

計測結果：１点目 8.081m、２点目 8.082m

③差の確認（鉛直方向の測定精度）

対象工種：表層

計測距離：30m，50m

| | ＴＳ（ノンプリズム方式）の計測結果による高さ（ｚ’）－試験計測点の高さ（ｚ） | 判定 |
|---|---|---|
| １点目：計測距離 30m の測定精度 | 8.081m－8.080m ＝ 0.001m（1mm） | 合格（基準値 4mm 以内） |
| ２点目：計測距離 50m の測定精度 | 8.082m－8.084m ＝ -0.002m（-2mm） | 合格（基準値 4mm 以内） |

（３）精度確認試験結果（平面方向）

①ＴＳによる検査点の確認

| ＴＳによる既知点の点間距離（L） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | 点間距離 |
| １点目 | 44044.710 | -11987.615 | 17.060m |
| ２点目 | 44060.775 | -11993.355 | |

②ＴＳ（ノンプリズム方式）による確認

| ＴＳ（ノンプリズム方式）による既知点の点間距離（L’） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | 点間距離 |
| １点目 | 44044.700 | -11987.621 | 17.067m |
| ２点目 | 44060.775 | -11993.355 | |

③差の確認（測定精度）

対象工種：表層

計測距離：100m

ＴＳ（ノンプリズム方式）の点間距離（L’）― ＴＳの点間距離（L）

**17.067m－17.060m ＝ 0.007m（7mm）；合格（基準値 10mm 以内）**

## 参考資料-7　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるＴＳ等光波方式の測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の計測点を設定し、ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度±５㎜、鉛直精度±５㎜以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定し、ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

# 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を出来形計測に適用することができる。

## ２．実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定する。

②ＴＳによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをＴＳで視準し３次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により３次元座標を計測する。

## ３．評価基準

ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表３-１３　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の計測座標値の較差 | 平面座標　±５㎜以内<br>標高差　　±５㎜以内 | 現場内２箇所以上 |

## ４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 3-6）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ABC-123<br>測定装置の製造番号：ABC0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温１８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>構内道路改修工事にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（３級ＴＳ）

| 真値の計測結果（３級ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果

計測状況写真

| 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.722 | -11987.656 | 17.893 |
| ２点目 | 44060.802 | -11993.394 | 17.533 |

③差の確認（測定精度）

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果（x’, y’, z’）

― 真値の計測結果（x，y，z）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δx | Δy | Δz |
| １点目 | 0.002 | 0.001 | 0.003 |
| ２点目 | 0.005 | 0.004 | 0.003 |

**x成分（最大）＝0.005m（5mm）；合格（基準値±5mm以内）**

**y成分（最大）＝0.004m（4mm）；合格（基準値±5mm以内）**

**z成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±5mm以内）**

## 参考資料-8　路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法

本管理要領（案）を用いて出来形管理を行う場合、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）に規定されている、路盤工の出来形管理項目の“厚さ”の管理を“標高較差”で管理する。

現行の路盤工の“厚さ”の管理方法の代替として“標高較差”を管理する方法を下図に示す。

標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図を基に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した基本設計データに対する高さ（設計図を基に計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する。このとき、オフセット高さの定め方について監督職員に承諾を得ること（工事打合せ簿）。オフセット高さとは、設計図書を基に作成した３次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内での施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した３次元設計面に対する高さとの差のことである。目標高さ（下図③）は、直下層の目標高さ（下図①）に直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さ（下図②）を加えて定めた計測対象面の高さであり、その目標高さとＴＳによる出来形計測の標高値を比較し、標高較差を算出する。

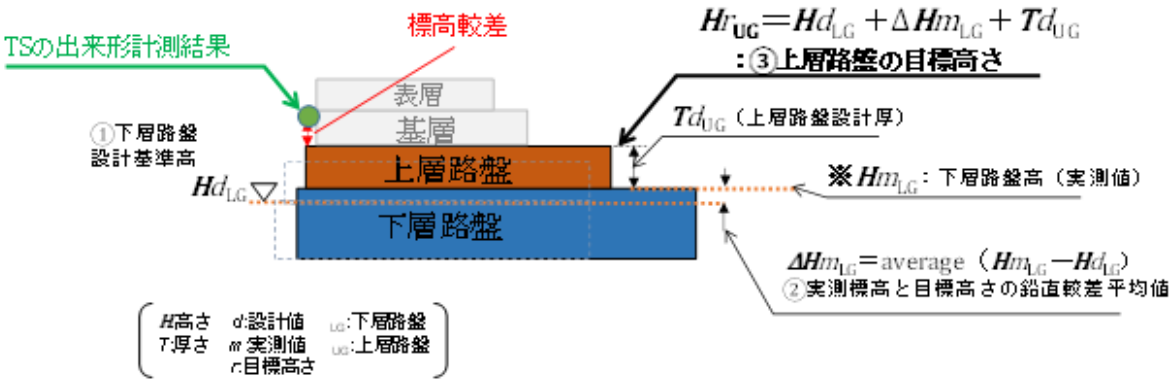



図３－６０　上層路盤の目標高さ

## 参考資料-9　計測点群データを用いた平坦性算出

計測点群データから平坦性を算出できるものとする。

従来法の３ｍプロフィルメーターなどでの測定方法を踏襲し、計測点群データにおいて車道中心線から１ｍ離れた計測ライン上にて、始点より延長 1.5m ごとの箇所を中心として直径 200mm の円形範囲内に入る点群を選択し、選択された点群の平均標高を当該箇所の標高値とする。計測ライン上で得られた延長 1.5m ごとの標高値を用いて以下の式により平坦性σを算出できる。

$$\sigma = \sqrt{\{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n\} / (n-1)}$$

ここで

σ：平坦性

ｘ：変位量（ｋ番目の標高値に対するｋ－１番目とｋ＋１番目の標高値の平均値との差分）

ｎ：変位量データ数

とする。

【解説】

・使用する点群は原則として不要箇所を除去した計測点群データを使用することとする。

・計測ラインは車道中心線から進行方向左右どちらかに１ｍ離れたラインとする。

・始点を測定一点目とし、その後延長 1.5m ごとに測定を行う。

・測定の始点は従来の３ｍプロフィルメーター計測にて後輪部分が位置する場所とする。

・各測定点では測定点を中心とした円形直径 200mm 以内に含まれる点群を選択し、選択された全点群データから標高値の平均値を算出する。それを各測定点で行う。

・各測定点の標高値から変位量ｘを算出する。ｋ番目の測定点における標高値を Hk とすると

$$x = Hk - (Hk-1 + Hk+1)/2$$

として算出できる。

・変位量及び変位量データ数より測定対象区間において平坦性を算出する。なお、マンホール等の従来法で除外していた箇所については算出から除外してもよい。

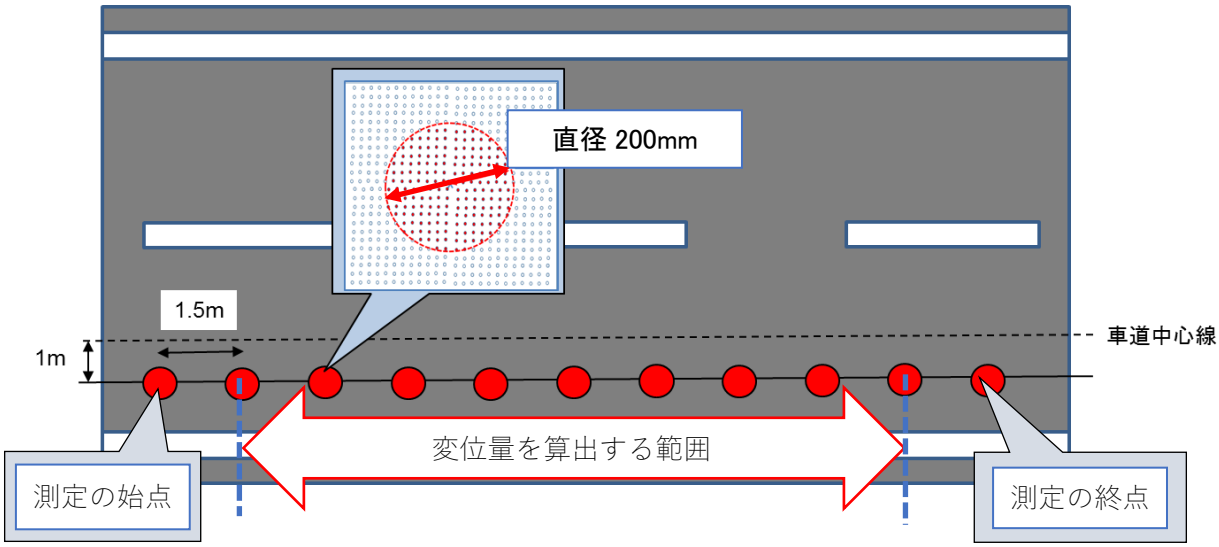



図３-６１　計測点群データによる平坦性算出のイメージ

# 参考資料-10　傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 傾斜補正機能付きプリズムの精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

精度確認試験は、利用前 12 か月以内に実施する。

受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

２．精度確認の実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設置する。

②ＴＳ等光波方式の計測

計測点にプリズム及びポールを設置し、３次元座標を計測する。

③傾斜補正機能を用いた計測

計測点にプリズムを設置する。ポールの傾斜を出来形等の計測時に想定される最大の傾斜に設定し、３次元座標を計測する。

３．評価基準

プリズム及びポールを鉛直に立てた状態で計測した３次元座標と、傾斜させた状態で計測し、傾斜補正機能を用いて補正した３次元座標を比較し、その差が適正であることを確認する。

表３-１４　精度確認試験での精度確認基準

| 出来形管理方法 | 用途 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 断面管理の場合 | 起工測量 | 【鉛直方向】<br>±５㎜以内<br>【平面方向】<br>±５㎜以内<br>※ただし、この場合でも国土地理院認定１級と同等以上として使用することはできない |
| | 出来形計測 | |
| 面管理の場合 | 起工測量 | 【鉛直方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>上層路盤表面　±10mm 以内<br>基層・中間層表面　±4mm 以内<br>表層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±10mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±10mm 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面　±10mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±4mm 以内<br>コンクリート舗装版表面　±4mm 以内 |
| | 出来形計測 | 【平面方向】<br>アスファルト舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>上層路盤表面　±20mm 以内<br>基層・中間層表面　±10mm 以内<br>表層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20mm 以内<br>下層路盤表面　±20mm 以内<br>粒度調整路盤表面　±20mm 以内<br>セメント（石灰・瀝青）安定処理表面　±20mm 以内<br>アスファルト中間層表面　±10mm 以内<br>コンクリート舗装版表面　±10mm 以内 |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 3-7）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ABC-123<br>測定装置の製造番号：ABC0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温１８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>構内道路改修工事にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（ＴＳ）

| 真値の計測結果（ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 18099.980 | 4432.150 | 168.158 |
| ２点目 | 18003.679 | 4439.261 | 163.219 |

②傾斜補正機能を用いた計測結果

計測状況写真

| 傾斜補正機能を用いた計測結果（ＴＳ） | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ポールの傾斜 | x | y | z |
| １点目 | 15° | 18099.981 | 4432.153 | 168.159 |
| ２点目 | 15° | 18003.68 | 4439.261 | 163.221 |

②差の確認（測定精度）

傾斜補正機能を用いた計測結果（x，y，z）― 真値の計測結果（x’，y’，z’）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δx | Δy | Δz |
| １点目 | 0.001 | 0.003 | 0.001 |
| ２点目 | 0.002 | 0.000 | 0.002 |

**x 成分（最大）＝0.002m（2mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**y 成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**z 成分（最大）＝0.002m（2mm）；合格（基準値±10mm 以内）**

# 参考資料-1　地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 地上移動体搭載型プリズムの精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

精度確認試験は、現場毎に実施する。

地上移動体搭載型プリズムの構造・寸法を変更した場合はその都度、精度確認試験を実施する。受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

２．精度確認の実施方法

２．１　機器の仕様及び現場設置の確認

地上移動体搭載型プリズムは、移動しながらの計測時、計測対象面の縦断勾配の影響を受けてプリズムが傾斜するが、この傾斜によって生じる３次元座標の誤差を補正しないものを用いる場合は、計測範囲内での最大勾配以上となった状態での高さ計測値の誤差の理論値をプリズムの傾斜及びプリズム高さを用いて幾何的に計算し、これが用途別に定められた要求精度を満足することを確認する。

なお、道路構造令で定められる縦断勾配の最大値は 12%である。

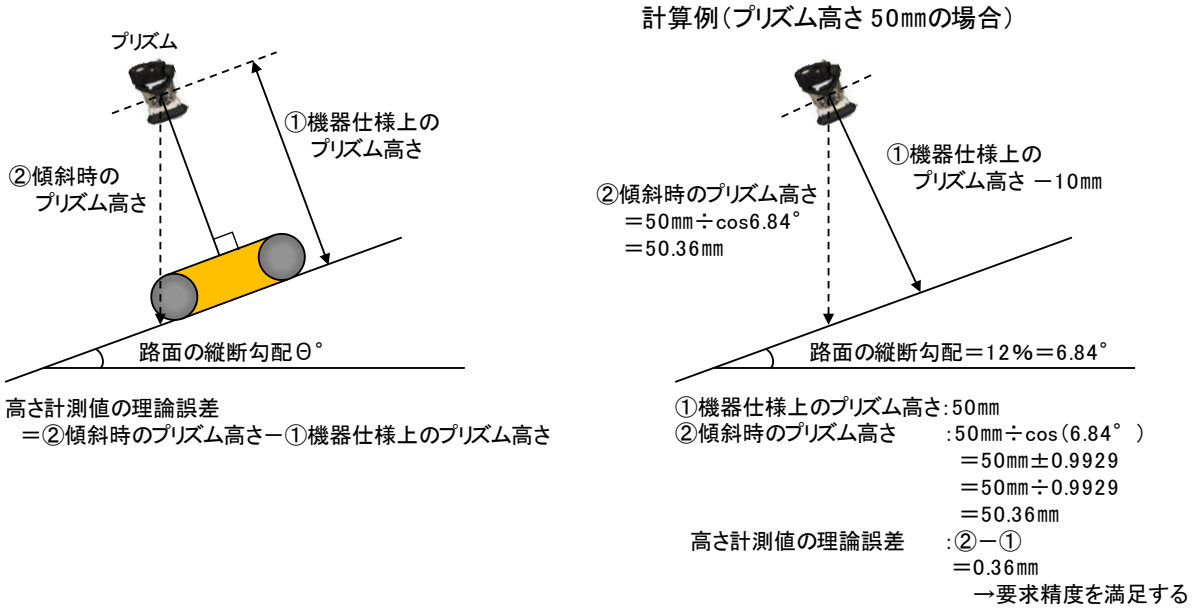



図３-６２　計測値の理論誤差の計算例

２．２　実測による精度確認

以下の手順により、要求精度に対して以下に例示する最も不利となる条件を設定して、実測による精度確認を実施する。

①計測点の設定

地上移動体搭載型プリズムにより、３次元座標を計測する測線を設定する。地上移動体搭載型プリズムは、計測対象面の傾斜が大きくなるほど誤差が増大する傾向があるため、以下の２ケー

ス実施する

（ケース 1）計測範囲内での設計上の最大勾配※以上の勾配を上る方向に進むケース

（ケース 2）計測範囲内での設計上の最大勾配※以上の勾配を下る方向に進むケース

※設計上の最大勾配とは、縦断勾配・横断勾配を合成した勾配である

②地上移動体搭載型プリズムによる計測

各測線に沿って地上移動体搭載型プリズムによる路面の３次元座標計測を連続的に行う。地上移動体搭載型プリズムは、計測中の移動速度が速くなるほど誤差が増大する傾向があるため、出来形等の計測時に選定される最大の移動速度にて計測を行う。

③レベルによる計測

上記②によって計測された３次元座標を 10 点抽出し、これらの点の平面位置（ｘ，ｙ）における高さ（ｚ）をレベルにより計測する。

同一の平面位置（ｘ，ｙ）における地上移動体搭載型プリズムとレベルによる高さ（ｚ）の計測値を比較し、高さ誤差を求める。

３．評価基準

10 点の高さ誤差が適正であることを確認する。

表３-１５　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ・10 点の高さ誤差の平均値＋(10 点の高さ誤差の標準偏差)×２が精度確認基準を満足することを確認する<br>・比較は計測範囲内での設計上の最大勾配を、上る方向に進むケースと下る方向に進むケースについて行う。 | アスファルト舗装<br>路床表面　±20㎜ 以内<br>下層路盤表面　±10㎜ 以内<br>上層路盤表面　±10㎜ 以内<br>基層・中間層表面　±4㎜ 以内<br>表層表面　±4㎜ 以内<br>コンクリート舗装<br>路床表面　±20㎜ 以内<br>下層路盤表面　±10㎜ 以内<br>粒度調整路盤表面　±10㎜ 以内<br>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面　±10㎜ 以内<br>アスファルト中間層表面　±4㎜ 以内<br>コンクリート舗装版表面　±4㎜ 以内 | 精度確認基準を満足する最大移動速度を確認する |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 3-8）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：TS9800<br>測定装置の製造番号：T0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級）<br>プリズム高：50㎜ | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>試験場にて | 写真<br> <br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳ（プリズム方式）とＴＳ（地上移動体搭載型プリズム）の高さ較差 | |

## （２）精度確認試験結果

### ①真値の計測結果（ＴＳ（プリズム方式））

### ②ＴＳ（地上移動体搭載型プリズム）による計測結果

計測状況写真

### ③差の確認（測定精度）

| 計測対象 | 路面勾配：下り 12.3% | 路面勾配：上り 12.3% |
|---|---|---|
| 舗装工<br><br>要求精度<br>平均誤差＋2σ<br><br>路床；≦20㎜<br>路盤：≦10㎜<br>基層中間層<br>表層：≦4㎜ | 平均誤差＋2σ＝9.1㎜<br>→路床・路盤の要求精度を満足 | 平均誤差＋2σ＝7.3㎜<br>→路床・路盤の要求精度を満足 |

路面勾配：下り 12.3%

| 点名 | X | Y | ①z（移動型ﾌﾟﾘｽﾞﾑ） | ②z（TS） | ①−②計測誤差（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| 5040 | -88056.3 | 16034.99 | 185.832 | 185.828 | 4 |
| 5041 | -88057.2 | 16034.37 | 185.705 | 185.7 | 5 |
| 5042 | -88058.1 | 16033.77 | 185.58 | 185.573 | 7 |
| 5043 | -88059 | 16033.15 | 185.446 | 185.439 | 7 |
| 5044 | -88060 | 16032.55 | 185.312 | 185.308 | 4 |
| 5045 | -88060.9 | 16031.93 | 185.188 | 185.182 | 6 |
| 5046 | -88061.8 | 16031.3 | 185.059 | 185.05 | 9 |
| 5047 | -88062.7 | 16030.74 | 184.934 | 184.928 | 6 |
| 5048 | -88063.6 | 16030.17 | 184.81 | 184.802 | 8 |
| 5049 | -88064.6 | 16029.53 | 184.667 | 184.661 | 6 |
| 5050 | -88065.5 | 16028.93 | 184.531 | 184.526 | 5 |
| 平均誤差（mm） | | | | | 6.1 |
| 最大誤差（mm） | | | | | 4 |
| 誤差の標準偏差σ（mm） | | | | | 1.5 |

路面勾配：上り 12.3%

| 点名 | X | Y | ①z（移動型ﾌﾟﾘｽﾞﾑ） | ②z（TS） | ①−②計測誤差（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| 5074 | -88065.5 | 16028.92 | 184.526 | 184.521 | 5 |
| 5075 | -88064.6 | 16029.48 | 184.658 | 184.652 | 6 |
| 5076 | -88063.7 | 16030.11 | 184.797 | 184.791 | 6 |
| 5077 | -88062.7 | 16030.76 | 184.932 | 184.927 | 5 |
| 5078 | -88061.9 | 16031.3 | 185.055 | 185.049 | 6 |
| 5079 | -88060.9 | 16031.92 | 185.183 | 185.177 | 6 |
| 5080 | -88060.1 | 16032.47 | 185.297 | 185.292 | 5 |
| 5081 | -88059.2 | 16033.07 | 185.426 | 185.423 | 3 |
| 5082 | -88058.3 | 16033.66 | 185.551 | 185.545 | 6 |
| 5083 | -88057.4 | 16034.27 | 185.684 | 185.679 | 5 |
| 5084 | -88056.5 | 16034.82 | 185.799 | 185.796 | 3 |
| 平均誤差（mm） | | | | | 5.1 |
| 最大誤差（mm） | | | | | 3 |
| 誤差の標準偏差σ（mm） | | | | | 1.1 |

# 第４編　路面切削工編　目次


**第４編 路面切削工編** ..... **4-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 4-1

第２章 適用の範囲 ..... 4-2

第１節 適用の範囲（面管理の場合） ..... 4-2

第２節 適用の範囲（断面管理の場合） ..... 4-3

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 4-7

第１節 施工計画書 ..... 4-7

第２節 工事基準点の設置 ..... 4-9

２－１ 工事基準点の設置（面管理の場合） ..... 4-9

２－２ 工事基準点の設置（断面管理の場合） ..... 4-10

第３節 工事測量（起工測量） ..... 4-11

３－１ 工事測量（起工測量）（面管理の場合） ..... 4-11

３－２ 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... 4-12

第４節 ３次元設計データ ..... 4-13

４－１ ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... 4-13

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 4-13

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... 4-15

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... 4-17

４－２ ３次元設計データ作成（断面管理の場合） ..... 4-18

４－２－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... 4-18

４－２－２ ３次元設計データの作成 ..... 4-19

４－２－３ ３次元設計データの確認 ..... 4-20

４－２－４ ３次元設計データの搭載 ..... 4-21

第５節 出来形管理 ..... 4-22

５－１ 出来形管理（面管理の場合） ..... 4-22

５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 4-22

５－１－２ 出来形計測 ..... 4-24

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... 4-25

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... 4-26

５－２ 出来形管理（断面管理の場合） ..... 4-29

５－２－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 4-29

５－２－２ 出来形計測 ..... 4-30

５－２－３ 出来形計測箇所 ..... 4-31

５－２－４ 出来形管理資料の作成 ..... 4-32

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 4-33

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... 4-33

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 4-33

１－１－１ 機器構成 ..... 4-33

１－１－２ 計測点群データ処理 ..... 4-34
１－２ 施工履歴データ ..... 4-37
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 4-37
１－２－２ 機器構成 ..... 4-39
１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... 4-40
１－２－４ 出来形計測 ..... 4-41
第２節 計測技術（断面管理の場合） ..... 4-45
２－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 4-45
２－１－１ 機器構成 ..... 4-45
２－２ ＴＳ等光波方式 ..... 4-46
２－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 4-46
２－２－２ 機器構成 ..... 4-48
２－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... 4-49
２－２－４ 出来形計測 ..... 4-51
２－３ 地上写真測量 ..... 4-55
２－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... 4-55
２－３－２ 機器構成 ..... 4-57
２－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... 4-58
２－３－４ 出来形計測 ..... 4-59
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 4-61
第１節 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合） ..... 4-61
第２節 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... 4-62
第６章 数量算出 ..... 4-63
第７章 出来形管理写真基準 ..... 4-64
第１節 出来形管理写真基準（面管理の場合） ..... 4-64
第２節 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... 4-65
第８章 電子成果品の作成規定 ..... 4-66
第１節 電子成果品の作成規定（ＴＳを用いた出来形管理を実施しない場合） ..... 4-66
第２節 電子成果品の作成規定（ＴＳを用いた出来形管理を実施した場合） ..... 4-69

**■ 参考資料・様式 ..... 4-72**
参考資料-1 参考文献 ..... 4-73
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... 4-74
参考資料-3 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 4-75
参考資料-4 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 4-79
参考資料-5 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 4-83
参考資料-6 切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法 ..... 4-86

# 第４編　路面切削工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（路面切削工編）（案）」（国土交通省）
8)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
9)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）
10)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」（国土交通省）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領（案）」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に関連する事項として、「第３編　舗装工編」を参照するものとし、本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

## 第１節　適用の範囲（面管理の場合）

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

適用工種を現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、表４－１のとおりである。

表４－１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 出来形管理項目 | 摘　要 |
|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 一般舗装工 | 路面切削工 | 厚さあるいは標高較差 | |
| 河川編 | 河川修繕 | 管理用通路工 | 路面切削工 | 厚さあるいは標高較差 | |
| 道路編 | 道路維持 | 舗装工 | 路面切削工 | 厚さあるいは標高較差 | |
| | | | 切削オーバーレイ工 | 厚さあるいは標高較差 | 路面切削のみ |
| | 道路修繕 | 舗装工 | 路面切削工 | 厚さあるいは標高較差 | |
| | | | 切削オーバーレイ工 | 厚さあるいは標高較差 | 路面切削のみ |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

**2）対象となる作業の範囲**

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図４－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効である。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

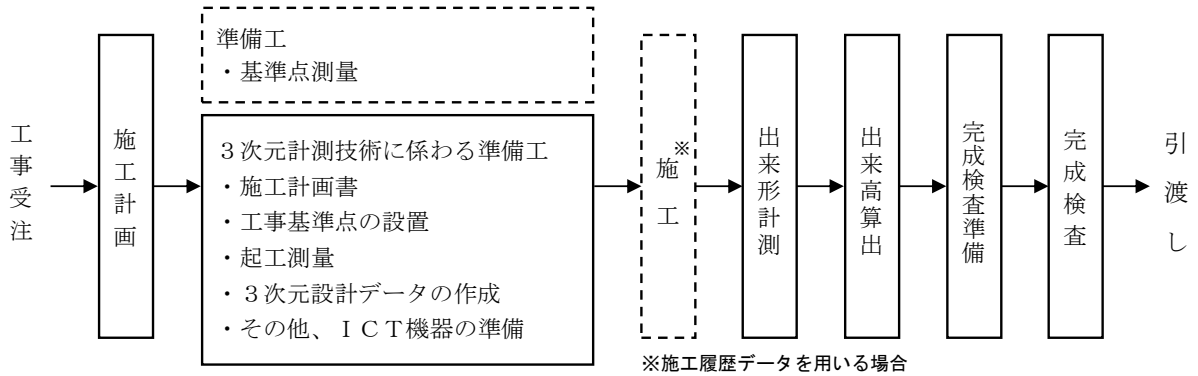



図４－１　本管理要領（案）（路面切削工編）の対象となる業務の範囲

## 第２節　適用の範囲（断面管理の場合）

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用する工種及び測定項目**

本管理要領（案）の適用工種及び測定項目は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、下表のとおりである。

測定項目のうち、基準高、幅、厚さ（切削オーバーレイ工等の施工前後の高さの差で厚さを求める工種）、標高較差、延長について適用する。アスファルト舗装工の平坦性等の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に測定方法が規定されている出来形測定項目については、本管理要領（案）の適用対象外とした。なお、ＴＳの測定精度では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来の巻尺・レベル等による管理を行ってもよい。

表４－２　適用工種及び測定項目

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編 土木工事共通編 | 第２章 一般施工 | 第６節 一般舗装工 | １５条（路面切削工） | 基準高※３<br>幅 | |
| | | | １６条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | | １７条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| 第６編 河川編 | 第８章 河川維持 | 第７節 路面補修工 | ４条（ｺﾝｸﾘｰﾄ舗装補修工）※１<br>５条（アスファルト舗装補修工） | 基準高※２<br>標高較差※４、幅 | 平坦性 |
| | 第９章 河川修繕 | 第７節 管理用通路工 | ４条（路面切削工） | 基準高※３<br>幅 | |
| | | | ５条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４、幅、延長 | |
| | | | ６条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ、幅、延長 | 平坦性 |
| 第１０編 道路編 | 第１４章 道路維持 | 第４節 舗装工 | ３条（路面切削工） | 基準高※３<br>幅 | |
| | | | ４条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | | ５条（切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | | | ６条（ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工） | 厚さ　幅　延長 | 平坦性 |
| | 第１６章 道路修繕 | 第５節 舗装工 | ３条（路面切削工） | 基準高※３<br>幅 | |
| | | | ４条（舗装打換え工）※１ | 基準高※２<br>標高較差※４<br>幅　延長 | |
| | | | １０条（歩道舗装修繕工） | 基準高<br>標高較差※４　幅 | |

※1　路盤工を含む。

※2　施工対象が下層路盤の場合のみ。

※3　「土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）」に記載されている、路面切削工の“測定対象”のうち、“厚さ”については、“基準高”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「基準高は40m ごとに切削後の標高と、設計標高との差で算出する。（以下の記載内容は同じ）」

なお、“管理基準”及び“測定箇所”は現行の記載どおりとする。

※4　「土木工事施工管理基準及び規格値（案）（国土交通省各地方整備局）」に記載されている“測定対象”のうち、“厚さ”については、“標高較差”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「標高較差は、対象とする層の標高と直下層の目標高さ＋直下層の標高較差の平均値＋設計厚さから求まる高さとの差で算出する。また、標高較差は、「路盤は 200m ごとの任意の箇所、アスファルト舗装は 1000 ㎡ごとの任意の箇所」を満たすような頻度で測定する。ただし、幅員・基準高管理の計測値をかねてよい。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、次図の実線部分（施工計画・準備工の一部・工事測量・施工の出来形管理・出来形管理資料の作成）である。

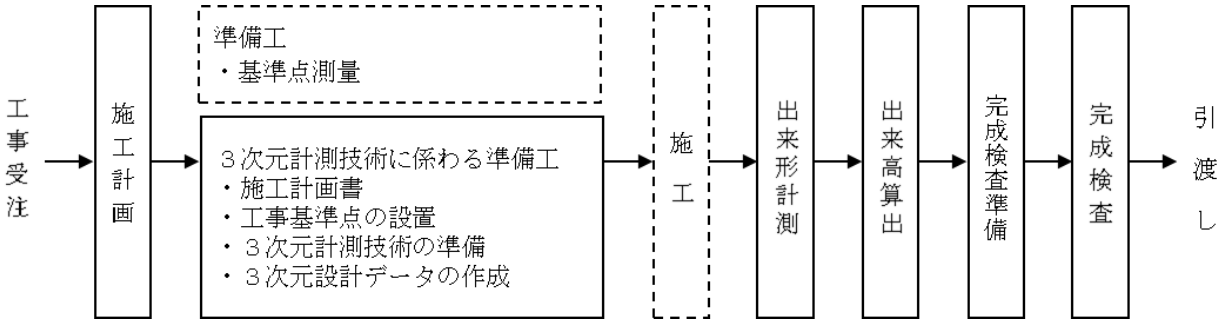



図４－２　本管理要領（案）の対象となる作業の範囲

### 3）適用にあたって対策が必要な現場条件

本管理要領（案）による出来形管理は、３次元計測技術による測定が安定して実施できる現場・環境条件が必要である。

・一般交通等による長周期の振動が生じる橋梁（吊橋等）では、ＴＳによる計測対象点が振動して、測定精度が低下する恐れがあるため、事前に計測可能であるか確認が必要である。

### 4）延長計測に関する適用工種

ＴＳ等光波方式による出来形管理の延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

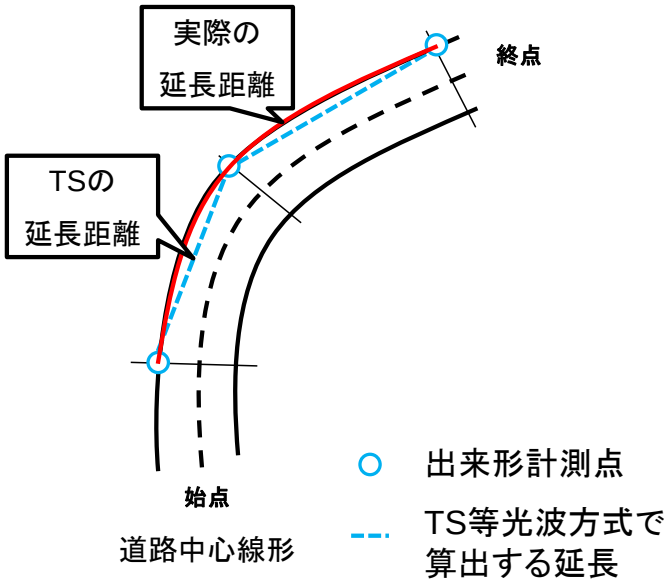



図４－３　延長計測の留意事項

### 5）その他の計測方法との組み合わせ

出来形管理の管理対象については、監督職員と協議の上、３次元計測技術以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

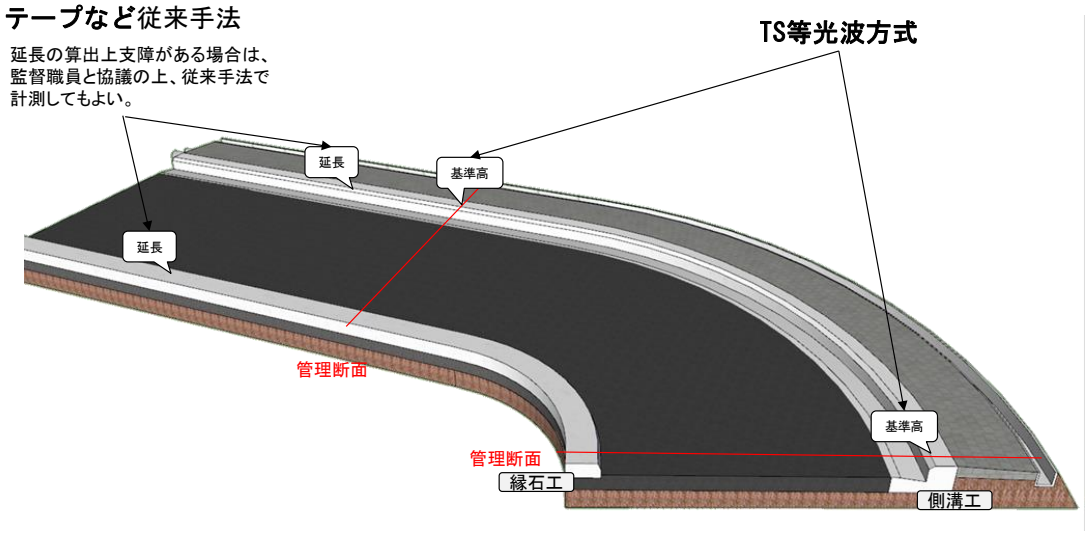



図４－４　ＴＳ等光波方式とその他計測方法との組み合わせ例

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」による従来の出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は路面切削工部分を包含する範囲とする。また、適用する路面切削工の種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ建設機械及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②３次元計測技術本体

受注者は、出来形管理用に利用する３次元計測技術本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。３次元計測技術の計測性能と精度管理方法については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照のこと。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

**5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～4）の記載事項のほか、各３次元計測技術を別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」及び「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

### ２－１　工事基準点の設置（面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じる。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、ＩＣＴ建設機械にＴＳ・ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いている場合に必要となる固定局を設置する際や、施工履歴データの測定精度確認を目的とした精度確認試験を実施する際には、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、効率的に計測できる位置にＴＳが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。

このほか、受注者は当該工事の基準となる基準点を監督職員と協議の上、任意に定める事ができる。

## ２－２　工事基準点の設置（断面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、「第４章　２－２－４　出来形計測」に記載している出来形計測方法に留意して配置するとともに、測量成果、設置状況と配置状況を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、３次元座標値を取得し、この座標値から幅、長さ等を算出する。このため、ＴＳ等光波方式での出来形計測では、出来形の測定精度を確保するために、現場内に４級基準点及び、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

工事基準点設置についての留意点は以下のとおりである。下記条件を満足できる位置に器械を設置できるよう、工事基準点を配置する。

①ＴＳ等光波方式の本体から工事基準点までの距離を 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とする。

②上記①の範囲に、平面座標（ｘ，ｙ）がわかる工事基準点が２点以上、かつ高さ（ｚ）がわかる工事基準点が１点以上必要。

③ＴＳと工事基準点間の視通を確保する。

④工事基準点及びＴＳの設置位置は施工の作業性を損なわない箇所とする。

⑤工事基準点の設置位置は、ＴＳによる器械設置時にプリズムを設置する際に通行車両に対する計測員の安全性が確保できる箇所とする。特に、中央分離帯に工事基準点を設置する場合、工事基準点と車両通行レーンとの間に十分な離隔が保てるようにすること。

受注者は監督職員に工事基準点の設置状況の確認をとる際に提出する資料等の詳細については、「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）」の「５－３　工事基準点等の設置状況の把握」によることとする。

## 第３節　工事測量（起工測量）

### ３－１　工事測量（起工測量）（面管理の場合）

起工測量においては、本管理要領（案）「第３編　舗装工編　第３章　第３節　工事測量（起工測量）」を準用し、対象技術は下記の技術とする。また、起工測量時の測定精度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

【対象技術】

・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ

【解説】

車道の規制等、十分な安全性を確保し起工測量を実施する場合は、車道上に計測員を配置する方法でもよい。また、上記要領以外に、点群が取得できる場合は、別途定める舗装調査・試験法便覧（S030 舗装路面のわだち掘れ量測定方法のうち、路面性状測定車）の要求基準を満足する方法・精度確認を用いてもよい。

なお、わだち掘れ等で路側から計測できない場合は、同等の測定精度を有する機器にて補間してもよい。

## ３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）

**起工測量においては、本管理要領（案）「第３編　舗装工編　第３章　第３節　工事測量（起工測量）」を準用し、対象技術は下記の技術とする。また、起工測量時の測定精度については、「第３編　舗装工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を満足すること。**

**【対象技術】**

**・ＴＳ等光波方式**

**・ＴＳ（ノンプリズム方式）**

【解説】

３次元設計データを搭載した３次元計測技術を、工事測量（平面測量、縦断測量、横断測量）を行い、舗設計画図作成に使用することができる。

また、工事測量時に実施する下記の作業にも、ＴＳ等光波方式を使用することができる。

《舗装修繕工事における出来形計測の場合》

・工事に使用する補助基準点の設置

・工事に使用するベンチマークの設置

・管理断面位置（管理断面の左右端点）の位置出し・マーキング

出来形計測の実施前には、３次元計測技術を用い、出来形計測対象物の３次元設計データが搭載されていることを確認する。

工事測量を行う際のＴＳ等光波方式の設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にてＴＳ等光波方式を設置することができる。ただし、ＴＳ等光波方式と工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする（「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」参照）。

また、ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いる場合は、起工測量時の計測性能及び精度管理については、「第３編　舗装工編　第４章 第２節 計測技術（断面管理の場合）」のＴＳ等光波方式に定める「計測性能及び精度管理」を満足すること。

## 第４節　３次元設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成（面管理の場合）

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、及び構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

なお、修繕工事では、道路の線形計算書が残っていない場合は、３次元設計データ作成の際には道路の現況に近似した線形を新たに作成しこれを３次元設計データの平面線形として用いることが多い。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

⑥ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３

次元表示が確認できる機能。

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 3）～5）で作成・変換した３次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書、起工測量後の横断図等を基に３次元設計データを作成する。また、３次元設計データは以下のいずれかの種別を作成する**

**・切削後の面的な高さの分布をＴＩＮとして作成（標高較差での管理の場合）**

**・面的な切削厚さの分布をＴＩＮとして作成（切削厚での管理の場合）**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

**1）準備資料**

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、起工測量の後に作成する設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書、起工測量後の横断図等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

**2）３次元設計データの作成範囲**

３次元設計データの作成範囲は、ＩＣＴ施工の対象範囲とする。

**3）３次元設計データの要素データ作成**

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、作成する。

設計図書に線形計算書が含まれていない場合等、道路線形の幾何形状の要素がわからない場合には、受発注者協議、修正を経て発注者に承認された最終的な設計図書（平面図、縦断図、横断図等）に示される情報と現地工事測量の結果を基に、管理断面左右端点の座標をよみとり、これを３次元設計データ作成ソフトウェアに入力して作成する。

出来形横断面形状の作成は、３次元計測技術の計測を実施する範囲で全ての管理断面（設計対象範囲の横断図）及び断面変化点（設計高さ（厚さ）と切削高さ（深さ））について作成する。

３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

**4）３次元設計データ（ＴＩＮ）の作成**

入力した要素データを基に面的な３次元設計データ（ＴＩＮ）を作成する。ＴＩＮは三角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して３次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する（例えば、間隔５ｍの横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する）。

**5）数量算出**

作成した３次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた数量算出を行い、３次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「第６章　数量算出」を参照のこと。

### 6）設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の３次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート（「参考資料-2　３次元設計データチェックシート（様式 4-1)」参照）を提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図又は線形計算書と対比し、確認する。設計図書の線形計算書が含まれていない場合等、道路線形の幾何形状の要素がわからない場合には、受発注者協議、修正を経て発注者に承認された最終的な設計図書（平面図、縦断図、横断図等）に示される情報と現地工事測量の結果を基によみとった管理断面左右端点の座標が、３次元設計データ作成ソフトウェアに入力した座標と合致していることを確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高について、縦断図又は起工測量後の横断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形形状の幅、設計高さ（厚さ）を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

## ４－２　３次元設計データ作成（断面管理の場合）

### ４－２－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）３次元設計データの出力機能**

【解説】

断面での出来形管理及び数量算出を実現するためには、断面方向の基準あるいは出来形管理箇所の目標値となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、３次元座標データ等で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能の例**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤出来形目標箇所の３次元座標の読込（入力）機能

設計図面に示される出来形管理箇所の３次元座標値を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データ、３次元座標データを確認できる機能。

**3）３次元設計データの出力機能**

上記 1）で作成した３次元設計データを出来形計測で利用するＴＳ等やＧＮＳＳローバ―に利用できる形式で出力する機能。

また、入力結果から目的構造物の形状を面的データに変換し、ＩＣＴ建設機械などでも利用される LandXML 形式の TIN データ等を出力できる機能を有することが望ましい。

## ４－２－２　３次元設計データの作成

**受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書を基に、３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、出来形管理対象の設定を行い、３次元計測技術が取込み可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、監督職員の確認を得た設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と工事測量の結果を基に作成した舗設計画図等である。

### 2）３次元設計データの作成範囲

３次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点とし、横断方向は舗装左右端部又は舗装をすりつける縁石、側溝等の既設構造物の前面までとする。

### 3）３次元設計データの作成

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、３次元設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

設計図書に線形計算書が含まれていない場合等、道路線形の幾何形状の要素がわからない場合には、受注者・監督職員との協議、修正を経て監督職員に承認された最終的な設計図書（平面図、縦断図、横断図等）に示される情報と現地工事測量の結果を基に、管理断面左右端点の座標をよみとり、これを３次元設計データ作成ソフトウェアに入力して作成する。

出来形横断面形状の作成は、出来形確認・管理の対象とする断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面）について作成する。３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

工事基準点については、前掲「第４編　第３章　２－２　工事基準点の設置（断面管理の場合）」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

### 4）設計変更について

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データ作成ソフトウェアで３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の３次元設計データファイル名等を適切に管理する。

## ４－２－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、以下の 1）～4）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）等と照合するとともに、監督職員に３次元データチェックシート（「参考資料-2　３次元設計データチェックシート　参照）を提出する。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**

【解説】

３次元設計データの入力後、受注者は、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認する。３次元設計データとの確認結果は、３次元設計データチェックシート（「参考資料-2　３次元設計データチェックシート（様式 3-2)」参照）に記載する。さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、工事基準点の名称・座標を、事前に監督職員に提出している工事基準点と対比し確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図や道路中心線の線形計算書、又は基準線の平面図と対比し確認する。設計図書の線形計算書が含まれていない場合等、道路線形の幾何形状の要素がわからない場合には、受注者・監督職員との協議、修正を経て監督職員に承認された最終的な設計図書（平面図、縦断図、横断図等）に示される情報と現地工事測量の結果を基によみとった管理断面左右端点の座標が、３次元設計データ作成ソフトウェアに入力した座標と合致していることを確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線長について、縦断図と対比し確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形確認・管理の対象とする断面の横断図について、出来形管理項目の幅、基準高を対比し確認する。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断面を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。また、出来形横断面形状に付与する出来形計測対象点の記号が３次元設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面又はソフトウェア画面上で確認する。

## ４－２－４　３次元設計データの搭載

**受注者は、３次元設計データを利用する３次元計測技術へ搭載する。**

【解説】

３次元設計データ作成ソフトウェアから出力した３次元設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して３次元計測技術に搭載する。

出来形計測の実施前には、３次元計測技術を用い、出来形計測対象物の３次元設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理（面管理の場合）

#### ５－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと３次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差又は厚さ（切削深さ）の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

３次元のポイントデータによる出来形評価用データと３次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。特に、３次元計測技術による計測では、変化点を特定した計測ができないことから、従来の幅の管理項目での良否判定法では比較できない。このことから、３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差)、あるいは設計厚さ（切削深さ）と出来形評価用データとの各ポイントとの離れ（厚さ）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差あるいは厚さ（切削深さ）の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れ（標高較差)、あるいは起工測量の取得データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（厚さ）を評価範囲の平面図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表)、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来形管理資料として出力する。

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力**

①３次元設計データから管理を行うべき範囲を抽出する。

②３次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差)、あるいは設計厚さ（切削深さ）と出来形評価用データとの各ポイントとの離れ（厚さ）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。各較差は、同一平面上の各ポイントの標高値と設計面上の標高値の差分あるいは厚さ（切削深さ）の値と、設計厚さ（切削深さ）の値との差分として算出する。

③「５－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、又は３次元モデルの属性情報として表示する。

**2）出来形分布図**

①３次元設計データから管理を行うべき範囲を抽出する。

②３次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイントごとに分布図として表示する。

③分布図が具備すべき情報としては「５－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を参考として、以下のとおりとする。

・評価範囲全体が含まれる平面図

・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100％～＋100％の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示する。

・±50％の前後、±80％の前後が区別できるように別の色で明示する。

・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示する。
・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。
・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

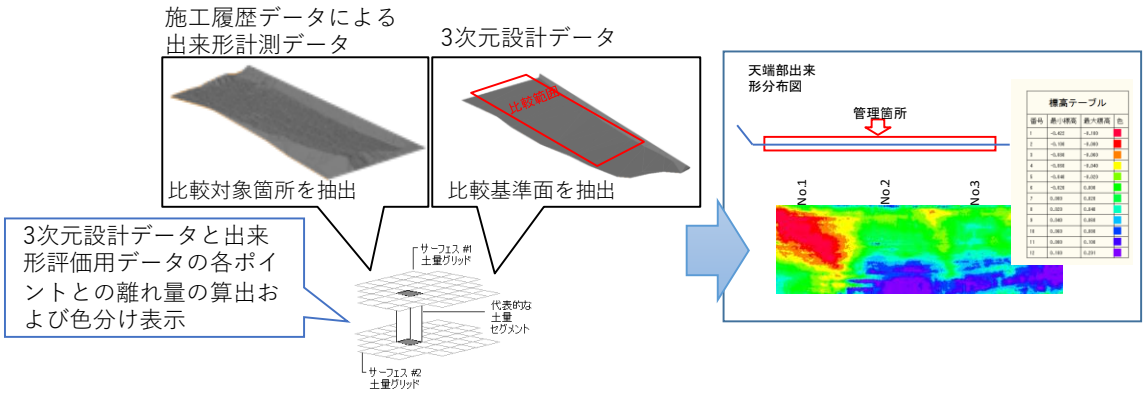



図４－５　面的な出来形管理分布図のイメージ

## ５－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術（施工履歴データ等）を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

## ５－１－３　出来形計測箇所

**計測範囲は、「第１節　施工計画書」で確認した出来形管理範囲において、３次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で１ｍメッシュに１点以上の出来形座標値を取得すること。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理で計測する３次元座標は、施工計画書で確認した出来形管理範囲で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

ただし、上記の範囲のうち、人孔周辺、切土端部付近（前日施工のジョイント部等）、交差点等の巻き込み部等、施工履歴データを記録できるアスファルト切削機での施工が難しく、施工履歴データの記録が難しい範囲については、面的な出来形管理の対象外にできるが、これらの範囲が管理断面上に位置する場合は、従来の計測方法（管理断面においてＴＳ、レベル等を用いて出来形管理を行う方法）で補間することができる。

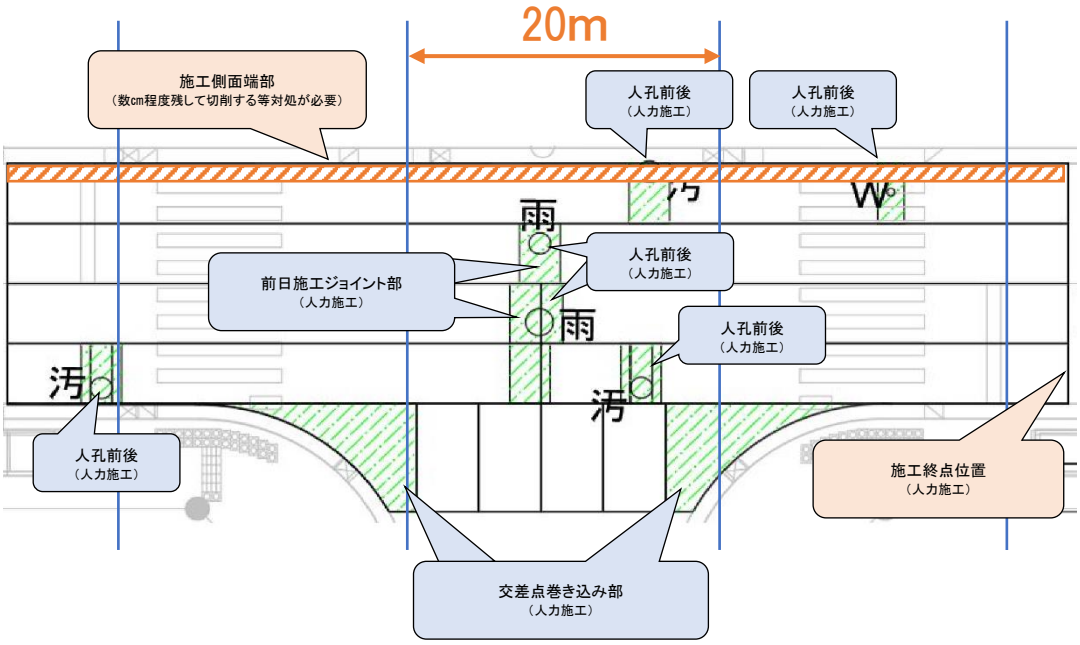



図４－６　施工履歴データの記録が難しい範囲の例

## ５－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領（案）で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

**1）出来形管理図表**

**３次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値又は厚さ（切削深さ）の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを作成する。出来形確認箇所（切削面）ごとに作成する。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理基準の管理項目に対する測定結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について下記に定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

**1）出来形管理図表**

３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差）、あるいは設計厚さ（切削深さ）と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（厚さ）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差あるいは厚さ（切削深さ）の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れ（標高較差）、あるいは起工測量の取得データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（厚さ）を評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示したものであること。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、

- 平均値（算出結果と規格値（当該部位の平均値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
- 最大値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
- 最小値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
- データ数（算出結果と規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果）：棄却点を含む全データ数
- 評価面積
- 棄却点数（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の 0.3%以内）及び良否結果）：全棄却点数

を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合においては、不合格の内容が各項目で確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例

を明示

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。
・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示
・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。各較差は、同一平面上の各ポイントの標高値と設計面上の標高値の差分あるいは厚さ（切削深さ）の値と、設計厚さ（切削深さ）の値との差分として算出する。
・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビューアー付き３次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表（様式31）の提出に代えることができる。

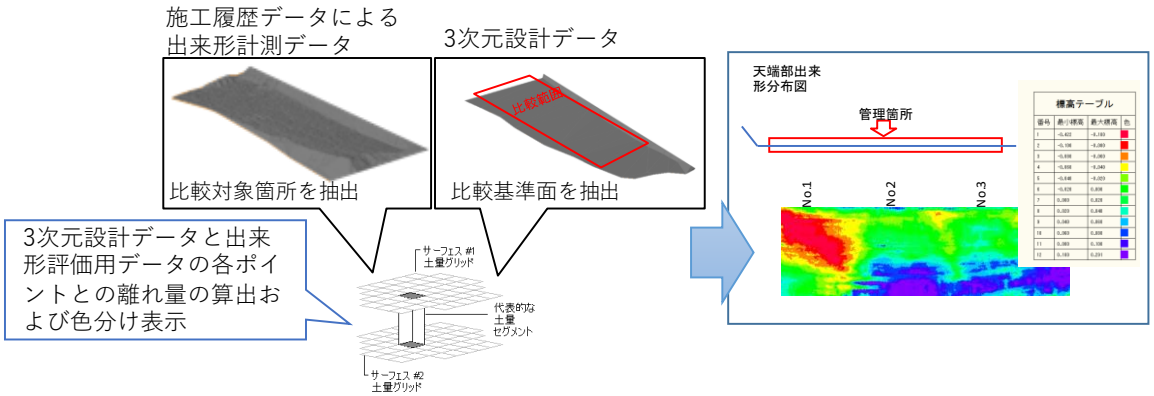



図４－７　出来形管理図表　作成の流れ

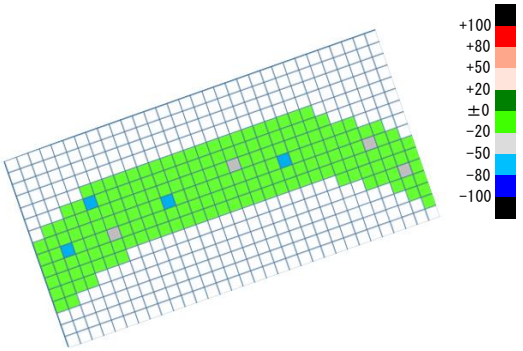
様式-31-2

出来形合否判定総括表

工　種　アスファルト舗装工　　測点　No.1～No.3

種　別　下層路盤工　　合否判定結果　**合格**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測　点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 標高較差 | 平均値 | 12 mm | 40 mm<br>-15 mm | | |
| | 最大値(差) | 60 mm | 90 mm | | |
| | 最小値(差) | -45 mm | -90 mm | | |
| | データ数 | 8000 点 | 1点／㎡以上<br>(7000点以上) | | |
| | 評価面積 | 7000 ㎡ | | | |
| | 棄却点数 | 0 点 | 0.3%以内<br>(21点以下) | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |




| 標高格差のばらつき | 80%以内の割合 | 90.0% | 規格値±80%以内のデータ数 | 7200 |
|---|---|---|---|---|
| | 50%以内の割合 | 80.0% | 規格値±50%以内のデータ数 | 6400 |

図４－８　出来形管理図表　作成例（合格の場合）

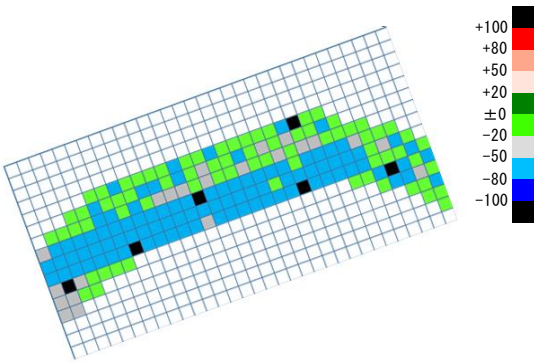
様式-31-2

出来形合否判定総括表

工　種　アスファルト舗装工　　測点　No.1～No.3

種　別　下層路盤工　　合否判定結果　**異常値有**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測　点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 標高較差 | 平均値 | -40 mm | 40 mm<br>-15 mm | | |
| | 最大値(差) | 55 mm | 90 mm | | |
| | 最小値(差) | -90 mm | -90 mm | | |
| | データ数 | 8000 点 | 1点／㎡以上<br>(7000点以上) | | |
| | 評価面積 | 7000 ㎡ | | | |
| | 棄却点数 | 25 点 | 0.3%以内<br>(21点以下) | 異常値有 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |




| 標高格差のばらつき | 80%以内の割合 | 0.6% | 規格値±80%以内のデータ数 | 50 |
|---|---|---|---|---|
| | 50%以内の割合 | 0.5% | 規格値±50%以内のデータ数 | 43 |

図４－９　出来形管理図表　作成例（異常値有の場合）

## ５－２　出来形管理（断面管理の場合）

### ５－２－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**出来形帳票作成ソフトウェアの詳細については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「機器構成」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために管理断面の出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

## ５－２－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、使用する３次元計測技術は、所定の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。出来形計測の測定精度の詳細については、「第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために管理断面の出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

## ５－２－３　出来形計測箇所

**本管理要領（案）に基づく出来形管理における出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたとおりとする。**

**計測する横断面は、３次元設計データとして作成した断面とし、各断面の全ての計測対象点について３次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。**

**幅については、３次元計測技術による計測点群データを取得した場合、適宜利用してもよい。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理で計測する出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の規程どおりとする。

ただし、路面切削工の“測定対象”のうち、“厚さ”については、“基準高”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「基準高は40m ごとに切削後の標高と、設計標高との差で算出する。(以下の記載内容は同じ)」

なお、“管理基準”及び“測定箇所”は現行の記載どおりとする。

路面切削工の厚さの代わりに基準高を管理する方法を、「参考資料-6　切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法」に示す。

下表に、３次元計測技術を適用できる出来形管理項目を工種別に示す。

表４-３　工種別のＴＳによる出来形管理項目（土木工事施工管理基準及び規格値（案））

凡例　－：管理項目無し，○ＴＳ等光波方式で管理可能，×ＴＳ等光波方式で管理不可

| 工　種 | 出来形管理項目 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 延長 | 基準高 | 深さ | 幅(※1) | 厚さ(※2) |
| 路面切削工 | － | ○（※3） | － | ○ | －（※3） |
| 舗装打換え工（路盤工） | ○ | － | － | ○ | ×<br>(該当工種に準ずる) |
| 舗装打換え工（舗設工） | ○ | － | － | ○ | ×<br>(該当工種に準ずる) |
| ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工<br>切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工 | ○ | － | － | ○ | ○ |
| 路上再生工 | ○ | － | － | ○ | ×<br>(掘起しによる) |
| ｱｽﾌｧﾙﾄ舗装補修工<br>ｺﾝｸﾘｰﾄ舗装補修工 | － | ○<br>(下層路盤のみ) | － | ○ | ×<br>(ｺｱ・掘起しによる) |

※１：幅員は、ＴＳで計測した舗装左右端点の座標から計算される２点間の水平距離とする。
※２：「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に、厚さの計測方法が、“コアによる”又は“掘起しによる”と指定されている工種については、ＴＳの適用範囲外とする。
※３：厚さの代わりに基準高を管理する。

## ５－２－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元設計データと出来形計測データを用いて、設計図書に義務付けられた出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。

受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について現行の帳票類と同様の書式で、帳票を自動作成、保存、印刷ができる。

また、「３次元設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、完成図や出来形報告書の全て、あるいは一部の図面として利用することができる。

これらの資料作成に「３次元設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」と出来形計測データを使うことによって、現行手法の図面の修正や測定数値のキーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、入力ミスの削減が期待できる。

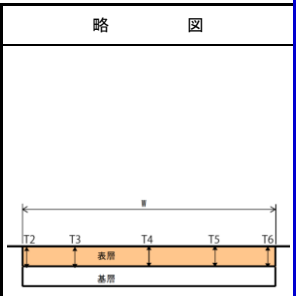
出来形管理資料の作成例を以下に示す。

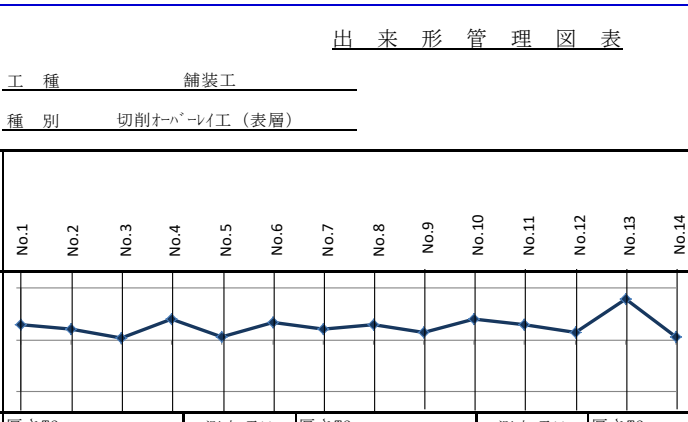
様式－３１

出　来　形　管　理　図　表

工　種　　舗装工

種　別　　切削ｵｰﾊﾞｰﾚｲ工（表層）　　測定者　　山田 太郎




| 測定項目 | 厚さT2 | | |
|---|---|---|---|
| 規格値 | | | -9 |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| 平均値 | 50 | 58 | 8 |
| 最大値 | 50 | 74 | 24 |
| 最小値 | 50 | 51 | 1 |
| 最多値 | 50 | 59 | 9 |
| データ数 | 14 | 14 | 14 |
| 標準偏差 | | 5.921 | 5.921 |

| 測定項目 | 厚さT2 | | |
|---|---|---|---|
| 規格値 | | | -9 |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| No.1 | 50 | 59 | 9 |
| No.2 | 50 | 56 | 6 |
| No.3 | 50 | 51 | 1 |
| No.4 | 50 | 62 | 12 |
| No.5 | 50 | 52 | 2 |
| No.6 | 50 | 60 | 10 |
| No.7 | 50 | 56 | 6 |
| No.8 | 50 | 59 | 9 |
| No.9 | 50 | 54 | 4 |
| No.10 | 50 | 62 | 12 |

| 測定項目 | 厚さT2 | | |
|---|---|---|---|
| 規格値 | | | -9 |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| No.11 | 50 | 59 | 9 |
| No.12 | 50 | 54 | 4 |
| No.13 | 50 | 74 | 24 |
| No.14 | 50 | 52 | 2 |

図４-１０　出来形管理表　作成例

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　多点計測技術（面管理の場合）

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）３次元設計データ作成ソフトウェア
2）点群処理ソフトウェア
3）出来高算出ソフトウェア
4）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元設計データ作成ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。

2）点群処理ソフトウェア

ＩＣＴ建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した３次元座標の点群にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、３次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU,GPU,メモリなど）に留意すること。

3）出来高算出ソフトウェア

別途計測した起工測量結果と、1）で作成した３次元設計データ、あるいは、2）で算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

4）出来形帳票作成ソフトウェア

1）で作成した３次元設計データと、2）で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

## １－１－２　計測点群データ処理

**本管理要領（案）で利用する点群処理ソフトウェアは、施工履歴データから取得した計測点群データから、出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、３次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

施工履歴データの点群データには、ＩＣＴ建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。点群処理ソフトウェアは、このような不要な点を削除し、出来形部分に対応した点群データを抽出することが必要となる。不要点の削除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

### 1）施工履歴データの不要点削除

①対象範囲外のデータ削除

施工履歴データの点群データには、ＩＣＴ建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に要求密度に応じた任意のグリッドを設定し、グリッドごとに代表点の抽出を行う。

出来形管理を行う施工箇所の刃先の高さ又は深さの３次元座標（点群データ）のうち、現況地形より切削されたデータをグリッドごとに抽出する。

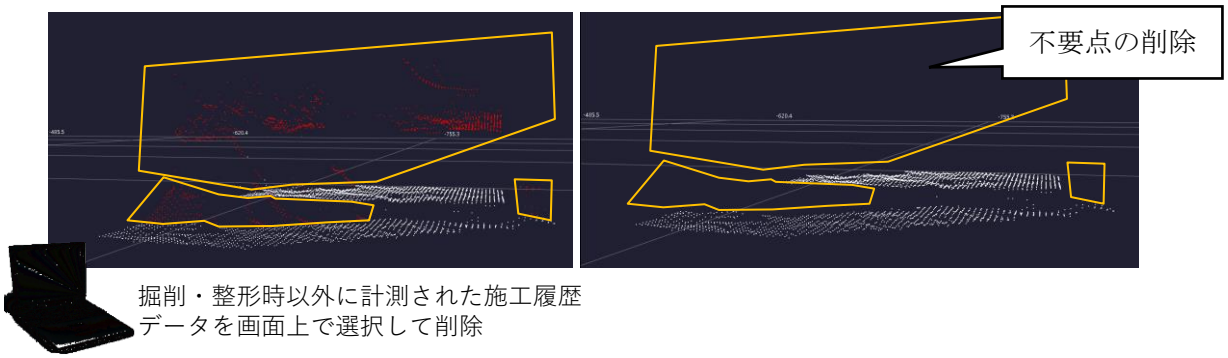



図４－１１　対象範囲外のデータ削除

施工履歴データは、レーザースキャナーや空中写真測量（ＵＡＶ）等の出来形計測技術で得られる点群と比較して計測点数及び点群密度が低くなる。出来形を評価するためには、全てのグリッドで出来形評価に用いる代表点がなければならないので、上記のデータ削除を行った後の施工履歴データが、出来形計測データ及び出来形評価用データともに１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の点密度が確保できるように、施工中に記録する施工履歴データの記録密度が十分大きくなるように留意すること。なお、欠測等により点密度が確保出来なかった範囲については、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られるよう、従来の計測方法（ＴＳ、レベル等を用いた方法）による計測で、補間することができる。

②点群密度の変更（データの間引き）

施工履歴として点群を取得した場合は、出来形計測データ及び出来形評価用データともに１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよい。密度の変更方法は、用途によって様々な手法が開発されているが、座標値を変更するような処理をとってはならない。例えば、平面範囲（例えば出来形評価の計測密度である１㎡以内）で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く）。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、計測対象面について１㎡（１ｍ×１ｍの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ｘ，ｙ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする１㎡以内の実計測点と設計面との差の最頻値又は差の平均値を設計値に加算した値を用いる。あるいは、評価点を中心とする１㎡以内の実計測点の平均値を用いることもできる。

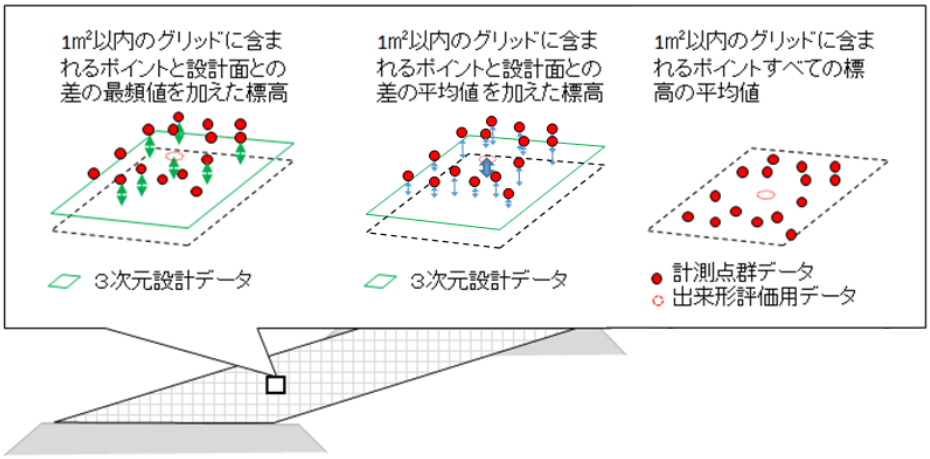



図４－１２　グリッドデータ化のイメージ

④初期データの時点でグリッド処理されている場合

施工履歴データとして、施工機械から出力されたデータ（以下、初期データという）がグリッド化されている場合は、その処理されたデータを使用してよい。

**2）計測点群データの合成**

異なるＩＣＴ建設機械から取り出した施工履歴データをひとつの計測点群データとして取りまとめる際は各機械ごとに不要点削除（フィルタリング・密度変更・グリッド化）を行い、その後、計測点座標群を合成する。重複部分は最終時刻のデータを優先する。

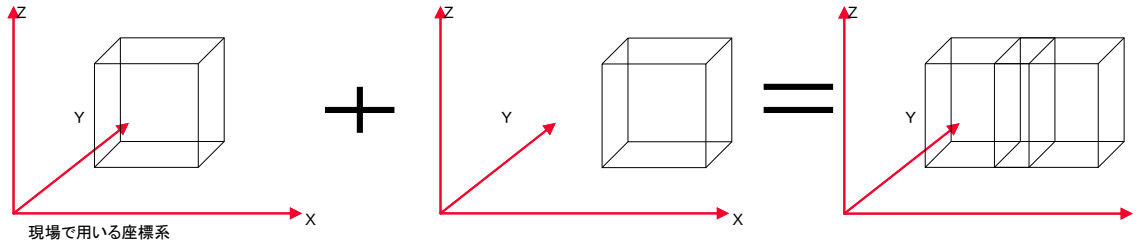



図４－１３　現場座標系に変換された結果を合成する方法

### 3）面データ（出来形計測データ）の作成

計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、出来形の面データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。

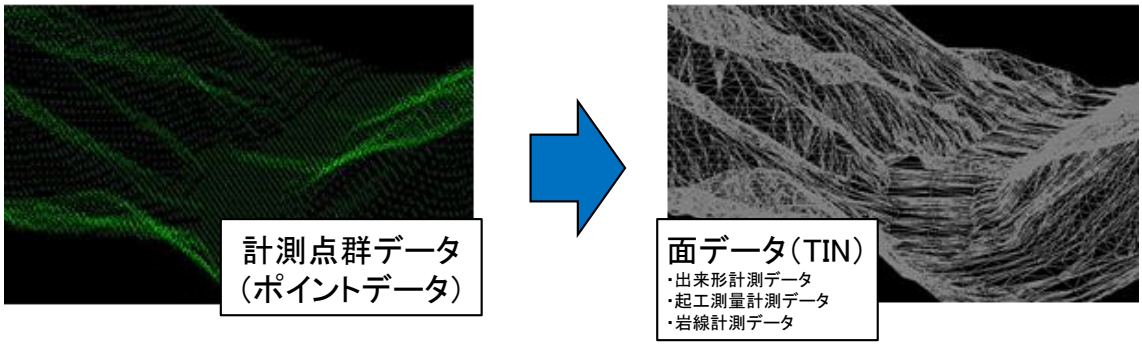



図４－１４　計測点群データをＴＩＮデータに変換する方法

## １－２　施工履歴データ

### １－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工履歴データを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＩＣＴ建設機械は、オペレーターへの操作支援又は作業装置の自動制御を行うため、施工中は作業装置の出来形データをリアルタイムで取得している。この３次元座標は、取得時刻等とともに記録、保存される。（以降、記録データを「施工履歴データ」という）

施工中に得られた施工履歴データと点群処理ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握することや出来形数量等を容易に算出することが可能となり、従来の計測にかかる手間の大幅な削減と、面的な出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。また、施工と同時に施工履歴データが記録されるため、出来形計測を待たず、次工程の段取りが可能となるため、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

以上のように施工履歴データ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者の施工履歴データによる出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>→ 工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・ICT建設機械本体（利用する場合）<br>・車載PC<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>③工事基準点の設置<br>・現況地形の3次元化<br>④RTK-GNSSまたはTSの適応確認<br>⑤「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成<br>⑥精度確認試験<br>⑦施工履歴データによる出来形計測・出来形管理<br>⑧「点群処理ソフトウェア」によるデータ処理<br>⑨「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑩出来形および出来高の確認<br>⑪電子成果品の納品 |

図４－１５　出来形管理の主な手順

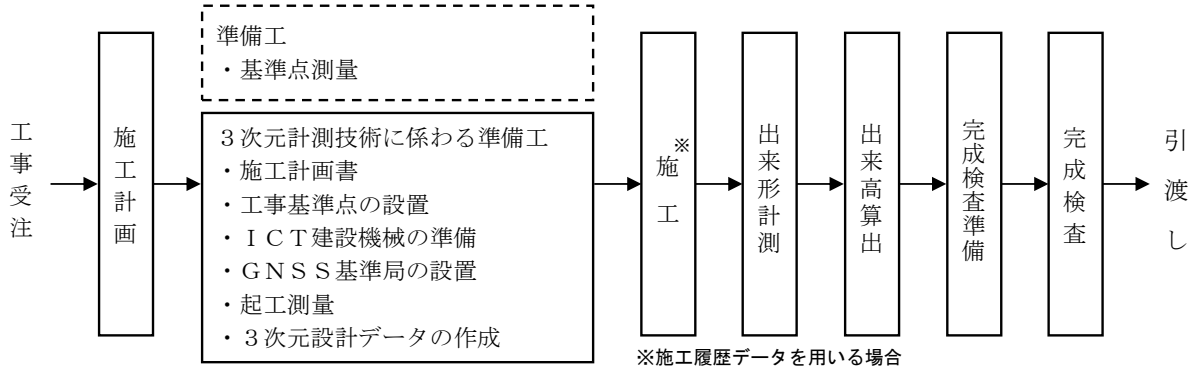



図４－１６　施工履歴データを用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＩＣＴ建設機械による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＩＣＴ建設機械本体**

【解説】

図４-１７に施工履歴データを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）ＩＣＴ建設機械本体**

施工中の路面切削機の作業装置位置及び切削深さ（高さ）をリアルタイムに計測・記録する機能を有する施工管理システムを搭載した建設機械である。

※切削深さ（高さ）の計測・記録方法の例としては、ＴＳ等を用いて切削装置を直接計測する方法、又は切削装置のコントロールパネル等に表示する切削深さ（高さ）の指示値を取得する方法などがある。

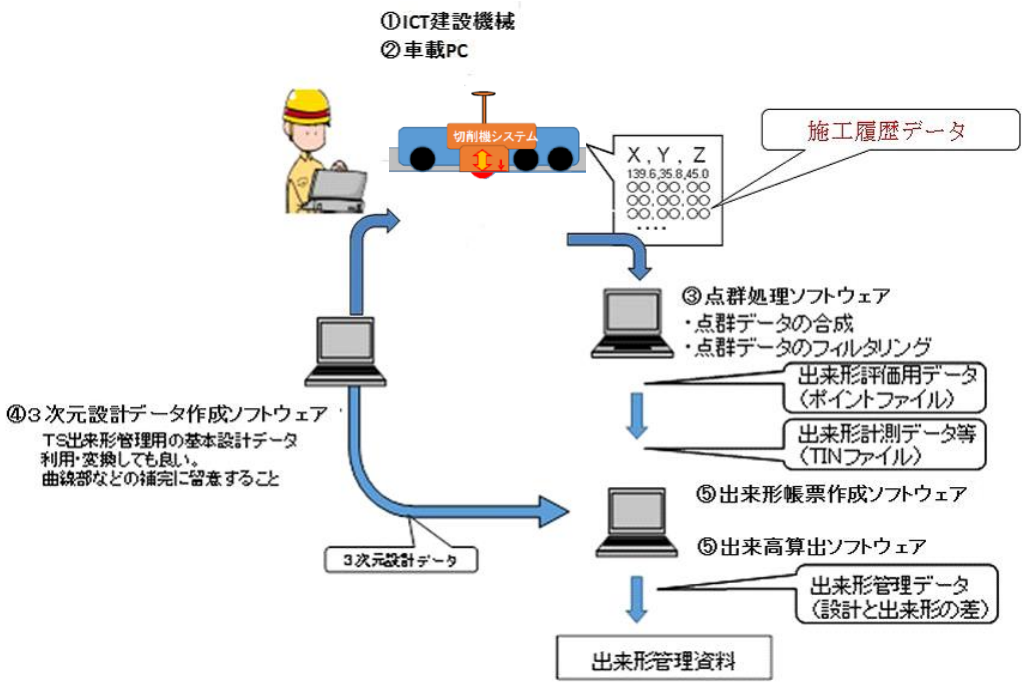



図４-１７　施工履歴データによる出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

施工履歴データによる出来形計測で利用するＩＣＴ建設機械本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＩＣＴ建設機械本体の性能について、施工日ごとに施工前及び施工後に１回確認し、結果について監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量 | 【鉛直方向】<br>±4mm 以内<br>【平面方向】<br>±10mm 以内 | 適用する計測技術において定められている計測密度を準用すること |
| 出来形計測 | 【鉛直方向】<br>0mm 以下（刃先高さの較差）<br>※標高較差で管理する場合<br>0mm 以上（刃先深さの較差）<br>※切削厚で管理する場合<br>【平面方向】<br>±50mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m ﾒｯｼｭ）<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡（1m×1m ﾒｯｼｭ） |

（「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

1）計測性能

ＩＣＴ建設機械の作業装置位置の取得精度は、下記の要因等により変化する。

①ＴＳ・ＲＴＫ－ＧＮＳＳの位置精度

②ソフト処理上の丸め誤差

③機械ガタ（刃先の磨耗を含む）

様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

2）精度管理

ＩＣＴ建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、施工日ごと（作業が昼夜に分かれるなどの場合は作業ごと）に、施工前及び施工後に１回、ＩＣＴ建設機械の施工履歴データの取得精度を確認する。

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の「2）施工後の精度確認」に従い、作業日１日ごと始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

「第４章　１－１－１　機器構成」及び「第４章　１－２－２　機器構成」に示すＩＣＴ建設機械、点群データ処理ソフトウェアである旨記載する。

5）作業機位置の取得精度確認試験計画

作業装置位置精度の確認と確保を目的とした作業装置位置の取得精度確認試験の計画について示す。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による従来の出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は路面切削工部分を包含する範囲とする。また、適用する路面切削工の種別を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、施工履歴データを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

施工履歴データを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ建設機械及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②ＩＣＴ建設機械本体

受注者は、ＴＳ等光波方式に利用するＩＣＴ建設機械本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

本管理要領（案）を適用するためには、ＩＣＴ建設機械として、刃先の履歴（切削位置と切削深さ（高さ））をリアルタイムに表示、記録できるシステムを使用する必要がある。

使用するＩＣＴ建設機械本体の測定精度を、以下に示す。

【測定精度】

施工日ごとによる作業装置位置の取得精度（水平）　：ｘ・ｙそれぞれ±50㎜以内

施工日ごとによる作業装置位置の取得精度　：0㎜以下（刃先高さの較差）

※標高較差で管理する場合

：0㎜以上（刃先深さの較差）

※切削厚で管理する場合

（「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

**5）作業装置位置の取得精度確認計画**

精度確認については、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 4-2)」を参照し実施の上、その記録を提出することを明記する。

《出来形計測》

受注者は、ＩＣＴ建設機械による施工後、施工履歴データを取出し、出来形部分の点群データを取得する。

1）施工時の精度確認

施工日ごと（作業が昼夜に分かれるなどの場合は作業ごと）に、施工前及び施工後に１回、ＩＣＴ建設機械の施工履歴データの測定精度を確認する。結果については、監督職員に提出する。本管理要領（案）の「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 4-2)」に従い現場において精度確認試験を実施し、結果を提出する。

2）計測頻度

システム上にてリアルタイムに施工機械（刃先）の位置と該当位置における設計標高値と切削高さ、あるいは設計厚さと厚さ（切削深さ）の表示が得られること。

3）計測密度

施工履歴データによる出来形計測は、計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

4）計測点群データの作成

受注者は、取得した施工履歴データから３次元座標、記録時刻等の点群データを抽出する。受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、点群データから出来形部分と関係のない不要点を削除後、出来形評価用データを作成する。

【解説】

1）施工時の精度確認

各施工日の施工開始前に、作業装置位置の測定精度がｘ，ｙ座標の各成分とも±50㎜以下であることを確認する。また、標高較差の管理を行う場合は、履歴取得位置との較差が 0㎜以下であり、深さ管理を行う場合は、履歴取得位置との較差が 0㎜以上である事を確認する。確認方法の例は以下のとおりである。

・ＩＣＴ建設機械によって出力される作業装置位置の平面座標とトータルステーションやＧＮＳＳ等の測位技術によって計測した作業装置位置の平面座標とを比較する。
・履歴取得位置と実績値（切削後）の同一平面位置にて、刃先高さあるいは深さと、精度確認位置切削後の高さあるいは深さをＴＳ・レベル・水糸等で計測し、実測値の差を比較する。

2）計測頻度

システム上にてリアルタイムに施工機械（刃先）の位置と該当位置における設計標高値と切削高さ、あるいは設計厚さと厚さ（切削深さ）の表示が得られること。

3）計測密度

不要点除去等の処理を行った後の施工履歴データが、出来形計測データ及び出来形評価用データともに計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上得られる設定で施工履歴データの記録頻度等の設定を行う。

ただし、縦断方向においては切削方向１ｍごとに１点取得し、横断方向においては切削幅に応じて、施工履歴データを算出することができる。

また、縦断方向において、欠測等により点密度が確保出来なかった範囲については、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られるよう、従来の計測方法（ＴＳ、レベル等を用いた方法）による計測で、補間することができる。

### 4）計測点群データの作成

施工履歴データの取得は、車載システムを用いて刃先高さあるいは深さを管理するシステム又は、車載あるいは別の計測システムを用いて、施工直後の高さあるいは深さを管理するシステムにおいて、記録される高さあるいは深さの位置データを利用して取得することができる。施工履歴データの点群データには、ＩＣＴ建設機械の小移動、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。このため、点群処理ソフトウェアを用いて不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データのみを抽出する。

出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）のグリッドを設定し、任意のグリッドごとに代表点の抽出を行い、出来形評価用データを作成する。

また、施工履歴データを用いて点群データを取得する場合は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」に準じてグリッドデータ化することができる。

施工履歴データの取り出しは、施工履歴データがＩＣＴ建設機械の車載ＰＣに保存されている場合には、施工後に車載ＰＣから記録媒体（ＵＳＢメモリー等）へ施工履歴データをコピーする。施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合は、クラウドサーバーからダウンロードする。

なお、施工履歴データは初期データの時点で不要点削除・グリッド処理が完了している場合には、その処理済みのデータを使用してよい。

## 第２節　計測技術（断面管理の場合）

### ２－１　各技術の計測における共通事項

#### ２－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）３次元設計データ作成ソフトウェア
2）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元設計データ作成ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアは、監督職員から提示された設計図書等を基に、３次元計測技術に搭載可能な３次元設計データを作成するソフトウェアである。作成した３次元設計データは、通信あるいは記憶媒体を通して３次元計測技術に搭載することができる。

2）出来形帳票作成ソフトウェア

1）で作成した３次元設計データと、３次元計測技術で計測した出来形計測データを読み込むことで、出来形管理資料を作成するプログラムである。

## ２－２　ＴＳ等光波方式

### ２－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、３次元設計データを搭載したＴＳ等光波方式等を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

また、望遠鏡を搭載しない等の光波方式による計測機器を含めたものについても、同等の機能や精度を確認すれば、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえるものとする。

工事の出来形管理は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所等に基づき実施するものであり、本管理要領（案）で定める測定項目（基準高、幅、厚さ（切削オーバーレイ工等の施工前後の高さの差で測定する工種）、標高較差）について、水糸、巻尺、レベル等の方法に換えて、ＴＳ等光波方式を用いて計測した計測点の３次元座標値から基準高、幅、厚さ、標高較差、延長を算出する。

また、工事の出来形管理の各段階（３次元設計データの作成、工事測量、施工の出来形管理、出来形管理資料の作成等）において、データをソフトウェアにより一元管理することで、作業の確実性や自動化・省力化が図られるため、これらの各段階を本管理要領（案）の適用範囲とした。

本管理要領（案）は、現道上の舗装修繕工事等において、ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

なお、ＴＳ等光波方式により出来形管理を行った工種、測定項目等については、従来方法による管理（二重管理）の必要はない。

| 受注者のTS等光波方式による出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事基準点設置<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br><br>②機器の手配<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br><br>③工事基準点の設置<br>・現況地形の3次元化<br><br>④「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成<br>・3次元設計データの作成範囲（監督職員との協議）<br><br>⑤TS等光波方式による出来形計測・出来形管理<br><br>⑥精度確認試験<br><br>⑦「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br><br>⑧出来形および出来高の確認<br><br>⑨電子成果品の納品<br><br>⑩実地検査 |

図４－１８　出来形管理の主な手順

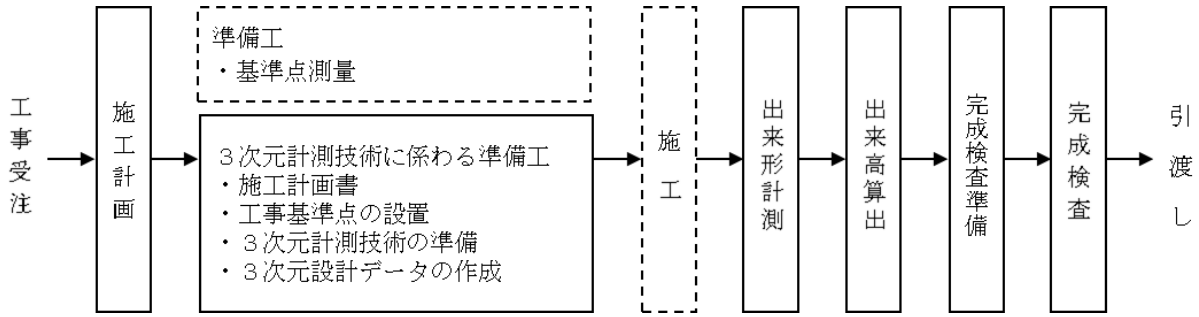



図４－１９　ＴＳ等光波方式を用いる場合の業務の範囲

## ２－２－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＴＳ等光波方式による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第２節　２－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）ＴＳ等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

【解説】

図４-２０にＴＳ等光波方式を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）ＴＳ等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

ＴＳ等光波方式は、３次元設計データ作成ソフトウェアで作成した３次元設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定を行うための設計と出来形の差異を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

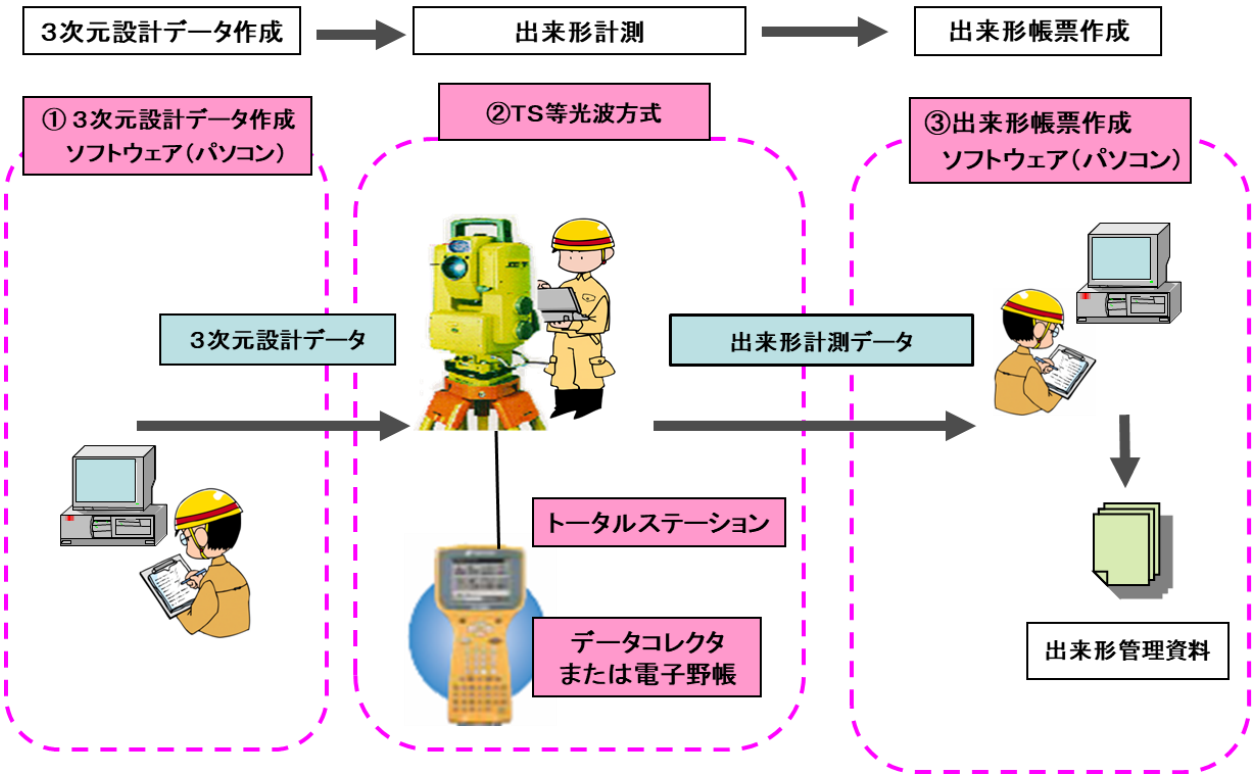



図４-２０　ＴＳ等光波方式による出来形管理機器の構成例

## ２－２－３　計測性能及び精度管理

本管理要領（案）で用いるＴＳ等光波方式は、国土地理院認定３級と同等以上の測定精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。ただし、舗装工の層厚管理にＴＳ等光波方式を用いる場合で表層、基層を除く場合は、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であること。また、舗装工の層厚管理にＴＳ等光波方式を用いる場合で表層、基層を含める場合は、国土地理院認定１級と同等以上の測定精度を有し高度角自動補正装置が搭載され適正な精度管理が行われている機器であること。

受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳの性能について、監督職員の承諾を受けること。以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 出来形計測 | 公称測定精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$<br><br>例：計測距離 100m の場合は、±（5mm＋5×$10^{-6}$×100m）＝±5.5mm の誤差となる | 国土地理院で規定がない場合：<br>【鉛直方向】<br>±5mm 以内<br>【平面方向】<br>±5mm 以内<br>※ただしこの場合でも、国土地理院認定１級と同等以上として使用することはできない。 |

【解説】

1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに３級ＴＳがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、ＴＳ等光波方式本体は、３級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

ＴＳの計測性能は、国土地理院３級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。これらの証明書等はＴＳの機種ごとに確認する。

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「(様式 3-6)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する（ただしこの場合でも、国土地理院認定１級と同等以上として使用することはできない）。

ただし、舗装工の厚さ又は標高較差管理にＴＳ等光波方式を用いる場合で表層、基層を除く場合には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であること。鉛直角の最小目盛値はメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、舗装工の層厚管理にＴＳ等光波方式を用いる場合で表層、基層を含める場合は、国土地理院認定１級と同等以上の測定精度を有し高度角自動補正装置が搭載され適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。

### 2）精度管理

ＴＳの精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。検定証明書、校正証明書は、ともにＴＳ本体の校正がなされていることの証明として同等の信頼性を有するため、いずれかの証書が確認できればよい。なお、これらの証明書はＴＳ１台ごとに発行されるものであるから、出来形管理に複数のＴＳを使用する場合は各ＴＳに証明書が発行されていることを確認する。

## ２－２－４　出来形計測

《施工計画書》

**受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。**

**1）適用工種**

**本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。**

**2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

**契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。**

**3）使用機器・ソフトウェア**

**ＴＳ等光波方式の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）により実施する適用工種、測定項目等を記載する。

**2）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準**

本管理要領（案）により実施する適用工種の出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準の内容を記載する。

**3）使用機器・ソフトウェア**

受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②ＴＳ等光波方式本体

受注者は、ＴＳ等光波方式のハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。また、舗装工の厚さ又は標高較差管理にＴＳ等光波方式を用いる場合には、鉛直角の最小目盛値が５″又はこれより高精度であることを示す資料を提出する。なお、表層と基層の管理は対象外とする。

ただし、国土地理院認定１級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象とする。

ＴＳ等光波方式は、国土地理院に規定がない望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器等を含むため、国土地理院が定めるＴＳと同等以上の性能を持つことを「参考資料-4　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」にて確認することで、国土地理院認定３級と同等以上とみなして使用してよいものとする。

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合 | ・国土地理院認定３級以上のＴＳを使用する<br>国土地理院認定３級ＴＳの要求性能<br>公称測定精度：±（5㎜＋5ppm×Ｄ）※<br>最小目盛値：20″以下<br>※Ｄ値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$ |

| | |
|---|---|
| 出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合 | ・表層と基層の管理をＴＳ等光波方式で行わない場合、国土地理院認定３級以上のＴＳで､かつ下記の性能を有するＴＳを使用する。<br>最小目盛値：５″以上<br>・表層と基層の管理までＴＳ等光波方式で行う場合、国土地理院認定１級のＴＳで、かつ下記の機能を有するＴＳを使用する。<br>高度角自動補正装置 |

ａ．出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合や、“厚さ”“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理をＴＳ等光波方式で行わない場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）。国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-4 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 3-6）」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合で表層と基層の管理もＴＳ等光波方式で行う場合には、ＴＳの測定精度が国土地理院による１級認定品であること記載する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ａ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の１級と同等であることが明記されている場合は１級と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である）

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

受注者は、施工完了後に、ＴＳ等光波方式での計測により、出来形計測点での基準高、厚さ、幅の管理を行う。

1）ＴＳ等光波方式の設置

ＴＳ等光波方式は、基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の基準点を観測できる場合は任意の未知点にＴＳ等光波方式を設置することができる。未知点にＴＳ等光波方式を設置する場合には、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する基準点の計測距離は 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、基準点間の挟角は 30°～150° 以内でなければならない。

2）出来形計測

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められた計測点で計測を行う。また、受注者が自ら定めた計測点においても計測することができる。ＴＳと計測点までの距離は、利用するＴＳの計測性能に応じて管理すること。

【解説】

施工完了後、出来形計測点をＴＳ等光波方式で計測することにより、設計高と計測高、設計幅と計測幅の比較を即座に行うことができる。

実施手順は以下のとおりである。

1）ＴＳ等光波方式の設置

ＴＳ等光波方式の設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にてＴＳ等光波方式を設置することとする。ただし、ＴＳ等光波方式と工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150° 以内とする。

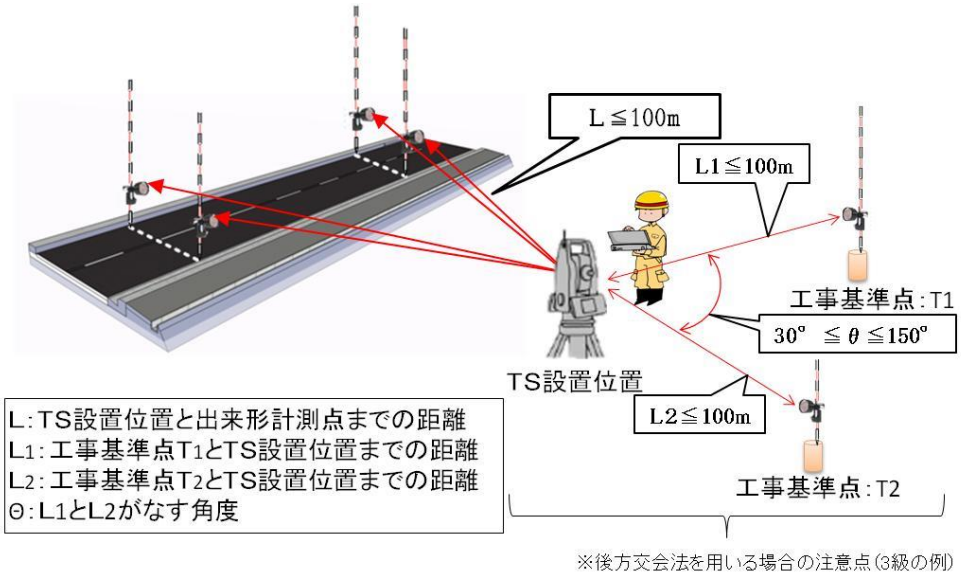



図４－２１　後方交会法によりＴＳを設置する場合の留意点

計測結果の再現性を高めるため、同じ出来形計測点の測定にあたっては、毎回同じ工事基準点を使用する。そのほかにもＴＳ等光波方式の設置時には下記の点に留意すること。

・出来形計測点を効率的に取得できる位置にＴＳ等光波方式を設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、３次元設計データに登録されている点を用いること。
・器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。特に長尺のポールを用いる場合は、丸形気泡管等を用いてポールの鉛直を保って計測を行うこと。
・ＴＳ等光波方式と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測**

ＴＳと計測点までの距離が大きくなるほど、測定精度が低下する傾向があるため、出来形計測時のＴＳと計測点までの視準距離の制限値を 100m とする。

出来形計測を行う箇所が、３次元設計設計データに管理断面として入力したラインから、道路延長方向に±10 ㎝以内の範囲内になるよう、計測を行うこと。

また、舗装修繕工事において、厚さを測定する場合、３次元設計設計データに出来形計測点として入力した点と、実際に出来形計測を行う点の、平面位置のずれが、水平距離で 50㎜ 以内になるように、計測を行うこと。

これは、出来形計測点へのプリズムの誘導にかかる労力の軽減を図るため、出来形計測点に対する平面位置のずれを、実務上問題ない範囲で許容したものである。

厚さの計測対象の層と、その下の層で、出来形計測点と実際に計測した点の平面位置のずれが、それぞれ 50㎜ ずれていた場合、厚さの計測値の誤差は最大でも２㎜（路面の勾配が両層とも２％であった場合）であり、実務上問題ないと判断できる。

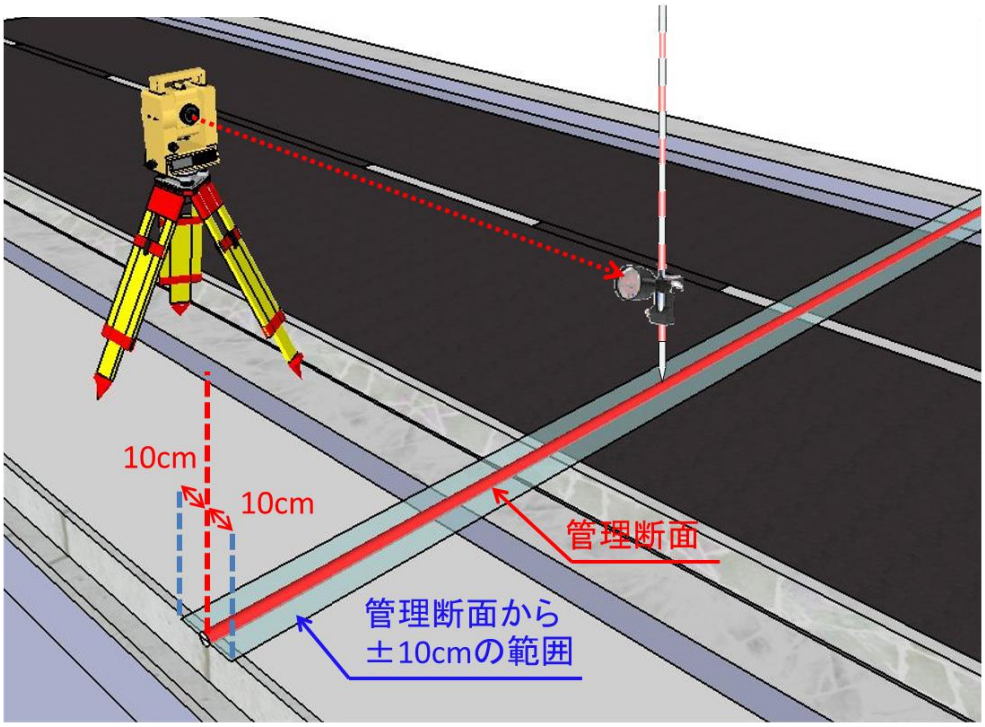



図４－２２　管理断面として入力したラインから道路延長方向に±10 ㎝の範囲

## ２－３　地上写真測量

### ２－３－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、地上写真測量を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

地上写真測量による出来形計測は、被計測対象の地形写真を撮影し、写真測量用のソフトウェアによる数値化を行い、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測位置を把握することにより、出来形管理項目などを容易に算出することが可能となる。そのため従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要となり、施工管理における手間の大幅な削減が可能である。

以上のように、所定の性能を有した３次元データが扱えるソフトウェア等の利用の効果は大きいが、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルあるいは、ＴＳによる出来形管理の方法とは異なる留意点があることから、出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

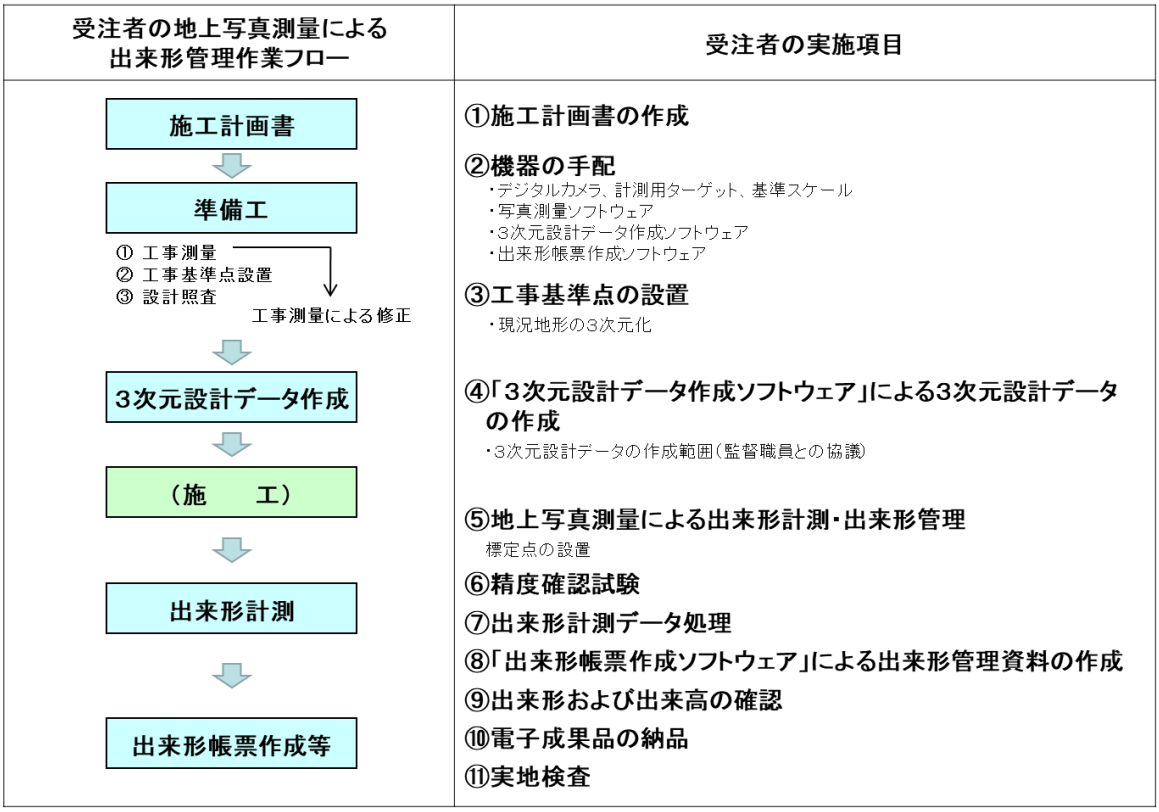



図４-２３　出来形管理の主な手順

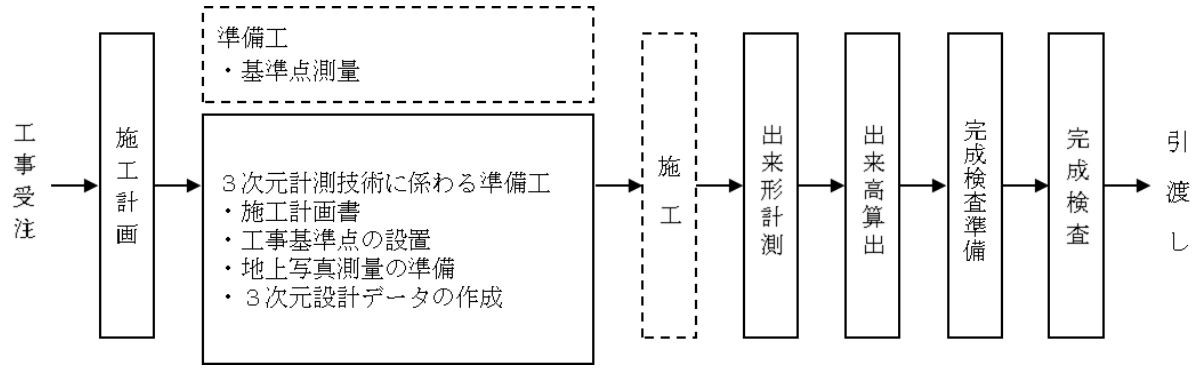



図４－２４　地上写真測量を用いる場合の業務の範囲

## ２－３－２　機器構成

本管理要領（案）で用いる地上写真測量による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第２節　２－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）地上写真測量（ハードウェア及びソフトウェア）

【解説】

図４-２０に出来形管理用地上写真測量を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）地上写真測量（ハードウェア及びソフトウェア）

地上写真測量は、３次元設計データ作成ソフトウェアで作成した３次元設計データにて現地測点の場所を算出し、現場での出来形計測、出来形の良否判定を行うための設計と出来形の差異を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

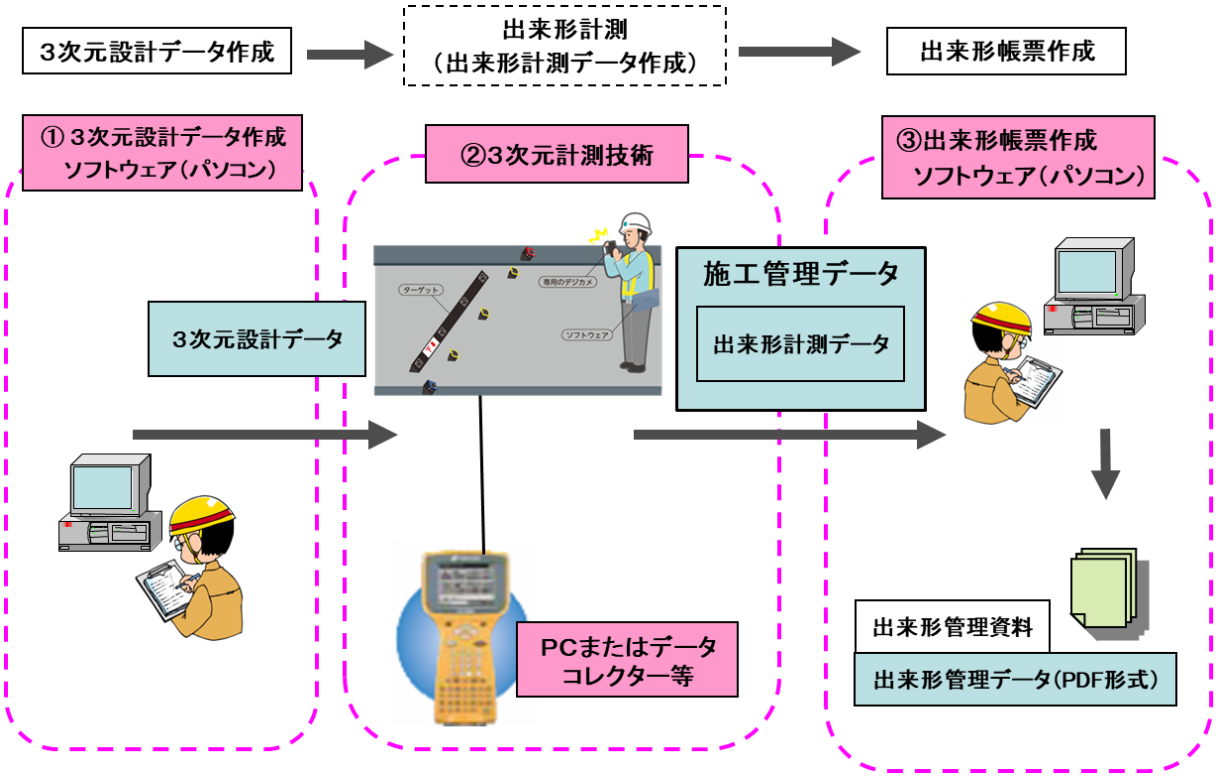



図４-２５　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## ２－３－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる地上写真測量について、下記の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。以下に、出来形管理で利用する地上写真測量に要求される性能基準を示す。

【鉛直方向の測定精度】

切削オーバーレイエ

| | |
|---|---|
| 切削表面 | ±4mm |
| 基層表面 | ±4mm |
| 表層表面 | ±4mm |

【平面方向の測定精度】

切削オーバーレイエ

| | |
|---|---|
| 切削表面 | ±10mm |
| 基層表面 | ±10mm |
| 表層表面 | ±10mm |

（「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

地上写真測量の測定精度を確認するために、施工現場と同等の路面を検査面に選定し、鉛直方向と平面方向の精度確認試験を行う。鉛直方向の精度確認については、レベルや水糸下がり等で計測した高さを比較する。平面方向の精度確認については、TS やコンベックス等で計測した幅員を比較する。

鉛直方向と平面方向の計測性能については、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、施工現場と同等の路面を検査面に選定し、計測用ターゲットを所定の位置に配置する。検査面に設置する計測ターゲットは、実際に検査を行う幅員と計測位置を考慮して設置すること。

## ２－３－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

3）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

4）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）により実施する適用工種、測定項目等を記載する。

2）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

本管理要領（案）により実施する適用工種の出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準の内容を記載する。

3）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

4）ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書は不要である。上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

《出来形計測》

**受注者は、地上写真測量を実施し出来形計測を行う。本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。**

【解説】

地上写真測量による計測では、対象物と撮影方法により測定精度に違いが生じる。このため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

**1）地上写真測量における写真撮影方法**

地上写真測量を実施する際に、被写体となる標定点においては管理断面上に配置すること。写真撮影においては、被写体となる標定点が映り込むように、複数枚撮影する。

**2）３次元座標データの計測**

３次元座標データは計測対象測点の位置を計測し納品する。起工測量時等に３次元設計データを利用し、現地の測点（路肩等）にマーキングした位置の３次元座標を納品する。

また、納品する３次元座標値は公共座標系に準じた座標値として納品することが望ましい。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

## 第１節　出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値（出来形評価値）はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

**1）測定箇所**

測定箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」により測点による管理を行う場合に定められた厚さ、幅とは異なり、切削面の全面の標高較差又は深さとする。施工幅については、切削完了後に幅員の計測を行う。

**2）測定値算出**

標高較差は、３次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、切削面の全面で規格値との比較・判定を行う。

**3）規格値**

規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「３－２－６－１５　路面切削工（面管理の場合）」、「１０－１４－４－５　切削オーバーレイ工（面管理の場合）」に記載されているものを利用することとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領（案）におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「３－２－６－１５　路面切削工（面管理の場合）」、「１０－１４－４－５　切削オーバーレイ工（面管理の場合）」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「３－２－６－１５　路面切削工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

**4）測定基準**

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の測定基準には「厚さは 40ｍごとに現舗装高切削後の基準高の差で算出する。測定点は車道中心線、車道端及びその中心とする」と定められているが、３次元計測技術を用いた出来形管理の場合、切削面の全面で計測したデータがあることから、測定基準を「切削面の全面（１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上）」とし、面的により的確な出来形管理を行うものである。

## 第２節　出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合）

出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とする。ただし、路面切削工の“測定対象”のうち“厚さ”については“基準高”に名称を変更し、“測定基準”を以下のように変更する。

『基準高は 40m ごとに切削後の標高と、設計標高との差で算出する。（以下の記載内容は同じ）』

本管理要領（案）「表４－２　適用工種及び測定項目」において、※５を付す対象工種の“測定対象”のうち“厚さ”については、“標高較差”に名称を変更する。また、“測定基準”を次のように変更する。

「標高較差は、対象とする層の標高と直下層の目標高さ＋直下層の標高較差の平均値＋設計厚さから求まる高さとの差で算出する」

また、標高較差は、「路盤は 200m ごとの任意の箇所、アスファルト舗装は 1000 ㎡ごとの任意の箇所」を満たすような頻度で測定する。ただし、幅員・基準高管理の計測値をかねてよい。

【解説】

1）測定箇所

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同じである。

2）測定値算出

①基準高（標高）の計測値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（ｚ座標）の値を用い、出来形確認・管理の対象とする断面上の設計値と計測値の差より規格値と比較し判定する。

②幅の計測値を３次元座標値から算出する方法

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を計測値とし、出来形確認・管理の対象とする断面上の設計値と計測値の差より規格値と比較し判定する。

③厚さの計測値を３次元座標値から算出する方法

厚さは各層において計測した同一平面位置上の２点（管理対象の一つ下層の比較対象点と計測点）の標高座標（Ｚ座標）の差分値を用いて、規格値と比較し判定する。

④標高較差の計測値を３次元座標値から算出する方法

標高較差は各層において計測した３次元座標値の標高座標（Ｚ座標）の値を用い、３次元設計データの同一平面上の標高座標（Ｚ座標）との差より、規格値と比較し判定する。

⑤深さの計測値を３次元座標値から算出する方法

深さは暗渠等を設置するために掘削した溝の底部と、埋め戻し後の地盤の標高座標（Ｚ座標）の差分値を用いて、規格値と比較し判定する。

⑥延長の計測値を３次元座標値から算出する方法

縁石等の計測対象物に沿って、始点から終点まで複数の箇所で３次元座標を計測し、これらの点間の直線距離（斜距離）の合計値を延長として用いる。

3）規格値及び測定基準

規格値及び測定基準は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とする。

# 第６章　数量算出

**出来形計測と同位置において、契約条件として認められている場合は、設計面を用いて出来形数量を下記の方法で算出することができる。出来形数量の詳細な算出方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。**

**・従来法による数量算出（平均切削深さと切削面積）**

**・設計面（ＴＩＮ）と現況路面（ＴＩＮ）の差による数量算出**

【解説】

受注者は、従来法による数量算出に加え、３次元計測技術等で計測されている点群データを基に平均断面法又は、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。

# 第７章　出来形管理写真基準

## 第１節　出来形管理写真基準（面管理の場合）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。
1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）
出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

【解説】

精度確認時の写真を記録する。

また、切削状況を確認できる写真を記録する。

## 第２節　出来形管理写真基準（断面管理の場合）

**本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は「第３編　舗装工編　第７章　第２節　出来形管理写真基準（断面管理の場合）」を準用する。**

【解説】

工事写真の撮影は「第３編　舗装工編　第７章　第２節　出来形管理写真基準（断面管理の場合）」を準用する。

ただし、３次元計測技術の計測状況がわかるものとし、被計測対象については、計測箇所上に正しく設置されていることがわかるように遠景・近景等の工夫により撮影すること

図４－２６　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定

## 第１節　電子成果品の作成規定（ＴＳを用いた出来形管理を実施しない場合）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・施工履歴データによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS のポイントファイル）
・施工履歴データによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・施工履歴データによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。
格納するファイル名は、施工履歴データを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

### 1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに工種（路面切削工）を示した「ＣＰ」のサブフォルダを作成する。

②　①の下層に計測機器（施工履歴データ）の名称を示した「ＣＭＲ」サブフォルダを作成する。

③格納するファイル名は、表４-４に示す命名規則に従うこと。

④-1　欠測補間として他の計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名は、③に従い命名し、②で作成したサブフォルダへ格納する。

④-2　合成前の各計測機器の計測データは、②で作成したサブフォルダの下へ別途それぞれの計測機器名称を示したサブフォルダを作成し、格納する。

参考として、図４-２７にＴＳを欠測補間に用いた場合のフォルダ構成例を示す。

⑤設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑥整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑦出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てを ZIP 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

### 2）データ形式

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id）
xn：計測点座標値（x）・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載
yn：計測点座標値（y）・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載
zn：標高値（z）　・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載
An：地表面属性値（A）・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

**4）数量算出**

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

・起工測量時の計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）
・起工測量計測データ（LandXML ファイル等の TIN ファイル）

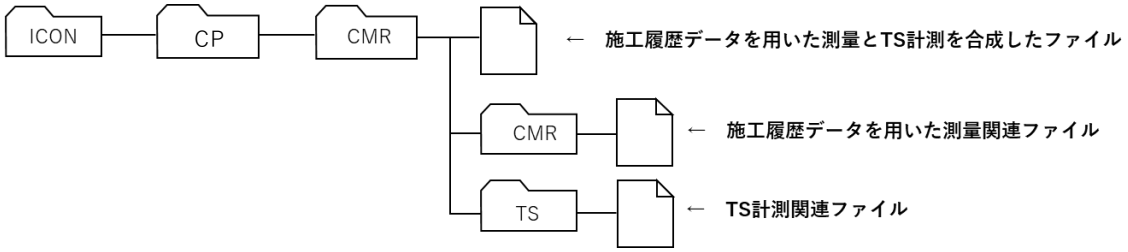



図４-２７　施工履歴データを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表４-４　施工履歴データによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CMR | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | CMR0DR001Z.拡張子 |
| CMR | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | CMR0CH001.拡張子 |
| CMR | 0 | IN | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | CMR0IN001.拡張子 |
| CMR | 0 | AS | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | CMR0AS001.拡張子 |
| CMR | 0 | GR | 001～ | － | ・施工履歴データによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | CMR0GR001.拡張子 |
| CMR | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | CMR0PO001.拡張子 |

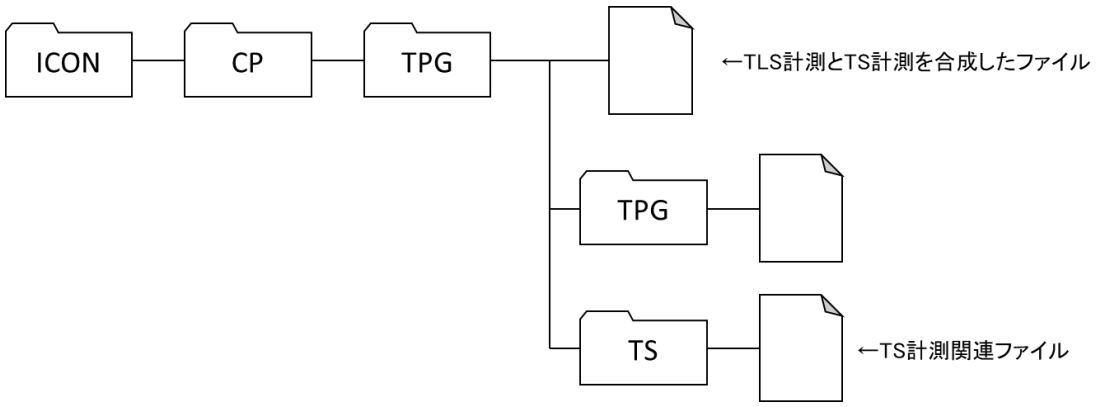



図４-２８　地上写真測量を主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表４-５　地上写真測量による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TPG | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TPG0DR001Z.拡張子 |
| TPG | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TPG0CH001.拡張子 |
| TPG | 0 | IN | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TPG0IN001.拡張子 |
| TPG | 0 | AS | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | TPG0AS001.拡張子 |
| TPG | 0 | GR | 001～ | － | ・施工履歴データによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TPG0GR001.拡張子 |
| TPG | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TPG0PO001.拡張子 |

## 第２節　電子成果品の作成規定（ＴＳを用いた出来形管理を実施した場合）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・施工管理データ（XML ファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「OTHRS」フォルダに格納する。
その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目については、「工事完成図書の電子納品等要領」に従い出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

### 1）その他管理ファイル（OTHRS.XML）

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目は、下表に示す内容を必ず記入すること。

表４-６　ＴＳ等光波方式による計測のその他管理項目

| 分類・項目名 | | | | 記入内容 | データ表現 | 文字数 | 記入者 | 必要度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| サブフォルダ情報※ | その他サブフォルダ名 | | | 作成したその他サブフォルダ名(ORG001～nnn)を記入する。 | 半角英数大文字 | 6 固定 | □ | ◎ |
| | その他サブフォルダ日本語名 | | | 「TS 出来形管理」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | その他資料情報※ | 資料名 | | 「TS 出来形管理資料」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | オリジナルファイル情報※ | シリアル番号 | シリアル番号は 1 より開始する。電子媒体を通して、一連のまとまった資料についてユニークであれば、中抜けしてもよい。2 番目を、“00002”の様に 0 を付けて表現してはいけない。 | 半角数字 | 5 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル名 | オリジナルファイル名を拡張子を含めて記入する。 | 半角英数大文字 | 12 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル日本語名 | 「TS 施工管理データｍｍ」と記入する。<br>ｍｍ：英数字 2 文字 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報 | 格納したオリジナルファイルの作成ソフトウェア名とバージョン情報を記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル内容 | オリジナルファイルの内容、もしくはオリジナルファイルに示されていることを記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | その他 | 受注者説明文 | 受注者側で特記すべき事項がある場合は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 発注者説明文 | 発注者側で特記すべき事項がある場合(発注者から指示を受けた場合)は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 予備 | 「TS 等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)平成○○年○○月」と記入 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| ソフトメーカー用 TAG | | | | ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数記入可) | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | ▲ | △ |

全角文字と半角英数字が混在している項目については、全角の文字数を示しており、半角英数字２文字で全角文字１文字に相当する。表に示している文字数以内で記入する。

「その他サブフォルダ日本語名」、「資料名」、「オリジナルファイル日本語名」で用いられて

いる「ＴＳ」は半角英数大文字で記載すること。また、「予備」で用いられている括弧及び数字は、半角英数字で記載すること。

【記入者】□：電子成果品作成者が記入する項目。

▲：電子成果品作成支援ツール等が固定値を自動的に記入する項目。

【必要度】◎：必須記入。

○：条件付き必須記入。（データが分かる場合は必ず記入する）

△：任意記入。原則として空欄。特記すべき事項があれば記入する。

※複数ある場合にはこの項を必要な回数繰り返す。

表４－６　その他管理項目の「その他サブフォルダ日本語名」、「オリジナルファイル情報」及び「予備」の【必要度】については、「工事完成図書の電子納品等要領　平成 22 年９月」と異なり、本管理要領（案）では◎（必須記入）としているので注意すること。

「オリジナルファイル日本語名」の通し番号（ｍｍ）は、01 からの連番を原則とするが、やむを得ない理由である場合は中抜け（欠番）してもよい。

「予備」には、本管理要領（案）のタイトル名を発行年月まで記入すること。

その他管理ファイル（OTHRS.XML）の出力例を以下に示す。

四角囲いのゴシック強調表記は、本管理要領（案）で規定している記入例、ゴシック強調表記は出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように具体的に記入することが望ましい項目を示している。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE othrsdata SYSTEM "OTHRS05.DTD">
<othrsdata DTD_version="05">
  <サブフォルダ情報>
   <その他サブフォルダ名>ORG001</その他サブフォルダ名>
    <その他サブフォルダ日本語名>TS 出来形管理</その他サブフォルダ日本語名>
     <その他資料情報>
      <資料名>TS 出来形管理資料</資料名>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>1</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG01_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 01</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>〇〇線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>2</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG02_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 02</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>□□線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
     <その他>
      <受注者説明文>△△△</受注者説明文>
      <発注者説明文>☆☆☆</発注者説明文>
      <予備> TS を用いた出来形管理要領(舗装工事編)平成〇〇年〇〇月</予備>
```

```
        </その他>
        </その他資料情報>
    </サブフォルダ情報>
    <ソフトメーカー用 TAG>ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数入力可)</ソフトメーカー用
    TAG>
</othrsdata>
```

# ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| 施工履歴データ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート<br><br>参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br><br>参考資料-4　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br><br>参考資料-5　地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br><br>参考資料-6　切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（路面切削工編）(案)」(国土交通省)
8)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（舗装工事編）(案)」(国土交通省)
9)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）(案)」(国土交通省)
10)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）(案)」
(国土交通省)

## 参考資料-2　３次元設計データチェックシート

（様式 4-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、深さは正しいか？ | |
| ５）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～４）の幾何形状と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

１．実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、適正な精度確認試験を実施する。精度確認試験は、施工期間中の精度を管理する目的で、施工日ごとに精度を確認及び記録を実施することとする。

２．実施方法

1）施工前の精度確認

平面位置について既設舗装面（切削前）において、施工履歴データの平面位置座標（x, y）または測点等の管理位置と、ＴＳまたはＲＴＫ－ＧＮＳＳによる実測値（x, y）または測点等の管理位置とを比較し、後掲「３．評価基準」に記載の精度確認基準を満足することを確認する。

2）施工後の精度確認

履歴取得位置と実績値（切削後）の同一平面位置にて、施工履歴データとして記録された刃先高さあるいは深さと、ＴＳ・レベル・水糸等で計測した精度確認位置切削後の高さあるいは深さとの差を算出し、事後掲「３．評価基準」に記載の精度確認基準を満足することを確認する。

設計切削厚と、切削機の切削厚の表示が異なった場合は、都度補正を行う。補正を行う際には、補正を行った位置、補正値、補正を行った理由を記録する。精度確認の実施時点は、当該施工日に最初に切削する１レーンの全部または一部の切削を行った時点でよい。

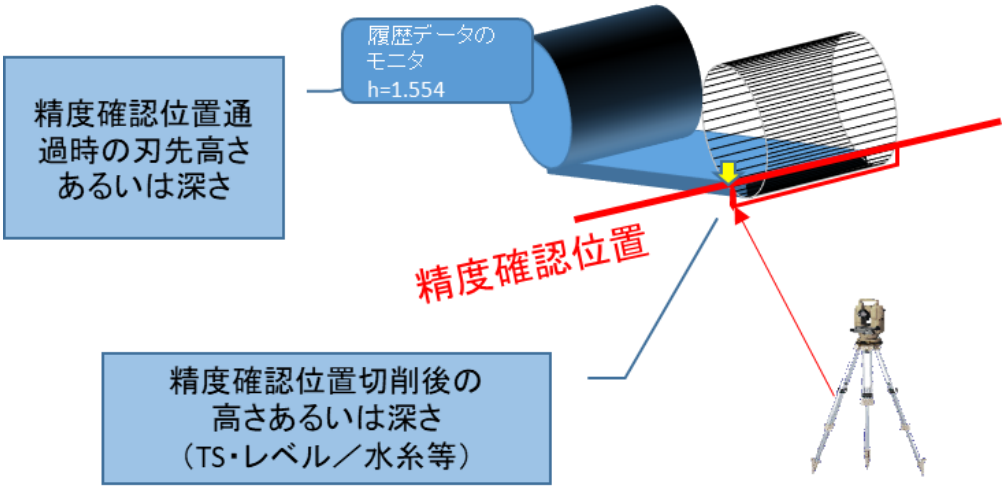



図４－２９　施工後の精度確認

３．評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表４－７　精度確認試験での精度確認基準

| 試験モード | 比較方法 | 精度確認基準 | 備　考 |
|---|---|---|---|
| 施工前の精度確認 | 平面位置座標（x,y）または測点等の管理位置で、施工履歴データと実際の位置とのずれを確認 | 作業日ごとによる作業装置位置の取得精度（（ｘ，ｙ）座標または測点等の管理位置からのずれ）が、±50㎜以内 | 施工日ごとに１回実施 |
| 施工後の精度確認 | 精度確認位置通過時のＴＳ・レベル／水糸との高さあるいは深さ | 高さの較差：0㎜以下<br>（切削後の標高－標高指示値）<br>深さの較差：0㎜以上<br>（切削後の深さ－切削指示値） | 施工日ごとに１回実施 |

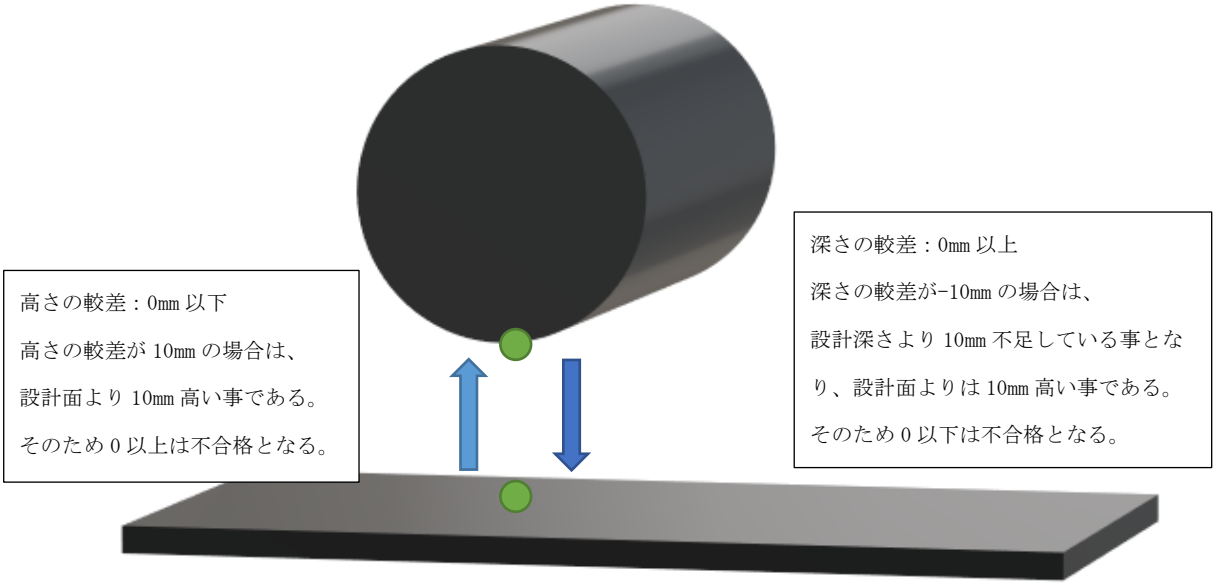



図４－３０　施工後の精度確認基準イメージ

４．実施結果の記録

「２．　1）施工前のキャリブレーション」及び「２．　2）施工後の精度確認」の実施結果を記録・提出する。本管理要領（案）の様式 4-2 に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

（様式 4-2）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）施工履歴
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：SR420<br>測定装置の製造番号：SN00022 | 写真 |
| 検証機器（検測点を計測する測定機器）<br>ＴＳ　　：２級ＴＳ　ＧＰＴ○○○○ | 写真 |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）施工履歴<br>現場内にて<br>精度検証対象機器と既知点の距離：○○ｍ | 写真 |
| 精度確認方法<br>・精度確認位置通過時のＴＳ・レベル／水糸との高さ | |

（２）精度確認試験結果（鉛直方向）

①施工履歴データの取得による確認

②ＴＳによる検査点の確認

③差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 － ＴＳによる計測標高

| | |
|---|---|
| 較差 | Δｚ（各検測点における差の最大値） |
| | 高さの較差：-1㎜ |
| 基準 | 高さの較差：0㎜以下（切削後の標高－標高指示値）<br>深さの較差：0㎜以上（切削後の深さ－切削指示値） |

## 参考資料-4　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるＴＳ等光波方式の測定精度を確認するために、現場に設置した２箇所以上の計測点を設定し、ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度±５㎜、鉛直精度±５㎜以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定し、ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

# 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書（案）

## １．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を出来形計測に適用することができる。

## ２．実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定する。

②ＴＳによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをＴＳで視準し３次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により３次元座標を計測する。

## ３．評価基準

ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表４－８　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の計測座標値の較差 | 平面座標　±５㎜以内<br>標高差　　±５㎜以内 | 現場内２箇所以上 |

## ４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 3-6）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ABC-123<br>測定装置の製造番号：ABC0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温１８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>構内道路改修工事にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（３級ＴＳ）

| 真値の計測結果（３級ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果

計測状況写真

| 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.722 | -11987.656 | 17.893 |
| ２点目 | 44060.802 | -11993.394 | 17.533 |

③差の確認（測定精度）

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果（x’, y’, z’）

― 真値の計測結果（x，y，z）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | 0.002 | 0.001 | 0.003 |
| ２点目 | 0.005 | 0.004 | 0.003 |

**ｘ成分（最大）＝0.005m（5mm）；合格（基準値±5mm 以内）**

**ｙ成分（最大）＝0.004m（4mm）；合格（基準値±5mm 以内）**

**ｚ成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±5mm 以内）**

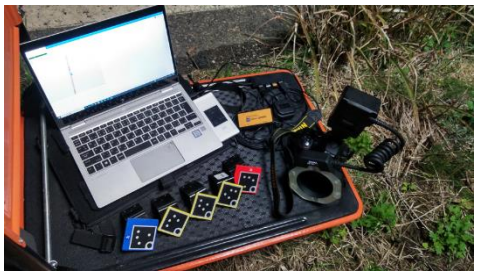
## 参考資料-5　地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

（様式 3-7）

# 精度確認試験結果報告書

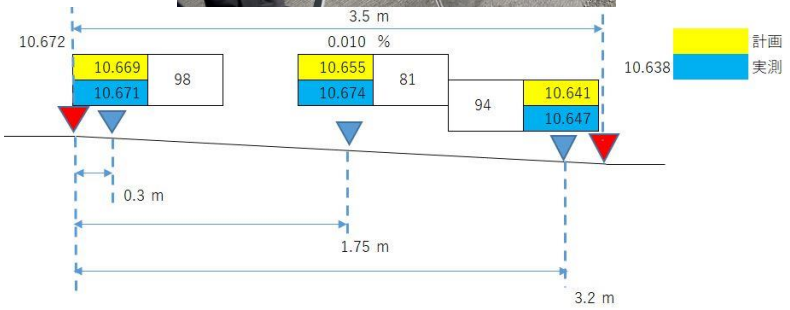
計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

<table>
<tr><td colspan="2">精度確認の対象機器<br>メーカー　：○○○○<br>測定装置名称：○○○○<br>測定装置の製造番号：―</td><td>写真<br>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">検証機器（検測点を計測する測定機器）</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>①鉛直方向の測定精度の精度確認方法<br>計測方法：水準測量　or　水糸下がり</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td></td><td>②平面方向の測定精度の精度確認方法<br>計測方法：TS　or　コンベックス</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td colspan="2">測定記録<br>測定期日：令和○年○月○日<br>測定条件：天候 晴れ<br>測定場所：検証フィールドにて</td><td>写真<br> </td></tr>
<tr><td colspan="2">精度確認方法<br>鉛直）検査ターゲット設置位置の高さ（下がり）<br>平面）検査ターゲット設置間（幅員）の実測値</td><td></td></tr>
</table>

（２）鉛直方向の精度確認試験結果

①水準測量による検査位置の確認




計測結果：H1　98mm　、H2　81mm　、H3　94mm

ステレオ写真測量による確認

| | 測点 | | | 工種 | 設計高さ | 設計厚さ | 設計幅員 | ステータス | 測定日時 | 有効画像数 | 認識測点数 | 測定値良否 | H1高さ | H1厚さ | H2高さ | H2厚さ | H3高さ | H3厚さ | 幅員 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No.1 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | 測定済 | 21/08/05 | 8 | 15 | OK | 98 | - | 80 | - | 93 | - | 3501 |
| | No.2 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |
| | No.3 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |
| | No.4 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |
| | No.5 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |

計測結果：H1　98mm　、H2　80mm　、H3　93mm

差の確認（鉛直方向の測定精度）

| | ステレオ写真測量結果による下がり<br>－<br>検査位置の下がり | 判定 |
|---|---|---|
| H1 | 98mm-98mm ＝ 0mm | 合格（基準値 4mm 以内） |
| H2 | 80mm-81mm ＝ -1mm | |
| H3 | 93mm-94mm ＝ -1mm | |

（３）平面方向の精度確認試験結果

①水準測量による検査位置の確認

計測方法：ＴＳによる座標間距離　or　コンベックス

計測結果：3.500m

②ステレオ写真測量による確認

| | 測点 | | | 工種 | 設計高さ | 設計厚さ | 設計幅員 | ステータス | 測定日時 | 有効画像数 | 認識測点数 | 測定値良否 | H1高さ | H1厚さ | H2高さ | H2厚さ | H3高さ | H3厚さ | 幅員 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No.1 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | 測定済 | 21/08/05 | 8 | 15 | OK | 98 | - | 80 | - | 93 | - | 3501 |
| | No.2 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |
| | No.3 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |
| | No.4 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |
| | No.5 | + | 0m | 0:現況 | 100 | 0 | 3500 | | | | | | | | | | | | |

計測結果：3.501m

③差の確認（水平方向の測定精度）

ステレオ測量結果による幅員　－　コンベックスによる実測幅員

3.501m　－　3.500m　＝　0.001m（1mm）　；合格（基準値 10mm 以内）

## 参考資料-6　切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法

本管理要領（案）を用いて出来形管理を行う場合、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）に規定されている、路面切削工の出来形管理項目の“厚さ”の管理を“基準高”の管理で代替することとする。

現行の路面切削工の“厚さ”の管理方法と、これの代替として“基準高”を管理する方法を下図に示す。

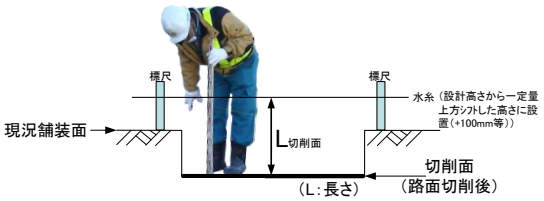
路面切削工の厚さ（＝切削深さ）については、現行では水糸等を用いて、切削面の設計高さと仕上がり高さの差を求め、これを厚さの代わりに管理していることが多い（下図左欄**方法Ａ**参照）。また、路面切削前後の高さを水糸等を用いて計測し、両計測値の差から切削深さを求める場合もある（下図左欄**方法Ｂ**参照）。

本管理要領（案）による出来形管理を行う場合、路面切削後、出来形計測点の基準高をＴＳ等光波方式にて計測すると、切削面と設計との基準高の差が自動計算・表示されるので、これの値を厚さ（＝切削深さ）の代わりに用いて管理を行う。

<table>
<tr><th>現行の管理手法</th><th>TSによる管理手法</th></tr>
<tr><td>

**方法A　水糸等を用いて下がり量を計測・管理**

① 設計高さから一定量（100㎜等）上方の高さに水糸を渡し、切削面の水糸からの下がり量（$L_{切削面}$）を計測・管理する。




② （$L_{切削面}$）から切削面と設計の基準高の差を把握し、厚さ（＝切削深さ）の代わりとしてこれを管理する。

（例）切削面と設計の基準高の差
＝（$L_{切削面}$）－100㎜※

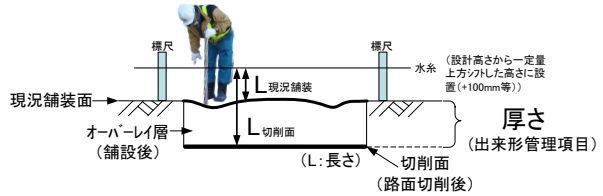
※水糸を設計よりも100㎜上方に設置した場合

**方法B　水糸等を用いて計測した下がり量から層厚を算出・管理**

① 路面切削前に現況舗装面の水糸からの下がり量を計測する（$L_{現況舗装}$）。

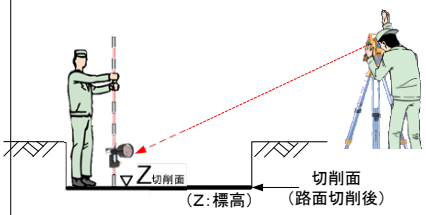
② 路面切削後に切削面の水糸からの下がり量を計測する（$L_{切削面}$）

③ $L_{現況舗装}$ と $L_{切削面}$ の差から路面切削工の厚さ（＝切削深さ）を求めて管理する。




</td><td>

①切削後、切削面との基準高（$Z_{切削面}$）をＴＳで計測する




② （$Z_{切削面}$）から切削面と設計との基準高の差が出来形管理用ＴＳが自動計算・表示するので、これの値を厚さ（＝切削深さ）の代わりに用いて管理を行う。

</td></tr>
</table>

# 第５編　河川浚渫工編　目次


**第５編 河川浚渫工編** ..... **５-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... ５-1

第２章 適用の範囲 ..... ５-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... ５-3

第１節 施工計画書 ..... ５-3

第２節 工事基準点の設置 ..... ５-5

第３節 工事測量（起工測量） ..... ５-6

第４節 ３次元設計データ ..... ５-7

４－１ ３次元設計データ作成 ..... ５-7

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... ５-7

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... ５-9

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... ５-11

第５節 その他の計測 ..... ５-13

５－１ 部分払い用出来高計測 ..... ５-13

第６節 出来形管理 ..... ５-14

６－１ 出来形管理 ..... ５-14

６－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... ５-14

６－１－２ 出来形計測 ..... ５-16

６－１－３ 出来形計測箇所 ..... ５-17

６－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... ５-18

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... ５-21

第１節 多点計測技術（面管理の場合） ..... ５-21

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ５-21

１－１－１ 機器構成 ..... ５-21

１－１－２ 計測点群データ処理 ..... ５-22

１－２ 音響測深機器 ..... ５-26

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ５-26

１－２－２ 機器構成 ..... ５-28

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ５-30

１－２－４ 出来形計測 ..... ５-31

１－２－５ 音響測深機器の艤装及び作動確認 ..... ５-35

１－２－６ 水深測量ソフトウェア ..... ５-37

１－３ 施工履歴データ ..... ５-38

１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... ５-38

１－３－２ 機器構成 ..... ５-40

１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... ５-41

１－３－４ 出来形計測 ..... ５-42

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ５-46

第６章 数量算出 ..... ５-47
第７章 出来形管理写真基準 ..... ５-48
第８章 電子成果品の作成規定 ..... ５-49

■ **参考資料・様式** ..... **５-53**
参考資料-1 参考文献 ..... ５-54
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... ５-55
参考資料-3 音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ５-56
参考資料-4 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ５-68

# 第５編　河川浚渫工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。
1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（国土交通省）
8)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（国土交通省）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領（案）」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

適用工種を「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、表５－１のとおりである。

表５－１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 摘　要 |
|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 浚渫工　共通 | 浚渫船運転工<br>（バックホウ浚渫船）※ | |
| 河川編 | 浚渫<br>（川） | 浚渫工<br>（バックホウ浚渫船） | 浚渫船運転工 | |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）
※グラブ浚渫船は対象外とする

**2）使用する建設機械（施工履歴データ）**

本管理要領（案）を適用するためには、ＩＣＴ建設機械を使用する必要がある。

**3）対象となる作業の範囲**

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図５－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効である。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

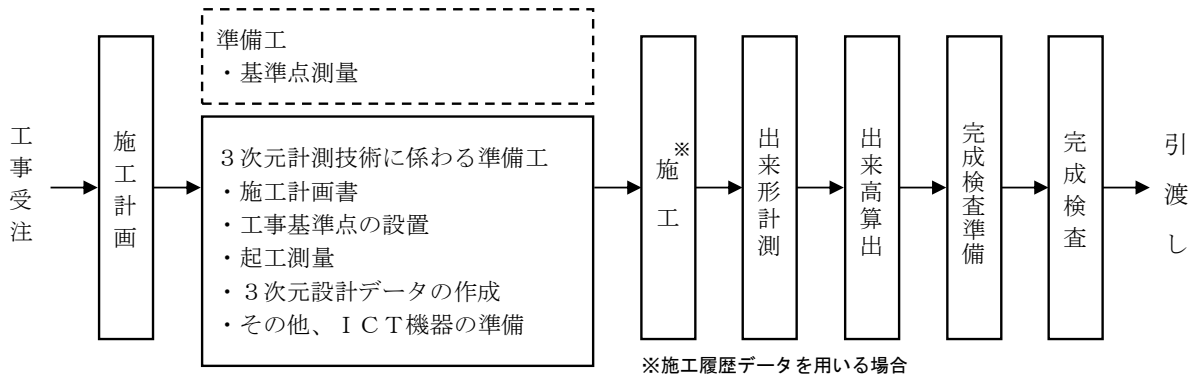



図５－１　本管理要領（案）（河川浚渫工編）の対象となる業務の範囲

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は施工部分を周囲に５m程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された３次元計測技術及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアにつ

いて、施工計画書に記載する。

①３次元計測技術本体

受注者は、出来形管理用に利用する３次元計測技術本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。３次元計測技術の計測性能と精度管理方法については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照のこと。

②ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～4）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**
**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、ＩＣＴ建設機械にＴＳ・ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いている場合に必要となる固定局を設置する際や、施工履歴データの測定精度確認を目的とした精度確認試験を実施する際には、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、効率的に計測できる位置にＴＳが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。

## 第３節　工事測量（起工測量）

1）起工測量の実施

受注者は、設計照査のために浚渫箇所の地形測量を実施する。また、起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、起工測量時のその他の実施事項については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用するものとする。

2）起工測量計測データの作成

受注者は、音響測深機器で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。

※施工履歴データは施工しながらの計測を基本とするため、起工測量は対象外とする。

【解説】

本管理要領（案）では、着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能な音響測深機器を用いて実施する。面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、当該工事の設計形状を示す３次元設計データについて、監督職員との協議を行い、設計図書として位置付ける。

1）起工測量の実施

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

2）起工測量計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする。計測方法については、「第２編　土工編　第３章　３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）」を参照されたい。

## 第４節　３次元設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、及び構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

⑥ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３次元表示が確認できる機能。

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成

する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 3）～5）で作成・変換した３次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）３次元設計データの作成範囲

３次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

### 3）３次元設計データの要素データ作成

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、作成する。

出来形横断面形状の作成は、３次元計測技術による計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点について作成する。３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

### 4）３次元設計データ（ＴＩＮ）の作成

入力した要素データを基に面的な３次元設計データ（ＴＩＮ）を作成する。ＴＩＮは三角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して３次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する（例えば、間隔５ｍごとの横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する）。

### 5）地形情報

３次元計測技術等による起工測量結果を３次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した３次元設計データと重畳し比較した上で、浚渫形状と地形の擦付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

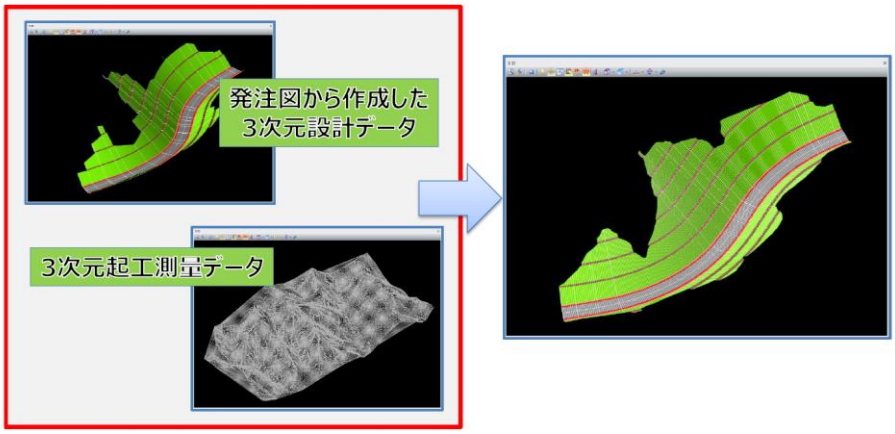



図５-２　３次元データの重畳イメージ

### 6）数量算出

作成した３次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた数量算出を行い、３次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「第６章　数量算出」を参照のこと。

### 7）設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の３次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

### 8）積算区分の境界情報

数量算出に３次元設計データを利用する場合には、積算区分の境界面について、岩線計測データ等の面データを作成する。管理断面間隔より十分狭い範囲においては、ＴＩＮで補間してもよいものとする。

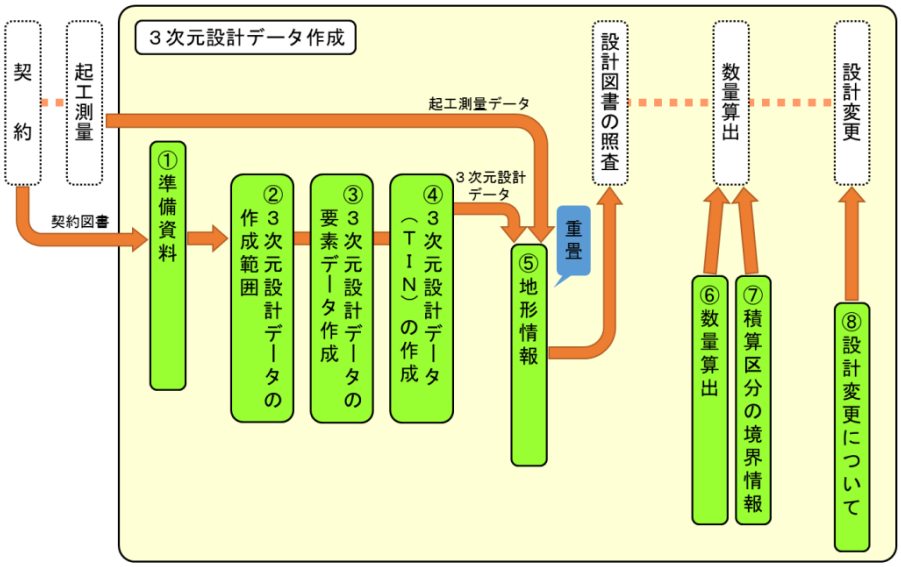



図５-３　３次元データの流れ

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート（「参考資料-2　３次元設計データチェックシート（様式 5-1)」参照）を提出する。

また、受注者は、前述の資料のほか、３次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から３次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、確認できる資料を提示するものとする。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形形状の幅、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

## 第５節　その他の計測

### ５－１　部分払い用出来高計測

**1）部分払い出来高計測の実施**

**受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として３次元計測技術による地形測量を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として、計測に基づく算出値を 100%計上しない場合、上記の規定によらなくてもよい。また、部分払い用出来高計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。このときの部分払い出来高算出結果については、算出値の９割を上限に計上してもよいこととする。**

【解説】

出来高部分払いについては、精度を落として算出数量を控除してでも、簡便な方法を望む意見があり、精度確認方法のみ規定することとした。算出値の９割の根拠は H27 実験値による。

**1）部分払い出来高計測の実施**

部分払い出来高計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

## 第６節　出来形管理

### ６－１　出来形管理

#### ６－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと３次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

３次元のポイントデータによる出来形評価用データと３次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。特に、３次元計測技術による計測では、変化点を特定した計測ができないことから、従来の幅員や法長、端部の基準高さという管理項目での良否判定法では比較できない。このことから、３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表）、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来形管理資料として出力する。

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力**

①３次元設計データから管理を行うべき範囲を抽出する。

②３次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出する。

③「第３章　６－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、又は３次元モデルの属性情報として表示する。

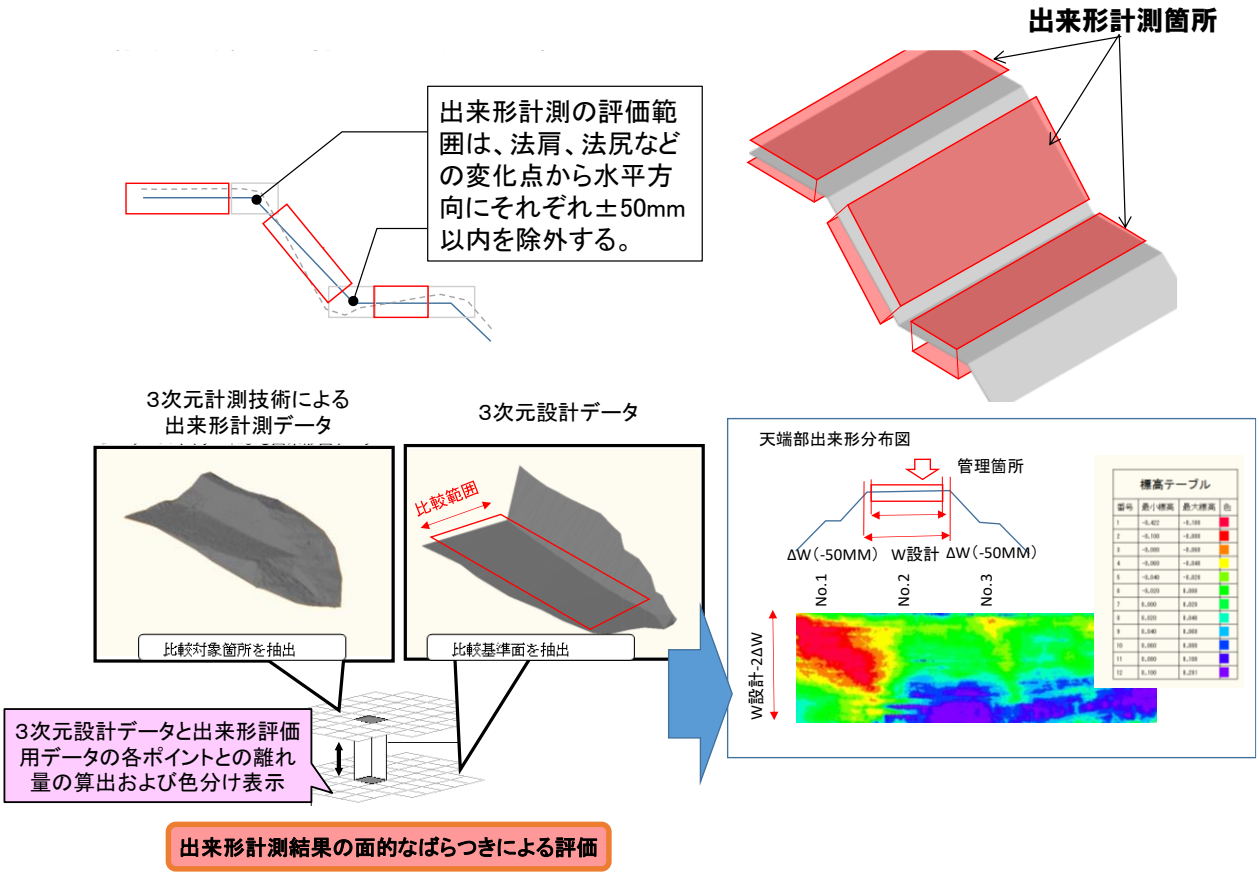



図５－４　面的な出来形管理分布図のイメージ

## ６－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第４章　１－１－２　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

## ６－１－３　出来形計測箇所

３次元計測技術による出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとし、変化点から水平方向にそれぞれ±50㎜ 以内に存在する計測点は評価から除外することができる。計測範囲は、３次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で１ｍメッシュに１点以上の出来形座標値を取得すること。

３次元データによる出来形管理において、~~土工部の法肩、法尻や変化点又は~~現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

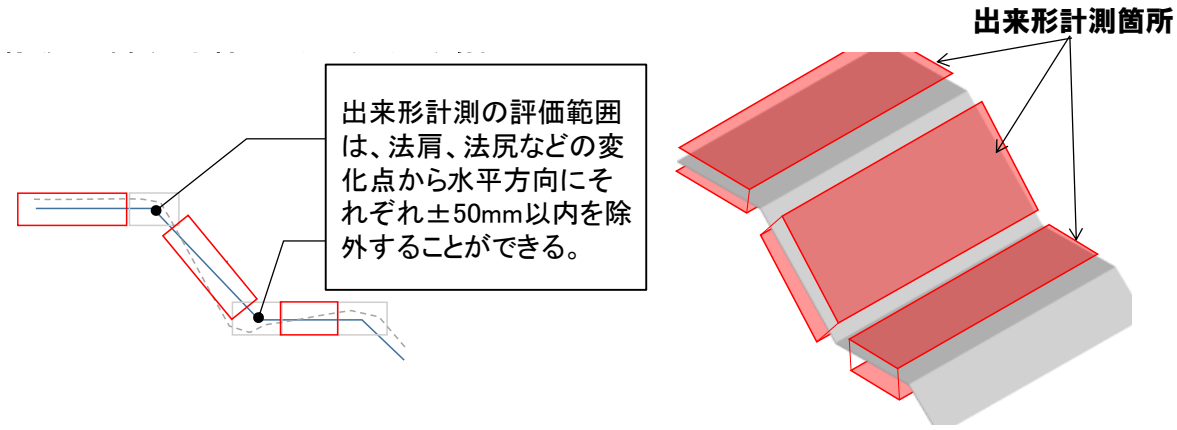



図５－５　出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理で計測する３次元座標は、平場面、法面の全ての範囲で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

## ６－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領（案）で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

**1）出来形管理図表**

**３次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを作成する。出来形確認箇所（平場、法面）ごとに作成する。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理基準の管理項目に対する測定結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について下記に定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

**1）出来形管理図表**

３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示したものであること。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、

- 平均値（算出結果と規格値（当該部位の平均値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
- 最大値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
- 最小値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
- データ数（算出結果と規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果）：棄却点を含む全データ数
- 評価面積
- 棄却点数（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の 0.3%以内）及び良否結果）：全棄却点数

を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合においては、不合格の内容が各項目で確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

出来形確認箇所（平場、法面）ごとに作成する。分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示
・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示
・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出する。
・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビューアー付き３次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表（様式31）の提出に代えることができる。

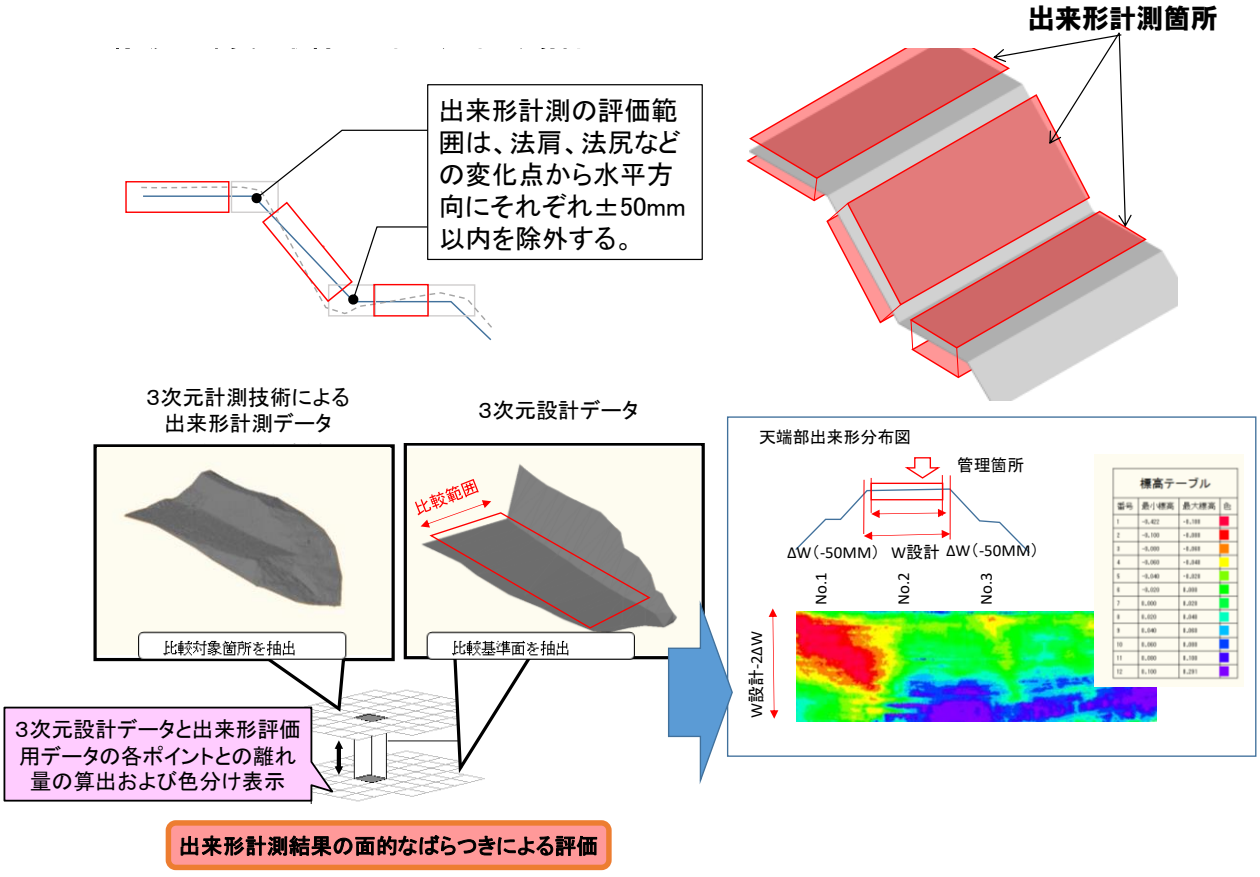



図５－６　出来形管理図表　作成の流れ

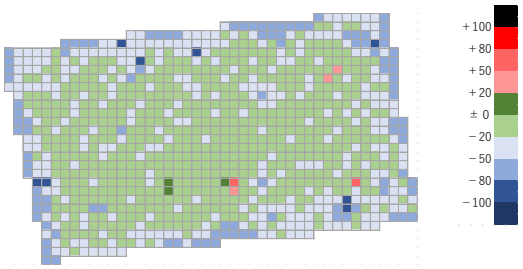
様式-31-2

出来形合否判定総括表

工　種　河川浚渫工　　測点　No. 1～No. 1000

種　別　浚渫船運転工（バックホウ浚渫船）　　合否判定結果　**合格**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測　点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 平場標高較差 | 平均値 | -79 mm | ＋0mm 以下 | | |
| | 最大値(差) | 260 mm | ＋400 mm | | |
| | 最小値(差) | -390 mm | | | |
| | データ数 | 1000 点 | 1点／㎡以上(1000点以上) | | |
| | 評価面積 | 1000 ㎡ | | | |
| | 棄却点数 | 0 点 | 0.3%以内(3点以下) | | |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 標高較差のばらつき | 80%以内の割合 | 99.2% | 規格値±80%以内のデータ数 | 992 |
| | 50%以内の割合 | 88.7% | 規格値±50%以内のデータ数 | 887 |

図５－７　出来形管理図表　作成例（合格の場合）

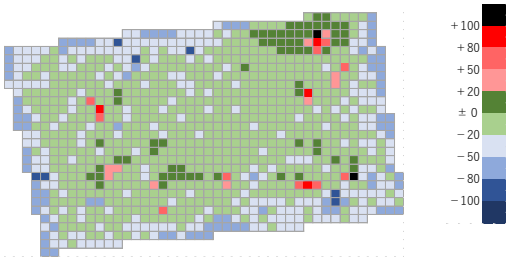
様式-31-2

出来形合否判定総括表

工　種　河川浚渫工　　測点　No. 1～No. 1000

種　別　浚渫船運転工（バックホウ浚渫船）　　合否判定結果　**異常値有**

| 測定項目 | | | 規格値 | 判定 | 測　点 |
|---|---|---|---|---|---|
| 平場標高較差 | 平均値 | -58 mm | ＋0mm 以下 | | |
| | 最大値(差) | 420 mm | ＋400 mm | 異常値有 | |
| | 最小値(差) | -390 mm | | | |
| | データ数 | 1000 点 | 1点／㎡以上(1000点以上) | | |
| | 評価面積 | 1000 ㎡ | | | |
| | 棄却点数 | 4 点 | 0.3%以内(3点以下) | 異常値有 | |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 標高較差のばらつき | 80%以内の割合 | 98.3% | 規格値±80%以内のデータ数 | 983 |
| | 50%以内の割合 | 88.7% | 規格値±50%以内のデータ数 | 887 |

図５－８　出来形管理図表　作成例（異常値有の場合）

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　多点計測技術（面管理の場合）

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）３次元設計データ作成ソフトウェア
2）点群処理ソフトウェア
3）出来高算出ソフトウェア
4）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。

**2）点群処理ソフトウェア**

音響測深機器で取得した複数回の３次元点群の結合や、３次元座標の点群から浮遊物や魚影等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した３次元座標の点群にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、３次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU,GPU,メモリなど）に留意すること。

**3）出来高算出ソフトウェア**

別途計測した起工測量結果と、1）で作成した３次元設計データ、あるいは、2）で算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

**4）出来形帳票作成ソフトウェア**

1）で作成した３次元設計データと、2）で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

## １－１－２　計測点群データ処理

**本管理要領（案）で利用する点群処理ソフトウェアは、計測点群データから浮遊物や魚影などの出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、３次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

音響測深機器の特徴は、短時間に大量の３次元座標点群を測定することが可能な点である。しかし、取得される大量の点群には出来形管理には関係のない部分の地形や浮遊物、魚影などの不要な点やノイズなどが含まれており、必要な計測データだけを抽出することが必要となる。不要点の削除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

### 1）計測データの不要点削除

①対象範囲外のデータ削除

音響測深機器の計測は取得範囲をランダムに計測するために、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの３次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。

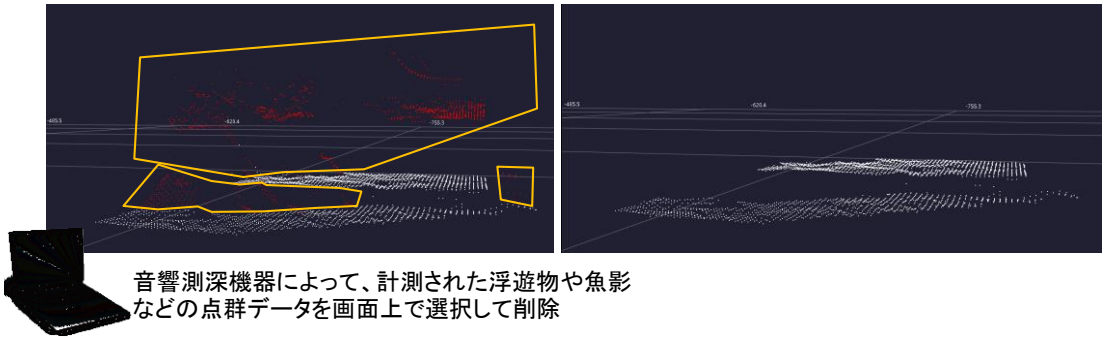



図５－９　対象範囲外のデータ削除

②点群密度の変更（データの間引き）

音響測深機器の特徴としては、近距離の計測結果は密となり遠距離では粗となる場合がある。すべての計測点群データを利用してもよいが、全てのデータを用いることでコンピュータの処理を著しく低下させてしまう場合は、類似の座標データから代表点を抽出して点群密度を減らす作業を行ってもよい。

出来形計測データについては、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上、数量算出に用いる起工測量計測データ（シングルビームによる起工測量を除く）については、0.25 ㎡（0.5m×0.5m メッシュ）あたり１点以上、出来形評価用データとしては１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよい。密度の変更方法は、用途によって様々な手法が開発されているが、座標値を変更するような処理をとってはならない。例えば、平面範囲（例えば出来形評価の計測密度である１㎡以内）鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く）。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿により格子状に加工することにより、１㎡あたり１点程度のデータとすることができる。この場合、以下の方式によることができる。

・計測対象面について１㎡（１ｍ×１ｍの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ｘ，ｙ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする１㎡以内の実計測点と設計面との差の最頻値又は差の平均値を、設計値に加算した値を用いる。

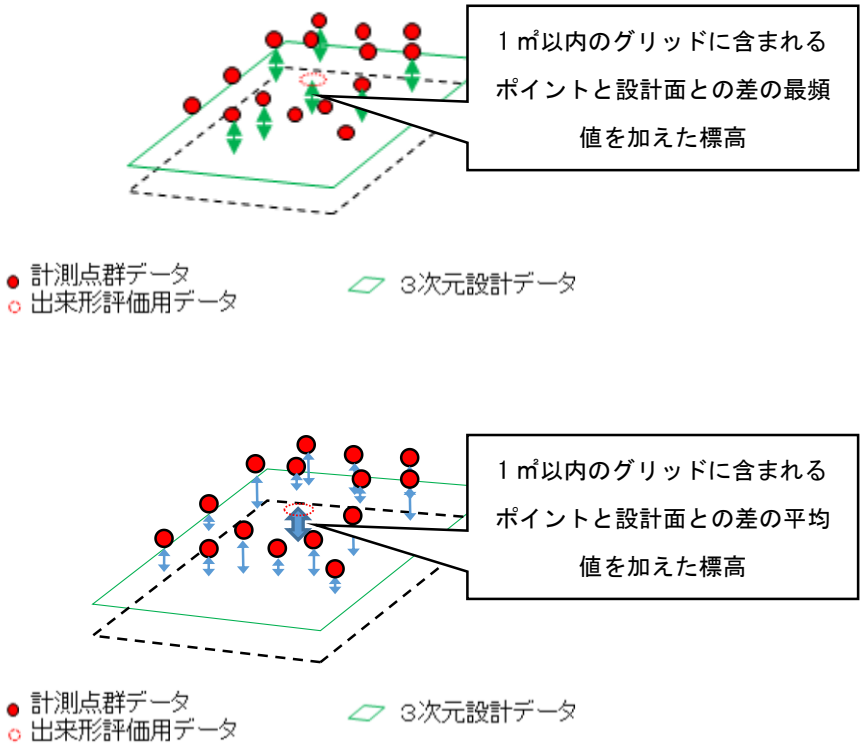



図５-１０　グリッドデータ化のイメージ

あるいは、以下を用いることもできる。

・最近隣法

グリッド点から最も近い点の標高値を採用

・平均法

内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

・ＴＩＮ法

計測点群データから発生させたＴＩＮを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用

・逆距離加重法

計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、グリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

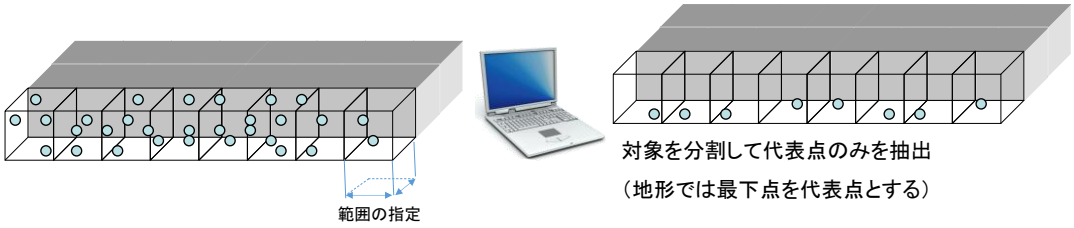



図５－１１　点群データの密度を均一にする方法（例）

### 2）計測点群データの合成

現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。複数スキャンのまとめ方については、大きく２つの方法がある。

①各スキャンで個別の３次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキャンで調整用基準点や基準点等を利用して３次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。

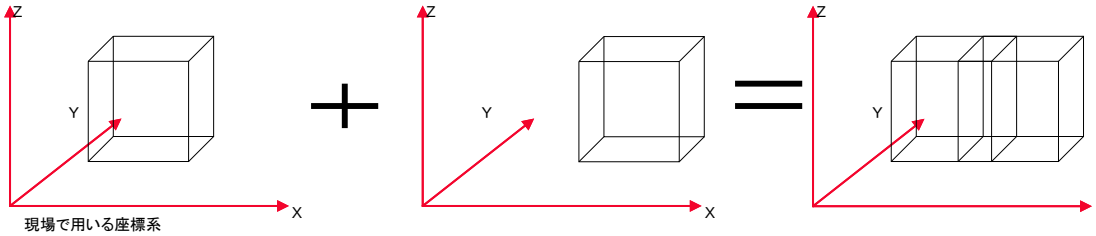



図５－１２　現場座標系に変換された結果を合成する方法

②複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに３次元座標に変換

複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や調整用基準点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である（合成時の誤差や偏差について、各ソフトウェアで解析する機能などがあるので参照する）。

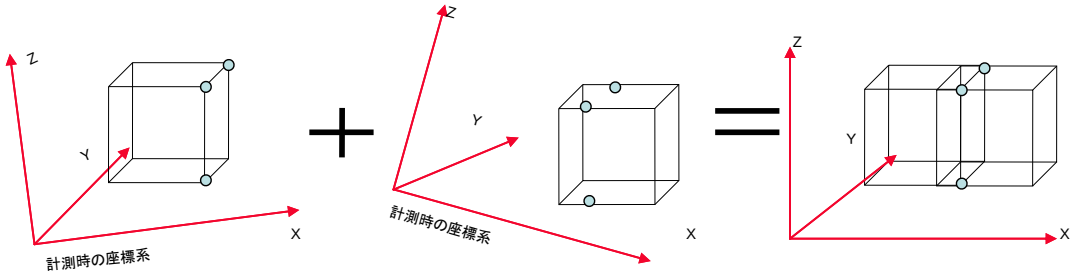



図５－１３　複数のスキャンに含まれる調整用基準点を基準に合成する方法

### 3）面データ（出来形計測データ、起工測量計測データ）の作成

計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、地形や出来形の面データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。

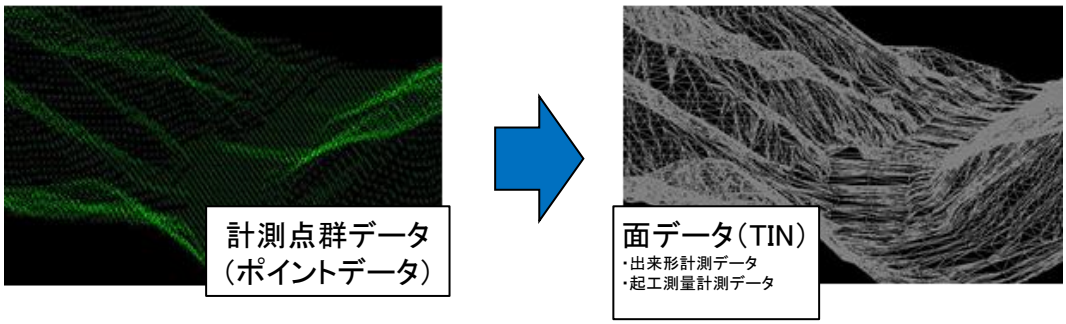



図５－１４　計測点群データをＴＩＮデータに変換する方法

## １－２　音響測深機器

### １－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、音響測深機器による深浅測量を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

音響測深機器による出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（３次元座標値）から、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来のレベルやレッド測深による幅・延長の計測や、深さの計測は不要である。

以上のように、音響測深機器及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、音響測深機器は計測対象点を指定した計測が出来ないことや降雨や波浪などの状況によっては計測できないこと、計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来のレベルやレッド測深による出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者の音響測深機器による出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・音響測深機器本体<br>・水深測量ソフトウェア<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>③工事基準点の設置<br>・現況地形の3次元化<br>④「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成<br>・3次元設計データの作成範囲（監督職員との協議）<br>⑤音響測深機器の艤装および作動確認<br>⑥精度確認試験<br>⑦音響測深機器による出来形計測・出来形管理<br>⑧「水深測量ソフトウェア」および「点群処理ソフトウェア」によるデータ処理<br>⑨「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑩出来形および出来高の確認<br>⑪電子成果品の納品<br>⑫音響測深機器による実地検査 |

図５－１５　出来形管理の主な手順

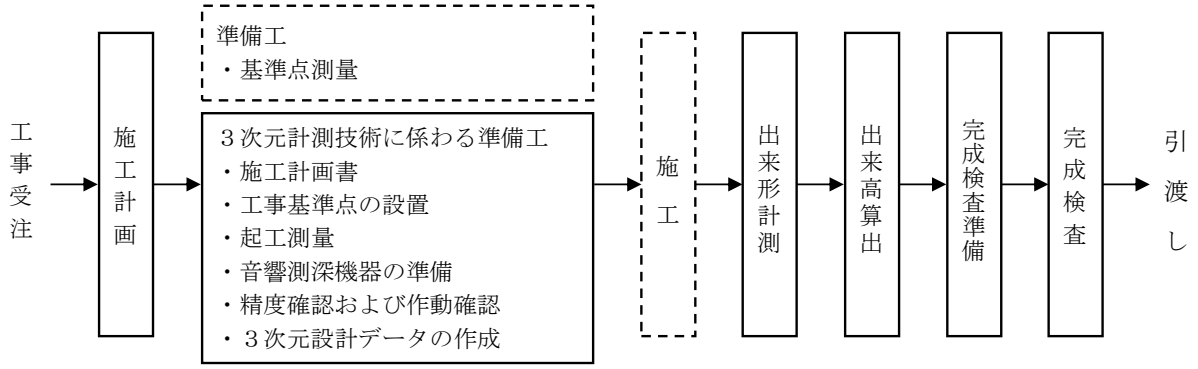



図５－１６　音響測深機器を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる音響測深機器による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）音響測深機器本体**
**2）動揺計測装置**
**3）方位センサー**
**4）位置測位センサー**
**5）音速度計**
**6）ＰＣ**
**7）水深測量ソフトウェア**
**8）測量船**

【解説】

図５-１７に音響測深機器を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）音響測深機器**

音響測深機器は、測量船の喫水位置に取り付けられ、そのソナーヘッド部から発信した音波が水底で反射されて戻ってくるまでの時間を測定することにより地形までの水深を計測することができる装置である。

**2）動揺計測装置**

測量線の傾き（ロール角、ピッチ角）を計測するための装置。水上では揺れや傾きにより音波の発信方向にずれが生じてしまうため、その揺れや傾きを検知して、計測した結果を補正する必要がある。動揺計測装置は、船の動揺の中心付近、あるいは送受波器近くに送受波器と向きを揃えて艤装することが望ましい。シングルビームによる測深の場合は不要。

**3）方位センサー**

測量船の向き（ヨー角）を計測するための装置。送受波器と向きを揃えて艤装する。シングルビームによる測深の場合は不要。

**4）位置測位センサー**

測量船の現在地を計測するための装置。ＧＮＳＳを利用する場合は、送受波器近く、天空を確保できる場所に艤装する。ＴＳを利用することも可能である。

**5）音速度計**

水中での音速度を計測するための装置である。この装置により計測出来ない場合は、事前に協議の上、圧力、水温、塩分から計算により音速度を算出し使用することもできる。

**6）ＰＣ**

上記 1）～5）の機器による取得データ（測量船の位置情報や計測済みの領域など）をモニター上に反映させ、計測をすすめながら計測漏れがないか確認することができるように、ＰＣを測量船に搭載する。測量船が無人機の場合には船上に搭載せず、陸上で使用することもある。

**7）水深測量ソフトウェア**

水深測量ソフトウェアは、深浅測量機器本体による測深データや、ＧＮＳＳ等による位置測位データ、動揺計測装置による動揺データの収録及びデータ解析を行い、地形の座標値を算出できるものとする。

### 8）測量船

上記 1）～6）の機器を艤装し、航行するための船舶が必要となる。

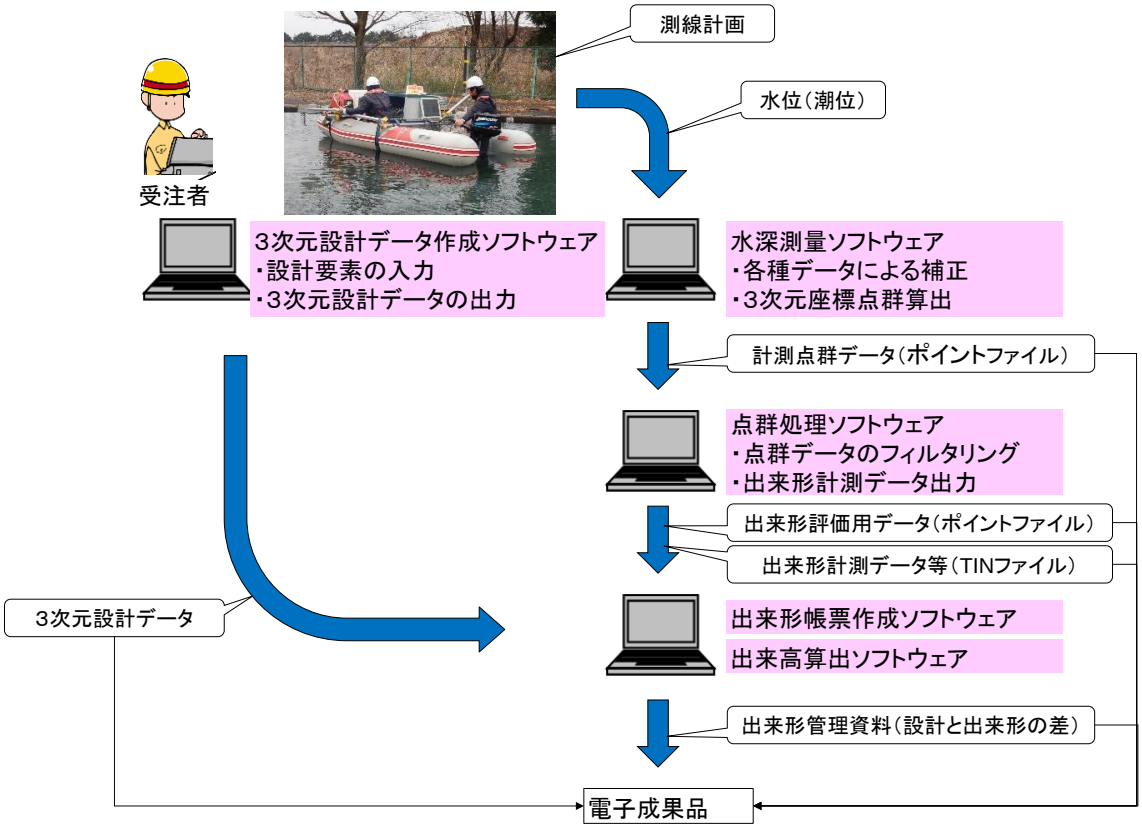



図５－１７　音響測深機器による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

音響測深機器による出来形計測で利用する音響測深機器は、下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用する音響測深機器の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する音響測深機器に要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 部分払い<br>出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ)<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

ただし、シングルビームによる起工測量を行う場合の計測密度については、延長方向においては従来の管理断面間隔の半分程度以内、横断方向においては従来の測定間隔の半分程度以内の間隔で地形測量したものを、起工測量の計測点群データとして用いてよい。

（カタログ記載に加え、「参考資料-3　音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

### 1）計測性能

音響測深機器の計測性能は多様であることと、使用している音響測深機器や動揺計測装置が高精度であるほど高価格となる傾向もあり、各現場の状況に併せて適用可能な機器を選定することが重要となる。また、音響測深機器の一体としての計測性能について、現状では定められた機器仕様の記述様式、機器検定手法がないことから、利用前に以下の確認を行うこととする。

・測線計画を満足する音響測深機器及び周辺機器であること。

・所定の重複率、点密度が確保できる音響測深機器及びソフトウェアであること。

なお、起工測量においてシングルビームを用いる場合の計測密度は上記によらず、例えば従来の断面管理が「管理断面間隔が 20m、横断方向の測点間隔が５m」であれば、「管理断面間隔がおよそ 10m程度以内、横断方向の測点間隔がおよそ 2.5m 程度以内」としてシングルビームによる起工測量を実施してもよいものとする。

### 2）精度管理

音響測深機器の構成機器の管理が適正に行われていることを確認するため、現地での精度管理を実施する。現状では、公的な精度管理の仕組みが存在しないことから、「参考資料-3　音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 5-2～5-7）」に記載の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が所定の精度以内（出来形管理の場合は±100mm 以内）であることを確認し、その結果について提出する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

音響測深機器の機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）測線計画

音響測深機器による深浅測量の測線経路、測線の計測範囲の重複率等を記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は浚渫部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、音響測深機器を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

音響測深機器を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された機器（音響測深機器本体、位置測位センサー、方位センサー、動揺計測装置、音速度計）や必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する。機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②音響測深機器

受注者は、出来形管理用に利用する音響測深機器を構成する機器（音響測深機器本体、動

揺計測装置、位置測位センサー、方位センサー、音速度計）の性能を記載する。

ａ．音響測深機器の計測性能は使用している音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサー等により大きく異なる。また、測定精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。このため、「参考資料-3　音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す精度確認試験を実施し、所要の精度を満足する機器を確認試験と同じ艤装状態にて、使用できることとする。

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）測線計画**

受注者は、本管理要領（案）により利用する音響測深機器については以下の項目に留意し、測線計画を作成することとする。

・所定の測深精度、取得点密度及び測線の重複率が確保できる測深経路の算出結果（下記「出来形計測」参照）
・基本的には、計測区域を完全にカバーするよう測深コースを設定する。

やむをえず未計測となる箇所が発生する場合は、下記「出来形計測」に規定する計測点密度が得られるよう、従来の測深方法（ＴＳ、レベル、レッド測深を用いた方法）による計測で補間することができる。

《出来形計測》

受注者は、音響測深機器を用いて、出来形計測を行う。

1）測線計画

音響測深機器は、音響測深機器本体、動揺計測装置の性能に応じて精度が左右されるため、事前確認により要求精度を確保できる範囲で、測線計画を立案する。

2）音響測深機器の艤装及び作動確認

音響測深機器を構成する音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの取り付け及び作動確認を行う。また、計測前に水中音速度の測定を計測範囲の最深部において、実施する。

3）精度確認

音響測深機器の測定精度は、鉛直方向については、井桁測線による水深差による確認あるいは、検証点における標高差による精度確認、平面方向については、既知点とＧＮＳＳの平面位置を比較する精度確認を行い、ｘ，ｙ，ｚそれぞれ±100㎜以内であることを確認する。

4）音響測深機器による計測の実施

音響測深機器による出来形計測は、計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

【解説】

音響測深機器による計測は、音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの組み合わせによる３次元データ計測となるため、複合的な要因により測定精度が決まる。位置測位センサーのＧＮＳＳの性能は、衛星の捕捉状況、機体のノイズ成分の影響により精度が低下する恐れがある。動揺計測装置及び方位センサーは音波発信時の姿勢角に影響し、計測データの精度低下の原因となる。ロール、ピッチ成分は主に標高精度に影響し、ヘディング成分は、水平精度に影響する。また、音響測深機器本体は、ビームの拡散角の大きさが測距精度に影響する。このような精度低下の要因に留意した上で測線計画の立案することが重要となる。

1）測線計画

音響測深機器で使用する音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの性能に応じて計測諸元を作成し測線計画を立案する。

・測線計画は、測量区域の水深、地形、有効測深幅を考慮し、未計測が生じないように測線を設定するとともに、河川浚渫工事の出来形管理等において適切な地形再現ができる取得点密度で計測できるように、必要な範囲で重複する測線を設定する。
・測深データの相対的な精度の確保と計測データが欠測しないよう、計測コース間のラップは20%以上を目標とし、必ず隣接するコースに重なりがあるように、測線計測を立案する。
・音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの性能及びスワス角、スワス幅については、計測最大水深において、要求精度＞予測精度となるように決定すること。
・航走速度は、計測点密度に影響するため、音響測深機器本体の性能により決定する。

2）音響測深機器の艤装及び作動確認

「第４章　１－２－５　音響測深機器の艤装及び作動確認」に示す内容について、実施し確認する。

**3）精度確認**

本管理要領（案）の「参考資料-3　音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す精度確認方法により、測定精度を確認する。

**4）音響測深機器による計測の実施**

出来形計測のための航走は測線計画に基づき実施する。

**5）欠測・未計測箇所の補間**

測線計画に基づいて計測したにも関わらず欠測箇所が存在したり、やむをえず未計測となった箇所については、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られるよう、従来の測深方法（ＴＳ、レベル、レッド測深を用いた方法）による計測で、補間することができる。

**6）出来形計測の留意点**

音響測深機器による計測の場合は、次の条件によって機器の故障や適正な計測が行えない可能性があるので十分気をつけること。

・降雨などにより計測機器が濡れてしまう場合
・降雨後などで川の流れが急速になっている場合
・強風により安定して航走できない場合
・河口付近などで、波浪の影響が大きいため安定して航走できない場合
・浅瀬や水底からの突出物などの障害物が多く、測量船や音響測深機に接触する恐れがある場所

## １－２－５　音響測深機器の艤装及び作動確認

**音響測深機器による深浅測量では、現地にて測量船への艤装を行うことになる。測量船に音響測深機や周辺機器を艤装する際には、各機器の位置関係を明確にし、計測中に取り付け位置が動くことのないよう強固に固定するものとする。**

**艤装完了後は各機器の作動確認と測量船の航走によるテスト計測を行い、各機器の正常動作を確認する。艤装及び作動確認の実施項目は下記に示すとおりである。**

**1）機器の取り付け（オフセット）**

**2）喫水確認**

**3）パッチテスト**

**一体型やリモコンボートによる音響測深機器の場合は、上記の限りではない。**

【解説】

**1）機器の取り付け（オフセット）**

音響測深機器本体及び周辺機器の位置関係を明確にし、計測中も位置関係は変化しないように機器を取り付けるものとする。計測したオフセット値は、音響測深機器点検簿に記載する。１日１回実施することを基本とし、艤装状況に変更があった場合必ずオフセット値の計測をやり直すこととする。一体型の場合は、位置関係が変化しない機器の箇所については、カタログ値を音響測深機器点検簿に記載する。

・各機器は、ロープ等で固定して回転しないようにし、ケーブルの干渉等にも注意すること。艤装状況に変更があった場合（緩み等があり艤装し直した場合、喫水を換えた場合、ソナーヘッドの向きを変えた場合など）は、必ず計測をやり直すものとする。

・水平方向位置は、音響測深機器本体や周辺機器、水深測量ソフトウェアで規定されている位置を基準とし、相対位置は、１㎜まで計測する。計測結果は、水深測量ソフトウェアに入力するとともに、音響測深機器点検簿に記載しデータ処理時に適切に用いられていることを確認する。

・鉛直方向位置は、基準は水面とし、相対位置は 10㎜ まで計測する。計測結果は水深測量ソフトウェアに入力するとともに、深浅測量点検簿に記載しデータ処理時に適切に適用されていることを確認する。

・機器の取り付け位置は、水深測量ソフトウェアへの入力により測深結果の補正に適用されていることを確認する。

**2）喫水確認**

水面位置からソナーヘッドまでの喫水の確認は、バーチェックにより行うものとする。水面を基準（０ｍ）とし反射板を吊り下げ数ｍで固定し、ソナーヘッドから反射板の距離を音響測深機で計測、記録する。水面を基準とした吊り下げ長から計測したソナーヘッドと反射板の距離を減じたものが喫水値となる。この作業を３回行いその平均値により喫水値の確認を行う。また、標尺での計測や取付けパイプに付した喫水目盛りを読み取るなども同時に行う。これらの作業は１日１回実施することを基本とする。一体型やリモコンボート型の音響測深機器の場合で、位置関係や重量が変化しないものについては、判明している喫水値を利用してもよい。

**3）パッチテスト**

音響測深機器は、水面に対し出来るだけ、水平、垂直に艤装することを基本とするが、船の形状や、固定時の固定ワイヤー等の張り具合により必ず取り付け誤差が発生する。この音響測

深機器の送受波器の取り付け角度のずれ（以下、バイアス値）と各機器の収録遅延（以下レイテンシー）を求めるために、パッチテストを行うこととする。パッチテストは、１日１回実施することを基本とし、測深中艤装状態に変化がないことが前提であり、変化があった場合は必ず再計測を行う。なお、シングルビームソナーの場合は、実施しなくてよい。

①パッチテストの種類と方法

以下に示すバイアス値とレイテンシーをパッチテストにより求めることとする。

＜バイアス値＞

Roll（ロール）　：船の進行方向に対して横方向の取り付け角度
Pitch（ピッチ）　：船の進行方向の取り付け角度
Yaw（ヨー）　：進行方向に対する送受波器の向き
Latency（レイテンシー）　：遅延時間
（機器に対してデータ転送などを要求してから、返送されるまでの収録遅延）

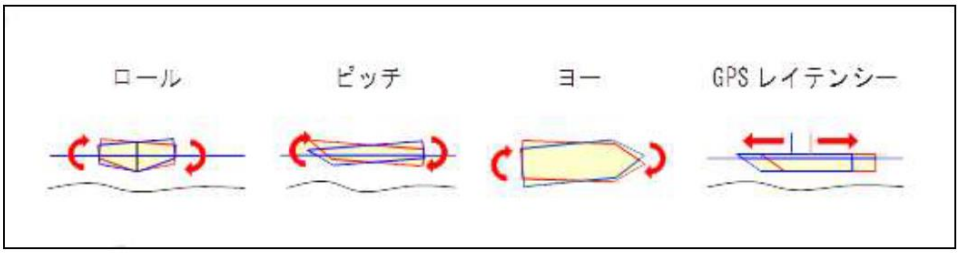



図５-１８　パッチテストの種類

②パッチテストの計測条件

パッチテストは以下の条件で計測することが望ましい。

表５-２　パッチテストの計測条件

＜バイアス値ごとのパッチテスト概要＞

| バイアス値 | 海域 | 走り方 |
|---|---|---|
| ロール | 斜度が1%未満 | 同じ測線を同じ速度で往復 |
| ピッチ | 斜度が5%以上 | 同じ測線を同じ速度で往復 |
| ヨー | 斜度が5%以上 | 平行な測線を同じ速度で同じ方向に1本ずつ |
| レイテンシー | 斜度が5%以上 | 同じ測線を同じ方向に、速度を倍以上変えて1本ずつ |

## １－２－６　水深測量ソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる水深測量ソフトウェアは、深浅測量機器本体による測深データや、ＧＮＳＳ等による位置測位データ、動揺計測装置による動揺データの収録及びデータ解析を行い、地形の座標値を算出できるものとする。**

【解説】

音響測深機器の取得データから３次元出来形形状を算出するためには、ソフトウェアによる後処理が必要となる。

### 1）水中音速度測定結果の反映

深浅測量を実施するためには、水中音速度の補正をかける必要があることから、一日作業で１回以上、水中音速度の測定を実施し、水深測量ソフトウェアに取り込み適用すること。また、その結果について、様式 5-6 を用いて提出する。

なお、この方法で計測できない場合は、事前に協議の上、圧力、水温、塩分から計算により音速度を算出し、使用することもできる。

### 2）ノイズ除去処理

ノイズには音響的、電気的なもののほか、浮遊物、魚群、泡など水中を浮遊する物体などがある。ノイズの除去は、使用するソフトウェアにより統計的にある程度削除することができるが、統計的な処理では、限界があるため、最終的には、手作業による除去作業を行う必要がある。

### 3）水深編集時の留意点

各種補正データが正しく作成できていることが重要であるとともに、音響測深における特徴的な誤差要因である現象が発生していないことを特に注意して確認する必要がある。

また、ノイズ除去によりデータ数が減少しても、必要データ数が確保されていることが重要である。

### 4）標高算出の基準

地形の座標の標高値を求めるための基準は、水位（潮位）あるいは、位置測位データとする。現地に簡易な水位計を設置する場合は、監督職員から指示を受けた基準点あるいは、工事基準点を使用して標高値を設置するものとし、水位計の標高値を計測する場合は基準点からＴＳ、水位計からＴＳまでの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳは 100m 以内（２級ＴＳは 150m）とする。

## １－３　施工履歴データ

### １－３－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工履歴データを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＩＣＴ建設機械は、オペレータへの操作支援又は作業装置の自動制御を行うため、施工中は作業装置の３次元座標をリアルタイムで取得している。この３次元座標は、取得時刻等とともに記録、保存される。（以降、記録データを「施工履歴データ」という）

施工中に得られた施工履歴データと点群処理ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握したり出来形数量等を容易に算出することが可能となり、従来の計測にかかる手間の大幅な削減と、面的な出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。また、施工と同時に施工履歴データが記録されるため、出来形計測を待たず、次工程の段取りが可能となるため、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

以上のように施工履歴データ及び３次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいが、大量の計測点群データの処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者の施工履歴データによる出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>→ 工事測量による修正<br>↓<br>3次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・ICT建設機械本体<br>・車載PC<br>・点群処理ソフトウェア<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>③工事基準点の設置<br>④RTK-GNSSまたはTSの適応確認<br>⑤「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成<br>⑥GNSS基準局の設置またはTSの設置<br>⑦車載PCの設定<br>⑧精度確認試験<br>⑨施工履歴データの取り出し<br>⑩施工履歴データによる出来形計測・出来形管理<br>⑪「点群処理ソフトウェア」によるデータ処理<br>⑫「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑬出来形および出来高の確認<br>⑭電子成果品の納品 |

図５－１９　出来形管理の主な手順

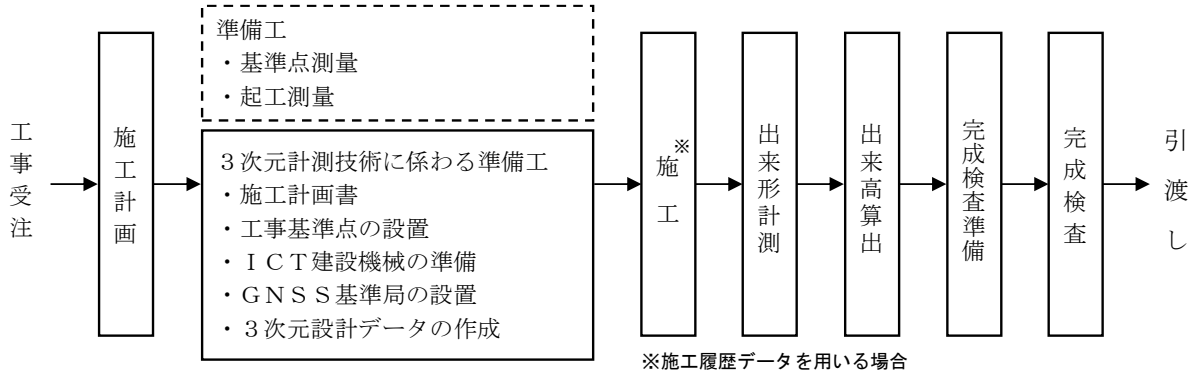



図５-２０　施工履歴データを用いる場合の業務の範囲

## １－３－２　機器構成

本管理要領（案）で用いるＩＣＴ建設機械による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）ＩＣＴ建設機械本体

【解説】

図５-２１に施工履歴データを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）ＩＣＴ建設機械本体

施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録する機能を有するＩＣＴ建設機械である。

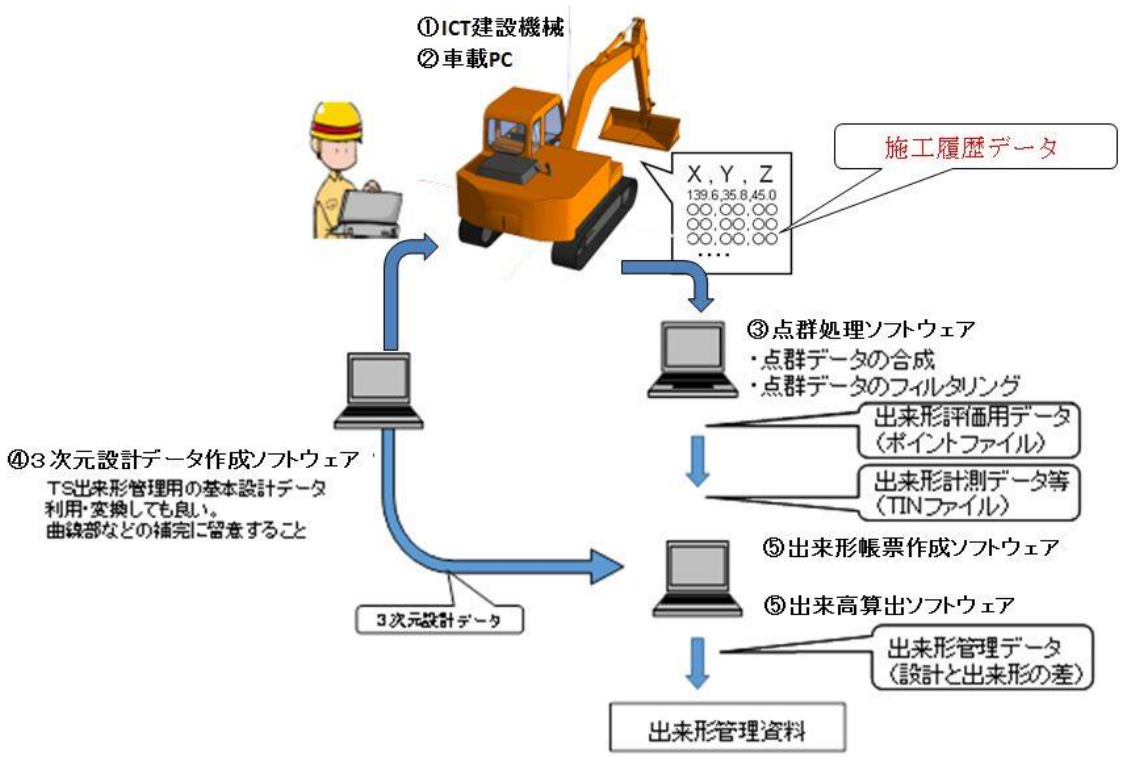



図５-２１　施工履歴データによる出来形管理機器の構成例

## １－３－３　計測性能及び精度管理

施工履歴データによる出来形計測で利用するＩＣＴ建設機械本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＩＣＴ建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 部分払い<br>出来高計測 | ・静止状態での精度確認<br>【鉛直方向・水平方向】<br>±50mm 以内<br>・テスト作業による精度確認<br>【鉛直方向】<br>±200mm 以内 | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡(0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ) |
| 出来形計測 | ・静止状態での精度確認<br>【鉛直方向・水平方向】<br>±50mm 以内<br>・テスト作業による精度確認<br>【鉛直方向】<br>±100mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ)<br>【出来形評価用】<br>1 点以上/1 ㎡(1m×1m ﾒｯｼｭ) |

（「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

1）計測性能

ＩＣＴ建設機械の作業装置位置の測定精度は、下記の要因により変化する。

①ＲＴＫ－ＧＮＳＳの位置精度

②ＲＴＫ－ＧＮＳＳ及び角度センサー位置間の寸法計測誤差

③角度センサーによる出力精度

④ソフト処理上の丸め誤差

⑤機械ガタ（刃先の磨耗を含む）

様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

2）精度管理

ＩＣＴ建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、現地での精度管理を実施する。

①着工前の精度確認

「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の「1）テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）」に従い、本管理要領（案）による出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果について、様式 5-8 を用いて提出する。

②施工期間中の日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の「2）施工期間中の日々の精度確認」に従い、作業日１日ごと始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。

## １－３－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＩＣＴ建設機械本体の機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）作業機位置の取得精度確認試験計画

作業装置位置精度の確認と確保を目的とした作業装置位置の取得精度確認試験の計画について示す。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

３次元計測範囲は浚渫部分を周囲に５ｍ程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、施工履歴データを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

①施工履歴データを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ建設機械及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②ＩＣＴ建設機械本体

受注者は、出来形管理用に利用するＩＣＴ建設機械本体が下記と同等以上の計測性能を有

し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

使用するＩＣＴ建設機械本体の測定精度を以下に示す。

【測定精度】

静止状態での作業装置位置の取得精度（水平・標高）　：各±50㎜以内

テスト作業による作業装置位置の取得精度（標高）

部分払い用出来高計測：±200㎜以内

出来形計測　：±100㎜以内

（「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**5）作業装置位置の取得精度確認計画**

精度確認については、「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 5-8)」を参照し実施の上、その記録を提出する。

《出来形計測》

受注者は、ＩＣＴ建設機械による施工後、施工履歴データを取出し、出来形部分の点群データを取得する。

1）ＧＮＳＳ基準局の設置

ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いてＩＣＴ建設機械の測位を行う場合は、ＧＮＳＳ基準局を工事基準点に設置する。

2）事前の測定精度確認

作業装置位置の取得精度を確保するため、「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、施工着手前に精度確認試験を行う。

3）日常の精度確認

作業日ごとに、始業前に１回、ＩＣＴ建設機械が静止した状態での施工履歴データの測定精度を確認する。結果については、監督職員の求めに応じて提出できるように整理する。

4）計測密度

施工履歴データによる出来形計測は、計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

5）計測点群データの作成

受注者は、取得した施工履歴データから３次元座標、記録時刻等の点群データを抽出する。受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、点群データから出来形部分と関係のない不要点を削除後、出来形評価用データを作成する。

【解説】

1）ＧＮＳＳ基準局の設置

ＩＣＴ建設機械を構成する機器にＲＴＫ－ＧＮＳＳを含む場合には、掘削又は敷均し工の着手前までにＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局を設置する必要がある。同システムにより提供される作業装置位置の３次元座標には、ＲＴＫ－ＧＮＳＳが潜在的に有する計測誤差以外に、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局の設置した位置の３次元座標の誤差が含まれるため、工事基準点に必ず設置すること。

2）事前の測定精度確認

ＩＣＴ建設機械を用いた施工に着手する前に、「参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 5-8)」に従い現場において精度確認試験を実施し、結果を提出する。

3）日常の精度確認

各作業日の施工開始前に、作業装置位置の測定精度がｘ，ｙ，ｚの各成分とも±50㎜以下であることを確認する。確認方法の例は以下のとおりである。

・ＩＣＴ建設機械によって出力される作業装置位置の３次元座標とトータルステーションやＧＮＳＳ等の測位技術によって計測した作業位置装置の３次元座標とを比較する。
・ＩＣＴ建設機械の作業装置を３次元座標が既知の点にあてて、既知の座標とＭＣ・ＭＧ技術によって出力される作業位置装置の３次元座標を比較する。

4）計測密度

不要点除去等の処理を行った後の施工履歴データが、出来形計測データ及び出来形評価用データともに計測対象範囲内で１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上得られる設定で施工

履歴データの記録頻度等の設定を行う。

なお、欠測等により点密度が確保出来なかった場合には、１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）あたり１点以上の計測点が得られるよう、従来の計測方法（ＴＳ、レベル等を用いた方法）による計測で、補間することができる。

**5）計測点群データの作成**

施工履歴データの点群データには、ＩＣＴ建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。このため、点群処理ソフトウェアを用いて不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データのみを抽出する。

出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）のグリッドを設定し、任意のグリッドごとに代表点の抽出を行い、出来形評価用データを作成する。

ＩＣＴバックホウを用いる場合は、出来形を算出する施工箇所のバケットの３次元座標（点群データ）のうち、現況地形より掘削されたデータかつ、標高が最低のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

施工履歴データの取り出しは、施工履歴データがＩＣＴ建設機械の車載ＰＣに保存されている場合には、施工後に車載ＰＣから記録媒体（ＵＳＢメモリー等）へ施工履歴データをコピーする。施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合は、クラウドサーバーからダウンロードする。

なお、施工履歴データは初期データの時点で不要点削除・グリッド処理が完了している場合には、その処理済みのデータを使用してよい。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値（出来形評価値）はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

**1）測定箇所**

測定箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」により測点による管理を行う場合に定められた基準高、法長、幅とは異なり、平場面、法面の全面の標高較差とする。

法尻から水平方向に±50㎜以内に存在する計測点は標高較差の評価から除く。

**2）測定値算出**

標高較差は、３次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、平場面、法面の全面で規格値との比較・判定を行う。

**3）規格値**

規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「３－２－１６－３－３　浚渫船運転工（面管理の場合）」に記載されているものを利用することとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領（案）におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「３－２－１６－３－３　浚渫船運転工（面管理の場合）」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「３－２－１６－３－２　浚渫船運転工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

**4）測定基準**

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の測定基準には「延長方向は、設計図書により指定された測点ごと。横断方向は５ｍごと」と定められているが、３次元計測技術を用いた出来形管理の場合、平場面、法面の全面で計測したデータがあることから、測定基準を「平場面、法面の全面（１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上）」とし、面的により的確な出来形管理を行うものである。

# 第６章　数量算出

**出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが音響測深機器等で計測されており、契約条件として認められている場合は、３次元計測技術による出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。出来形数量の詳細な算出方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。**

【解説】

受注者は、３次元計測技術による計測点群データを基に平均断面法又は、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。

# 第７章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

# 第８章　電子成果品の作成規定

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）
・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル）
・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。
格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに工種（浚渫工）を示した「ＤＲ」のサブフォルダを作成する。

②　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

③サブフォルダの名称は、表５－３～表５－４に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

④格納するファイル名は、表５－３～表５－４に示す命名規則に従うこと。

⑤-1　欠測補間として他の計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名は、主となる計測機器の名称を用い、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。

⑤-2　合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し、格納する。参考として、図５－２２～図５－２３にＴＳを欠測補間に用いた場合のフォルダ構成例を示す。

⑥設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑧出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てを ZIP 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

**2）データ形式**

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn，xn，yn，zn，An

Idn：ID 番号（Id）

xn：計測点座標値（x）・・・本管理要領（案）ではｍ 単位で mm まで記載

yn：計測点座標値（y）・・・本管理要領（案）ではｍ 単位で mm まで記載

zn：標高値（z）　・・・・・本管理要領（案）ではｍ 単位で mm まで記載

An：地表面属性値（A）・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内に起工測量又は出来形又は出来高の計測データが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

**4）数量算出**

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

・起工測量時の計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）

・起工測量計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）

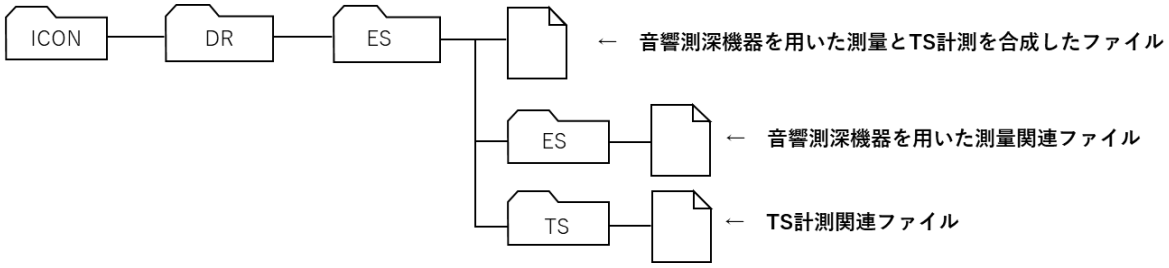



図５-２２　音響測深機器を主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表５-３　音響測深機器による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ES | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | ES0DR001Z.拡張子 |
| ES | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | ES0CH001.拡張子 |
| ES | 0 | IN | 001～ | － | ・音響測深機器による出来形評価用データ（CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル） | ES0IN001.拡張子 |
| ES | 0 | EG | 001～ | － | ・音響測深機器による起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | ES0EG001.拡張子 |
| ES | 0 | AS | 001～ | － | ・音響測深機器による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | ES0AS001.拡張子 |
| ES | 0 | GR | 001～ | － | ・音響測深機器よる計測点群データ（CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル） | ES0GR001.拡張子 |
| ES | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | ES0PO001.拡張子 |

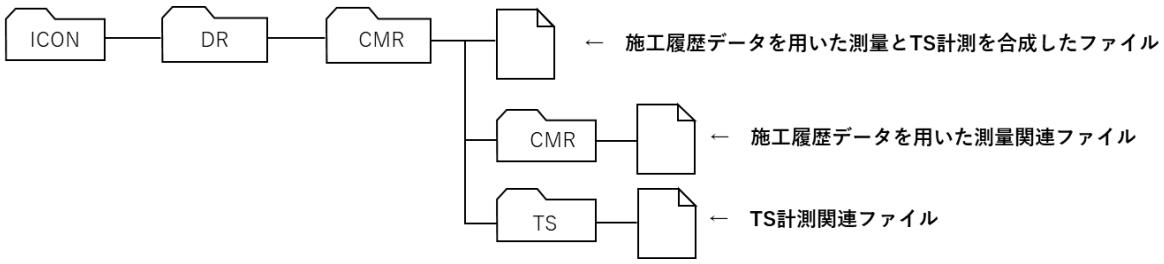



図５－２３　施工履歴データを主としＴＳにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表５－４　施工履歴データによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CMR | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | CMR0DR001Z.拡張子 |
| CMR | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | CMR0CH001.拡張子 |
| CMR | 0 | IN | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | CMR0IN001.拡張子 |
| CMR | 0 | AS | 001～ | － | ・施工履歴データによる出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN） | CMR0AS001.拡張子 |
| CMR | 0 | GR | 001～ | － | ・施工履歴データによる計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | CMR0GR001.拡張子 |
| CMR | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | CMR0PO001.拡張子 |

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| 音響測深機器 | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-3　音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| 施工履歴データ | 参考資料-2　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編）（案)」(国土交通省)
8)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案)」(国土交通省)

## 参考資料-2　３次元設計データチェックシート

（様式 5-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、法長は正しいか？ | |
| ５）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～４）の幾何形状と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-3　音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における音響測深機器の測定精度を確認するために、鉛直方向については、井桁測線による水深差による確認あるいは、検証点における標高差による精度確認を行う。平面方向については、既知点とＧＮＳＳの平面位置を比較する精度確認を行う。

【測定精度】

鉛直方向　　±100㎜以内（起工測量に利用する場合は±100㎜以内、
部分払い用出来高計測に利用する場合は±200㎜以内）

平面方向　　±100㎜以内（起工測量に利用する場合は±100㎜以内、
部分払い用出来高計測に利用する場合は±200㎜以内）

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、鉛直方向及び平面方向の精度確認を実施する。精度確認方法は、次頁の「音響測深機器の精度確認試験実施手順書（案）」を参照して実施すること。

音響測深機器の精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、艤装して装着するシステムを利用する場合は、艤装ごとに精度確認試験を実施する必要があるが、一体型の場合は、暫定案として利用前６か月以内に精度確認試験を実施することとする。

２．実施方法

音響測深機器の測定精度は、以下の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が±100㎜ 以内であることを確認する。鉛直精度については、a. あるいは b. の試験方法、平面精度については、c. の方法（必要に応じて d. の方法も加える）で確認することとする。測定精度の確認は、１日１回実施すること。

ａ．井桁測線による水深差による精度確認（鉛直精度）

井桁測線は左右のビームが 100%重複するように２本の平行な測深線及びそれに直交する２本の測深線を設定し、このデータにおける重複部の水深差を比較することで確認することとする。また、バーチェック（反射物を一定の深さに吊り下げた状態で、ソナーヘッドから距離を確認する）による測定精度の確認も行うものとする。重複している測線の点データは、完全に同じ位置を計測しているものではないため、出来形管理に必要な分解能のメッシュサイズで、比較検証する。確認結果は、様式 5-2 にとりまとめることとする。

検測は、出来形計測箇所近傍の適切な場所（斜面部や凹凸の激しい場所は避ける）で行う。

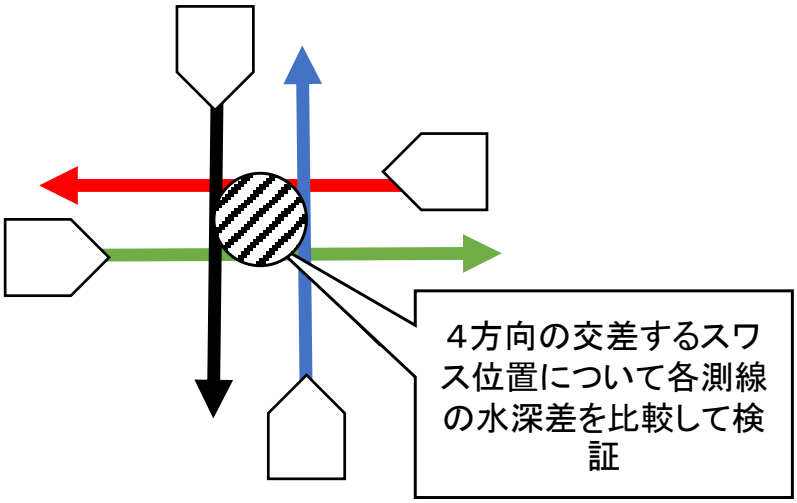



図５－２４　井桁測線による水深差による精度確認（鉛直精度）

ｂ．検証点における標高差による精度確認（鉛直精度）

精度確認の方法は、精度検証用の検証点を現場に５ｍ間隔で５箇所設置し、検証点と音響測線機器の位置関係が横断方向の最大有効幅となるような測線上で計測する。検測で得られた計測点群データと真値の座標を比較することで確認することとする。検証点の計測は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。確認結果は、様式 5-2 にとりまとめることとする。なお、シングルビームでの確認時は、検証点

の付近に２つの測線を設置し、得られた計測点群データを内挿し、検証点との標高較差を算出する。

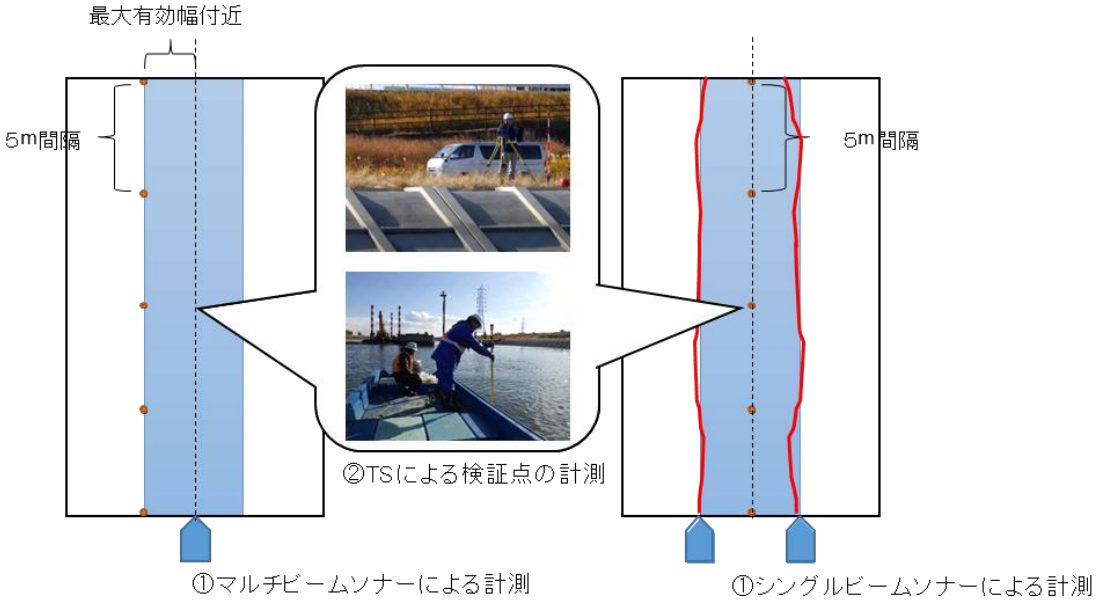



図５-２５　検証点における標高差による精度確認（鉛直精度）

ｃ．位置精度確認（平面精度）

水深測量時に使用するＧＮＳＳは、十分な精度を有している必要があることから、既知点を設置し、既知点の座標とＧＮＳＳの計測結果との差が所要の精度以内であるかを確認する。

精度確認の方法は既設基準点における事前チェックとし、観測時間は 10 分以上、収録間隔は１回／秒以上で行う。観測結果は、様式 5-2 のＧＮＳＳ精度管理表に取りまとめることとする。

なお、ＴＳ等光波方式を利用する場合は、上記の確認は不要とし、国土地理院認定３級と同等以上の測定精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。確認方法は、本管理要領（案）に定める「第２編　土工編　第４章　１-７　ＴＳ等光波方式」の「１-７-４ 計測性能及び精度管理」を参照すること。

ｄ．位置精度確認（鉛直精度）

音響測深機器による深浅測量の基準面を水面とせず、測位の標高を利用する場合は、位置測位センサーの平面精度の c. の確認に加えて、既知点の座標との鉛直方向の差を確認すること。ＧＮＳＳの標高値の測定精度は±30㎜ 以内とする。また、その結果について、様式 5-2 を用いて提出する。

３．評価基準

音響測深機器による計測結果を前掲２の精度確認結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表５－５　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 用途と精度確認基準 |
|---|---|
| 標高較差 | 起工測量　±100㎜以内<br>出来形部分払い　±200㎜以内<br>出来形計測　±100㎜以内 |
| 平面較差 | 起工測量　±100㎜以内<br>出来形部分払い　±200㎜以内<br>出来形計測　±100㎜以内 |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 5-2）

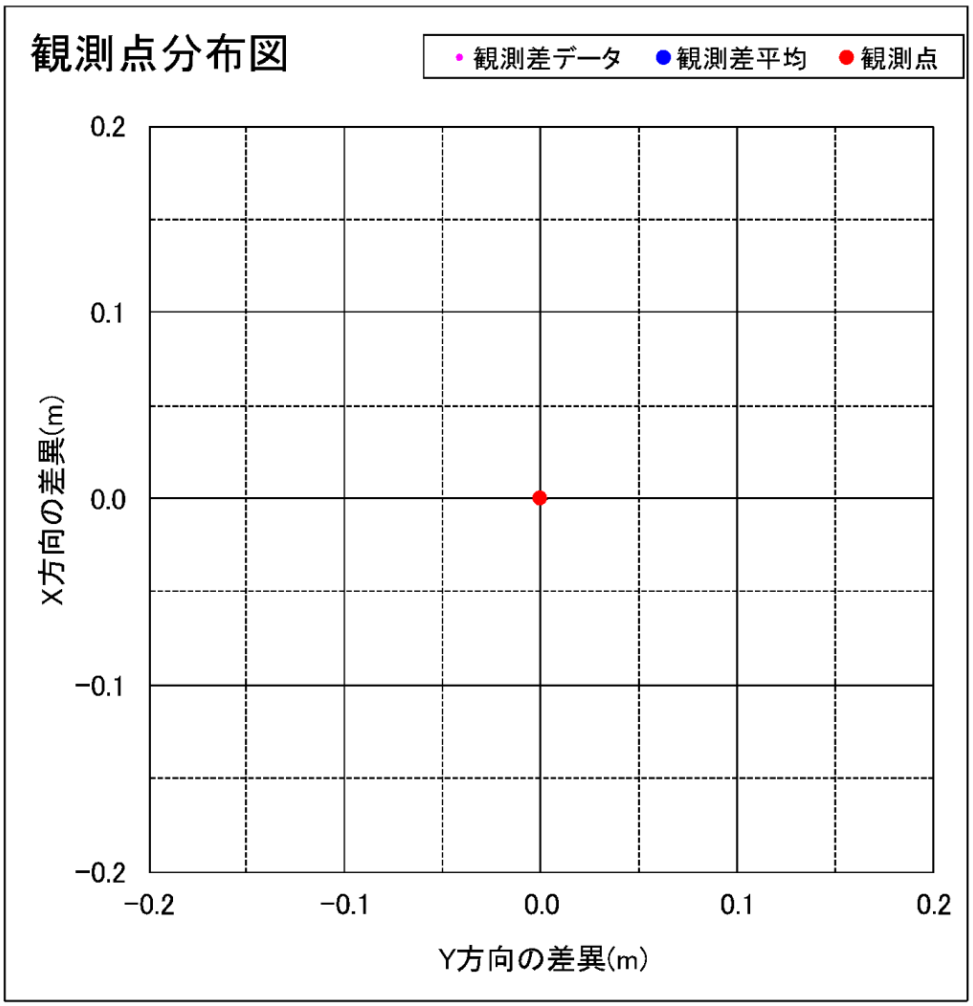
ＧＮＳＳ精度確認結果（平面位置利用時）

## GNSS精度確認結果

令和〇〇年×月×日　実施

基準点「〇〇」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。
データの取得は1秒毎に、600個（10分間）のデータを取得した。
下表により、GNSSによる観測は本測量の精度を満たしている。

| 〇〇 | 世界測地　X | 世界測地　Y |
|---|---|---|
| 既知点座標 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 |
| 平均値座標 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 |
| （観測平均）-（既知） | －〇.〇〇〇 | ＋〇.〇〇〇 |



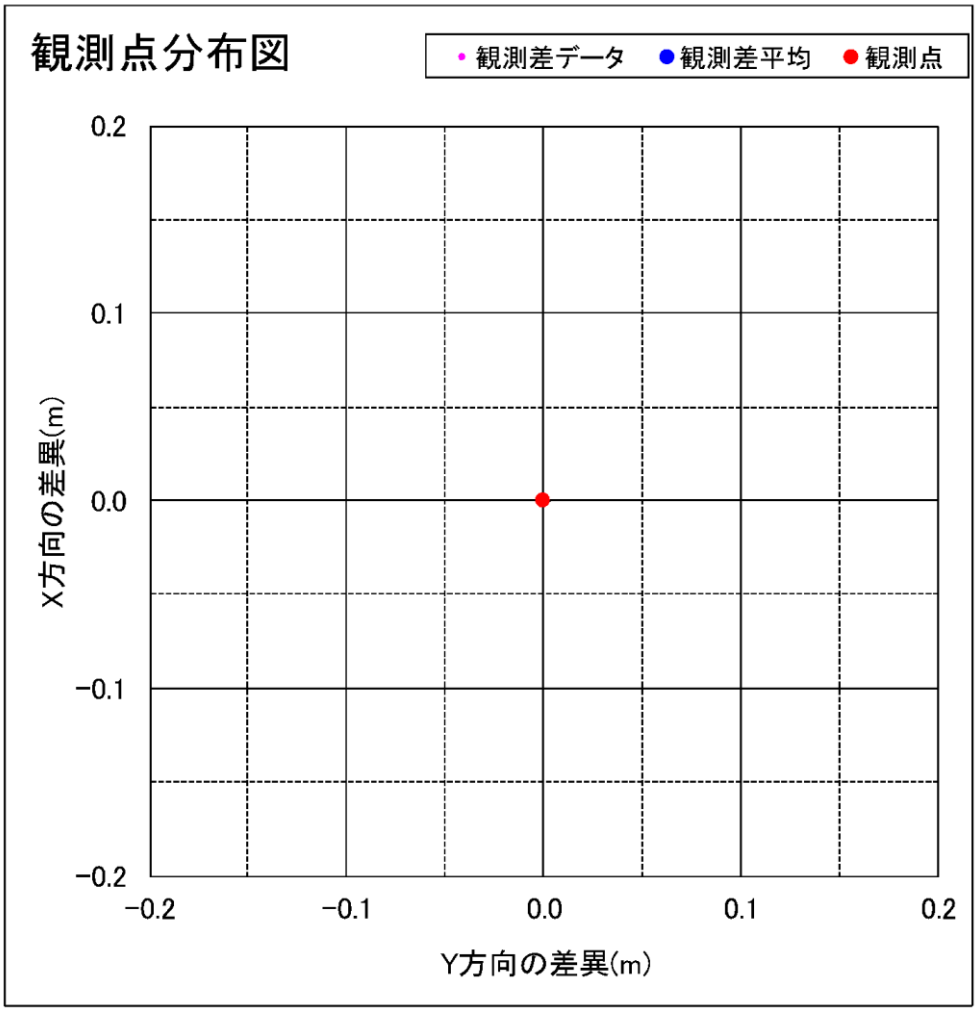
ＧＮＳＳ精度確認結果（平面位置及び標高利用時）

## GNSS精度確認結果

令和〇〇年×月×日　実施

基準点「〇〇」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。
データの取得は1秒毎に、600個（10分間）のデータを取得した。
下表により、GNSSによる観測は本測量の精度を満たしている。

| 〇〇 | 世界測地　X | 世界測地　Y | 世界測地　Z |
|---|---|---|---|
| 既知点座標 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 |
| 平均値座標 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 | 〇〇，〇〇〇.〇〇〇 |
| （観測平均）−（既知） | −〇.〇〇〇 | ＋〇.〇〇〇 | ＋〇.〇〇〇 |



（様式 5-3）

音響測深機器精度管理表

## 音響測深機精度管理表

実施測線　Co.○○○　　点検者：○○　○○

出合差制限：±10cm

| 始点からの距離 | 水深 | | 差分 | 判定 |
|---|---|---|---|---|
| | 本測 | 検測 | 本測－検測 | |
| 15 | | | 0.000 | |
| 20 | | | 0.000 | |
| 25 | | | 0.000 | |
| 30 | | | 0.000 | |
| 35 | | | 0.000 | |
| 40 | | | 0.000 | |
| 45 | | | 0.000 | |
| 50 | | | 0.000 | |
| 55 | | | 0.000 | |
| 60 | | | 0.000 | |
| 65 | | | 0.000 | |
| 70 | | | 0.000 | |
| 75 | | | 0.000 | |
| 80 | | | 0.000 | |
| 85 | | | 0.000 | |
| 90 | | | 0.000 | |
| 95 | | | 0.000 | |
| 100 | | | 0.000 | |
| 105 | | | 0.000 | |
| 110 | | | 0.000 | |
| 115 | | | 0.000 | |
| 120 | | | 0.000 | |
| 125 | | | 0.000 | |
| 130 | | | 0.000 | |
| 135 | | | 0.000 | |
| 140 | | | 0.000 | |
| 145 | | | 0.000 | |
| 150 | | | 0.000 | |
| 155 | | | 0.000 | |
| 160 | | | 0.000 | |
| 165 | | | 0.000 | |
| 170 | | | 0.000 | |
| 175 | | | 0.000 | |
| 180 | | | 0.000 | |
| 185 | | | 0.000 | |
| 190 | | | 0.000 | |
| 195 | | | 0.000 | |
| 200 | | | 0.000 | |
| 205 | | | 0.000 | |
| 210 | | | 0.000 | |
| 215 | | | 0.000 | |
| 220 | | | 0.000 | |
| 225 | | | 0.000 | |
| 230 | | | 0.000 | |
| 235 | | | 0.000 | |
| 240 | | | 0.000 | |
| 245 | | | 0.000 | |
| 250 | | | 0.000 | |
| 255 | | | 0.000 | |
| 260 | | | 0.000 | |
| 265 | | | 0.000 | |

（様式 5-4）

# 検証点による精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）音響測深測量○○会社
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>音響測深機器本体：○○<br>動揺計測装置　　：○○<br>位置測位センサー：○○<br>方位センサー　　：○○ | 写真 |
| 検証機器<br>□ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・ＳＳ製　○○（級別２級） | 写真 |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　１３℃<br>測定場所：○○工事現場内　現場にて | 写真 |
| 精度確認方法<br>・検証点との標高較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認

計測方法：ＴＳによる座標値計測

| 真値で測定した検証点の標高 | |
|---|---|
| | z（m） |
| １点目 | 17.890 |
| ２点目 | 17.950 |
| ３点目 | 17.885 |
| ４点目 | 17.911 |
| ５点目 | 17.930 |

②音響測深機器による計測結果

計測方法：マルチビームソナー

| 音響測深機器で測定した検証点の標高 | |
|---|---|
| | z’（m） |
| １点目 | 17.900 |
| ２点目 | 17.900 |
| ３点目 | 17.850 |
| ４点目 | 17.940 |
| ５点目 | 17.870 |

③差の確認（測定精度）

音響測深機器による計測結果（x’, y’, z’）― 真値とする検証点の座標値（x，y，z）

| 音響測深機器で測定した検証点との標高較差 | | 基準 |
|---|---|---|
| | Δ z （m） | Δ z |
| １点目 | 0.01 | ±0.1m 以内 |
| ２点目 | -0.05 | |
| ３点目 | -0.005 | |
| ４点目 | 0.029 | |
| ５点目 | -0.060 | |

（様式 5-5）

音響測深機器点検簿

## 音響測深機器点検簿

工　事　名:

実施年月日:

データ入力設定（Hypack設定）

| 入力機器 | port | IP |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

Sonic設定

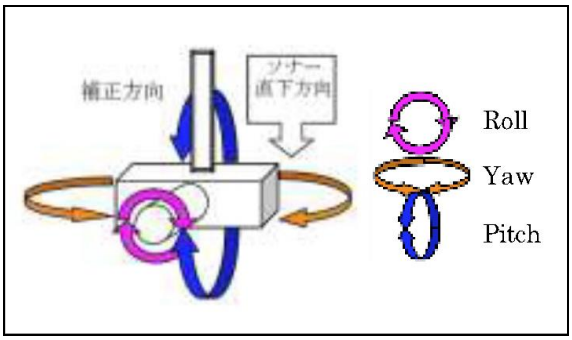
| 入力機器 | port | IP |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

RTK-GNSS設定

| 入力機器 | port | チェック |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

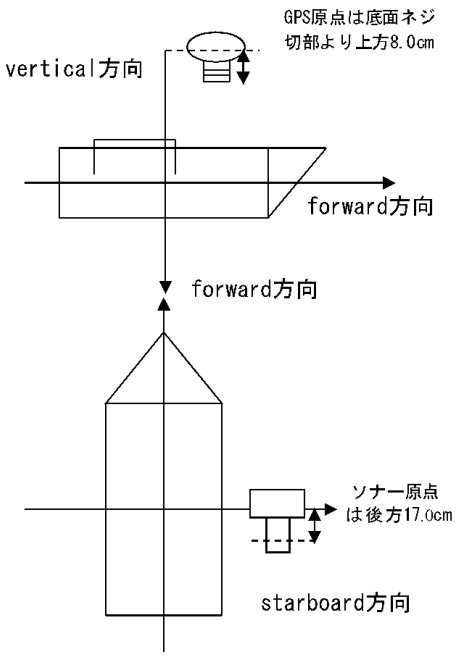
パッチテスト結果（単位°）

| 月　日 | Roll | Pitch | Yaw |
|---|---|---|---|
| ／ | | | |
| ／ | | | |
| ／ | | | |
| ／ | | | |
| ／ | | | |




インストレーションの測定

艤装状況図




各機器の艤装状況（Hypack installation offsets）

| 単位：m | star(X) | for(Y) | ver(Z) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

※HypackはstarがX軸、forがY軸のプラス方向

POS/MV Instlation1

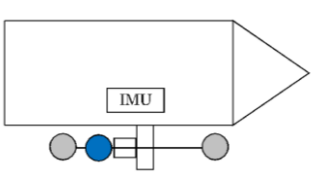
| 単位：m | star(X) | for(Y) | ver(Z) |
|---|---|---|---|
| | | | |

※POSはforがX軸、starがY軸のプラス方向

POS/MV Instlation2

| 単位：m | for |
|---|---|
| | |

機器配置図



（様式 5-6）

音速度測定簿

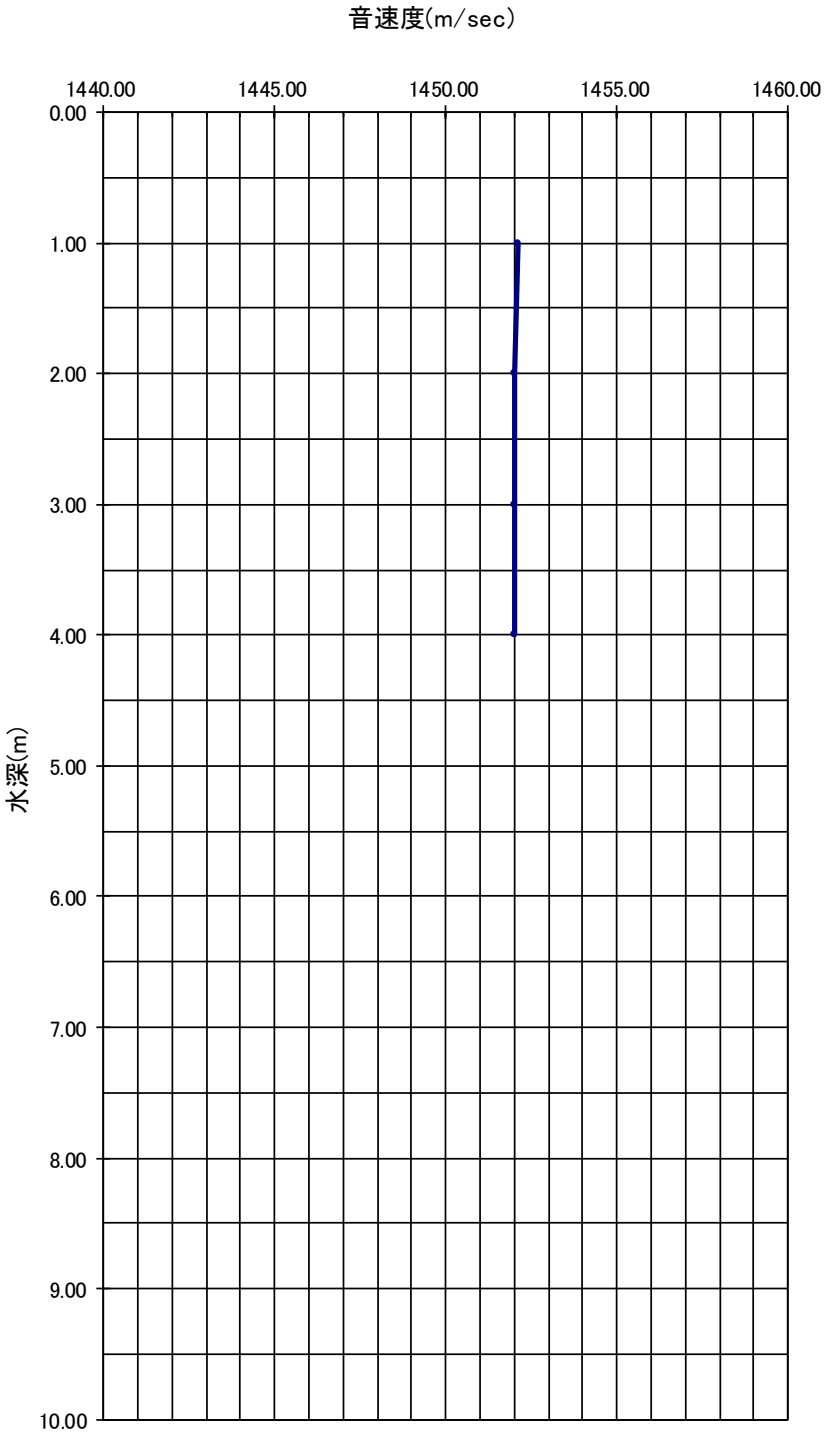
## 音速度測定簿

現場名　　〇〇工事

日付　　令和〇〇年〇月〇日

記帳者　　〇〇　　〇〇

| 水深（m） | 音速度(m/sec) |
|---|---|
| 1.00 | 1452.10 |
| 2.00 | 1452.00 |
| 3.00 | 1452.00 |
| 4.00 | 1452.00 |



（様式 5-7）

水位記録簿

## 水位記録簿

| 平成○○年×月×日<br>水位基準面 | | 時刻 | 水位高（m）<br>観測値 | <br>校正値 | 時刻 | 水位高（m）<br>観測値 | <br>校正値 | 時刻 | 水位高（m）<br>観測値 | <br>校正値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T.P.＝±0.00<br>（m） | | 5:00 | | | 10:00 | | | 15:00 | | |
| | | 5:10 | | | 10:10 | | | 15:10 | | |
| | | 5:20 | | | 10:20 | | | 15:20 | | |
| 時刻 | 水位高（m） | 5:30 | | | 10:30 | | | 15:30 | | |
| 0:00 | | 5:40 | | | 10:40 | | | 15:40 | | |
| 1:00 | | 5:50 | | | 10:50 | | | 15:50 | | |
| 2:00 | | 6:00 | | | 11:00 | | | 16:00 | | |
| 3:00 | | 6:10 | | | 11:10 | | | 16:10 | | |
| 4:00 | | 6:20 | | | 11:20 | | | 16:20 | | |
| 5:00 | | 6:30 | | | 11:30 | | | 16:30 | | |
| 6:00 | | 6:40 | | | 11:40 | | | 16:40 | | |
| 7:00 | | 6:50 | | | 11:50 | | | 16:50 | | |
| 8:00 | | 7:00 | | | 12:00 | | | 17:00 | | |
| 9:00 | | 7:10 | | | 12:10 | | | 17:10 | | |
| 10:00 | | 7:20 | | | 12:20 | | | 17:20 | | |
| 11:00 | | 7:30 | | | 12:30 | | | 17:30 | | |
| 12:00 | | 7:40 | | | 12:40 | | | 17:40 | | |
| 13:00 | | 7:50 | | | 12:50 | | | 17:50 | | |
| 14:00 | | 8:00 | | | 13:00 | | | 18:00 | | |
| 15:00 | | 8:10 | | | 13:10 | | | 18:10 | | |
| 16:00 | | 8:20 | | | 13:20 | | | 18:20 | | |
| 17:00 | | 8:30 | | | 13:30 | | | 18:30 | | |
| 18:00 | | 8:40 | | | 13:40 | | | 18:40 | | |
| 19:00 | | 8:50 | | | 13:50 | | | 18:50 | | |
| 20:00 | | 9:00 | | | 14:00 | | | 19:00 | | |
| 21:00 | | 9:10 | | | 14:10 | | | 19:10 | | |
| 22:00 | | 9:20 | | | 14:20 | | | 19:20 | | |
| 23:00 | | 9:30 | | | 14:30 | | | 19:30 | | |
| 計 | 0 | 9:40 | | | 14:40 | | | 19:40 | | |
| 平均 | | 9:50 | | | 14:50 | | | 19:50 | | |
| 高　潮 | | h m m<br>h m m | | | | 低　潮 | | h m m<br>h m m | | |
| MEMO | | | | | 読取者 | ○○ | | 校正者 | ×× | |

現場名：○○地形測量

検潮所：△△検潮所

○○○○株式会社

## 参考資料-4　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

### 精度確認試験実施手順書

１．実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、出来形管理範囲着工前にテスト作業による精度確認試験を実施する。また、作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施することとする。

２．実施方法

1）テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）

施工前に、ＩＣＴ建設機械によるテスト作業を行い、施工履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の①、②のいずれかの方法によって行う。現場内にテスト作業で掘削・整形が行える適切な場所がない場合は②の方法にて確認を行う。精度確認結果は、様式5-8に従って記録する。

①実際に掘削整形作業を行う方法

施工に使用するＩＣＴ建設機械を用い、現場内の適切な場所で、平場を平坦に整形する作業を行う。作業中に施工履歴データを記録する。作業後、トータルステーション（ＴＳ）で出来形を検測する。施工履歴データから求める出来形と、ＴＳで検測した点の３次元座標とを比較し、標高の差を算出する。これが図５-２６の精度確認基準を満足していることを確認する。

テスト作業で整形する範囲は５ｍ×５ｍ以上とし、ＴＳでの検測はテスト範囲内で 16 点以上とする。

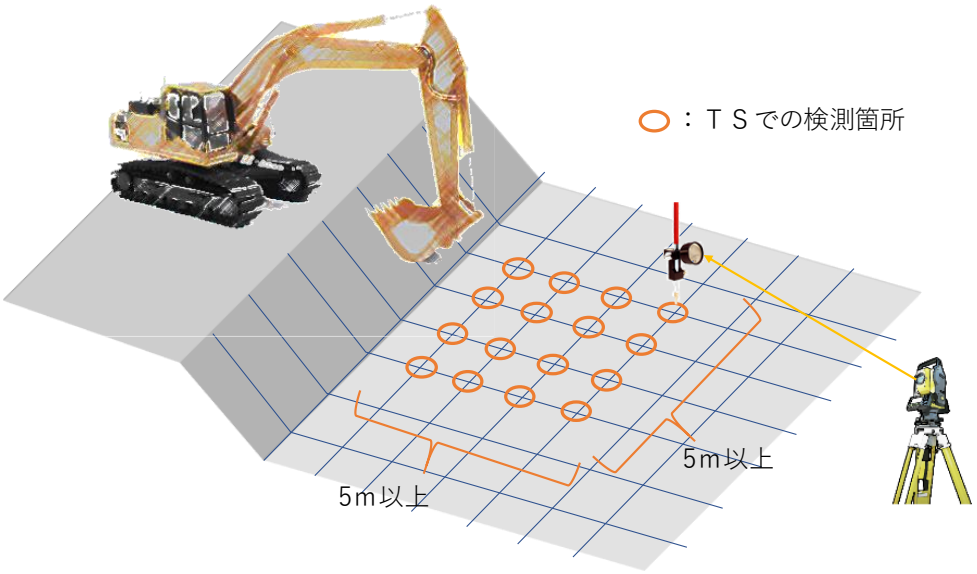



図５-２６　実際に掘削整形作業を行う方法の検測例

②プリズムにて作業装置位置を計測する方法

施工に使用するＩＣＴ建設機械を現場内に静置し、ＩＣＴ建設機械が施工履歴データとして座標を記録する点に自動追尾式ＴＳで追尾・計測可能な全周プリズムを設置する。ＩＣＴ建設機械にて平場の整形作業を模した動作を行い、動作中の施工履歴データを記録するとともに、全周プリズムの３次元座標をＴＳにて追尾・計測する。動作中に記録した施工履歴データとＴＳで実測した３次元座標を比較し、標高の差の平均値を算出する。これが図５－２７の精度確認基準を満足していることを確認する。

整形作業を模した動作を行う平面範囲は５ｍ×５ｍ以上とし、ＴＳで計測する点数は 16 点以上とする。

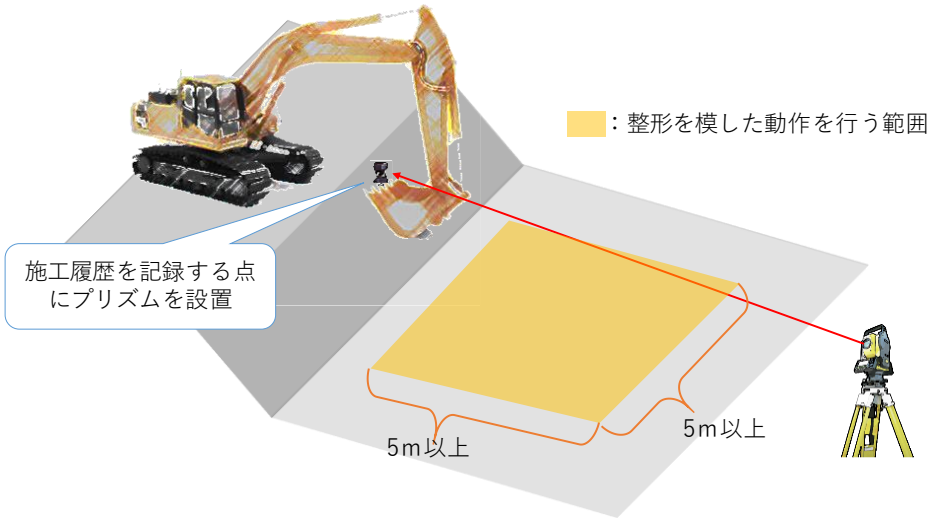



図５－２７　プリズムにて作業装置位置を計測する方法の検測例

2）施工期間中の日々の精度確認

バケット位置精度の評価方法は、マシンガイダンス技術から提供されるバケット刃先座標と、既知点、又はＴＳにより計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であれば、所要の性能を確保していると判断する。

なお、本精度確認試験は、施工範囲内とは別に設けた陸上の任意の箇所で実施すればよく、１姿勢の確認のみでよい。バケット位置精度の標準的な確認方法を図５－２８に示す。試験結果は提出する必要はないが、監督職員の求めに応じて提出できるように保管すること。

図５－２８　バケット位置精度の標準的な確認方法

３．評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表５－６　精度確認試験での精度確認基準

| 試験モード | 比較方法 | 精度確認基準 | 備　考 |
|---|---|---|---|
| テスト作業による精度確認 | ＴＳ計測値と標高較差 | 標高較差：±100㎜以内 | 現場ごとに１回実施 |
| 静止状態での精度確認 | 既知点、又はＴＳ計測値との水平・標高較差 | 水平・標高較差：各±50㎜以内 | 施工日ごとに１回実施 |

４．実施結果の記録

「２．　1）テスト作業による精度確認」の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）の様式 5-8 に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

（様式 5-8）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）施工履歴
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：SR420<br>測定装置の製造番号：SN00022 | 写真<br> |
| 検証機器（検測点を計測する測定機器）<br>ＴＳ　　：２級ＴＳ　ＧＰＴ○○○○ | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）施工履歴<br>現場内にて<br>精度検証対象機器と既知点の距離：○○ｍ | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>①実際に掘削整形作業を行う方法 | |

（２）精度確認試験結果（鉛直方向）

①施工履歴データの取得による確認

②ＴＳによる検査点の確認

③差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 ― ＴＳによる計測標高

| | Δｚ（各検測点における差の最大値） |
|---|---|
| 較差 | 24㎜ |
| 基準 | ±100 ㎜以内 |

# 第６編　護岸工編　目次


**第６編 護岸工編** ..... **6-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 6-1
第２章 適用の範囲 ..... 6-2
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 6-6
第１節 施工計画書 ..... 6-6
第２節 工事基準点の設置 ..... 6-8
第３節 基本設計データ ..... 6-9
３－１ 基本設計データ作成（断面管理） ..... 6-9
３－１－１ 基本設計データ作成ソフトウェア ..... 6-9
３－１－２ 基本設計データの作成 ..... 6-10
３－１－３ 基本設計データの確認 ..... 6-11
３－１－４ 基本設計データの搭載 ..... 6-12
第４節 出来形管理 ..... 6-13
４－１ 出来形管理（断面管理） ..... 6-13
４－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア（単点計測技術） ..... 6-13
４－１－２ 出来形座標確認ソフトウェア（多点計測技術） ..... 6-14
４－１－３ 出来形計測（単点計測技術） ..... 6-15
４－１－４ 出来形計測（多点計測技術） ..... 6-16
４－１－５ 出来形計測箇所（単点計測技術） ..... 6-17
４－１－６ 出来形計測箇所（多点計測技術） ..... 6-19
４－１－７ 出来形管理資料の作成（単点計測技術） ..... 6-20
４－１－８ 出来形管理資料の作成（多点計測技術） ..... 6-21
第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 6-22
第１節 計測技術（断面管理） ..... 6-22
１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 6-22
１－１－１ 機器構成 ..... 6-22
１－２ ＴＳ等光波方式 ..... 6-23
１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 6-23
１－２－２ 機器構成 ..... 6-25
１－２－３ 出来形管理用ＴＳソフトウェア ..... 6-26
１－２－４ 計測性能及び精度管理 ..... 6-27
１－２－５ 出来形計測 ..... 6-28
１－３ 多点計測技術 ..... 6-32
１－３－１ 出来形管理の主な手順 ..... 6-32
１－３－２ 機器構成 ..... 6-33
１－３－３ 計測性能及び精度管理 ..... 6-34
１－３－４ 出来形計測 ..... 6-35
第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 6-38

第６章 出来形管理写真基準 ..... ６-39
第１節 出来形管理写真（単点計測技術） ..... ６-39
第２節 出来形管理写真（多点計測技術） ..... ６-41
第７章 電子成果品の作成規定 ..... ６-42
第１節 電子成果品の作成規定（単点計測技術） ..... ６-42
第２節 電子成果品の作成規定（多点計測技術） ..... ６-45

**■ 参考資料・様式 ..... ６-47**
参考資料-1 参考文献 ..... ６-48
参考資料-2 基本設計データチェックシート ..... ６-49
参考資料-3 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... ６-50
参考資料-4 護岸工における出来形算出ガイド ..... ６-53

# 第６編　護岸工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。
1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準(案)」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領(案)」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（護岸工編）（案)」（国土交通省）
8)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」（国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室）
9)「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（護岸工編）（案)」（国土交通省 国土技術政策総合研究所　社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室）
10)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（護岸工編）（案)」（国土交通省 国土技術政策総合研究所　社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なります。
注 2）「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」、「写真管理基準（案)」及び「土木工事数量算出要領（案)」で定められている基準に基づき３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用する工種及び測定項目**

本管理要領（案）の適用工種及び測定項目は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、下表のとおりである。

測定項目のうち、基準高、幅、法長、高さ、延長について適用する。厚さに関する測定項目については、本管理要領（案）の適用対象外とした。なお、ＴＳの測定精度では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来の巻尺・レベル等による管理を行ってもよい。

表６－１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 適用対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第３編 土木工事共通編 | 第２章 一般施工 | 第４節 基礎工 | 第３条－１ 基礎工（護岸）（現場打） | 基準高　幅 高さ　延長 | |
| | | | 第３条－２ 基礎工（護岸）（プレキャスト） | 基準高　延長 | |
| | | 第５節 石・ブロック積（張）工 | 第３条－１ コンクリートブロック工（コンクリートブロック積(張)） | 基準高　法長 延長 | 厚さ（ブロック積張） 厚さ（裏込） |
| | | | 第３条－２ コンクリートブロック工（連節ブロック張） | 基準高　法長 延長 | |
| | | | 第３条－３ コンクリートブロック工（天端保護ブロック） | 基準高　法長 延長 | |
| | | | 第４条 緑化ブロック工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ（ブロック） 厚さ（裏込） |
| | | | 第５条 石積（張）工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ（石積・張） 厚さ（裏込） |
| 第６編 河川編 | 第１章 築堤護岸工 | 第７条 法覆護岸工 | 第４条 護岸付属物工 | 幅　高さ | |
| 第７編 河川海岸編 | 第１章 堤防・護岸 | 第６節 護岸工 | 第４条 海岸コンクリートブロック工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ |
| | | | 第５条 コンクリート被覆工 | 基準高　法長 延長 | 厚さ　裏込材厚 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図６－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術は図６－１の業務範囲に含まれる工事測量・丁張り設置、施工においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を丁張り設置、日々の出来形の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

また、出来形管理においては、従来方法の方が効率的な場合もあるため、現場状況に応じて適切に選択されたい。

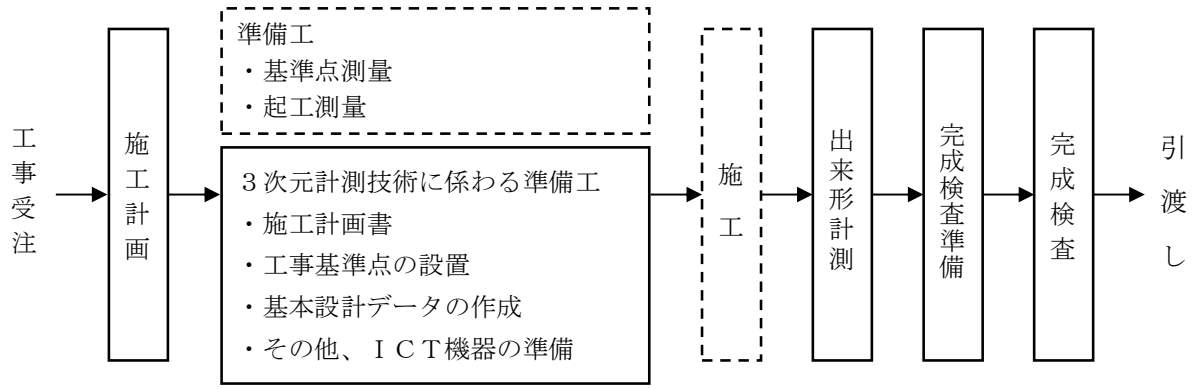



図６－１　本管理要領（案）（護岸工編）の対象となる業務の範囲

### 3）計測技術

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表６－２のようになる。

表６－２　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ、ＴＳ（ノンプリズム方式） | レーザースキャナー[地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型] |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | |
| 写真測量技術を用いるもの | | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | | 施工履歴データ、音響測深器 |

３次元計測技術は、本管理要領（案）で定める性能を有する下記の計測技術を対象とする。法面工に多点計測技術を用いる場合の要求精度は、「参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド　５．法枠工における計測時の要求精度について」を参照のこと。

《土工編》

・ＴＳ等光波方式
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー
・空中写真測量（ＵＡＶ）

### 4）適用にあたっての留意事項

1．厚さ計測

厚さの管理はＴＳ等光波方式による出来形管理の対象外とする。

なお、プレキャストのコンクリートブロックを用いた護岸工など、護岸工の測定項目のうち「厚さ」について、事前の材料確認で厚さを計測している場合においては、監督職員との協議の上、材料確認時の厚さ計測結果を用いて、出来形管理の計測を省略することができる。

2．法長計測

法長の管理基準は、法面部、平場部等の区間ごとに管理するとされている工種と、合計した延長として管理するとされている工種とがある。３次元計測技術を用いた出来形管理については、区間ごとの管理を基本としているが、基準では合計長さとされている工種においても、設計図書において区分された長さが明示されていて、現場にて正確な断面変化位置を確認可能な工種に対して適用することを基本とするものとする。なお、３次元計測技術を用いた出来形管理のうち、多点計測技術を用いる場合は、「参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド」を参照されたい。

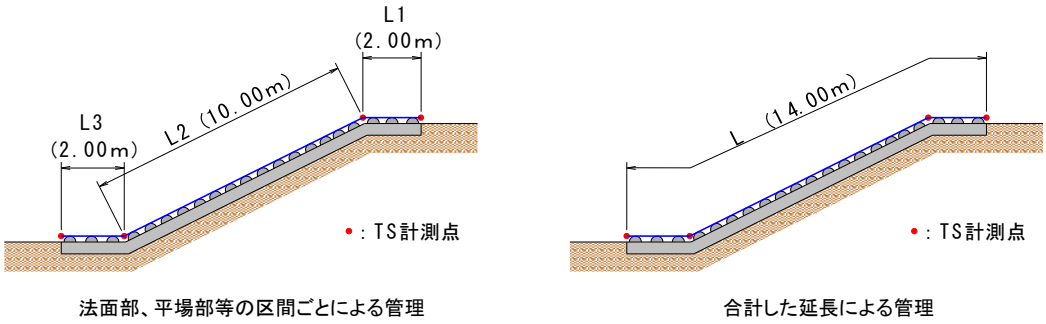



図６－２　法長の管理基準の違い

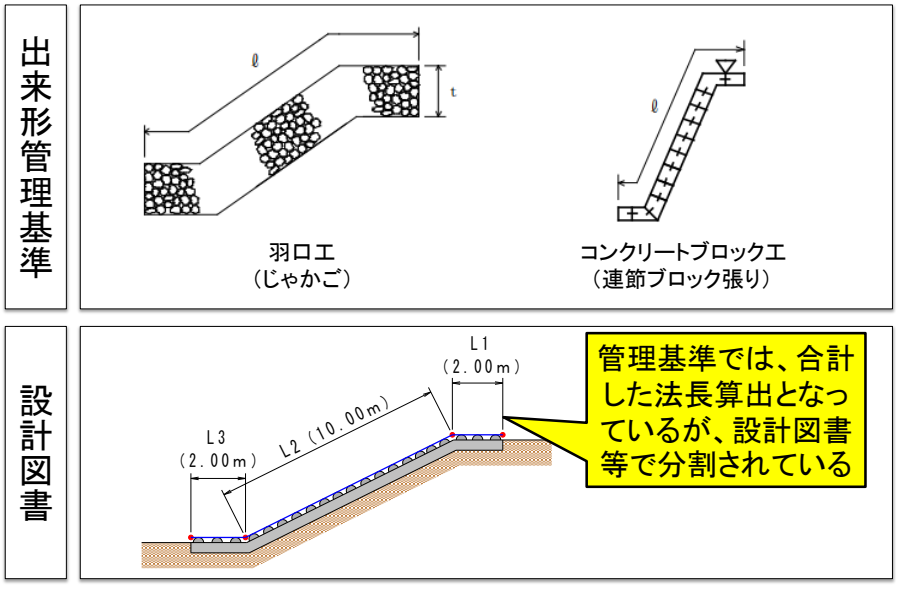



図６－３　設計図書において、法面の変化点ごとの長さが明示されている場合

3．延長計測

３次元計測技術を用いた出来形管理による延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員との協議の上、従来手法で計測してもよい。

なお、３次元計測技術を用いた出来形管理のうち、多点計測技術を用いる場合は、「参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド」を参照されたい。

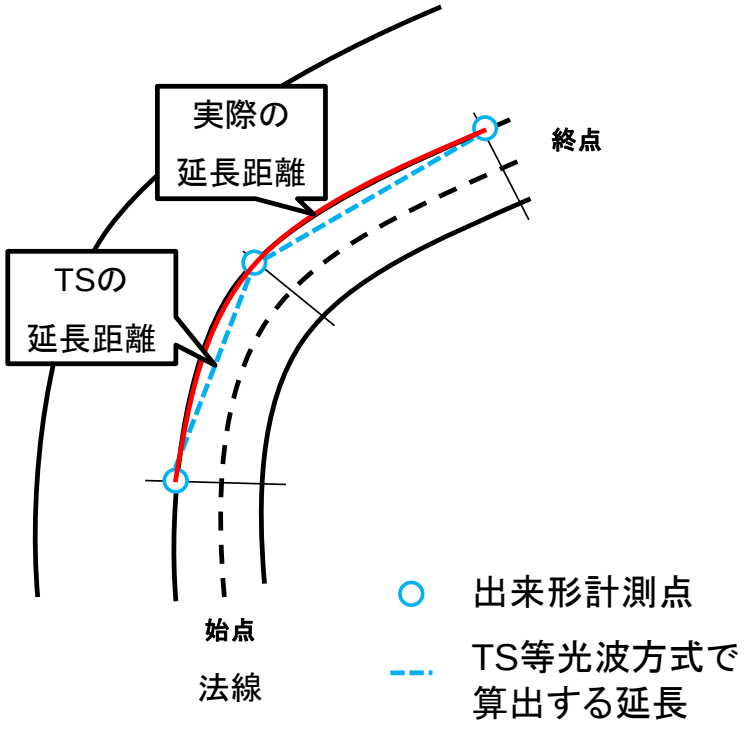



図６－４　延長計測の留意事項

5）その他の計測方法との組み合わせ

出来形管理の管理対象については、監督職員との協議の上、３次元計測技術以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

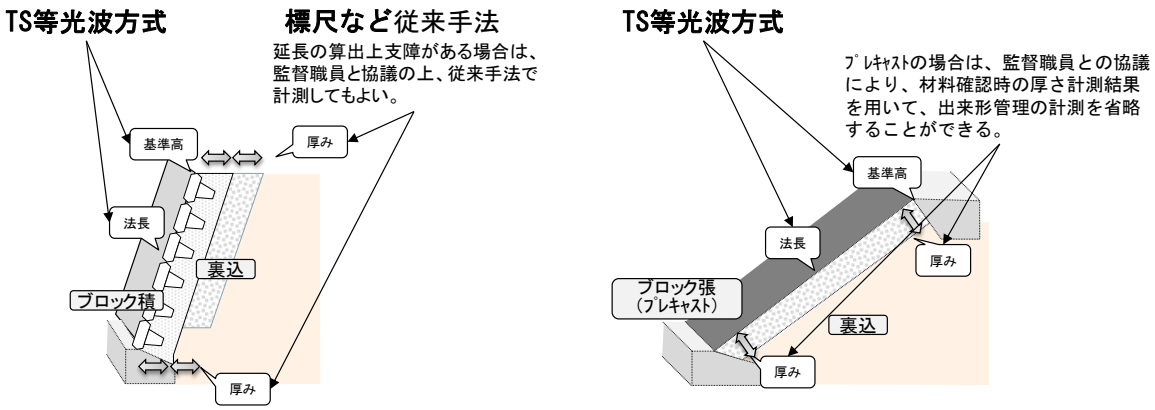



図６－５　現場における３次元計測技術とその他方法による計測の組み合わせ例

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

3）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

4）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術（断面管理）」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

3）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された３次元計測技術及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

①機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②３次元計測技術本体

受注者は、出来形管理用に利用する３次元計測技術本体が下記と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。３次元計測技術の計測性能と精度管理方法については、「第４章　第１節　計測技術（断面管理）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照のこと。

③ソフトウェア

受注者は施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**4）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～3）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術（断面管理）」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、ＴＳ等光波方式の精度確認試験を行う際は、工事基準点設置についての留意点として下記条件を満足できる位置に器械を設置できるよう、工事基準点を配置する。

①出来形管理用ＴＳから工事基準点までの距離を 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とする。

②　上記①の範囲に、平面座標（ｘ，ｙ）がわかる工事基準点が２点以上、かつ高さ（ｚ）がわかる工事基準点が１点以上必要。

③ＴＳと工事基準点間の視通を確保する。

④工事基準点及びＴＳの設置位置は施工の作業性を損なわない箇所とする。

受注者は監督職員に工事基準点の設置状況の確認をとる際に提出する資料等の詳細については「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（護岸工編）（案）」の「５－３　工事基準点設置状況の把握」によることとする。

## 第３節　基本設計データ

### ３－１　基本設計データ作成（断面管理）

#### ３－１－１　基本設計データ作成ソフトウェア

**基本設計データ作成ソフトウェアは、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（護岸工編）」に規定する性能を有することとする。**

【解説】

受注者は、「基本設計データ作成ソフトウェア」について、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（護岸工編）**【検討中】**」に規定する性能を有するソフトウェアを利用すること。また、それらの性能を有するソフトウェアであることを施工計画書に記載する。

## ３－１－２　基本設計データの作成

**受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図、護岸工展開図等）や線形計算書等を基に基本設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、出来形管理対象の設定を行い、出来形管理用ＴＳが取込み可能な基本設計データの作成を行う。以下に、基本設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

基本設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図、護岸工展開図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に基本設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。なお、護岸工展開図については、横断図に管理対象の設計値（護岸工の基準高や延長など）の記載がない場合に、必要に応じて使用する。

### 2）基本設計データの作成範囲

基本設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点とし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。

設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、監督職員との協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

### 3）基本設計データの作成

基本設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図、護岸工展開図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、基本設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

出来形横断面形状の作成は、図面に記載されている全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。

基本設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成した基本設計データが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

工事基準点については、「第３章　第２節　工事基準点の設置」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

### 4）地形情報

盛土及び切土と地形の擦付け部分については、設計図書に記載された地形データを利用して入力を行う。

設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員との協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

### 5）設計変更について

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、基本設計データ作成ソフトウェアで基本設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の基本設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

## ３－１－３　基本設計データの確認

**受注者は、基本設計データの作成後に、基本設計データの以下の 1）～4）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図、護岸工展開図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に基本設計データチェックシートを提出する。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**

【解説】

基本設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は基本設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

基本設計データの照合とは、基本設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。基本設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート及び照査結果資料（道路工事においては線形計算書、河川工事においては法線の中心点座標リスト、その他共通の資料として平面図、縦断図、横断図、護岸工展開図のチェック入り）（「参考資料-2　基本設計データチェックシート」参照）を提出する。

また、受注者は、前述の資料のほか、基本設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から基本設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、確認できる資料を提示するものとする。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに基本設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と基本設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、基本設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。また、出来形横断面形状に付与する出来形計測対象点の記号が基本設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面又はソフトウェア画面上で確認すること。

### ３－１－４　基本設計データの搭載

**受注者は、基本設計データを、利用する３次元計測技術へ搭載する。**

【解説】

基本設計データ作成ソフトウェアから出力した基本設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理用３次元計測技術に搭載する。

出来形計測の実施前には、出来形管理用３次元計測技術を用い、出来形計測対象となる基本設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

## 第４節　出来形管理

### ４－１　出来形管理（断面管理）

#### ４－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア（単点計測技術）

**出来形帳票作成ソフトウェアは、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（護岸工編）【検討中】」に規定する性能を有することとする。**

【解説】

受注者は、「出来形帳票作成ソフトウェア」について、別途定める「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（護岸工編）**【検討中】**」に規定する性能を有するソフトウェアを利用すること。また、それらの性能を有するソフトウェアであることを施工計画書に記載する。

## ４－１－２　出来形座標確認ソフトウェア（多点計測技術）

**1）出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき対象（位置・断面）上にあることが確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では、以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～2)の機能は、それぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

**1）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（単点計測の出来形計測点あるいは多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**2）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能**

出来形計測点と３次元設計データ（作成する場合）を重ねて表示することで、出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

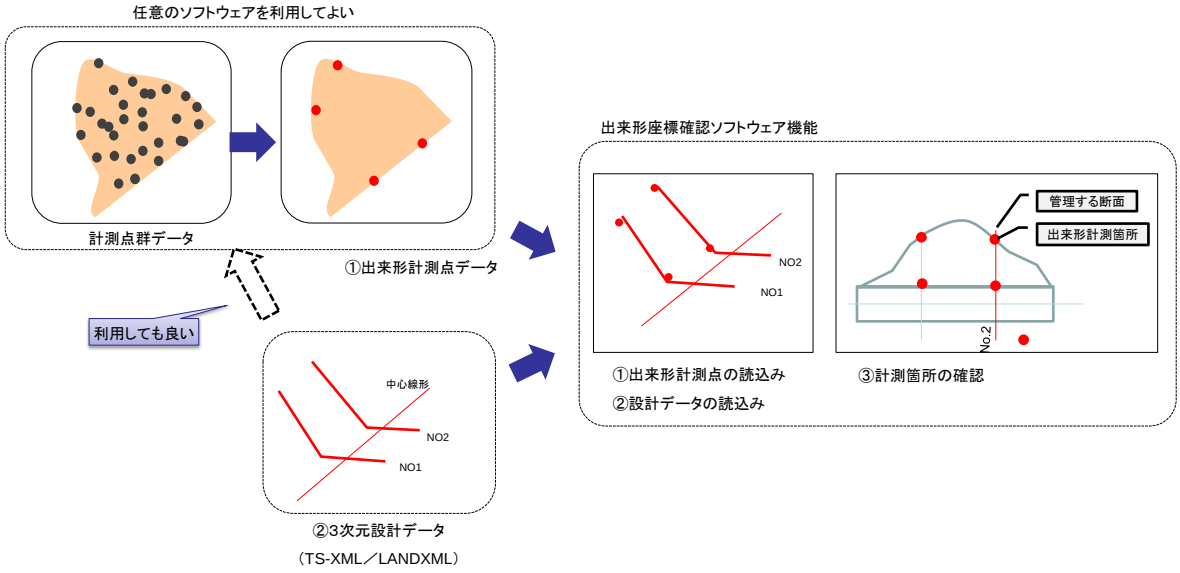



図６－６　出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

## ４－１－３　出来形計測（単点計測技術）

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、使用する３次元計測技術は、所定の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術（断面管理）」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために管理断面の出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

## ４－１－４　出来形計測（多点計測技術）

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、出来形の算出用に選定した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第３章　４－１－６出来形計測箇所（多点計測技術）」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド」を参照されたい。

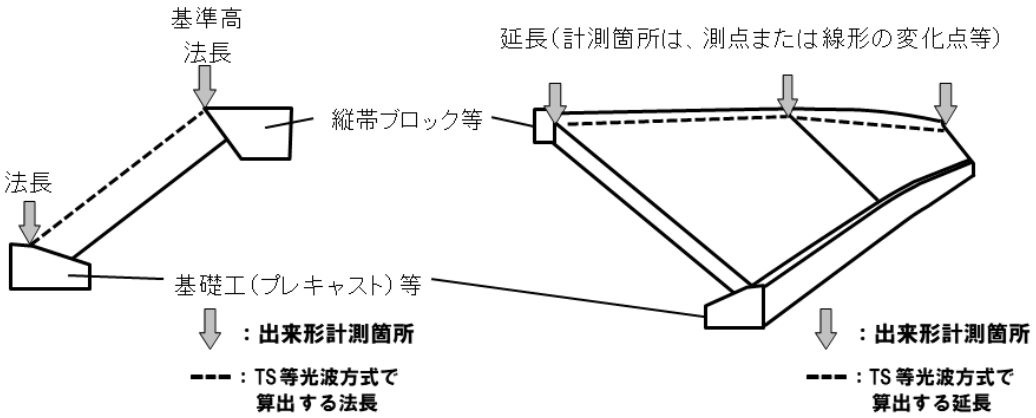
**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、出来形の算出用に選定（寸法値の対象となる端部の２点、基準高の対象となる点など）した出来形評価用データを作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

## ４－１－５　出来形計測箇所（単点計測技術）

本管理要領（案）に基づく出来形管理における出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたとおりとする。

計測する横断面は、基本設計データとして作成した管理断面とし、各断面の全ての計測対象点について、３次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。




コンクリートブロック工の基準高、法長の計測箇所（例）　コンクリートブロック工の延長の計測箇所（例）

【解説】

出来形管理用ＴＳによる出来形管理で計測する出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の規定どおりとする。

下表に、出来形管理用ＴＳを適用できる出来形管理項目を工種別に示す。

表６－３　工種別のＴＳによる出来形管理項目（土木工事施工管理基準及び規格値（案））

| 工種 | 出来形管理項目※４ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 基準高 | 法長 ※１ | 厚さ ※２ | 延長 ※３ | 高さ | 幅 |
| ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ工（ﾌﾞﾛｯｸ積）（ﾌﾞﾛｯｸ張）<br>緑化ブロック<br>石積（張）<br>海岸コンクリートブロック工<br>コンクリート被覆工 | ○ | ○ | × | ○ | － | － |
| ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ工（連節ﾌﾞﾛｯｸ張） | ○ | ○ | － | ○ | － | － |
| ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ工（天端保護ﾌﾞﾛｯｸ） | ○ | － | － | ○ | － | ○ |
| 基礎工（護岸）（現場打） | ○ | － | － | ○ | ○ | ○ |
| 基礎工（護岸）（ﾌﾟﾚｷｬｽﾄ） | ○ | － | － | ○ | － | － |
| 護岸付属物工 | － | － | － | － | ○ | ○ |

※１：法長の管理基準は、法面部、平場部等の区間ごとに管理するとされている工種と、合計した延長として管理するとされている工種とがある。ＴＳ出来形管理（護岸工編）については、区間ごとの管理を基本としているが、基準では合計長さとされている工種においても、設計図書において区分された長さが明示されていて、現場にて正確な断面変化位置を確認可能な工種に対して適用することを基本とするものとする。

※２：厚さの管理はＴＳ等光波方式による出来形管理の対象外とする。なお、プレキャストのコンク

リートブロックを用いた護岸工など、護岸工の測定項目の厚さについて、事前の材料確認で厚さを計測している場合においては、監督職員との協議の上、材料確認時の厚さ計測結果を用いて、出来形管理の計測を省略することができる。

※３：ＴＳ等光波方式による出来形管理の延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線でつないで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員との協議の上、従来手法で計測してもよい。

※４：出来形管理の管理対象については、監督職員との協議の上、ＴＳ等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

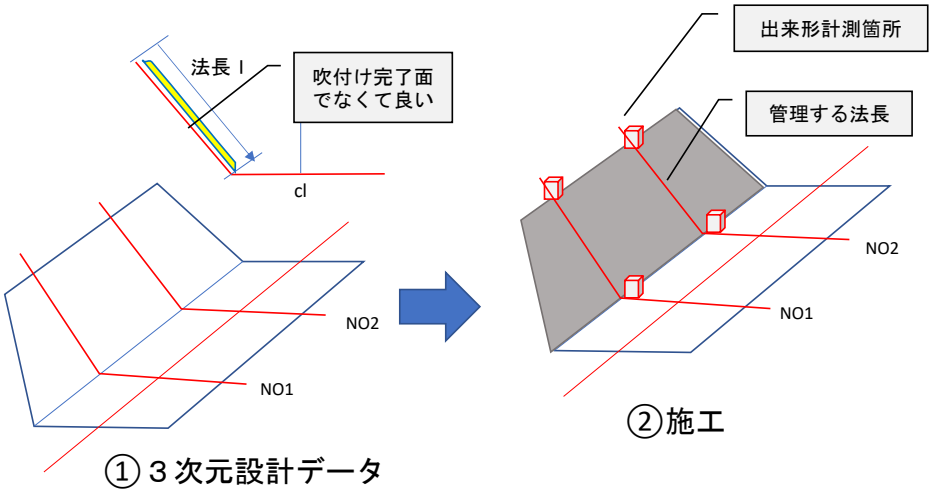
## ４－１－６　出来形計測箇所（多点計測技術）

**３次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値」で示すとおりとする。ただし、幅、法長、延長、高さの端部、枠中心間隔となる点を３次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。**

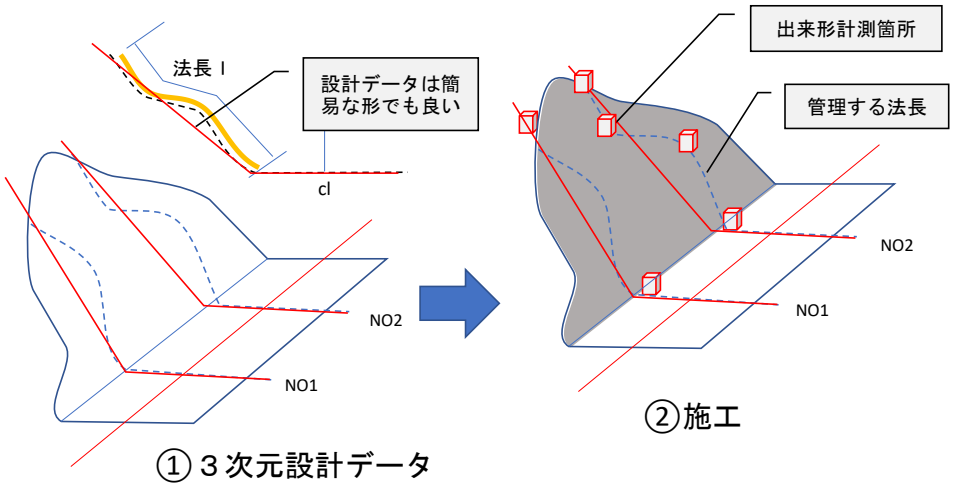
【解説】

図６－７に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

３次元座標から出来形を算出するソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアは、任意のソフトウェアを利用することができる。なお、法枠工における幅、高さの算出方法については、「参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド」を参照のこと。




（切土法面の場合）




（凸凹があり累積した長さを管理する場合）

図６－７　出来形計測箇所

## ４－１－７　出来形管理資料の作成（単点計測技術）

**受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、設計図書に義務付けられた出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。

受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について現行の帳票類と同様の書式で、帳票を自動作成、保存、印刷ができる。

また、「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、完成図や出来形報告書の全て、あるいは一部の図面として利用することができる。

これらの資料作成に「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」と出来形計測データを使うことによって、現行手法の図面の修正や測定数値のキーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、入力ミスの削減が期待できる。

出来形管理資料の作成例を図６－８に示す。

様式－31

出　来　形　管　理　図　表

工 種　コンクリートブロック工

種 別　コンクリートブロック張り　　測定者　　印

測点　No.10 No.11 No.12 No.13 No.14 No.15 No.16 No.17 No.18 No.19

設計値との差　+50 +50　0　−50 −50　80% 50%　50% 80%

略図

| 測定項目 | 基準高 H | | | 測定項目 | 基準高 H | | | 測定項目 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 規格値 | ±50 mm | | | 規格値 | ±50 mm | | | 規格値 | | | |
| 社内規格値 | mm | | | 社内規格値 | mm | | | 社内規格値 | | | |
| 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| | | | | No.10 | 7.000 | 7.005 | +5 | | | | |
| 平均値 | 7.000 | 7.005 | +5 | No.11 | 7.000 | 7.015 | +15 | | | | |
| 最大値 | 7.000 | 7.020 | +20 | No.12 | 7.000 | 7.020 | +20 | | | | |
| 最小値 | 7.000 | 6.994 | −6 | No.13 | 7.000 | 7.010 | +10 | | | | |
| 最多値 | | | | No.14 | 7.000 | 6.998 | −2 | | | | |
| データ数 | | | n=10 | No.15 | 7.000 | 6.996 | −4 | | | | |
| 標準偏差 | | | σ=±8.6 | No.16 | 7.000 | 7.000 | 0 | | | | |
| | | | | No.17 | 7.000 | 7.002 | +2 | | | | |
| | | | | No.18 | 7.000 | 7.011 | +11 | | | | |
| | | | | No.19 | 7.000 | 6.994 | −6 | | | | |

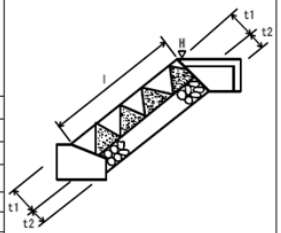



図６－８　出来形管理図表　作成例

## ４－１－８　出来形管理資料の作成（多点計測技術）

受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。

【解説】

### 1）出来形帳票

出来形帳票は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

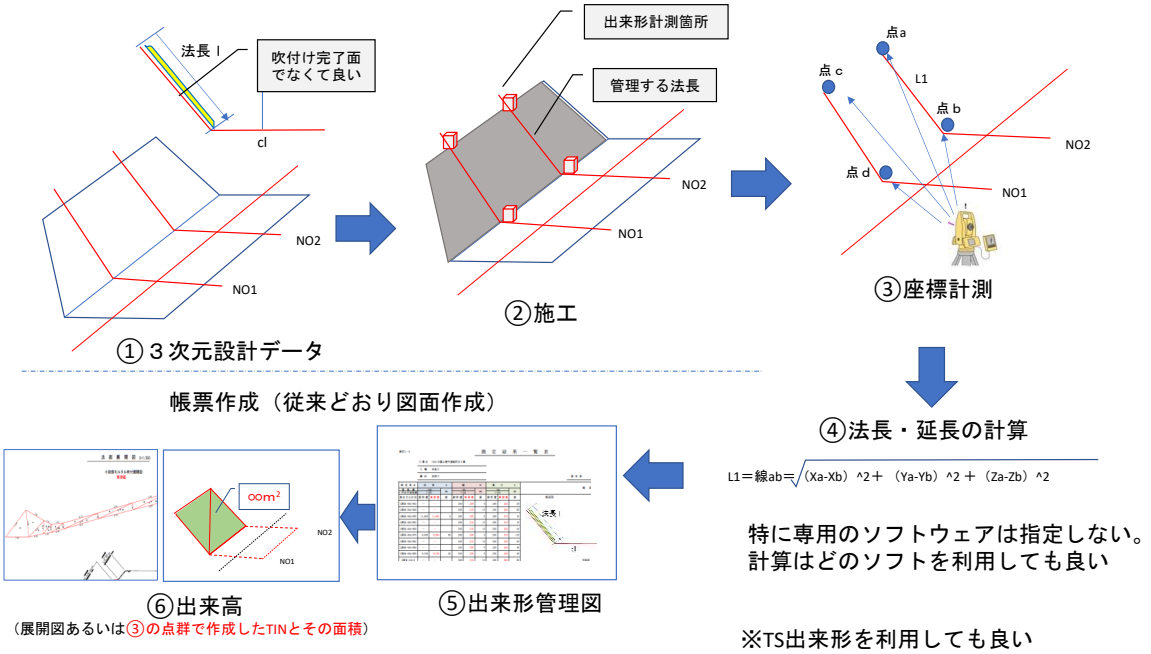



図６－９　出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

### 2）出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料を添付すること。ただし、３次元設計データに計測箇所を表示した平面図、あるいはこれを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでもよい。

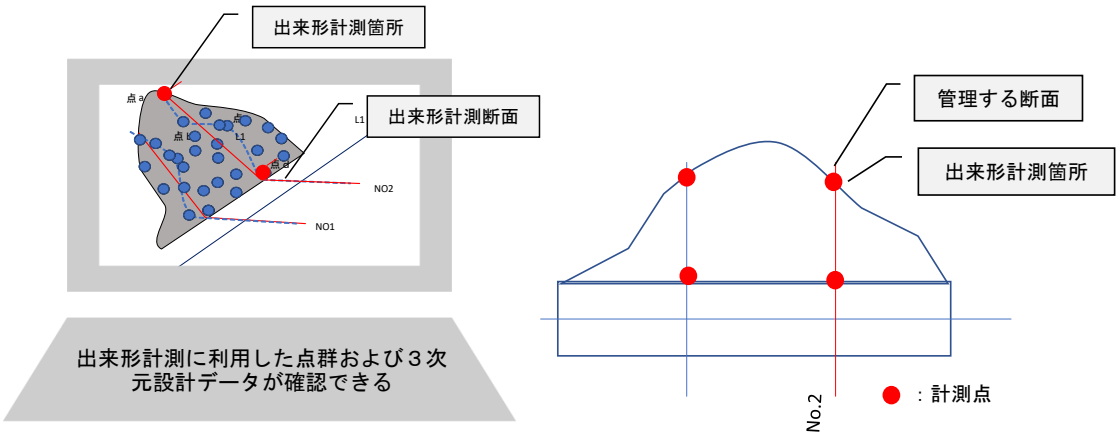



図６－１０　３次元での確認機能（左）と平面図での確認機能（右）

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術（断面管理）

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

《単点計測技術》

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。

1）基本設計データ作成ソフトウェア

2）３次元計測機器（ハードウェア及びソフトウェア）

3）出来形帳票作成ソフトウェア

《多点計測技術》

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。ただし、下記以外に利用するソフトウェアについては、任意に選定することができる。

1）３次元計測機器（ハードウェア及びソフトウェア）

2）出来形座標確認ソフトウェア

【解説】

《単点計測技術》

３次元計測機器を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、監督職員から提示された設計図書等を基に、３次元計測機器に搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。作成した基本設計データは、通信あるいは記憶媒体を通して３次元計測機器に搭載することができる。

2）3 次元計測機器（ハードウェア及びソフトウェア）

1）で作成した基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

3）出来形帳票作成ソフトウェア

1）で作成した基本設計データと、2)で計測した出来形計測データを読み込むことで、出来形帳票を自動作成するプログラムである。

《多点計測技術》

1）３次元計測機器（ハードウェア及びソフトウェア）

現場で出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

2）出来形座標確認ソフトウェア

1)で計測した出来形計測データを読み込み、出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と３次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。

## １－２　ＴＳ等光波方式

### １－２－１　出来形管理の主な手順

施工管理データを搭載したトータルステーション（以下、「出来形管理用ＴＳ」という）とは、測量機（ＴＳ）とＴＳに接続又は内蔵された情報機器一式（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載された機能により、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえる器械である。また、望遠鏡を搭載しない等の光波方式による計測機器を含めたもの（以下「出来形管理用ＴＳ等光波方式」という）についても、同等の機能や精度を確認すれば、現場での出来形計測と同時に出来形の良否の判定等が行なえるものとする。

以下、出来形管理ＴＳは、出来形管理用ＴＳ等光波方式と読み替えて運用する。

工事の出来形管理は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所等に基づき実施するものであり、本管理要領（案）で定める測定項目（基準高、幅、法長、高さ、延長）について、水糸、巻尺、レベル等の方法に換えて、出来形管理用ＴＳを用いて計測した計測点の３次元座標値から基準高、法長、延長、幅、高さを算出する。

また、工事の出来形管理の各段階（基本設計データの作成、工事測量、施工の出来形管理、出来形管理資料の作成等）において、データをソフトウェアにより一元管理することで、作業の確実性や自動化・省力化が図られるため、これらの各段階を本管理要領（案）の適用範囲とした。

本管理要領（案）は、護岸工事において出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

なお、出来形管理用ＴＳにより出来形管理を行った工種、測定項目等については、従来方法による管理（二重管理）の必要はない。

| 受注者のTSによる<br>出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成 |
| 準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正 | ②機器の手配<br>・出来形管理用TS本体<br>・基本設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>③工事基準点の設置 |
| 基本設計データ作成 | ④「基本設計データ作成ソフトウェア」による基本設計データ作成 |
| （施　　工） | ⑤精度確認試験 |
| 出来形計測 | ⑥出来形管理用TSによる出来形計測・出来形管理<br>⑦「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成 |
| 出来形帳票作成等 | ⑧出来形および出来高の確認<br>⑨電子成果品の納品<br>⑩出来形管理用TSによる実地検査 |

図６－１１　出来形管理の主な手順

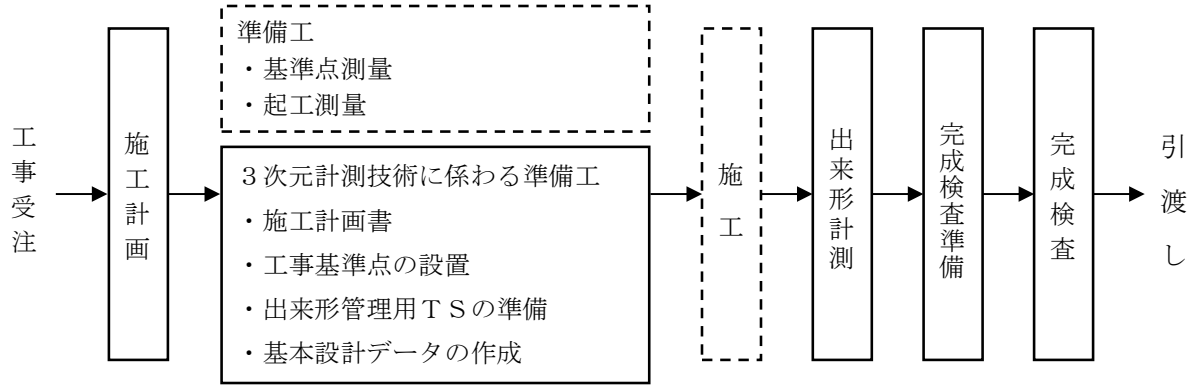



図６－１２　ＴＳ等光波方式を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＴＳによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）**

【解説】

図６-１３に出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）出来形管理用ＴＳ（ハードウェア及びソフトウェア）**

出来形管理用ＴＳは、基本設計データ作成ソフトウェアで作成した基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。

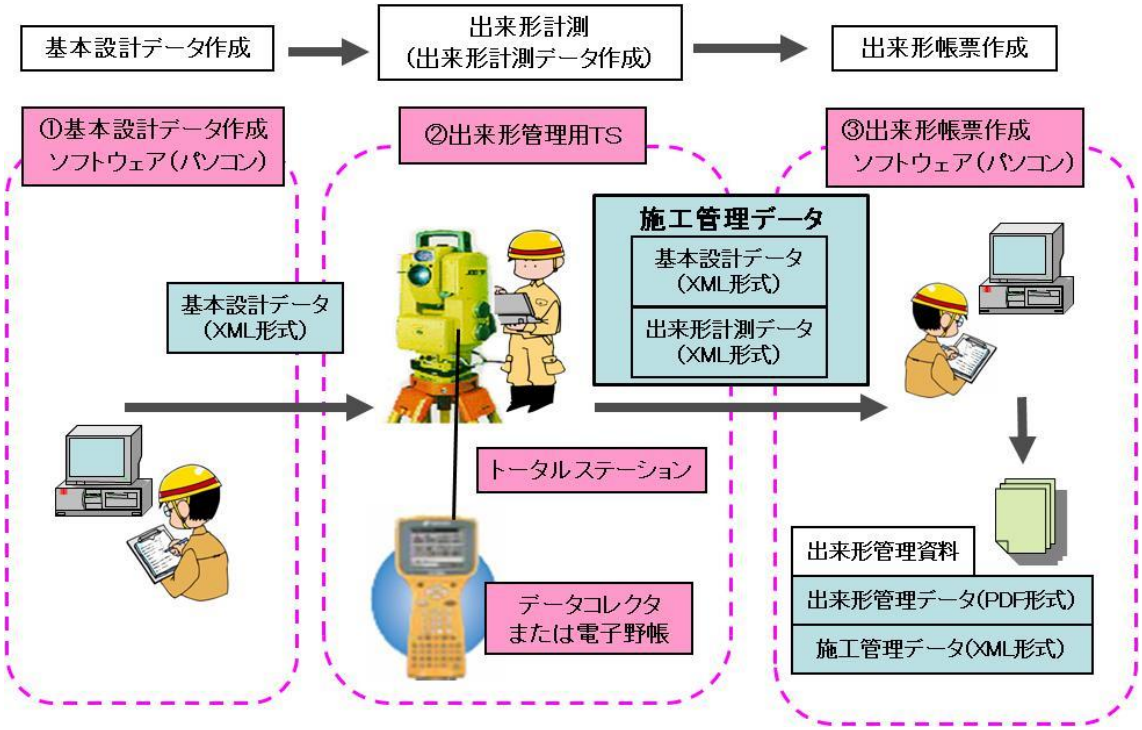



図６-１３　出来形管理用ＴＳによる出来形管理機器の構成例

## １－２－３　出来形管理用ＴＳソフトウェア

**本管理要領（案）で用いる出来形管理用ＴＳの機能については、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（護岸工編）（案）」に規定された機能及び性能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）に基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場で出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用ＴＳが必要となる。本管理要領（案）に基づいて出来形確認を行うため、ＴＳもしくはＴＳに接続したデータコレクタあるいは電子野帳が有すべき機能は、別途「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（護岸工編）（案）」に規定される。

以下に、必要とする機能を示す。

(1) 施工管理データの読込み機能
(2) ＴＳの器械位置算出機能
(3) 線形データの切替え選択機能
(4) 基本設計データの確認機能
(5) ＴＳとの通信設定確認機能
(6) 任意点での出来形管理機能
(7) 管理断面での出来形管理機能
(8) 延長の管理機能
(9) 計測距離制限機能
(10) 出来形計測データの登録機能
(11) 出来形計測データの取得漏れ確認機能
(12) 監督検査現場立会い確認機能
(13) 施工管理データの書出し機能

図６－１４は、上記(7)管理断面での出来形管理機能の例を示している。左図のように、出来形管理用ＴＳでは、出来形計測と同時に基本設計データとの高さの差が確認できる。また、右図のように、法長、幅等の長さを構成する点が既に計測済みである場合は、これについても確認できる機能を有している。さらに、出来形管理用ＴＳでは、これらの出来形計測データを出来形計測対象点（法肩や法尻等）を識別して記録することが可能であり、このことにより計測後に自動的に帳票作成が可能である。

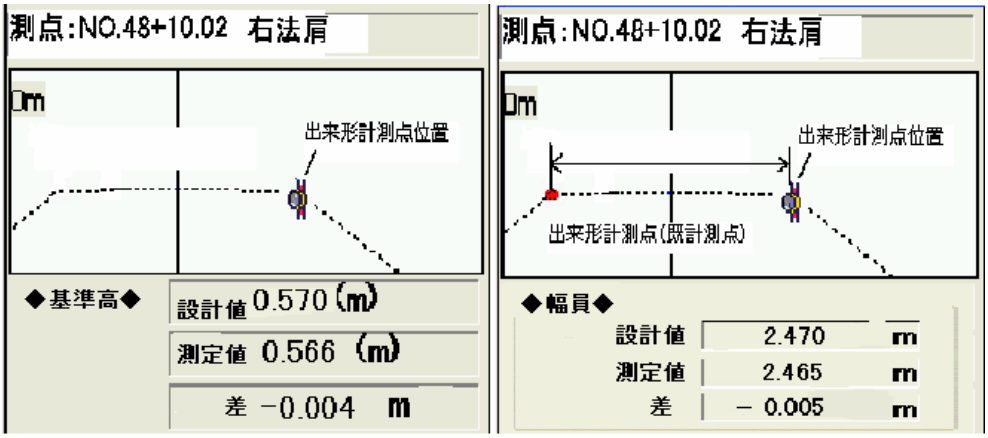



図６－１４　出来形管理用ＴＳによる出来形確認画面例

## １－２－４　計測性能及び精度管理

出来形管理用ＴＳは、国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＴＳの性能について監督職員の承諾を受けること。以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 出来形計測 | 公称測定精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$<br><br>例：計測距離 100m の場合は、±（5mm＋5×$10^{-6}$<br>×100m）＝±5.5mm の誤差となる。 | 国土地理院で規定がない場合：<br>【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 |

【解説】

1）計測性能

「国土交通省　公共測量作業規程」では、４級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに３級ＴＳがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用ＴＳ本体は、３級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

ＴＳの計測性能は、国土地理院３級以上の認定品であることを施工計画書に記載するまた、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-3　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 6-2)」を実施し、その記録を提出する。

2）精度管理

ＴＳの精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

## １－２－５　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

本管理要領（案）により測定する適用工種、測定項目等を記載する。適用工種は、「第２章 適用の範囲」を参照されたい。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

3）使用機器・ソフトウェア

出来形管理用ＴＳの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）により実施する適用工種、測定項目等を記載する。

2）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

本管理要領（案）により実施する適用工種の出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準の内容を記載する。

3）使用機器・ソフトウェア

①出来形管理用ＴＳによる出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された出来形管理用ＴＳ及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。機器構成

受注者は、本管理要領（案）を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②出来形管理用ＴＳ本体

受注者は、出来形管理用ＴＳのハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定３級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

ＴＳ等光波方式は、国土地理院に規定がない望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器等を含むため、国土地理院が定めるＴＳと同等以上の性能を持つことを「参考資料-3　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式6-2)」にて確認することで、国土地理院認定３級と同等以上とみなして使用してよいものとする。

以下に、３級ＴＳの性能基準（「国土交通省　公共測量作業規程」による）を示す。

【計測性能】

公称測定精度：±（５㎜＋５ppm×Ｄ）以下※　　最小目盛値 20″以下

※：Ｄ値は計測距離(m)、ppm は $10^{-6}$

計測距離 100m の場合は、±（５㎜＋５×$10^{-6}$×100m）＝±5.5㎜の誤差となる。

【測定精度】

国土地理院で規定がない場合　：平面座標　±20㎜以内

標高差　　±10㎜以内

ａ．ＴＳの計測性能が国土地理院による３級と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書を添付する。(国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分Ｂ以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の３級以上であることが明記されている場合は３級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である)

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を利用する場合は、「参考資料-3　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 6-2)」に示す精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

ｂ．ＴＳの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省　公共測量作業規程」参照）

③ソフトウェア

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

受注者は施工完了後に、出来形管理用ＴＳでの計測により、出来形計測点での基準高、幅、法長、高さ、延長の管理を行う。

1）出来形管理用ＴＳの設置

出来形管理用ＴＳは、工事基準点上に設置することが測定精度を確保する観点から望ましいが、複数の工事基準点を観測できる場合は任意の未知点に出来形管理用ＴＳを設置することができる。未知点に出来形管理用ＴＳを設置する場合には、後方交会法により設置位置（器械点）を定めてよい。このとき、利用する基準点の計測距離は 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、基準点間の挟角は 30°～150° 以内でなければならない。

2）出来形計測

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められた計測点で計測を行う。また、受注者が自ら定めた計測点においても計測することができる。ＴＳと計測点までの距離は、利用するＴＳの計測性能に応じて管理すること。

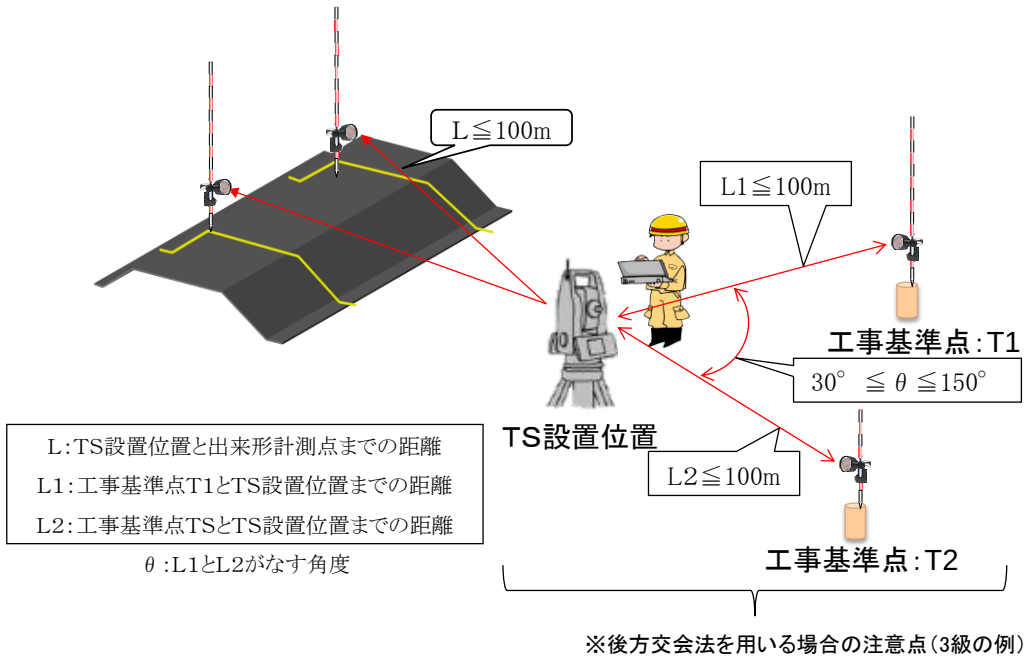
【解説】

施工完了後、出来形計測点を出来形管理用ＴＳで計測することにより、設計高と計測高、設計幅と計測幅等の比較を即座に行うことができる。

実施手順は以下のとおりである。

1）出来形管理用ＴＳの設置

出来形管理用ＴＳの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用ＴＳを設置することとする。ただし、出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳは 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150° 以内とする。




※後方交会法を用いる場合の注意点（3級の例）

３級ＴＳ：L≦100m，L1≦100m，L2≦100m，30° ≦ θ ≦150°
２級ＴＳ：L≦150m，L1≦150m，L2≦150m，30° ≦ θ ≦150°

図６－１５　後方交会法によりＴＳを設置する場合の留意点

計測結果の再現性を高めるため、同じ出来形計測点の測定にあたっては、毎回同じ工事基準点を使用する。その他にも出来形管理用ＴＳの設置時には下記の点に留意すること。

・出来形管理用ＴＳが水平に設置されていること。
・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用ＴＳを設置すること。
・計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
・工事基準点は、基本設計データに登録されている点を用いること。
・器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
・プリズムは、傾きがないように正しく設置すること。特に長尺のポールを用いる場合は、丸形気泡管等を用いてポールの鉛直を保って計測を行うこと。
・出来形管理用ＴＳと工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

**2）出来形計測**

ＴＳと計測点までの距離が大きくなるほど、測定精度が低下する傾向があるため、出来形計測時のＴＳと計測点までの視準距離の制限値を、使用するＴＳの級、工種、出来形管理項目に係わらず、一律 100m とする。

出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、延長方向に±100㎜ 以内の範囲内になるよう、計測を行うこと。

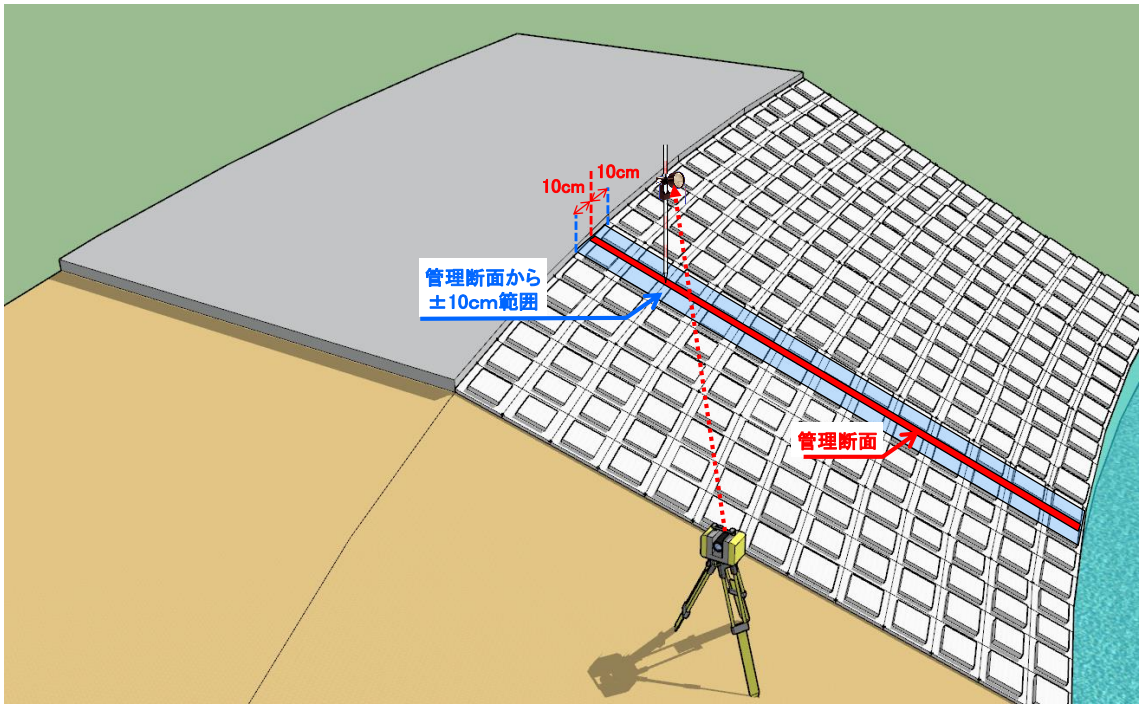



図６－１６　管理断面として入力したラインから延長方向に±10 ㎝の範囲

## １－３　多点計測技術

### １－３－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ活用工事による既存の出来形管理基準が適応しない工種において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から測定項目（測定項目については「参考資料-4 護岸工における出来形算出ガイド」参照）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

| 受注者の3次元計測技術による出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成 |
| 準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正 | ②機器の手配<br>・3次元計測技術本体<br>・出来形座標確認ソフトウェア |
| （3次元設計データ作成） | ③工事基準点の設置 |
| （施　　工） | |
| 出来形計測 | ④精度確認試験<br>⑤3次元計測技術による出来形計測・出来形管理 |
| 出来形帳票作成等 | ⑥出来形および出来高の確認<br>⑦電子成果品の納品 |

図６－１７　出来形管理の主な手順

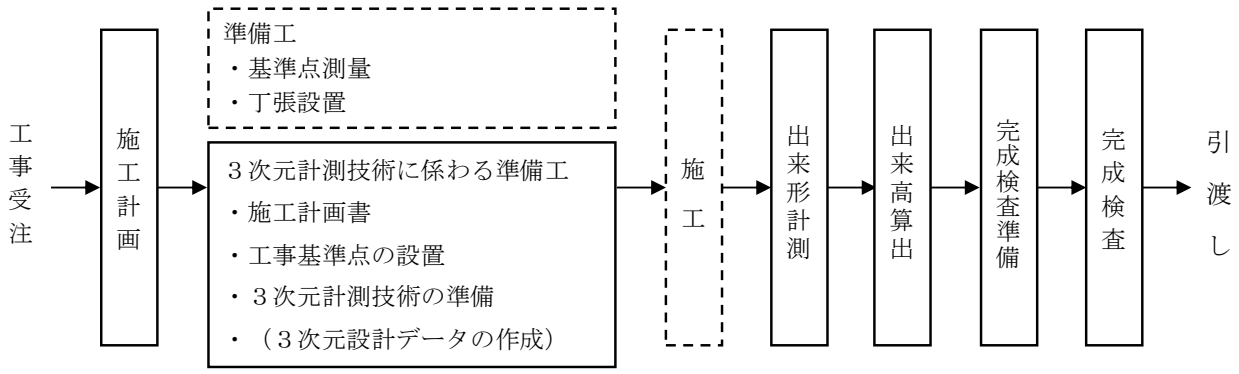



図６－１８　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－３－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）３次元計測技術本体**

【解説】

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

## １－３－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値−200mm の場合：±60mm 以内<br>−100mm の場合：±30mm 以内<br>±50mm の場合：±15mm 以内<br>±30mm の場合：±10mm 以内 | 【出来形計測】<br>1 点以上/0.0025 ㎡（0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ） |

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

### 2）計測性能及び精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術に該当する要領の規定に準じて、所定の計測性能及び適正な精度管理が行われていることを確認し、その記録について監督職員に提出する。

## １－３－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）撮影計画

空中写真測量（ＵＡＶ）を実施する場合は、「第２編　土工編　第４章　１－２－５　出来形計測」を準用する。

鉛直下方を撮影する場合は、直線かつ等高度の撮影となるように計画する。

カメラを計測対象の斜面に正対させた斜め撮影の場合は、対地高度が所要の地上画素寸法を超えない範囲を保つように計画する。

対地高度は、必要な精度を確保できる地上画素寸法を確保できるよう、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求めるものとする。撮影高度は、鉛直下方を撮影する場合の対地高度には、撮影高度（ＵＡＶの飛行する高度）から撮影区域内の撮影基準面高を減じたものとする。また、カメラを計測対象の斜面（平均勾配としても良い）に正対させて斜め撮影する場合の対地高度は、被計測対象の法面法線方向との離隔とする。

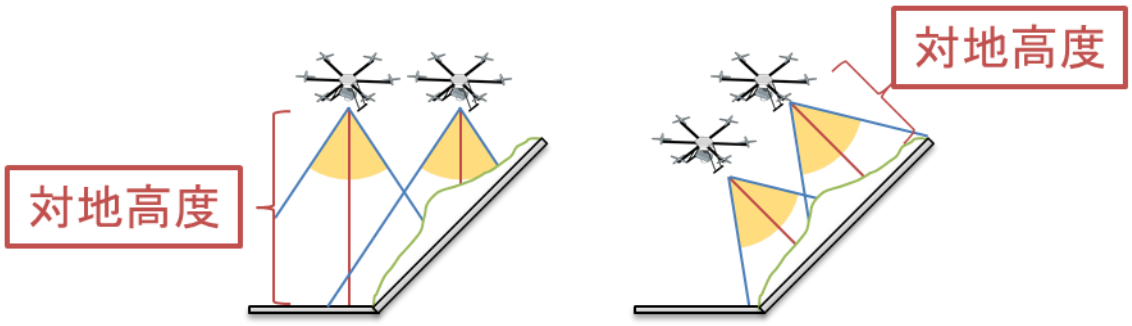



図６－１９　撮影方向による対地高度の違い

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

### 3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値（案）」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

### 4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

### 5）ソフトウェア

受注者は３次元座標確認ソフトウェアについて、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

### 6）撮影計画の立案

鉛直下方を撮影する方法では高低差があり、等高度での一度の撮影では、モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合には、飛行を数回に分ける、カメラを計測対象の斜面に正対し撮影を行うなど適切な撮影方法を検討すること。

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる基準高、幅、高さ、延長、法長の３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術ごとに事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

**2）計測密度設定の留意点**

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる基準高、幅、高さ、延長、法長において、0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。

**3）護岸工における留意点**

多点計測技術を用いた出来形計測においては、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所など）により対象構造物の全面を所定の密度で計測することが困難となる場合がある。このため、出来形の算出用に選点する箇所（寸法値の端部や基準高の管理箇所）以外については、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。

ただし、計測点群データを利用しない出来形管理箇所や項目については、従来どおりとする。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

**1）測定箇所**

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同じである。

**2）測定値算出**

①基準高（標高）の測定値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（ｚ座標）の値を用い、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

②法長・幅・高さの測定値を３次元座標値から算出する方法

法長は、計測した２点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

高さは、計測した２点間の標高座標（ｚ座標）の差分値を用いて規格値と比較・判定を行う。高さの構成点として選択した２点は同じ平面位置になくてもよい。

③延長の測定値を３次元座標値から算出する方法

延長は、ブロック等の計測対象物に沿って、始点から終点まで複数の箇所で３次元座標を計測し、これらの点間の直線距離（斜距離）の合計値を延長として用いて規格値と比較・判定を行う。

**3）規格値及び測定基準**

規格値及び測定基準は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものと同様とする。

# 第６章　出来形管理写真基準

## 第１節　出来形管理写真（単点計測技術）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③３次元計測技術設置位置（ＴＳ等光波方式を用いて後方交会法を行う場合は、参照した２つの工事基準点を記載すること）

④出来形計測点（測点・箇所）

【解説】

現行の「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。３次元計測技術を用いた出来形管理の写真の撮影方法は、①工事名、②工種等、③３次元計測技術設置位置（ＴＳ等光波方式を用いて後方交会法を行う場合は、参照した２つの工事基準点を記載すること）、④出来形計測点（測点・箇所）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。「写真管理基準（案）」では留意事項として、不可視となる出来形部分については、出来形寸法が確認できるよう、特に注意して撮影することとされており、出来形寸法を確認するためのリボンテープやピンポール等の写しこんだ写真が撮影されている。しかし、出来映えを確認する写真は必要であるが、出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理ではテープ等を用いて長さを計測する作業の必要がないことからリボンテープやピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真は基本的に必要ない。ただし、ＴＳの設置状況と出来形計測対象点上のプリズムの設置状況がわかるものとし、特にプリズムについては、計測箇所上に正しく設置されていることがわかるように遠景・近景等の工夫により撮影すること。

参考として、図６－２０に写真撮影例を示す。

図６－２０　写真撮影例

## 第２節　出来形管理写真（多点計測技術）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］、提出頻度）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図６－２１に写真撮影例を示す。

図６－２１　写真撮影例

# 第７章　電子成果品の作成規定

## 第１節　電子成果品の作成規定（単点計測技術）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・施工管理データ（XML ファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「OTHRS」フォルダに格納する。
その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目については、「工事完成図書の電子納品等要領」に従い出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

### 1）その他管理ファイル（OTHRS.XML）

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、その他管理ファイル（OTHRS.XML）の管理項目は、表６－４に示す内容を必ず記入すること。

表６－４　ＴＳ等光波方式による計測のその他管理項目

| 分類・項目名 | | | | 記入内容 | データ表現 | 文字数 | 記入者 | 必要度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| サブフォルダ情報※ | その他サブフォルダ名 | | | 作成したその他サブフォルダ名(ORG001～nnn)を記入する。 | 半角英数大文字 | 6 固定 | □ | ◎ |
| | その他サブフォルダ日本語名 | | | 「TS 出来形管理」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | その他資料情報※ | 資料名 | | 「TS 出来形管理資料」と記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | オリジナルファイル情報※ | シリアル番号 | シリアル番号は 1 より開始する。電子媒体を通して、一連のまとまった資料についてユニークであれば、中抜けしてもよい。2 番目を、“00002”のように 0 を付けて表現してはいけない。 | 半角数字 | 5 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル名 | オリジナルファイル名を拡張子を含めて記入する。 | 半角英数大文字 | 12 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル日本語名 | 「TS 施工管理データmm」と記入する。<br>mm：英数字 2 文字 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報 | 格納したオリジナルファイルの作成ソフトウェア名とバージョン情報を記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | | オリジナルファイル内容 | オリジナルファイルの内容、もしくはオリジナルファイルに示されていることを記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| | | その他 | 受注者説明文 | 受注者側で特記すべき事項がある場合は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 発注者説明文 | 発注者側で特記すべき事項がある場合(発注者から指示を受けた場合)は記入する。 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | △ |
| | | | 予備 | 「TS 等光波方式を用いた出来形管理要領（護岸工編）（案）平成〇〇年〇〇月」と記入 | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | □ | ◎ |
| ソフトメーカー用 TAG | | | | ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。（複数記入可） | 全角文字<br>半角英数字 | 127 | ▲ | △ |

全角文字と半角英数字が混在している項目については、全角の文字数を示しており、半角英数字２文字で全角文字１文字に相当する。表に示している文字数以内で記入する。

「その他サブフォルダ日本語名」、「資料名」、「オリジナルファイル日本語名」で用いられている「TS」は半角英数大文字で記載すること。また、「予備」で用いられている括弧及び数字は、半角英数字で記載すること。

【記入者】□：電子成果品作成者が記入する項目。
▲：電子成果品作成支援ツール等が固定値を自動的に記入する項目。

【必要度】◎：必須記入。
○：条件付き必須記入。（データが分かる場合は必ず記入する）
△：任意記入。原則として空欄。特記すべき事項があれば記入する。

※複数ある場合にはこの項を必要な回数繰り返す。

表６－４　その他管理項目の「その他サブフォルダ日本語名」、「オリジナルファイル情報」及び「予備」の【必要度】については、「工事完成図書の電子納品等要領」と異なり、本管理要領（案）では◎（必須記入）としているので注意すること。

「オリジナルファイル日本語名」の通し番号（ｍｍ）は、01 からの連番を原則とするが、やむを得ない理由である場合は中抜け（欠番）してもよい。

「予備」には、本管理要領（案）のタイトル名を発行年月まで記入すること。

その他管理ファイル（OTHRS.XML）の出力例を以下に示す。

四角囲いのゴシック強調表記は、本管理要領（案）で規定している記入例、ゴシック強調表記は出来形管理用ＴＳを用いた出来形管理資料が特定できるように具体的に記入することが望ましい項目を示している。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE othrsdata SYSTEM "OTHRS05.DTD">
<othrsdata DTD_version="05">
  <サブフォルダ情報>
   <その他サブフォルダ名>ORG001</その他サブフォルダ名>
    <その他サブフォルダ日本語名>TS 出来形管理</その他サブフォルダ日本語名>
     <その他資料情報>
      <資料名>TS 出来形管理資料</資料名>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>1</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG01_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 01</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>〇〇線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
      </オリジナルファイル情報>
      <オリジナルファイル情報>
        <シリアル番号>2</シリアル番号>
        <オリジナルファイル名>ORG02_01.xml</オリジナルファイル名>
        <オリジナルファイル日本語名>TS 施工管理データ 02</オリジナルファイル日本語名>
        <オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
        </オリジナルファイル作成ソフトバージョン情報>
        <オリジナルファイル内容>□□線形の TS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
```

```
        </オリジナルファイル情報>
      <その他>
        <受注者説明文>△△△</受注者説明文>
        <発注者説明文>☆☆☆</発注者説明文>
        <予備>TS 等光波方式を用いた出来形管理要領(護岸工編)（案）平成〇〇年〇〇月</予備>
      </その他>
    </その他資料情報>
  </サブフォルダ情報>
  <ソフトメーカー用 TAG>ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数入力可)</ソフトメーカー用
  TAG>
</othrsdata>
```

## 第２節　電子成果品の作成規定（多点計測技術）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・３次元設計データ※1（LandXML 又は TS-XML、オリジナルフォーマット等）（作成する場合のみ）
（※1　３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、面データとする）
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）
・３次元計測技術による出来形評価用データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による計測点群データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。
※2 について、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。

②※基礎工（護岸）は「ＦＲ」、コンクリートブロック工は「ＣＢ」、緑化ブロック工は「ＰＢ」、石積（張）工「ＳＭ」、護岸付属物工は「ＲＢ」、海岸コンクリートブロック工は「ＣＣ」、コンクリート被覆工は「ＣＡ」とする。

③　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

④サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定（面管理の場合）」に定める各技術の命名規則を準用する。

⑤サブフォルダの名称は、表６－５に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

⑥格納するファイル名は、表６－５に示す命名規則に従うこと。

⑦設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。（作成する場合のみ）

⑧整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑨出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定（面管理の場合）」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

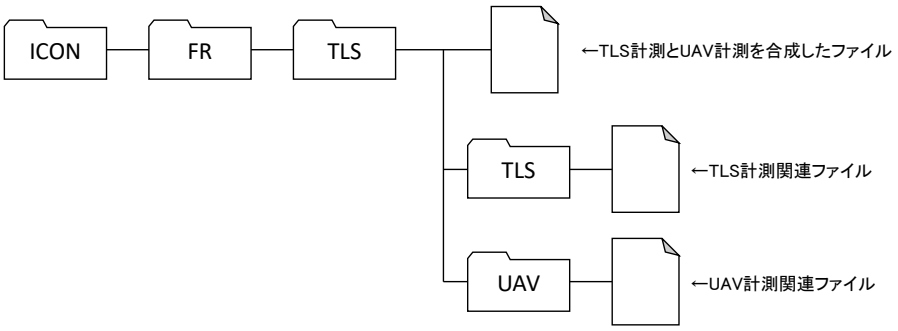



図６－２２　フォルダ構成例

表６－５　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | － | ・TLS による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | EG | 001～ | － | ・TLSによる起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TLS0EG001.拡張子 |
| TLS | 0 | AS | 001～ | － | ・TLS による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TLS0AS001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | － | ・TLS による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TLS0PO001.拡張子 |

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でもよい。

**2）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院）」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院）」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn，xn，yn，zn，An

Idn：ID 番号（Id）

xn　：計測点座標値（x）・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

yn　：計測点座標値（y）・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

zn　：標高値（z）・・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

An　：地表面属性値（A）・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ＴＳ等光波方式 | 参考資料-2　基本設計データチェックシート及び照査結果資料例<br><br>参考資料-3　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |
| 多点計測技術 | 参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（護岸工編）（案)」(国土交通省)
8)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
9)「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書（護岸工編）（案)」(国土交通省 国土技術政策総合研究所　社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室)
10)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（護岸工編）（案)」(国土交通省 国土技術政策総合研究所　社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室)

## 参考資料-2　基本設計データチェックシート

（様式 6-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：

受注会社名：

作　成　者：　　印

# 基本設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| 1）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| 2）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| 3）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| 4）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、法長は正しいか？ | |
| | | ・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

# 参考資料-3　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認試験実施手順書（案）

１．実施時期

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の精度確認は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式を出来形計測に適用することができる。

２．実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に２点以上の計測点を設定する。

②ＴＳによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚さを高さ計測値から差し引く。

プリズムをＴＳで視準し３次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により３次元座標を計測する。

３．評価基準

ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表６－６　精度確認試験での精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考 |
|---|---|---|
| ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の計測座標値の較差 | 平面座標　±20㎜以内<br>標高差　±10㎜以内 | 現場内２箇所以上 |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 6-2）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：ABC-123<br>測定装置の製造番号：ABC0123 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温１８℃<br>測定場所：(株)○○○○<br>構内道路改修工事にて<br>検証機器と既知点の距離：　　m | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ＴＳと国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の各座標の較差 | |

（２）精度確認試験結果

①真値の計測結果（３級ＴＳ）

| 真値の計測結果（３級ＴＳ） | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果

計測状況写真

| 国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.722 | -11987.656 | 17.893 |
| ２点目 | 44060.802 | -11993.394 | 17.533 |

③差の確認（測定精度）

国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式による計測結果（x’, y’, z’）

― 真値の計測結果（x，y，z）

| 既知点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | 0.002 | 0.001 | 0.003 |
| ２点目 | 0.005 | 0.004 | 0.003 |

**ｘ成分（最大）＝0.005m（5mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**ｙ成分（最大）＝0.004m（4mm）；合格（基準値±20mm 以内）**

**ｚ成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±10mm 以内）**

## 参考資料-4　護岸工における出来形算出ガイド

### 護岸工における出来形算出ガイド

護岸工にて３次元計測技術による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に、出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

１．護岸工における多点計測技術を用いた場合の法長、延長の算出方法

計測すべき測線上の法長もしくは延長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。２箇所以上の計測箇所を指定し、分割もしくは計測箇所２箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には１辺の長さを枠中心間隔以上にし、３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

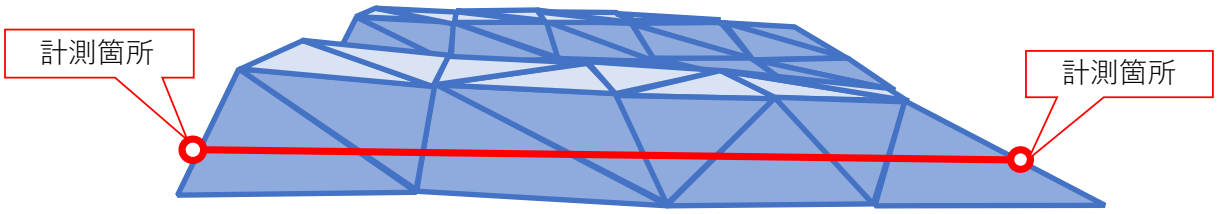



図６－２３　法長、延長の算出方法

２．護岸工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の２点間距離を計測するものとし、要求精度については表６－７を、精度確認方法については表６－８を参照すること。

表６－７　護岸工における計測時の要求精度

| 編 | 章 | 節 | 条（工　種） | 測定項目 | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第３編<br>土木工事<br>共通編 | 第２章<br>一般施工 | 第４節<br>基礎工 | 第３条－１<br>基礎工(護岸)（現場打） | 基準高 | ±30mm | ±10 mm |
| | | | | 幅 | -30mm | ±10 mm |
| | | | | 高さ | -30mm | ±10 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| | | | 第３条－２<br>基礎工(護岸)（プレキャスト） | 基準高 | ±30mm | ±10 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| | | 第５節<br>石・ブロック積(張)工 | 第３条－１<br>コンクリートブロック工（コンクリートブロック積(張)） | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長(ℓ ＜ 3m) | -50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長(ℓ ≧ 3m) | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| | | | 第３条－２<br>コンクリートブロック工（連節ブロック張） | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長 | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 第３条－３<br>コンクリートブロック工<br>（天端保護ブロック） | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長 | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| | | | 第４条<br>緑化ブロック工 | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ＜ 3m） | -50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ≧ 3m） | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| | | | 第５条<br>石積（張）工 | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ＜ 3m） | -50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ≧ 3m） | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| 第６編<br>河川編 | 第１章<br>築堤護岸工 | 第７節<br>法覆護岸工 | 第４条<br>護岸付属物工 | 幅 | -30mm | ±10 mm |
| | | | | 高さ | -30mm | ±10 mm |
| 第７編<br>河川海岸編 | 第１章<br>堤防・護岸 | 第６節<br>護岸工 | 第４条<br>海岸コンクリートブロック工 | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ＜ 5m） | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 法長（ℓ ≧ 5m） | ℓ ×(-2%) | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |
| | | | 第５条<br>コンクリート被覆工 | 基準高 | ±50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ＜ 3m） | -50mm | ±15 mm |
| | | | | 法長（ℓ ≧ 3m） | -100mm | ±30 mm |
| | | | | 延長 | -200mm | ±60 mm |

表６-８　護岸工における計測時の精度確認方法

| 計測技術 | | 事前確認試験 | 検証点 |
|---|---|---|---|
| 単点計測 | ＴＳ | 不要（級による）※１ | 不要 ※１ |
| | ノンプリ | 必要 | 不要 |
| 多点計測技術 | 多点計測技術 | 不要 | 必要 |

※１：検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

# 第７編　表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編　目次


**第７編 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編 ..... 7-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 7-1

第２章 適用の範囲 ..... 7-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 7-4

第１節 施工計画書 ..... 7-4

第２節 工事基準点の設置 ..... 7-5

第３節 地盤改良設計データ ..... 7-6

３－１ 地盤改良設計データ作成 ..... 7-6

３－１－１ 地盤改良設計データ作成ソフトウェア ..... 7-6

３－１－２ 地盤改良設計データの作成 ..... 7-8

３－１－３ 地盤改良設計データの確認 ..... 7-11

第４節 その他の計測 ..... 7-12

４－１ 部分払い用出来高計測 ..... 7-12

第５節 出来形管理 ..... 7-13

５－１ 出来形管理 ..... 7-13

５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 7-13

５－１－２ 出来形計測 ..... 7-14

５－１－３ 出来形管理資料の作成 ..... 7-15

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 7-26

第１節 計測技術 ..... 7-26

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 7-26

１－１－１ 機器構成 ..... 7-26

１－２ 施工履歴データ ..... 7-27

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 7-27

１－２－２ 機器構成 ..... 7-29

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... 7-30

１－２－４ ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認 ..... 7-32

１－２－５ ＩＣＴ地盤改良機械の設定 ..... 7-33

１－２－６ 出来形計測 ..... 7-34

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 7-36

第６章 出来形管理写真基準 ..... 7-37

第７章 電子成果品の作成規定 ..... 7-38

**■ 参考資料・様式 ..... 7-40**

参考資料-1 参考文献 ..... 7-41

参考資料-2 地盤改良設計データチェックシート ..... 7-42

参考資料-3 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 7-43

# 第７編　表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

**本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。**

**1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）**
**2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）**
**3)「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）**
**4)「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）**
**5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）**
**6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）**
**7)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（表層安定処理等・中層地盤改良工事編）（案）」（国土交通省）**

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2）「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領（案）」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

1）適用工種

適用工種及び工法は表７－１のとおりである。ここで、表層安定処理等とは、バックホウに撹拌装置を取り付けた地盤混合処理機を用いて改良材と原位置土を強制的に機械撹拌する工法で、改良深度は概ね 2m以浅、改良形式が全面改良・陸上施工のことを指す。また、中層混合処理は、バックホウに撹拌装置を取り付けた地盤混合処理機を用いて改良材と原位置土を強制的に機械撹拌混合する工法で、改良深度が概ね 2～13m、改良形式が全面改良・格子状改良・柱状改良等の陸上施工のことを指す。改良材の種類が同表に示す改良材とは異なる工法であっても、本管理要領（案）で求める機能をＩＣＴ地盤改良機械が有しており、かつ本管理要領（案）に記載の精度確認試験を実施した結果、精度が管理値を満足する場合は、本管理要領（案）を適用することが可能である。適用工種を現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、表７－２のとおりである。

表７－１　適用対象工種及び工法

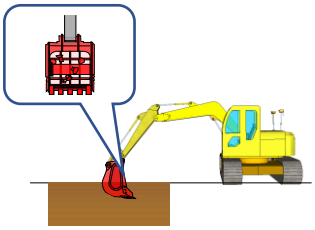
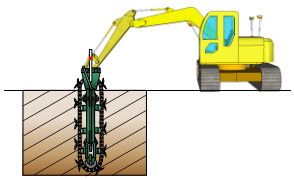
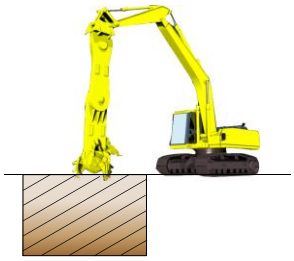
| 適用対象工種・工法 | 概要図 | 施工方法 | 改良材 | 改良深度 |
|---|---|---|---|---|
| 表層安定処理等<br>バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データで改良範囲を記録できるもの |  | 改良材を必要量均等に散布し、撹拌装置を用いて所定の改良深度まで掘削し、改良材と原地盤の撹拌混合を行う。 | 粉体等 | 最大<br>2m程度 |
| 固結工（中層混合処理）<br>トレンチャ式混合<br>バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データで改良範囲を記録できるもの |  | 改良材を吐出しながらトレンチャ式撹拌装置を鉛直方向に回転させ、撹拌装置を所定の深度まで貫入させる。その状態で撹拌装置を平面方向に動かし全面を改良する。 | 粉体<br>スラリー | 最大<br>13m程度 |
| 固結工（中層混合処理）<br>ロータリー式混合<br>バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データで改良範囲を記録できるもの |  | 改良材を吐出しながら撹拌翼を縦方向又は横方向に回転させ、撹拌装置を所定の深度まで貫入させた後引き抜く。この動作を繰り返して全面を改良する。 | スラリー | 最大<br>13m程度 |

表７－２　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 |
|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 地盤改良工 | 路床安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 地盤改良工 | 表層安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| | 樋門・樋管 | 地盤改良工 | 固結工（中層混合処理） |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 地盤改良工 | 表層安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| 砂防編 | 斜面対策 | 地下遮断工 | 固結工（中層混合処理） |
| 道路編 | 道路改良 | 地盤改良工 | 路床安定処理工 |
| | | | 固結工（中層混合処理） |
| | 舗　装 | 地盤改良工 | 路床安定処理工 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図７－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効である。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

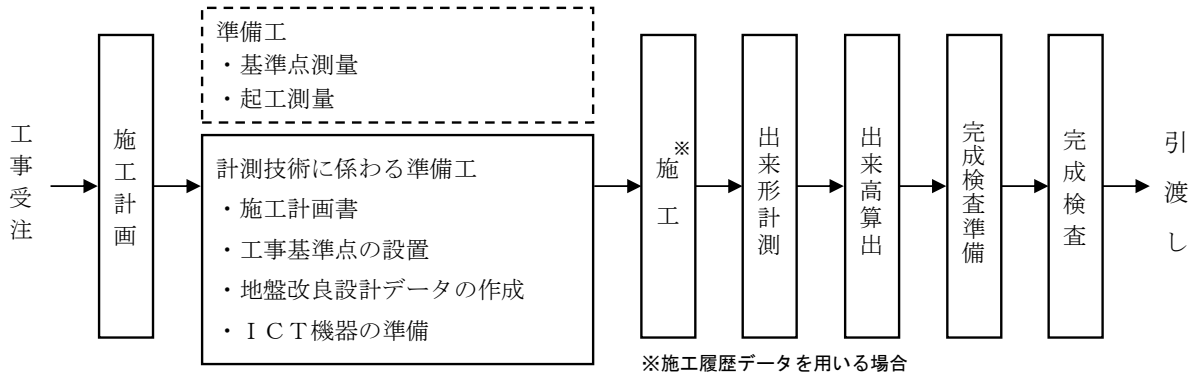



図７－１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

平面図上に当該工事の施工範囲を示すとともに、本管理要領（案）により施工管理を行う範囲を平面図上に明記する。

3）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ地盤改良機械を利用する必要がある。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

受注者は、上記 1）～4）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、ＩＣＴ地盤改良機械の測位にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いている場合に必要となる固定局を設置する際は、現場に設置された工事基準点を用いて座標値への変換を行う。また、ＩＣＴ地盤改良機械の測位にＴＳ等光波方式を用いている場合は、２点以上の工事基準点を用いてＴＳ等光波方式の器械設置を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、３次元計測技術の精度確認試験を行う際に、効率的に計測できる位置にＴＳ等光波方式が設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領（案）に基づく出来形管理では出来形計測精度の確保を目的に、標定点等を計測する場合は基準点からＴＳ等光波方式までの距離、標定点等からＴＳ等光波方式までの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m）とする（「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理要領」より引用）。

## 第３節　地盤改良設計データ

### ３－１　地盤改良設計データ作成

#### ３－１－１　地盤改良設計データ作成ソフトウェア

**地盤改良設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す地盤改良設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）地盤改良設計データの入力機能**

**2）地盤改良設計データの出力機能**

【解説】

ＩＣＴ地盤改良機械と撹拌装置の施工位置への誘導及び施工中の改良範囲・深さ等の管理工を行うためには、基準となる地盤改良設計データを作成できる地盤改良設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう地盤改良設計データは、設計図書に示されている地盤改良を行う施工範囲（幅・奥行き・深さ）と、これを幅及び奥行き方向の平面上では格子状（長方形、正方形等）に、深さ方向には一定長さごとの分割した管理ブロックの形状を表すデータである。

地盤改良範囲の平面的位置は施工範囲全体を区画割に分割して、地盤改良の施工を行う管理ブロックを指定して表現する。以下に、全面改良・格子状改良・柱状改良等の地盤改良範囲の指定方法を例示する。区画割形状が台形の場合や機械設置位置と平行でない場合など、区画割の形状が長方形ではない場合は、管理ブロックの形状は、区画割に即して変形した四角形とし、長方形・正方形である必要はない。なお、この場合についても「第３章　３－１－２　地盤改良設計データの作成」に示す管理ブロックサイズについての規定に準ずるものとする。

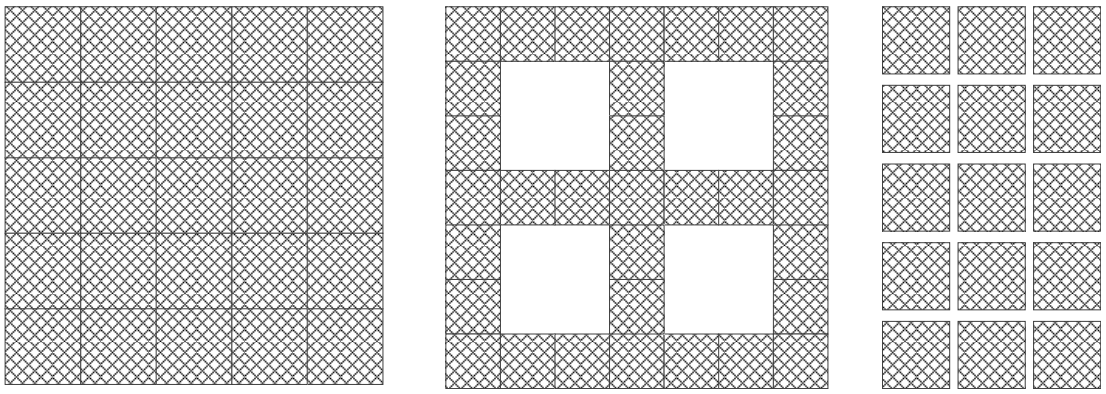



図７－２　地盤改良範囲の例

**1）地盤改良設計データの入力機能**

①座標系の選択機能

地盤改良設計データの座標系を選択する機能。

②管理ブロックサイズ入力機能

地盤改良範囲の平面的な位置を表すために、施工範囲全体を区画割に分割し、各区画割をさらに長方形、正方形の領域（管理ブロックとよぶ）に分割する機能。また、分割された領域に対して地盤改良を行う範囲を指定する機能。分割する格子の幅・奥行きのサイズ（以下「管理ブロックサイズ」という）は、撹拌装置の幅と奥行きのサイズよりも小さい任意のサイズに設定することとし、ソフトウェアにはこの設定機能も必要である。

③地盤改良範囲の入力機能

設計図面に示される地盤改良範囲（平面位置・改良範囲下端の深度（H）又は標高）を入力できる機能。

**2）地盤改良設計データの出力機能**

上記 1）で作成した地盤改良設計データを使用するソフトウェアのオリジナルデータ等で出力する機能。

## ３－１－２　地盤改良設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図等）等を基に地盤改良設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、設計図書に示される地盤改良範囲を示す平面図、施工基面からの改良厚さ又は改良範囲下端部の標高を示す縦断図などを用いて、地盤改良設計データを作成する。以下に、地盤改良設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

地盤改良設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図（地盤改良範囲が明示されたもの）、縦断図（地盤改良深度又は地盤改良範囲の最下端の標高が明示されたもの）である。準備資料の記載内容に地盤改良設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。

### 2）地盤改良設計データの作成範囲

地盤改良設計データの作成範囲は、地盤改良範囲とする。当初の想定と地質分布が異なったり地中や周辺に支障物がある等の理由で地盤改良範囲が設計図書と異なる場合は監督職員と変更等の協議を行い、その結果を地盤改良設計データの作成に反映させる。

地盤改良設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータに対して、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。変更を行う場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その内容を工事打合せ簿として記録する。

### 3）管理ブロックサイズの設定

地盤改良範囲全体について、表７-３に示した撹拌装置（方法）による管理ブロックサイズに分割する。

表７-３　撹拌装置による管理ブロックサイズの規定

| 撹拌方法 | 管理ブロックサイズ | | |
|---|---|---|---|
| | 幅 | 奥行 | 深度 |
| バケット式 | バケット幅以下 | バケット奥行以下 | バケット奥行以下 |
| トレンチャ式 | トレンチャの幅以下 | トレンチャの奥行以下 | 改良深度と同じ（分割しなくてもよい） |
| ロータリー式 | 撹拌翼の幅以下 | 撹拌翼の奥行以下 | １ｍ以下 |

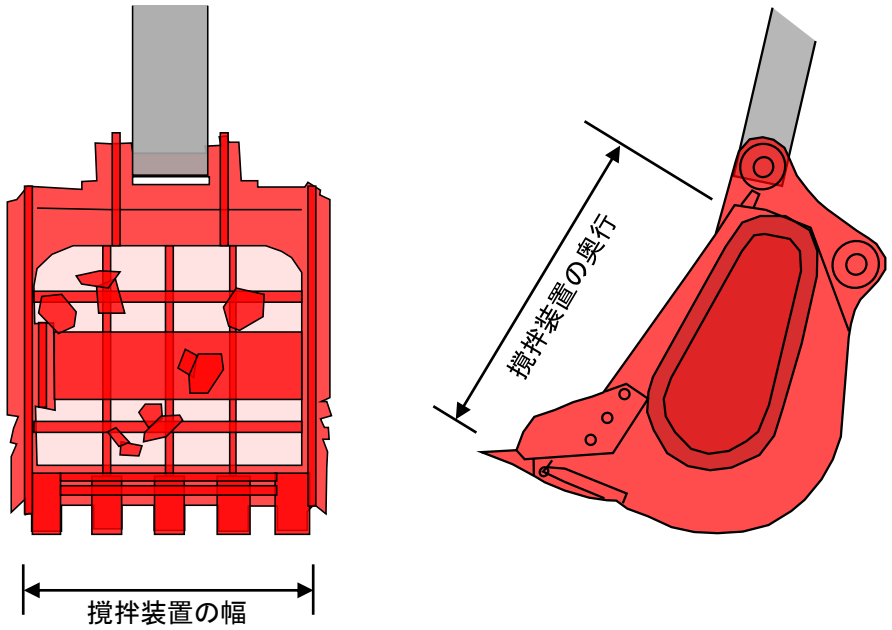



図７－３　幅の採寸位置の例（バケット式）

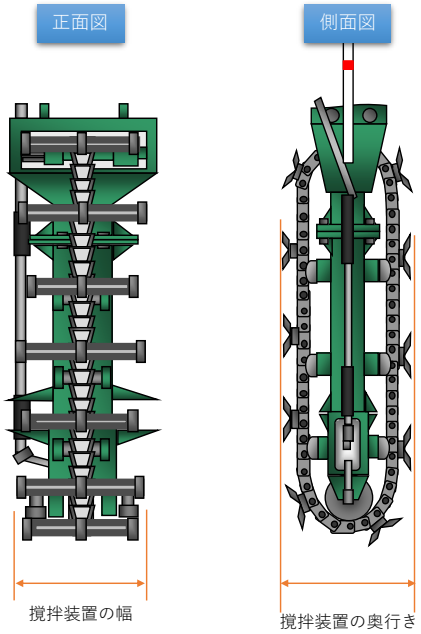
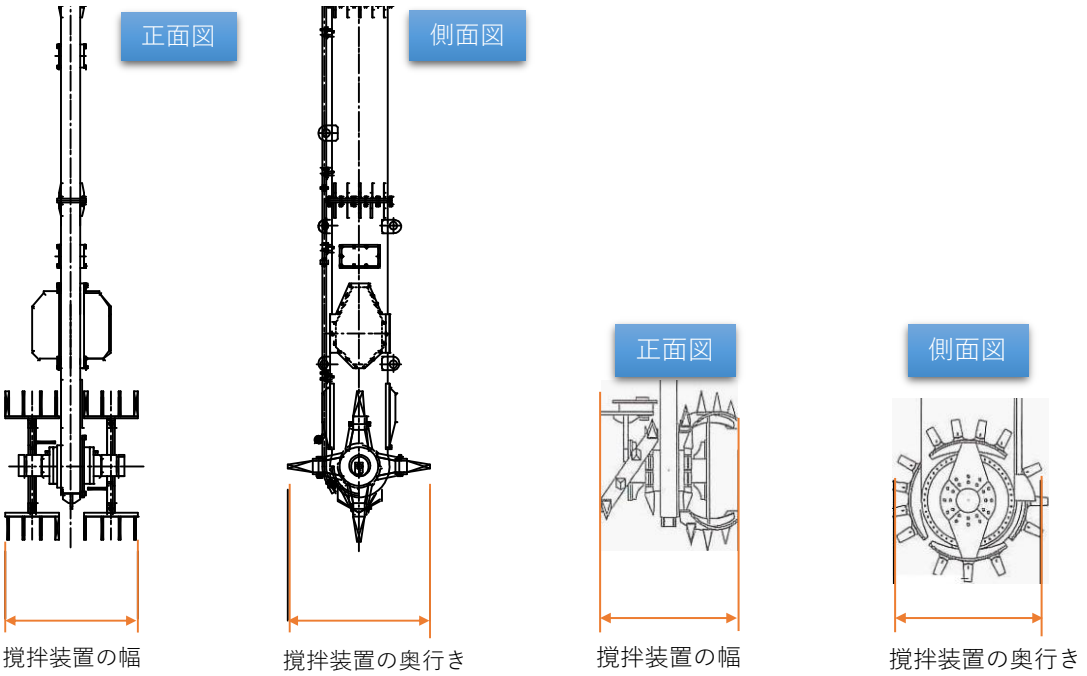



図７－３　幅・奥行の採寸位置（トレンチャ式）




工法の一例(1)　　工法の一例(2)

図７－４　幅・奥行の採寸位置の例（ロータリー式）

**4）地盤改良設計データの作成**

本管理要領（案）「第４章　１－２－４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認　1）撹拌判定・表示機能」に示す機能により、各管理ブロックの撹拌が完了したことが施工履歴データから判定できるように、各管理ブロックの底面の四隅の全ての点の位置を登録する。

## ３－１－３　地盤改良設計データの確認

**受注者は、地盤改良設計データの作成後に、地盤改良設計データの以下の 1）～2）の情報について、設計図書と照合するとともに、監督職員へ地盤改良設計データチェックシートを提出する。**

**1）工事基準点**

**2）地盤改良設計データ**

【解説】

地盤改良設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は地盤改良設計データが設計図書を照合すること。

地盤改良設計データと設計図書との照合とは、地盤改良設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。地盤改良設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート（「参考資料-2　地盤改良設計データチェックシート（様式 7-1)」参照）を提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、地盤改良設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）地盤改良設計データ**

施工履歴データを用いた出来形管理の該当区間の地盤改良設計データの入力要素（地盤改良範囲の平面図、各管理ブロックの施工基面からの深さ、又は改良範囲最下端の標高）と地盤改良設計データを比較・確認する。

## 第４節　その他の計測

### ４－１　部分払い用出来高計測

1）部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として３次元計測技術による既済施工数量算出を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として、計測に基づく算出値を 100%計上しない場合、上記の規定によらなくてもよい。また、部分払い用出来高計測の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。このときの部分払い出来高算出結果については、算出値の９割を上限に計上してもよいこととする。

【解説】

1）部分払い出来高計測の実施

部分払い出来高は、３次元計測技術を基に、施工が完了した領域について改良厚さを計算し、各領域の平面面積と施工厚さとの積を総計して算出する。部分払い出来高計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理

#### ５－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、地盤改良設計データと施工中記録した施工履歴データを用いて、地盤改良を行う範囲が所定の撹拌回数、改良材注入量にてもれなく施工されていることを確認でき、これを出来形管理資料として出力できる機能を有していなければならない。**

【解説】

**1）出来形管理項目の計算結果の出力**

従来は、改良範囲の平面範囲については幅・奥行きを巻尺等の実測により確認してきたが、施工履歴データを用いた施工範囲の確認に代えることができる。また、深さについては深度（H）（撹拌装置の施工基面からの下がり量）の計測値を用いて行うか、攪拌装置下端の標高（ｚ）を計測し、これを基に施工完了範囲を求めてもよい。

①施工が完了した範囲の出力

地盤改良設計データと施工履歴データを用いて、所要の撹拌回数・改良材注入量を満足して施工が完了した範囲を区画図に出力する。

②出来形管理資料の出力

「第３章　５－１－３　出来形管理資料の作成」に例示した出来形管理資料（全体改良範囲図、施工管理図又は施工管理データグラフ）を参考に出来形管理資料を出力する。

地盤改良設計データで規定された地盤改良範囲の個々の区画割に対して、撹拌回数及び改良材注入量が規定値を満足していることを確認できる出来形管理資料を出力する。

## ５－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

## ５－１－３　出来形管理資料の作成

**受注者は、表層安定処理等を除く固結工（中層混合処理）において、全体改良範囲図と、施工管理図または施工管理データグラフを全体の施工完了後に出来形管理資料として提出する。**

**また受注者は、表層安定処理等において、全体改良範囲図を全体の施工完了後に出来形管理資料として提出する。**

**撹拌装置軌跡データは、電子データの形式で提出する。**

【解説】

### 1）全体改良範囲図

全体改良範囲図は、攪拌装置軌跡データを用いて、撹拌済み管理ブロックを平面図上に色分け表示したものである。攪拌装置軌跡データを基に、有効な撹拌範囲が各管理ブロックの底面の四隅の点の全てを通過した場合に、「第４章　１－２－４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認　１）撹拌判定・表示機能」より当該管理ブロックを攪拌済み管理ブロックと判定し、着色表示する。

なお、管理ブロックサイズを 10cm 以下にした厳密な管理を行う場合については、有効な攪拌範囲が各管理ブロックの底面の四隅の１点以上を通過した場合に、「第４章　１－２－４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認　１）撹拌判定・表示機能」より当該管理ブロックを攪拌済み管理ブロックと判定する。

施工中、一時的にＲＴＫ－ＧＮＳＳの受信状態が悪化する等の理由で施工履歴データが記録できなくなり、撹拌済みの着色が部分的になされなかった場合は、該当箇所を対象に、従来の出来形管理手法を用いて、出来形管理を行うものとする。

全体改良範囲図と後掲する施工管理図又は施工管理データグラフを施工範囲の全数について作成・提出する場合、施工サイクルの確認や出来形管理に関わる写真管理は省略する。

全体改良範囲図の、撹拌済み管理ブロックを示す領域の色や、表示するデータ項目は受注者の任意とするが、下記の必須のデータ項目を含むこと。

【必須のデータ項目】

・工事名、受注会社名
・工期
・施工範囲（STA、No.等）
・ＩＣＴ地盤改良機械名（地盤改良機械本体とＩＣＴの名称が別の場合、それぞれ記載）

本図に示す施工範囲を測点番号で記載

| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | 受注会社名 | ○○○○○株式会社 | 工期 | 自 | 0000/00/00 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 至 | 0000/00/00 |
| 施工範囲 | | | | ICT地盤改良機械名 | | |
| No.3+0 ～ -No.4+8 | | | | ○○○○○工法 | | |

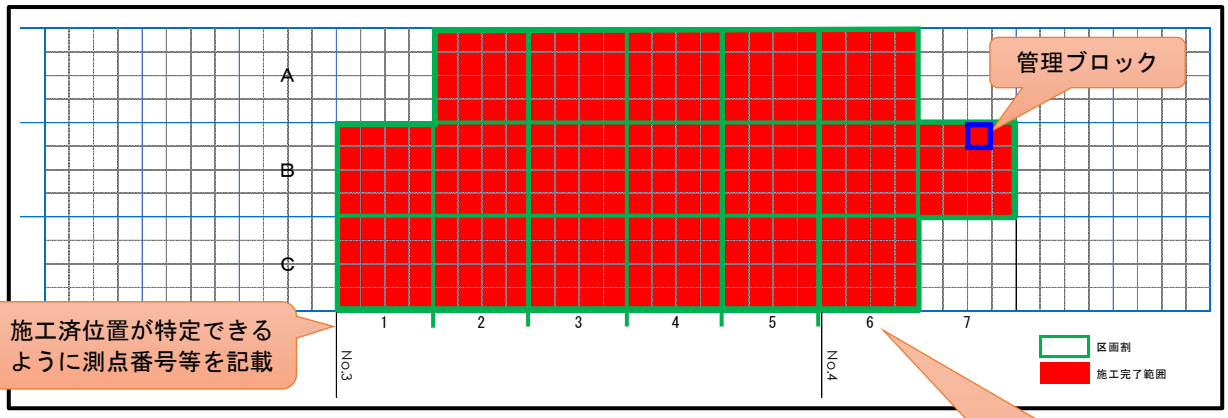



図７－５　全体改良範囲図作成例（全面改良）

施工管理図との対応がわかるように、区画割の割付けと区画割番号を記載
（例：奥行き方向はABC…、幅方向は1.2.3…）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | 受注会社名 | ○○○○○ | | 0000/00/00 |
| | | | | 至 | 0000/00/00 |
| 施工範囲 | | | | ICT地盤改良機械名 | |
| No.20 ～ -No.21+17.5 | | | | ○○○○○工法 | |

本図に示す施工範囲を測点番号で記載

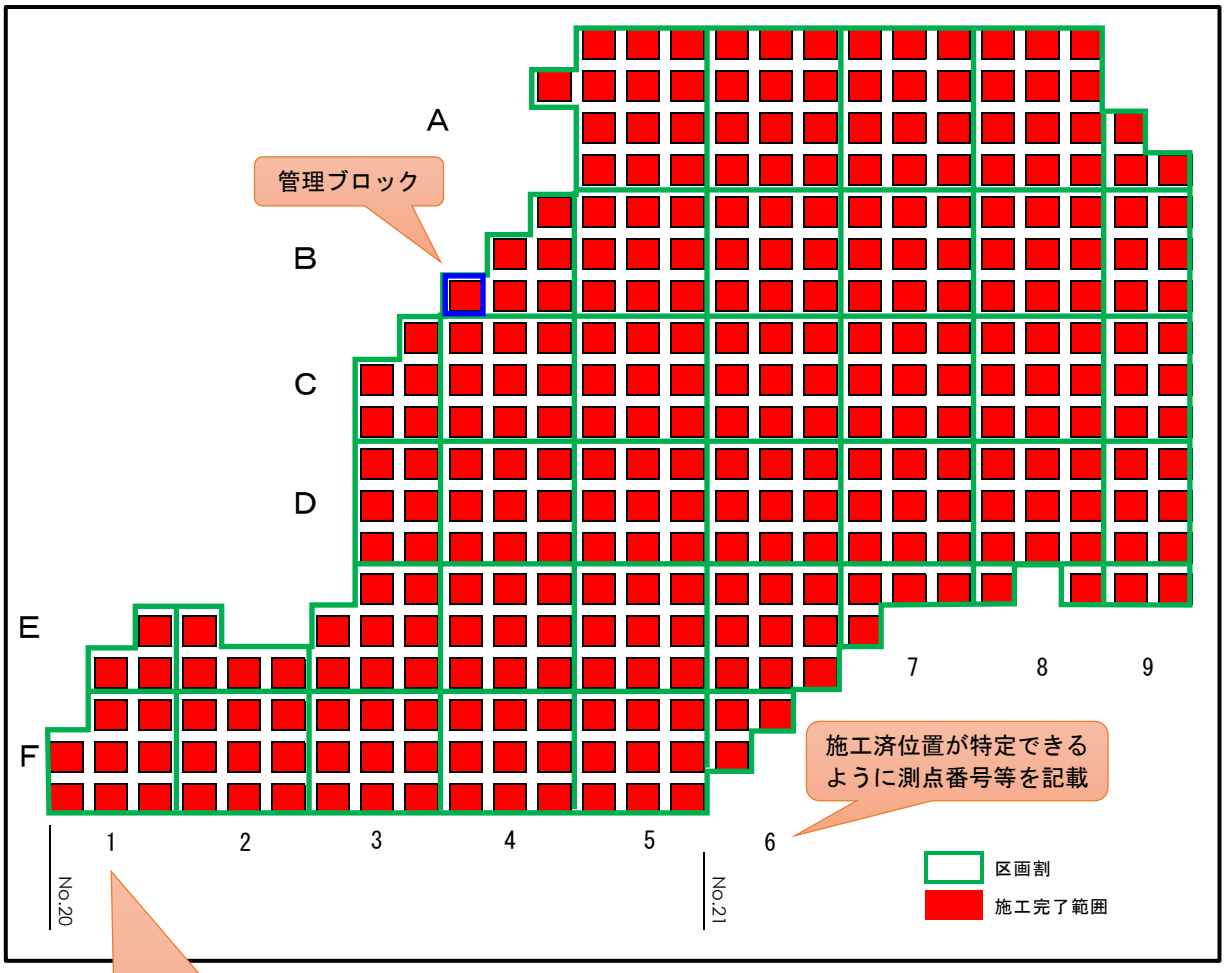



図７－６　全体改良範囲図作成例（柱状改良）

施工管理図との対応がわかるように、区画割の割付けと区画割番号を記載
（例：奥行き方向は ABC…、幅方向は 1.2.3…）

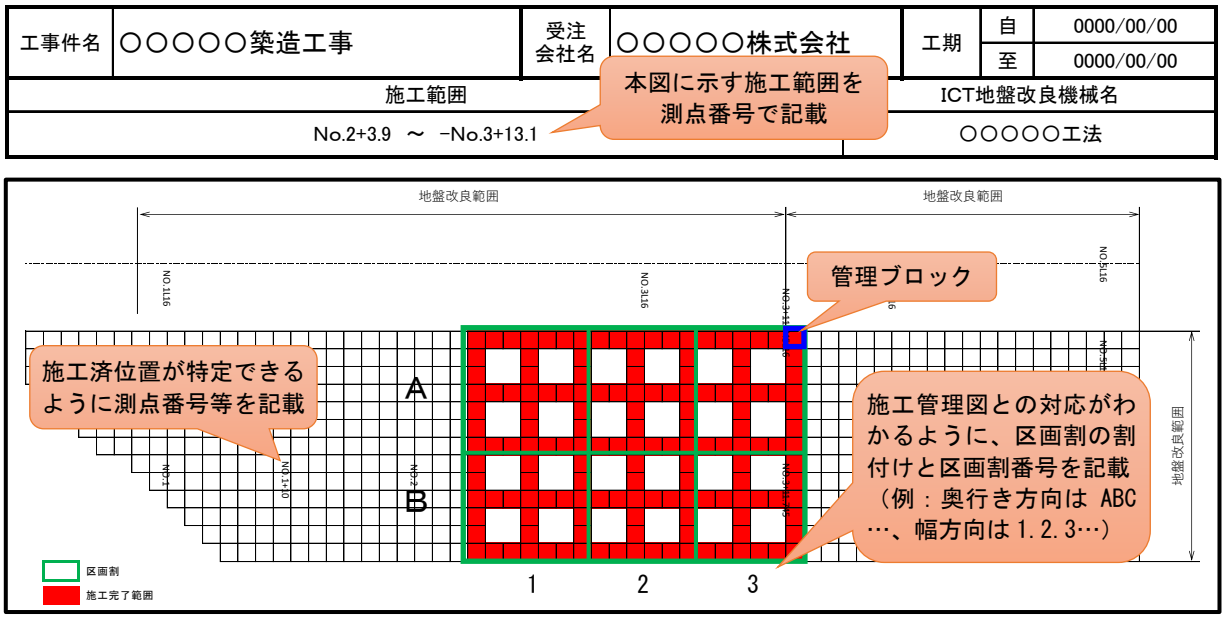



図７－７　全体改良範囲図作成例（格子状改良）

### 2）施工管理図

表層安定処理等を除く固結工（中層混合処理）については、施工管理図を作成する。

施工管理図は、毎回の区画割の施工完了後に、車載パソコン等に記録された施工履歴データを電子媒体に保存し、出来形帳票作成ソフトウェアによって出力する。この図は地盤改良範囲の全面を確実に所要の撹拌回数・改良材注入量にて施工したことを確認するための出来形管理資料として作成する。

施工管理図の様式及び施工要領図に示す区画割図の分割サイズは受注者の任意とするが、下記の必須のデータ項目を含むこと。

【必須のデータ項目】

・工事名
・施工日
・施工開始・終了時刻
・区画割番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
・撹拌装置の寸法（幅・奥行き・深さ）
・区画割のサイズ（幅・奥行き・深さ）
・区画割の改良土量
・改良厚（設計値）
・撹拌時間
・区画割ごとの累積改良材注入量（施工管理値）
・区画割ごとの累積撹拌回数又はチェーン累積移動距離（施工管理値）

トレンチャ式、ロータリー式について、施工管理図の作成イメージを次図に示す。

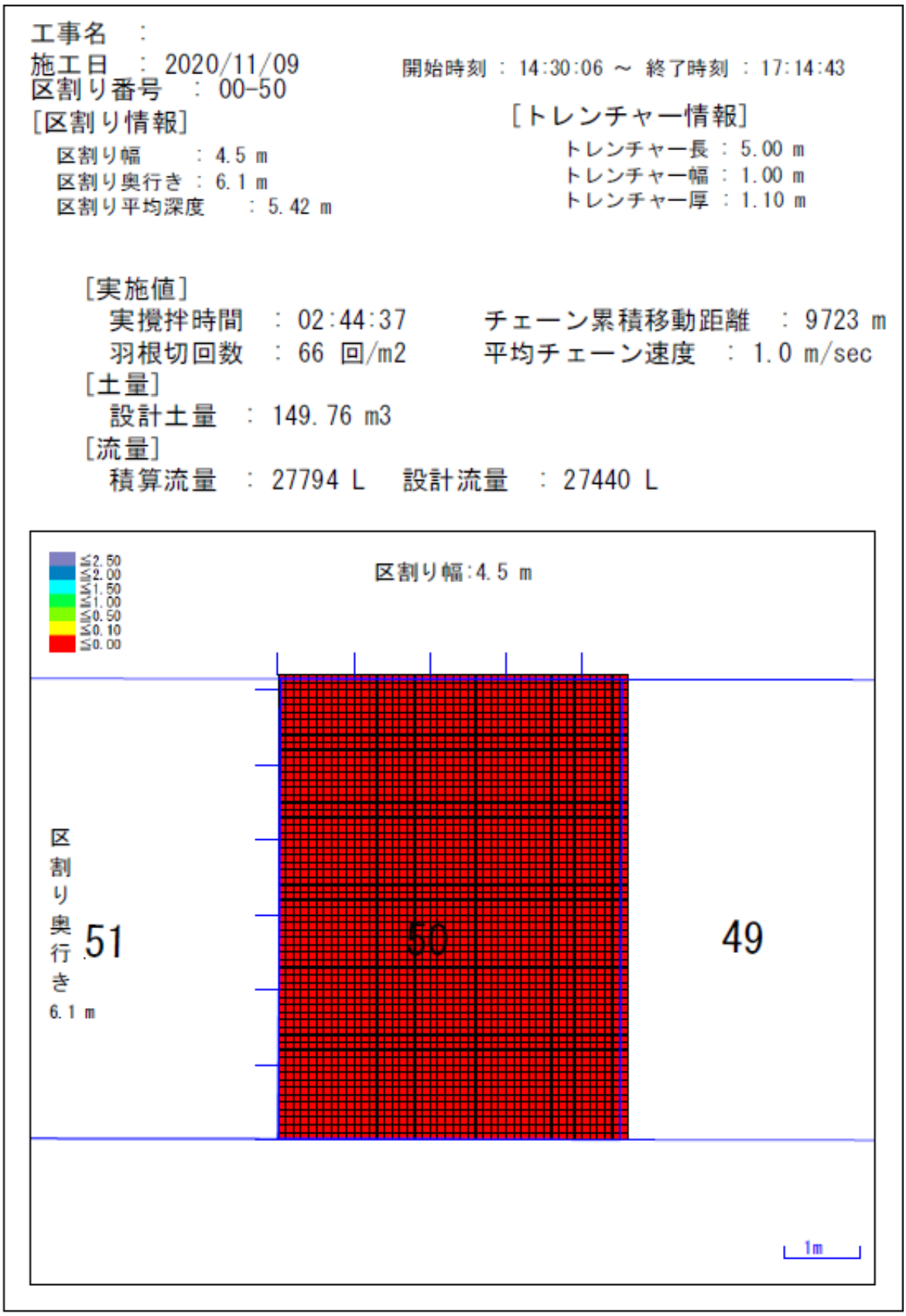



図７－８　施工管理図作成例（トレンチャ式）

| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | 受注会社名 | ○○○○○株式会社 | 工期 | 自 | 0000/00/00 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 至 | 0000/00/00 |

・施工日
・施工開始・終了時刻
・区画割番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
・ＩＣＴ地盤改良機械名（地盤改良機械本体とＩＣＴの名称が別の場合、それぞれ記入）
・撹拌装置の寸法（幅・奥行き・深さ）
・区画割サイズ（幅・奥行き・深さ）
・施工箇所（STA.No 等）
・区画割の改良土量
・改良厚（設計値）
・撹拌時間
・区画割ごとの累積改良材注入量（施工管理値）
・区画割ごとの累積撹拌回数又はチェーン累積移動距離（施工管理値）

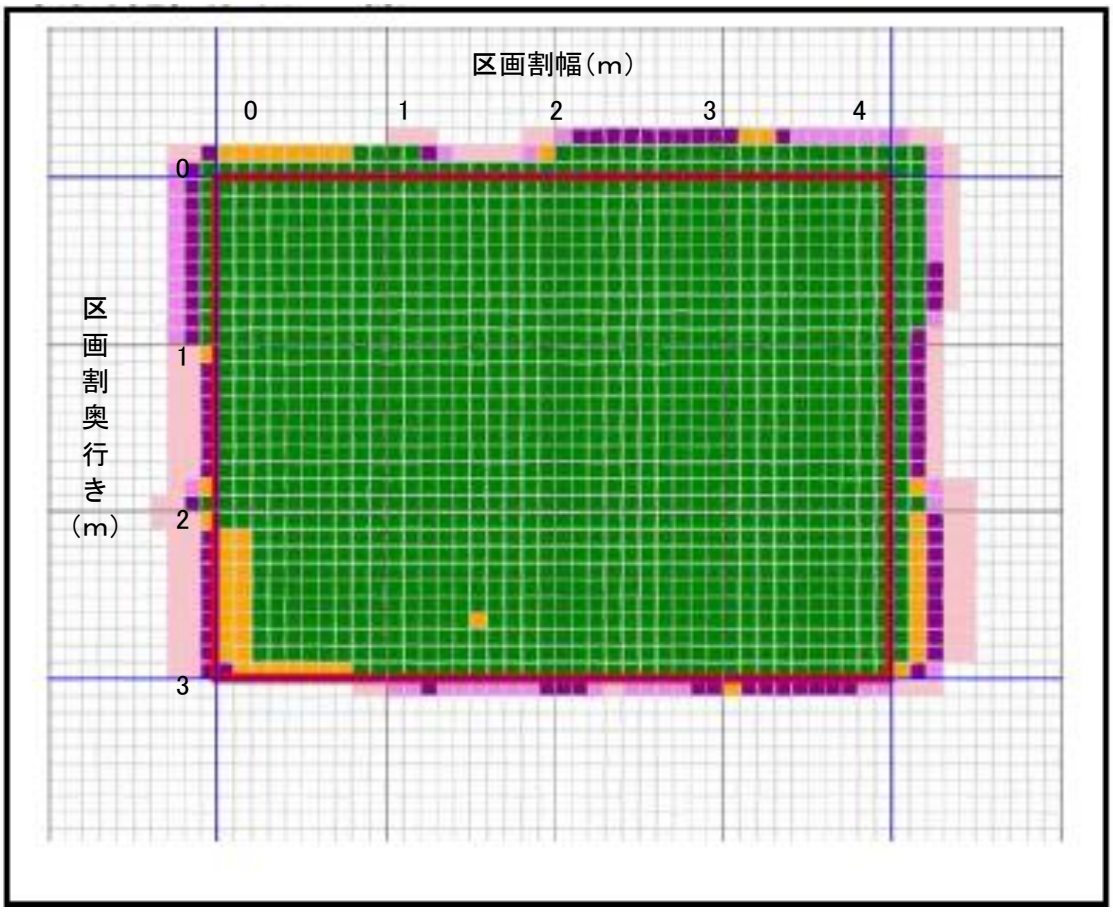



図７－９　施工管理図作成例（ロータリー式）

### 3）施工管理データグラフ

施工管理データグラフは、施工品質を担保するために施工中に計測、管理している数値の経時変化をグラフ化したものである。施工管理データグラフの様式は受注者の任意とする。データ項目例及びグラフ化項目の一例を下記に示す。

【データ項目例】

・工事名
・施工日
・区画割番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
・累積改良材注入量
・累積撹拌回数又は管理ブロックあたりの平均攪拌回数（ロータリー式の場合）
・チェーン累積移動距離（トレンチャ式の場合）

【グラフ化項目の一例】

・攪拌開始からの経過時間
・攪拌装置の深度（H）または標高
・累積改良材注入量
・累積撹拌回数又は撹拌装置の回転数（rpm）
・チェーン累積移動距離（トレンチャ式の場合）

# 施 工 記 録

Page 1

工事名：
施工日：2021年07月16日　　開始時間：08時37分37秒　　～ 終了時間：09時58分03秒
区割番号：38-03
［区割り情報］
区割り幅：5.00 m
区割り奥行き：3.45 m
区割り深度：5.40 m

［トレンチャー情報］
トレンチャー長：8.5 m
トレンチャー幅：1.0 m
トレンチャー厚：1.0 m
撹拌翼ピッチ：1.00 m

［実施値］
実撹拌時間：1時間15分14秒　　ﾁｪｰﾝ累積移動距離：4768 m
羽根切回数：51 回/m2　　平均ﾁｪｰﾝ速度：1.05 m/sec
［土量］
設計土量：93.15 m3
［流量］
平均瞬時：375.7 L/min　　積算流量：28307 L

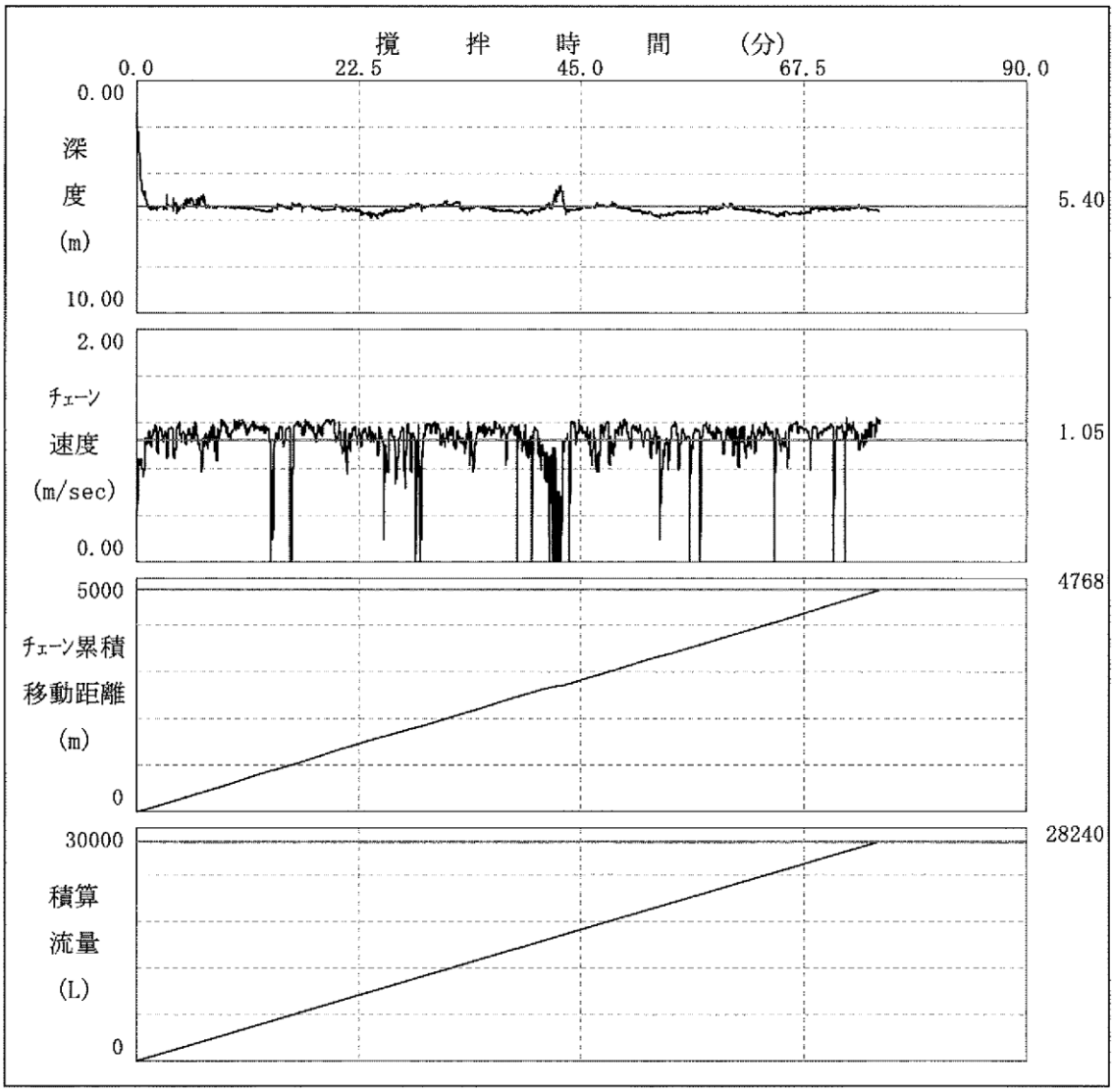



図７－１０　施工管理データグラフ作成例（トレンチャ式）

| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | 受注会社名 | ○○○○○株式会社 | 工期 | 自 | 0000/00/00 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 至 | 0000/00/00 |

区画割番号：A-24

累積改良材注入量：2591L

累積撹拌回数：10400 回

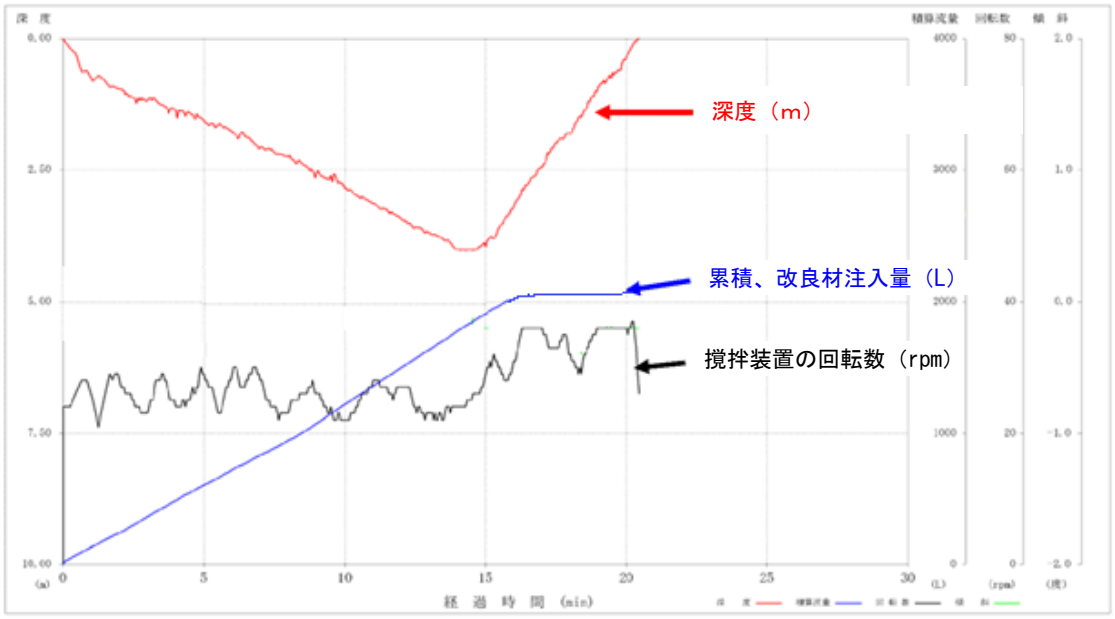
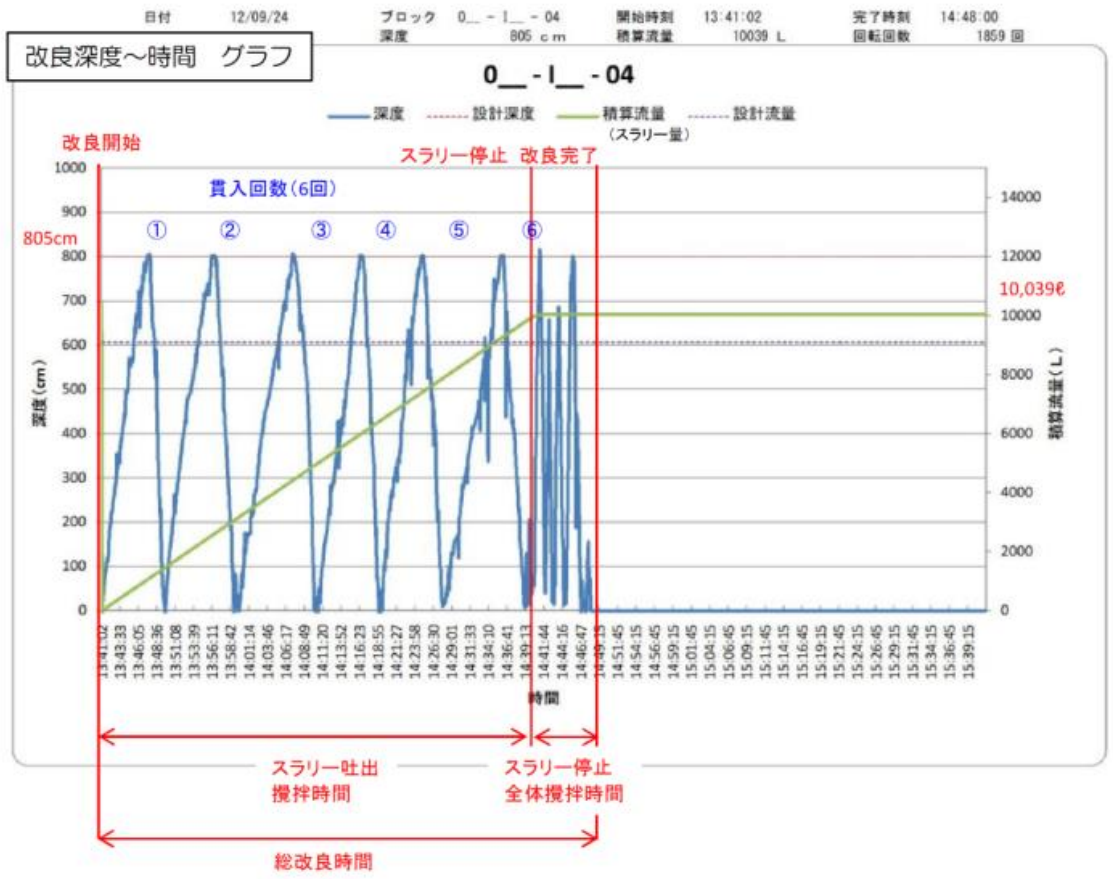



図７-１１　施工管理データグラフ作成例（ロータリー式　工法Ａ）

| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | 受注会社名 | ○○○○○株式会社 | 工期 | 自 | 0000/00/00 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 至 | 0000/00/00 |



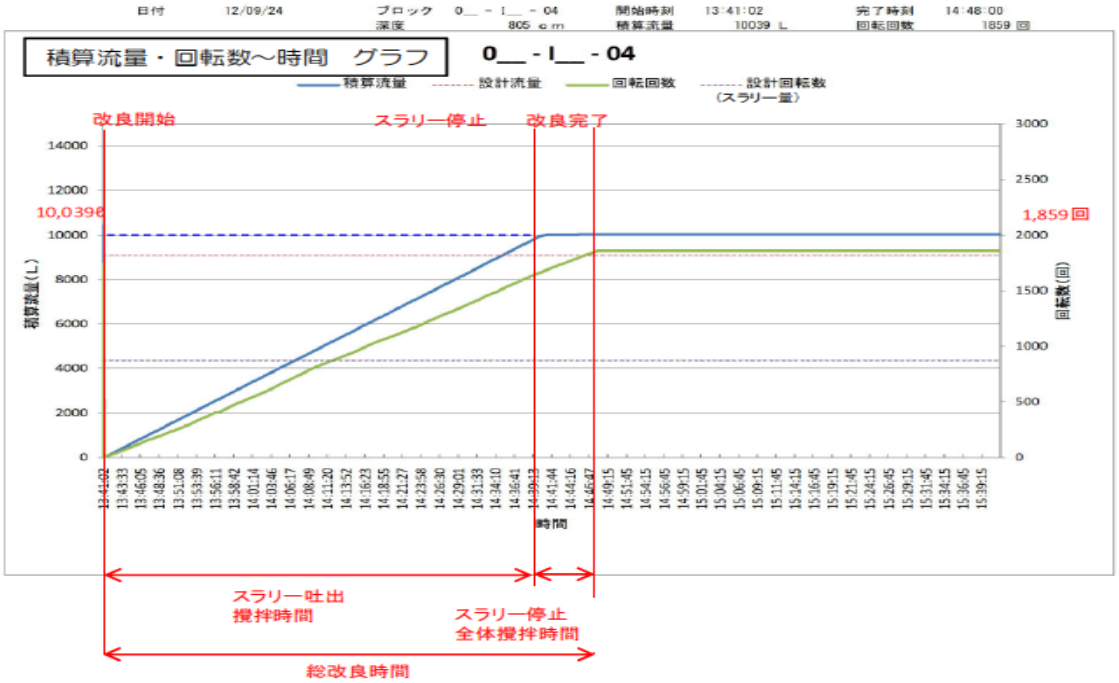




図７－１２　施工管理データグラフ作成例（ロータリー式　工法Ｂ）

### 4）撹拌装置軌跡データ

ＩＣＴ地盤改良機械で施工中に取得される撹拌装置軌跡データを電子データの形式で保管し、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「OTHRS」フォルダに格納する。ファイルのデータ形式はテキストデータとする。データ項目は受注者の任意で決定してもよいが、下記の必須のデータ項目を含むこと。各データ項目の一行目にヘッダをつけ、データ項目名を示す。データ項目の並び順やデータ桁数は任意とする。

必要なデータ項目を以下のとおりとする。納品するデータの内容の例を図７－１３に示す。

【必須のデータ項目】

・年月日時分

・施工開始からの経過時間と撹拌装置の位置（ｘ，ｙ，ｚ座標）※

※ｚ座標に代えて深度計で深度（H）を管理しているものについては深度（H）を入力する。

| ① | ② | ③ | ④ |
|---|---|---|---|
| 091120_10010, | 1000.426180, | -61431.327734, | 149.613327, |
| 091120_10010, | 1000.423844, | -61431.328288, | 149.617427, |
| 091120_10010, | 1000.424147, | -61431.327027, | 149.612527, |
| 091120_10010, | 1000.426483, | -61431.327028, | 149.609327, |
| 091120_10011, | 1000.426180, | -61431.327918, | 149.603027, |
| 091120_10011, | 1000.428365, | -61431.327548, | 149.613527, |
| 091120_10011, | 1000.426667, | -61431.326843, | 149.610927, |
| 091120_10011, | 1000.425574, | -61431.327918, | 149.604927, |
| 091120_10011, | 1000.426818, | -61431.327549, | 149.612627, |
| 091120_10011, | 1000.424147, | -61431.326843, | 149.611827, |
| 091120_10011, | 1000.426332, | -61431.324507, | 149.611727, |
| 091120_10011, | 1000.426331, | -61431.325952, | 149.611627, |
| 091120_10011, | 1000.423542, | -61431.327567, | 149.607327, |
| 091120_10011, | 1000.424785, | -61431.324507, | 149.610526, |
| 091120_10012, | 1000.426483, | -61431.327398, | 149.616127, |
| 091120_10012, | 1000.426516, | -61431.333111, | 149.613127, |
| 091120_10012, | 1000.427423, | -61431.328808, | 149.607827, |
| 091120_10012, | 1000.427121, | -61431.328809, | 149.610227, |
| 091120_10012, | 1000.426970, | -61431.328809, | 149.617927, |

① 年月日＿時分
② X座標
③ Y座標
④ Z座標

図７－１３　撹拌装置軌跡データの内容の例

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）地盤改良設計データ作成ソフトウェア
2）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）地盤改良設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる地盤改良の設計形状を示す地盤改良設計データを作成・出力するソフトウェアである。

2）出来形帳票作成ソフトウェア

３次元計測技術を用いて、改良範囲図及び施工管理図を作成するソフトウェアである。

## １－２　施工履歴データ

### １－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工履歴データを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＩＣＴ地盤改良機械は、施工中の撹拌装置の座標をリアルタイムで取得している。この座標は、取得時刻等とともに記録、保存される。（以降、記録データを「施工履歴データ」という）

施工中に得られた施工履歴データを用いて、従来の出来形や出来高数量等の算出を簡素化することが可能となり、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。また、ＩＣＴ地盤改良機械は撹拌装置と改良位置を車載モニター上にリアルタイムで表示する機能を有しているため、改良範囲の現地へのマーキングや隣接ブロック施工後のマーキング復元作業が不要であるため、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

以上のようにＩＣＴ地盤改良機械及び施工履歴データの利用効果は大きいが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは精度確認や計測の方法が異なるため、これらを本管理要領（案）で示すものである。

| 受注者の施工履歴データによる出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成 |
| ⇩ | ②機器の手配<br>・ICT地盤改良機械本体<br>・地盤改良設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア |
| 準備工 | ③機能の確認 |
| ⇩ | ④システムの設定 |
| | ⑤施工履歴データの計測機能及び精度管理 |
| 地盤改良設計データ作成 | ⑥工事基準点の設置 |
| ⇩ | ⑦「地盤改良設計データ作成ソフトウェア」による地盤改良設計データの作成 |
| （施　　工） | |
| ⇩ | ⑧精度確認試験 |
| 出来形計測 | ⑨施工履歴データによる出来形管理<br>・キャリブレーション |
| ⇩ | |
| 出来形帳票作成等 | ⑩「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成 |
| | ⑪出来形の確認 |
| | ⑫電子成果品の納品 |

図７－１４　出来形管理の主な手順

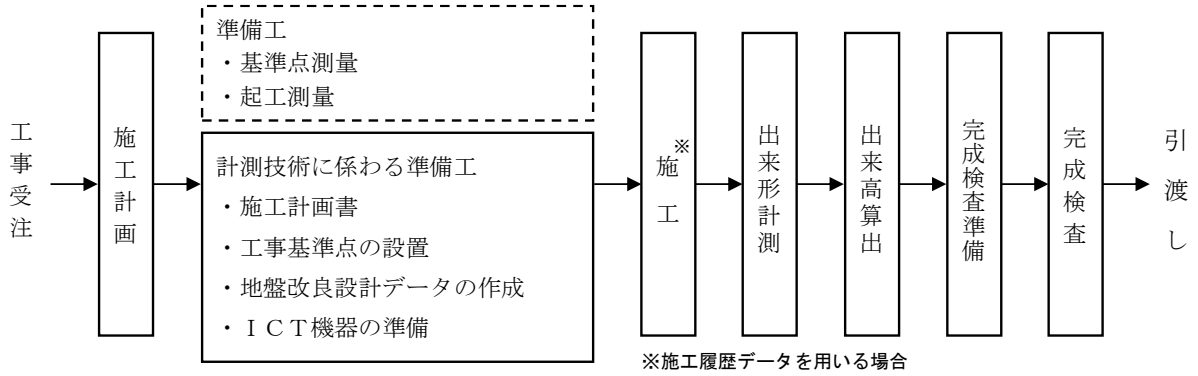



図７－１５　施工履歴データを用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＩＣＴ地盤改良機械による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＩＣＴ地盤改良機械本体**

【解説】

図７-１６に施工履歴データを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）ＩＣＴ地盤改良機械本体**

施工中の施工履歴データ（撹拌装置軌跡データと施工管理データ）をリアルタイムに計測・記録する機能を有するＩＣＴ地盤改良機械である。

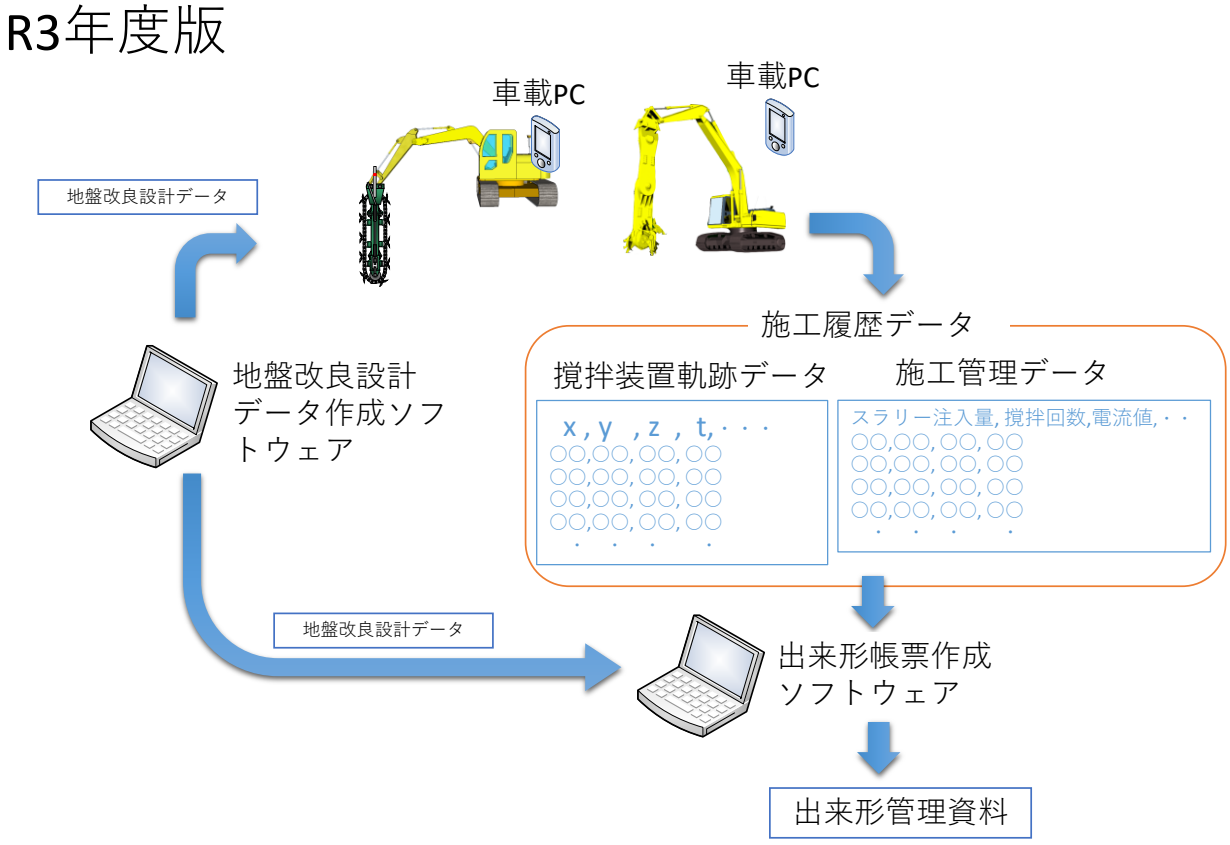



図７-１６　施工履歴データによる出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

施工履歴データによる出来形計測で利用するＩＣＴ地盤改良機械本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＩＣＴ地盤改良機械本体の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 |
|---|---|
| 部分払い<br>出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置のx，y座標と施工基面からの深さHの場合）<br>水平（x，y）　：各±100mm 以内<br>深さ（H）　：±100mm 以内<br><br>静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置のx，y，z座標の場合）<br>水平（x，y）　：各±100mm 以内<br>標高（z）　：±100mm 以内 |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置のx，y座標と施工基面からの深さHの場合）<br>水平（x，y）　：各±100mm 以内<br>深さ（H）　：±100mm 以内<br><br>静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置のx，y，z座標の場合）<br>水平（x，y）　：各±100mm 以内<br>標高（z）　：±100mm 以内 |

（「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

1）計測性能

ＩＣＴ地盤改良機械の作業装置位置の測定精度は、下記の要因等により変化すると考えられている。

①ＲＴＫ－ＧＮＳＳの位置精度（ＧＮＳＳを測位に使用する場合）
②ＲＴＫ－ＧＮＳＳ及び角度センサー位置間の寸法計測誤差（ＧＮＳＳを測位に使用する場合）
③ＴＳ等光波方式の器械設置・計測誤差（ＴＳ等光波方式を測位に使用する場合）
④角度センサーによる出力精度
⑤ソフト処理上の丸め誤差
⑥機械~~ガタ~~の劣化（刃先の磨耗を含む）

様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

2）精度管理

ＩＣＴ地盤改良機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、着工前に現場の平坦な場所において精度確認試験を実施する。撹拌装置にトレンチャ式、ロータリー式を用いる場合は、本管理要領（案）の「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、本管理要領（案）による出来形管理範囲

着工前に精度確認試験を実施し、その結果について、様式 7-2 を用いて提出する。撹拌装置にバケット式を用いる場合は、本管理要領（案）の「第 2 編 土工編 参考資料-15　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、本管理要領（案）による出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果について、様式 2-14 を用いて提出する。

なお、精度確認試験の結果、上記①～⑤等の要因により、所要の精度が得られなかった場合は、出来形管理に本管理要領（案）を適用せず、従来どおりの管理を行う。

## １－２－４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認

ＩＣＴ地盤改良機械は以下の機能を有するものとし、機械の開発会社や各工法協会等が提示する機械の仕様を示す資料その他によって確認する。

1）撹拌判定・表示機能

・「『撹拌装置の有効な撹拌範囲』が、各管理ブロックの底面の四隅の点全てを１回以上通過した場合に当該管理ブロックが撹拌された」と判定する機能。また、管理ブロックサイズを 10cm 以下にした場合については、「『撹拌装置の有効な撹拌範囲』が、各管理ブロックの底面の四隅の点のうち１点以上通過した場合に当該管理ブロックが撹拌された」と判定する機能。

・上記の機能で撹拌されたと判定された管理ブロックを、車載モニターに表示する機能。

2）改良材注入量等計測・表示機能

・区画割ごとに累積の改良材注入量及び攪拌回数を車載モニターに表示するとともに記録する機能。

3）施工範囲の分割機能

・施工範囲を地盤改良設計データで指定される管理ブロックに分割し、車載モニターに表示する機能。

4）撹拌装置サイズ設定機能

・使用する撹拌装置の幅及び奥行きに応じて『撹拌装置の有効な撹拌範囲』を任意に設定できる機能。

5）システムの起動とデータ取得切替機能

・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることが出来る機能。

6）施工完了範囲の判定・表示機能

・受注者が定める管理ブロックごとの施工管理値（改良材注入量・撹拌回数等）を施工中リアルタイムで車載モニターに表示し、これをオペレータが確認しながら施工できる機能。モニターへの表示方法については受注者の任意とする。

7）出来形管理資料作成機能（施工時の写真撮影を省略する場合）

・ＩＣＴ地盤改良機械より取得する施工履歴データを用いて、出来形管理資料を作成する機能

【解説】

使用するＩＣＴ地盤改良機械は、ＧＮＳＳ等によって取得した撹拌装置の位置（座標）を使って撹拌装置の軌跡を求め、それによって地盤改良が完了したと判定される場所をブロック単位で示す機能を持つものとする。また、撹拌装置の軌跡の計測・記録とは別に、区画割ごとの撹拌回数、改良材注入量を画面表示・記録する機能を持つものとする。

現場に導入するシステムが、このような機能を持っていることを事前に確認する。

また、出来形管理資料（全体改良範囲図と、施工管理図又は施工管理データグラフ）を提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

## １－２－５　ＩＣＴ地盤改良機械の設定

**当該現場の条件に応じたＩＣＴ地盤改良機械の設定を行い、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ等で取得した撹拌装置の位置をもとに地盤改良を正しく行うために下記の項目について設定を行う。**

**1）施工範囲の設定**

**2）管理ブロックごとの管理値の設定**

**3）撹拌装置の幅・奥行き・深さの設定**

【解説】

**1）施工範囲の設定**

ＩＣＴ地盤改良機械に地盤改良設計データを入力し、施工範囲が車載モニターに正しく平面図表示されていることを確認する。

**2）管理ブロックごとの管理値の設定**

所要の撹拌回数及び改良材注入量は、従来と同様に受注者の提案する管理値を監督職員の承諾のもと設定する。

**3）撹拌装置の幅・奥行き・深さの設定**

撹拌幅・奥行き・深さは、使用する撹拌装置の、実際に撹拌翼が通過する範囲の幅・奥行き・深さのことである。トレンチャ式の場合は、トレンチャの刃が通過する領域の幅・奥行き・深さが、ロータリー式を使用する場合は、撹拌翼の幅・奥行き（回転直径）・深さ（回転直径）が、幅・奥行き・深さになる。実際に使用する撹拌装置の幅・奥行き・深さを実測し、システムに入力する。

## １－２－６　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＩＣＴ地盤改良機械本体の機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）撹拌装置の精度確認試験計画

撹拌装置の位置測定精度の確認と確保を目的とした撹拌装置の精度確認試験の計画について示す。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）の適用工種に該当する工種を記載する。

2）適用区域

平面図上に当該工事の施工範囲を示すとともに、本管理要領（案）により施工管理を行う範囲を平面図上に明記する。

3）出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、施工履歴データを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ地盤改良機械を利用する必要がある。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

5）撹拌装置の精度確認試験計画

精度確認については、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 7-2)」を参照し実施の上、その記録を提出する。

《出来形計測》

受注者は、ＩＣＴ地盤改良機械による施工後、施工履歴データを取出し、出来形を把握する。

1）施工管理データ計測器のキャリブレーション

施工管理データ計測器のキャリブレーションを行う。

2）ＧＮＳＳ等の設置

ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いてＩＣＴ地盤改良機械の測位を行う場合は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局を工事基準点に設置する。ネットワーク型ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いる場合は、この作業は不要である。ＴＳ等光波方式を用いてＩＣＴ地盤改良機械の測位を行う場合は、工事基準点を用いて器械設置を行う。

3）事前の測定精度確認

作業装置位置の取得精度を確保するため、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、施工着手前に精度確認試験を行う。

【解説】

1）施工管理データ計測器のキャリブレーション

施工管理データ（管理ブロックごとの撹拌回数及び改良材注入量）の計測器のキャリブレーションを行い精度を担保する。キャリブレーション実施方法は現行と同様に、受注者や工法協会等が定めたキャリブレーション実施方法を監督職員の承諾を得た上で採用する。

2）ＧＮＳＳ等の設置

ＩＣＴ地盤改良機械を構成する機器にＲＴＫ－ＧＮＳＳを含む場合には、施工着手までにＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局を設置する必要がある。

ネットワーク型ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いる場合は、この作業は不要である。

なお、施工履歴データとして記録する撹拌装置の位置は、平面位置（ｘ，ｙ）については監督職員に指示を受けた基準点と同じ座標系にて記録することとし、深度方向については、施工基面からの深度（H）、又は標高（ｚ）のいずれかを記録することとする。

3）事前の測定精度確認

ＩＣＴ地盤改良機械を用いた施工に着手する前に、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 7-2)」に従い現場において精度確認試験を実施し、結果を提出する。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

出来形管理基準及び規格値は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、本管理要領（案）による管理の場合は、全体改良範囲図を用いて天端幅ｗ、天端延長Ｌを確認することとし、実測は不要である。また、施工厚さｔについては、全体改良平面図では、範囲は所要の改良厚さまで改良がなされた場合に着色されることから、全体改良平面図で改良範囲全体の施工完了を示す着色がなされていることの確認をもって、施工厚さｔの確認に代えることとする。

なお、基準高については従来どおり、レベル等による天端の計測にて出来形管理を行う。

# 第６章　出来形管理写真基準

**本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。**

**1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）**

**出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」によるが、「第３章　５－１－３　出来形管理資料の作成」に示す出来形管理資料を提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。**

【解説】

本管理要領（案）を用いた施工および出来形管理を行い、かつ本管理要領「**第３章　５－１－３　出来形管理資料の作成**」に示す全体改良範囲図と、施工管理図・施工管理データグラフのいずれかを提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

［本管理要領（案）の適用によって省略できる出来形管理に関わる写真管理項目例］

①施工前

・区画割の現地でのマーキング状況の写真

②施工中

・施工サイクル写真（マシンセット状況写真、掘削状況写真、掘削完了残尺写真、引き抜き状況写真、造成完了写真、マシン移動状況写真）

③施工後

・区画割ごとの出来形写真（改良位置、改良厚、改良幅、改良延長について）

# 第７章　電子成果品の作成規定

**本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。**
**・地盤改良設計データ（オリジナルデータ）**
**・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF））**
**・施工履歴データ（撹拌装置軌跡データ）**
**電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。**
**格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。**

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに工種（表層安定処理等、又は固結工（中層混合処理））を示した「ＳＭ（表層安定処理等）」「MM（固結工（中層混合処理））」のサブフォルダを作成する。

②　①の下層に計測機器の名称（施工履歴データ）を示した「ＣＭＲ」のサブフォルダを作成し格納する。フォルダ構成例を図７－１７に示す。

③格納するファイル名は、表７－４に示す命名規則に従うこと。

④設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、地盤改良設計データを変更するが、当初の地盤改良設計データと、変更後の地盤改良設計データを全て納品すること。

⑤整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

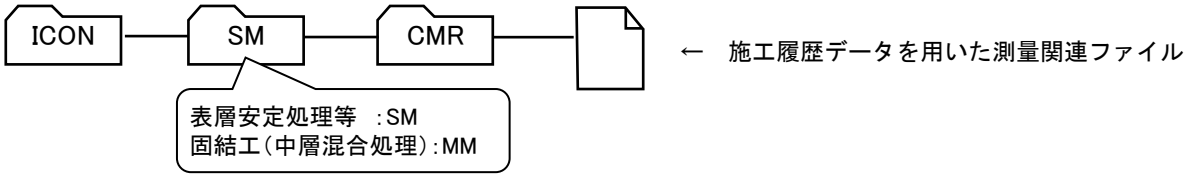



図７－１７　フォルダ構成例

表７－４　施工履歴データによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CMR | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・地盤改良設計データ（オリジナルデータ） | CMR0DR001Z.拡張子 |
| CMR | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）） | CMR0CH001.拡張子 |
| CMR | 0 | GR | 001～ | － | ・撹拌装置軌跡データ（CSV 等ファイル）（撹拌装置軌跡データ） | CMR0GR001.拡張子 |

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| 施工履歴データ | 参考資料-2　地盤改良設計データチェックシート<br><br>参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（表層安定処理等・中層地盤改良工事編）（案）」（国土交通省）

## 参考資料-2　地盤改良設計データチェックシート

（様式 7-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：

受 注 者 名：

作　成　者：　　印

# 地盤改良設計データチェックシート

| 項目 | | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| 1）平面図 | 全点 | ・地盤改良施工範囲は正しいか？ | |
| | | ・区画割・管理ブロックの割付けは正しいか？ | |
| | | ・管理ブロックの幅・奥行き・高さは正しいか？ | |
| 2）縦断図 | 全点 | ・全ての区画割の深度（H）又は標高（z）は正しいか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

# 参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

１．実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、ＩＣＴ地盤改良機械による撹拌装置の位置計測精度を確認する精度確認試験を実施する。この試験は施工着手前に、工事毎に１回実施する。

２．実施方法

地盤改良の着工前に、撹拌装置の位置計測についてのキャリブレーションが完了したＩＣＴ地盤改良機械を用い、撹拌装置履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の（１）、（２）のいずれかの方法によって行う。精度確認結果は、様式 7-2 に従って記録する。

（１）ｘ，ｙ座標の精度をＴＳ等光波方式で確認し、施工基面からの深度（Ｈ）をレベルや水糸等で確認する方法

①ｘ，ｙ座標の確認

・施工に使用するＩＣＴ地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。

・ＩＣＴ地盤改良機械の撹拌装置を現場内の任意の場所に設置する。ＩＣＴで計測される攪拌装置の中心軸とのｘ，ｙの座標を記録する。

・撹拌装置を設置したポイントに目串等のポイントを設置し、撹拌装置を移動させた後、ＴＳ等光波方式で x, y を計測する。

・目串等の位置と攪拌装置の中心軸とのｘ，ｙの各成分の差が±100㎜ 以内であることを確認する。

②施工基面からの深度（Ｈ）または標高（ｚ）をレベルや水糸等で確認

以下のⅰ）、ⅱ）のいずれかの方法で確認する。

ⅰ）ＩＣＴで撹拌装置の標高（ｚ）を計測している場合

・撹拌装置軌跡データと計測している点のｚ座標をＴＳ等光波方式又はレベル又は標尺と水準器等を用いて計測する。

・計測と同時にＩＣＴ地盤改良機械の車載モニターに表示される撹拌装置のｚ座標を記録する。

・両者の撹拌装置の標高（ｚ）を比較し、差が±100㎜ 以内であることを確認する。

ⅱ）撹拌装置を０セットした高さからの深度（Ｈ）を計測している場合

・撹拌装置を任意の高さに静置する。その際、撹拌装置は鉛直に立てる。

・撹拌装置の高さ計測値を車載モニター上で０セットすると同時に、撹拌装置の高さをＴＳ等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器で計測する（計測に用いるベンチマークのｚ座標は公共座標系である必要はなく、本精度確認のために仮に設置した高さの基準を用いてよい）。また、撹拌装置のどこを計測箇所として選ぶかについても任意であり、部材のジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい）。

・撹拌翼を高さ方向に１ｍ以上動かす。

・車載モニターの表示から撹拌装置の高さ方向の移動量を記録する。

・撹拌翼の高さ方向の移動量をＴＳ等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器等を用いて計測する。
・両者を比較し、差が±100㎜以内であることを確認する。

（２） ｘ，ｙ，ｚ座標の精度をＴＳ等光波方式で確認する方法
・施工に使用するＩＣＴ地盤改良機械を現場内の平坦な場所に設置する。

・ＩＣＴで撹拌装置軌跡データを計測している点（例：撹拌翼の幅・奥行き方向の中点で、かつ撹拌翼が最も深く撹拌する点）を、マーキングする。又は、攪拌装置軌跡データを計測している点を復元できるように逃げ点をマーキングする。
・マーキングした点又はマーキングを元に復元した攪拌装置軌跡データを計測している点のｘ，ｙ，ｚ座標をＴＳ等光波方式で計測するとともに、ＩＣＴ地盤改良装置の車載モニターに表示される撹拌装置の３次元座標（ｘ，ｙ，ｚ）を記録する。
・ＴＳ等光波方式で計測したｘ，ｙ，ｚ座標と車載モニターに表示されたｘ，ｙ，ｚ座標とを比較し、ｘ，ｙ，ｚ各成分の差が±100㎜以内であることを確認する。

３．評価基準
計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表７－５　精度確認試験での精度確認基準

| 試験モード | 精度確認基準 | 備　考 |
|---|---|---|
| （１）ｘ，ｙの精度をＴＳ等光波方式で確認し、施工基面からの深度（Ｈ）又はｚをレベルや水糸等で確認する方法 | 平面座標（ｘ，ｙ）の各成分の較差：±100㎜以内<br>０セットした位置からの高さ方向の移動量（Ｈ）又は標高（ｚ）の較差：±100㎜以内 | 現場ごとに１回実施 |
| （２） ｘ，ｙ，ｚ座標の精度を確認する方法 | ３次元座標（ｘ，ｙ，ｚ）の各成分の較差：±100㎜以内 | 〃 |

※（1）又は（2）のいずれかの方法で確認する

４．実施結果の記録
精度確認の実施結果を記録・提出する。
本管理要領（案）の様式 7-2 に、撹拌装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

（様式 7-2）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）施工履歴

精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：SR420<br>測定装置の製造番号：SN00022 | 写真<br> |
| 検証機器（検測点を計測する測定機器）<br>ＴＳ等光波方式：２級ＴＳ　ＧＰＴ○○○○ | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）施工履歴<br>現場内にて | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>ｘ，ｙ，Ｈの精度を確認する方法 | |

（２）精度確認試験結果（鉛直方向）

①施工履歴データの取得による確認

②ＴＳ等光波方式による検査点の確認

③差の確認

施工履歴データによる計測座標等 ― ＴＳ等光波方式による計測座標

| 実施箇所 | Δｘ<br>（ｘ成分の較差） | Δｙ<br>（ｙ成分の較差） | ΔＨ（０セットした位置からの高さ方向の移動量Ｈの較差）<br>または<br>Δｚ（ｚ成分の較差） |
|---|---|---|---|
| No.〇〇位置 | 23㎜ | 43㎜ | 15㎜ |
| 基準 | ±100 ㎜以内 | | |

# 第８編　固結工（スラリー撹拌工）編　目次


**第８編 固結工（スラリー撹拌工）編** ..... **8-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... 8-1

第２章 適用の範囲 ..... 8-2

第３章 計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... 8-4

第１節 施工計画書 ..... 8-4

第２節 工事基準点の設置 ..... 8-5

第３節 地盤改良設計データ ..... 8-6

３－１ 地盤改良設計データ作成 ..... 8-6

３－１－１ 地盤改良設計データ作成ソフトウェア ..... 8-6

３－１－２ 地盤改良設計データの作成 ..... 8-7

３－１－３ 地盤改良設計データの確認 ..... 8-8

第４節 その他の計測 ..... 8-9

４－１ 部分払い用出来高計測 ..... 8-9

第５節 出来形管理 ..... 8-10

５－１ 出来形管理 ..... 8-10

５－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... 8-10

５－１－２ 出来形計測 ..... 8-11

５－１－３ 出来形管理資料の作成 ..... 8-12

第４章 計測技術別の計測手順と実施事項 ..... 8-17

第１節 計測技術 ..... 8-17

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... 8-17

１－１－１ 機器構成 ..... 8-17

１－２ 施工履歴データ ..... 8-18

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... 8-18

１－２－２ 機器構成 ..... 8-20

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... 8-21

１－２－４ ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認 ..... 8-22

１－２－５ ＩＣＴ地盤改良機械の設定 ..... 8-24

１－２－６ 出来形計測 ..... 8-25

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... 8-28

第６章 出来形管理写真基準 ..... 8-29

第７章 電子成果品の作成規定 ..... 8-30

**■ 参考資料・様式** ..... **8-32**

参考資料-1 参考文献 ..... 8-33

参考資料-2 地盤改良設計データチェックシート ..... 8-34

参考資料-3 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ..... 8-35

参考資料-4 地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書 ..... 8-41

# 第８編　固結工（スラリー撹拌工）編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。
1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版」（(財)土木研究センター）
8)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（固結工（スラリー撹拌工）編）（案）」（国土交通省）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2）「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領（案）」で定められている基準に基づき、計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

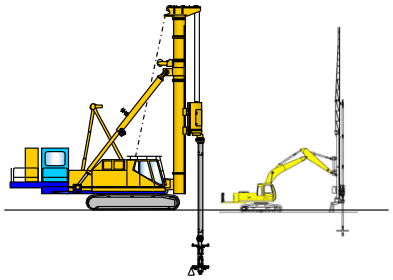
本管理要領（案）は、受注者が行う計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

1）適用工種

適用工種及び工法は表８－１のとおりである。ここで、スラリー撹拌工とは、地盤中にセメント又はセメント系固化材をスラリー状で圧送し、撹拌翼で原地盤と撹拌・混合することにより均一な改良体（コラム）を造成する工法である。適用工種を「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、表８－２のとおりである。

表８－１　適用対象工種及び工法

| 適用対象工種･工法 | 概要図 | 施工方法 | 改良材 | 改良深度 |
|---|---|---|---|---|
| 固結工<br>（スラリー撹拌工）<br><br>（施工履歴データで杭芯位置･改良深度等を記録できるもの） |  | 地盤中に改良材をスラリー状で圧送し、撹拌翼で撹拌･混合する。 | セメント等のスラリー | 最大<br>40m 程度※ |

※工法、対象地盤等により変動

表８－２　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 種　別 |
|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| | 樋門・樋管 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 砂防編 | 斜面対策 | 地下遮断工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 地盤改良工 | 固結工 | スラリー撹拌工 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

### 2）使用する建設機械

本管理要領（案）を適用するためには、ＩＣＴ地盤改良機械を使用する必要がある。

### 3）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図８－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、次図の破線部分においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

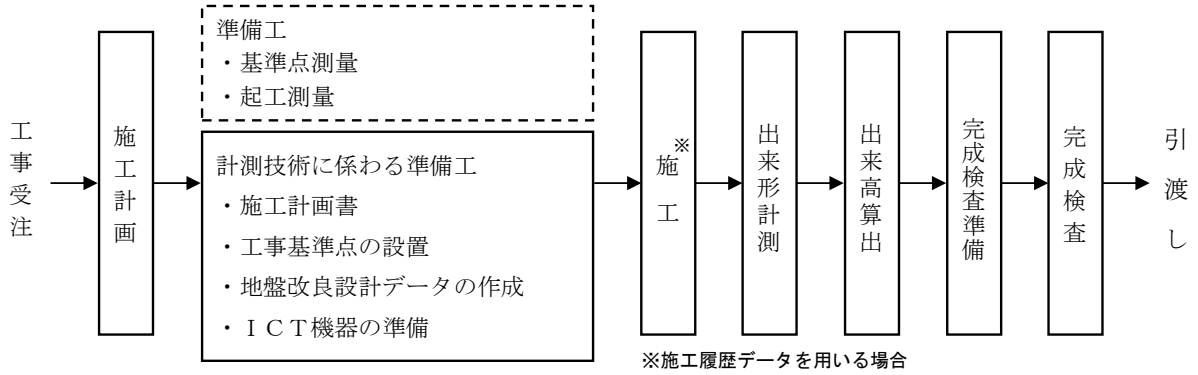



図８－１　本管理要領（案）（固結工（スラリー撹拌工）編）の対象となる業務の範囲

# 第３章　計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する計測技術による計測に関わる事項

使用する計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

平面図上に当該工事の施工範囲を示すとともに、本管理要領（案）により施工管理を行う範囲を平面図上に明記する。

3）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ地盤改良機械を利用する必要がある。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

5）使用する計測技術による計測に関わる事項

受注者は、上記 1）～4）の記載事項のほか、各計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

ＩＣＴ地盤改良機械の測位にＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いている場合に必要となる固定局を設置する際は、現場に設置された工事基準点を用いて座標値の変換を行う。また、ＩＣＴ地盤改良機械の測位にＴＳ等光波方式を用いている場合は、２点以上の工事基準点を用いてＴＳ等光波方式の器械設置を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、計測技術の精度確認試験を行う際に、効率的に計測できる位置にＴＳ等光波方式が設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領（案）に基づく出来形管理では出来形計測精度の確保を目的に、標定点等を計測する場合は基準点からＴＳまでの距離、標定点等からＴＳまでの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m）とする（「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理要領」より引用）。

## 第３節　地盤改良設計データ

### ３－１　地盤改良設計データ作成

#### ３－１－１　地盤改良設計データ作成ソフトウェア

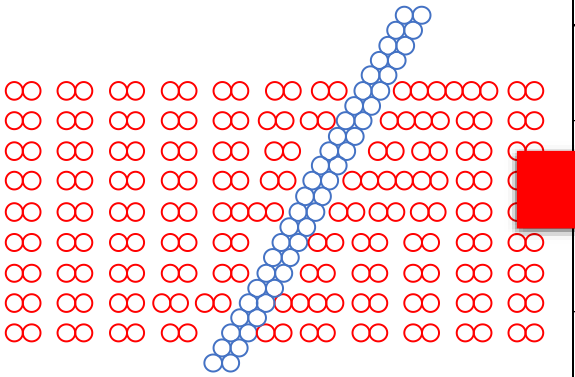
地盤改良設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す地盤改良設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。

1）地盤改良設計データの入力機能

2）地盤改良設計データの出力機能

【解説】

ＩＣＴ地盤改良機械と撹拌装置の施工位置への誘導及び施工中の改良範囲・深さ等の管理を行うためには、基準となる地盤改良設計データを作成できる地盤改良設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう地盤改良設計データは、設計図書等に基づき、改良体番号・杭芯位置（ｘ，ｙ）（撹拌装置が多軸の場合は複数）・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度・改良体底面部の標高又は計画深度・杭径Ｄ・施工基面の標高を入力したものである。（図８－２）



地盤改良平面図（設計例）

| 改良体番号 | 杭芯位置 | | 空掘り延長(m)<br>※施工基面から改良天端までの距離(m) | 改良延長<br>(m) | 改良径D<br>(m) | 施工基面の標高<br>(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | x座標(m) | y座標(m) | | | | |
| A-3 | 13568.24 | 3495.186 | -2.0 | -32.0 | 1.6 | 123 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| … | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

地盤改良設計データ（例）

図８－２　地盤改良範囲の指定方法

1）地盤改良設計データの入力機能

①座標系の選択機能

地盤改良設計データの座標系を選択する機能。

②地盤改良設計データの入力機能

設計図書等に基づき、地盤改良設計データをＩＣＴ地盤改良機に入力する機能。

撹拌装置の回転軸が複数である場合、杭芯位置は各軸について入力できること。

2）地盤改良設計データの出力機能

上記 1）で作成した地盤改良設計データを監督職員が可読であるＣＳＶデータで出力する機能。もしくは、地盤改良計測データを監督職員が読み取ることが可能なソフトの提出。

## ３－１－２　地盤改良設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図等）等を基に地盤改良設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、設計図書に示される地盤改良で造成する改良体の平面配置図、各改良体の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）を示す縦断図などを用いて、地盤改良設計データを作成する。以下に、地盤改良設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

地盤改良設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図（地盤改良で造成する改良体の平面配置が明示されたもの）、縦断図（各改良体の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）が明示されたもの）である。準備資料の記載内容に地盤改良設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。

### 2）地盤改良設計データの作成範囲

地盤改良設計データの作成範囲は、地盤改良範囲とする。当初の想定と地質分布が異なったり地中や周辺に支障物がある等の理由で地盤改良範囲が設計図書と異なる場合は監督職員と変更等の協議を行い、その結果を地盤改良設計データの作成に反映させる。

地盤改良設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータに対して、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。変更を行う場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その内容を工事打合せ簿として記録する。

### 3）地盤改良設計データの内容

地盤改良設計データには、以下の設計情報を入力する。

- 改良体番号（番号のつけ方は任意）
- 杭芯位置（ｘ，ｙ）（多軸の場合は複数）
- 改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度
- 改良体底面部の標高又は計画深度
- 杭径
- 施工基面の標高

### 4）着底管理にて施工を行う場合

試験施工によりボーリング調査結果と改良体を造成時の電流値、貫入速度、その他の指標により着底完了を判定する基準を設けている工事（着底管理の工事）においては、地盤改良設計データの改良体最下端の標高（又は深度）として、設計図書に示される標高（又は深度）か、施工前の調査ボーリング等にて推定した支持層の分布から求まる標高（又は深度）を入力しておく。

そして、施工中の所要の深度に達したか否かの判断には、地盤改良設計データに入力した標高又は深度は用いず、試験施工等の結果を踏まえ監督職員との協議により決めた着底判断基準に基づき判断することとする。

着底管理の場合は、撹拌翼が地盤改良設計データに暫定的に入力した標高（又は深度）に達していなくても着底判断基準を満足していれば、「第３章　５－１－３　出来形管理資料の作成」に示す全体改良範囲図に施工済みであることを示す着色を行ってよい。

### ３－１－３　地盤改良設計データの確認

**受注者は、地盤改良設計データの作成後に、地盤改良設計データについて、設計図書と照合するとともに、監督職員へ地盤改良設計データチェックシートを提出する。**

【解説】

地盤改良設計データの間違いは、施工対象物が設計図書に示されている位置、形状、深度と異なって施工されてしまう事態を引き起こすので、受注者は地盤改良設計データと設計図書を照合すること。

地盤改良設計データと設計図書との照合とは、地盤改良設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。地盤改良設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート（「参考資料-2　地盤改良設計データチェックシート（様式 8-1)」参照）を提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、地盤改良設計データを変更し、再度確認を行う。

ここで、地盤改良設計データに入力された杭径Ｄについては、実際に施工に用いる地盤改良機の撹拌翼の径が、設計の杭径以上であることを撹拌翼の実測により確認する。

確認結果は、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、様式 8-2 に記入し提出する。

## 第４節　その他の計測

### ４－１　部分払い用出来高計測

1）部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として計測技術による既済施工数量算出を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として、計測に基づく算出値を 100%計上しない場合、上記の規定によらなくてもよい。また、部分払い用出来高計測の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。このときの部分払い出来高算出結果については、算出値の９割を上限に計上してもよいこととする。

【解説】

1）部分払い出来高計測の実施

部分払い用出来高計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。部分払い出来高は、計測技術を基に、施工が完了した領域について各エリアの杭径と改良長の積を総計して算出する。なお、その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理

#### ５－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、地盤改良設計データと施工中記録した施工履歴データを用いて、地盤改良を行う範囲において、撹拌回数、改良材吐出量についてもれなく施工されていることを確認表示でき、これを出来形管理資料として出力できる機能を有していなければならない。**

【解説】

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算方法**

従来は、改良体の基準高・杭芯間距離・杭径については、定量での抜き取りで、掘起し及び、レベル・メジャー等の実測により確認してきたが、以下のとおり施工履歴データを用いた管理に代える。なお、杭径については、施工着手前に工事ごとに１回、撹拌翼の径をメジャーなど適切な測定機器で実測して確認することとし、これが杭径Ｄの設計値以上であることの確認をもって掘起しによる確認を不要とする。

①基準高

基準高については、改良体天端の位置に改良材が基準流量以上吐出されかつ撹拌されていることを、施工履歴データを用いた確認に代えることで、改良体天端の基準高が規格値を満足すると判断する。

②杭芯間距離

杭芯間距離については施工基面上で撹拌装置を杭芯位置に設置した時点の撹拌装置の回転軸中心の位置（ｘ，ｙ）の施工履歴データを用いて、設計に対する杭芯位置の平面位置ずれ（Δｘ，Δｙ）を管理する。

③改良長

改良長については、改良材が吐出されている区間の最深部と天端部の高さを施工履歴データとして記録し、両者の差から改良長Ｌを求める。

**2）施工が完了した範囲の出力**

地盤改良設計データと施工履歴データを用いて、所要の撹拌回数（軸回転数又は羽根切り回数）・改良材吐出量を満足して施工が完了した改良体の位置を全体改良範囲図に着色して表示する。

**3）出来形管理資料の出力**

「第３章　５－１－３　出来形管理資料の作成」に例示した資料（全体改良範囲図等）を参考に出来形管理資料を出力する。

地盤改良設計データで規定された個々の改良体に対して、撹拌回数及び改良材吐出量、深度、改良長が規定値を満足していることを確認できる施工管理データ帳票を出力・提出し、施工管理及び出来形管理を行う。

## ５－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

## ５－１－３　出来形管理資料の作成

**受注者は、全体改良範囲図・杭芯位置管理表と、施工管理データを施工時の日常管理資料として作成し、出来形管理資料として提出する。**

【解説】

### 1）全体改良範囲図

全体改良範囲図は、撹拌済みの改良体を平面図上に着色表示したものである。攪拌装置位置データを基に、「第４章　１－２－４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認　1）撹拌装置位置データによる撹拌判定・表示機能」に示す判定基準により当該改良体を撹拌済みの改良体と判定する。

全体改良範囲図の、撹拌済みを示す改良体の色や、表示するデータ項目は受注者の任意とするが、下記の必須のデータ項目を含むこと。

【必須のデータ項目】

・工事名、受注会社名
・全体改良範囲図に示す範囲の施工開始日・終了日
・施工範囲（STA、No.等）
・工法名

| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | 受注会社名 | ○○○○○株式会社 |
|---|---|---|---|
| 施工範囲 | 施工開始日 | 0000/00/00 | 工法名 |
| No.3+0 ～ -No.4+8 | 施工終了日 | 0000/00/00 | ○○○○○工法 |

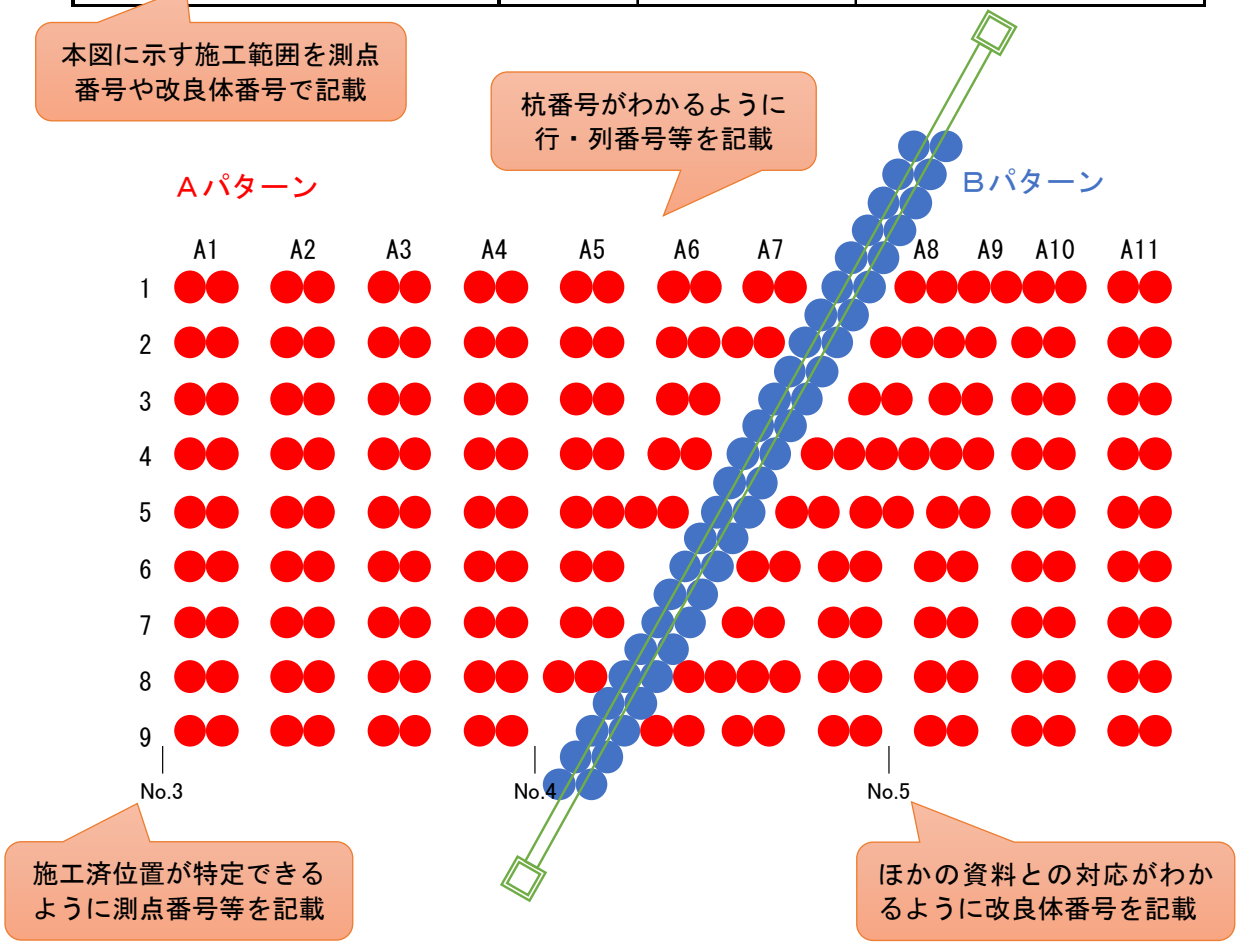



図８－３　全体改良範囲図作成例

### 2）杭芯位置管理表

施工履歴データを元に、以下のデータを杭芯位置管理表としてとりまとめる。（表８－３）

①各改良体の設計の杭芯位置（ｘ，ｙ）及び改良体天端の深さ（Ｈ）又は標高（ｚ）

②各改良体の施工開始時の回転軸中心位置（ｘ，ｙ）及び改良体天端の深度（Ｈ）又は標高（ｚ）

③上記①と上記②の差（Δｘ，Δｙ，ΔＨ（又はΔｚ））

※撹拌翼の回転軸が複数ある場合は、それぞれの回転軸についてｘ，ｙ，ｚ，Δｘ，Δｙ，ΔＨ（又はΔｚ）を記載する。

表８－３　杭芯位置管理表

| 工事件名 | ○○○○○築造工事 | | 受注会社名 | ○○○○○株式会社 |
|---|---|---|---|---|
| 施工範囲 | | 施工開始日 | 0000/00/00 | 工法名 |
| No.3+0 ～ -No.4+8 | | 施工終了日 | 0000/00/00 | ○○○○○工法 |

| 改良体番号 | 設計杭芯位置 | | | 施工実績 | | | | Δｘ | Δｙ | 基準高 ΔＨ 又はΔｚ | 合否判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ｘ | ｙ | 改良体天端深度（Ｈ）（又は標高（ｚ）） | 杭径Ｄ | ｘ | ｙ | 改良体天端深度（Ｈ）（又は標高（ｚ）） | 規格値 D/8 以下 | 規格値 D/8 以下 | 0㎜以上 | |
| | | | | | | | | | | | |

### 3）施工管理データ帳票

施工管理データ帳票は、施工品質を担保するために施工中に計測、管理している数値、経時変化の帳票である。施工管理データ帳票の様式は受注者の任意とする。データ項目例及び帳票記載項目の一例を下記に示す。

【データ項目例】

・工事名
・施工日
・改良体番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
・施工時間
・電流値又は回転トルク

【必須のデータ項目】

・深度１ｍあたりの羽根切り回数又は軸回転数（(回/ｍ）又は（rpm))
・深度１ｍあたりのスラリー（改良材）吐出量（(Ｌ/ｍ）又は（Ｌ/分))
・着底部付近については、深度 100㎜ ごとの速度、電流値を表形式で施工管理データ帳票に併記するか別途作成する。

## 表８-４　施工管理データ帳票作成例（１）

工事名：　　施工者：
杭　No.：C28-13　　号　機：１　号機　　年　月　日

| | 第１層 | 第２層 | 第３層 | 第４層 | 第５層 | 第６層 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 境　界　深　度　(m) | 1.5 | 19.3 | -------- | -------- | -------- | -------- |
| 基準スラリー量　(1/m) | 0.0 | 237.5 | -------- | -------- | -------- | -------- |

| | |
|---|---|
| 貫入開始時間 | 0:00:00 |
| 貫入終了時間 | 0:26:06 |
| 造成終了時間 | 0:48:40 |

| 深　度 (m) | 昇降速度 (m/min) | 軸回転数 (回/m) | スラリー吐出量 No.1 (1/m) | No.2 (1/m) | 計 (1/m) | 電流 (A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| * 1.0 | 0.9 | 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 350 |
| * 1.5 | 0.7 | 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 121 |
| 2.0 | 0.7 | 30 | 251.7 | 254.7 | 506.4 | 124 |
| 3.0 | 0.7 | 29 | 244.3 | 242.9 | 487.2 | 118 |
| 4.0 | 0.8 | 27 | 243.0 | 242.6 | 485.6 | 128 |
| 5.0 | 0.7 | 30 | 246.0 | 245.9 | 491.9 | 110 |
| 6.0 | 0.7 | 28 | 246.8 | 246.2 | 493.0 | 112 |
| 7.0 | 0.7 | 28 | 242.7 | 242.8 | 485.5 | 114 |
| 8.0 | 0.7 | 29 | 242.3 | 242.7 | 485.0 | 114 |
| 9.0 | 0.7 | 29 | 243.3 | 242.9 | 486.2 | 120 |
| 10.0 | 0.7 | 29 | 245.6 | 245.3 | 490.9 | 116 |
| 11.0 | 0.7 | 29 | 246.0 | 246.1 | 492.1 | 118 |
| 12.0 | 0.7 | 28 | 244.9 | 244.8 | 489.7 | 120 |
| 13.0 | 0.7 | 27 | 242.5 | 241.4 | 483.9 | 118 |
| 14.0 | 0.8 | 27 | 247.3 | 248.0 | 495.3 | 117 |
| 15.0 | 0.7 | 28 | 242.6 | 242.1 | 484.7 | 115 |
| 16.0 | 0.7 | 29 | 241.0 | 244.7 | 485.7 | 114 |
| 17.0 | 0.7 | 29 | 241.1 | 241.0 | 482.1 | 117 |
| 18.0 | 0.7 | 29 | 245.0 | 245.0 | 490.0 | 124 |
| 19.0 | 0.7 | 30 | 248.3 | 246.7 | 495.0 | 147 |
| 19.3 | 0.4 | 50 | 286.4 | 294.8 | 581.2 | 154 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

着底部詳細

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 深度　(m) | 18.9 | 19.0 | 19.1 | 19.2 | 19.3 |
| 速度 (m/min) | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.3 |
| 電流　(A) | 147 | 143 | 154 | 148 | 118 |

| 深　度 (m) | 昇降速度 (m/min) | 軸回転数 (回/m) | スラリー吐出量 No.1 (1/m) | No.2 (1/m) | 計 (1/m) | 電流 (A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ** 18.3 | 0.5 | 115 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 80 |
| ** 19.3 | 0.5 | 198 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 89 |
| ** 18.3 | 1.0 | 241 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 59 |
| 18.0 | 1.0 | 73 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 57 |
| 17.0 | 1.0 | 73 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 80 |
| 16.0 | 1.0 | 72 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 99 |
| 15.0 | 1.0 | 72 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 129 |
| 14.0 | 1.0 | 70 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 126 |
| 13.0 | 1.0 | 70 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 127 |
| 12.0 | 1.0 | 71 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 121 |
| 11.0 | 1.0 | 71 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 114 |
| 10.0 | 1.0 | 71 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 85 |
| 9.0 | 1.0 | 70 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 71 |
| 8.0 | 1.0 | 72 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 62 |
| 7.0 | 1.0 | 72 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 48 |
| 6.0 | 1.0 | 71 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 53 |
| 5.0 | 1.0 | 69 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 38 |
| 4.0 | 1.0 | 73 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 43 |
| 3.0 | 1.0 | 70 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39 |
| 2.0 | 1.0 | 72 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 35 |
| 1.5 | 1.0 | 71 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 32 |
| * 1.0 | 1.2 | 18 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 259 |
| * 0.0 | 1.5 | 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 104 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 合　計 | (1) | ---- | 4364.4 | 4366.8 | 8731.2 | --- |
| 判　定 | ----- | ０Ｋ | ０Ｋ | ０Ｋ | ------ | --- |
| 総合計 | (1) | ---- | 4364.4 | 4366.8 | 8731.2 | --- |

＊：空打部
＊＊：先端処理部

基準軸回転数　44 回/m ＝ 羽根切回数 350 回/m ÷ 羽根枚数 8 枚
先端処理部基準軸回転数　175 回/m ＝ 羽根切回数 350 回/m ÷ 羽根枚数 2 枚
実績軸回転数　241 回/m ＝ 羽根切回数 482 回/m ÷ 羽根枚数 2 枚

表８－４　施工管理データ帳票作成例（２）

# 杭打設結果表

Page　1

工 事 名：○○○○○○工
施 工 者：△△△△△△
施 工 日：****年**月**日
杭 番 号：xx-xx
号機番号：　1 号機
杭　　径：　2000（mm）

スラリー1m3当たり

| (kg) | 固 化 材 | 水 | ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ | 遅延剤 | 添加剤 | W／C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 配合Ａ | 750.0 | 750.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 配合Ｂ | | | | | | |

| | 設定深度 (m) | 固 化 材 量 (kg) 土量1m3当たり | 固 化 材 量 (kg) 深度1m当たり | 基準ｽﾗﾘｰ量 (L/m) | 配合 |
|---|---|---|---|---|---|
| 第１層 | 5.90 | 160 | 502.4 | 670 | A |
| 第２層 | 7.10 | 125 | 392.5 | 524 | A |
| 第３層 | 12.20 | 205 | 643.7 | 859 | A |
| 第４層 | 13.80 | 380 | 1193.2 | 1591 | A |
| 第５層 | —— | —— | —— | —— | － |
| 第６層 | —— | —— | —— | —— | － |

| 削孔開始時間 |
|---|
| 0 ： 00 ： 00 |
| 削孔完了時間 |
| 0 ： 31 ： 22 |
| 造成完了時間 |
| 0 ： 40 ： 28 |

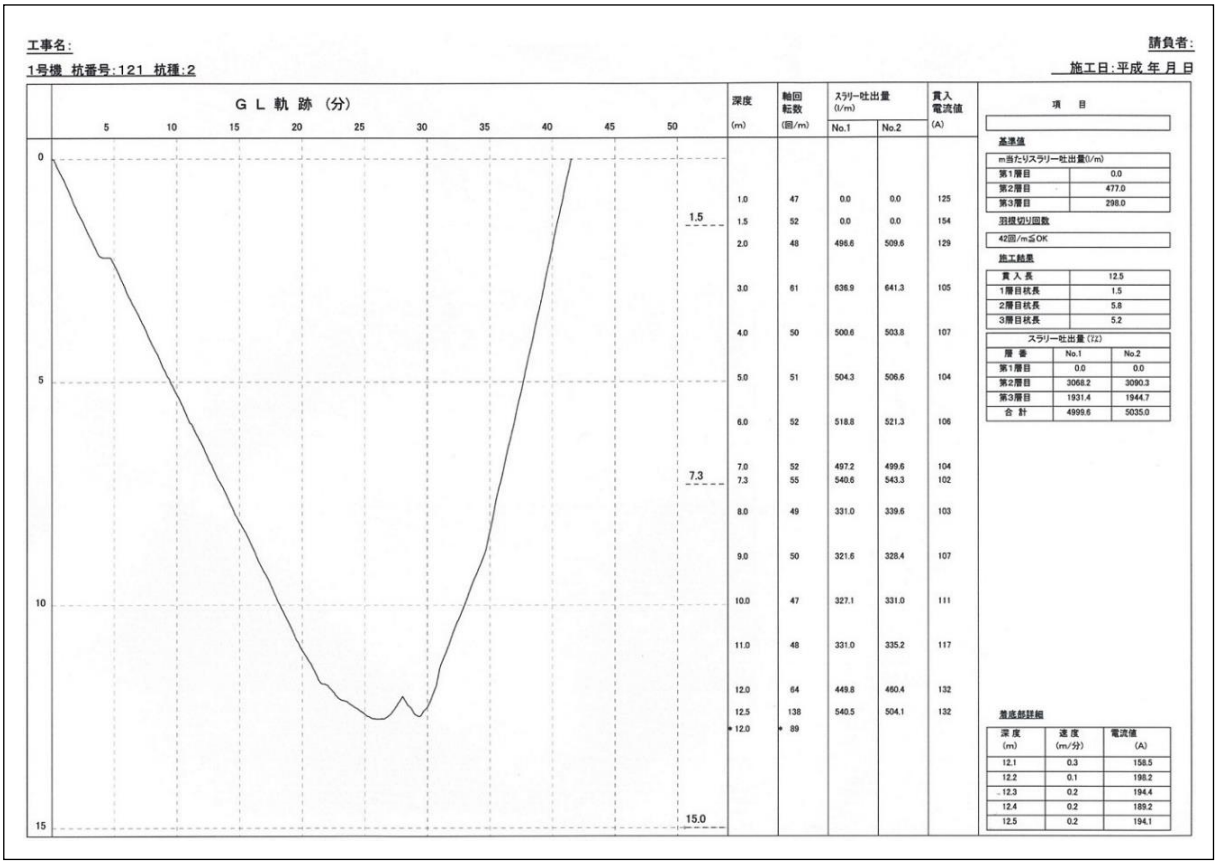
| 深 度 (m) | 昇降速度 (m/min) | ｽﾗﾘｰ吐出量(L/m) 配合Ａ | ｽﾗﾘｰ吐出量(L/m) 配合Ｂ | ｽﾗﾘｰ吐出量 累計 (L) | 電流値 (A) | 羽根切回数 (回/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.00 | 0.29 | 763 | | 763.0 | 155 | 527 |
| 2.00 | 0.56 | 675 | | 1438.0 | 145 | 276 |
| 3.00 | 0.58 | 682 | | 2120.0 | 126 | 267 |
| 4.00 | 0.57 | 693 | | 2813.0 | 135 | 269 |
| 5.00 | 0.57 | 675 | | 3488.0 | 108 | 271 |
| 5.90 | 0.55 | 689 | | 4108.1 | 123 | 277 |
| 6.00 | 0.60 | 650 | | 4173.1 | 124 | 265 |
| 7.00 | 0.57 | 525 | | 4698.1 | 143 | 272 |
| 7.10 | 0.50 | 602 | | 4758.3 | 140 | 285 |
| 8.00 | 0.44 | 882 | | 5552.1 | 143 | 344 |
| 9.00 | 0.48 | 861 | | 6413.1 | 138 | 322 |
| 10.00 | 0.48 | 889 | | 7302.1 | 125 | 319 |
| 11.00 | 0.47 | 886 | | 8188.1 | 111 | 324 |
| 12.00 | 0.49 | 859 | | 9047.1 | 113 | 311 |
| 12.20 | 0.50 | 865 | | 9220.1 | 116 | 310 |
| 13.00 | 0.27 | 1601 | | 10500.9 | 112 | 560 |
| **13.80 | 0.24 | 1622 | | 11798.5 | 232 | 639 |
| 13.00 | 1.26 | 0 | | 11798.5 | 233 | 762 |
| 12.80 | 1.09 | 0 | | 11798.5 | 100 | 701 |
| 13.00 | 1.09 | 0 | | 11798.5 | 100 | 839 |
| **13.80 | 1.07 | 0 | | 11798.5 | 264 | 895 |
| 13.00 | 1.78 | 0 | | 11798.5 | 103 | 981 |
| 12.20 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 104 | 918 |
| 12.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 104 | 399 |
| 11.00 | 1.88 | 0 | | 11798.5 | 111 | 393 |
| 10.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 106 | 402 |
| 9.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 109 | 398 |
| 8.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 133 | 402 |
| 7.10 | 1.93 | 0 | | 11798.5 | 127 | 428 |
| 7.00 | 1.50 | 0 | | 11798.5 | 106 | 413 |
| 6.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 108 | 353 |
| 5.90 | 1.50 | 0 | | 11798.5 | 103 | 426 |
| 5.00 | 1.80 | 0 | | 11798.5 | 104 | 362 |
| 4.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 111 | 349 |
| 3.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 105 | 349 |
| 2.00 | 1.88 | 0 | | 11798.5 | 104 | 350 |
| 1.00 | 2.00 | 0 | | 11798.5 | 107 | 357 |
| 0.00 | 1.36 | 0 | | 11798.5 | 104 | 640 |
| 合 計 (L) | 実 施 | 11799 | 0 | 11799 | —— | —— |
| | 設 計 | 11509 | 0 | 11509 | —— | —— |
| 判 定 | | ＯＫ | | ＯＫ | | ＯＫ |

**：着底部

着底部詳細

| 深 度 (m) | 速 度 (m/min) | 電流値 (A) |
|---|---|---|
| 12.90 | 0.02 | 108 |
| 13.00 | 0.26 | 108 |
| 13.10 | 0.26 | 108 |
| 13.20 | 0.26 | 108 |
| 13.30 | 0.25 | 111 |
| 13.40 | 0.23 | 112 |
| 13.50 | 0.23 | 110 |
| 13.60 | 0.22 | 125 |
| 13.70 | 0.22 | 109 |
| 13.80 | 0.14 | 231 |

表８－４　施工管理データ帳票作成例（３）



# 第４章　計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。
1）地盤改良設計データ作成ソフトウェア
2）出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）地盤改良設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる地盤改良の設計形状を示す地盤改良設計データを作成・出力するソフトウェアである。

2）出来形帳票作成ソフトウェア

計測技術を用いて、改良範囲図及び杭芯位置管理表を作成するソフトウェアである。

## １－２　施工履歴データ

### １－２－１　出来形管理の主な手順

本管理要領（案）は、施工履歴データを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ＩＣＴ地盤改良機械は、施工前の撹拌装置の回転軸の中心（ｘ，ｙ）と施工中の深度（Ｈ）（又は標高（ｚ））を取得している。これらの数値は、施工開始から終了まで、時刻とともに記録、保存される。（以降、記録データを「施工履歴データ」という）

施工中に得られた施工履歴データを用いることで、従来の掘り起し作業を伴う巻尺、レベルによる杭間距離及び基準高の計測を不要とできるため、出来形管理や出来高数量算出を容易に実施することができる。また、ＩＣＴ地盤改良機械は移動時に撹拌装置と設計の杭芯位置を車載モニター上にリアルタイムで表示する機能を有しているため、杭芯位置の現地への目串の設置が不要であり、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

以上のようにＩＣＴ地盤改良機械及び施工履歴データの利用効果は大きいが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは精度確認や計測の方法が異なるため、これらを本管理要領（案）で示すものである。

なお、品質管理及びその他管理項目については「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル」をはじめとする「第１章　本管理要領（案）に記載のない事項」に記載されている基準類の規定に従うものとする。

| 受注者の施工履歴データによる出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成<br>②機器の手配<br>・ICT地盤改良機械本体<br>・地盤改良設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア |
| 準備工 | ③機能の確認<br>④システムの設定<br>⑤施工履歴データの計測機能及び精度管理<br>⑥工事基準点の設置 |
| 地盤改良設計データ作成 | ⑦「地盤改良設計データ作成ソフトウェア」による地盤改良設計データの作成 |
| （施　　工） | ⑧精度確認試験 |
| 出来形計測 | ⑨施工履歴データによる出来形管理<br>・キャリブレーション<br>・地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション |
| 出来形帳票作成等 | ⑩「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成<br>⑪出来形の確認<br>⑫電子成果品の納品 |

図８－４　出来形管理の主な手順

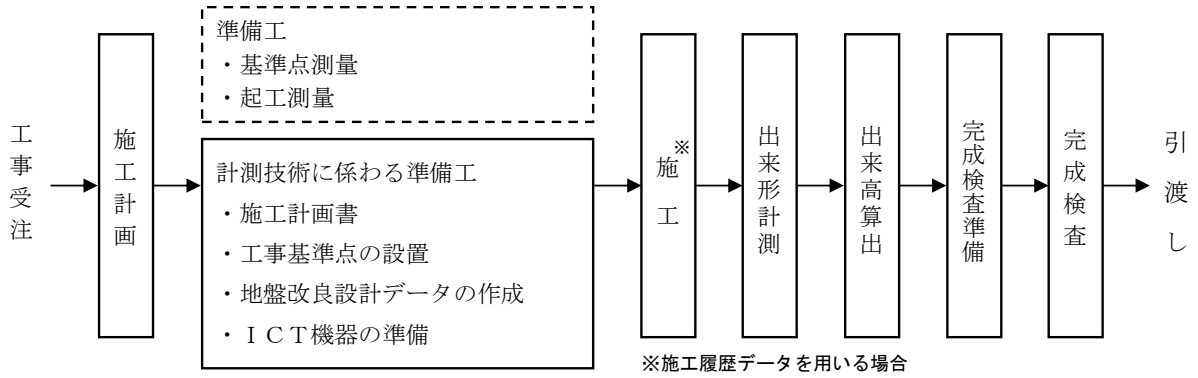



図８－５　施工履歴データを用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いるＩＣＴ地盤改良機械による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）ＩＣＴ地盤改良機械本体**

【解説】

図８-６に施工履歴データを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）ＩＣＴ地盤改良機械本体**

施工中の施工履歴データ（施工管理データ帳票）をリアルタイムに計測・記録する機能を有するＩＣＴ地盤改良機械である。

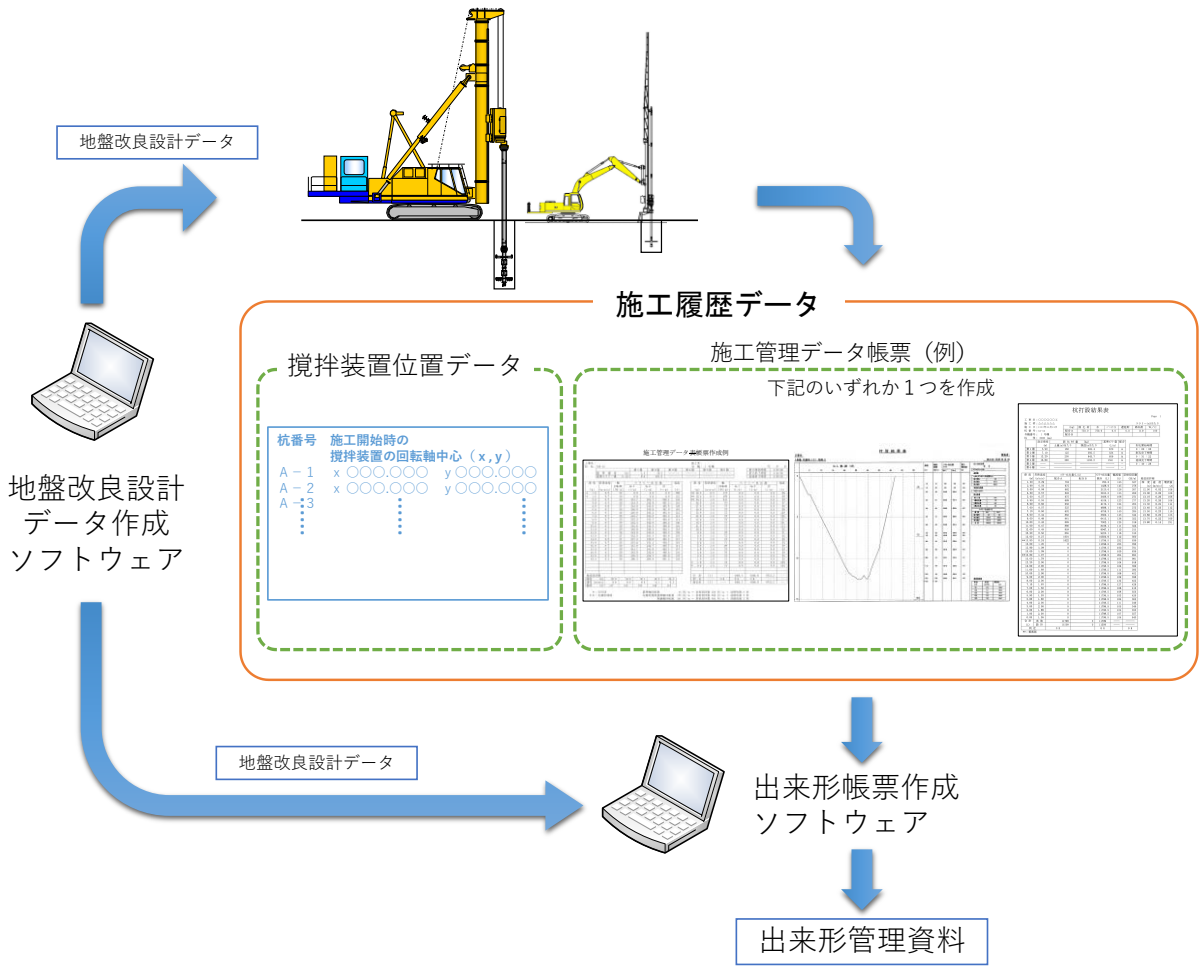



図８-６　施工履歴データによる出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

施工履歴データによる出来形計測で利用するＩＣＴ地盤改良機械本体は以下の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するＩＣＴ地盤改良機械本体の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される性能基準を示す。

| 計測 | 測定精度 |
|---|---|
| 部分払い<br>出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>・静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置の回転軸中心の平面位置（x, y）と標高（z）の場合）<br>水平（x, y）　：各±100mm 以内<br>標高（z）　：±50mm 以内<br>・静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置の回転軸中心の平面位置（x, y）と施工基面からの深さHの場合）<br>水平（x, y）　：各±100mm 以内<br>深さ（H）　：±50mm 以内 |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>・静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置の回転軸中心の平面位置（x, y）と標高（z）の場合）<br>水平（x, y）　：各±100mm 以内<br>標高（z）　：±50mm 以内<br>・静止状態での作業装置位置の測定精度（撹拌装置の回転軸中心の平面位置（x, y）と施工基面からの深さHの場合）<br>水平（x, y）　：各±100mm 以内<br>深さ（H）　：±50mm 以内 |

（「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

【解説】

1）計測性能

ＩＣＴ地盤改良機械の作業装置位置の測定精度は、下記の要因等により変化すると考えられている。

①ＲＴＫ－ＧＮＳＳの位置精度（ＲＴＫ－ＧＮＳＳを測位に使用する場合）

②ＴＳ等光波方式の器械設置・計測誤差（ＴＳ等光波方式を測位に使用する場合）

③ソフト処理上の丸め誤差

④機械の劣化（刃先の磨耗を含む）

様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

2）精度管理

ＩＣＴ地盤改良機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、着工前に現場の平坦な場所において精度確認試験を実施する。

本管理要領（案）の「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果について、様式 8-2 に記入し提出する。

なお、精度確認試験の結果、上記①～④等の要因により、所要の精度が得られなかった場合は、出来形管理に本管理要領（案）を適用せず、従来どおりの管理を行う。

## １－２－４　ＩＣＴ地盤改良機械の機能確認

ＩＣＴ地盤改良機械は以下の機能を有するものとし、機械の開発会社や各工法協会等が提示する機械の仕様を示す資料その他によって確認する。

1）撹拌装置位置データによる撹拌判定・表示機能

・施工完了の判定を以下の基準に従って行える機能。
各改良箇所において、施工開始時の杭芯位置と、設計上の杭芯位置とのずれがｘ，ｙ各成分について杭径Ｄの８分の１（Ｄ／８）以内であり、かつ設計上の深度（又は最深部の標高）以深に撹拌翼先端が達した場合、当該改良体を施工済みと判定する。ただし、着底管理の場合は、従来どおりの着底判断基準を用いる。

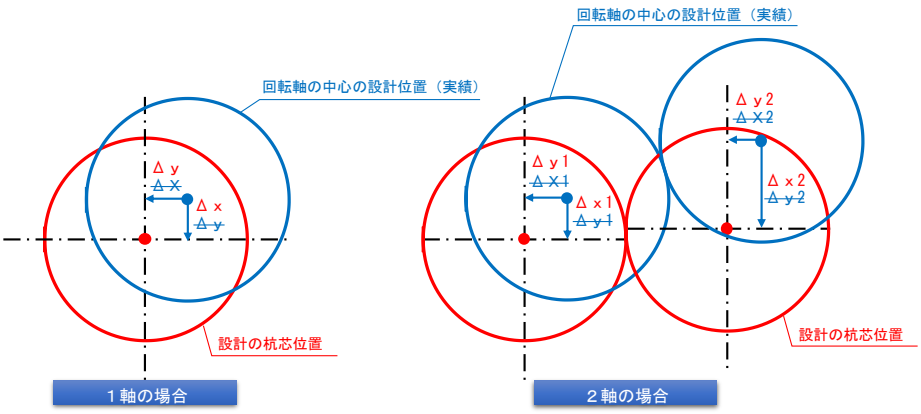
・施工済み範囲の表示方法：平面図上に図示した改良範囲に改良完了を示し、着色して表示できる機能。

・複数の回転軸がある場合、各回転軸の中心で設計の杭芯位置（ｘ，ｙ）に対する差（Δｘ，Δｙ）を管理できる機能。

・以下の数値を改良体の天端高として自動記録又はオペレータの操作により cm 単位で記録する機能。

①貫入吐出の工法の場合：撹拌装置貫入時、空打ち部を経てスラリー吐出を伴う攪拌混合を開始する時点の吐出口の深度（Ｈ）又は標高（ｚ）

②引抜き吐出の工法の場合：改良体天端付近でスラリー吐出を伴う攪拌混合を終了する時点の吐出口の深度（Ｈ）又は標高（ｚ）




2）改良材吐出量等計測・表示機能

・改良体ごとに累積又は深度１ｍ当りの改良材吐出量及び攪拌回数を車載モニターに表示するとともに記録する機能。

3）杭径設定機能

・使用する撹拌装置の径に応じて『撹拌装置の有効な撹拌範囲』を任意に設定できる機能。

4）施工完了範囲の判定・表示機能

・受注者が定める施工管理値（改良材吐出量・撹拌回数等）を施工中リアルタイムで車載モニターに表示し、これをオペレータが確認しながら施工できる機能。モニターへの表示方法については受注者の任意とする。

5）出来形管理資料作成機能

・ＩＣＴ地盤改良機械より取得する施工履歴データを用いて、出来形管理資料を作成する機能。

【解説】

使用するＩＣＴ地盤改良機械は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ等によって取得した施工開始時の撹拌装置の回転軸中心の平面位置（ｘ，ｙ）と深度計等で計測する施工基面からの深さ（H）（又は標高（ｚ））を使って撹拌装置の位置を出来形として記録する機能を持つものとする。また、このデータとは別に、改良体ごとの施工管理データを画面表示・記録する機能を持つものとする。

現場に導入するシステムが、このような機能を持っていることを事前に確認する。

## １－２－５　ＩＣＴ地盤改良機械の設定

**当該現場の条件に応じたＩＣＴ地盤改良機械の設定を行い、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ等で取得した撹拌装置の位置をもとに地盤改良を正しく行うために以下の項目について設定を行う。**

**1）施工箇所の設定**

**2）施工管理値の設定**

**3）撹拌装置の径の設定**

【解説】

**1）施工箇所の設定**

ＩＣＴ地盤改良機械に地盤改良設計データを入力し、改良体の配置と改良体番号が車載モニターに正しく平面図表示されていることを確認するとともに、改良体番号で指定した任意の改良体が、平面図上の正しい位置に表示されることを確認する。

**2）施工管理値の設定**

所要の撹拌回数及び改良材吐出量は、受注者の提案する管理値を監督職員の承諾のもと設定する。

**3）撹拌装置の径の設定**

使用する撹拌装置の径を実測し、ＩＣＴ地盤改良機械に入力する。

## １－２－６　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

ＩＣＴ地盤改良機械本体の機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）撹拌装置の精度確認試験計画

撹拌装置の位置測定精度の確認と確保を目的とした撹拌装置の精度確認試験の計画について示す。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）の適用工種に該当する工種を記載する。

2）適用区域

平面図上に当該工事の施工範囲を示すとともに、本管理要領（案）により施工管理を行う範囲を平面図上に明記する。

3）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、施工履歴データを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理されたＩＣＴ地盤改良機械を利用する必要がある。受注者は、施工計画書に使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

5）撹拌装置の精度確認試験計画

精度確認については、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 8-2)」を参照し実施の上、その記録を提出する。

《出来形計測》

受注者は、施工着手前にＩＣＴ地盤改良機械のキャリブレーションを行うとともに、施工後、施工履歴データにより出来形を把握する。

1）撹拌装置位置データ計測器のキャリブレーション

受注者は撹拌装置位置データの計測器のキャリブレーションを施工着手までに行う。

2）ＧＮＳＳ等の設置

ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いてＩＣＴ地盤改良機械の測位を行う場合は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局を工事基準点に設置する。ネットワーク型ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いる場合は、この作業は不要である。ＴＳ等光波方式を用いてＩＣＴ地盤改良機械の測位を行う場合は、工事基準点を用いて器械設置を行う。

3）事前の測定精度確認

作業装置位置の測定精度を確保するため、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、施工着手前に精度確認試験を行う。

4）地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション

現場ごとに１回、試験杭又は最初に施工する改良体において、ＩＣＴ地盤改良機が計測する深度と、残尺計測による深度との差が±100㎜以内となるように、深度計のキャリブレーションを行う。

【解説】

1）キャリブレーション

受注者は施工着手までに撹拌装置位置データの計測器のキャリブレーションを行い精度を担保する。キャリブレーション実施方法は、受注者や工法協会等が定めたキャリブレーション実施方法を監督職員の承諾を得た上で採用する。

2）ＧＮＳＳ等の設置

ＩＣＴ地盤改良機械を構成する機器にＲＴＫ－ＧＮＳＳを含む場合には、施工着手までにＲＴＫ－ＧＮＳＳ基準局を設置する必要がある。

ネットワーク型ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いる場合は、この作業は不要である。

なお、施工履歴データとして記録する撹拌装置の位置は、平面位置（ｘ，ｙ）については監督職員に指示を受けた基準点と同じ座標系にて記録することとし、深度方向の位置については、施工基面からの深度（H）、又は標高（ｚ）のいずれかを記録することとする。

3）事前の測定精度確認

ＩＣＴ地盤改良機械を用いた施工に着手する前に、「参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（様式 8-2)」に従い現場において精度確認試験を実施し、結果を提出する。

4）地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション

本管理要領（案）の「第４章　１－２－３　計測性能及び精度管理」に従い、事前に１ｍ程度の長さで深度計キャリブレーションを実施し、実測値と計器値を校正しているが、撹拌装置の貫入が深くなると、実測値と計器値の誤差が生じる可能性があるため、改めて地中貫入を行って実測値と計器値を合わせる必要がある。そこで、ＩＣＴ地盤改良機械が計測し、車載モニターに表示するとともに、出来形管理資料作成のために記録する撹拌装置の深さ計測値と、残尺計測による深さ計測値との差が±100㎜以内となるように、深度計のキャリブレーションを

行う。地中貫入を行ってのキャリブレーションは、現場ごとに１回、試験杭又ははじめに施工する改良体の施工において実施する。

キャリブレーション完了後、ＩＣＴ地盤改良機械が計測する深度と残尺計測による深度の確認結果を様式 8-3 で作成・提出する。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

出来形管理基準及び規格値は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、本管理要領（案）による管理の場合は、全体改良範囲図及び杭芯位置管理表を用いて杭芯位置Δｘ、Δｙ、基準高ΔＨ（又はΔｚ）、杭径Ｄを確認することとし、実測は不要である。改良長については、着底管理を求められない現場については全体改良平面図で改良範囲全体の施工完了を示す着色がなされていることの確認をもって、改良長Ｌの確認に代える。着底管理を求められる現場については、施工管理データ帳票にて現場ごとに試験施工等により定めた着底判定基準を満足していることを確認する。

# 第６章　出来形管理写真基準

**本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。**

**1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）**

**本管理要領（案）を用いた出来形管理及び出来形管理資料作成を行う場合、「写真管理基準（案）」の出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。**

【解説】

本管理要領（案）を用いた施工及び出来形管理を行い、かつ「第３章　５－１－３　出来形管理資料の作成」に示す出来形管理資料を提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

［本管理要領（案）の適用によって省略する出来形管理に関わる写真管理項目］

①施工前

・施工前の杭芯出し状況及び完了状況

②施工中

・施工サイクル写真（マシンセット状況写真、掘削状況写真、掘削完了残尺写真、引き抜き状況写真、造成完了写真、マシン移動状況写真）

③施工後

・掘起しによる杭頭確認状況

（標尺などを設置した杭径、杭間距離の計測写真）

# 第７章　電子成果品の作成規定

**本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。**
**・地盤改良設計データ（CSV ファイル）**
**・出来形管理資料（PDF ファイル）**
**電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。**
**格納するファイル名は、計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。**

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに工種（スラリー撹拌工）を示した「ＳＬ（スラリー撹拌工)」のサブフォルダを作成する。

②　①の下層に計測機器の名称（施工履歴データ）を示した「ＣＭＲ」のサブフォルダを作成し格納する。フォルダ構成例を図８－７に示す。

③格納するファイル名は、表８－５に示す命名規則に従うこと。

④設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、地盤改良設計データを変更するが、当初の地盤改良設計データと、変更後の地盤改良設計データを全て納品すること。その場合、当初の設計データのファイルネームは、表８－５に示す改訂履歴の欄を“0”とする。また、設計データ変更ごとに作成される設計データのファイルネームは、改訂履歴の欄を変更設計データの作成順に“Ａ”、“Ｂ”、“Ｃ”…“Ｚ”とする。

⑤整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は 0 でよい。

**2）地盤改良設計データについて**

地盤改良設計データのデータ形式は、各社独自のデータ形式を用いてもよいが、電子成果物として納品する時は、監督職員が可読であるＣＳＶファイル形式にて納品するか、その他の形式で納品する場合は、データを読むためのソフトとともに提出すること。ＣＳＶファイル等には最上行にデータ項目名を明示すること。

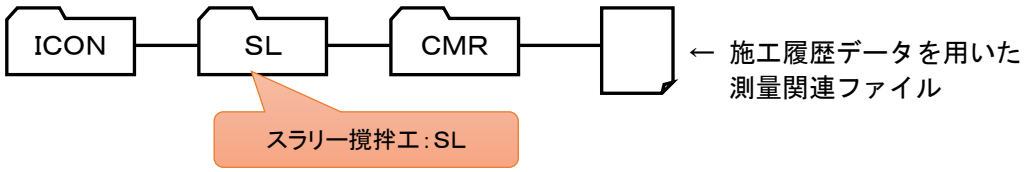



図８－７　フォルダ構成例

表８－５　施工履歴データによる計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CMR | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・地盤改良設計データ（CSV ファイル）<br>（他形式で納品する場合はデータを読むためのソフトも提出する） | CMR0DR001A.拡張子 |
| CMR | 0 | GR | 001～ | － | ・出来形管理資料（PDF ファイル） | CMR0GR001.拡張子 |

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| 施工履歴データ | 参考資料-2　地盤改良設計データチェックシート<br>参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書<br>参考資料-4　地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版」((財)土木研究センター)
8)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（固結工（スラリー撹拌工）編)（案)」
（国土交通省）

## 参考資料-2　地盤改良設計データチェックシート

（様式 8-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# 地盤改良設計データチェックシート

| 項目 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|
| 1）平面図 | ・杭芯位置（x 座標, y 座標）（撹拌装置が多軸の場合は複数）は正しいか？ | |
| 2）断面図 | ・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度・改良体底面部の標高又は計画深度は正しいか？<br>・施工基面の標高は正しいか？ | |
| 3）杭径D | ・設計データに入力した杭径Dは、設計撹拌径と合致しているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

# 参考資料-3　施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

## 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

### １．実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、ＩＣＴ地盤改良機械による撹拌装置の位置計測精度を確認する精度確認試験を実施する。また、撹拌翼の径が設計の杭径以上であることを実測により確認する。この試験は施工着手前に、工事ごとに１回実施する。

### ２．実施方法

#### ２．１　位置測定精度の確認

地盤改良の着工前に、撹拌装置の位置計測についてのキャリブレーションが完了したＩＣＴ地盤改良機械を用い、撹拌装置位置データの測定精度を試験杭（施工初回の杭）のみ確認する。なお、スラリー撹拌工の施工期間が６か月を超える場合は、確認頻度を別途協議する。確認は以下の（1）、（2）のいずれかの方法によって行う。精度確認結果は、様式 8-2 に従って記録する。

（１）ｘ，ｙ座標の精度をＴＳ等光波方式で確認し、深度計等で計測される施工基面からの深さＨの精度をレベル等で確認する方法

①ｘ，ｙ座標の確認

・施工に使用するＩＣＴ地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
・設計の杭芯位置にＴＳ等で目串等のポイントを設置する。
・ガイダンス機能を用いて撹拌装置先端の中心を設計の杭芯位置に合わせる。
・目串等の位置と攪拌装置の中心軸とのｘ，ｙの各成分の差が±100㎜ 以内であることを確認する。

②施工基面からの深さ（H）または　標高（ｚ）　をレベル等で確認

ⅰ）ＩＣＴで撹拌装置の標高（ｚ）を計測している場合

・撹拌装置軌跡データと計測している点のｚ座標をＴＳ等光波方式又はレベル又は標尺と水準器等を用いて計測する。
・計測と同時にＩＣＴ地盤改良機械の車載モニターに表示される撹拌装置のｚ座標を記録する。
・両者の撹拌装置の標高（ｚ）を比較し、差が±100㎜ 以内であることを確認する。

ⅱ）撹拌装置を０セットした高さからの深度（H）を計測している場合

・撹拌装置を任意の高さに静置する。その際、撹拌装置は鉛直に立てる。
・撹拌装置の高さ計測値を車載モニター上で０セットすると同時に、撹拌装置の高さをＴＳ等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器で計測する（計測に用いるベンチマークのｚ座標は公共座標系である必要はなく、本精度確認のために仮に設置した高さの基準を用いてよい）。また、撹拌装置のどこを計測箇所として選ぶかについても任意であり、部材のジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい）。
・撹拌翼を高さ方向に１ｍ以上動かす。この時、撹拌翼をとりつけた状態では１ｍ以上の動作が困難である場合は、撹拌翼を取り外した状態で行ってもよい。

・車載モニターの表示から撹拌装置の高さ方向の移動量を記録する。
・撹拌翼の高さ方向の移動量をＴＳ等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器等を用いて計測する。
・両者を比較し、差が±50㎜ 以内であることを確認する。

・撹拌翼先端の中央のx, yをTS等光波方式で計測
・撹拌翼引き上げ前後のz又はHをレベルとICTで計測

・ΔX、ΔYが100㎜、ΔHが50㎜以内であれば合格

図８－８　位置測定精度の確認

（２）ｘ，ｙ，ｚ座標の精度をＴＳ等光波方式で確認する方法
・施工に使用するＩＣＴ地盤改良機械を現場内の平坦な場所に設置する。
・ＩＣＴ地盤改良機械の撹拌装置が届く範囲内の地面に目串等のポイントを設置する。
・撹拌装置先端の掘削中心点を、マーキングする。又は、攪拌装置軌跡データを計測している点を復元できるように逃げ点をマーキングする。
・マーキングした点又はマーキングを元に復元した攪拌装置軌跡データを計測している点のｘ，ｙ，ｚ座標をＴＳ等光波方式で計測するとともに、ＩＣＴ地盤改良装置の車載モニターに表示される撹拌装置の３次元座標（ｘ，ｙ，ｚ）を記録する。
・ＴＳ等光波方式で計測したｘ，ｙ，ｚ座標と車載モニターに表示されたｘ，ｙ，ｚ座標とを比較し、ｘ，ｙ各成分の差が±100㎜ 以内であることと、ｚ成分の差が±50㎜ 以内であることを確認する。

２．２　撹拌翼の径の確認

撹拌翼の径φを実測し、設計杭径Ｄ以上であることを確認する。確認結果は様式 8-2 に従って記録する。

３．評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表８－６　位置測定精度の確認についての確認基準

| 試験モード | 確認基準 | 備　考 |
|---|---|---|
| | | |
| （１）ｘ，ｙ座標の精度をＴＳ等光波方式で確認し、施工基面からの深度さ(H)又は標高(ｚ)をレベル等で確認する方法 | ・平面座標（ｘ，ｙ）の各成分の較差：±100㎜以内<br>・０セットした位置からの高さ方向の移動量（H）又はｚ成分の較差：±50㎜以内 | 工事ごとに１回実施 |
| （２）ｘ，ｙ，ｚ座標の精度を確認する方法 | ・平面座標（ｘ，ｙ）の各成分の較差：±100㎜以内<br>・ｚ成分の較差：±50㎜以内 | 〃 |

※（1）又は（2）のいずれかの方法で確認する

表８－７　撹拌翼の径の確認についての確認基準

| 確認基準 | 備　考 |
|---|---|
| 撹拌翼の径φが設計の杭径Ｄ以上（Ｄ≦φ） | 工事ごとに１回実施 |

４．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）の様式 8-2 に、撹拌装置位置の測定精度に関する記録シートを示す。

（様式 8-2）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）施工履歴
精度　太郎　印

（１）試験概要

| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：SR420<br>測定装置の製造番号：SN00022 | 写真<br> |
| 検証機器（検測点を計測する測定機器）<br>ＴＳ等光波方式：２級ＴＳ　ＧＰＴ○○○○ | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　○○℃<br>測定場所：（株）施工履歴<br>現場内にて | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>・ｘ，ｙの精度をＴＳ等光波方式で、Ｈをレベルで確認する方法 | |

（２）精度確認試験結果（水平及び鉛直方向）

①施工履歴データの取得による確認

②ＴＳ等光波方式による検査点の確認

③差の確認

施工履歴データによる計測座標等 － ＴＳ等光波方式による計測座標

| 実施箇所 | Δｘ<br>（ｘ成分の較差） | Δｙ<br>（ｙ成分の較差） | ΔＨ（０セットした位置からの高さ方向の移動量Ｈの較差）<br>又は<br>Δｚ（ｚ成分の較差） |
|---|---|---|---|
| No.○○ | 23mm | 43mm | 15mm |
| 基準 | ±100mm 以内 | | ±50mm 以内 |
| 合否 | 合　格 | | |

（３）撹拌翼の径の確認

①撹拌翼の径の確認

②設計杭径との比較

| | |
|---|---|
| 撹拌翼の径 $\phi$ | 1610㎜ |
| 設計杭径D | 1600㎜ |
| 基　準 | D≦ $\phi$ |
| 合　否 | 合格 |

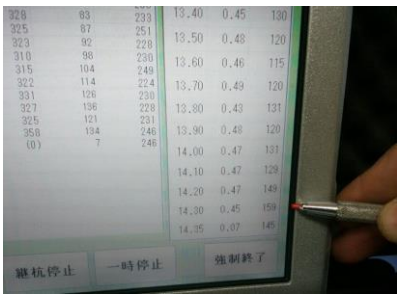
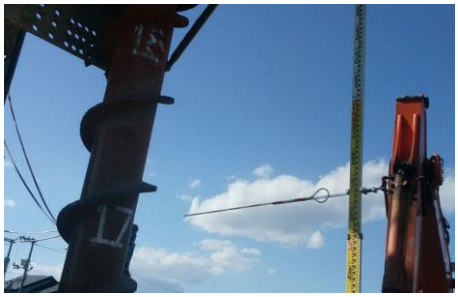
**参考資料-4　地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書**

**（様式 8-3）**

# 地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
確　認　者：(株) 施工履歴
精度　太郎　印

深さ計測値の確認結果

<table>
<tr><td colspan="3">①ＩＣＴ地盤改良機による深さ計測値の確認</td></tr>
<tr><td>（A）深さ<br>（貫入長）</td><td>14.35m</td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">②残尺計測による深さの確認</td></tr>
<tr><td>ロッド長</td><td>17.00m</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>残　尺</td><td>2.65m</td></tr>
<tr><td>（B）深さ<br>（ロッド長-残尺）</td><td>14.35m</td></tr>
<tr><td colspan="3">差の確認</td></tr>
<tr><td colspan="3">（A）ＩＣＴによる深さ計測値 －（B）残尺計測による深さ<br><table><tr><td>実施箇所</td><td>測点 No.2＋15 付近</td></tr><tr><td>改良体番号</td><td>A－1</td></tr><tr><td>（A）－（B）</td><td>14.35m － 14.35m ＝ 0m</td></tr><tr><td>基　準</td><td>±100mm 以内</td></tr><tr><td>合　否</td><td>合　格</td></tr></table></td></tr>
</table>

# 第９編　法面工編　目次


**第９編 法面工編** ..... **９-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... ９-1

第２章 適用の範囲 ..... ９-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... ９-6

第１節 施工計画書 ..... ９-6

第２節 工事基準点の設置 ..... ９-8

第３節 工事測量（起工測量） ..... ９-9

第４節 ３次元設計データ ..... ９-10

４－１ ３次元設計データ作成 ..... ９-10

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... ９-10

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... ９-12

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... ９-13

第５節 出来形管理 ..... ９-15

５－１ 出来形管理 ..... ９-15

５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... ９-15

５－１－２ 出来形計測 ..... ９-16

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... ９-17

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... ９-18

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... ９-19

第１節 計測技術 ..... ９-19

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... ９-19

１－１－１ 機器構成 ..... ９-19

１－２ ３次元計測技術 ..... ９-20

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... ９-20

１－２－２ 機器構成 ..... ９-22

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... ９-23

１－２－４ 出来形計測 ..... ９-24

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... ９-27

第６章 数量算出 ..... ９-28

第７章 出来形管理写真基準 ..... ９-29

第８章 電子成果品の作成規定 ..... ９-30

**■ 参考資料・様式** ..... **９-33**

参考資料-1 ３次元設計データチェックシート ..... ９-34

参考資料-2 法枠工における出来形算出ガイド ..... ９-35

参考資料-3 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド ..... ９-38

# 第９編　法面工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

**本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。**

**1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）**

**2)「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」（国土交通省各地方整備局）**

**3)「写真管理基準(案)」（国土交通省各地方整備局）**

**4)「土木工事数量算出要領(案)」（国土交通省各地方整備局）**

**5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）**

**6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）**

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なります。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」、「写真管理基準（案)」及び「土木工事数量算出要領（案)」で定められている基準に基づき３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定める出来形の測定項目の実測値を算出する出来形計測作業に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）の適用工種及び測定項目は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、下表のとおりである。

監督職員と協議の上実施してよい。

表９－１　適用工種（例）

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 一般施工 | 法面工 | 植生工、吹付工<br>（コンクリート）<br>（モルタル） | 法長<br>延長 | 厚さ |
| | | | 法枠工<br>（現場打法枠工）<br>（現場吹付法枠工） | 法長、幅、<br>高さ、延長<br>枠中心間隔 | |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

**2）適用する作業の範囲**

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、図９－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術を用いることで計測作業の効率化が期待できるほか、急傾斜地への立ち入りを抑制し計測作業の安全性向上も期待できる。

これらの用途以外への利用を妨げるものではないが、従来方法の方が効率的な場合もあるため、現場状況に応じて適切に選択されたい。

なお、当該項目において、関連施工にて実施される下記の項目については、関連施工での実施をもって代替することができる。

- 工事基準点の設置
- ３次元設計データの作成
- ３次元設計データチェックシートの作成

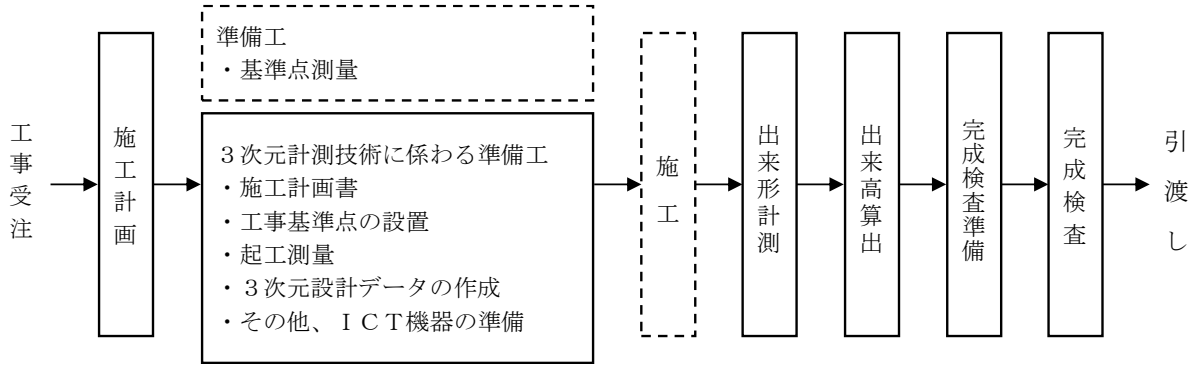



図９－１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

### 3）計測技術

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表９－２のようになる。

表９－２　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ、ノンプリズム方式ＴＳ | レーザースキャナー[地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型] |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | |
| 写真測量技術を用いるもの | | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | | 施工履歴データ、音響測深器 |

３次元計測技術は、本管理要領（案）で定める性能を有する下記の計測技術を対象とする。法面工に多点計測技術を用いる場合の要求精度は、「参考資料-2　法枠工における出来形算出ガイド　５．法枠工における計測時の要求精度について」を、ノンプリズムによる単点計測を用いる場合は、「参考資料-3　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド」を参照のこと。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### 4）測定項目

本管理要領（案）では、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた測定項目のうち幅、法長、延長など寸法で規定される項目を対象とする。ただし、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で計測方法が定められている項目（コア抜きあるいは削孔による厚さ計測等）は本管理要領（案）の対象外とする。

### 5）計測方法

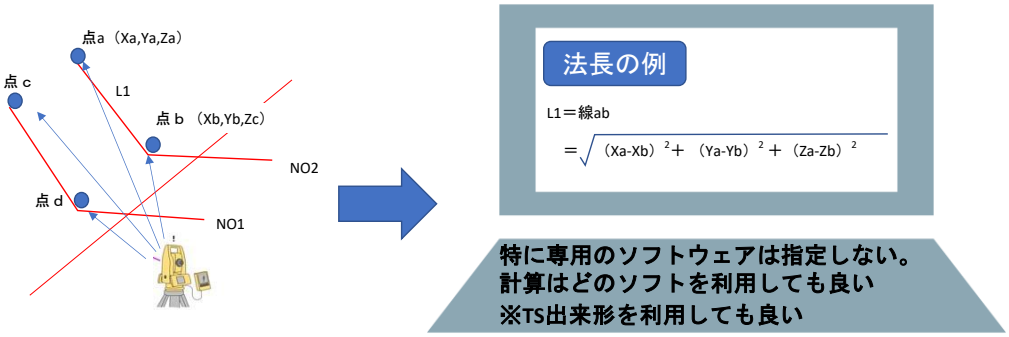
「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、幅、法長、延長、高さ、枠中心間隔、の出来形を対象に、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データか

ら以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、３次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

①出来形の計測値を算出するために用いる３次元座標データの取得方法

a）単点計測技術を用いる場合

管理対象として計測する断面あるいは測線上において、計測項目の端部等の３次元座標を計測し、座標値を取得する。




３次元計測（単点計測技術）　　法長の算出

図９－２　単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

b）多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から、計測する断面あるいは測線の±100㎜ の範囲内にある取得点群より任意に３次元座標を選択し、座標値を取得する。

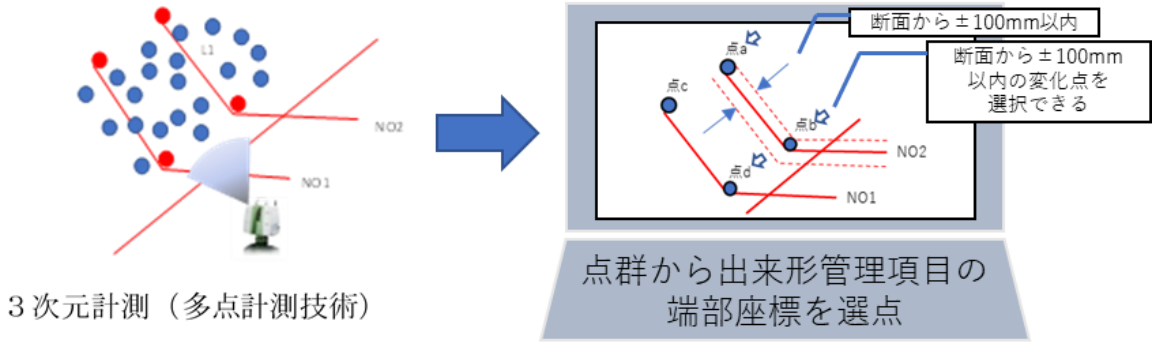



図９－３　多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

②幅の算出方法

計測すべき断面上又は測線上の幅を構成する、端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。幅を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを幅とする。

③法長の算出方法

計測すべき断面上又は測線上の法長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。法長を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを法長とする。

④延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

⑤高さを算出する方法

計測すべき高さの端部を構成する２箇所を計測し、計測した３次元座標間の法線方向に対する鉛直距離の差分を用いる。

⑥枠中心間隔を算出する方法

計測すべき枠の枠中心間隔を構成する２箇所を計測し、計測した３次元座標間の斜距離を用いる。

**6）延長計測に関する留意点**

３次元座標をもとにした延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

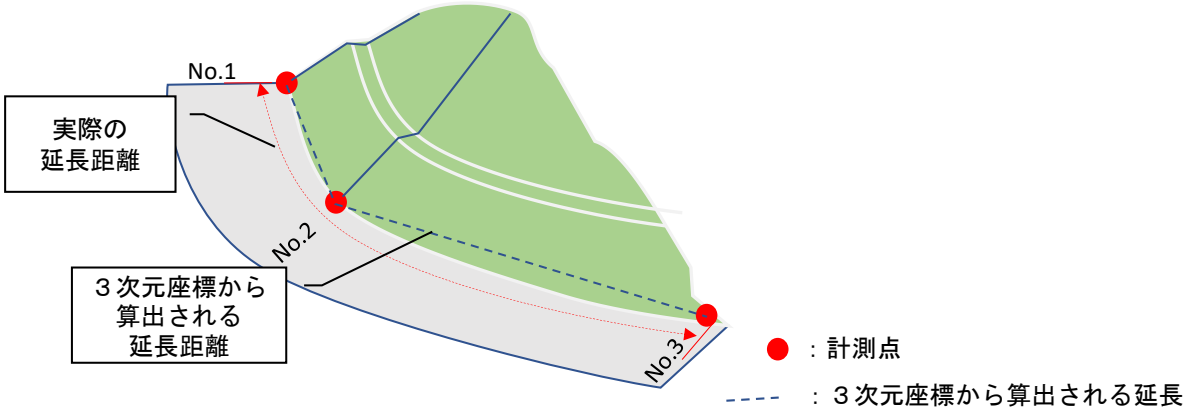



図９－４　延長計測の留意事項

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、「第４章　第１節　計測技術」で定める各技術における「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）

・地上型レーザースキャナー

・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**5）ソフトウェア**

受注者は、３次元設計データを作成するソフトウェアについて、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

**6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～5）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

## 第３節　工事測量（起工測量）

1）起工測量の実施

受注者は、設計照査のために、伐採後もしくは法面清掃後の地盤の地形測量を実施する。実施方法については下記を準用する。また、起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

【実施方法】

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

2）起工測量計測データの作成

受注者は、３次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。

【解説】

本管理要領（案）では、伐採後もしくは法面清掃後の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

1）起工測量の実施

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）起工測量計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする。計測方法については、「第２編　土工編　第３章　３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）」を参照されたい。

## 第４節　３次元設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

３次元座標を用いた出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心（法線）線形データ、横断形状データ、及び構造物の表面形状を表現する面データから構成される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

⑥ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３次元表示が確認できる機能。

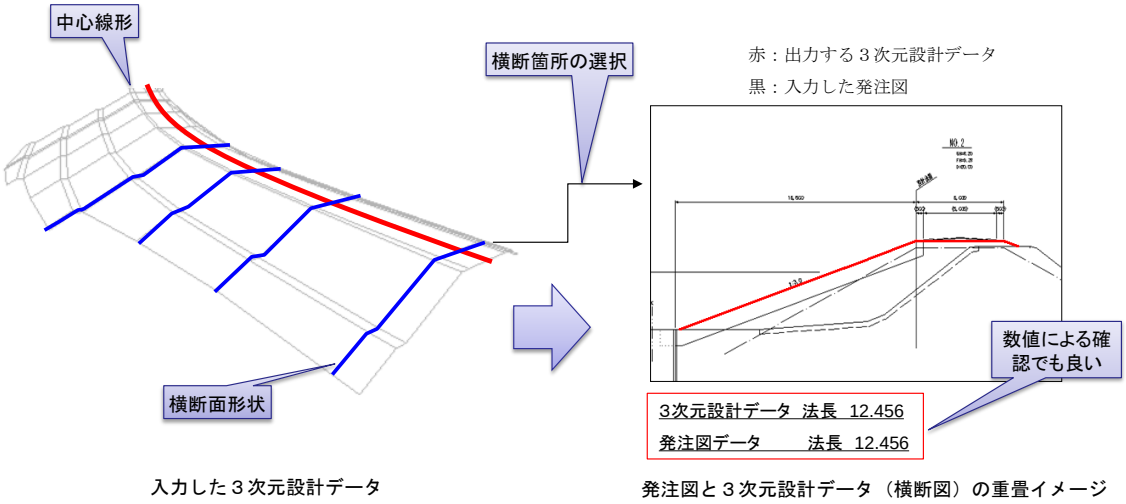



図９－５　３次元設計データと計測技術による出来形管理機器の構成例

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）②③④で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から構造物表面の面データを作成する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で作成した面データと 1）⑤で読み込んだ起工測量データに基づき、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）①で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 1）及び 3）～5）で読み込み・作成・変換した３次元設計データを構成要素ごとに出力する機能。なお、出力形式は、中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）及び横断形状データはＴＳ－ＸＭＬ形式又は LandXML 形式とし、面データは LandXML 形式又は使用するソフトウェアのオリジナルフォーマットとする。また、全ての構成要素を一つのファイルに出力してもよい。

（例：３次元設計データのうち、中心線形データ及び横断形状データを Alignments セクション、面データをＴＩＮセクションに記述し、一つの LandXML 形式ファイルで出力）

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形計測点との比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）３次元設計データの作成範囲

３次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、監督職員との協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

### 3）３次元設計データの要素データ作成

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って作成する。出来形横断面形状の作成は、３次元座標計測による出来形管理を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面）について作成する。ただし、自然法面や吹付け面などの場合は、出来形横断の詳細形状ではなく、出来形横断面の方向を示す形状を作成するだけでもよい。

３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

### 4）法枠工・植生工・吹付工における３次元設計データの扱いについて

現状、現地合わせによる施工を行っている法枠工・植生工・吹付工の３次元設計データを作成することが困難であるために、出来形計測時に用いる設計値は従来どおりとし、３次元設計データの作成は必須としない。

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート）（「参考資料-1　３次元設計データチェックシート（様式 9-1)」参照）を提出する。

また、受注者は、前述の資料のほか、３次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から３次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、確認できる資料を提示するものとする。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形形状の幅（小段幅も含む）、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、

設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

ただし、自然法面や吹付け面などの場合は、出来形横断の詳細形状（法面及び小段等）の作成及びチェックは不要とする。

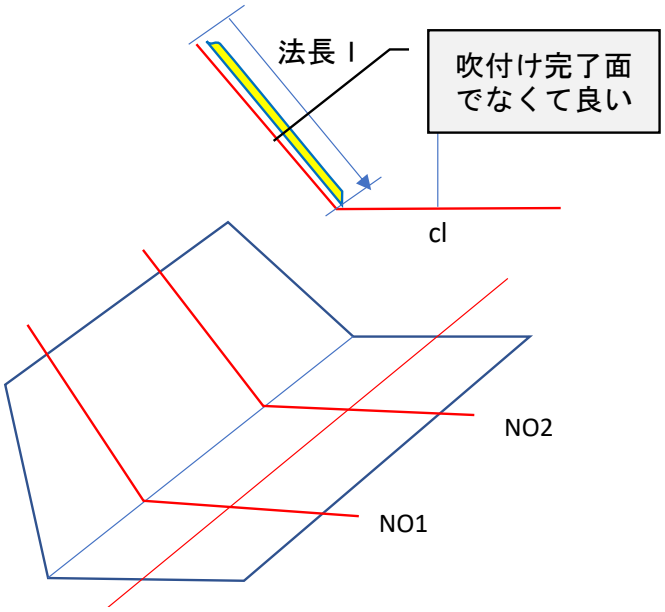



図９－６　作成する３次元設計データ
（※吹付け工では、基面の設計データでもよい）

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理

#### ５－１－１　出来形座標確認ソフトウェア

**出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき断面上にあることが確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～3)の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

ただし、本管理要領（案）「第２編　土工編　第３章　６－２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**1）３次元設計データを読み込む機能**

作成した３次元設計データを読込んで表示する機能を有すること。また、表示機能には３次元モデルとして回転、移動、拡大と縮小できる機能に加えて、平面図ビューを含むこととする。

**2）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（単点計測の出来形計測点あるいは多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**3）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能**

出来形計測点と３次元設計データを重ねて表示することで出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

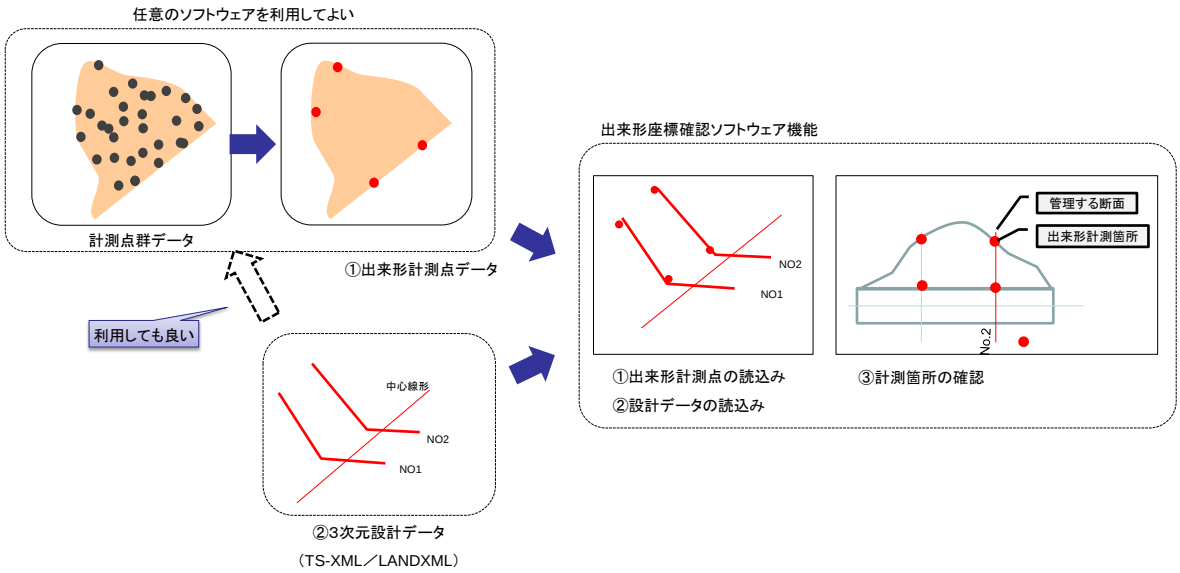



図９－７　出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

## ５－１－２　出来形計測

1）出来形計測の実施

受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）出来形評価用データ等の作成

受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第３章　５－１－３　出来形計測箇所」の手順を参照されたい。なお、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

1）出来形計測の実施

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）出来形評価用データ等の作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、出来形の算出用に選定（寸法値の対象となる端部の２点、基準高の対象となる点など）した出来形評価用データを作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

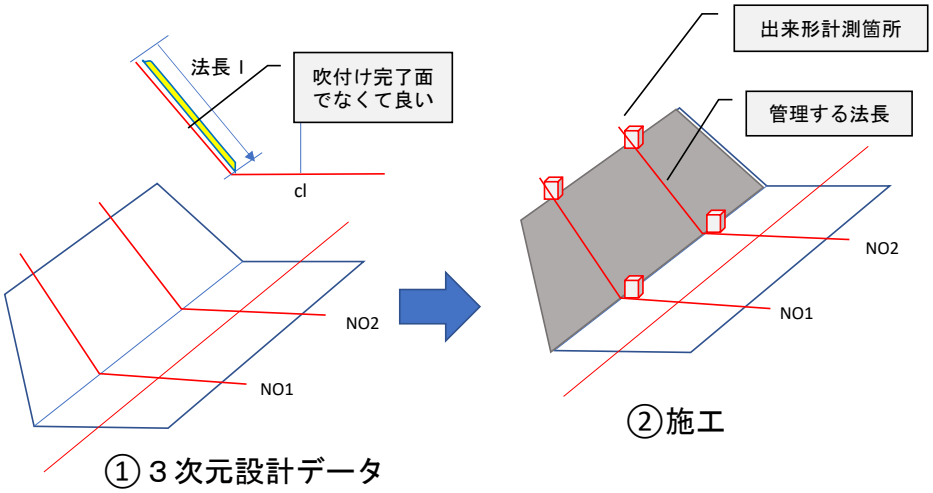
## ５－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値」で示すとおりとする。ただし、幅、法長、延長、高さの端部、枠中心間隔となる点を３次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。**

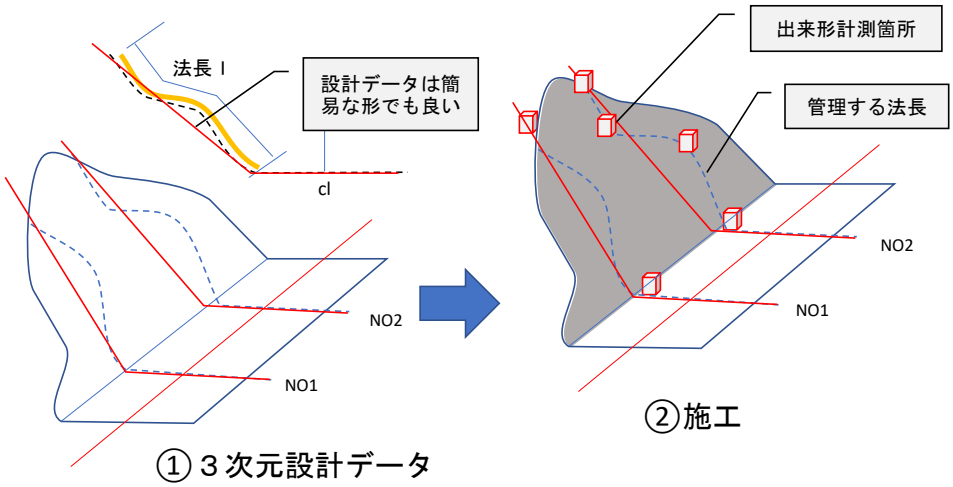
【解説】

図９－８に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

３次元座標から出来形を算出するソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、法枠工における幅、高さの算出方法については、「参考資料-2　法枠工における出来形算出ガイド」を参照のこと。




（切土法面の場合）




（自然法面などの凸凹があり設計形状を明確にできない場合）

図９－８　出来形計測箇所

## ５－１－４　出来形管理資料の作成

受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。

【解説】

### 1）出来形管理帳票

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

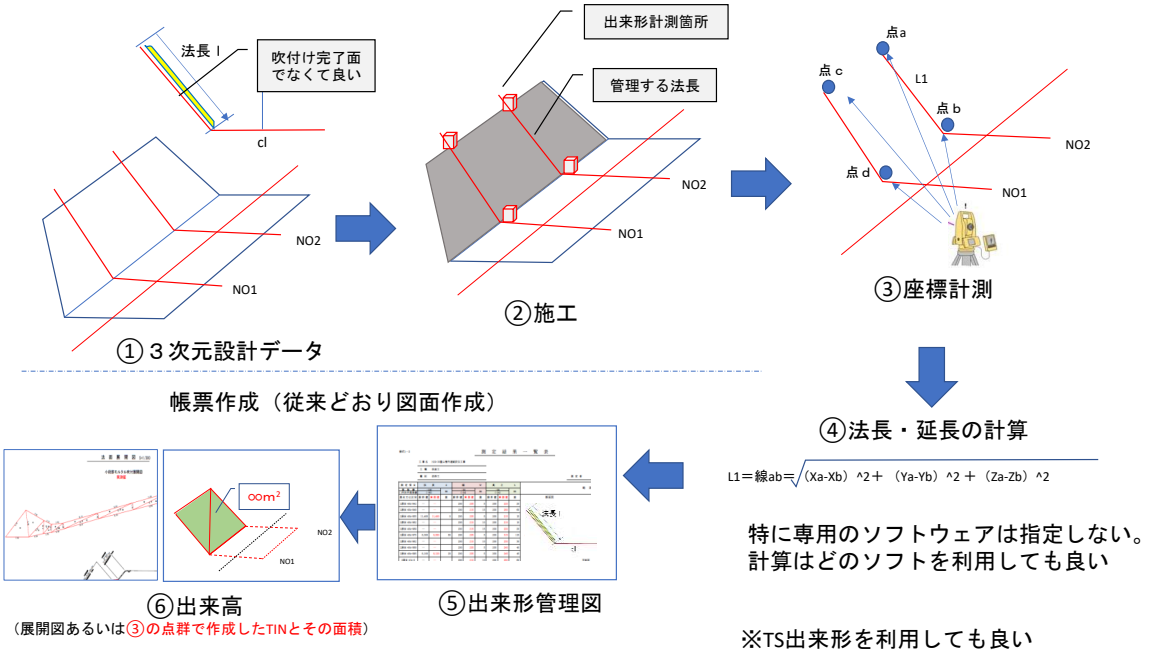



図９－９　出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

### 2）出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料を添付すること。３次元設計データに計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでもよい。

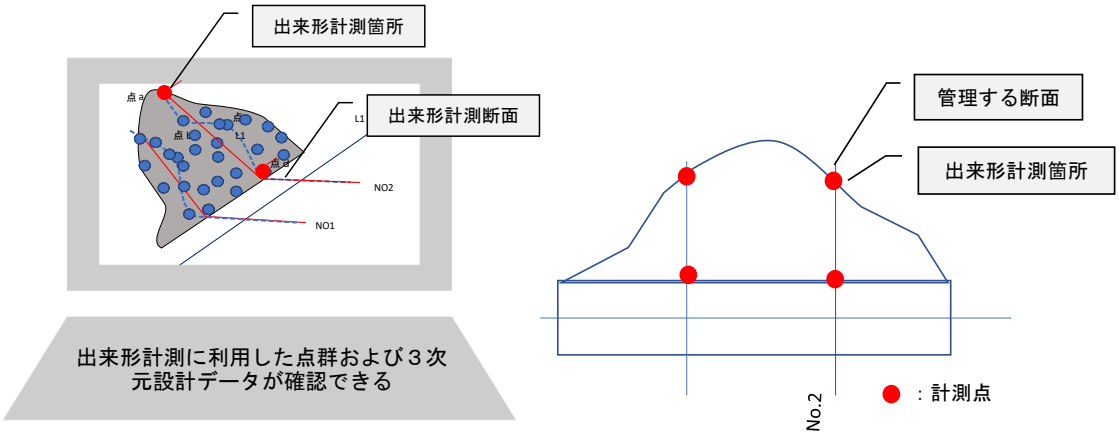



図９－１０　３次元での確認機能（左）と平面図での確認機能（右）

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を共通とする。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。

1）３次元設計データ作成ソフトウェア

2）出来形座標確認ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。また、「第２編　土工編　第３章　４-２　基本設計データ作成（断面管理の場合）」で規定する基本設計データ作成ソフトウェアを用いてもよい。

**2）出来形座標確認ソフトウェア**

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と３次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。

ただし、「第２編　土工編　第３章　６-２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**3）その他**

本管理要領（案）を用いて計測した３次元座標から幅、法長、延長を算出するソフトウェア及び出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。「第２編　土工編　第３章　６-２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成することもできる。

## １－２　３次元計測技術

### １－２－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ活用工事において、既存の出来形管理基準が適応しない工種において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から測定項目（幅、法長、延長）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

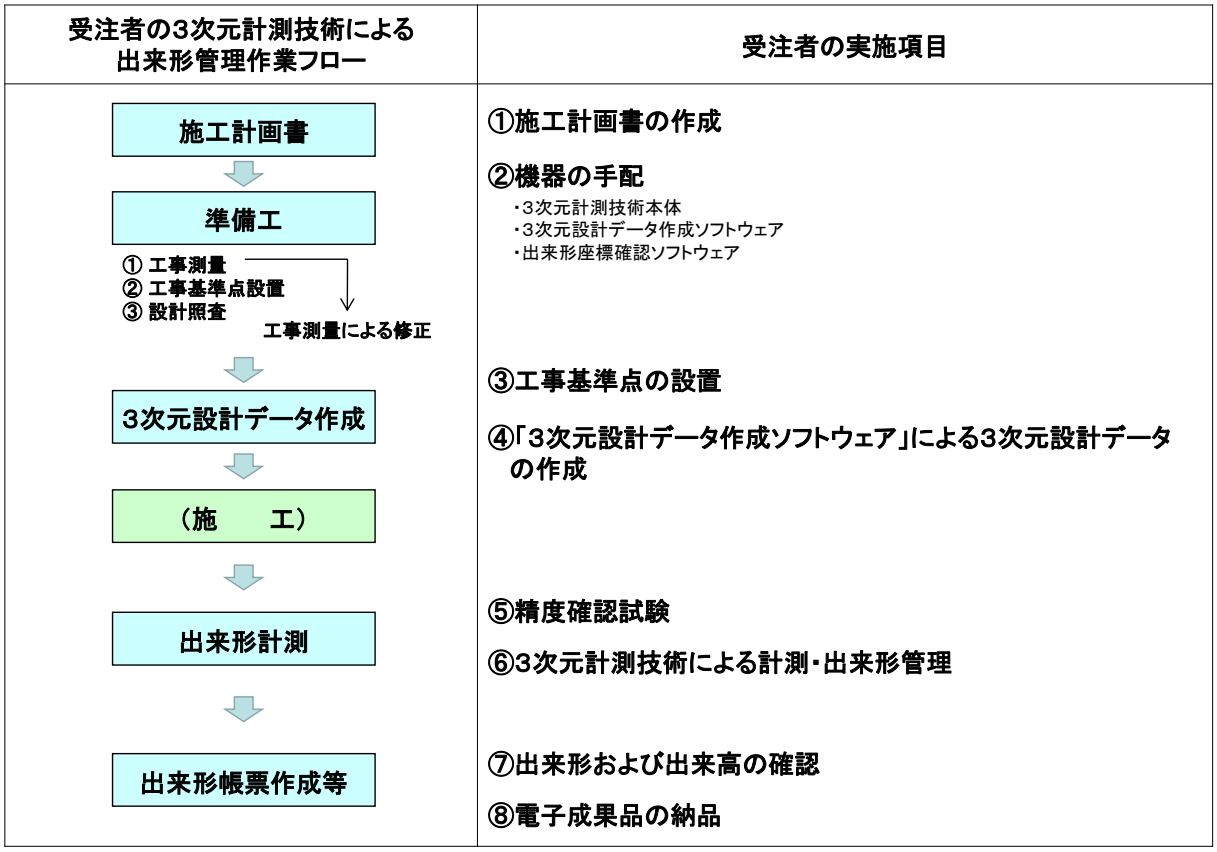



図９－１１　出来形管理の主な手順

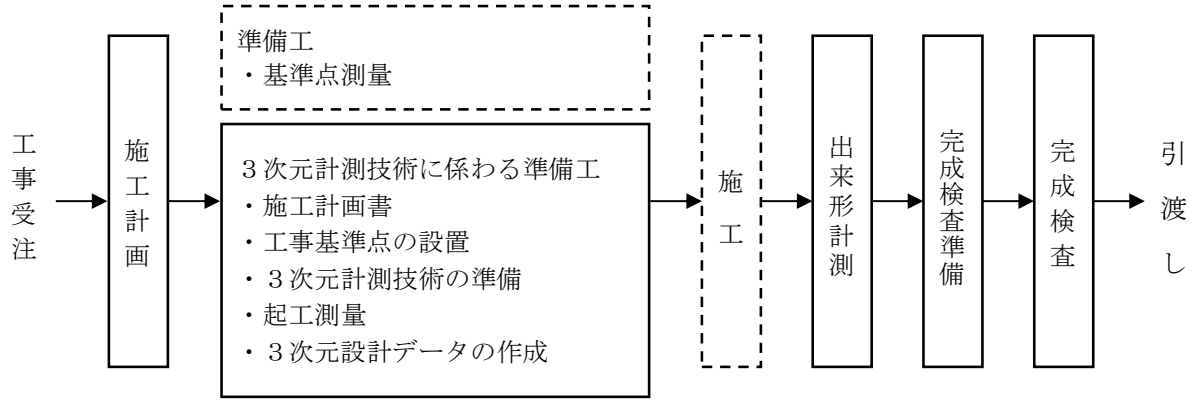



図９－１２　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）３次元計測技術本体**

【解説】

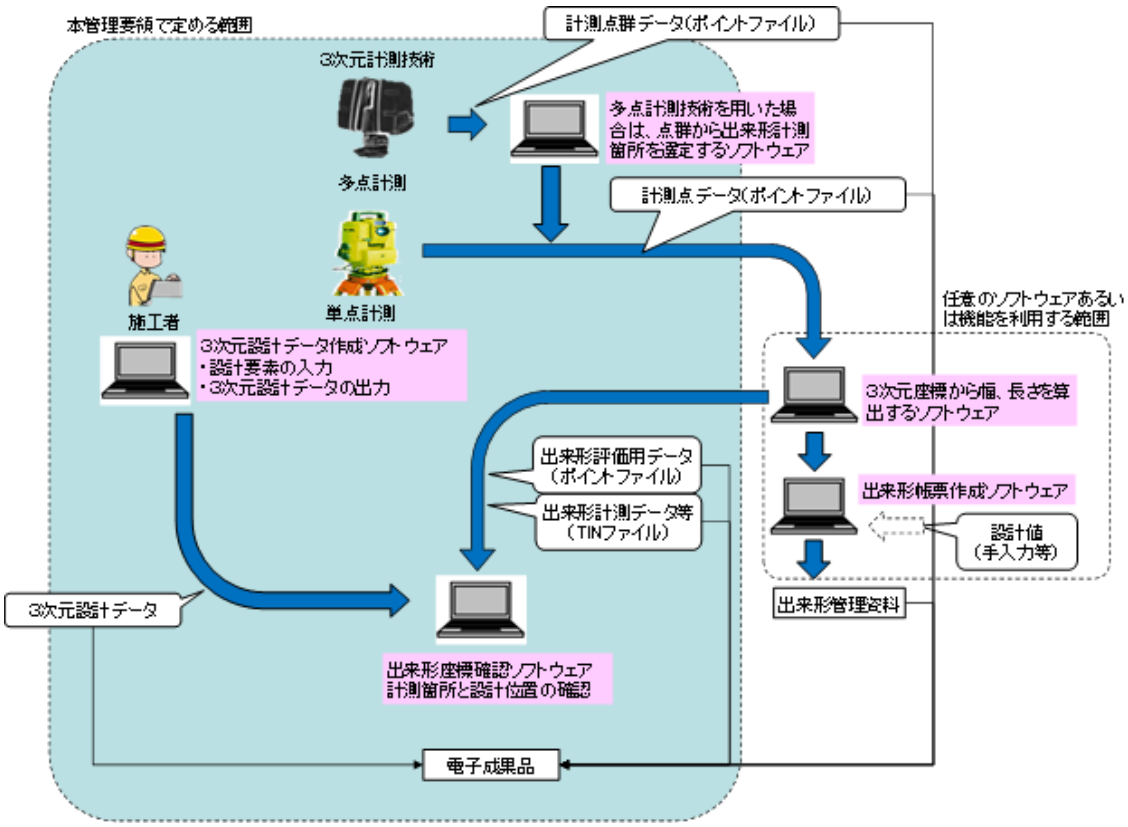
図９-１３に３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）３次元計測技術**

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ




※多点計測技術を利用する場合は、計測点群データから出来形計測に利用する点を選点し計測点データを生成する。
※計測点データのうち出来形評価用に用いたデータを納品する（計測点データと同一でもよい）。

図９-１３　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・TLS<br>・地上移動体搭載型LS<br>・無人航空機搭載型LS<br>・TS（ノンプリズム方式） | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量（多点計測技術）】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m メッシュ） |
| 出来形計測<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・TLS<br>・地上移動体搭載型LS<br>・無人航空機搭載型LS | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±30mm 以内<br>100mm の場合：±30mm 以内<br>30mm の場合：±10mm 以内 | 【出来形計測（多点計測技術）】<br>1 点以上/0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ） |
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>・TS（ノンプリズム方式） | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±20mm 以内<br>100mm の場合：±10mm 以内<br>50mm の場合：± 5mm 以内 | 【出来形計測（単点計測技術）】<br>― |

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>・TS等光波方式 | 公称測定精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D 値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$<br>例：計測距離 100m の場合は、±（5mm＋5×$10^{-6}$×100m）＝±5.5mm の誤差となる | 国土地理院で規定がない場合：<br>【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 |
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>・RTK－GNSS | 公称測定精度：±（20mm＋2×$10^{-6}$×D）<br>最小解析値　：1mm<br>例：計測距離 500m の場合は、±（20mm＋2×$10^{-6}$×500m）＝±21mm の誤差となる | 【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 |

【解説】

1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

2）計測性能及び精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術に該当する要領の規定に準じて、所定の計測性能及び適正な精度管理が行われていることを確認し、その記録について監督職員に提出する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）撮影計画

空中写真測量（ＵＡＶ）を実施する場合は、「第２編　土工編　第４章　１－２－５　出来形計測」を準用する。

鉛直下方を撮影する場合は、直線かつ等高度の撮影となるように計画する。

カメラを計測対象の斜面に正対させた斜め撮影の場合は、対地高度が所要の地上画素寸法を超えない範囲を保つように計画する。

対地高度は、必要な精度を確保できる地上画素寸法を確保できるよう、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求めるものとする。撮影高度は、鉛直下方を撮影する場合の対地高度には、撮影高度（ＵＡＶの飛行する高度）から撮影区域内の撮影基準面高を減じたものとする。また、カメラを計測対象の斜面（平均勾配としても良い）に正対させて斜め撮影する場合の対地高度は、被計測対象の法面法線方向との離隔とする。

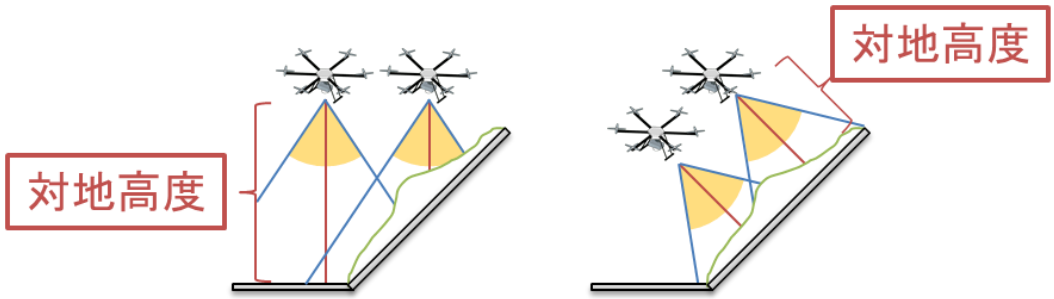



図９－１４　撮影方向による対地高度の違い

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

**2）適用区域**

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

**4）使用機器**

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**5）ソフトウェア**

受注者は３次元設計データを作成するソフトウェアについて、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

また、受注者は３次元座標確認ソフトウェアについて、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すカタログや仕様書を添付資料として提出する。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

**6）空中写真測量（ＵＡＶ）における留意点**

鉛直下方を撮影する方法では、高低差があり、等高度での一度の撮影では、モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合には、飛行を数回に分ける、カメラを計測対象の斜面に正対し撮影を行うなど適切な撮影方法を検討すること。

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる幅や法長、延長、高さの端部、枠中心間隔の３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術ごとに事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

**2）計測密度設定の留意点**

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる幅や長さ、延長、高さの端部、枠中心間隔において、0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。

**3）法枠工における留意点**

多点計測技術を用いた出来形計測においては、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所など）により対象構造物の全面を所定の密度で計測することが困難となる場合がある。このため、出来形の算出用に選点する箇所（寸法値の端部や基準高の管理箇所）以外については、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。

ただし、計測点群データを利用しない出来形管理箇所や項目については、従来どおりとする。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で定められたものとする。また、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で計測方法が定められている項目（コア抜きによる厚さ計測等）は本管理要領（案）の対象外とする。

# 第６章　数量算出

**受注者は本管理要領（案）で算出された出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて展開図を作成し、数量算出を行うことができる。**

**また、施工前あるいは事前の地形データが３次元座標等で計測されており、設計面積として３次元座標で構成される面の数量が契約条件として認められている場合は、３次元計測座標による出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いた出来形面による数量の算出を行うことができる。**

【解説】

受注者は、３次元計測座標を用いた出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて展開図を作成し、数量算出を行う。

ただし、施工前あるいは事前の地形データが３次元座標等で計測されており、設計数量が３次元座標で構成される面（ＴＩＮ）等の算出結果で認められている場合は、出来形計測結果等（起工測量結果を含む）においても同様に計測結果の３次元座標にＴＩＮを配置し、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式によりその面積を算出することができる。

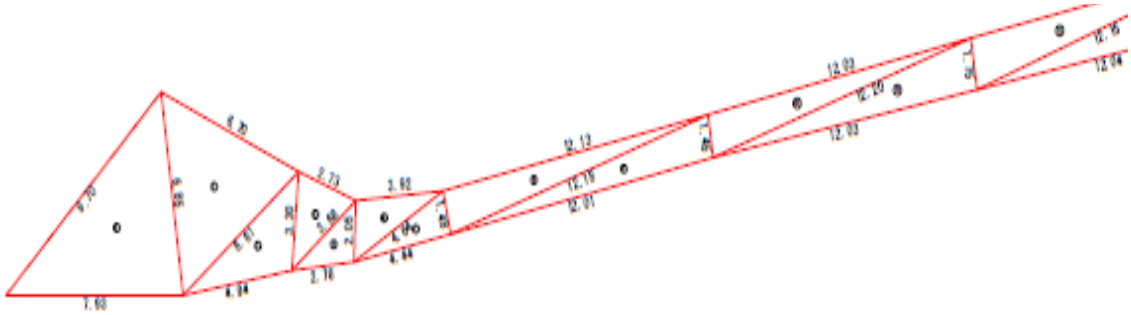


図９－１５　出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて展開図を作成した面積計算方法

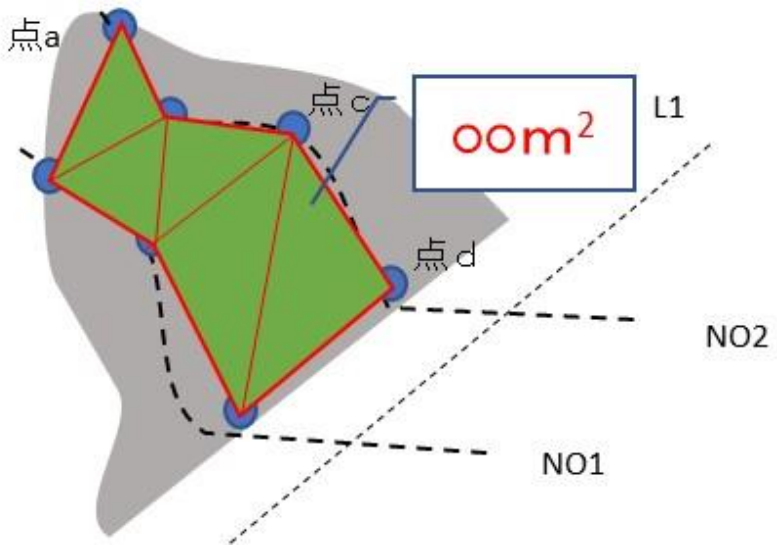



図９－１６　３次元座標を用いたＴＩＮによる面積計算方法

# 第７章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図９－１７に写真撮影例を示す。

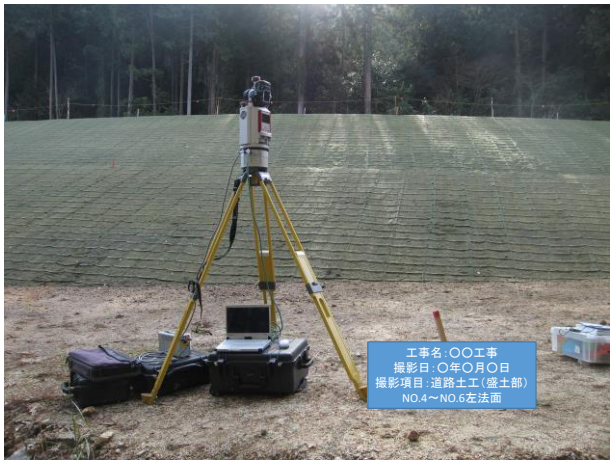



図９－１７　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・３次元設計データ※1（LandXML 又は TS-XML、オリジナルフォーマット等）
（※1 ３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、面データとする）
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）
・３次元計測技術による出来形評価用データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による出来形計測データ※2（LandXML 又は、オリジナルフォーマットのＴＩＮデータ）
・３次元計測技術による計測点群データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点及びデータ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。
※2 について、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。

②※法面工・吹付け工は「ＳＰ」、法枠工は「ＣＷ」とする。

③　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

④サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則を準用する。

⑤サブフォルダの名称は、表９－３に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

⑥格納するファイル名は、表９－３に示す命名規則に従うこと。

⑦設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑧整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑨出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

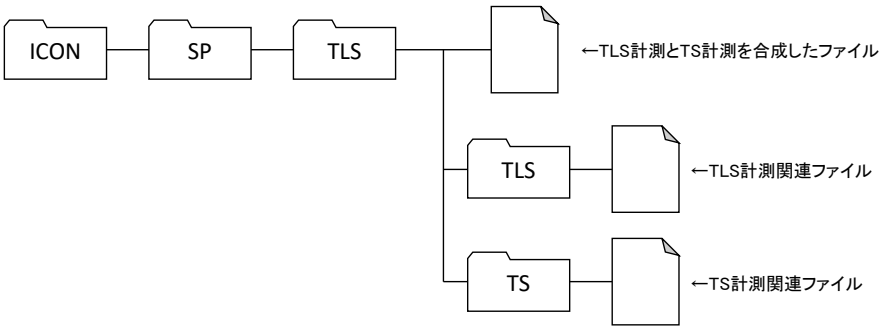



図９－１８　フォルダ構成例

表９－３　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | － | ・TLS による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | EG | 001～ | － | ・TLSによる起工測量計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TLS0EG001.拡張子 |
| TLS | 0 | AS | 001～ | － | ・TLS による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（TIN）） | TLS0AS001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | － | ・TLS による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TLS0PO001.拡張子 |

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でもよい。

**2）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院）」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院）」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn，xn，yn，zn，An

Idn：ID 番号（Id）

xn　：計測点座標値（x）・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

yn　：計測点座標値（y）・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

zn　：標高値（z）・・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

An　：地表面属性値（A）・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ３次元計測技術 | 参考資料-1　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br>参考資料-2　法枠工における出来形算出ガイド<br>参考資料-3　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド |

## 参考資料-1　３次元設計データチェックシート

（様式 9-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・幅、法長は正しいか？ | |
| ５）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～４）の幾何形状と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-2　法枠工における出来形算出ガイド

### 法枠工における出来形算出ガイド

法枠工にて３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

１．法枠工における多点計測技術を用いた場合の高さの算出方法

計測箇所の法枠に直交する測線から±50㎜ の範囲内で高さの端部を構成する２箇所を計測し、法枠に対する鉛直距離を算出する。

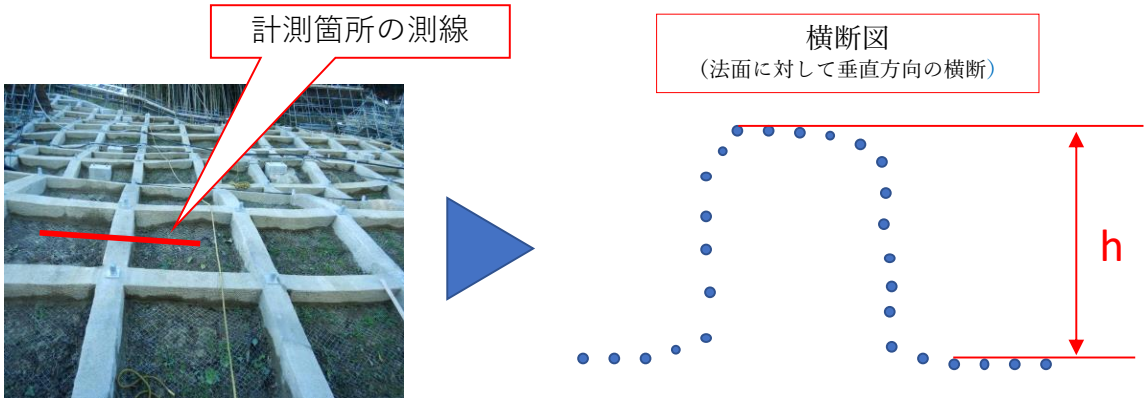



図９－１９　高さの算出方法

２．法枠工における多点計測技術を用いた場合の幅の算出方法

計測箇所の法枠に直交する測線から±50㎜ の範囲内で幅の端部を構成する２箇所を計測し、法枠に対する水平距離を算出する。

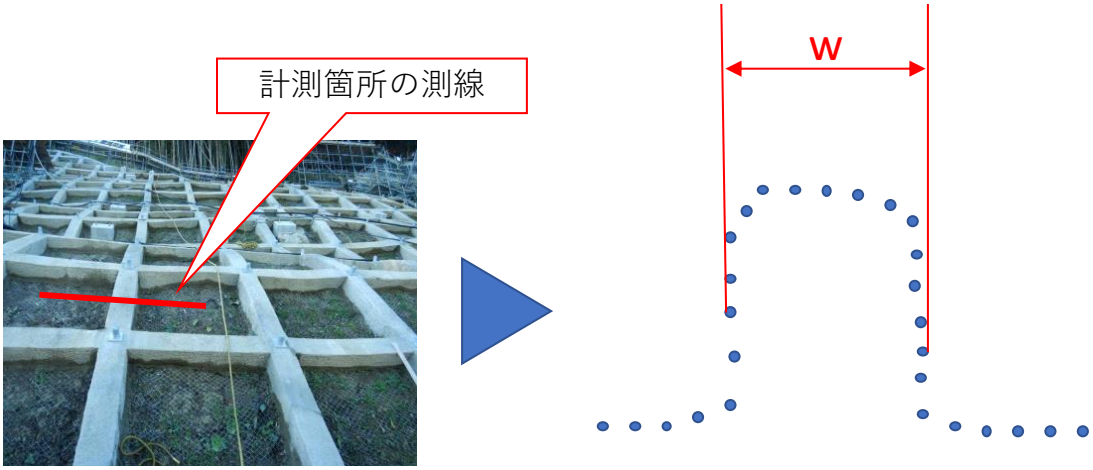



図９－２０　幅の算出方法

３．法枠工における多点計測技術を用いた場合の枠中心間隔の算出方法

計測箇所の端部を構成する２箇所を計測し、法枠に対する点間距離を算出する。

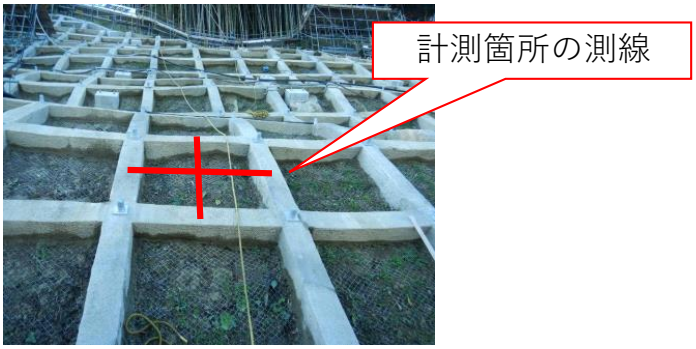



図９-２１　枠中心間隔の算出方法

４．法枠工における多点計測技術を用いた場合の法長、延長の算出方法

計測すべき測線上の法長もしくは延長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。２箇所以上の計測箇所を指定し分割もしくは、計測箇所２箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には、１辺の長さを枠中心間隔以上にし、３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

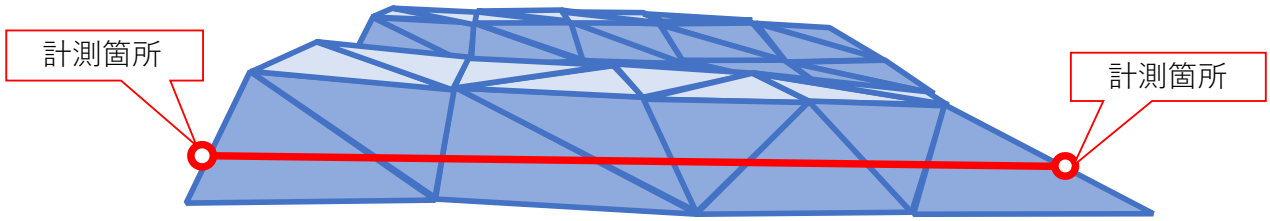



図９-２２　法長、延長の算出方法

５．法枠工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の２点間距離を計測するものとし、要求精度は以下の表９-４を、精度確認方法については表９-５を参照のこと。

表９-４　法枠工における計測時の要求精度

| 測定項目 | | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|
| 法長 ℓ | ℓ＜10m | －100mm | 30mm 以下 |
| | ℓ≧10m | －200mm | |
| 幅　w | | －30mm | 10mm 以下 |
| 高　さ　h | | －30mm | |
| 枠中心間隔　a | | ±100mm | 30mm 以下 |
| 延長　L | | －200mm | |

表９－５　法枠工における計測時の精度確認方法

| 計測技術 | | 事前確認試験 | 検証点 |
|---|---|---|---|
| 単点計測 | ＴＳ | 不要（級による）※1 | 不要　※1 |
| | ノンプリ | 必要 | 不要 |
| 多点計測技術 | ＴＬＳ、ＵＡＶ等 | 不要 | 必要 |

※1 検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

## 参考資料-3　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

法枠工、法面吹付け工にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、「ＴＳを用いた出来形管理要領」で利用する２級又は３級ＴＳと同等の計測性能を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、ＴＳによるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（ｘ，ｙ）、鉛直方向（ｚ）それぞれ以下の表の値となること。

表９－６　要求精度

| 規格値 | 要求精度 |
|---|---|
| 200㎜ | ±20㎜ |
| 100㎜ | ±10㎜ |
| 50㎜ | ±5㎜ |

# 第１０編　トンネル工編　目次


**第１０編 トンネル工編** ..... **１０-1**

第１章 適用の範囲 ..... １０-1

第２章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １０-4

第１節 施工計画書 ..... １０-4

第２節 工事基準点の設置 ..... １０-6

第３節 出来形管理 ..... １０-7

３－１ 出来形管理 ..... １０-7

３－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １０-7

３－１－２ 出来形計測 ..... １０-8

３－１－３ 出来形計測箇所 ..... １０-9

３－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １０-10

第３章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １０-11

第１節 計測技術 ..... １０-11

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １０-11

１－１－１ 機器構成 ..... １０-11

１－２ ３次元計測技術 ..... １０-12

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １０-12

１－２－２ 機器構成 ..... １０-14

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １０-15

１－２－４ 出来形計測 ..... １０-16

第４章 出来形管理基準及び規格値 ..... １０-18

第５章 出来形管理写真基準 ..... １０-19

第６章 電子成果品の作成規定 ..... １０-20

**■ 参考資料・様式** ..... **１０-23**

参考資料-1 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド ..... １０-24

# 第１０編　トンネル工編

## 第１章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定める出来形の測定項目の実測値を算出する出来形計測作業に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）では、ＩＣＴ活用工事の出来形管理基準がない工種において、３次元計測技術を用いた出来形管理を実施するものである。適用工種を表１０-１に示す。

表１０-１　適用工種

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 道路編 | トンネル（ＮＡＴＭ） | 覆工 | 覆工コンクリート工 | 基準高、幅、高さ、延長 | 厚さ |

（「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より）

**2）適用する作業の範囲**

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、図１０-１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術を用いることで計測作業の効率化が期待できる。

これらの用途以外への利用を妨げるものではないが、従来方法の方が効率的な場合もあるため、現場状況に応じて適切に選択されたい。

なお、当該項目において、関連施工にて実施される下記の項目については、関連施工での実施をもって代替することができる。

- 工事基準点の設置

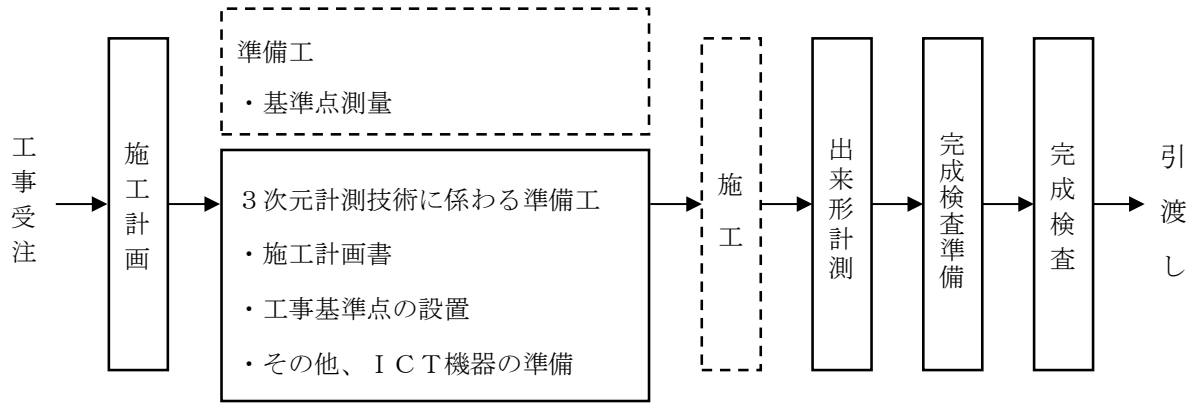



図１０-１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

**3）計測技術**

３次元計測技術は、本管理要領（案）で定める性能を有する下記の計測技術を対象とする。トンネル工にノンプリズムによる単点計測を用いる場合は、「参考資料-1　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド」を参照のこと。なお、トンネル工はノンプリズムによる単点計測のみを対象とする。

《土工編》

・ＴＳ（ノンプリズム方式）

**4）測定項目**

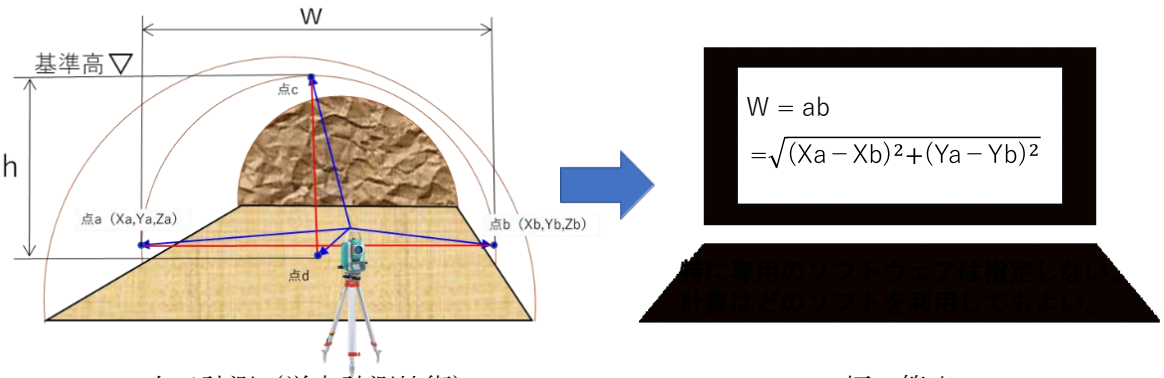
本管理要領（案）では、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた測定項目のうち幅、延長など寸法で規定される項目を対象とする。ただし、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で計測方法が定められている項目（コア抜きあるいは削孔による厚さ計測等）は本管理要領（案）の対象外とする。

**5）計測方法**

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、幅、延長、高さ、基準高の出来形を対象に、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、３次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

①出来形の計測値を算出するために用いる３次元座標データの取得方法

管理対象として計測する断面あるいは測線上において、計測項目の端部等の３次元座標を計測し、座標値を取得する。




３次元計測（単点計測技術）　　幅の算出

図１０-２　単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法（トンネル内空）

②幅の算出方法

計測すべき断面上又は測線上の幅を構成する、端部の２箇所の３次元座標間の水平距離を用いる。幅を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ水平距離の累積長さを幅とする。

③延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

④高さを算出する方法

計測すべき高さの端部を構成する２箇所を計測し、計測した３次元座標間の鉛直方向の差分を用いる。

⑤基準高を算出する方法

計測すべき箇所の標高を用いる。

**6）延長計測に関する留意点**

３次元座標をもとにした延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

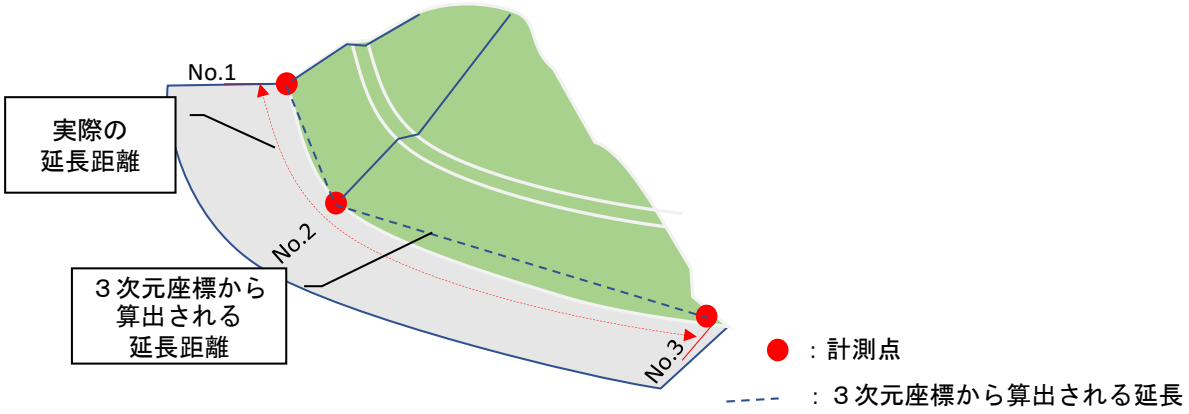



図１０－３　延長計測の留意事項

# 第２章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第１章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、「第３章　第１節　計測技術」で定める各技術における「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編》

・ＴＳ（ノンプリズム方式）

5）ソフトウェア

受注者は３次元座標確認ソフトウェアについて、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフ

トメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

**6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～5）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

## 第３節　出来形管理

### ３－１　出来形管理

#### ３－１－１　出来形座標確認ソフトウェア

**出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき断面上にあることが確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～2)の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

ただし、「第２編　土工編　第３章　6-2　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**1）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（単点計測の出来形計測点から出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**2）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能**

出来形計測点と計測すべき断面を重ねて表示することで出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

## ３－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度については、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す３次元座標値から、出来形評価用データを作成する。データ処理方法は、「第２章　３－１－３　出来形計測箇所」の手順を参照されたい。なお、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度については、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す３次元座標値から、出来形評価用データを作成する。

### ３－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値」で示すとおりとする。ただし、幅、延長、高さの端部、基準高となる点を３次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

３次元座標から出来形を算出するソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。

## ３－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

**1）出来形管理帳票**

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

**2）出来形計測位置の一覧**

出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料を添付すること。また、これらを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでもよい。

# 第３章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を共通とする。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。**

**1）出来形座標確認ソフトウェア**

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）出来形座標確認ソフトウェア**

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と計測すべき断面を同時に確認できるソフトウェアである。

ただし、「第２編　土工編　第３章　6-2　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**2）その他**

本管理要領（案）を用いて計測した３次元座標から幅、延長を算出するソフトウェア及び出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。「第２編　土工編　第３章　6-2　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成することもできる。

## １－２　３次元計測技術

### １－２－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ活用工事において、既存の出来形管理基準が適応しない工種において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から測定項目（幅、法長、延長）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

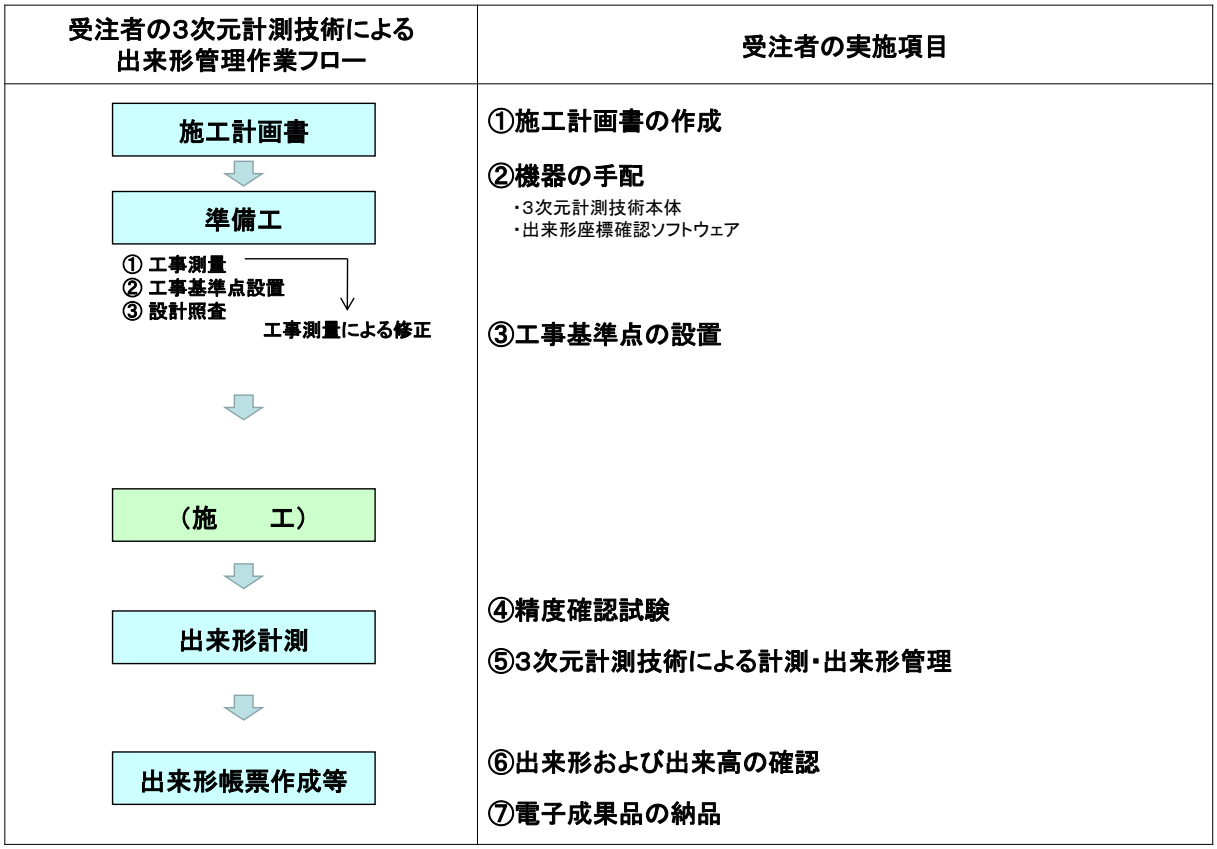



図１０－４　出来形管理の主な手順

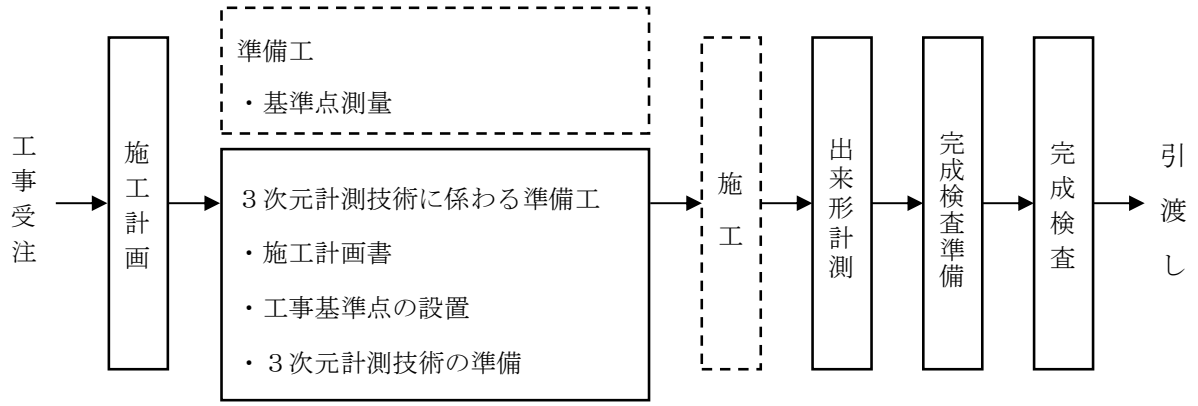



図１０－５　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第３章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）３次元計測技術本体**

【解説】

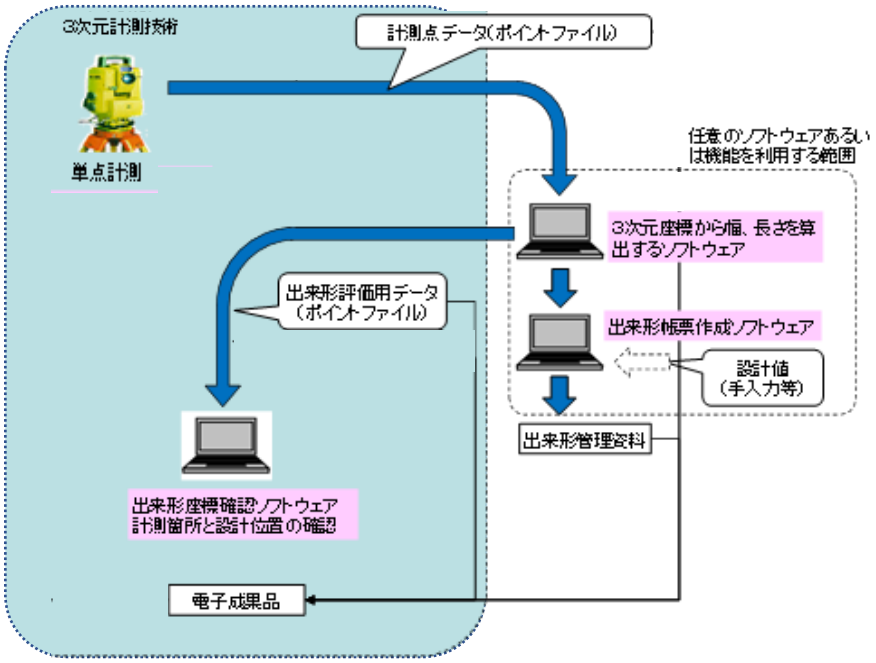
図１０-６に３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）３次元計測技術**

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・ＴＳ（ノンプリズム方式）




※計測点データのうち出来形評価用に用いたデータを納品する（計測点データと同一でもよい）。

図１０-６　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 |
|---|---|
| 出来形計測 | 【鉛直方向･平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±20mm 以内<br>100mm の場合：±10mm 以内<br>50mm の場合：± 5mm 以内 |

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・ＴＳ（ノンプリズム方式）

### 2）計測性能及び精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術に該当する要領の規定に準じて、所定の計測性能及び適正な精度管理が行われていることを確認し、その記録について監督職員に提出する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第１章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編》

・ＴＳ（ノンプリズム方式）

5）ソフトウェア

受注者は３次元座標確認ソフトウェアについて、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）　を記載する。カタログや仕様書は不要である。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる幅や延長、高さの端部、基準高の３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。

**2）トンネル工における留意点**

トンネル工の覆工コンクリート工における幅、高さの計測にあたって、計測機器と計測対象との距離が測定精度に影響することを踏まえ、測定精度が確保できる範囲を事前の精度確認により把握し、計測計画を作成する。

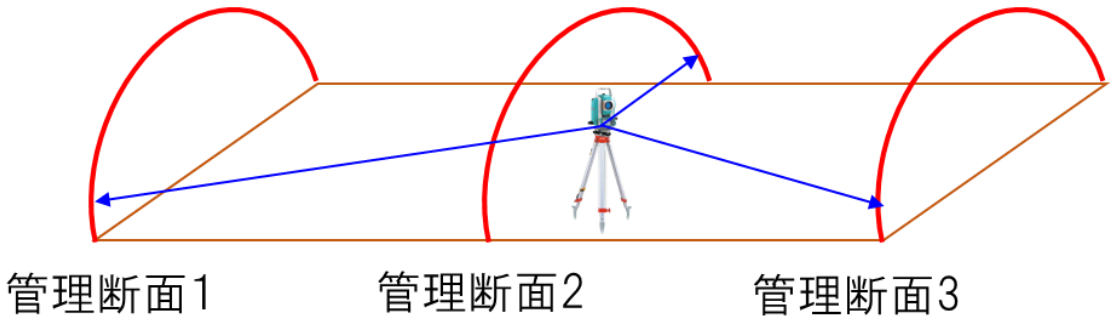



図１０-７　トンネル工における管理断面と事前精度確認の例

# 第４章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で定められたものとする。また、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で計測方法が定められている項目（コア抜きによる厚さ計測等）は本管理要領（案）の対象外とする。

# 第５章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図１０-８に写真撮影例を示す。

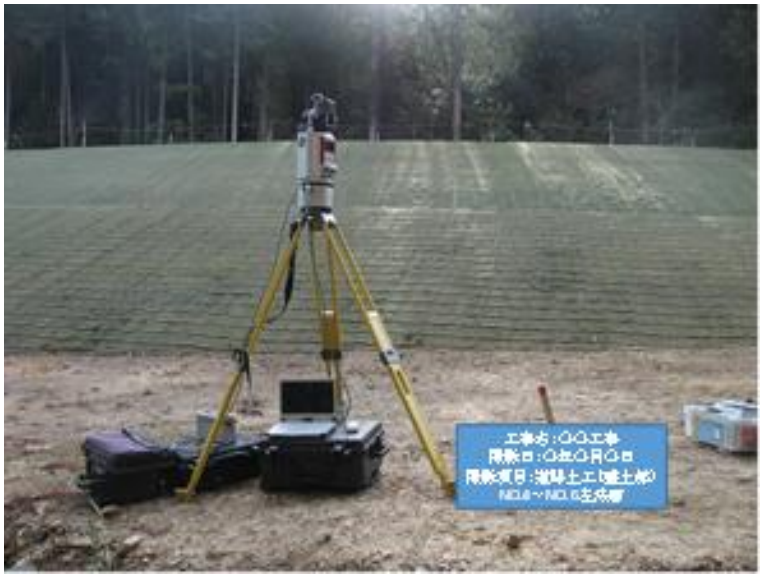



図１０-８　写真撮影例

# 第６章　電子成果品の作成規定

**本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。**
**・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）**
**・３次元計測技術による出来形評価用データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）**
**・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）**
**電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。**
**※2 について、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。**

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。
②トンネル工は「ＴＣ」とする。
③　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。
④サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の記載を準用する。
⑤サブフォルダの名称は、表１０-２に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。
⑥格納するファイル名は、表１０-２に示す命名規則に従うこと。
⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。
⑧出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

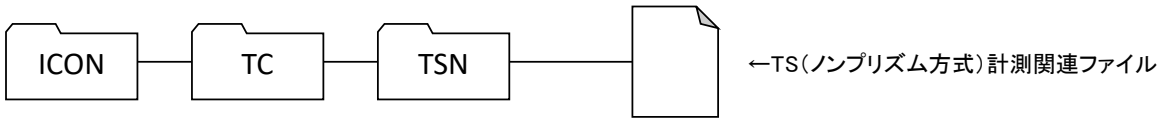



図１０－９　フォルダ構成例

表１０－２　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TSN | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き3次元データ） | TSN0CH001.拡張子 |
| TSN | 0 | IN | 001～ | － | ・TLS による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル） | TSN0IN001.拡張子 |
| TSN | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル） | TSN0PO001.拡張子 |

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ＴＳノンプリズム | 参考資料-1　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド |

## 参考資料-1　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

覆工コンクリート工にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、「ＴＳを用いた出来形管理要領」で利用する２級又は３級ＴＳと同等の計測性能を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、ＴＳによるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（ｘ，ｙ）、鉛直方向（ｚ）それぞれ以下の表の値となること。

表１０-３　要求精度

| 規格値 | 要求精度 |
|---|---|
| 50㎜ | ±5㎜ |

# 第１１編　基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工）編　目次


**第１１編 基礎工(矢板工･既製杭工･場所打杭工)編** ..... **１１-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １１-1

第２章 適用の範囲 ..... １１-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １１-10

第１節 施工計画書 ..... １１-10

第２節 工事基準点の設置 ..... １１-12

第３節 基礎工設計データ ..... １１-13

３－１ 基礎工設計データ作成 ..... １１-13

３－１－１ 基礎工設計データ作成ソフトウェア ..... １１-13

３－１－２ 基礎工設計データの作成 ..... １１-14

３－１－３ 基礎工設計データの確認 ..... １１-15

第４節 出来形管理 ..... １１-16

４－１ 出来形管理 ..... １１-16

４－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... １１-16

４－１－２ 出来形計測 ..... １１-17

４－１－３ 出来形管理資料の作成 ..... １１-18

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １１-19

第１節 計測技術 ..... １１-19

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １１-19

１－１－１ 機器構成 ..... １１-19

１－２ ３次元計測技術 ..... １１-20

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １１-20

１－２－２ 機器構成 ..... １１-22

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １１-23

１－２－４ 出来形計測 ..... １１-24

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... １１-26

第６章 出来形管理写真基準 ..... １１-27

第７章 電子成果品の作成規定 ..... １１-28

**■ 参考資料・様式** ..... **１１-30**

参考資料-1 基礎工設計データチェックシート ..... １１-31

参考資料-2 基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド ..... １１-32

参考資料-3 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド ..... １１-35

# 第１１編　基礎工(矢板工･既製杭工･場所打杭工)編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版」((財)土木研究センター)
8)「３次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領（案)」(国土交通省)

注 1) 上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省) は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」、「写真管理基準（案)」及び「土木工事数量算出要領（案)」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

適用工種を「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」における分類で示すと、表１１-１のとおりである。

表１１-１　適用工種区分（１）

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 土木工事共通編 | 一般施工 | 共通的工程 | 矢板工（指定仮設・任意仮設は除く） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | | 基礎工 | 既製杭工<br>（鋼管ｿｲﾙｾﾒﾝﾄ杭を除く） | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長 |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| 河川編 | 築堤・護岸 | 護岸基礎工<br>矢板護岸工 | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 樋門・樋管 | 樋門・樋管本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 水門 | 水門本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工（遮水矢板） | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 堰 | 固定堰本体工<br>可動堰本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 排水機場 | 機場本体工<br>沈砂地工<br>吐出水槽工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 床止め・床固め | 床止め工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |

表１１-１　適用工種区分（２）

| 編 | 章 | 節 | 工　種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 河川海岸編 | 突堤・人工岬 | 突堤本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 堤防・護岸 | 護岸基礎工 | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| 砂防編 | 斜面対策 | 擁壁工<br>抑止杭工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | 地下遮水工 | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| 道路編 | 道路改良 | 擁壁工<br>カルバート工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | 橋梁下部 | 橋台工<br>ＲＣ橋脚工<br>鋼製橋脚工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |
| | | 護岸基礎工<br>矢板護岸工 | 矢板工 | 基準高<br>変位 ℓ | 根入長 |
| | 橋梁上部 | 歩道本体工 | 既製杭工 | 基準高、偏心量 d<br>傾斜 | 根入長<br>杭径 D |
| | | | 場所打杭工 | 基準高、偏心量 d<br>杭径 D | 傾斜、根入長 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の工種区分より）

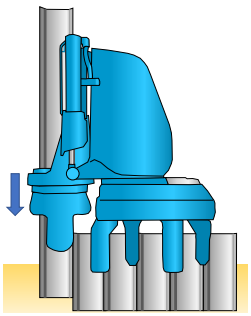
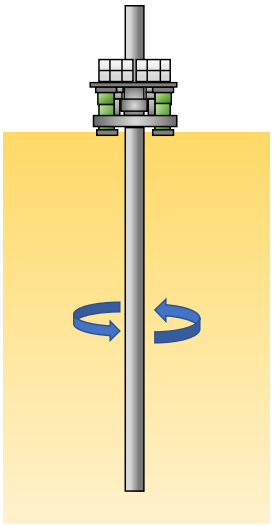
**2）使用する建設機械**

既製杭工・矢板工については、表１１-２に示す工法を用いる必要がある。

**3）対象となる作業の範囲**

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図１１-１の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、次図の破線部分においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

表１１－２　適用対象工種及び工法

| 適用対象工種･工法 | 概要図(施工方法の一例) | 施工方法 |
|---|---|---|
| 矢板工・既製杭工<br>TS等光波方式により対象とする出来形測定項目を測定できるもの |  | 圧入工法<br>(矢板･既製杭を油圧等による静荷重により圧入する工法) |
| 場所打杭工<br>TLSにより対象とする出来形測定項目を測定できるもの |  | 工法は任意 |

※振動・打撃により既製杭を打設する工法は適用対象外

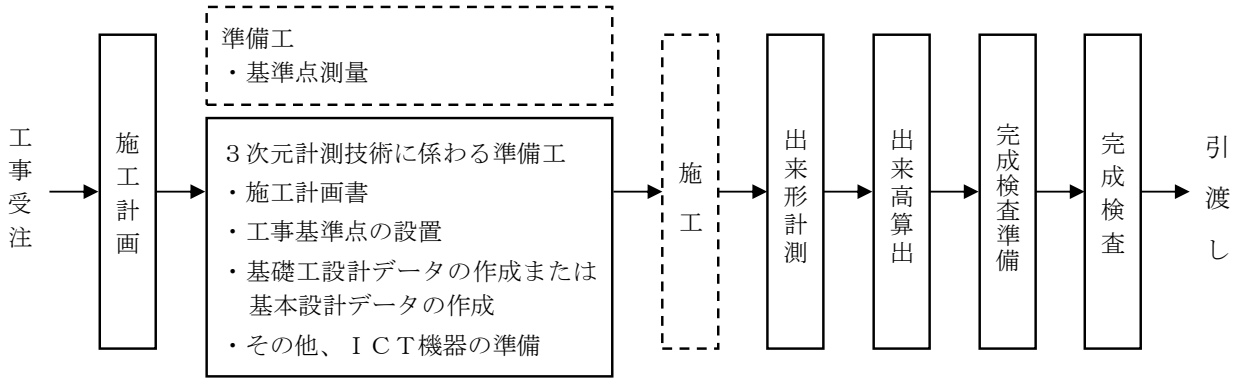



図１１-１　本管理要領（案）（基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工編）編）
の対象となる業務の範囲

**4）計測技術**

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表１１-３のようになる。

表１１-３　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ等光波方式、ＴＳ（ノンプリズム方式） | レーザースキャナー[地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型] |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | |
| 写真測量技術を用いるもの | | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | | 施工履歴データ、音響測深器 |

３次元計測技術は、本管理要領（案）で定める性能を有する下記の計測技術を対象とする。基礎工の出来形管理の要求精度は、「参考資料-2　基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド」を、ノンプリズムによる単点計測を用いる場合は、「参考資料-3　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド」を参照のこと。

《土工編に準拠》

・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式

**5）測定項目**

本管理要領（案）では、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた測定項目のうち基準高、偏心量、傾斜、変位、杭径など寸法で規定される項目を対象とする。ただし、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で計測方法が定められている項目（コア抜きあるいは削孔による厚さ計測等）は本管理要領（案）の対象外とする。

**6）計測方法（場所打ち杭工）**

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、幅、法長、延長、高さ、枠中心間隔、の出来形を対象に、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、３次元座標データをもとに算

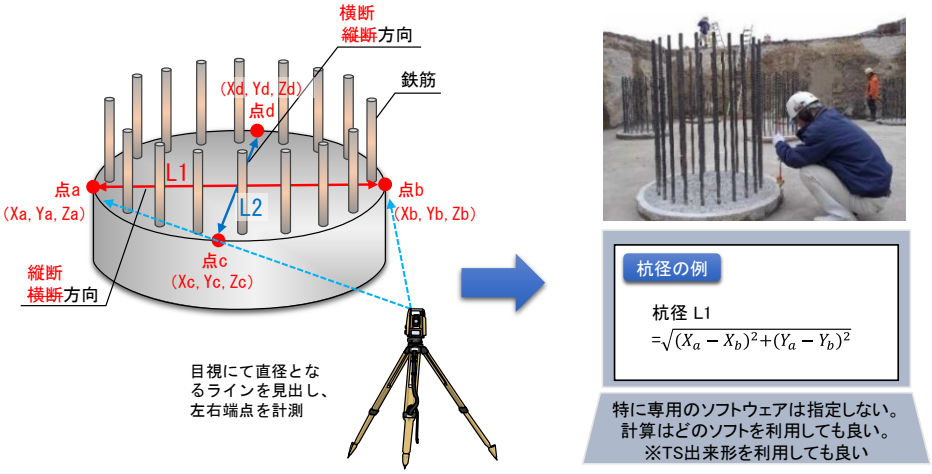
出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

出来形の計測値を算出するために用いる３次元座標データの取得方法は以下のとおりである。

①単点計測技術を用いる場合

断面あるいは測線上において、計測項目の端部等の３次元座標を計測し、座標値を取得する。杭径については、測線を縦断方向（道路線形方向、橋軸方向等）とそれに直交する横断方向に設定し、それぞれの測線の端点を３次元座標の計測値から縦断方向の杭径（L1)、横断方向の杭径（L2）を算出し、両者がともに規格値以上であることを確認する。杭径の２本の測線の交点が杭芯位置となるため、杭系の測線の端点は適切に選定すること。基準高は、杭天端面の中心付近で４点標高を計測し、この平均値と設計標高との差を基準高とする。偏心量は、杭径を計測した縦断方向、横断方向の測線の交点（ｘ，ｙ）をＣＡＤソフト等で算出し、設計杭芯に対する差から偏心量を求める。

杭径を計測する場合、杭天端の外周にプリズムを立てることになるが、杭天端外周部の角となる部分に明確なエッジが無い場合、プリズムポールの先端が内側によった計測となる恐れがある。このような場合は、次図に示す角部の計測用プリズムを用いる工夫を行う。



３次元計測（単点計測技術）　　角部の計測用プリズム

図１１-２　単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

②多点計測技術を用いる場合

下記の【算出方法①】または【算出方法②】により杭頭の点群から出来形を算出する。

【算出方法①】

多点計測技術で取得した計測点群に対して、測線を縦断方向とそれに直交する横断方向に点群の表示画面上での目視確認により設定し、以下の方法により座標値を取得する。

・縦断方向（橋軸方向)、横断方向（橋軸横断方向）の断面から±50㎜以内にある点群を切り出す。

・切り出した点群を、縦断方向（橋軸方向）の縦断図と、横断方向（橋軸横断方向）の

横断図として図示する。

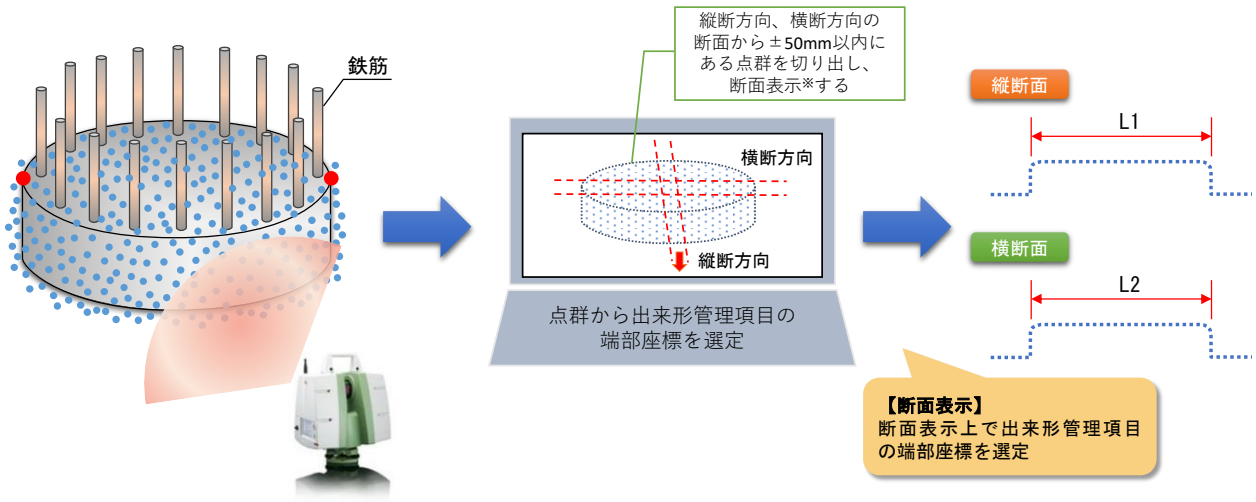



図１１-３　多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

a）基準高の算出方法

杭天端の中央付近の４点以上を点群から抽出し、この高さの平均値を高さ計測値として用い、基準高を算出する。

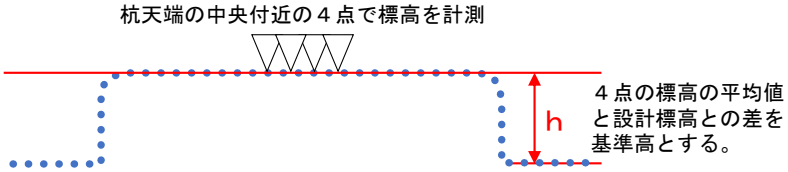



図１１-４　【算出方法①】基準高の算出方法

b）杭径の算出方法

縦断面、横断面付近の計測点群から杭の側面のラインを見いだして補助線を作成し、これらの補助線間の水平距離を杭径とし、両者のいずれか小さい方を杭径とする。

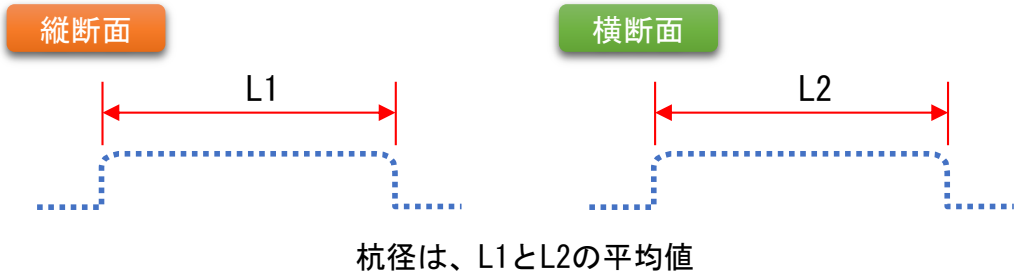



図１１-５　【算出方法①】杭径の算出方法

ｃ）偏心量の算出方法

偏心量は、杭径を計測した縦断方向の測線 L1、横断方向の測線 L2 の交点（ｘ，ｙ）をＣＡＤソフト等で算出し、設計杭芯に対する差から偏心量を求める。

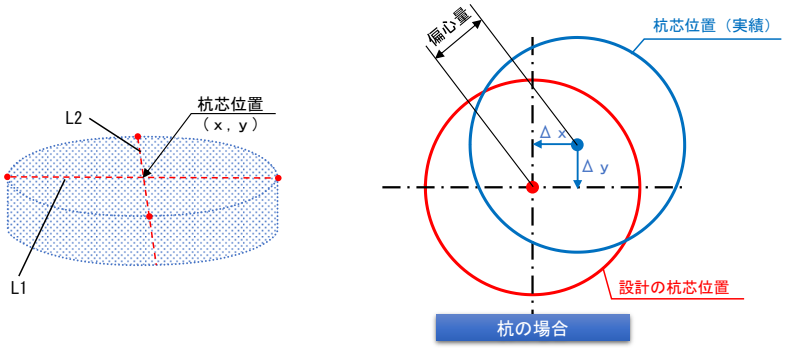



図１１－６　【算出方法①】偏心量の算出方法

【算出方法②】

ａ）基準高の算出方法

算出方法①の基準高の算出方法と同様。

ｂ）杭径・偏心量の算出方法

多点計測技術で取得した計測点群から杭側面で計測された点群を抽出し、ＣＡＤ等で平面表示する。次に、円状に分布する杭側面の点群から３点を選択する。この３点は概ね均等な間隔となるように選択する。この３点を通る円を描画し、この円の直径を杭径、円の中心点（ｘ，ｙ）を杭芯位置とする。

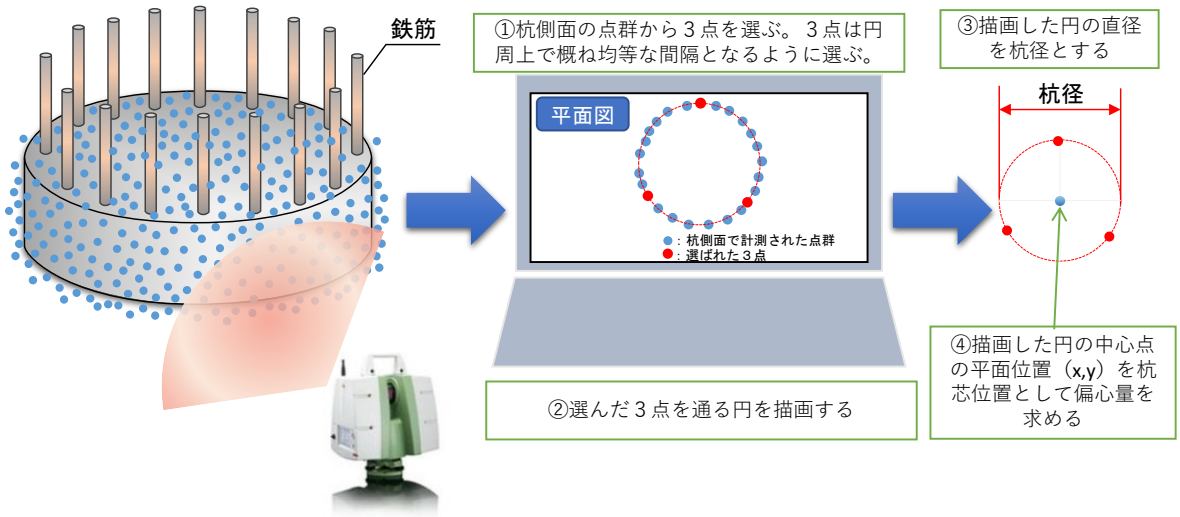



図１１－７　【算出方法②】杭径・杭芯位置の算出方法

### 7）計測方法（矢板工）

矢板打設完了時点で、下図に示す箇所をＴＳ等光波方式にて計測し、設計上の打設ラインに対する変位量ℓおよび基準高（設計標高に対する計測標高の差）を算出する。

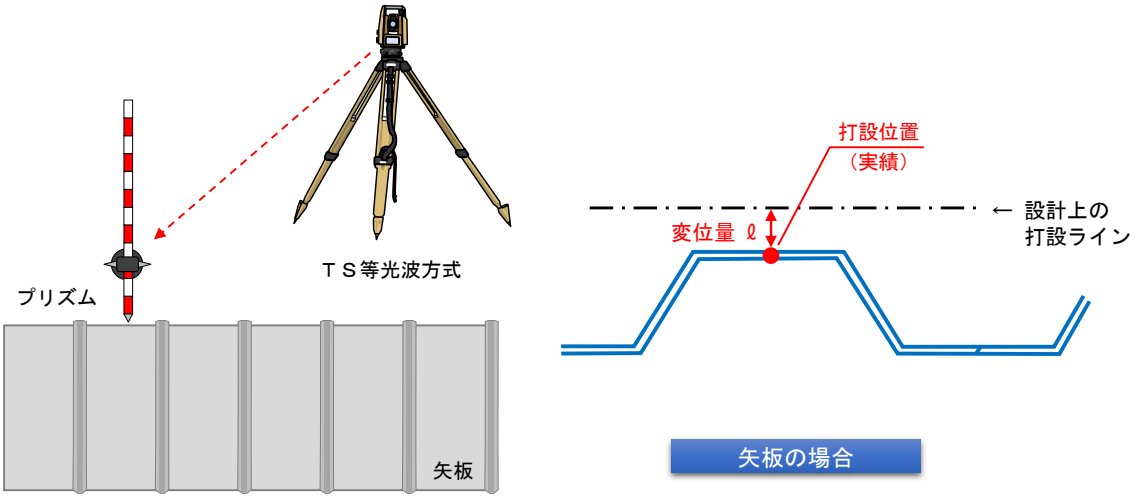



図１１－８　変位量・基準高の算出方法（例）

### 8）計測方法（既製杭工）

既製杭打設完了時点で、下図に示す箇所をＴＳ等光波方式およびＴＳ（ノンプリズム方式）で計測し、基準高、偏心量を算出する。杭径は従来どおり材料検収時の実測による。

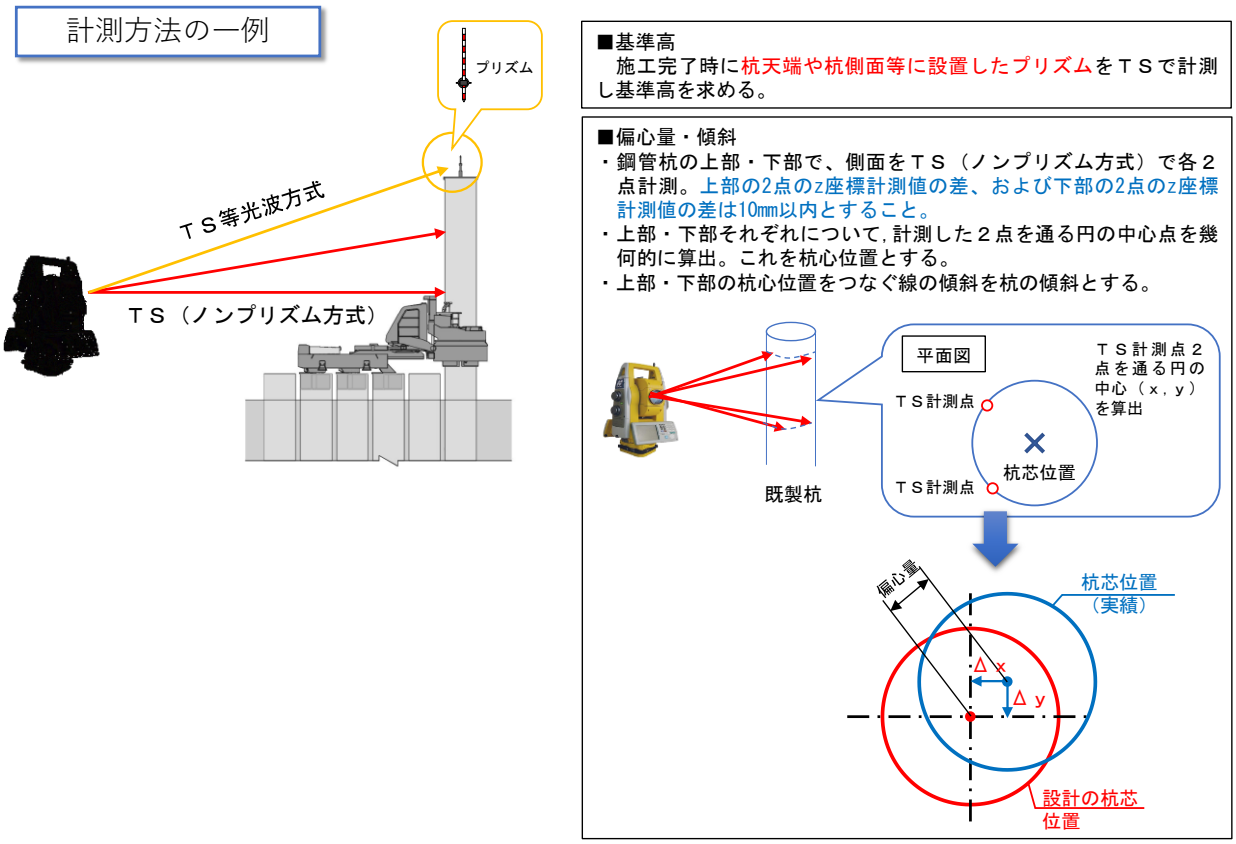



図１１－９　計測方法の例と基準高・偏心量・傾斜の算出方法（例）

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

平面図上に当該工事の施工範囲を示すとともに、本管理要領（案）により施工管理を行う範囲を平面図上に明記する。

3）出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

具体的には、「第４章　第１節　計測技術」で定める各技術における「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編に準拠》

・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式

**5）ソフトウェア**

受注者は、施工計画書に使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン） を記載する。カタログや仕様書は不要である。

**6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～5）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい)、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

出来形計測にＴＳを用いている場合は、２点以上の工事基準点を用いてＴＳの器械設置を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、３次元計測技術の精度確認試験を行う際に、効率的に計測できる位置にＴＳが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領（案）に基づく出来形管理では出来形計測精度の確保を目的に、標定点等を計測する場合は基準点からＴＳまでの距離、標定点等からＴＳまでの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m 以内）とする（「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理要領」より引用)。

## 第３節　基礎工設計データ

### ３－１　基礎工設計データ作成

#### ３－１－１　基礎工設計データ作成ソフトウェア

**基礎工設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す基礎工設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）基礎工設計データの入力機能**

**2）基礎工設計データの出力機能**

【解説】

３次元計測技術を用いた杭・矢板工の出来形管理を行うためには、基準となる基礎工設計データを作成できる基礎工設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう基礎工設計データは、設計図書等に基づき、杭（矢板）番号・杭芯位置（ｘ，ｙ）・杭・矢板天端の標高又は施工基面からの計画深度・杭径Ｄ（杭の場合のみ)・施工基面の標高を入力したものである。(図１１-１０）

| 杭番号 | 杭芯位置 | | 杭径 | 杭<br>天端標高<br>(m) |
|---|---|---|---|---|
| | x座標(m) | y座標(m) | | |
| A-3 | 13568.243 | 3495.186 | 1200.0 | 124.2 |
| A-4 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| … | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

基礎工設計データの一例
（場所打ち杭工の場合）

| 杭(矢板)<br>番号 | 杭芯位置 | | 杭(矢板)<br>天端標高(m) | 計画深度<br>(m) |
|---|---|---|---|---|
| | x座標(m) | y座標(m) | | |
| A-3 | 13568.243 | 3495.186 | 124.2 | -11.5 |
| A-4 | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| … | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

基礎工設計データの一例
（矢板工・既製杭工の場合）

図１１-１０　基礎工設計データ

**1）基礎工設計データの入力機能**

①座標系の選択機能

基礎工設計データの座標系を選択する機能。

②基礎工設計データの入力機能

設計図書等に基づき、基礎工設計データを３次元計測技術に入力する機能。

**2）基礎工設計データの出力機能**

上記 1) で作成した基礎工設計データを監督職員が可読であるＣＳＶデータで出力する機能。もしくは、基礎工設計データを監督職員が読み取ることが可能なソフトの提出。

## ３－１－２　基礎工設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図等）等を基に基礎工設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、設計図書に示される打設する基礎工の平面配置図、各杭・矢板の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）を示す縦断図などを用いて、基礎工設計データを作成する。以下に、基礎工設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

基礎工設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図（打設する基礎工の平面配置が明示されたもの)、縦断図（基礎工の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）が明示されたもの）である。準備資料の記載内容に基礎工設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。

### 2）基礎工設計データの作成範囲

基礎工設計データの作成範囲は、基礎工施工範囲とする。当初の想定と地質分布が異なったり地中や周辺に支障物がある等の理由で基礎工施工範囲が設計図書と異なる場合は監督職員と変更等の協議を行い、その結果を基礎工設計データの作成に反映させる。

基礎工設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータに対して、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。変更を行う場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その内容を工事打合せ簿として記録する。

### 3）基礎工設計データの内容

基礎工設計データには、以下の設計情報を入力する。

- 杭・矢板番号（番号のつけ方は任意）
- 杭芯位置（ｘ，ｙ）
- 杭・矢板天端の標高又は施工基面からの計画深度（矢板工・既製杭工の場合のみ）
- 杭・矢板底面部の標高又は計画深度（矢板工・既製杭工の場合のみ）
- 杭径（場所打ち杭の場合のみ）
- 施工基面の標高

### ３－１－３　基礎工設計データの確認

**受注者は、基礎工設計データの作成後に、基礎工設計データについて、設計図書と照合するとともに、監督職員へ基礎工設計データチェックシートを提出する。**

【解説】

基礎工設計データの間違いは、施工対象物が設計図書に示されている位置、形状、深度と異なって施工されてしまう事態を引き起こすので、受注者は基礎工設計データと設計図書を照合すること。

基礎工設計データと設計図書との照合とは、基礎工設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。

設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート（「参考資料-1　基礎工設計データチェックシート（様式 11-1)」参照）に記載し提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、基礎工設計データを変更し、再度確認を行う。

## 第４節　出来形管理

### ４－１　出来形管理

#### ４－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、基礎工設計データと杭・矢板打設完了後に計測したデータを用いて、杭・矢板の位置、基準高、杭傾斜（杭の場合のみ）について出来形管理資料として出力できる機能を有していなければならない。**

【解説】

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算方法**

従来は、杭の偏心量・基準高・傾斜、矢板の基準高・変位については、レベル、トータルステーション、傾斜計等の実測により確認してきたが、施工する場合は、以下のとおり、ＩＣＴを用いた計測・管理に代えることができる。なお、根入長については、従来どおり使用材料検収にて確認した杭・矢板の全長と、杭・矢板打設完了後にメジャー等で実測する残尺との差で管理する。

①基準高

基準高については、杭・矢板の天端標高をＴＳ等光波方式等で計測することで、杭・矢板天端の基準高が規格値を満足すると判断する。

②偏心量（杭の場合）

打設が完了した時点の杭・矢板の中心位置（ｘ，ｙ）をＴＳ等光波方式、ＴＬＳ等で計測し、設計に対する中心位置の平面位置ずれ（Δｘ，Δｙ）を偏心量として管理する。

③傾斜（杭の場合）

打設が完了した時点の杭・矢板の施工基面上に出ている部分の傾斜をＴＳ等光波方式による計測で確認し、傾斜として管理する。なお、打設完了時に基面上に出ている部分が短い場合は、出来形を計測する位置を施工計画書に記載すること。

**2）出来形管理資料の出力**

「第３章　４－１－３　出来形管理資料の作成」に例示した資料を参考に出来形管理資料を出力する。

基礎工設計データで規定された個々の杭・矢板に対して、基準高、偏心量、または変位量、傾斜（杭の場合）が規定値を満足していることを確認できる出来形管理資料を出力・提出し、施工管理及び出来形管理を行う。

## ４－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

## ４－１－３　出来形管理資料の作成

受注者は、以下の出来形管理帳票を出来形管理資料として提出する。

【解説】

### 1）出来形管理帳票

以下の内容を出来形管理帳票としてとりまとめる。

①既製杭工

ａ.杭の設計の中心位置（ｘ，ｙ）及び天端の標高（ｚ）

ｂ.杭の施工完了時の中心位置（ｘ，ｙ）及び天端の標高（ｚ）

上記ａ.と上記ｂ.の差（Δｘ，Δｙ，Δｚ）及びΔｘ，Δｙから算出した偏心量ｄ、傾斜

②矢板工

ａ.矢板の変位量

ｂ.矢板の基準高

③場所打ち杭工

ａ.基準高

ｂ.偏心量

ｃ.杭径

様式-82

**測 定 結 果 一 覧 表**

工 事 名　○○○○工事
工　　種　○○○○工法
杭　　種　鋼管杭

測定者　○○○○株式会社　　印

| 測定項目 | 杭／矢板の平面位置（ΔX，ΔY）（杭径中心間隔ずれ） | | | | | | 偏芯量 (d) | 杭／矢板の傾斜（ΔX/L，ΔY/L）（傾斜角） | | | | 杭／矢板の天端高さ H | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ΔX | | | ΔY | | | XY合成 | ΔX/L | | ΔY/L | | H | | |
| 規 格 値 | -100 | ～ | +100mm | -100 | ～ | +100mm | 100mm | 1/100以内 | | 1/100以内 | | -50 | ～ | +50mm |
| 管 理 値 | -50 | ～ | +50mm | -50 | ～ | +50mm | 50mm | 1/150以内 | | 1/150以内 | | -30 | ～ | +30mm |
| 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 実測値 mm | 設計値 | 実測値 | 設計値 | 実測値 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm |
| No.13 | -116007.910 | -116007.9006 | 9.4 | 57894.146 | 57894.1532 | 7.2 | 11.8 | － | 1/1316 | － | 1/263 | 2.250 | 2.2780 | 28.0 |
| No.14 | -116009.503 | -116009.5044 | -1.4 | 57894.299 | 57894.2981 | -0.9 | 1.7 | － | 1/1249 | － | 1/150 | 2.250 | 2.2620 | 12.0 |
| No.15 | -116011.096 | -116011.0818 | 14.2 | 57894.452 | 57894.4434 | -8.6 | 16.6 | － | 1/1213 | － | 1/234 | 2.250 | 2.2750 | 25.0 |
| No.16 | -116012.688 | -116012.6777 | 10.3 | 57894.605 | 57894.5973 | -7.7 | 12.9 | － | 1/488 | － | 1/241 | 2.250 | 2.2670 | 17.0 |
| No.17 | -116014.281 | -116014.2807 | 0.3 | 57894.758 | 57894.7477 | -10.3 | 10.3 | － | 1/676 | － | 1/365 | 2.250 | 2.2660 | 16.0 |
| No.18 | -116015.874 | -116015.8722 | 1.8 | 57894.911 | 57894.8998 | -11.2 | 11.3 | － | 1/24791 | － | 1/158 | 2.250 | 2.2640 | 14.0 |
| No.19 | -116017.466 | -116017.4609 | 5.1 | 57895.064 | 57895.0562 | -7.8 | 9.3 | － | 1/752 | － | 1/209 | 2.250 | 2.2700 | 20.0 |
| No.20 | -116019.059 | -116019.0595 | -0.5 | 57895.217 | 57895.2158 | -1.2 | 1.3 | － | 1/420 | － | 1/774 | 2.250 | 2.2670 | 17.0 |
| No.21 | -116020.652 | -116020.6498 | 2.2 | 57895.370 | 57895.3717 | 1.7 | 2.8 | － | 1/681 | － | 1/2799 | 2.250 | 2.2820 | 32.0 |
| No.22 | -116022.244 | -116022.2484 | -4.4 | 57895.524 | 57895.5269 | 2.9 | 5.3 | － | 1/525 | － | 1/378 | 2.250 | 2.2890 | 39.0 |
| 測定項目 | 杭／矢板の平面位置（ΔX，ΔY）（杭径中心間隔ずれ） | | | | | | 偏芯量 (d) | 杭／矢板の傾斜（ΔX/L，ΔY/L）（傾斜角） | | | | 杭／矢板の天端高さ H | | |
| | ΔX | | | ΔY | | | XY合成 | ΔX/L | | ΔY/L | | H | | |
| 規 格 値 | -100 | ～ | +100mm | -100 | ～ | +100mm | 100mm | 1/100以内 | | 1/100以内 | | -50 | ～ | +50mm |
| 管 理 値 | -50 | ～ | +50mm | -50 | ～ | +50mm | 50mm | 1/150以内 | | 1/150以内 | | -30 | ～ | +30mm |
| 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 実測値 mm | 設計値 | 実測値 | 設計値 | 実測値 | 設計値 m | 実測値 m | 差 |
| No.23 | -116023.837 | -116023.8350 | 2.0 | 57895.677 | 57895.6791 | 2.1 | 2.9 | － | 1/606 | － | 1/806 | 2.250 | 2.2840 | 34.0 |
| No.24 | -116025.430 | -116025.4241 | 5.9 | 57895.830 | 57895.8254 | -4.6 | 7.5 | － | 1/336 | － | 1/229 | 2.250 | 2.2840 | 34.0 |

略　　図

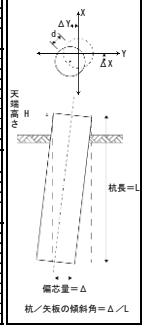



図１１-１１　出来形管理帳票の一例（既製杭工の場合）

様式-82

**測 定 結 果 一 覧 表**

工 事 名　○○○○工事
工　　種　○○○○工法
杭　　種　ハット形鋼矢板 25H

測定者　○○○○株式会社　　印

| 測定項目 | 矢板の平面位置 ΔX:矢板法線方向の変位 ΔY:矢板法線に対する変位 | | | | | | 変位量 | 傾斜ΔX/L:矢板法線方向傾斜 ΔY/L:矢板法線に対する傾斜 | | | | 矢板の天端高さ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | | | Y | | | δ | ΔX/L | | ΔY/L | | H | | |
| 規 格 値 | ～ | | | -100 | ～ | +100mm | 100mm | 1/100以内 | | 1/100以内 | | -50 | ～ | +50mm |
| 管 理 値 | ～ | | | -50 | ～ | +50mm | 50mm | 1/150以内 | | 1/150以内 | | -30 | ～ | +30mm |
| 測点 | 設計値 m | 実測値 m | ΔX mm | 設計値 m | 実測値 m | ΔY mm | 実測値 mm | 設計値 | 実測値 | 設計値 | 実測値 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm |
| No.250 | － | － | － | -41810.116 | -41810.1583 | 40.9 | 40.9 | － | － | － | 1/499 | 57.573 | 57.5702 | -2.8 |
| No.251 | － | － | － | -41810.166 | -41810.1960 | 28.7 | 28.7 | － | － | － | 1/828 | 57.573 | 57.5695 | -3.5 |
| No.252 | － | － | － | -41810.217 | -41810.2402 | 19.5 | 19.5 | － | － | － | 1/700 | 57.574 | 57.5709 | -3.1 |
| No.253 | － | － | － | -41810.268 | -41810.2648 | -7.7 | -7.7 | － | － | － | 1/207 | 57.575 | 57.5723 | -2.7 |
| No.254 | － | － | － | -41810.319 | -41810.3260 | 1.8 | 1.8 | － | － | － | － | 57.575 | 57.5735 | -1.5 |
| No.255 | － | － | － | -41810.370 | -41810.3676 | -0.1 | -0.1 | － | － | － | 1/366 | 57.576 | 57.5683 | -7.7 |
| No.256 | － | － | － | -41810.421 | -41810.4316 | 3.5 | 3.5 | － | － | － | 1/165 | 57.576 | 57.5741 | -1.9 |
| No.257 | － | － | － | -41810.472 | -41810.4785 | -0.7 | -0.7 | － | － | － | 1/113 | 57.577 | 57.5771 | 0.1 |
| No.258 | － | － | － | -41810.523 | -41810.5279 | -2.8 | -2.8 | － | － | － | 1/363 | 57.578 | 57.5814 | 3.4 |
| No.259 | － | － | － | -41810.574 | -41810.5903 | 8.2 | 8.2 | － | － | － | 1/182 | 57.578 | 57.5763 | 0.3 |
| 測定項目 | 矢板の平面位置 ΔX:矢板法線方向の変位 ΔY:矢板法線に対する変位 | | | | | | 変位量 | 傾斜ΔX/L:矢板法線方向傾斜 ΔY/L:矢板法線に対する傾斜 | | | | 矢板の天端高さ | | |
| | ΔX→X | | | ΔY→Y | | | δ | ΔX/L | | ΔY/L | | H | | |
| 規 格 値 | ～ | | | -100 | ～ | +100mm | 100mm | 1/100以内 | | 1/100以内 | | -50 | ～ | +50mm |
| 管 理 値 | ～ | | | -50 | ～ | +50mm | 50mm | 1/150以内 | | 1/150以内 | | -30 | ～ | +30mm |
| 測点 | 設計値 m | 実測値 m | ΔX mm | 設計値 m | 実測値 m | ΔY mm | 実測値 mm | 設計値 | 実測値 | 設計値 | 実測値 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm |
| No.260 | － | － | － | -41810.625 | -41810.6393 | 4.6 | 4.6 | － | － | － | 1/181 | 57.579 | 57.5781 | -0.9 |
| No.261 | － | － | － | -41810.682 | -41810.6944 | 3.2 | 3.2 | － | － | － | 1/189 | 57.580 | 57.5798 | -0.2 |
| No.262 | － | － | － | -41810.736 | -41810.7604 | 13.0 | 13.0 | － | － | － | 1/385 | 57.580 | 57.5806 | 0.6 |
| No.263 | － | － | － | -41810.794 | -41810.8049 | 0.7 | 0.7 | － | － | － | 1/142 | 57.581 | 57.5830 | 2.0 |
| No.264 | － | － | － | -41810.850 | -41810.8775 | 16.7 | 16.7 | － | － | － | 1/774 | 57.581 | 57.5839 | 2.9 |
| No.265 | － | － | － | -41810.906 | -41810.9288 | 12.0 | 12.0 | － | － | － | － | 57.582 | 57.5844 | 2.4 |
| No.266 | － | － | － | -41810.962 | -41810.9889 | 14.9 | 14.9 | － | － | － | 1/703 | 57.582 | 57.5842 | 2.2 |
| No.267 | － | － | － | -41811.018 | -41811.0575 | 24.2 | 24.2 | － | － | － | 1/103 | 57.583 | 57.5826 | 9.6 |
| No.268 | － | － | － | -41811.085 | -41811.1203 | 18.6 | 18.6 | － | － | － | 1/339 | 57.584 | 57.5851 | 1.1 |
| No.269 | － | － | － | -41811.153 | -41811.1841 | 14.2 | 14.2 | － | － | － | 1/804 | 57.584 | 57.5811 | -2.9 |

略　　図

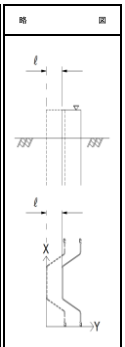



図１１-１２　出来形管理帳票の一例（矢板工の場合）

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では、以下の機器を共通とする。下記以外に利用するソフトウェアについては、任意に選定することができる。

1）基礎工設計データ作成ソフトウェア

2）出来形座標確認ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた基礎工の出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）基礎工設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる基礎工の設計形状を示す基礎工設計データを作成・出力するソフトウェアである。

2）出来形座標確認ソフトウェア

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と３次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。

ただし、「第２編　土工編　第３章　6-2　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴK-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴK-ＧＮＳＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため)。

## １－２　３次元計測技術

### １－２－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の出来形管理基準に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ活用工事において、既存の出来形管理基準が適応しない工種において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から測定項目（偏心量 d、傾斜）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

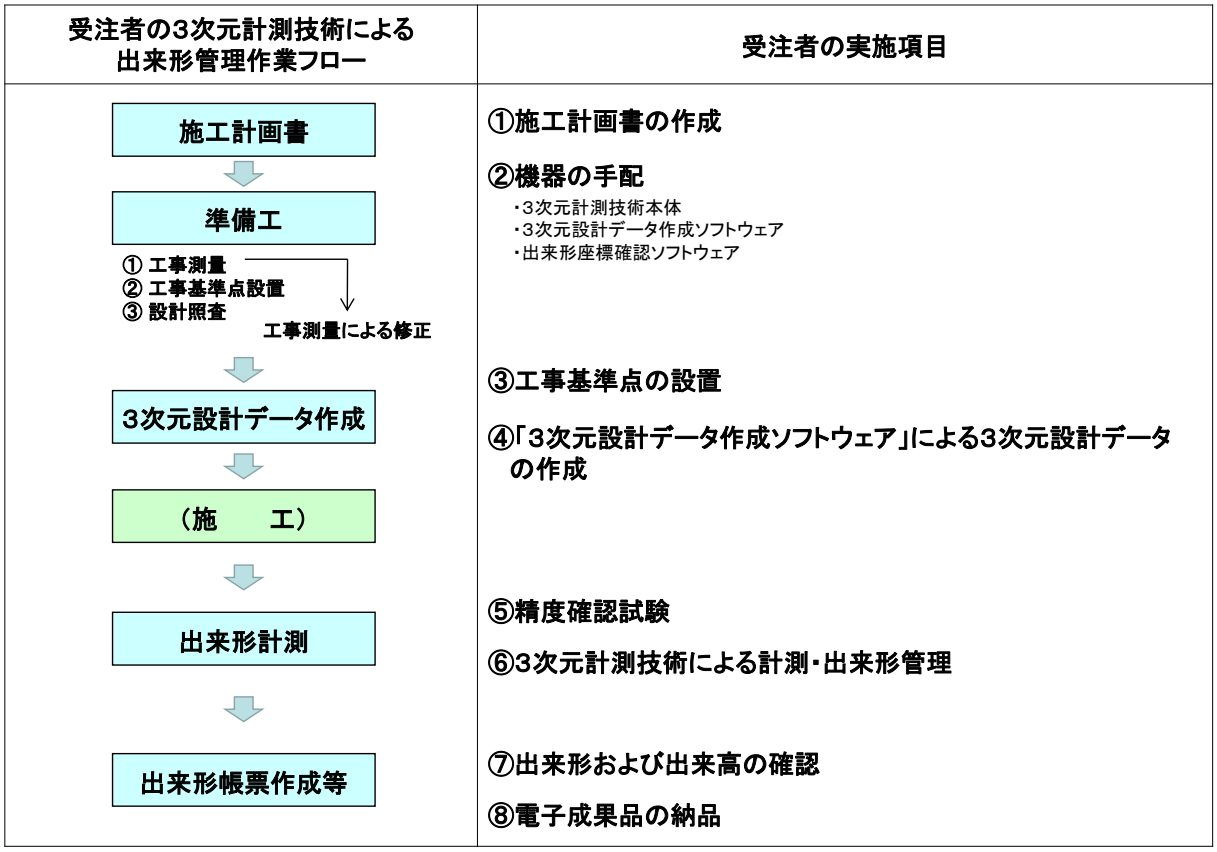



図１１-１３　出来形管理の主な手順

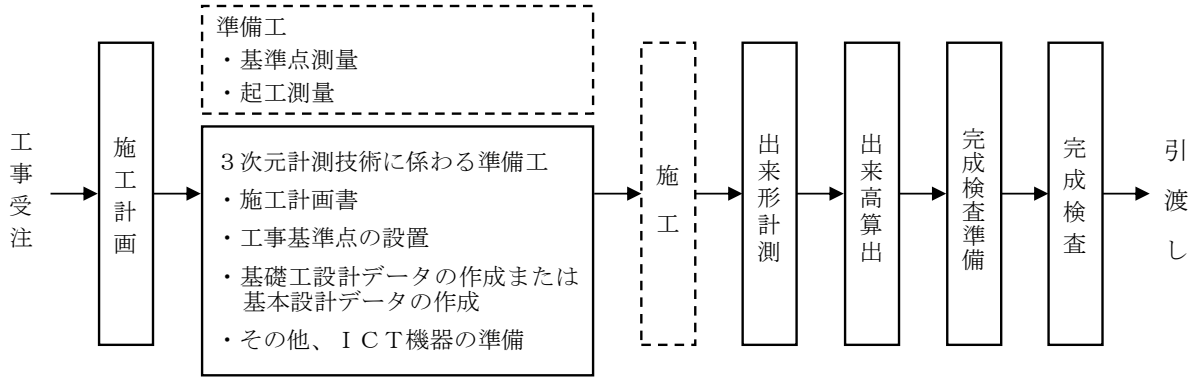



図１１-１４　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。**

**1）３次元計測技術本体**

【解説】

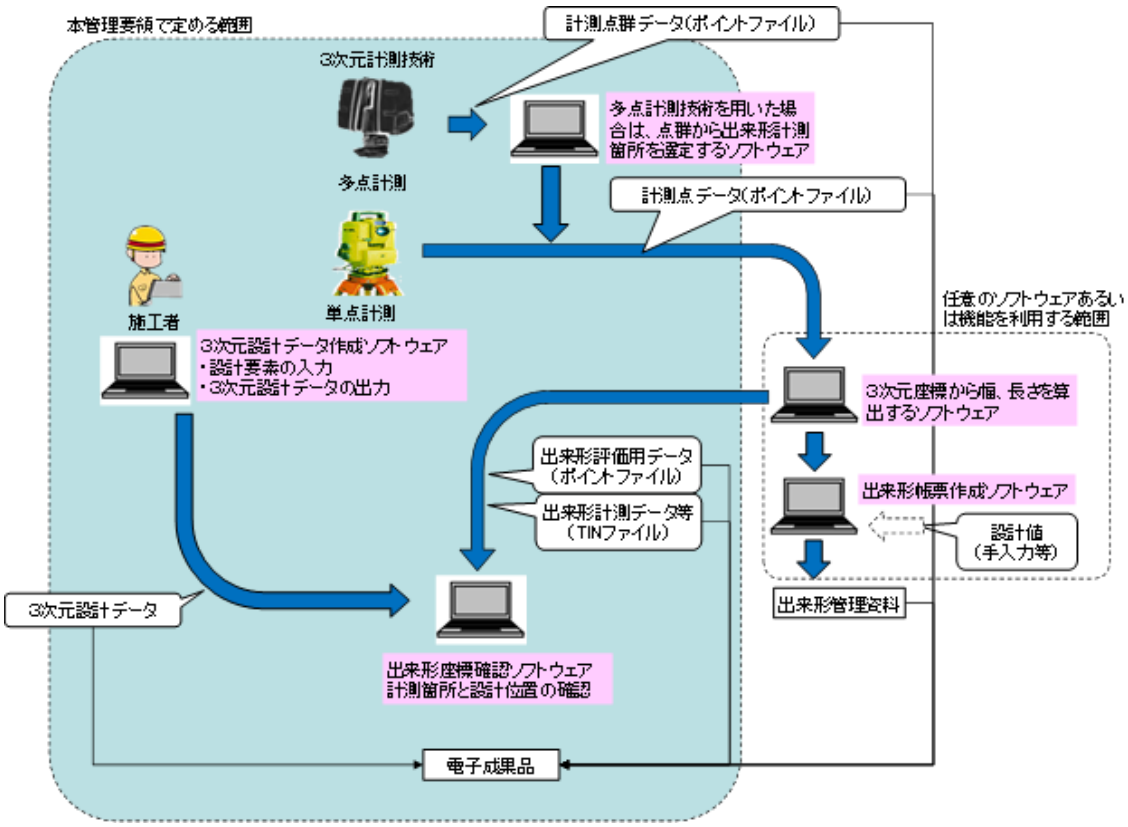
３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）３次元計測技術**

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編に準拠》

・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式




※多点計測技術を利用する場合は、計測点群データから出来形計測に利用する点を選点し計測点データを生成する。
※計測点データのうち出来形評価用に用いたデータを納品する（計測点データと同一でもよい）。

図１１-１５　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 出来形計測<br>（多点計測技術）<br>･TLS<br>･地上移動体搭載型LS<br>※場所打ち杭工の場合 | 【鉛直方向･平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±30mm 以内<br>100mm の場合：±30mm 以内<br>30mm の場合：±10mm 以内 | 【出来形計測(多点計測技術)】<br>1 点以上/0.0001 ㎡(0.01m×0.01m ﾒｯｼｭ)<br>※場所打ち杭に対して角度を変えた複数回のスキャンで得られた点群を重ねて上記点群密度を満足すること。 |
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>･TS(ノンプリズム方式)<br>※場所打ち杭工の場合 | 【鉛直方向･平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±20mm 以内<br>100mm の場合：±10mm 以内<br>50mm の場合：± 5mm 以内 | 【出来形計測(単点計測技術)】<br>― |
| 出来形計測<br>※既製杭工･矢板工の場合 | 【鉛直方向･平面方向】<br>杭･矢板の中心位置の測定精度<br>水平(x, y)　：各±30mm 以内<br>標高(z)　：±15mm 以内<br>【傾斜(杭の場合のみ)】<br>杭の傾斜の測定精度　:1/300 以内 | 【出来形計測】<br>― |

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>･TS等光波方式 | 公称測定精度：±(5mm＋5ppm×D)以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D 値は計測距離(m)、ppm は $10^{-6}$<br>例：計測距離 100m の場合は、±(5mm＋5×$10^{-6}$×100m)＝±5.5mm の誤差となる | 国土地理院で規定がない場合：<br>【鉛直方向】<br>±10mm 以内<br>【平面方向】<br>±20mm 以内 |

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

- 地上型レーザースキャナー
- 地上移動体搭載型レーザースキャナー
- ＴＳ（ノンプリズム方式）
- ＴＳ等光波方式

### 2）計測性能及び精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術に該当する要領の規定に準じて、所定の計測性能及び適正な精度管理が行われていることを確認し、その記録について監督職員に提出する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編に準拠》

・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる幅や基準高についての３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術ごとに事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

**2）計測密度設定の留意点**

場所打ち杭工の出来形計測に多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる幅や長さ、延長、高さの端部、枠中心間隔において、0.0001 ㎡（0.01m×0.01m メッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で定められたものとする。

# 第６章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図１１-１６に写真撮影例を示す。

図１１-１６　写真撮影例

# 第７章　電子成果品の作成規定

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・基礎工設計データ※1（CSV、オリジナルフォーマット等）
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）
・３次元計測技術による出来形評価用データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による出来形計測データ※2（LandXML 又は、オリジナルフォーマットのＴＩＮデータ）
・３次元計測技術による計測点群データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点及びデータ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。
※2 について、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。

②※矢板工は「SH」、既製杭・場所打ち杭は「PI」とする。

③　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

④サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則を準用する。

⑤サブフォルダの名称は、表１１-４に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

⑥格納するファイル名は、表１１-４に示す命名規則に従うこと。

⑦設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑧整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑨出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

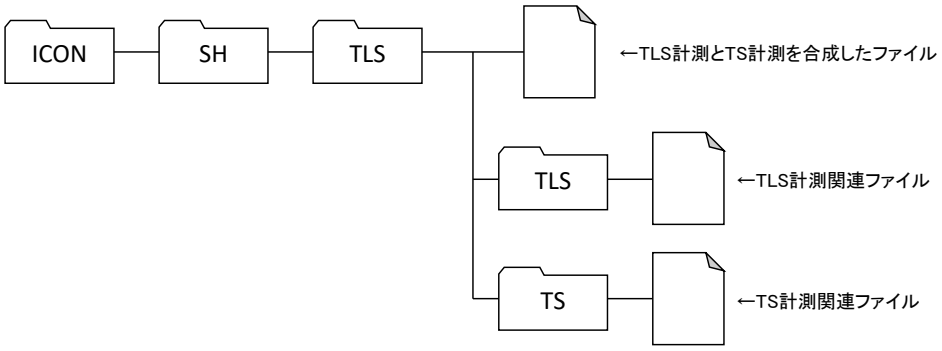



図１１-１７　フォルダ構成例

表１１-４　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ･基礎工設計データ(CSV) | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | － | ･出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き3次元データ) | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | － | ･TLS による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | AS | 001～ | － | ･TLS による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TLS0AS001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | － | ･TLS による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | － | ･工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | TLS0PO001.拡張子 |

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でもよい。

**2）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id)

xn ：計測点座標値（x)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

yn ：計測点座標値（y)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

zn ：標高値（z)・・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

An ：地表面属性値（A)・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ＴＳ等光波方式 | 参考資料-1　基礎工設計データチェックシート<br>参考資料-2　基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド<br>参考資料-3　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド |

## 参考資料-1　基礎工設計データチェックシート

（様式 11-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# 基礎工設計データチェックシート

| 項目 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|
| 1）平面図 | ・設計データの杭芯位置は、設計図書に示される杭芯位置と合致しているか？ | |
| 2）断面図 | ・杭・矢板天端の設計標高は正しいか？<br>・施工基面の標高は正しいか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

# 参考資料-2　基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド

## 基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド

基礎工のうち場所打杭については、多点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべてで３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

### １．出来形算出方法

出来形の算出は、下記の算出方法①、算出方法②のいずれかによる。

【算出方法①】

ａ）基準高

杭天端の中央付近（設計上の杭芯位置ではなく実際に施工された杭の天端の中央付近）の任意の点４点以上を選点し、その標高の平均値を基準高として算出する。

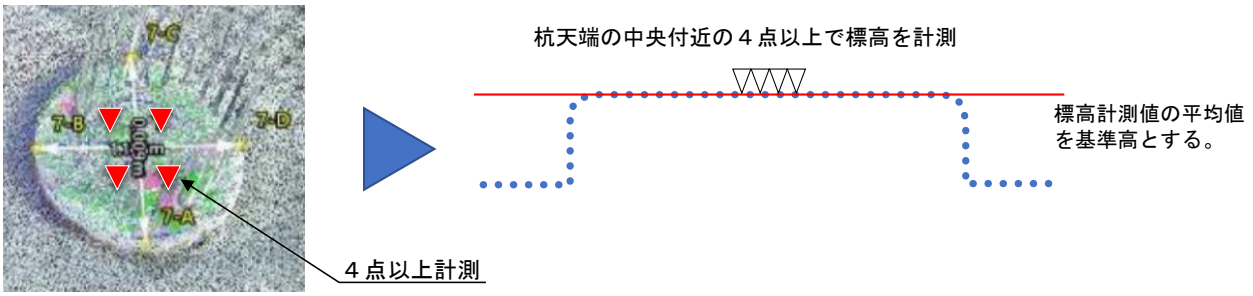



図１１-１８　【算出方法①】基準高の算出方法

ｂ）杭径

計測点群から杭の側面のラインを見いだして補助線を作成し、これらの補助線間の水平距離を杭径として算出する。縦断面・横断面の両方の杭径が出来形管理基準を満足していることを確認する。

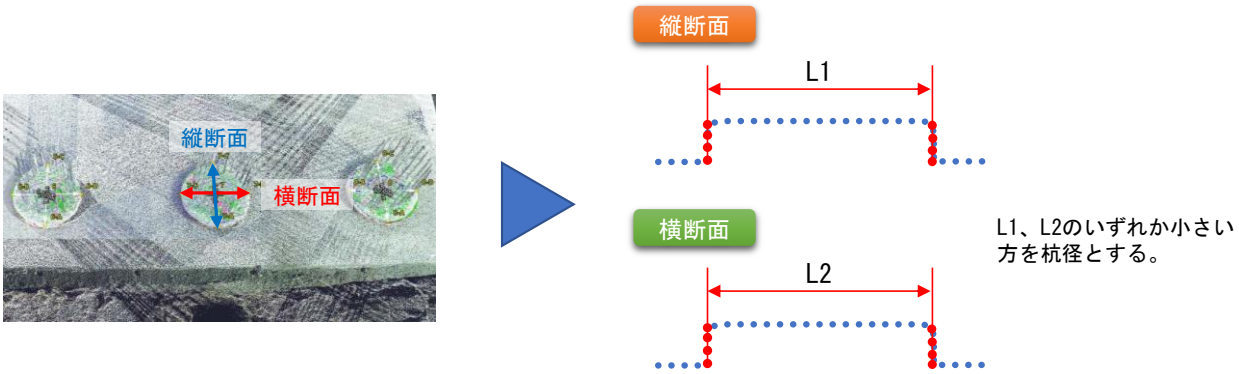



図１１-１９　【算出方法①】杭径の算出方法

c）偏心量の算出方法

偏心量は、杭径を計測した縦断方向の測線 L1、横断方向の測線 L2 の交点（ｘ，ｙ）をＣＡＤソフト等で算出し、設計杭芯に対する差から偏心量を求める。

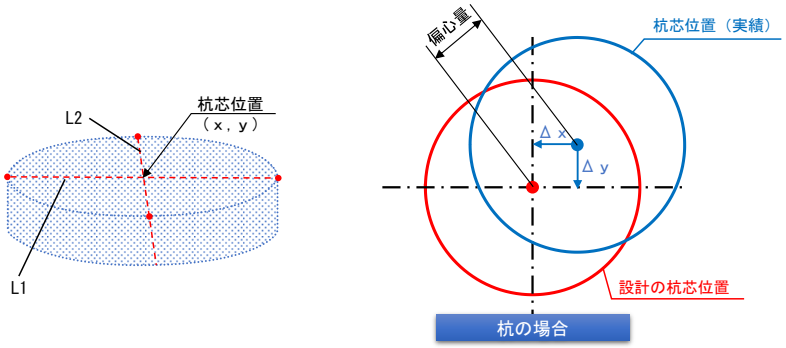



図１１-２０　【算出方法①】偏心量の算出方法

【算出方法②】

a）基準高の算出方法

算出方法①の基準高の算出方法と同様。

b）杭径・偏心量の算出方法

多点計測技術で取得した計測点群から杭側面で計測された点群を抽出し、ＣＡＤ等で平面表示する。次に、円状に分布する杭側面の点群から３点を選択する。この３点は概ね均等な間隔となるように選択する。この３点を通る円を描画し、この円の直径を杭径、円の中心点（ｘ，ｙ）を杭芯位置とする。

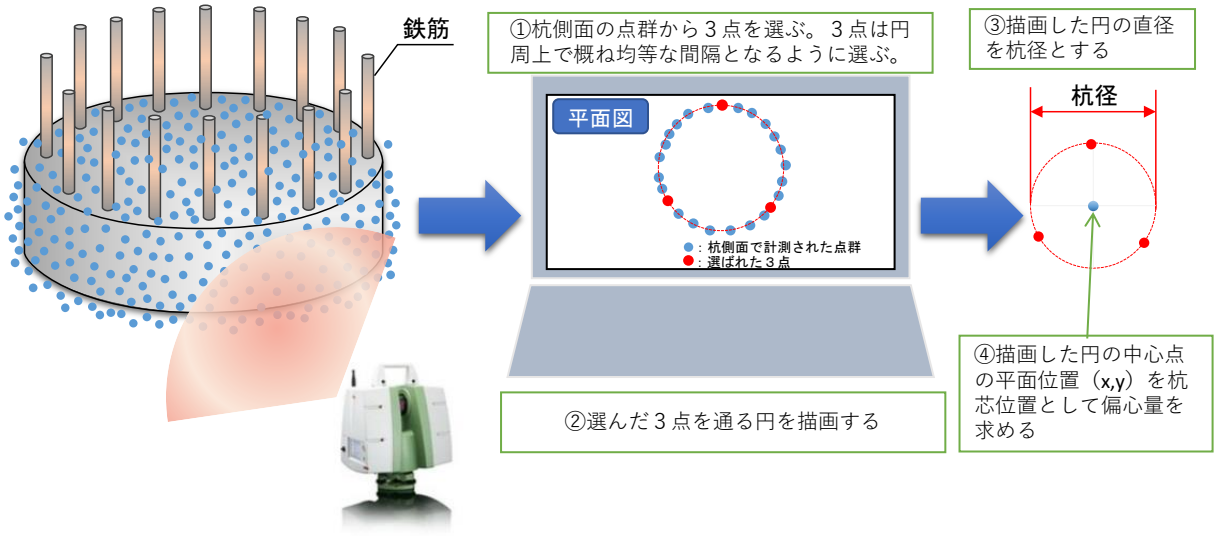



図１１-２１　【算出方法②】杭径・偏心量の算出方法

２．計測時の精度確認方法

場所打杭工については、出来形計測時、使用する計測技術に応じて、下表に示す精度確認を行う。

表１１-５　基礎工（場所打杭）における計測時の精度確認方法

| 計測技術 | | 事前確認試験 | 検証点 |
|---|---|---|---|
| 単点計測 | ＴＳ等光波方式 | 不要<br>（等級による確認）※1 | 不要 ※1 |
| | ノンプリ | 必要 | 不要 |
| 多点計測技術 | ＴＬＳ等 | 必要 | 必要 |

※1 検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

## 参考資料-3　ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

基礎工（場所打杭）にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理要領」で利用する２級又は３級ＴＳと同等の計測性能を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

また、事前精度確認にて、下記の精度が担保出来る計測距離（計測箇所とＴＳ等光波方式との離れ距離）を確認するとともに、出来形計測時に、離れ距離以内で出来形計測を行うこと。

■要求精度

計測最大距離で、ＴＳ等光波方式によるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（ｘ，ｙ）、鉛直方向（ｚ）それぞれ以下の表の値となること。

表１１-６　要求精度

| 規格値 | 要求精度 |
|---|---|
| 200㎜ | ±20㎜ |
| 100㎜ | ±10㎜ |
| 50㎜ | ±5㎜ |

# 第１２編　擁壁工編　目次


**第１２編 擁壁工編** ..... **１２-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １２-1

第２章 適用の範囲 ..... １２-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １２-6

第１節 施工計画書 ..... １２-6

第２節 工事基準点の設置 ..... １２-8

第３節 工事測量（起工測量） ..... １２-9

第４節 ３次元設計データ ..... １２-10

４－１ ３次元設計データ作成 ..... １２-10

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １２-10

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １２-12

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １２-13

第５節 出来形管理 ..... １２-14

５－１ 出来形管理 ..... １２-14

５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １２-14

５－１－２ 出来形計測 ..... １２-15

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... １２-16

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １２-17

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １２-18

第１節 計測技術 ..... １２-18

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １２-18

１－１－１ 機器構成 ..... １２-18

１－２ ３次元計測技術 ..... １２-19

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １２-19

１－２－２ 機器構成 ..... １２-21

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １２-22

１－２－４ 出来形計測 ..... １２-24

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... １２-27

第６章 数量算出 ..... １２-28

第７章 出来形管理写真基準 ..... １２-29

第８章 電子成果品の作成規定 ..... １２-30

**■ 参考資料・様式** ..... **１２-32**

参考資料-1 ３次元設計データチェックシート ..... １２-33

参考資料-2 擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド ..... １２-34

参考資料-3 擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド ..... １２-38

# 第１２編　擁壁工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。
1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準(案)」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領(案)」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なります。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」、「写真管理基準（案)」及び「土木工事数量算出要領（案)」で定められている基準に基づき３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定める出来形の測定項目の実測値を算出する出来形計測作業に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）の適用工種及び測定項目は「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」における分類で示すと、下表のとおりである。

監督職員と協議の上実施してよい。

表１２－１　適用工種（例）

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 共通的工種 | 擁壁工<br>共通 | 補強土壁工<br>（補強土（テールアルメ）壁工法）<br>（多数アンカー式補強土工法）<br>（ジオテキスタイルを用いた補強土工法） | 基準高<br>高さ<br>鉛直度<br>延長Ｌ<br>控え長さ | |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | 場所打擁壁工 | 基準高<br>厚さ<br>裏込厚さ<br>幅<br>高さｈ<br>延長Ｌ | |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | プレキャスト擁壁工 | 基準高<br>延長Ｌ | |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の工種区分より）

**2）適用する作業の範囲**

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、図１２－１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術を用いることで計測作業の効率化が期待できるほか、高低差のある擁壁への立ち入りを抑制し計測作業の安全性向上も期待できる。

これらの用途以外への利用を妨げるものではないが、従来方法の方が効率的な場合もあるため、現場状況に応じて適切に選択されたい。

なお、当該項目において、関連施工にて実施される下記の項目については、関連施工での実

施をもって代替することができる。

- 工事基準点の設置
- ３次元設計データの作成
- ３次元設計データチェックシートの作成

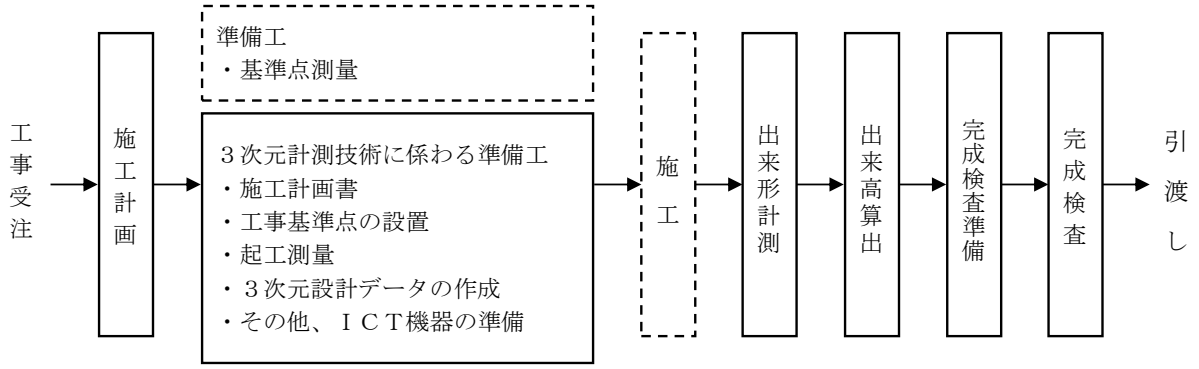



図１２-１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

### 3）計測技術

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表１２-２のようになる。

表１２-２　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ、ノンプリズム方式ＴＳ | レーザースキャナー［地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型］ |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | |
| 写真測量技術を用いるもの | | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | | 施工履歴データ、音響測深器 |

３次元計測技術は、本管理要領（案）で定める性能を有する下記の計測技術を対象とする。擁壁工に多点計測技術を用いる場合の要求精度は、「参考資料-2　擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド」を、単点計測技術を用いる場合は、「参考資料-3　擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド」を参照のこと。

《土工編に準拠》

- 空中写真測量（ＵＡＶ）
- 地上型レーザースキャナー
- 地上移動体搭載型レーザースキャナー
- 無人航空機搭載型レーザースキャナー
- ＴＳ（ノンプリズム方式）
- ＴＳ等光波方式
- ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### 4）測定項目

本管理要領（案）では、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた測定項目のうち高さ、鉛直度、延長、控え長さ、厚さ、裏込厚さなど寸法や基準高で規

定される項目を対象とする。ただし、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所、極小な出来形寸法など）によっては、３次元計測技術を用いた出来形計測を行うことで、かえって非効率になる場合があることから、出来形管理上支障のある測定項目については、監督職員との協議の上、従来手法で計測をしてもよい。

**5）計測方法**

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、基準高、高さ、鉛直度、延長、控え長さ、厚さ、裏込厚さの出来形を対象に、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、３次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

①出来形の計測値を算出するために用いる３次元座標データの取得方法

a）単点計測技術を用いる場合

管理対象として計測する断面あるいは測線上において、計測項目の端部等の３次元座標を計測し、座標値を取得する。

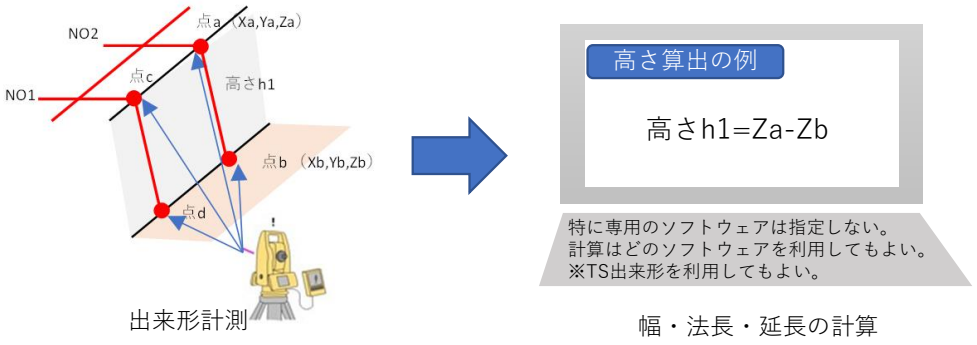



図１２-２　単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

b）多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から、計測する断面あるいは測線の±100㎜ の範囲内にある取得点群より任意に３次元座標を選択し、座標値を取得する。

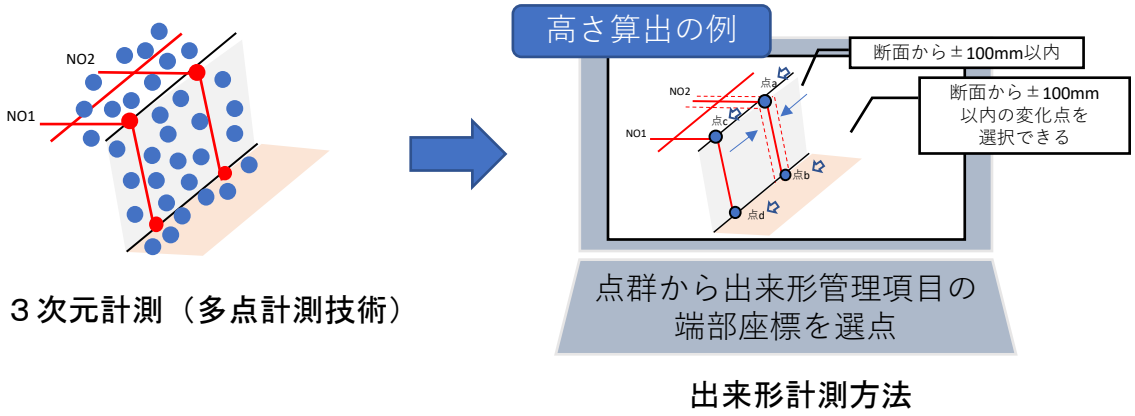



図１２-３　多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

②幅・控え長さの算出方法

計測すべき断面上又は測線上の幅を構成する、端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。幅を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを幅とする。

③高さを算出する方法

計測すべき高さの端部を構成する２箇所を計測し、計測した３次元座標間の鉛直方向の差分を用いる。

④鉛直度

計測すべき鉛直度を構成する基準位置と擁壁工の端部の２箇所の水平距離を算出し、その水平距離の差分を用いる。

⑤延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

⑥厚さ・裏込め厚さを算出する方法

計測すべき厚さの端部を構成する２箇所を計測し、計測した３次元座標間の斜距離を用いる。

**6）延長計測に関する留意点**

３次元座標をもとにした延長の算出は、計測した３次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

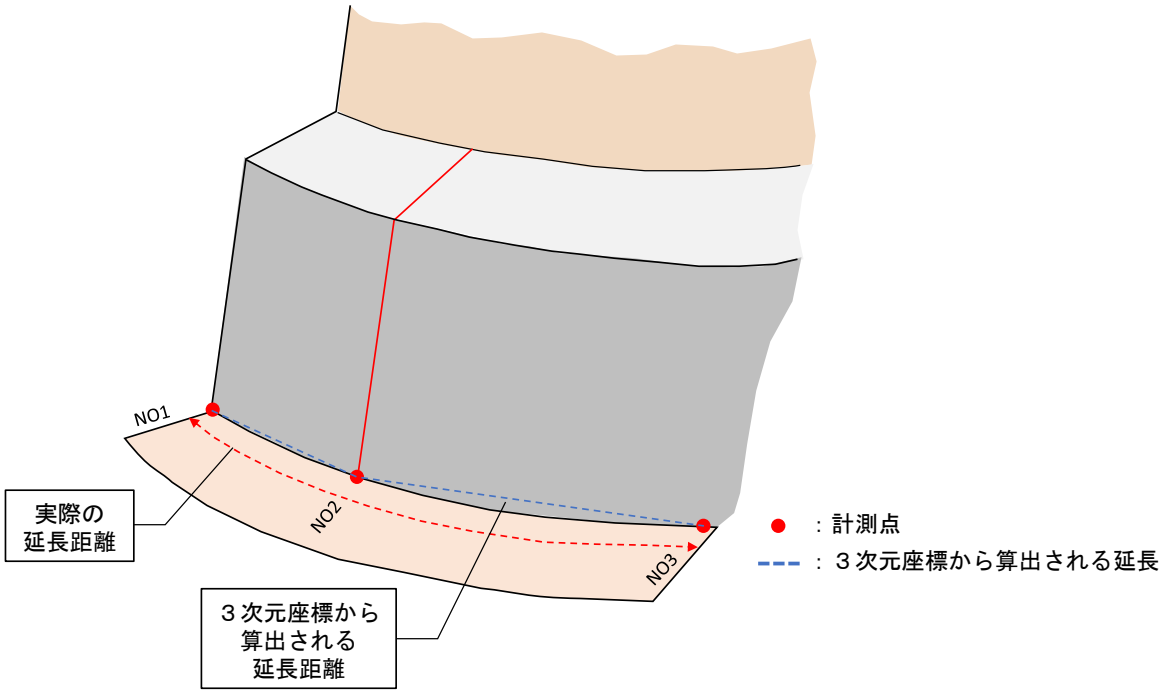



図１２－４　延長計測の留意事項

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、「第４章　第１節　計測技術」で定める各技術における「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）

・地上型レーザースキャナー

・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**5）ソフトウェア**

受注者は３次元設計データを作成するソフトウェアについて、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すカタログや仕様書を添付資料として提出する。

また、受注者は３次元座標確認ソフトウェアについて、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すカタログや仕様書を添付資料として提出する。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

**6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～5）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

## 第３節　工事測量（起工測量）

1）起工測量の実施

受注者は、設計照査のために、施工前の地盤の地形測量を実施する。実施方法については下記を準用する。また、起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

【実施方法】

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

2）起工測量計測データの作成

受注者は、３次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。

【解説】

本管理要領（案）では、着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

1）起工測量の実施

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）起工測量計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする。計測方法については、「第２編　土工編　第３章　３－２　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）」を参照されたい。

## 第４節　３次元設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

３次元座標を用いた出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心（法線）線形データ、横断形状データ、から構成される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３次元表示が確認できる機能。

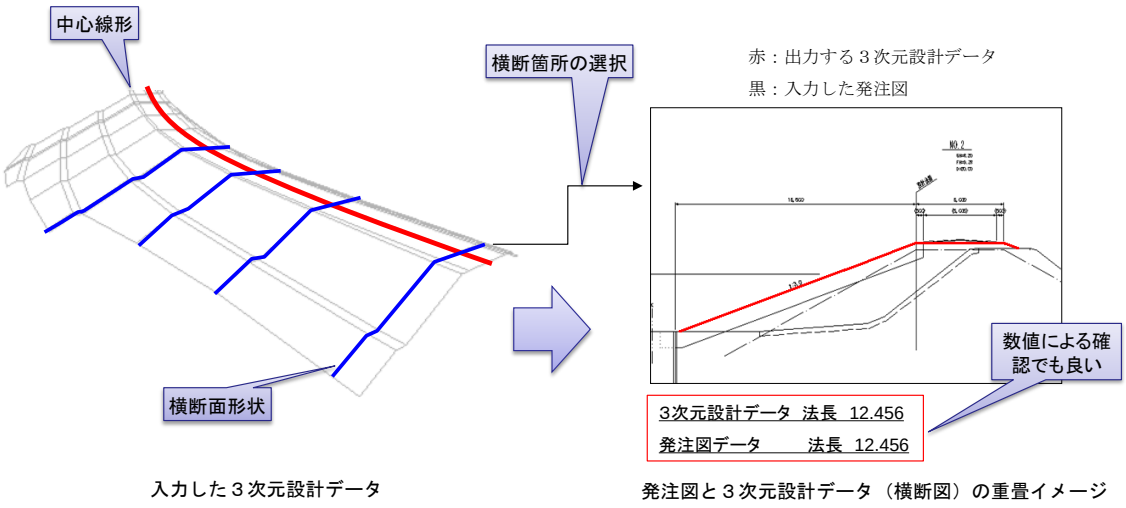



図１２-５　３次元設計データと計測技術による出来形管理機器の構成例

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）②③④で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から構造物表面の面データを作成する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で作成した面データと 1）⑤で読み込んだ起工測量データに基づき、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）①で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 1）及び 3）～5）で読み込み・作成・変換した３次元設計データを構成要素ごとに出力する機能。なお、出力形式は、中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）及び横断形状データはＴＳ－ＸＭＬ形式又は LandXML 形式とし、面データは LandXML 形式又は使用するソフトウェアのオリジナルフォーマットとする。また、全ての構成要素を一つのファイルに出力してもよい。

（例：３次元設計データのうち、中心線形データ及び横断形状データを Alignments セクション、面データをＴＩＮセクションに記述し、一つの LandXML 形式ファイルで出力）

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形計測点との比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

### 1）準備資料

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

### 2）３次元設計データの作成範囲

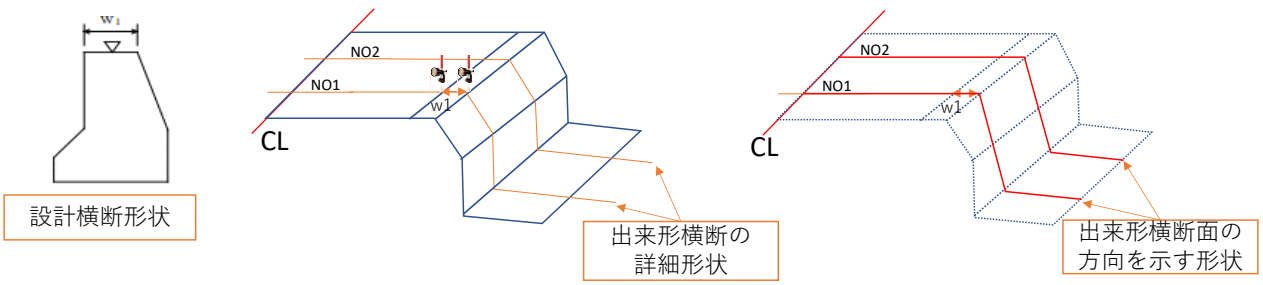
３次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、監督職員との協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

### 3）３次元設計データの要素データ作成

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って作成する。また、道路などの線形に沿わない場合は、構造物を構成する端点の座標値を元に作成してもよい。設計座標値が無い箇所については、必要に応じて設計座標値を計算する。出来形横断面形状の作成は、３次元座標計測による出来形管理を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面）について作成する。ただし、出来形横断の詳細形状ではなく、出来形横断面の方向を示す形状を作成するだけでもよい。

３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。




出来形横断の詳細形状ではなく、出来形横断面の方向を示す形状を作成するだけでもよい

図１２-６　出来形横断面の方向を示す形状の一例

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領（案）のチェックシート「参考資料-1　３次元設計データチェックシート」（様式 5-1）参照）を提出する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形形状の幅（小段幅も含む）、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

ただし、擁壁工などの場合は、出来形横断の詳細形状の作成及びチェックは不要とする。

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理

#### ５－１－１　出来形座標確認ソフトウェア

**出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき断面上にあることが確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～3)の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

ただし、本管理要領（案）「第２編　土工編　第３章　６－２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**1）３次元設計データを読み込む機能**

作成した３次元設計データを読込んで表示する機能を有すること。また、表示機能には３次元モデルとして回転、移動、拡大と縮小できる機能に加えて、平面図ビューを含むこととする。

**2）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（単点計測の出来形計測点あるいは多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**3）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能**

出来形計測点と３次元設計データを重ねて表示することで出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

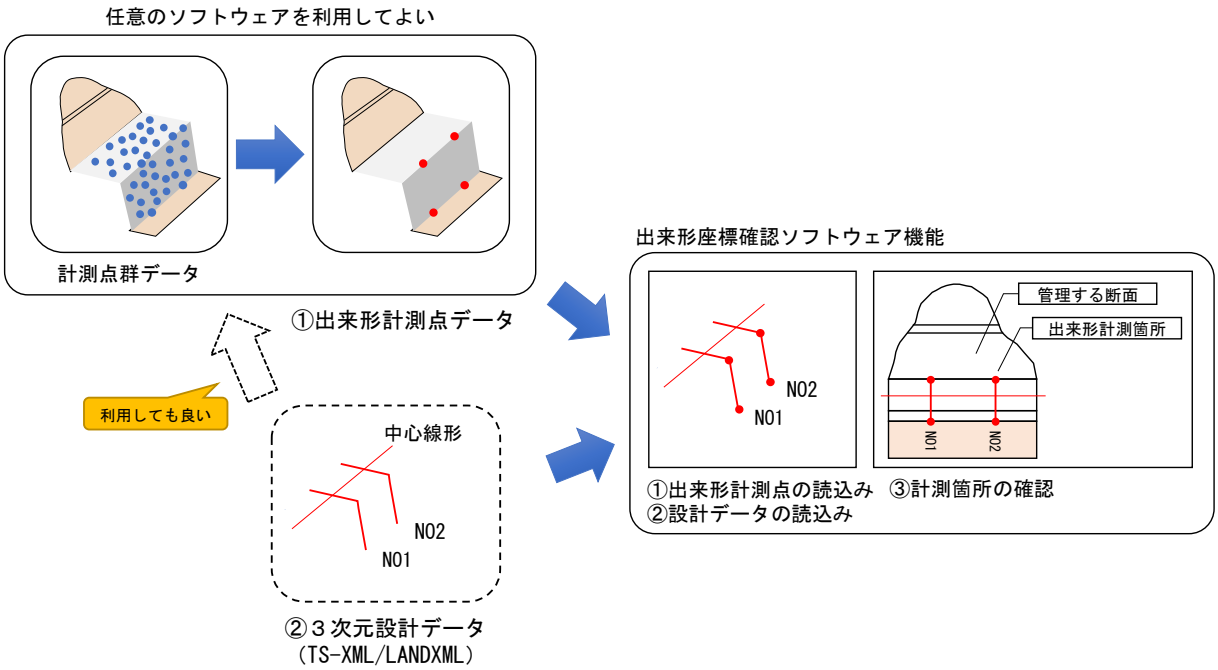



図１２-７　出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

## ５－１－２　出来形計測

1）出来形計測の実施

受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）出来形評価用データ等の作成

受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第３章　５－１－３　出来形計測箇所」の手順を参照されたい。なお、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

1）出来形計測の実施

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）出来形評価用データ等の作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、出来形の算出用に選定（寸法値の対象となる端部の２点、基準高の対象となる点など）した出来形評価用データを作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

## ５－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値」で示すとおりとする。ただし、基準高、高さ、鉛直度、延長、控え長さ、厚さ、裏込め厚さの端部となる点を３次元計測技術で計測し、座標間の距離等により算出することができる。**

【解説】

図１２-８に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

３次元座標から出来形を算出するソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、擁壁工における幅、高さの算出方法については、「参考資料-2　擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド」を参照のこと。

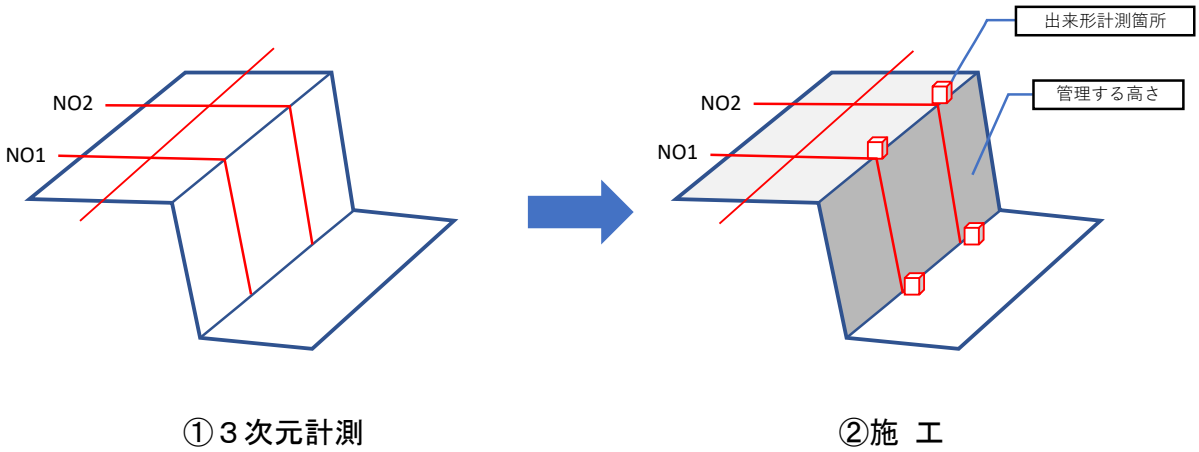



図１２-８　出来形計測箇所

## ５－１－４　出来形管理資料の作成

受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。

【解説】

### 1）出来形管理帳票

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

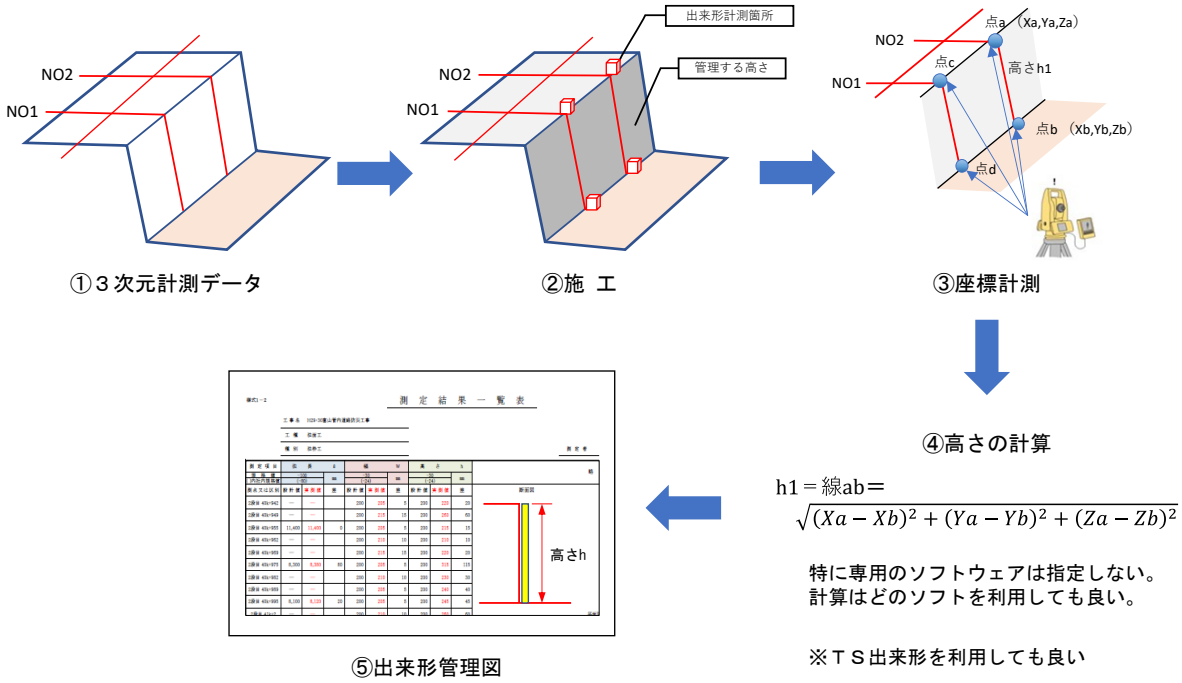



図１２-９　出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

### 2）出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料を添付すること。３次元設計データに計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでもよい。

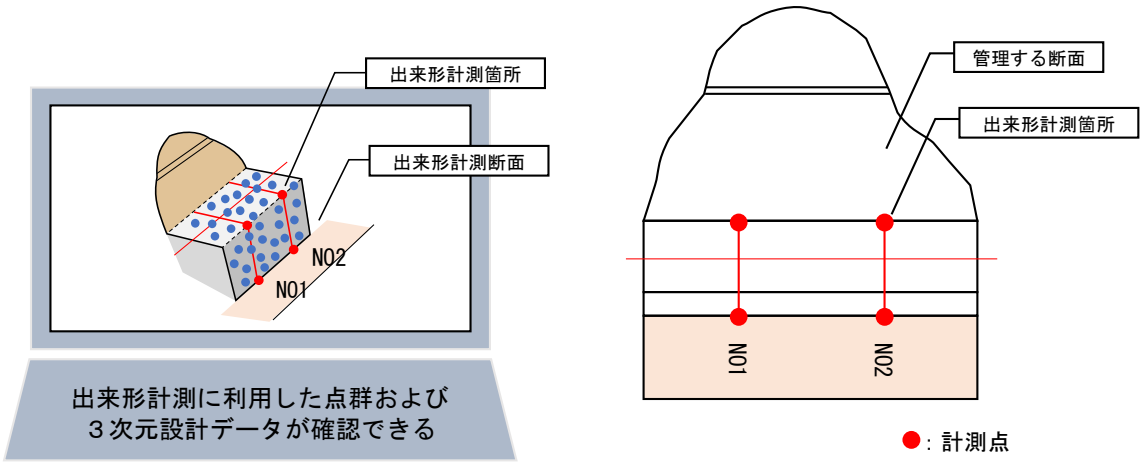



図１２-１０　３次元での確認機能（左）と平面図での確認機能（右）

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を共通とする。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。

1）３次元設計データ作成ソフトウェア

2）出来形座標確認ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。また、「第２編　土工編　第３章　４-２　基本設計データ作成（断面管理の場合）」で規定する基本設計データ作成ソフトウェアを用いてもよい。

**2）出来形座標確認ソフトウェア**

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と３次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。

ただし、「第２編　土工編　第３章　６-２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料（擁壁工の測定項目に対応している項目：基準高、厚さ、幅、延長）を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**3）その他**

本管理要領（案）を用いて計測した３次元座標から幅、法長、延長を算出するソフトウェア及び出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。「第２編　土工編　第３章　６-２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ及び出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料（擁壁工の測定項目に対応している項目：基準高、厚さ、幅、延長）を作成することもできる。

## １－２　３次元計測技術

### １－２－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ活用工事において、既存の出来形管理基準が適応しない工種において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から測定項目（基準高、高さ、鉛直度、延長、控え長さ、厚さ、裏込厚さ）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

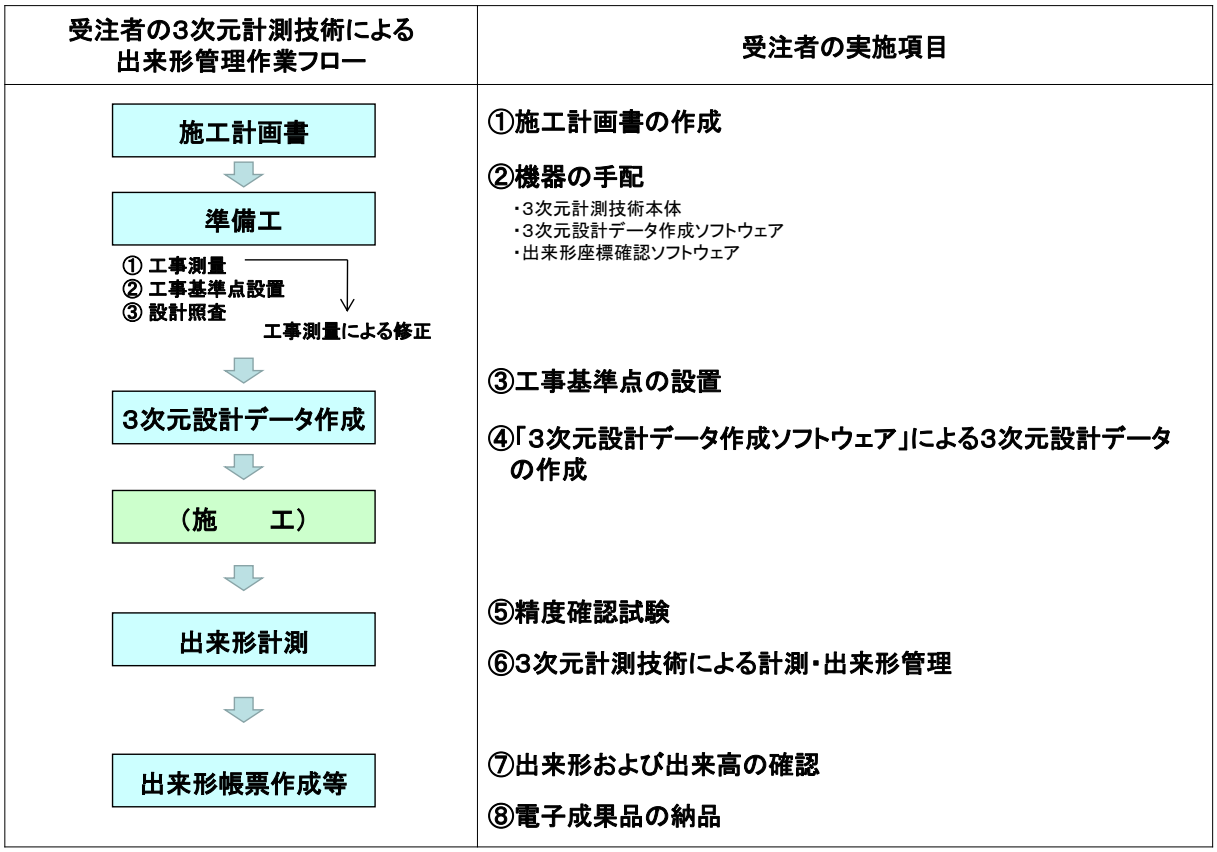



図１２-１１　出来形管理の主な手順

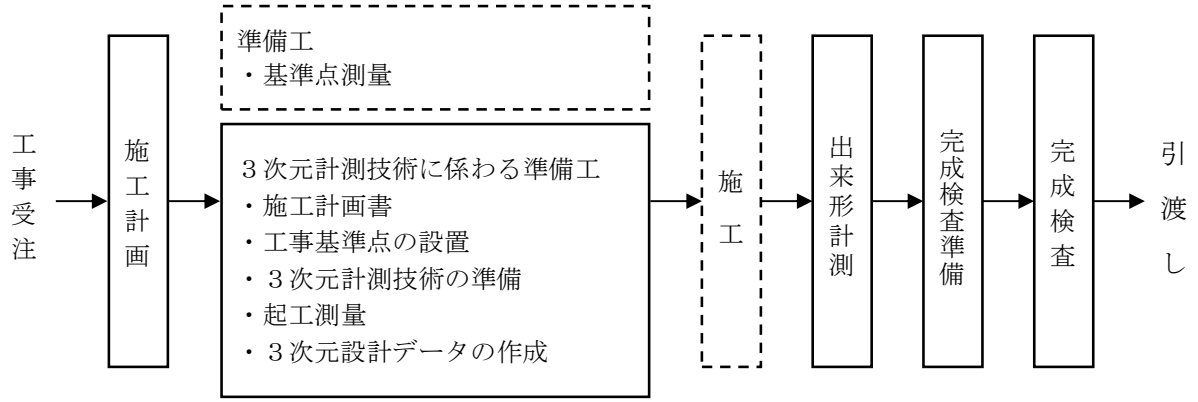



図１２-１２　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）３次元計測技術本体

【解説】

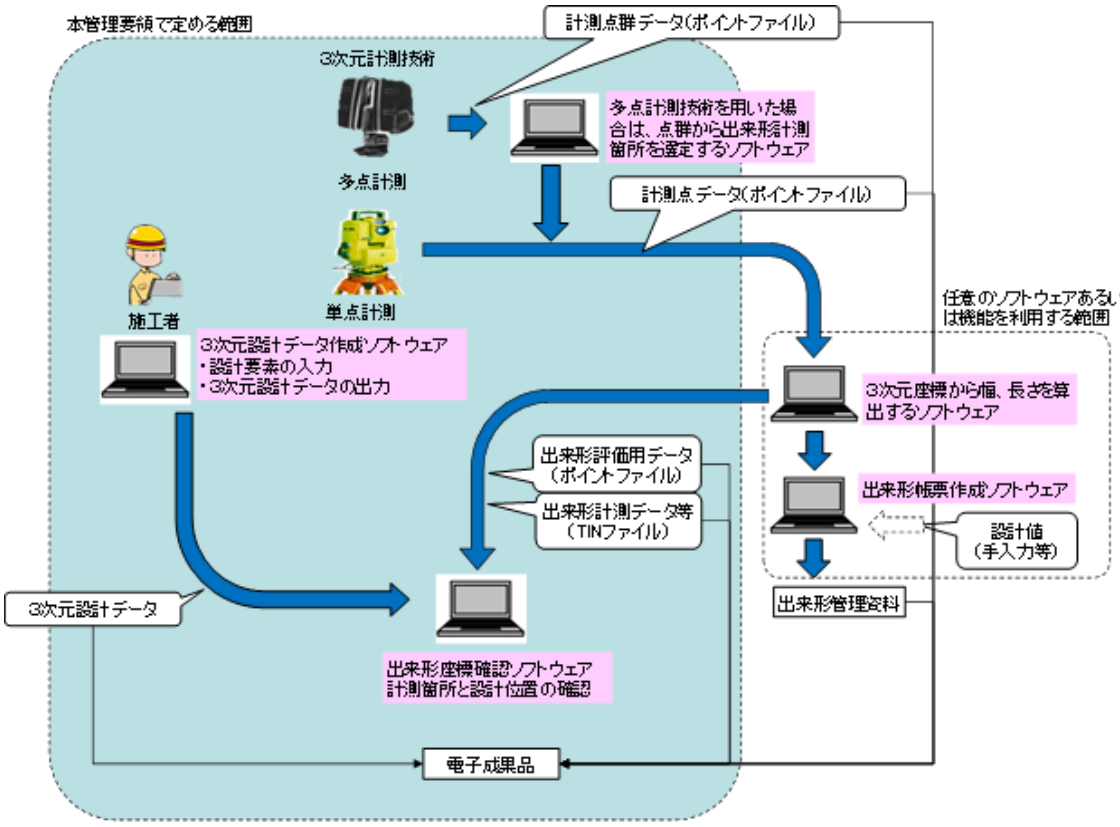
図１２-１３に３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元計測技術

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ




※多点計測技術を利用する場合は、計測点群データから出来形計測に利用する点を選点し計測点データを生成する。
※計測点データのうち出来形評価用に用いたデータを納品する（計測点データと同一でもよい）。

図１２-１３　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・TLS<br>・地上移動体搭載型LS<br>・無人航空機搭載型LS<br>・TS（ノンプリズム方式） | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量（多点計測技術）】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m メッシュ） |
| 出来形計測<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・TLS<br>・地上移動体搭載型LS<br>・無人航空機搭載型LS | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±30mm 以内<br>100mm の場合：±30mm 以内<br>50mm の場合：±15mm 以内<br>30mm の場合：±10mm 以内<br>20mm の場合：　±5mm 以内 | 【出来形計測（多点計測技術）】<br>1 点以上/0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ） |

| 計測 | 計測性能 | 測定精度 |
|---|---|---|
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>・TS等光波方式 | 公称測定精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※<br>最小目盛値 20″ 以下<br>※D 値は計測距離（m）、ppm は $10^{-6}$<br>例：計測距離　100m　の場合は、±（5mm＋$5\times10^{-6}\times100$m）＝±5.5mm　の誤差となる | 国土地理院で規定がない場合<br>【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±20mm 以内<br>100mm の場合：±10mm 以内<br>50mm の場合：±5mm 以内<br>30mm の場合：±5mm 以内<br>20mm の場合：±5mm 以内 |
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>・TS（ノンプリズム方式） | ― | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 200mm の場合：±20mm 以内<br>100mm の場合：±10mm 以内<br>50mm の場合：±5mm 以内<br>30mm の場合：±5mm 以内<br>20mm の場合：±5mm 以内 |
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>・RTK－GNSS | 公称測定精度：±（20mm＋$2\times10^{-6}\times$D）<br>最小解析値　：1mm<br>例：計測距離　500m　の場合は、±（20mm＋$2\times10^{-6}\times500$m）＝±21mm　の誤差となる | |

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

- 空中写真測量（ＵＡＶ）
- 地上型レーザースキャナー
- 地上移動体搭載型レーザースキャナー
- 無人航空機搭載型レーザースキャナー
- ＴＳ（ノンプリズム方式）
- ＴＳ等光波方式
- ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### 2）計測性能及び精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術に該当する要領の規定に準じて、所定の計測性能及び適正な精度管理が行われていることを確認し、その記録について監督職員に提出する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）撮影計画

空中写真測量（ＵＡＶ）を実施する場合は、「第２編　土工編　第４章　１－２－５　出来形計測」を準用する。

鉛直下方を撮影する場合は、直線かつ等高度の撮影となるように計画する。

カメラを計測対象の斜面に正対させた斜め撮影の場合は、対地高度が所要の地上画素寸法を超えない範囲を保つように計画する。

対地高度は、必要な精度を確保できる地上画素寸法を確保できるよう、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求めるものとする。撮影高度は、鉛直下方を撮影する場合の対地高度には、撮影高度（ＵＡＶの飛行する高度）から撮影区域内の撮影基準面高を減じたものとする。また、カメラを計測対象の斜面（平均勾配としても良い）に正対させて斜め撮影する場合の対地高度は、被計測対象の法面法線方向との離隔とする。

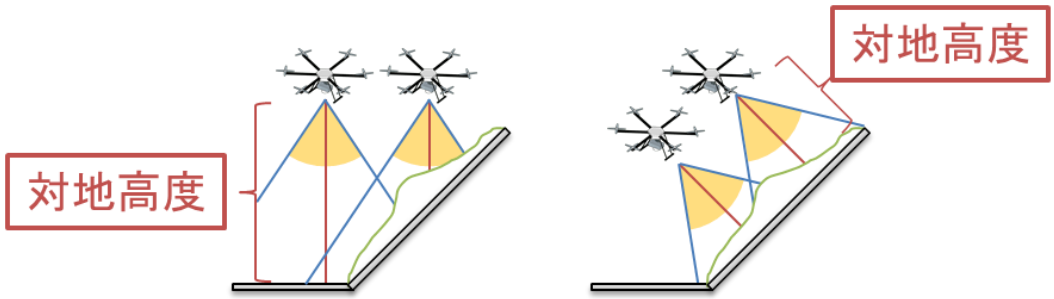



図１２-１４　撮影方向による対地高度の違い

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

**2）適用区域**

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

**3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）**

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

**4）使用機器**

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編に準拠》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・地上移動体搭載型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー
・ＴＳ（ノンプリズム方式）
・ＴＳ等光波方式
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**5）ソフトウェア**

受注者は３次元設計データを作成するソフトウェアについて、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すカタログや仕様書を添付資料として提出する。

また、受注者は３次元座標確認ソフトウェアについて、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すカタログや仕様書を添付資料として提出する。

上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

**6）空中写真測量（ＵＡＶ）における留意点**

鉛直下方を撮影する方法では、高低差があり、等高度での一度の撮影では、モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合には、飛行を数回に分ける、カメラを計測対象の斜面に正対し撮影を行うなど適切な撮影方法を検討すること。

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる高さ、鉛直度、延長、控え長さ、厚さ、裏込厚さの端部、基準高の３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術ごとに事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

**2）計測密度設定の留意点**

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる幅、法長、延長、高さ、厚さの端部、基準高において、0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ）あたりに１点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。

**3）擁壁工における留意点**

多点計測技術を用いた出来形計測においては、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所、極小な出来形寸法など）により対象構造物の全面を所定の密度で計測することが困難となる場合がある。このため、出来形の算出用に選点する箇所（寸法値の端部や基準高の管理箇所）以外については、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。

ただし、計測点群データを利用しない出来形管理箇所や項目については、従来どおりとする。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められたものとする。

# 第６章　数量算出

**出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが３次元計測技術等で計測されており、契約条件として認められている場合は、３次元計測技術による出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。出来形数量の詳細な算出方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。**

【解説】

受注者は、３次元計測技術による計測点群データを基に平均断面法又は、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、「土木工事数量算出要領（案）」を参照されたい。

# 第７章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図１２-１５に写真撮影例を示す。

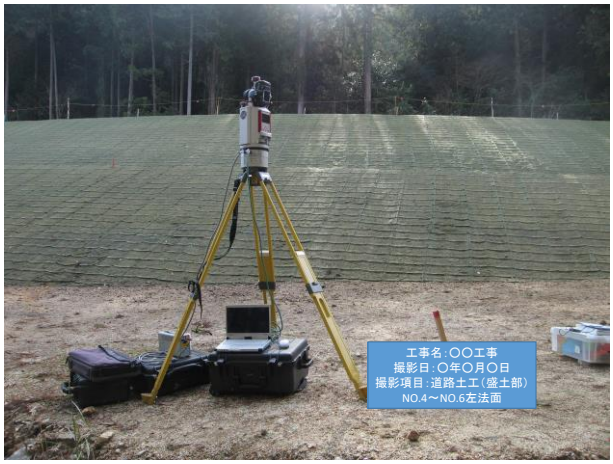



図１２-１５　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・３次元設計データ※1（LandXML 又は TS-XML、オリジナルフォーマット等）
（※1 ３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、面データとする）
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）
・３次元計測技術による出来形評価用データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による出来形計測データ※2（LandXML 又は、オリジナルフォーマットのＴＩＮデータ）
・３次元計測技術による計測点群データ※2（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点及びデータ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。
※2 について、ＴＳ出来形管理を実施した場合は３次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不要。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。
②※擁壁工は「RW（Retaining Wall)」とする。
③　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。
④サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則を準用する。
⑤サブフォルダの名称は、表１２-３に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。
⑥格納するファイル名は、表１２-３に示す命名規則に従うこと。
⑦設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。
⑧整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。
⑨出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

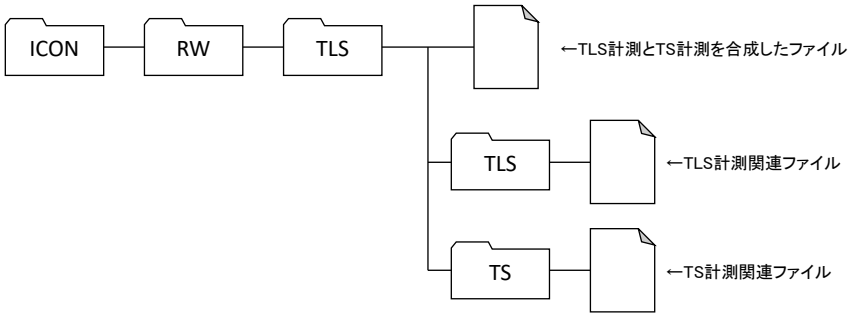



図１２-１６　フォルダ構成例

表１２-３　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き3次元データ) | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | － | ・TLS による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | EG | 001～ | － | ・TLSによる起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TLS0EG001.拡張子 |
| TLS | 0 | AS | 001～ | － | ・TLS による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN)) | TLS0AS001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | － | ・TLS による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | TLS0PO001.拡張子 |

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でもよい。

**2）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id)

xn ：計測点座標値（x)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

yn ：計測点座標値（y)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

zn ：標高値（z)・・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

An ：地表面属性値（A)・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ３次元計測技術 | 参考資料-1　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-2　擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド<br>参考資料-3　擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド |

## 参考資料-1　３次元設計データチェックシート

（様式 5-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、高さなどの寸法は正しいか？ | |
| ５）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～４）の幾何形状と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

# 参考資料-2　擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド

## 擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工にて多点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

１．擁壁工における多点計測技術を用いた場合の高さの端部の算出方法

計測箇所の擁壁工に直交する測線から±100㎜ の範囲内で高さの端部を構成する２箇所を計測し、擁壁工に対する鉛直方向の差分を算出する。また、端部を構成する２箇所は構成する面上から選点し、補助線等を用いて計測してもよい。

図１２-１７　高さの算出方法

２．擁壁工における多点計測技術を用いた場合の幅、控え長さ、厚さ、裏込厚さの算出方法

計測箇所の擁壁工に直交する測線から±100㎜ の範囲内で幅、控え長さ、厚さ、裏込厚さの端部を構成する２箇所を計測し、擁壁工に対する斜距離を算出する。また、端部を構成する２箇所は構成する面上から選点し、補助線等を用いて計測してもよい。

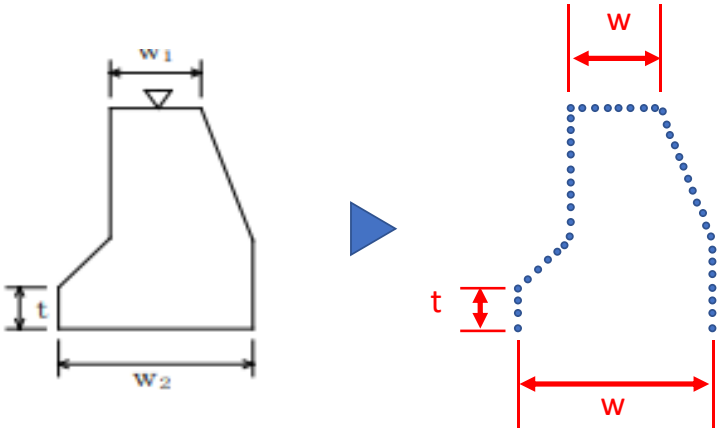



図１２-１８　幅、控え長さ、厚さ、裏込厚さの算出方法

３．擁壁工における多点計測技術を用いた場合の鉛直度の算出方法

鉛直度を構成する基準位置と擁壁工の端部の２箇所の水平距離を計測し、その水平距離の差分を算出する。

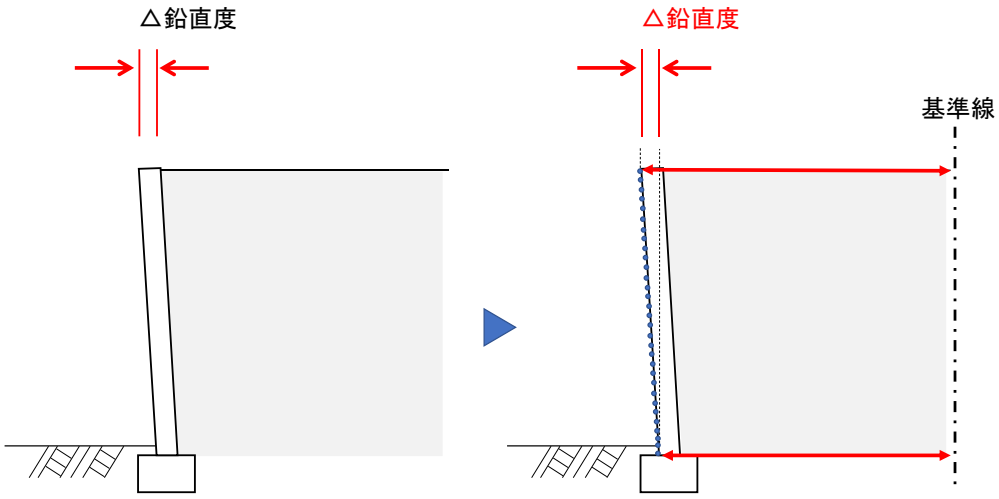



図１２-１９　鉛直度の算出方法

４．擁壁工における多点計測技術を用いた場合の延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の２箇所の３次元座標間の斜距離を用いる。２箇所以上の計測箇所を指定し分割もしくは、計測箇所２箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には、３次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

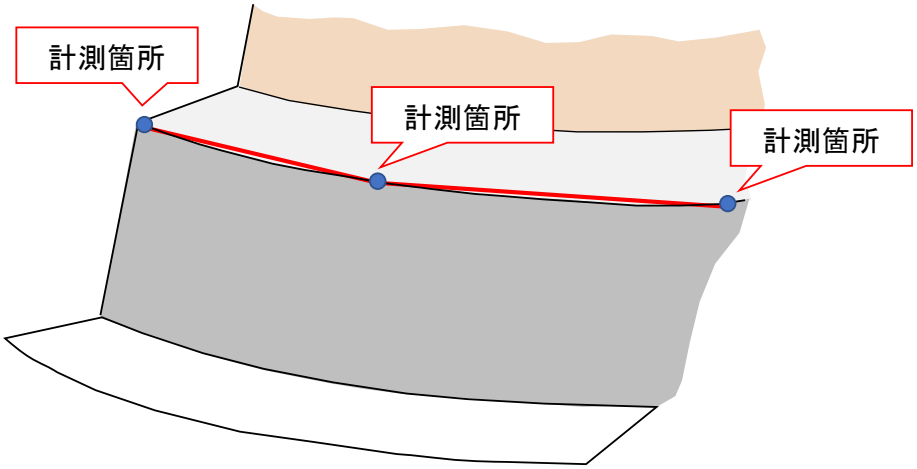



図１２-２０　延長の算出方法

５．擁壁工における多点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

擁壁工において、計測箇所が面取りされている場合は、３次元座標値から生成する補助線間の距離により算出してもよい。

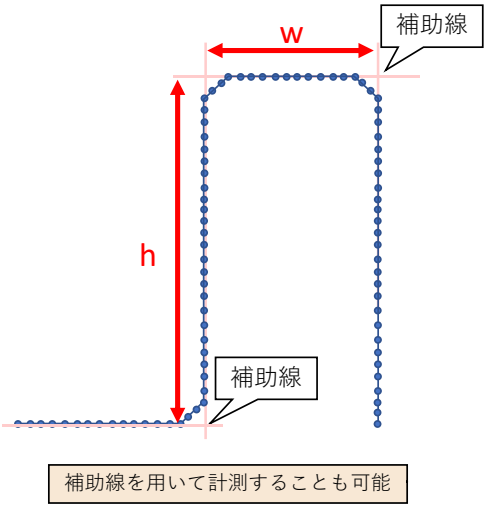



図１２-２１　多点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

６．擁壁工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の２点間距離を計測するものとし、要求精度は以下の表１２-４を、精度確認方法については表１２-５を参照のこと。

表１２-４　擁壁工における多点計測技術の要求精度

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 測定項目 | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 共通的工種 | 擁壁工<br>共通 | 補強土壁工<br>（補強土（テールアルメ）壁工法）<br>（多数アンカー式補強土工法）<br>（ジオテキスタイルを用いた補強土工法） | 基準高 | ±50mm | ±15mm |
| | | | | 高さ(h＜3m) | -50mm | ±15mm |
| | | | | 高さ(h≧3m) | -100mm | ±30mm |
| | | | | 鉛直度 | ±0.03h<br>かつ<br>±300 以内 | ±10mm |
| | | | | 控え長さ | 設計値<br>以上 | ±10mm |
| | | | | 延長Ｌ | -200mm | ±30mm |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | 場所打擁壁工 | 基準高 | ±50mm | ±15mm |
| | | | | 厚さ | -20mm | ±5mm |
| | | | | 裏込厚さ | -50mm | ±15mm |
| | | | | 幅 | -30mm | ±10mm |
| | | | | 高さ(h＜3m) | -50mm | ±15mm |
| | | | | 高さ(h≧3m) | -100mm | ±30mm |
| | | | | 延長Ｌ | -200mm | ±30mm |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | プレキャスト擁壁工 | 基準高 | ±50mm | ±15mm |
| | | | | 延長Ｌ | -200mm | ±30mm |

表１２-５　擁壁工における計測時の精度確認方法

| 計測技術 | | 事前確認試験 | 検証点 |
|---|---|---|---|
| 単点計測技術 | ＴＳ | 不要<br>（等級による確認）※1 | 不要※1 |
| | ノンプリ・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ | 必要 | 不要 |
| 多点計測技術 | ＴＬＳ、ＵＡＶ等 | 不要 | 必要 |

※1 検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

## 参考資料-3　擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工にて単点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

１．擁壁工における単点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

擁壁工において、計測箇所が面取りされている場合は、幅や高さなどの測定項目を構成する構造物の外形線上を計測し、その距離により算出してもよい。

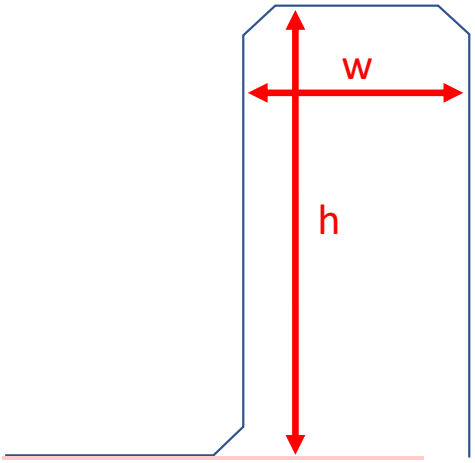



図１２-２２　単点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

２．擁壁工における計測時の要求精度について

擁壁工にて単点計測技術による出来形管理を行う場合は、下記の要求精度を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、ＴＳによるプリズム計測での計測値と、単点計測技術による計測値との差が平面方向（ｘ，ｙ）、鉛直方向（ｚ）それぞれ以下の表の値となること。

表１２-６　擁壁工における単点計測技術の要求精度

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 測定項目 | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 共通編 | 共通的工種 | 擁壁工<br>共通 | 補強土壁工<br>（補強土（テールアルメ）壁工法）<br>（多数アンカー式補強土工法）<br>（ジオテキスタイルを用いた補強土工法） | 基準高 | ±50mm | ±5mm |
| | | | | 高さ(h＜3m) | -50mm | ±5mm |
| | | | | 高さ(h≧3m) | -100mm | ±10mm |
| | | | | 鉛直度 | ±0.03h<br>かつ<br>±300 以内 | ±5mm |
| | | | | 控え長さ | 設計値<br>以上 | ±5mm |
| | | | | 延長Ｌ | -200mm | ±20mm |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | 場所打擁壁工 | 基準高 | ±50mm | ±5mm |
| | | | | 厚さ | -20mm | ±5mm |
| | | | | 裏込厚さ | -50mm | ±5mm |
| | | | | 幅 | -30mm | ±5mm |
| | | | | 高さ(h＜3m) | -50mm | ±5mm |
| | | | | 高さ(h≧3m) | -100mm | ±10mm |
| | | | | 延長Ｌ | -200mm | ±20mm |
| 共通編 | 一般施工 | 擁壁工<br>共通 | プレキャスト擁壁工 | 基準高 | ±50mm | ±5mm |
| | | | | 延長Ｌ | -200mm | ±20mm |

# 第１３編　構造物工（橋脚・橋台）編　目次


**第１３編 構造物工（橋脚・橋台）編 ..... １３-1**

第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １３-1

第２章 適用の範囲 ..... １３-2

第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １３-6

第１節 施工計画書 ..... １３-6

第２節 工事基準点の設置 ..... １３-8

第３節 工事測量（起工測量） ..... １３-9

第４節 ３次元設計データ ..... １３-10

４－１ ３次元設計データ作成 ..... １３-10

４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １３-10

４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １３-11

４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １３-13

第５節 出来形管理 ..... １３-14

５－１ 出来形管理 ..... １３-14

５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １３-14

５－１－２ 出来形計測 ..... １３-15

５－１－３ 出来形計測箇所 ..... １３-16

５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １３-17

５－２ 出来ばえ評価 ..... １３-18

５－２－１ 出来ばえ評価用データ処理 ..... １３-18

５－２－２ 出来ばえ評価用ソフトウェア ..... １３-20

５－２－３ ３次元計測 ..... １３-22

５－２－４ 出来ばえ評価資料の作成 ..... １３-23

５－３ 写真計測技術を用いた表面状態の把握と記録 ..... １３-25

５－３－１ 写真計測技術を用いたひび割れの調査 ..... １３-25

５－３－２ ひび割れ調査における写真計測技術の性能確認試験 ..... １３-27

第４章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １３-28

第１節 計測技術 ..... １３-28

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １３-28

１－１－１ 機器構成 ..... １３-28

１－２ ３次元計測技術 ..... １３-29

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １３-29

１－２－２ 機器構成 ..... １３-30

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １３-31

１－２－４ 出来形計測 ..... １３-33

第５章 出来形管理基準及び規格値 ..... １３-35

第６章 数量算出 ..... １３-36

第７章 出来形管理写真基準 ..... １３-37

第８章 電子成果品の作成規定 ..... １３-38

■ **参考資料・様式** ..... **１３-42**
参考資料-1 ３次元設計データチェックシート ..... １３-43
参考資料-2 構造物工における出来形算出ガイド ..... １３-44
参考資料-3 出来形計測範囲の設定ガイド ..... １３-52
参考資料-4 写真計測技術による性能確認試験結果報告書 ..... １３-53
参考資料-5 ３次元計測技術による精度確認試験結果報告書 ..... １３-55

# 第１３編　構造物工（橋脚・橋台）編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

**本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。**

**1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）**

**2)「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」（国土交通省各地方整備局）**

**3)「写真管理基準(案)」（国土交通省各地方整備局）**

**4)「土木工事数量算出要領(案)」（国土交通省各地方整備局）**

**5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）**

**6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）**

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なります。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」、「写真管理基準（案)」及び「土木工事数量算出要領（案)」で定められている基準に基づき３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定める出来形の測定項目の実測値を算出する出来形計測作業に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）の適用工種を表１３−１に示す。

表１３−１　適用工種区分

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 道路編 | 橋梁下部 | 橋台工 | 橋台躯体工 | 基準高・厚さ・天端幅・敷幅<br>高さ・胸壁の高さ・天端長・敷長<br>胸壁間距離<br>支間長及び中心線の変位<br>支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置） | 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度） |
| | | ＲＣ橋脚工 | 橋脚躯体工（張出式）<br>橋脚躯体工（重力式）<br>橋脚躯体工（半重力式） | 基準高・厚さ・天端幅・敷幅<br>高さ・天端長・敷長<br>橋脚中心間距離<br>支間長及び中心線の変位<br>支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置） | 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度） |
| | | | 橋脚躯体工（ラーメン式） | 基準高・厚さ・天端幅・敷幅<br>高さ・長さ<br>橋脚中心間距離<br>支間長及び中心線の変位<br>支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置） | 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度） |

（「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より）

**2）適用する作業の範囲**

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、図１３−１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術を用いることで計測作業の効率化が期待できるほか、高所への立ち入りを抑制し計測作業の安全性向上も期待できる。

ただし、従来方法の方が効率的な場合もあるため、監督職員と協議の上現場状況に応じて適切に選択されたい。

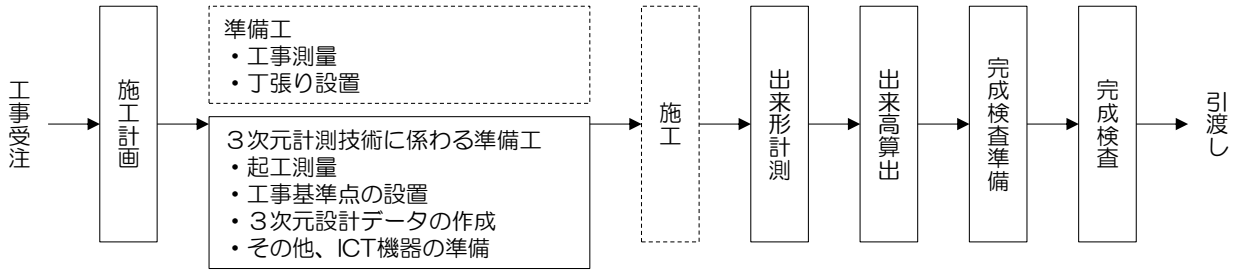



図１３-１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

**3）計測技術**

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表１３-２のようになる。

表１３-２　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ等光波方式 | レーザースキャナー［地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型］ |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | |
| 写真測量技術を用いるもの | | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | | 施工履歴データ、音響測深器 |

本管理要領（案）で用いる３次元計測技術は、下記の計測技術を対象とする。また、構造物工に多点計測技術を用いる場合の要求精度は、「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド　７．構造物工における計測時の要求精度について」を、出来形計測範囲の設定については「参考資料-3　出来形計測範囲の設定ガイド」を参照することとする。

【出来形計測】

《土工編》

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

**4）測定項目**

本管理要領（案）では、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた測定項目のうち基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜き（計画高・平面位置）の出来形など寸法で規定される項目を対象とする。

**5）計測方法**

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜き（計画高・平面位置）の出来形を対象に、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、３次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合

には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

①出来形の計測値を算出するために用いる３次元座標データの取得方法

a）単点計測技術を用いる場合

橋軸方向の中央・両端部および寸法表示箇所において、計測項目の端部等の３次元座標を計測し、座標値を取得する。

b）多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から、計測する橋軸方向の中央・両端部および寸法表示箇所を取得点群より任意に３次元座標を選択、又は計測箇所端部を構成する面上から座標値を取得する。詳細は「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

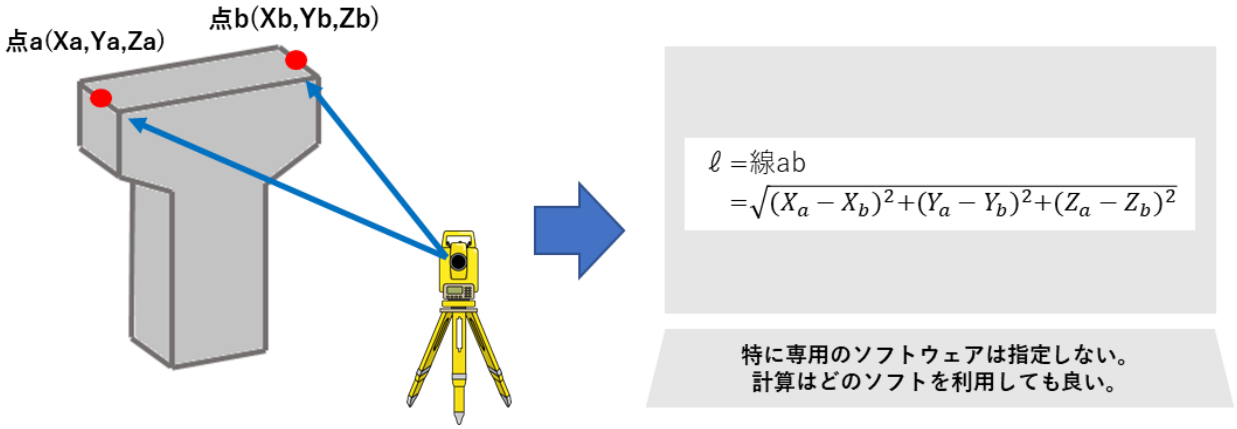



図１３-２　単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

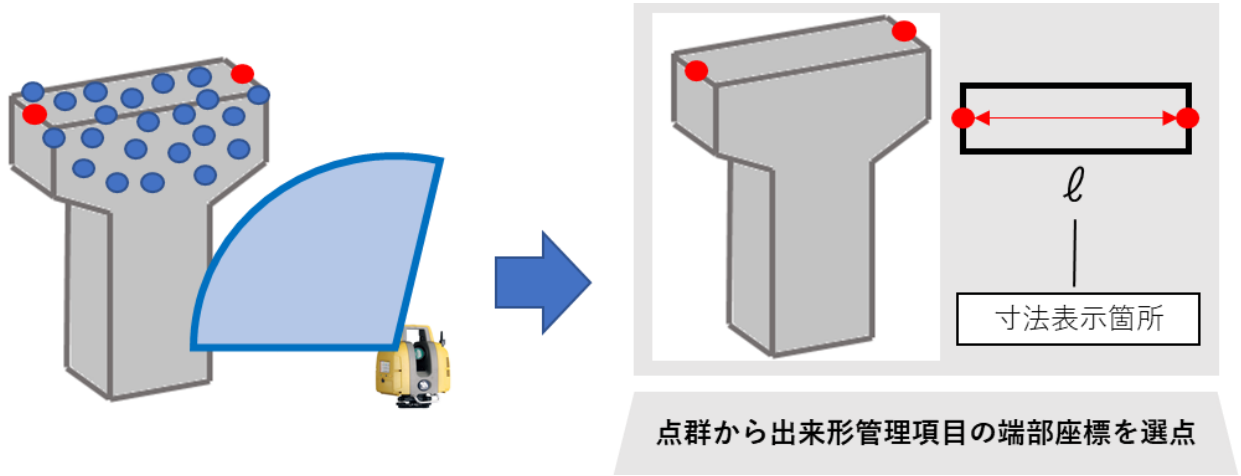



図１３-３　多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

②基準高の算出方法

精度の良い基準点を用いて設置した３次元計測機器により計測された点群から確認する。

③天端幅・敷幅・天端長・敷長・長さ・胸壁間距離・橋脚中心間距離の算出方法

計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する端部の２箇所の３次元座標間の水平距離を用いる。

④厚さ・胸壁の高さ・高さ・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高）を算出する方

法

計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する２箇所を計測し、計測した３次元座標間の鉛直方向の差分を用いる。

⑤支間長及び中心線の変位を算出する方法

計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する端部の２箇所を計測し、計測した３次元座標間の水平距離を用いる。中心線の変位については、道路中心線形と構造物中心点との水平距離を用いる。

⑥支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（平面位置）を算出する方法

点群に補助線・補助面を引き、孔の中心位置を計測し、孔の設計中心位置座標との水平距離を用いる。

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、「第４章　第１節　計測技術」で定める各技術における「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編》

・ＴＳ等光波方式

・空中写真測量（ＵＡＶ）

・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

**6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～5）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

## 第３節　工事測量（起工測量）

**1）起工測量の実施**

**受注者は、設計照査のために、施工前の地盤の地形測量を実施する。実施方法については下記を準用する。また、起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）起工測量計測データの作成**

**受注者は、起工測量を実施した場合、３次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。**

【解説】

本管理要領（案）では、伐採後の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）起工測量の実施**

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）起工測量計測データの作成**

受注者は、起工測量を実施した場合、不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。

## 第４節　３次元設計データ

### ４－１　３次元設計データ作成

#### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②３次元座標の読込（入力）機能

構造物を形成する表面形状の３次元座標及び３次元座標の変化点を読込（入力）できる機能。

③現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

④ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元座標を画面上等で確認できる機能。

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 3）～5）で作成・変換した３次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、出来形評価用データとの比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

**1）準備資料**

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

**2）３次元設計データの作成範囲**

３次元設計データは、各管理対象橋脚及び橋台毎に作成する。天端上の管理も行う場合、橋脚中心やアンカーボルト孔の平面設計位置についても作成すること。

また、３次元設計データの作成範囲は、本要領で管理する範囲とする。

**3）３次元設計データの要素データ作成**

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）に示される、構造物を構成する端点の座標値を元に作成する。設計座標値が無い箇所については、必要に応じて設計座標値を計算する。

３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

**4）３次元設計データ（ＴＩＮ）の作成**

入力した要素データを基に面的な３次元設計データ（ＴＩＮ）を作成する。ＴＩＮは三角形の平面の集合体であるため、曲線部は対象外としても良い。

**5）地形情報**

３次元計測技術等による起工測量結果を３次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した３次元設計データと重畳し比較した上で、発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

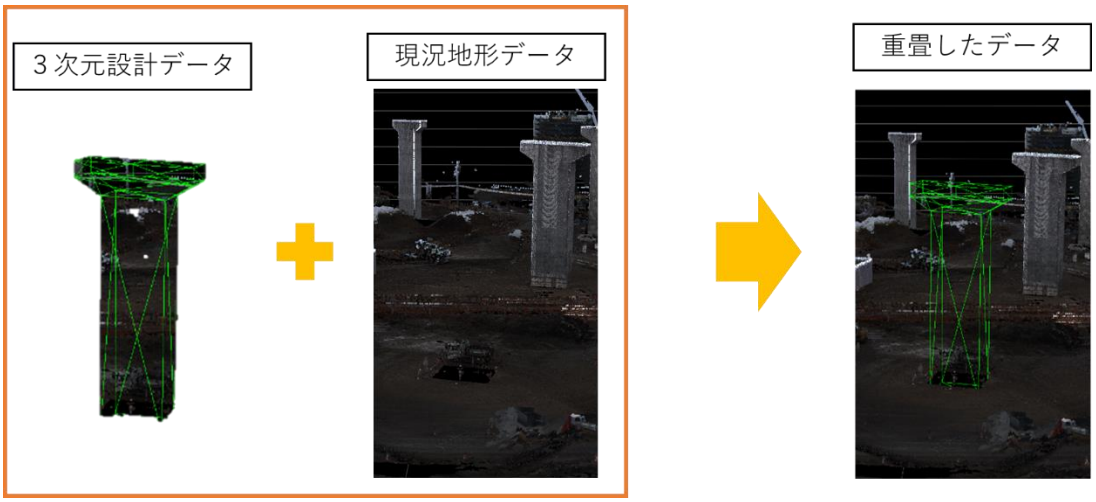



図１３-４　３次元データの重畳イメージ

### 6）設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データを設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、３次元設計データチェックシート（「参考資料-1　３次元設計データチェックシート」参照）に記載する。

また、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更し、３次元設計データチェックシートを作成する。

## 第５節　出来形管理

### ５－１　出来形管理

#### ５－１－１　出来形座標確認ソフトウェア

**出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき対象（位置・断面）上にあることが確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～2)の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

**1）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**2）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能**

出来形計測点と出来形管理すべき位置、方向、断面を示す補助線・補助面等を重ねて表示することで、出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

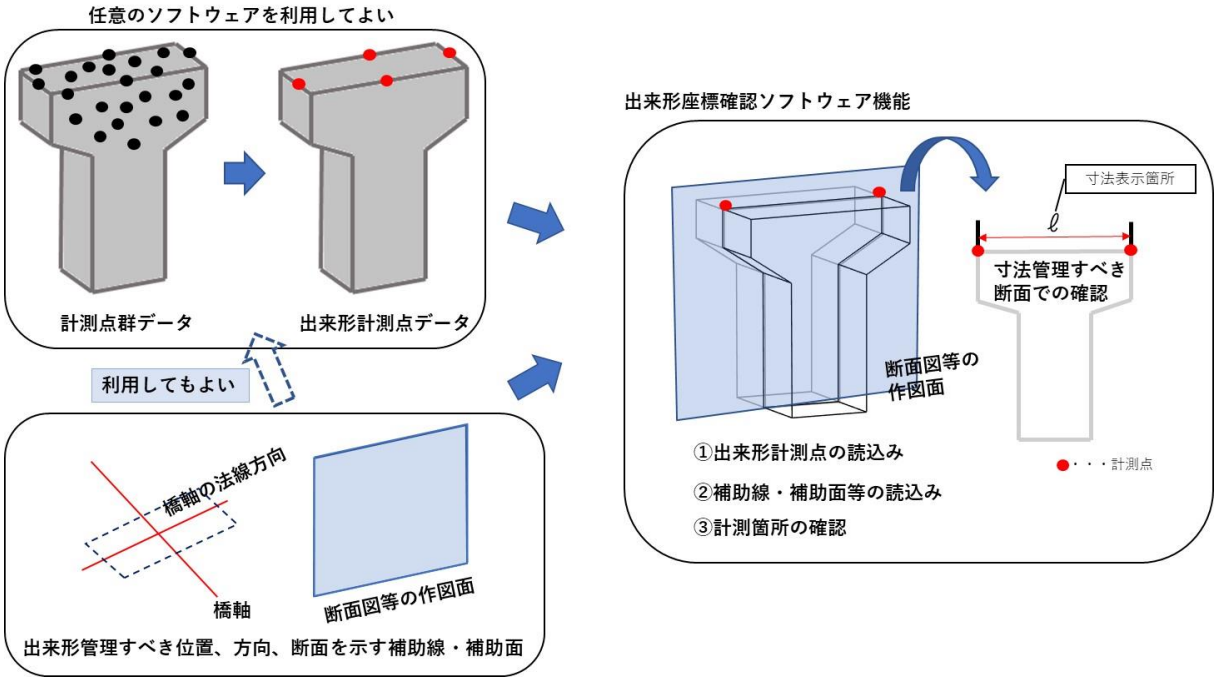



図１３-５　出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

## ５－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、出来形算出用に選点した出来形評価用データを作成する。データ処理方法は、「第３章　５－１－３　出来形計測箇所」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、不要点削除が終了した計測点群データから、出来形の算出用に選点（寸法値の対象となる端部の２点、基準高の対象となる点など）した出来形評価用データを作成する。

## ５－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値（案）」で示すとおりとする。ただし、基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置）を構成する点を３次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。**

【解説】

３次元座標から出来形を算出するソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、構造物工における基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置）の算出方法については、「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

## ５－１－４　出来形管理資料の作成

受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。

【解説】

### 1）出来形管理帳票

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

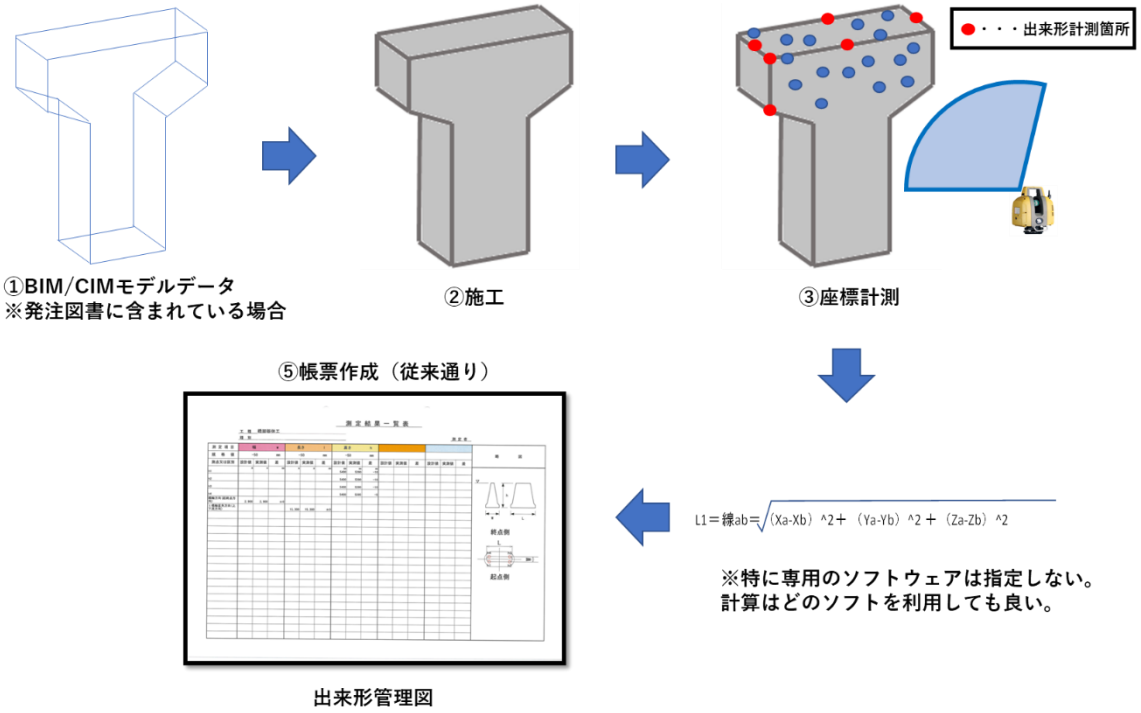



図１３-６　出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

### 2）出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所で計測されていることを示す資料を添付すること。出来形管理すべき位置、方向、断面を示す補助線・補助面に計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでも良い。

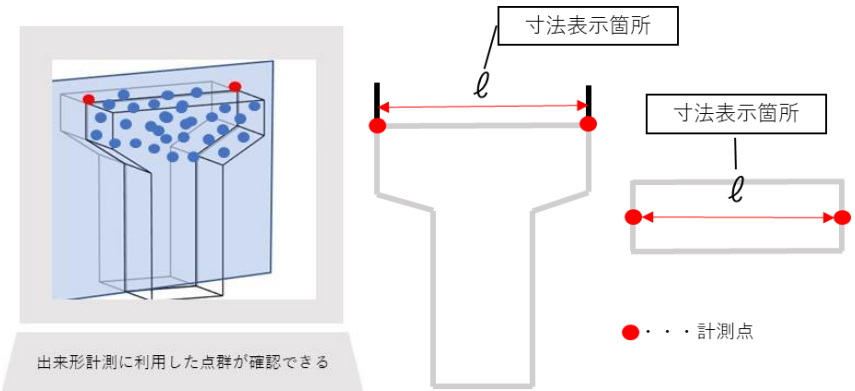



図１３-７　３次元での確認機能（左）と平面図での確認機能（右）

## ５－２　出来ばえ評価

### ５－２－１　出来ばえ評価用データ処理

**本管理要領（案）で利用する点群処理ソフトウェアは、計測点群データから樹木や草木、仮設構造物などの出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、３次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

不要点の削除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

**1）計測データの不要点削除**

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データには、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの３次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。

②点群密度の変更（データの間引き）

点群の密度については、各技術の「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿により格子状に加工することにより、0.01 ㎡あたり１点程度のデータとすることができる。この場合、以下の方式によることができる。

・計測対象面について 0.01 ㎡（0.1m×0.1mの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ｘ，ｙ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする 0.01 ㎡以内の実計測点と設計面との差の最頻値又は差の平均値を設計値に加算した値を用いる。

あるいは、以下を用いることもできる。

・最近隣法

グリッド点から最も近い点の標高値を採用

・平均法

内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

・ＴＩＮ法

計測点群データから発生させたＴＩＮを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用

・逆距離加重法

計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、グリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

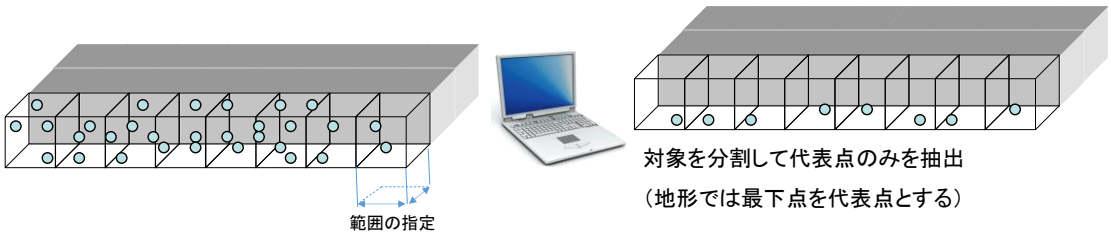



図１３-８　点群データの密度を均一にする方法（例）

### 2）計測点群データの合成

現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。複数スキャンのまとめ方については、大きく２つの方法がある。

①各スキャンで個別の３次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキャンで標定点や基準点等を利用して３次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。

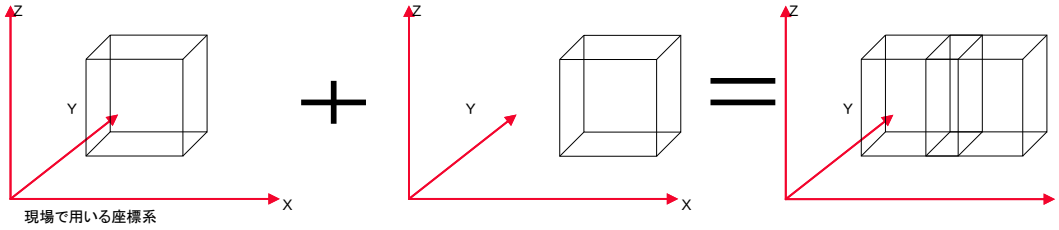



図１３-９　現場座標系に変換された結果を合成する方法

②複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに３次元座標に変換

複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や標定点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である（合成時の誤差や偏差について、各ソフトウェアで解析する機能などがあるので参照する）。

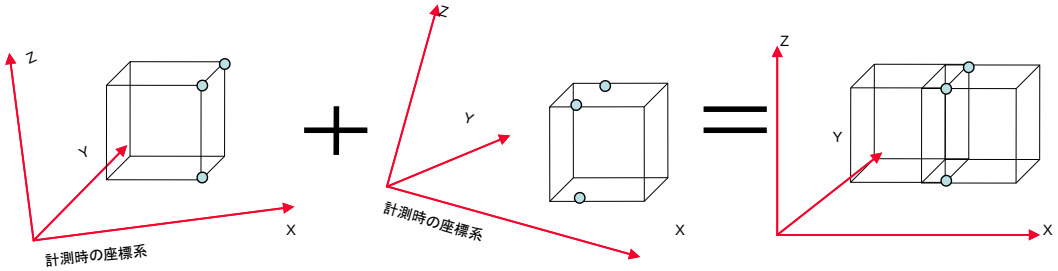



図１３-１０　複数のスキャンに含まれる標定点を基準に合成する方法

### ５－２－２　出来ばえ評価用ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来ばえ評価用ソフトウェアは、３次元設計データの各面に垂直な方向で、出来ばえ評価用データと各面の離れの差を算出し、出来ばえとしての評価が可能な分布図を出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

出来ばえ評価用データと３次元設計データを重ねて表示することで出来ばえの評価（凹凸の良否判定）を行う。３次元設計データに垂直な方向で出来ばえ評価用データと各面の離れの差の算出結果及び分布図を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来ばえ評価資料として出力する。算出に使用するグリッドサイズは 10cm とする。また、３次元設計データの端部から 5cm の区域においては、評価対象から除外することができる。

**1）出来ばえ評価算出結果の出力**

①３次元設計データから評価を行う各面（構造物の各面や天端等の部位別）を抽出する。

②各面について、３次元設計データに垂直な方向における処理済みの計測点群データの離れを計算し、グリッドサイズ、データ数、平均値、最大値、最小値、標準偏差を出力する。また、各グリッドにおける計算結果一覧として出力できることが望ましい。（図１３-１１参照）

出来ばえ評価用データの離れ算出結果

・グリッドサイズ：0.1(m)
・データ数　：120
・平均値　　：0.003(m)
・最大値　　：0.005(m)
・最小値　　：0.001(m)
・標準偏差　：0.0028(m)

図１３-１１　出来ばえ評価算出結果の出力イメージ

**2）出来ばえ評価分布図の出力**

①３次元設計データから管理を行うべき各面（構造物の各面や天端等の部位別）を抽出する。

②各面について、３次元設計データに垂直な方向における処理済みの計測点群データの離れを計算し、分布図として表示する。

③分布図が具備すべき情報として、３次元設計データに垂直な方向における処理済みの計測点群データの離れの差を±70㎜ を範囲として５㎜ ピッチで出来ばえ評価用データをグリッド毎に色分け表示するとともに、色の凡例を明示する。※計測対象面の設計値と実測値の差の最大値は、規格値（支間長及び中心線の変位±50㎜　厚さ-20㎜）から最大 70㎜ 程度であると考えられるため、ヒートマップの色分け範囲を±70㎜ とした。

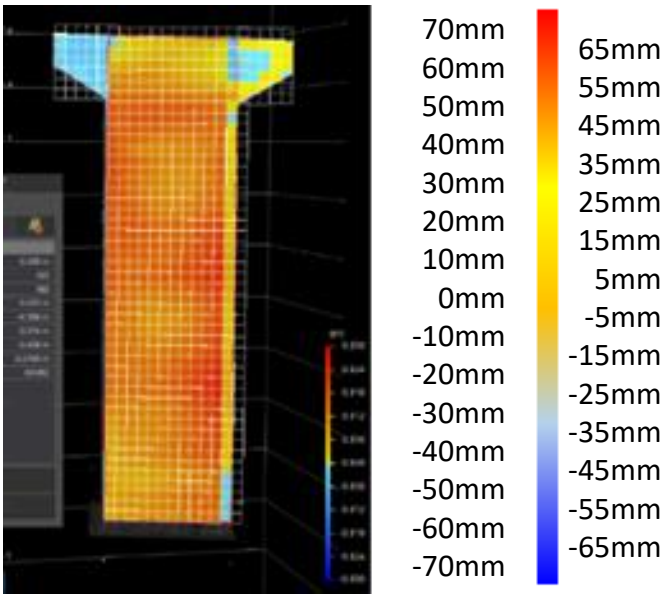



図１３－１２　出来ばえ評価分布図の出力イメージ

## ５－２－３　３次元計測

**1）３次元計測の実施**

**受注者は、出来ばえの評価を実施するために施工後の３次元計測を実施する。また、３次元計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」より、出来形計測の項目に準拠すること。また、「５－１－２　出来形計測」において、既に計測した点群がある場合は、その点群を利用してよい。**

**2）出来ばえ評価用データの作成**

**受注者は、不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに点密度を調整した出来ばえ評価用データを作成する。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来ばえの評価を実施するために、面的な３次元計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）３次元計測の実施**

３次元計測時の測定精度及び計測密度については、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」より、出来形計測の項目に準拠すること。標定点・検証点の設置方法及び各管理項目における要求精度については「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

また、詳細な実施手順については「第２編　第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」より下記技術における内容を参照すること。

「５－１－２　出来形計測」において、既に計測した点群がある場合については、その点群を利用してよい。

《土工編》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

**2）出来ばえ評価用データの作成**

受注者は、不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、点密度を調整した出来ばえ評価用データ作成する。調整する点密度は、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」より、出来形計測の項目に準拠すること。

## ５－２－４　出来ばえ評価資料の作成

受注者は、３次元設計データと出来ばえ評価用データを用いて、本管理要領（案）で定める以下の出来ばえ評価資料を作成する。作成した出来ばえ評価資料は監督職員に提出すること。

1）出来ばえ評価資料

３次元設計データと出来ばえ評価用データを用いて、３次元設計データの各面に垂直な方向における出来ばえ評価用データと各面との離れの差の算出結果及び分布図を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを作成する。また、得られた算出結果及び分布図を各部位ごとに並べて画像として取り纏めた場合についても、３次元モデルのビューアーファイルの代替として提出することができる。

【解説】

出来ばえ評価資料とは、出来ばえ評価結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来ばえ評価資料を「出来ばえ評価用ソフトウェア」により作成すること。算出に使用するグリッドサイズは 10cm とする。また、３次元設計データの端部から 5cm の区域においては、評価対象から除外することができる。

1）出来ばえ評価算出結果

①３次元設計データから評価を行う範囲（構造物の各面や天端等の部位別）を抽出する。

②部位別に、３次元設計データに垂直な方向における処理済みの計測点群データの離れを計算し、グリッドサイズ、データ数、平均値、最大値、最小値、標準偏差を出力する。また、３次元設計データの端部から５cm の区域においては、評価対象から除外することができる。

2）出来ばえ評価分布図

①３次元設計データから管理を行うべき各面（構造物の各面や天端等の部位別）を抽出する。

②各面について、３次元設計データに垂直な方向における出来ばえ評価用データと各面との離れの差を計算し、分布図として表示する。分布図として表示する際のグリッドサイズは 10cm 表示した分布図は上記 1）より得られた算出結果と並べて表示し、部位別に画像を作成すること。また、各面の端部から５cm の区域においては、評価対象から除外することができる。

③分布図が具備すべき情報として、対象箇所の３次元設計データに垂直な方向における処理済みの計測点群データの離れの差を±70mm を範囲として 5mm ピッチで出来ばえ評価用データをグリッド毎に色分け表示するとともに、色の凡例を明示する。

3）出来ばえ評価資料

出来ばえ評価の結果を以下の①もしくは②のように纏めて資料を作成し、監督職員へ提出する。

①３次元モデル（もしくはビューアーファイル）

出来ばえ評価用ソフトウェアの機能を用いて、各面毎の算出結果及び分布図を纏めて１つのモデル上（もしくはビューアーファイル上）で各面の結果を確認できるようにしたもの。

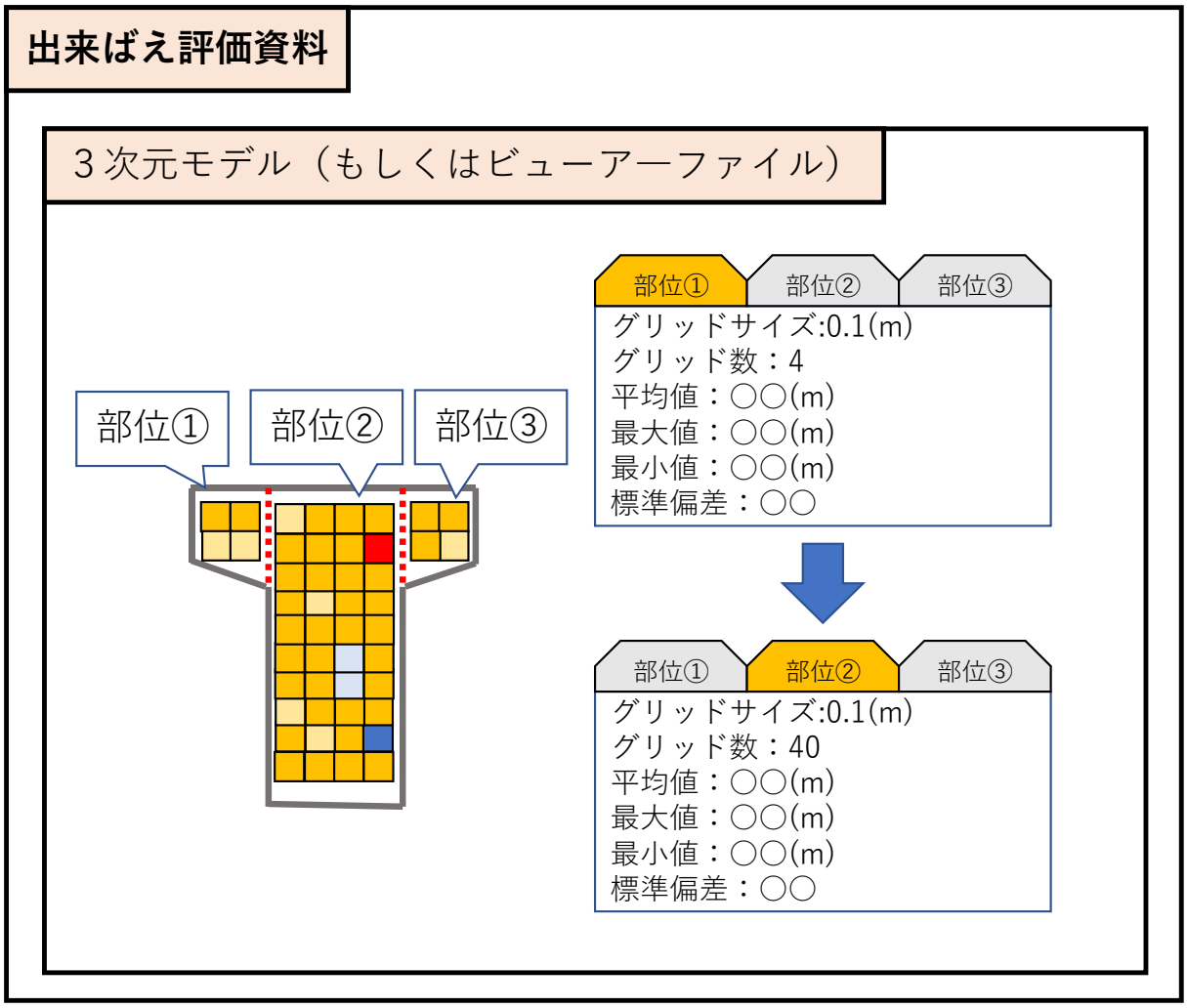



図１３-１３　出来ばえ評価資料（モデルもしくはビューアーファイル）　イメージ

②部位別の算出結果及び分布図の画像

算出結果及び分布図を各面毎に分けて画像を保存し、対象橋脚及び橋台毎に纏めたもの。

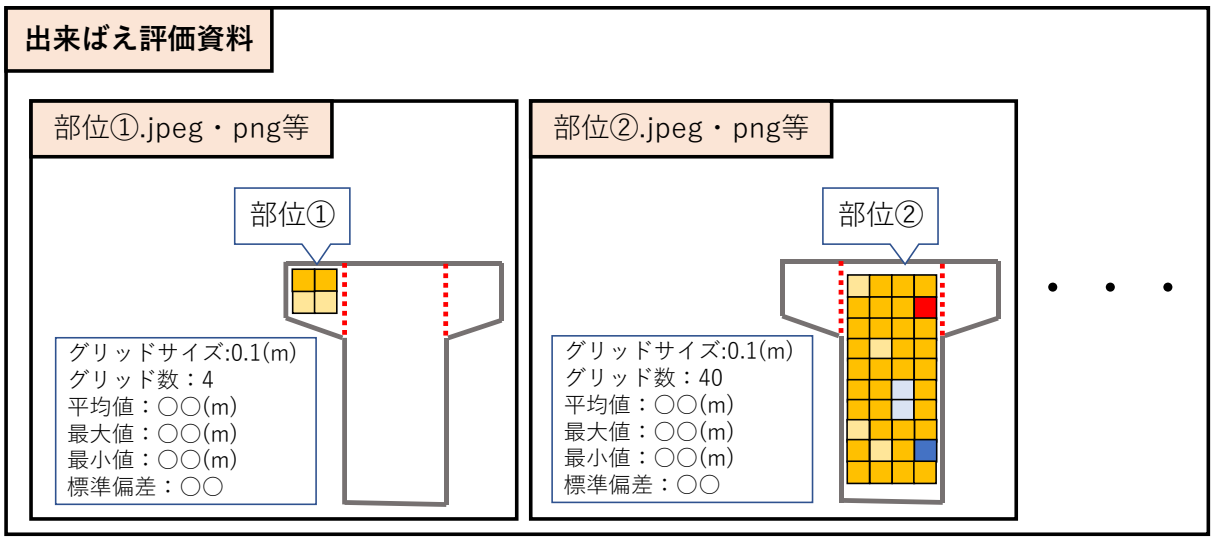



図１３-１４　出来ばえ評価資料（画像資料）　イメージ

## ５－３　写真計測技術を用いた表面状態の把握と記録

### ５－３－１　写真計測技術を用いたひび割れの調査

**写真計測技術を用いて撮影した写真から構造物表面の 0.2㎜ のひびが確認できる場合、品質管理基準（案）におけるひび割れ調査において、【目視及び「スケールによる測定」】を、写真を用いたひび割れ調査に替えることができる。**

【解説】

写真計測技術による出来形計測時に撮影した写真を用いて表面状態を把握・記録し、構造物の出来形初期値として活用すると共に、ひび割れ調査における代替手法として活用する手法である。

写真計測技術の性能確認試験（事前確認）の結果及び撮影した写真の記録・管理方法を提出し、【目視及び「スケールによる測定」】の代替として出来形表面の写真を作成し納品する。出来形表面の写真は３次元モデル上の位置と写真が関連付けられるもの（モデルまたはビューアーが作成できるものについてはビューアーでもよい）か、全体の写真から撮影箇所の分かる資料とする。

性能確認試験（事前確認）の方法については、「５－３－２　ひび割れ調査における写真計測技術の性能確認試験」を参照のこと。

また、成果の電子納品時には、撮影した個別写真を基にオルソ画像を作成し、個別写真と共に納品すること。

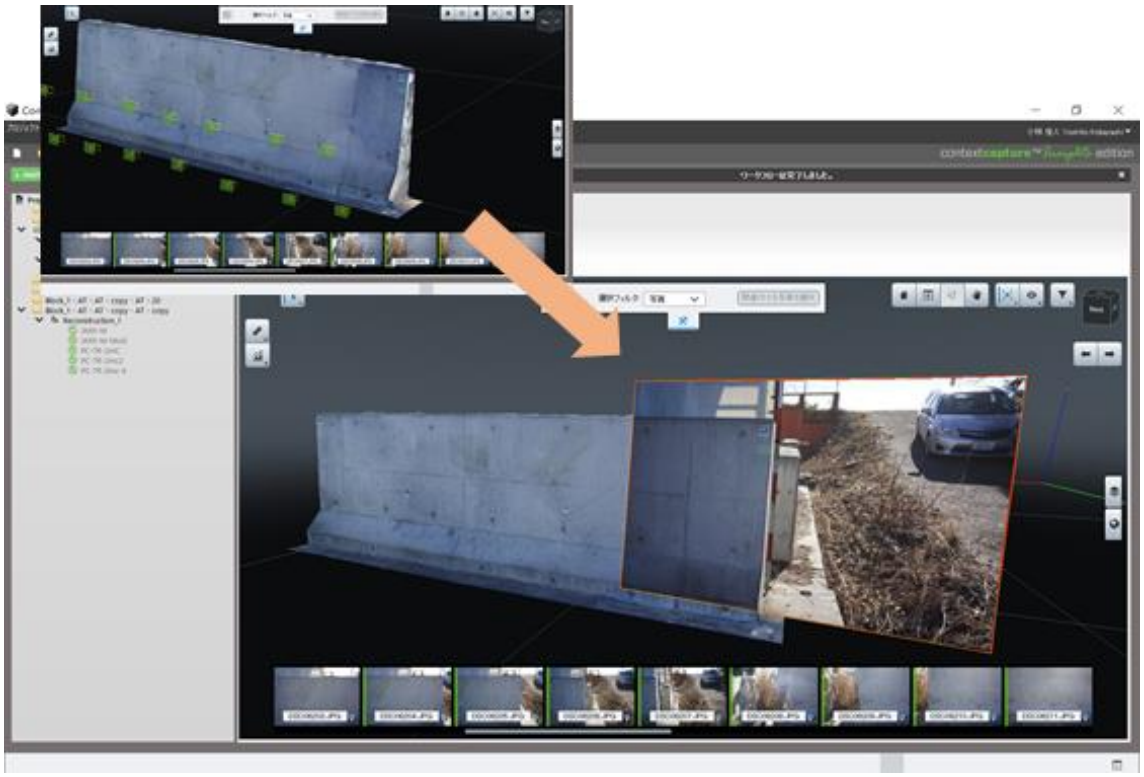


図１３-１５　出来形表面の写真（モデルまたはビューアー）イメージ①

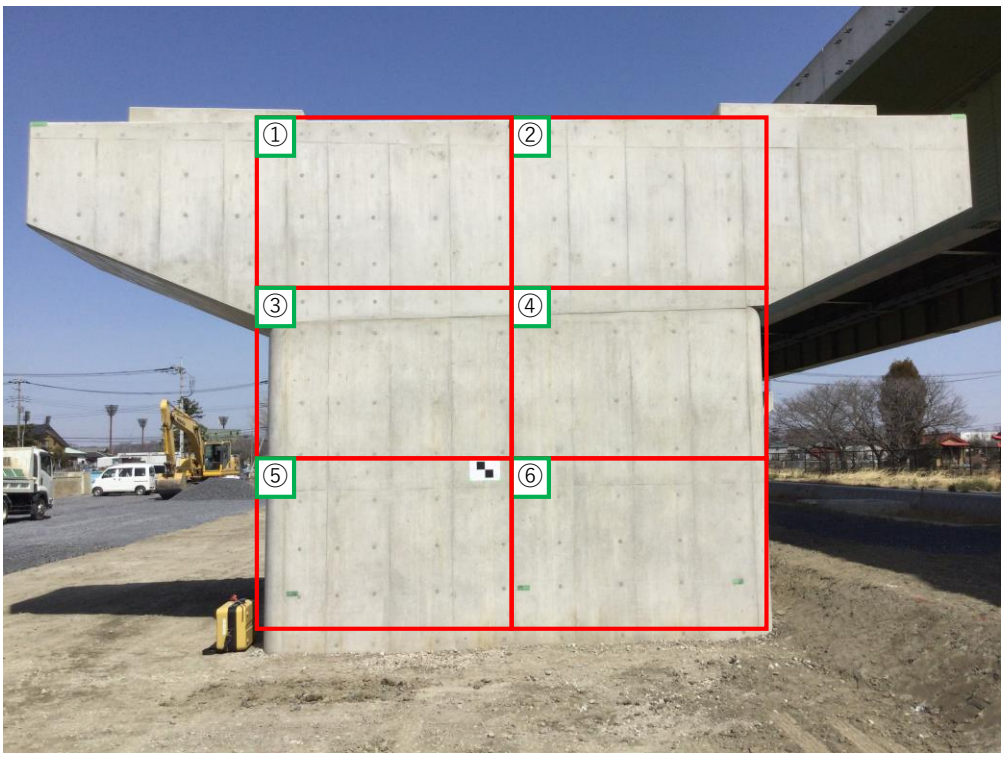


図１３-１６　出来形表面の写真（画像資料）イメージ②

## ５－３－２　ひび割れ調査における写真計測技術の性能確認試験

**ひび割れ調査の代替が可能な精度を担保するため、事前に性能確認試験を行う。性能確認試験により、0.2㎜以上のひびを確認できる計測対象に対する画素寸法及び撮影距離を確認・決定する。**

【解説】

0.2㎜以上のひびが確認できる計測対象に対して、写真計測技術を用いて複数の距離から撮影を行い、性能確認試験結果報告書様式へ結果を記載し監督職員へ提出する。

性能確認試験報告書には、以下を記載すること。

・①計測対象に対する画素寸法は0.2㎜のひびが確認できる寸法（参考：対象計測面上における画素寸法：0.3㎜以下）となる撮影距離の算出結果
・②算出した距離にて撮影していることが分かる写真（撮影状況写真）
・③算出した距離にて撮影した写真（撮影写真）

①では、計測対象に対する画素寸法が0.2㎜のひびが確認できる寸法（参考：対象計測面上における画素寸法：0.3㎜以下）となる撮影距離を計算にて算出し、算出した結果を記載すること。

②では、算出した撮影距離で計測対象を撮影していることが分かる写真を添付すること。

③では、算出した撮影距離で撮影した計測対象が写っている（ひび割れを確認できる）写真を添付する事。

性能確認試験結果報告書様式は、「参考資料-4　写真計測技術による性能確認試験結果報告書」を参照のこと。

※点検支援技術（画像計測技術）を用いた３次元成果品納品マニュアル【橋梁編】（案）令和３年３月　国土交通省　2.1.2.　撮影条件　にて点検写真の解像度は「撮影時の画像の分解能は、0.3㎜/画素以下を推奨する。」とされている。

# 第４章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を共通とする。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。

1）出来形座標確認ソフトウェア

2）出来ばえ評価用ソフトウェア

3）写真測量ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）出来形座標確認ソフトウェア**

出来形評価用データと出来形管理すべき位置、方向、断面を示す補助線・補助面を重ねて表示することで、必要な点（補助線・補助面上含む）の座標が計測でき、計測箇所の良否判定を支援できるソフトウェアである。

**2）出来ばえ評価用ソフトウェア**

３次元設計データの各面に垂直な方向で、出来ばえ評価用データと各面の離れの差を算出し、出来ばえとしての評価が可能な分布図を出力する機能を有していなければならない。

**3）写真測量ソフトウェア**

写真計測技術を用いて撮影した写真から写真測量及び３次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU,GPU,メモリなど）に留意すること。

**4）その他**

本管理要領（案）を用いて計測した計測点群データから基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置）を算出するソフトウェア及び出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

## １－２　３次元計測技術

### １－２－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ構造物工（橋梁下部）において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から出来形管理項目（基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置））を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

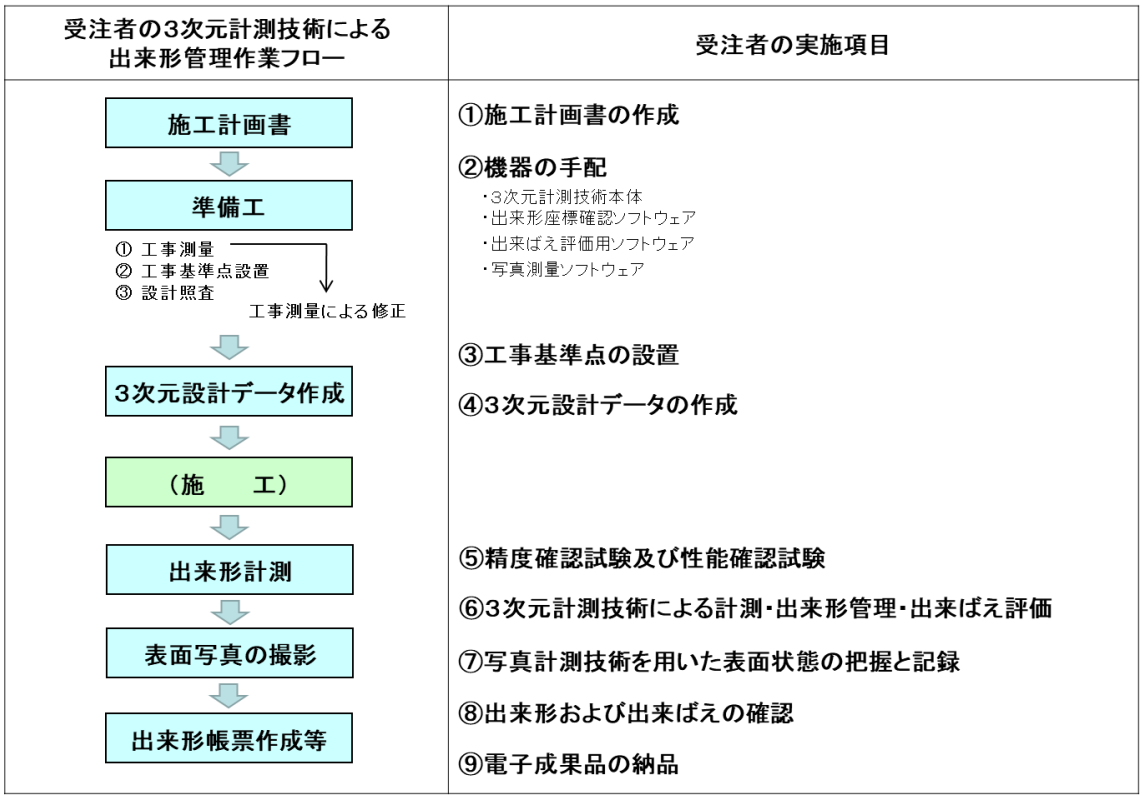



図１３-１７　出来形管理の主な手順

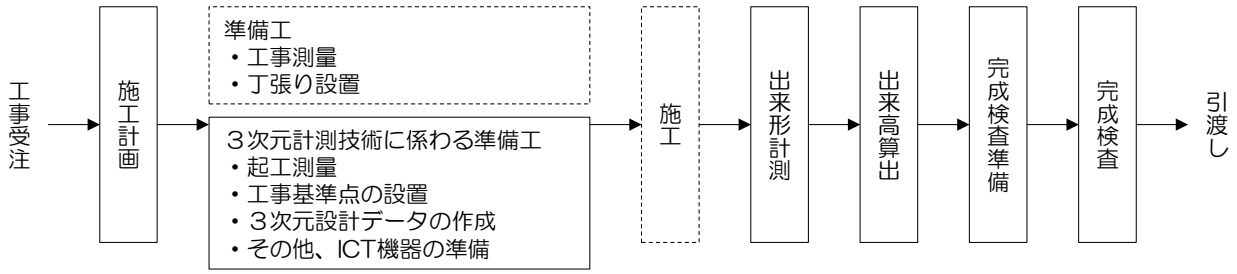



図１３-１８　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第４章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）３次元計測技術本体

【解説】

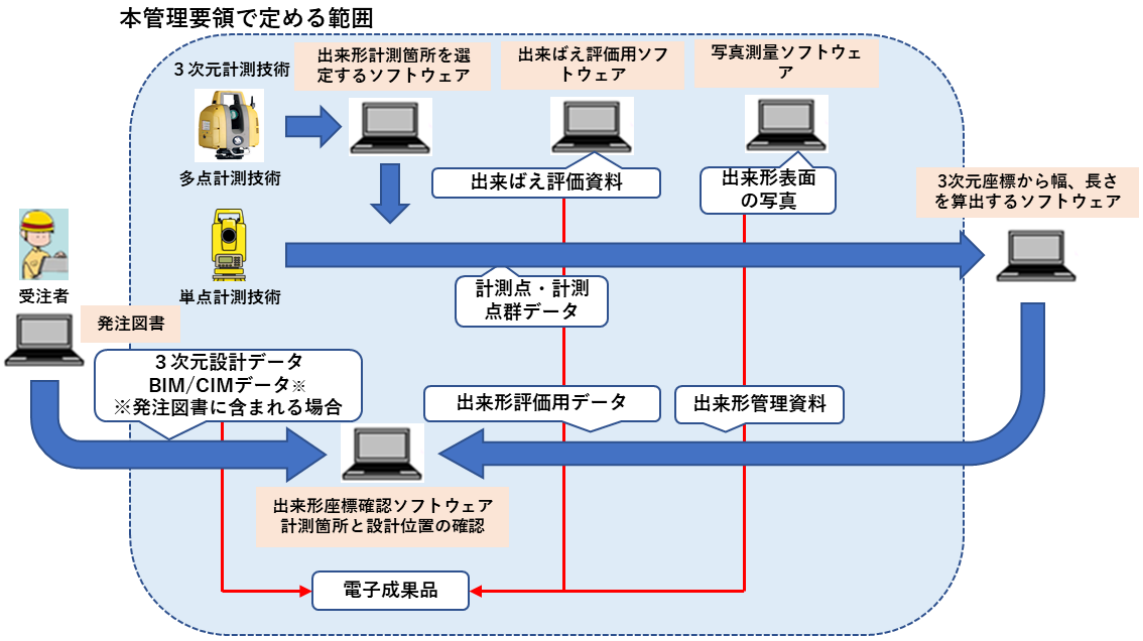
図１３-１９に３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元計測技術

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー




※多点計測技術を利用する場合は、計測点群データから出来形計測に利用する点を選点し計測点データを生成する。
※計測点群データは、構造物の周辺も含めた点群データとする。
※計測点群データのうち出来形評価に用いたデータを出来形評価用データとして納品する。

図１３-１９　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・地上型レーザースキャナー<br>・無人航空機搭載型レーザースキャナー | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以内 | 【起工測量（多点計測技術）】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m メッシュ） |
| 出来形計測<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・地上型レーザースキャナー<br>・無人航空機搭載型レーザースキャナー | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 50mm の場合：±16mm 以内<br>30mm の場合：±10mm 以内<br>20mm の場合：± 7mm 以内<br>10mm の場合：± 3mm 以内 | 【出来形計測（多点計測技術）】<br>1 点以上/0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ） |

※ＴＳ等光波方式を利用する場合は、「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の施工管理要領（土工編）（案）」（国土交通省）の出来形計測で規定する計測性能および測定精度、精度管理を満足する技術を利用することができる。

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

### 2）測定精度

受注者は、多点計測技術を用いる場合は計測時に標定点・検証点を設置し、要求精度を満足しているか確認するために精度確認試験を実施し、精度確認試験結果報告書を記載して監督職員に提出する。

精度確認試験結果報告書には、以下を記載すること。

・①標定点・検証点設置箇所（平面図でも良い）
・②点群上から２点間距離を算出した箇所及び算出結果が分かる写真（写真から検証点の中心点を選点している/算出結果の数値が読み取れるもの）
・③従来計測又は光波等による計測及び３次元計測による検証点比較結果

①では、対象橋脚に張り付けた検証点の個数及び位置が分かる資料を添付することと。

②では、点群上で２点間距離を算出する際、検証点の中心を選点していること、また、算出した結果の数値が読み取れる資料を添付すること。（画面のキャプチャ画像等）

③では、従来計測又は光波等による計測値と３次元計測による計測値との比較結果を記載すること。

精度確認試験の標定点・検証点の設置個数・箇所と実施方法及び各管理項目における要求精度については「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド」、精度確認試験結果報告書様式については「参考資料-5　３次元計測技術による精度確認試験結果報告書」を参照のこと。

**3）計測密度設定の留意点**

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置）計測において、計測箇所の特定に必要な密度の点群が得られる設定を行うこと。(最低１点以上/0.0025 ㎡ (0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ))

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第４章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値（案）」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

《土工編》

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置）の３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術ごとに事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

**2）計測密度設定の留意点**

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高・平面位置）計測において、計測箇所の特定に必要な密度の点群が得られる設定を行うこと。(最低１点以上／0.0025 ㎡(0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ))

**3）構造物工における留意点**

多点計測技術を用いた出来形計測においては、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所など）により対象構造物の全面を所定の密度で計測することが困難となる場合がある。このため、出来形の算出用に選点する箇所（寸法値の端部や基準高の管理箇所）以外については、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。

ただし、計測点群データを利用しない出来形管理箇所や項目については、従来どおりとする。

**4）計測の範囲**

計測点群データの取得については、構造物周囲を含む計測を実施することが望ましい。(「参考資料-3　出来形計測範囲の設定ガイド」を参照のこと)

# 第５章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で定められたものとする。

# 第６章　数量算出

受注者は本管理要領（案）で算出された出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて数量算出を行うことができる。

# 第７章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］、提出頻度）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。ただし、各計測箇所を点群上で記録し、ビューアーで確認ができる場合は、出来形計測状況を１工事１枚撮影することとする。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

1）出来形計測状況写真

参考として、図１３-２０に写真撮影例を示す。ただし、各計測箇所を示すビューアーがない場合は、各計測箇所が計測すべき断面上や測線上にあることを示す資料（補助線・補助面と計測点の位置関係が確認できる画面キャプチャなどでもよい）を提出すること。

また、従来管理による計測箇所および項目は、従来どおり写真管理を行う。

図１３-２０　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・BIM/CIM データ※1（※1 発注図書に含まれる場合）
・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）及びビューアー付き３次元データ）
・出来ばえ評価資料（モデルもしくはビューアーファイルまたは各面毎に分割した資料）
・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・出来形表面の写真（モデルもしくはビューアーファイルまたは撮影箇所の分かる資料）
・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）点群データの詳細**

納品する点群データの詳細を次に示す。

①３次元計測技術による出来形評価用データ

対象構造物部の点群から出来形管理の算出に用いる箇所を選定し、出来形計測箇所が確認できる点群。

②３次元計測技術による計測点群データ

点群全体を合成し、人物や車などの一時的な障害物（ノイズ）を削除した、周辺状況を含む点群。

③出来ばえ評価用データ

対象構造物部の点群から選定した出来ばえ評価に用いる点群。なお、単点計測技術を用いて出来形管理を行った場合は、「①出来形評価用データ」と「②計測点群データ」は同じデータになるため、同一のデータをそれぞれに納品する。

**2）出来形表面の写真**

0.2㎜ 相当以上のひびの確認のために撮影した写真を、橋台・橋脚の３次元モデル上に配置（あるいはリンク）する事により、完成時の表面状況を確認できるもの。モデルもしくはビューアー、あるいは撮影箇所の分かる資料にて提出しても良い。

**3）出来ばえ評価資料**

出来ばえ評価の結果を以下の①もしくは②のように纏めたもの。

①３次元モデルのビューアーファイル

出来ばえ評価用ソフトウェアの機能を用いて、各面毎の算出結果及び分布図を纏めて１つのビューアーファイル上で各面の結果を確認できるようにしたもの。

②３次元モデルのビューアーファイル

算出結果及び分布図を各面毎に分けて画像を保存し、対象橋脚及び橋台毎に纏めたもの。

**4）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。

②橋台躯体工は「AM」、橋脚躯体工は「ＰＩ」とする。

③　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

④サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則を準用する。

⑤サブフォルダの名称は、表１３-３に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

⑥格納するファイル名は、表１３-３に示す命名規則に従うこと。

⑦設計変更等で発注図書に変更が生じた場合は、BIM/CIM データを変更するが、当初の BIM/CIM と、変更後の BIM/CIM データを全て納品すること。（発注図書に含まれる場合）

⑧整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑨出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

⑩出来形表面の写真データは、工種を示すサブフォルダの直下に計測に使用した写真測量技術名のサブフォルダ（空中写真測量であれば UAV 等）を作成し納品する。

⑪撮影対象となる構造物の展開図や写真に撮影した写真のファイル名（当該工事内でユニークとなるファイル名とする）を撮影箇所と紐付けた書類（PDF）を作成し、撮影した写真（個別写真およびオルソ画像）と同一フォルダに納品する。

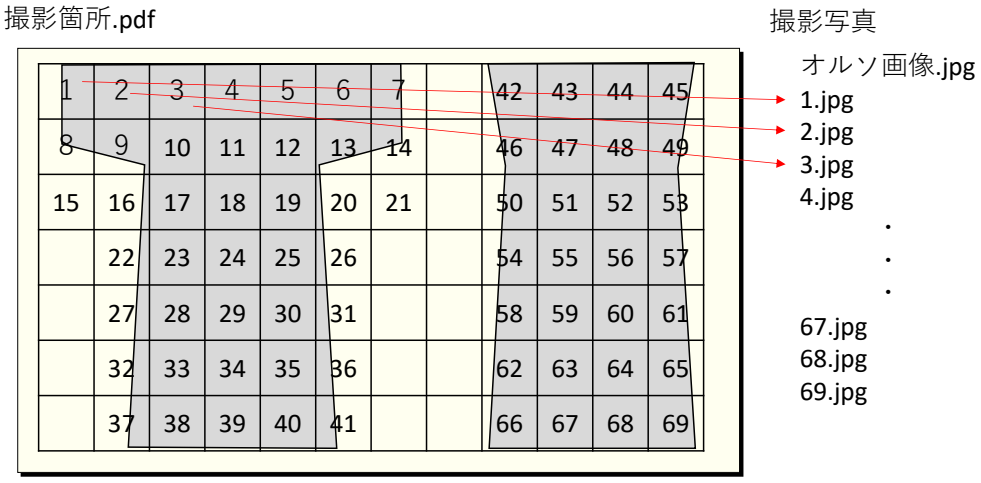



図１３-２１　写真のファイル名と撮影箇所を写真と紐付ける書類の例（ファイル名は仮称）

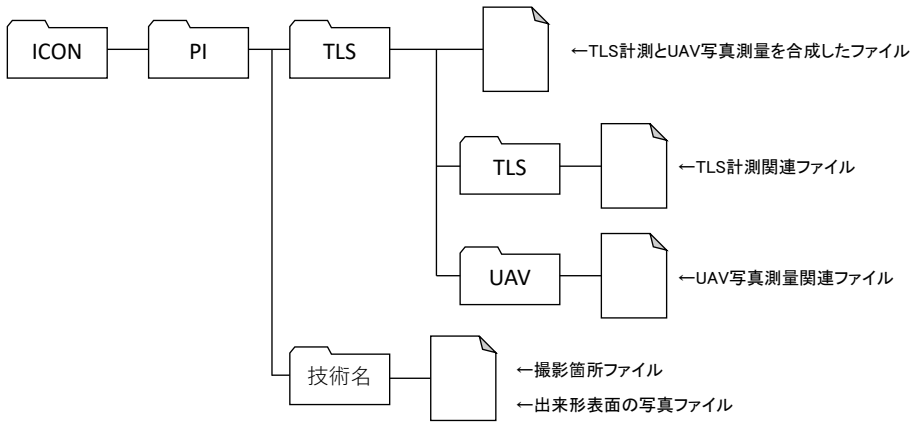



図１３-２２　ＴＬＳを主とし空中写真測量（ＵＡＶ）にて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表１３-３　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・BIM/CIM データ(オリジナルデータ) | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | ― | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き3次元データ) | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | ― | ・TLS による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | EG | 001～ | ― | ・TLSによる起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN)) | TLS0EG001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | ― | ・TLS による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | ― | ・工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | TLS0PO001.拡張子 |
| TLS | 0 | WS | 001～ | ― | ・出来ばえ評価資料(3 次元モデルビューアーファイル又は、各面ごとに分割した資料) | TLS0WS001.拡張子 |
| TLS | 0 | WD | 001～ | ― | ・出来ばえ評価データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0WD001.拡張子 |

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でもよい。

### 5）データ形式

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn，xn，yn，zn，An

Idn：ID 番号（Id）

xn　：計測点座標値（x)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

yn　：計測点座標値（y)・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

zn　：標高値（z)・・・・・・本管理要領（案）ではm 単位で mm まで記載

An　：地表面属性値（A)・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

### 6）データ内容及び構造、参照系を示した文書

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

# ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ３次元計測技術 | 参考資料-1　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド<br>参考資料-3　出来形計測範囲の設定ガイド<br>参考資料-4　写真計測技術による性能確認試験結果報告書<br>参考資料-5　３次元計測技術による精度確認試験結果報告書 |

## 参考資料-1　３次元設計データチェックシート

（様式 2-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）３次元設計データ | 全点 | ・入力した設計座標値と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

# 参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド

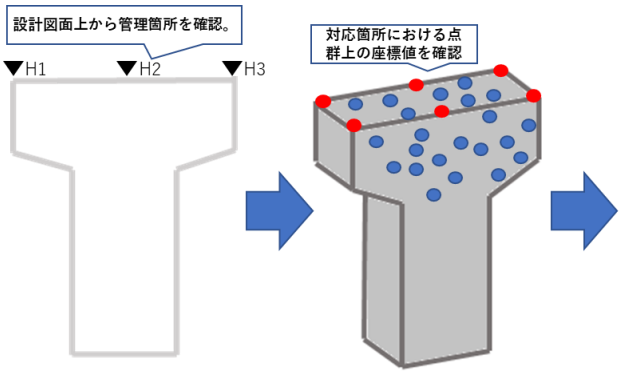
## 構造物工における出来形算出ガイド

構造物工にて３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、各計測箇所が計測すべき断面上や測線上にあること（補助線・補助面と計測点の位置関係等）が確認できるようにする。

### １．構造物工における多点計測技術を用いた場合の基準高・支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（計画高）の算出方法

計測すべき基準高の計測位置を計測点群データから選定する。この時、出来形管理すべき箇所を示す平面位置と同位置（水平方向に±５cm 以内）にある実在点の高さあるいは補助線・補助面を用いて平面位置と同位置の高さを求めることができる。

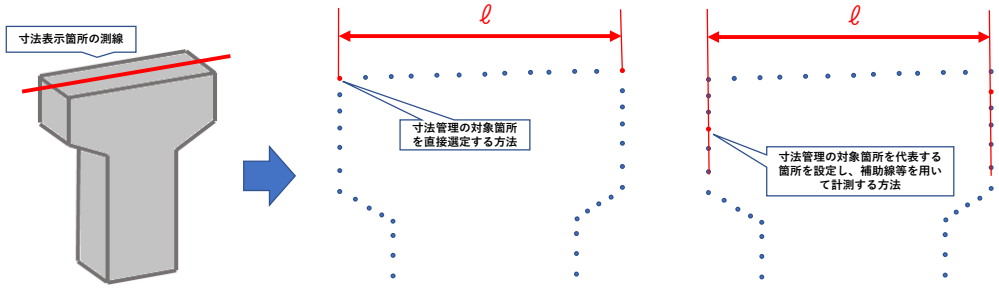
出来形管理すべき平面位置の設計基準高と選定した出来形座標の高さの値から出来形を評価する。

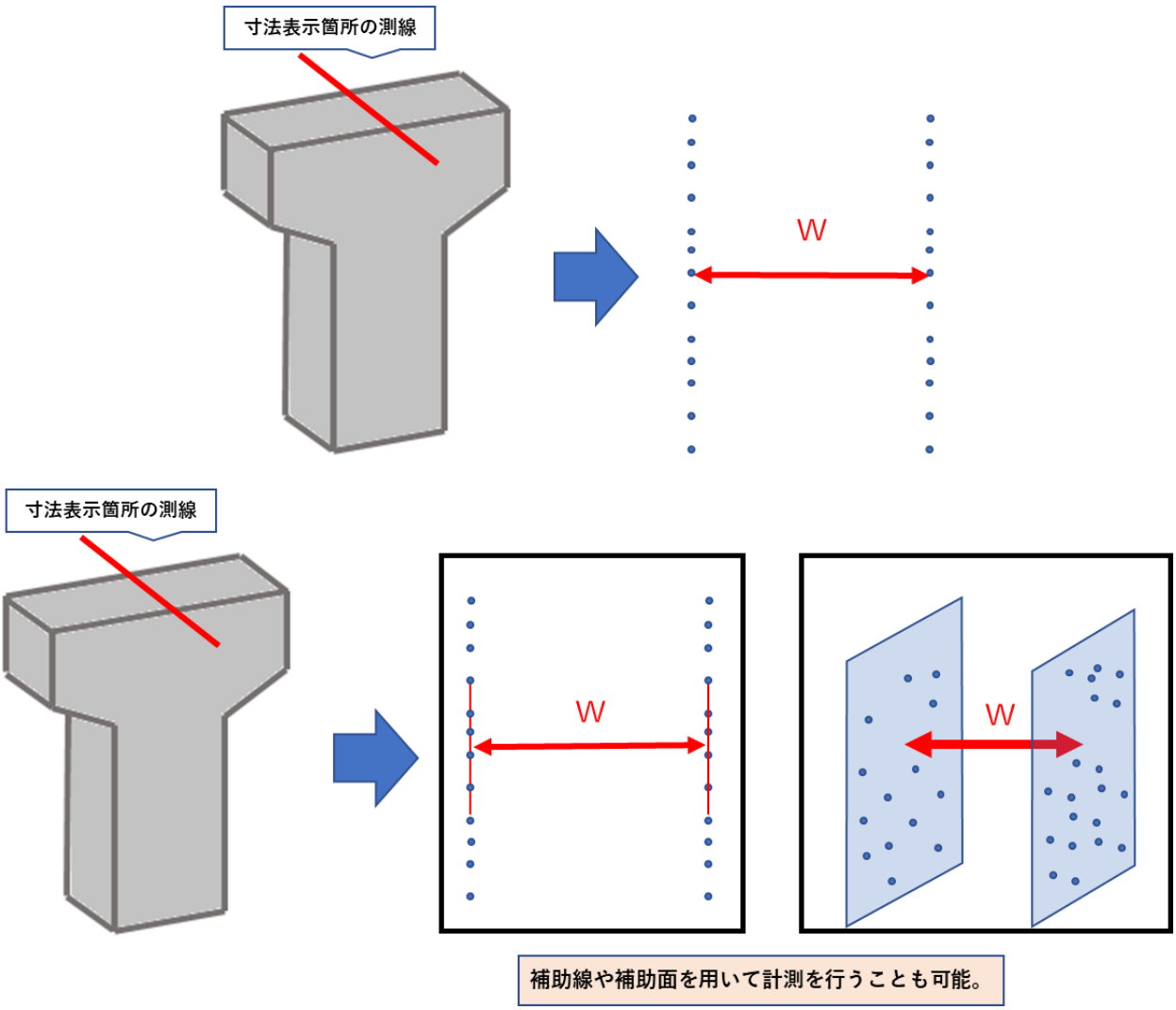



| 項目 | 設計値 | 計測値 |
|---|---|---|
| ▽H1起点側 | 15.001 | 15.000 |
| ▽H1終点側 | 15.001 | 15.001 |
| ▽H2起点側 | 15.002 | 15.002 |
| ▽H2終点側 | 15.002 | 15.004 |
| ▽H3起点側 | 15.003 | 15.003 |
| ▽H3終点側 | 15.003 | 15.003 |

### ２．構造物工における多点計測技術を用いた場合の水平距離の算出方法（天端幅・敷幅・天端長・敷長・長さ・胸壁間距離・橋脚中心間距離）

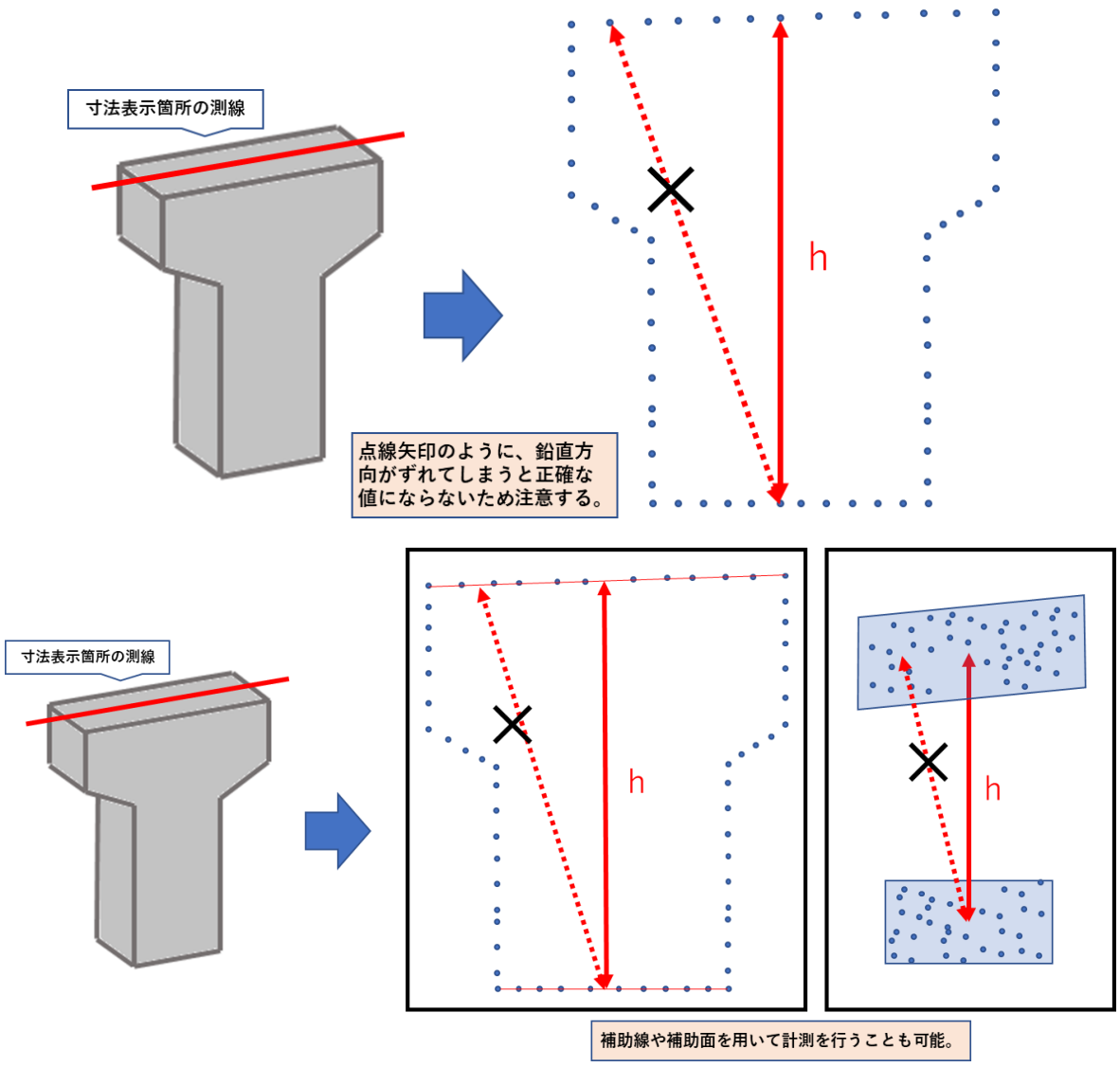
例えば、計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する２箇所を選定し、寸法表示箇所に対する水平距離として算出する。また、端部を構成する２箇所は、端部を構成する面上から選点し、補助線・補助面等を用いて計測しても良い。






３．構造物工における多点計測技術を用いた場合の鉛直方向の差分の算出方法（厚さ・胸壁の高さ・高さ）

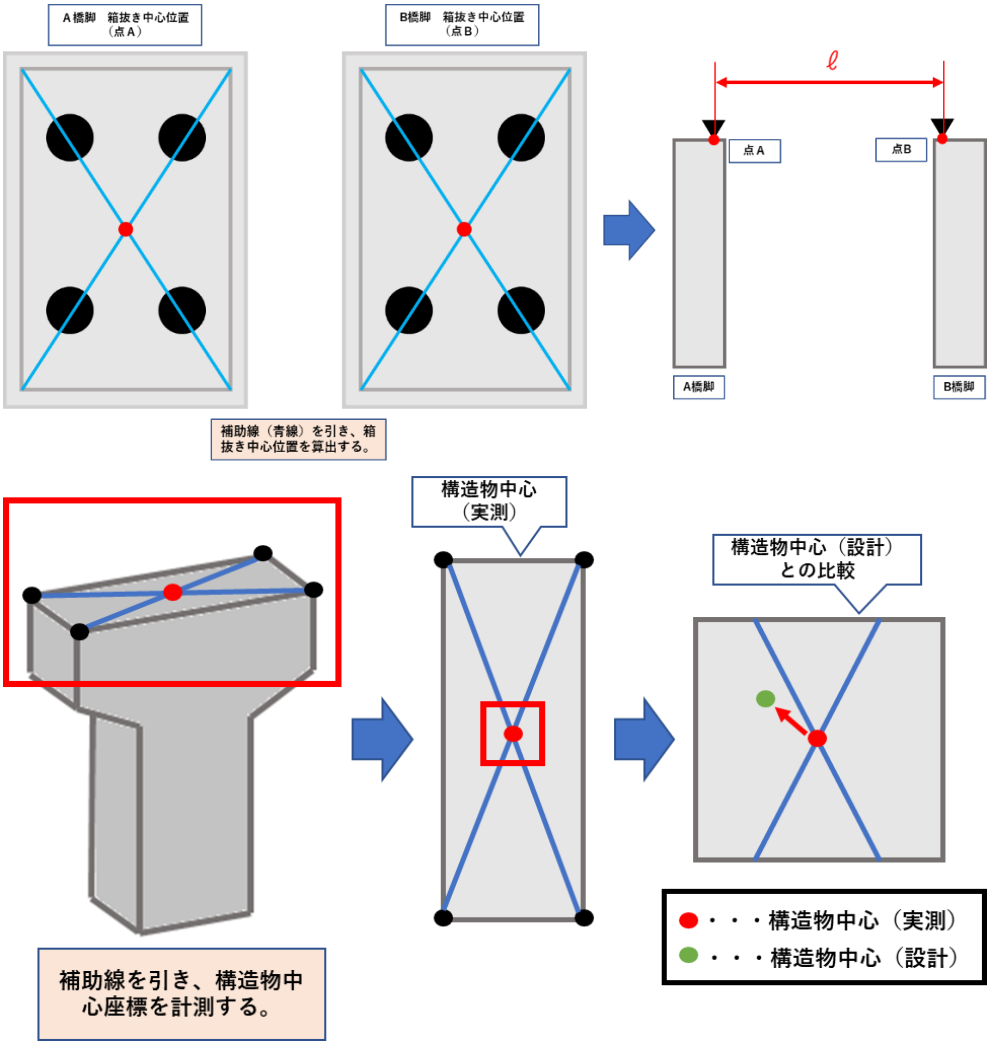
計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する２箇所を計測し、寸法表示箇所に対する鉛直方向の差分を算出する。




４．構造物工における多点計測技術を用いた場合の支間長及び中心線の変位を算出する方法

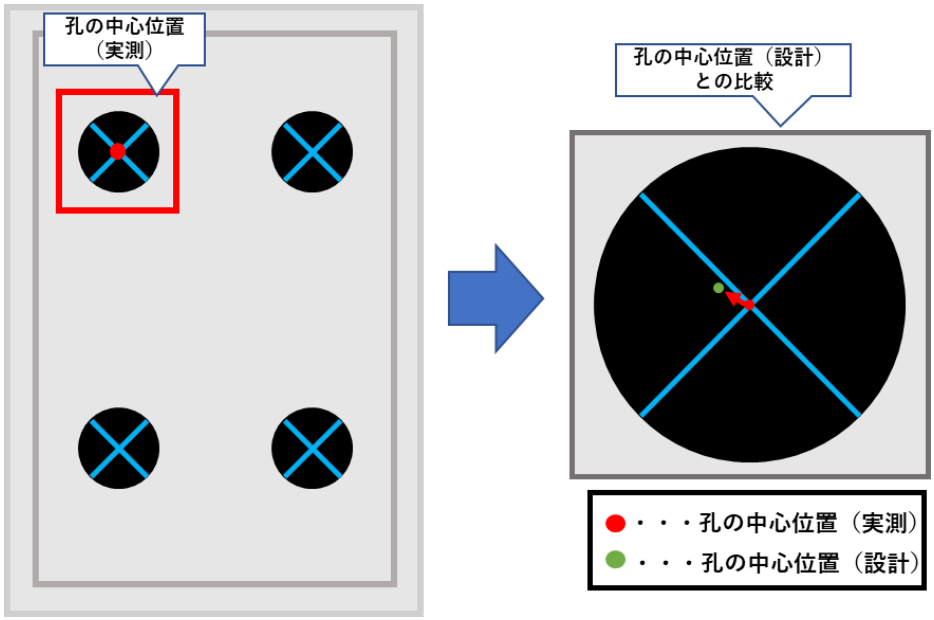
計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する端部の２箇所を計測し、計測した３次元座標間の水平距離を用いる。中心線の変位については、構造物設計中心点座標と点群上の構造物中心座標の斜距離を用いる。

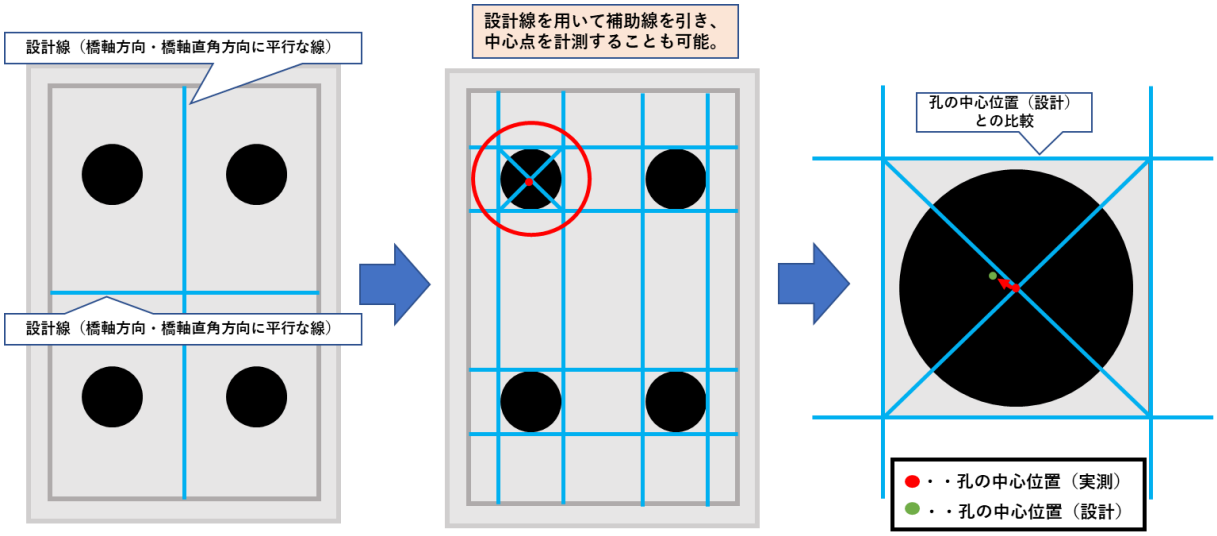
また、標高補正・球面補正等補正が必要な場合については、支間長においては管理対象外とする。




５．支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（平面位置）を算出する方法

点群に補助線・補助面を引き、孔の中心位置を計測し、孔の設計中心位置座標との斜距離を用いる。



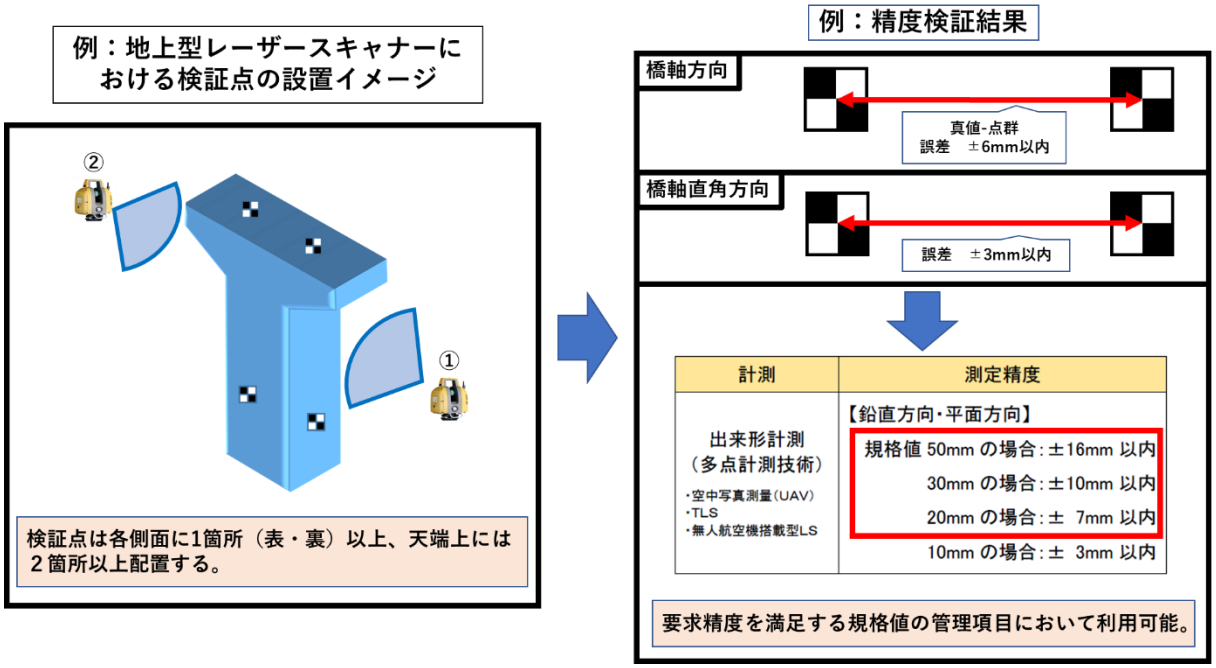



６．精度検証用検証点の設置方法について

①地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理における検証点設置箇所及び精度検証

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、各側面及び天端上に設置した検証点の２点間距離を従来手法により計測したものと合成した点群上で計測したものとを比較して行う。合成した点群上での２点間距離と従来計測又は光波等による計測で得られた２点間距離を比較し、全ての精度検証において要求精度を満たしている部分の項目については点群上での計測による管理を行うことができる。また、２点間距離は対角に設置した検証点から計測すること。天端部分に設置した検証点についてはその限りではない。

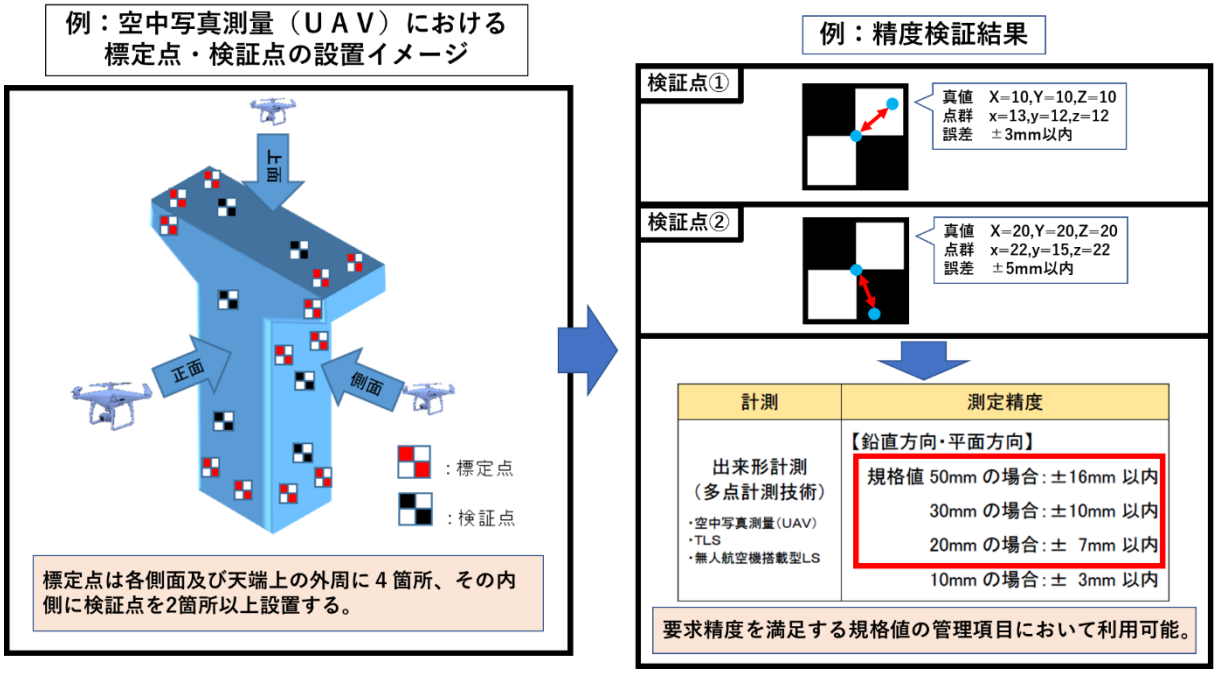
検証点の設置方法・精度検証における例を以下に記載する。



②空中写真測量（ＵＡＶ）・無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理における検証点設置箇所及び精度検証

各管理項目における精度検証は、各側面及び天端上に設置した検証点の座標値を従来手法により計測し、合成した点群上の座標値と比較して行う。各側面及び天端上の外周に４箇所標定点を設置し、その内側に２箇所以上検証点を設置すること。合成した点群上での検証点座標値と従来計測又は光波等による計測で得られた検証点座標値を比較し、全ての精度検証において要求精度を満たしている部分の項目については点群上での計測による管理を行うことができる。

検証点の設置方法・精度検証における例を以下に記載する。



７．構造物工における計測時の要求精度について

要求精度は以下の表１３-４～表１３-６を参照のこと。

表１３-４　構造物工（橋台躯体工）における計測時の要求精度

| 測定項目 | | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|
| 基準高　▽ | | ±20 | 7㎜ 以下 |
| 厚さ　t | | -20 | |
| 天端幅　w１ | | -10 | 3㎜ 以下 |
| 天端幅　w２ | | -10 | |
| 敷幅　w３ | | -50 | 16㎜ 以下 |
| 高さ　h１ | | -50 | |
| 天端長　ℓ１ | | -50 | |
| 敷長　ℓ２ | | -50 | |
| 支間長及び中心線の変位 | | ±50 | |
| 胸壁の高さｈ２ | | -30 | 10㎜ 以下 |
| 胸壁間距離　ℓ | | ±30 | |
| 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値 | 計画高 | +10～-20 | +3～-7㎜ |
| | 平面位置 | ±20㎜ | 7㎜ 以下 |

表１３-５　構造物工（橋脚躯体工－ラーメン式以外）における計測時の要求精度

| 測定項目 | | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|
| 基準高　▽ | | ±20 | 7mm 以下 |
| 厚さ　t | | -20 | |
| 天端幅　w１ | | -20 | |
| 敷幅　w２ | | -50 | 16mm 以下 |
| 高さ　h | | -50 | |
| 天端長　ℓ１ | | -50 | |
| 敷長　ℓ２ | | -50 | |
| 支間長及び中心線の変位 | | ±50 | |
| 橋脚中心間距離　ℓ | | ±30 | 10mm 以下 |
| 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値 | 計画高 | +10～-20 | +3～-7mm 以下 |
| | 平面位置 | ±20mm | 7mm 以下 |

表１３-６　構造物工（橋台躯体工－ラーメン式）における計測時の要求精度

| 測定項目 | | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|
| 基準高　▽ | | ±20 | 7mm 以下 |
| 厚さ　t | | -20 | |
| 天端幅　w１ | | -20 | |
| 敷幅　w２ | | -20 | |
| 長さ　ℓ | | -20 | |
| 高さ　h | | -50 | 16mm 以下 |
| 支間長及び中心線の変位 | | ±50 | |
| 橋脚中心間距離　ℓ | | ±30 | 10mm 以下 |
| 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値 | 計画高 | +10～-20 | +3～-7mm 以下 |
| | 平面位置 | ±20mm | 7mm 以下 |

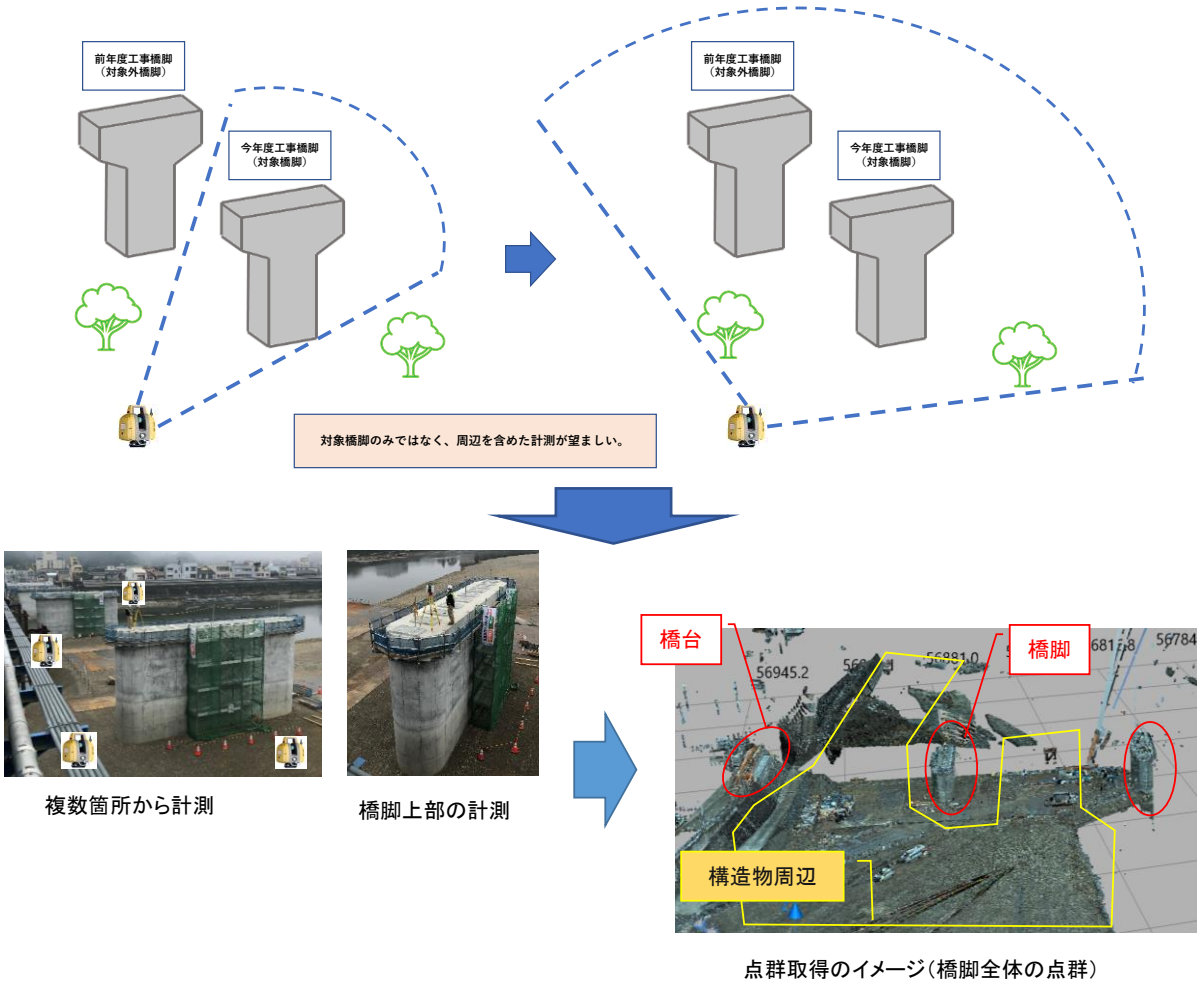
## 参考資料-3　出来形計測範囲の設定ガイド

出来形計測範囲の設定ガイド

本要領を用いた出来形管理では、計測対象となる橋台、橋脚だけでなく、隣接する橋台や橋脚、周辺地形を含めた３次元点群を維持管理段階での初期値として利用、あるいは周辺地形や形状の把握に利活用することを目指している。

そこで、本要領を用いた出来形計測を行う場合は、出来形管理対象となる橋脚・橋台部分に加えて、ＴＬＳで計測可能な範囲内で周辺地形や構造物を含む計測（計測最大距離の範囲）を実施することとする。

■計測のイメージ




計測範囲の設定のイメージと実際の計測点群データの例

## 参考資料-4　写真計測技術による性能確認試験結果報告書

（様式－１）

令和　　年　　月　　日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# 性能確認試験結果報告書

（1）カメラキャリブレーションの実施記録

| | |
|---|---|
| カメラキャリブレーション<br>実施年月 | 令和　　年　　月　　日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 使用するデジタルカメラ | メーカー　　：(製造メーカー名)<br>測定装置名称：(製品名、機種名)<br>測定装置の製造番号：(製造番号) |

（2）性能確認試験結果（概要）

| | |
|---|---|
| 精度確認試験実施年月 | 令和　　年　　月　　日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 測定条件 | 天候　晴れ<br>気温　８℃ |
| 測定場所 | （株）ＵＡＶ測量<br>○○工事現場 |
| 検証機器 | ＵＡＶ　　：機種名 |
| 精度確認方法 | 検証点の各座標の較差 |

（３）性能確認試験結果（詳細）

①計測対象に対する画素寸法が 1㎜ 以内となる撮影距離の算出結果

| 計測対象 | 計測距離 [m] | 画素寸法 [mm] |
|---|---|---|
| 壁面 | 2 | 0.548 |
| 壁面 | 4 | 1.095 |
| 壁面 | 6 | 1.643 |

②算出した距離にて撮影していることが分かる写真（撮影状況写真）

③算出した距離にて撮影した写真（撮影写真）

## 参考資料-5　３次元計測技術による精度確認試験結果報告書

（様式－１）

# 精度確認試験結果報告書

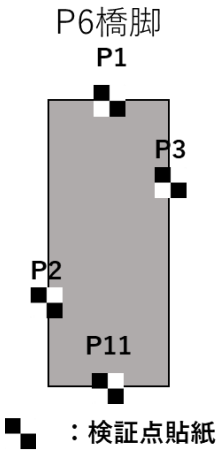
計測実施日：令和○○年○月○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：（株）○○測量
精度　太郎　印

（１）試験概要

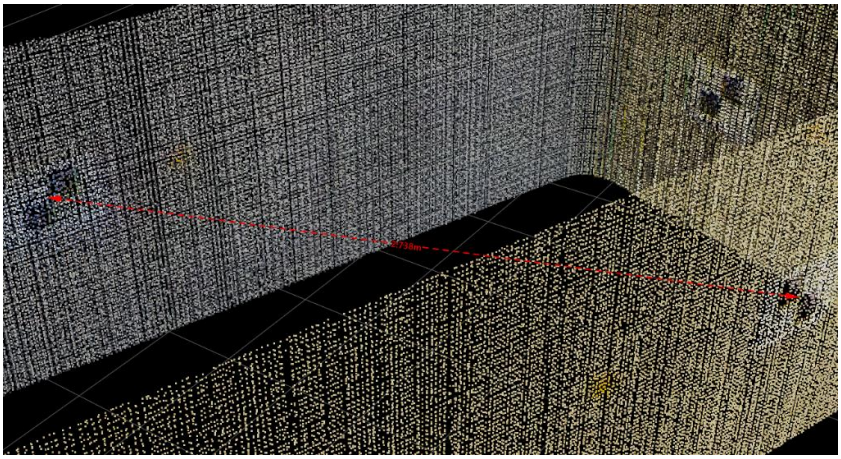
| | |
|---|---|
| 精度確認の対象機器<br>メーカー　　：㈱ＡＢＣ社<br>測定装置名称：GNSS2000<br>測定装置の製造番号：R00891 | 写真<br> |
| 検証機器（真値を計測する測定機器）<br>☑ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>□機種名（級別○級） | 写真<br> |
| 測定記録<br>測定期日：令和○○年○月○○日<br>測定条件：天候　晴れ<br>気温　８℃<br>測定場所：（株）○○測量<br>現場内にて | 写真<br> |
| 精度確認方法<br>■検証点の２点間距離<br>（ＵＡＶの場合は水平・鉛直方向の差分等） | |

（２）精度確認試験結果

①標定点・検証点設置箇所




②算出した箇所及び算出結果が分かる写真



③従来計測及び３次元計測による検証点比較結果

| No | 測点Ａ（旧） | 測点Ｂ（旧） | 方向角（旧） | 距離（旧） |
|---|---|---|---|---|
| | 測点Ａ（新） | 測点Ｂ（新） | 方向角（新） | 距離（新） |
| 1 | P2 | P3 | 157-08-53 | 2.735 |
| | P2' | P3' | 157-43-09 | 2.730 |
| | | | | 0.005 |

# 第１４編　土工（1,000m3 未満）・床掘工・小規模土工・法面整形工編　目次


**第１４編 土工(1,000m³未満)･床掘工･小規模土工･法面整形工編 ..... １４-1**
第１章 本管理要領（案）に記載のない事項 ..... １４-1
第２章 適用の範囲 ..... １４-2
第３章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １４-5
第１節 施工計画書 ..... １４-5
第２節 工事基準点の設置 ..... １４-7
第３節 工事測量（起工測量）（断面管理の場合） ..... １４-8
第４節 ３次元設計データ（断面管理の場合） ..... １４-9
４－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １４-9
４－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １４-10
４－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １４-11
４－１－４ ３次元設計データの搭載 ..... １４-12
第５節 出来形管理（断面管理の場合） ..... １４-13
５－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １４-13
５－１－２ 出来形計測 ..... １４-14
５－１－３ 出来形計測箇所 ..... １４-15
５－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １４-16
第６節 その他の計測（断面管理の場合） ..... １４-18
６－１ 部分払い用出来高計測 ..... １４-18
６－２ 岩線計測 ..... １４-18
第４章 ３次元計測技術を用いた計測手順と実施事項（断面管理の場合） ..... １４-19
第１節 計測技術 ..... １４-19
１－１－１ 出来形管理の主な手順 ..... １４-19
１－１－２ 機器構成 ..... １４-21
１－１－３ 計測性能及び精度管理 ..... １４-23
１－１－４ 出来形計測 ..... １４-24
第５章 出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合） ..... １４-26
第６章 数量算出（断面管理の場合） ..... １４-27
第７章 出来形管理写真基準（断面管理の場合） ..... １４-28
第８章 電子成果品の作成規定（断面管理の場合） ..... １４-29
第９章 モバイル端末を用いた３次元計測技術（多点計測技術）の適用 ..... １４-32
第１節 工事測量（面管理の場合） ..... １４-32
第２節 ３次元設計データ作成（面管理の場合） ..... １４-34
２－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １４-34
２－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １４-36
２－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １４-38
第３節 出来形管理（面管理の場合） ..... １４-39
３－１－１ 出来形帳票作成ソフトウェア ..... １４-39

３－１－２ 出来形計測 ..... １４-42
３－１－３ 出来形計測箇所 ..... １４-43
３－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １４-45
第４節 その他の計測（面管理の場合） ..... １４-48
４－１ 部分払い用出来高計測 ..... １４-48
４－２ 岩線計測 ..... １４-48
第５節 モバイル端末を用いた３次元計測技術の計測手順と実施事項 ..... １４-49
５－１－１ 出来形管理の主な手順 ..... １４-49
５－１－２ 機器構成 ..... １４-51
５－１－３ 計測性能及び精度管理 ..... １４-53
５－１－４ 計測点群データ処理 ..... １４-54
５－１－５ 出来形計測 ..... １４-57
第６節 出来形管理基準及び規格値 ..... １４-60
６－１－１ 多点計測技術を用いて面管理を行う場合 ..... １４-60
第７節 多点計測技術を用いて断面管理を行う場合 ..... １４-62
第８節 モバイル端末以外の３次元計測技術の適用 ..... １４-64
第９節 出来形管理写真基準 ..... １４-65
第１０節 電子納品の作成規定 ..... １４-66

■ 参考資料・様式 ..... １４-69
参考資料-1 参考文献 ..... １４-70
参考資料-2 ３次元設計データチェックシート ..... １４-71
参考資料-3 小規模工事における出来形算出ガイド ..... １４-72
参考資料-4 モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 １４-73

# 第１４編　土工(1,000m³未満)･床掘工･小規模土工･法面整形工編

## 第１章　本管理要領（案）に記載のない事項

本管理要領（案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

1)「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」（国土交通省各地方整備局）
3)「写真管理基準（案)」（国土交通省各地方整備局）
4)「土木工事数量算出要領（案)」（国土交通省各地方整備局）
5)「工事完成図書の電子納品等要領」（国土交通省）
6)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）
7)「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案)」（国土交通省）
8)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案)」（国土交通省）
9)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督･検査要領(土工編)(案)」（国土交通省）
10)「無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領(土工編)(案)」（国土交通省）
11)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案)」（国土交通省）
12)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案)」（国土交通省）
13)「ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案)」（国土交通省）
14)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案)」（国土交通省）
15)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案)」（国土交通省）
16)「ＵＡＶを用いた公共測量マニュアル（案)」（国土地理院）
17)「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」（国土交通省）
18)「公共測量におけるＵＡＶの使用に関する安全基準（案)」（国土地理院 平成 28 年 3 月）
19)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
20)「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
21)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)

注 1）上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。
注 2)「国土交通省　公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。
注 3)「掘削工（水中部）（面管理の場合)」を行う場合、14)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案)」の基準による。

【解説】

本管理要領（案）は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」、「写真管理基準（案)」及び「土木工事数量算出要領（案)」で定められている基準に基づき、３次元計測技術を用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領（案）に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

# 第２章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、受注者が行う３次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）の適用工種を現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」における分類で示すと、表１４-１の工種又は表１４-２の作業を含む工種の出来形計測及び出来形管理、出来高管理に利用することができる。

表１４-１　適用工種

| 区分編 | 章 | 節 | 工種 |
|---|---|---|---|
| 共通編 | 土工※1 | 道路土工 | 掘削工 |
| | | | 路体盛土工<br>路床盛土工 |
| | | | 法面整形工 |
| | | 河川・海岸土工・<br>砂防土工 | 掘削工 |
| | | | 盛土工 |
| | | | 法面整形工 |
| 土木工事<br>共通編 | 一般施工 | 共通的工種 | 側溝工（暗渠工）※2 |
| 河川編 | 樋門・樋管 | 水路工 | 暗渠工※2 |
| 河川海岸編 | 堤防・護岸 | 排水構造物工 | 管渠工※2 |
| 砂防編 | 斜面対策 | 山腹水路工 | 山腹暗渠工※2 |
| 道路編 | 道路改良 | 排水構造物工<br>(小型水路工) | 地下排水工※2 |
| | トンネル（NATM) | 坑内付帯工 | 地下排水工※2 |
| | 道路維持 | 排水構造物工 | 地下排水工※2 |
| | 道路修繕 | 排水構造物工 | 地下排水工※2 |

（「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の工種区分より）

※１：１箇所あたりの施工規模が 1,000m$^3$ 未満となる土工区分に適用できる。
※２：１箇所あたりの施工規模が 1,000m$^3$ 未満となる土工に付随する場合適用できる。管理手法は断面管理のみとし、多点計測による面管理を対象としない。

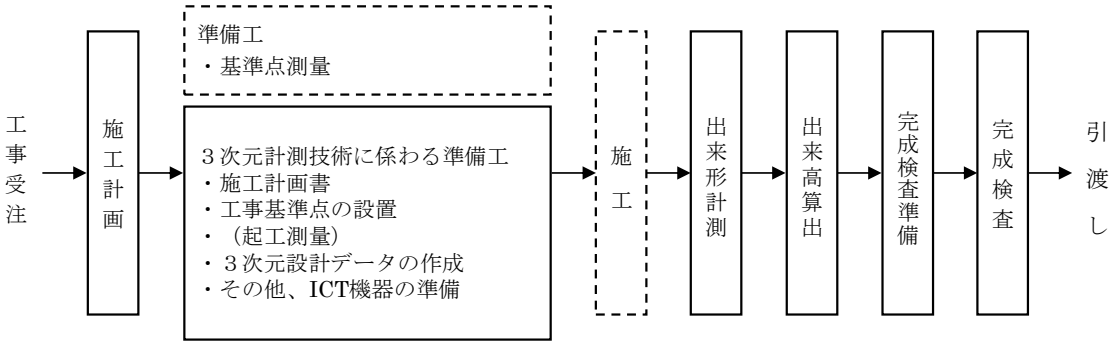
表１４-２　適用できる作業

| 作業種別 | 適用範囲 | 適用する工種※２ |
|---|---|---|
| 床掘作業 | ・バックホウを用いて実施する平均施工幅２ｍ未満の床掘工 | 左記の作業を含むすべての工種 |
| 小規模土工作業 | ・バックホウを用いて実施する平均施工幅１ｍ未満の小規模土工<br>・バックホウを用いて実施する 100m$^3$ 未満の小規模土工 | 左記の作業を含むすべての工種 |

※２：床掘工および小規模土工においては、該当作業が含まれる工種の出来形管理基準及び規格値に準ずるものとするが、土工部分については本管理要領（案）による出来形管理手法を用いることができる。

### 2）対象となる作業の範囲

本管理要領（案）で示す作業の範囲は、図１４-１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、３次元計測技術を用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、図１４-１の業務範囲に含まれる工事測量・丁張り設置、施工においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は i-Construction の目的に合致するものであり、３次元計測技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。




※１（起工測量）は必要に応じて実施する。
※２（３次元設計データの作成）ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、３次元設計データの作成を任意とする。

図１４-１　本管理要領（案）（土工(1,000m$^3$)・床掘工・小規模土工・法面整形工）の対象となる業務の範囲

### 3）計測技術

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表１４-３のようになる。

表１４-３　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ等光波方式、ＴＳ（ノンプリズム方式） | レーザースキャナー［地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型］ |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | |
| 写真測量技術を用いるもの | | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | | 施工履歴データ、音響測深器 |

本管理要領（案）では、単点計測技術を用いた断面での出来形管理手法を標準的な管理手法とするが、簡易なモバイル端末を用いた多点計測技術についても利用可能とするものである。具体には、本管理要領（案）で定める性能を有する下記の計測技術を対象とする。多点計測技術を用いる場合の要求精度は、「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」「参考資料-3 小規模工事における出来形算出ガイド」を参照すること。また、土工編に定める下記以外の多点計測技術の適用については、「第９章　第８節　モバイル端末以外の３次元計測技術の適用」を参照すること。

《単点計測技術》

・ＴＳ等光波方式

・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

・ＴＳ（ノンプリ方式）

《多点計測技術》

・モバイル端末を用いた計測

# 第３章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。本管理要領（案）で定める「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の土工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、３次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術を用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された３次元計測技術及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。

①機器構成

受注者は、施工計画書に、使用する機器構成（計測機器名称、計測機器メーカー、ソフトウェアメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

②３次元計測技術本体

受注者は、出来形管理用に利用する３次元計測技術本体が下記と同等以上の計測性能を有

していることを、施工計画書の添付資料として提出する。３次元計測技術の計測性能の確認方法については、本管理要領（案）で定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照のこと。

③ソフトウェア

受注者は、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアを用いる。

**5）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1)～4)の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、本管理要領（案）で定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい)、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、ＩＣＴ建設機械にＴＳ等光波方式・ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いている場合に必要となる固定局を設置する際や、施工履歴データの測定精度確認を目的とした精度確認試験を実施する際には、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。

工事基準点の設置時の留意点としては、３次元計測技術に必要となる標定点や検証点、調整用基準点を効率的に計測できる位置にＴＳ等光波方式が設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領（案）に基づく出来形管理では出来形測定精度の確保を目的に、検証点等を計測する場合は基準点からＴＳ等光波方式までの距離、検証点等からＴＳ等光波方式までの計測距離（斜距離）についての制限を、３級ＴＳを利用する場合は 100m 以内（２級ＴＳは 150m）とする。

## 第３節　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）

**受注者は、必要に応じて施工前の地盤の地形測量を行う。起工測量を行う場合は、従来手法の他、本管理要領（案）で定める３次元計測技術を利用することができる。また、起工測量時の測定精度については、本管理要領（案）「第４章　１－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

【解説】

施工前の地盤の地形測量においては、ＴＳ等光波方式、ＲＴＫ－ＧＮＳＳ（ネットワーク型を含む)、ＴＳ（ノンプリズム方式）を使用することができる。ＴＳ等光波方式、ＴＳ（ノンプリズム方式）の器械設置時には、プリズムを用いて計測する。本管理要領（案）では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にてＴＳ等光波方式の器械設置を行うことができる。ただし、ＴＳ等光波方式と工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から 100m 以内（１級２級ＴＳを使用する場合は 150m 以内）とし、後方交会法においては、２点の工事基準点の挟角は 30°～150°以内とする。

## 第４節　３次元設計データ（断面管理の場合）

### ４－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の作成機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）３次元設計データの出力機能**

【解説】

断面での出来形管理及び数量算出を実現するためには、断面方向の基準あるいは出来形管理箇所の目標値となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。

**1）３次元設計データ等の作成機能**

３次元設計データは、出来形管理すべき箇所を特定することができるものとする。中心線形データおよび横断形状データ、横断形状を示すデータ、３次元座標データ等で表現される。

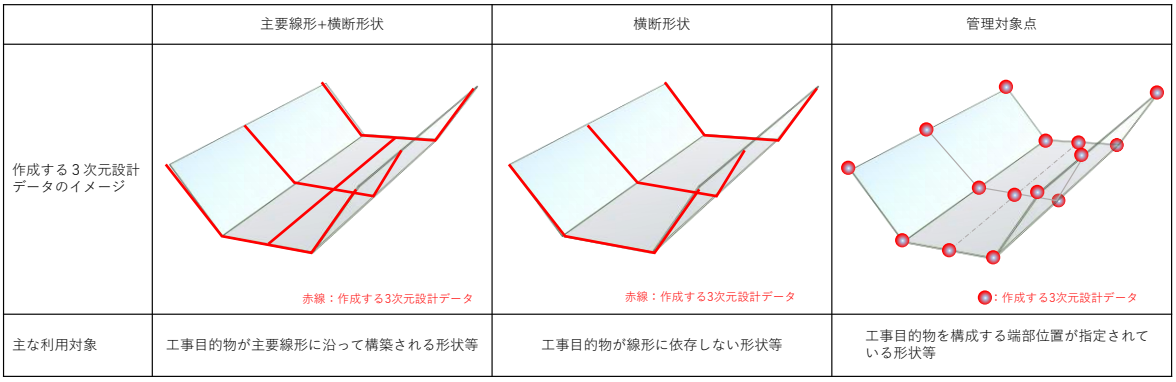



図１４-２　作成する３次元設計データ（例）

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データ、３次元座標データを確認できる機能。

**3）３次元設計データの出力機能**

上記 1）で作成した３次元設計データを出来形計測で利用するＴＳ等光波方式やＲＴＫ-ＧＮＳＳ（ネットワーク型を含む）に利用できる形式で出力する機能。

また、入力結果から目的構造物の形状を面的データに変換し、ＩＣＴ建設機械などでも利用される LandXML 形式の TIN データ等を出力できる機能を有することが望ましい。

## ４－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**
**ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、3 次元設計データの作成を任意とする。**

【解説】

受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、横断面形状、出来形管理対象箇所の３次元座標の入力を行い、ＴＳ等又はＲＴＫ－ＧＮＳＳが取込み可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、3 次元設計データの作成を任意とする。（深さ管理とは、埋設物の地表からの相対距離のみでの出来形管理）

**1）準備資料**

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

**2）３次元設計データの作成範囲**

３次元設計データの作成範囲は、本管理要領（案）による出来形管理を適用する範囲とする。

**3）３次元設計データの作成**

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）等に示される情報から作成する。

３次元設計データの作成にあたっては、設計図書等を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

工事基準点については、「第３章　第２節　工事基準点の設置」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

**4）地形情報**

盛土及び切土と地形の擦付け部分については、設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させることができる。

**5）設計変更について**

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データ作成ソフトウェアで３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の３次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

## ４－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。**

**ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、3 次元設計データの作成を任意とする。**

**1）工事基準点**

**2）出来形管理対象となる寸法や値**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、「参考資料-2　３次元設計データチェックシート」（様式 2-1）を提出する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目例を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、3 次元設計データの作成を任意とする。(深さ管理とは、埋設物の地表からの相対距離のみでの出来形管理)

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。

## ４－１－４　３次元設計データの搭載

**受注者は、３次元設計データを利用する３次元計測技術へ搭載する。**

【解説】

３次元設計データ作成ソフトウェアから出力した３次元設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理で利用するＴＳ等光波方式又はＲＴＫ－ＧＮＳＳ（ネットワーク型を含む）に搭載する。

ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、３次元設計データの作成を任意とする。(深さ管理とは、埋設物の地表からの相対距離のみでの出来形管理)

## 第５節　出来形管理（断面管理の場合）

### ５－１－１　出来形座標確認ソフトウェア

**出来形帳票作成ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき断面上あるいは箇所上にあることを確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～3)の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

ただし、本管理要領（案）「第２編　土工編　第３章　６－２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ（ネットワーク型を含む）と出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳ（ネットワーク型を含む）を利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**1）３次元設計データを読み込む機能**

作成した３次元設計データを読込んで表示する機能を有すること。また、表示機能には３次元設計データに応じて平面図（方向）、横断図（方向）から３次元設計データを確認できる機能を有することとする。

**2）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（単点計測の出来形計測点あるいは多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**3）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能**

出来形計測点と３次元設計データを重ねて表示することで出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

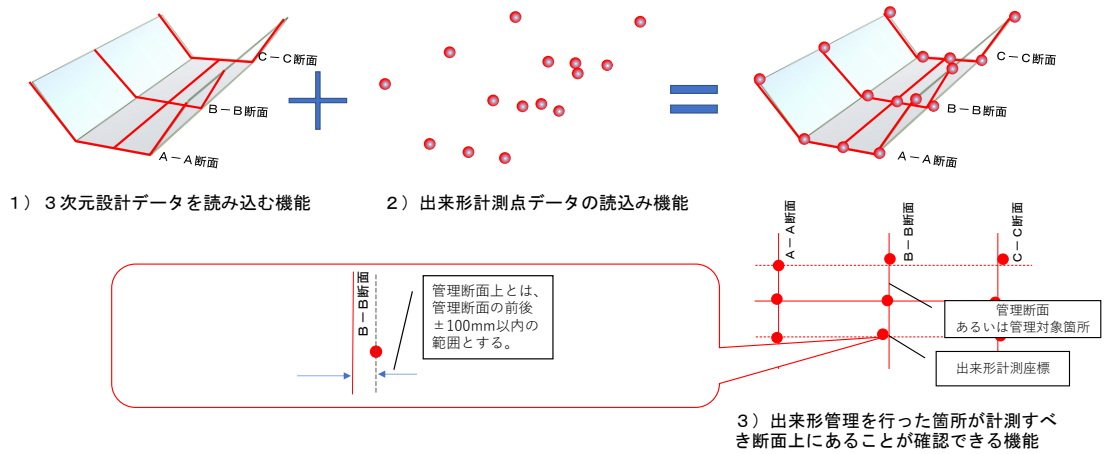



図１４-３　出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

## ５－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、使用する３次元計測技術は、所定の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。出来形計測時の測定精度の詳細については、「第４章　１－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形座標データから、出来形の算出用に選定した出来形評価用データを作成する。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために管理断面の出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度については、「第４章　１－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、計測した点群データを対象に、出来形の算出用に選定（寸法値の対象となる端部の２点、基準高の対象となる点など）した出来形評価用データを作成する。

## ５－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形計測箇所は、本管理要領（案）を用いる工種および出来形管理基準及び規格値のとおりとする。図１４-４に出来形計測箇所（例）を示す。**

**計測する横断面または計測箇所は、３次元設計データとして作成した管理断面あるいは管理箇所とし、全ての計測対象点について、３次元座標を取得する。**

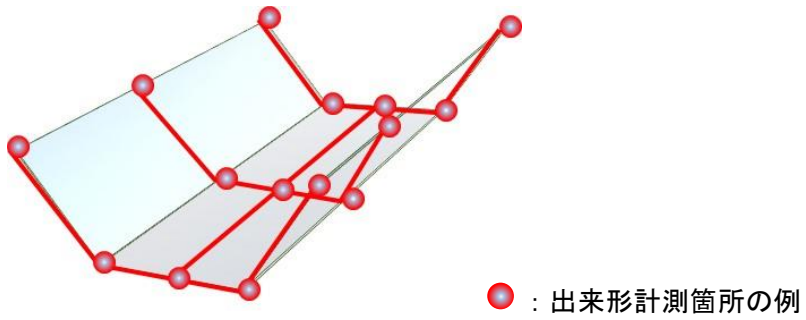



図１４-４　出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標を取得し、出来形計測結果を算出する。

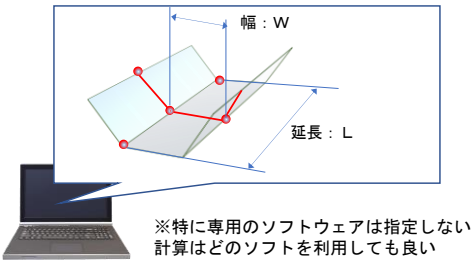
## ５－１－４　出来形管理資料の作成

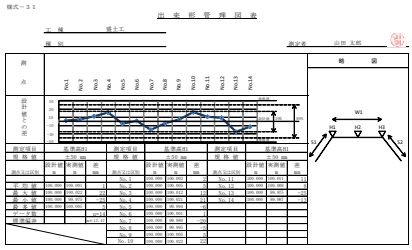
**受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

### 1）出来形管理帳票

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。



１）出来形の算出（幅、高さ、延長等）機能　　出来形管理資料の作成（自動または手動）

### 2）出来形測定位置の一覧

「第３章　５－２－１出来形座標確認ソフトウェア」を用い、出来形測定箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料を添付すること。３次元設計データに計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでもよい。

また、「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、出来形計測箇所をあらかじめ指定しているので出来形計測位置の一覧資料は不要とすることができる。出来形管理資料の作成例を図１４-６に示す。

出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする

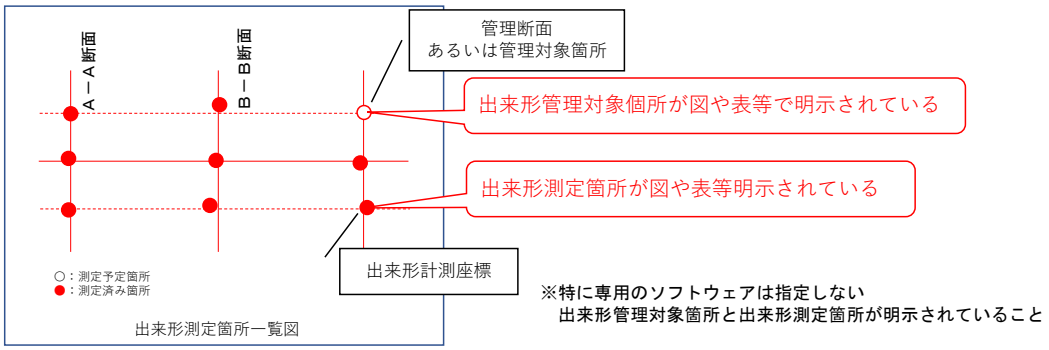



図１４-５　出来形測定位置の確認機能（イメージ例）

様式－３１

出　来　形　管　理　図　表

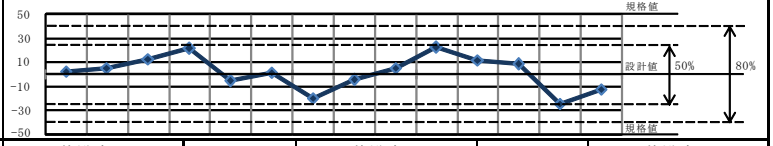
工　種　　盛土工

種　別

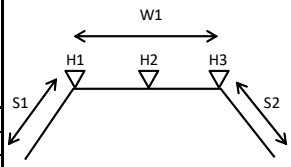
測定者　　山田　太郎

測点　No.1 No.2 No.3 No.4 No.5 No.6 No.7 No.8 No.9 No.10 No.11 No.12 No.13 No.14

設計値との差




略図




| 測定項目 | 基準高H1 | | | 測定項目 | 基準高H1 | | | 測定項目 | 基準高H1 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 規格値 | ±50 mm | | | 規格値 | ±50 mm | | | 規格値 | ±50 mm | | |
| 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm | 測点又は区別 | 設計値 m | 実測値 m | 差 mm |
| | | | | No. 1 | 100.000 | 100.002 | 2 | No. 11 | 100.000 | 100.011 | 11 |
| 平均値 | 100.000 | 100.001 | 1 | No. 2 | 100.000 | 100.005 | 5 | No. 12 | 100.000 | 100.008 | 8 |
| 最大値 | 100.000 | 100.022 | 22 | No. 3 | 100.000 | 100.012 | 12 | No. 13 | 100.000 | 99.975 | −25 |
| 最小値 | 100.000 | 99.975 | −25 | No. 4 | 100.000 | 100.021 | 21 | No. 14 | 100.000 | 99.987 | −13 |
| 最多値 | 100.000 | 100.005 | 5 | No. 5 | 100.000 | 99.994 | −6 | | | | |
| データ数 | | | n=14 | No. 6 | 100.000 | 100.001 | 1 | | | | |
| 標準偏差 | | | m±13.47 | No. 7 | 100.000 | 99.980 | −20 | | | | |
| | | | | No. 8 | 100.000 | 99.995 | −5 | | | | |
| | | | | No. 9 | 100.000 | 100.005 | 5 | | | | |
| | | | | No. 10 | 100.000 | 100.022 | 22 | | | | |

図１４－６　出来形管理表　作成例

## 第６節　その他の計測（断面管理の場合）

### ６－１　部分払い用出来高計測

1）部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として３次元計測技術による地形測量を利用できる。部分払い用出来高の測定精度については、本管理要領（案）「第４章　１－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。

### ６－２　岩線計測

1）岩線計測の実施

受注者は、設計変更のために必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、岩質変化箇所の座標を取得する。また、岩線計測時の測定精度については、本管理要領（案）「第４章　１－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。

# 第４章　３次元計測技術を用いた計測手順と実施事項（断面管理の場合）

## 第１節　計測技術

### １－１－１　出来形管理の主な手順

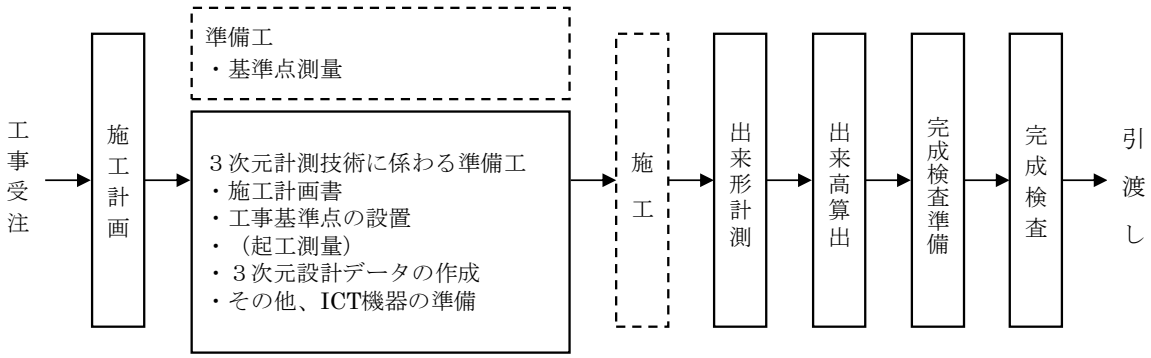
工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に代える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、小規模土工（1,000m$^3$未満）、床掘工と、小規模土工に付随する側溝工（暗渠工）・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から測定項目（幅、法長、延長）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

| 受注者の3次元計測技術による出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書 | ①施工計画書の作成 |
| 準備工<br>① 工事測量<br>② 工事基準点設置<br>③ 設計照査<br>工事測量による修正 | ②機器の手配<br>・3次元計測技術本体<br>・3次元設計データ作成ソフトウェア<br>・出来形座標確認ソフトウェア<br>③工事基準点の設置 |
| 3次元設計データ作成 | ④「3次元設計データ作成ソフトウェア」による3次元設計データの作成 |
| （施　　工） | |
| 出来形計測 | ⑤精度確認試験<br>⑥3次元計測技術による計測･出来形管理 |
| 出来形帳票作成等 | ⑦出来形および出来高の確認<br>⑧電子成果品の納品 |

※④ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、３次元設計データの作成を任意とする。
※⑤国土地理院の定める測量機器分類の３級以上の場合は不要とする。

図１４－７　出来形管理の主な手順




※１（起工測量）は必要に応じて実施する。
※２（３次元設計データの作成）ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、３次元設計データの作成を任意とする。

図１４-８　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－１－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。**

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

**2）出来形座標確認ソフトウェア**

**3）３次元計測技術本体（単点計測技術）**

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を図１４-９に示す。

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。また、「第２編　土工編　第３章　４-２　基本設計データ作成（断面管理の場合）」で規定する基本設計データ作成ソフトウェアを用いてもよい。

**2）出来形座標確認ソフトウェア**

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と３次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。

ただし、「第２編　土工編　第３章　６-２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳと出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

**3）３次元計測技術**

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

①単点計測技術

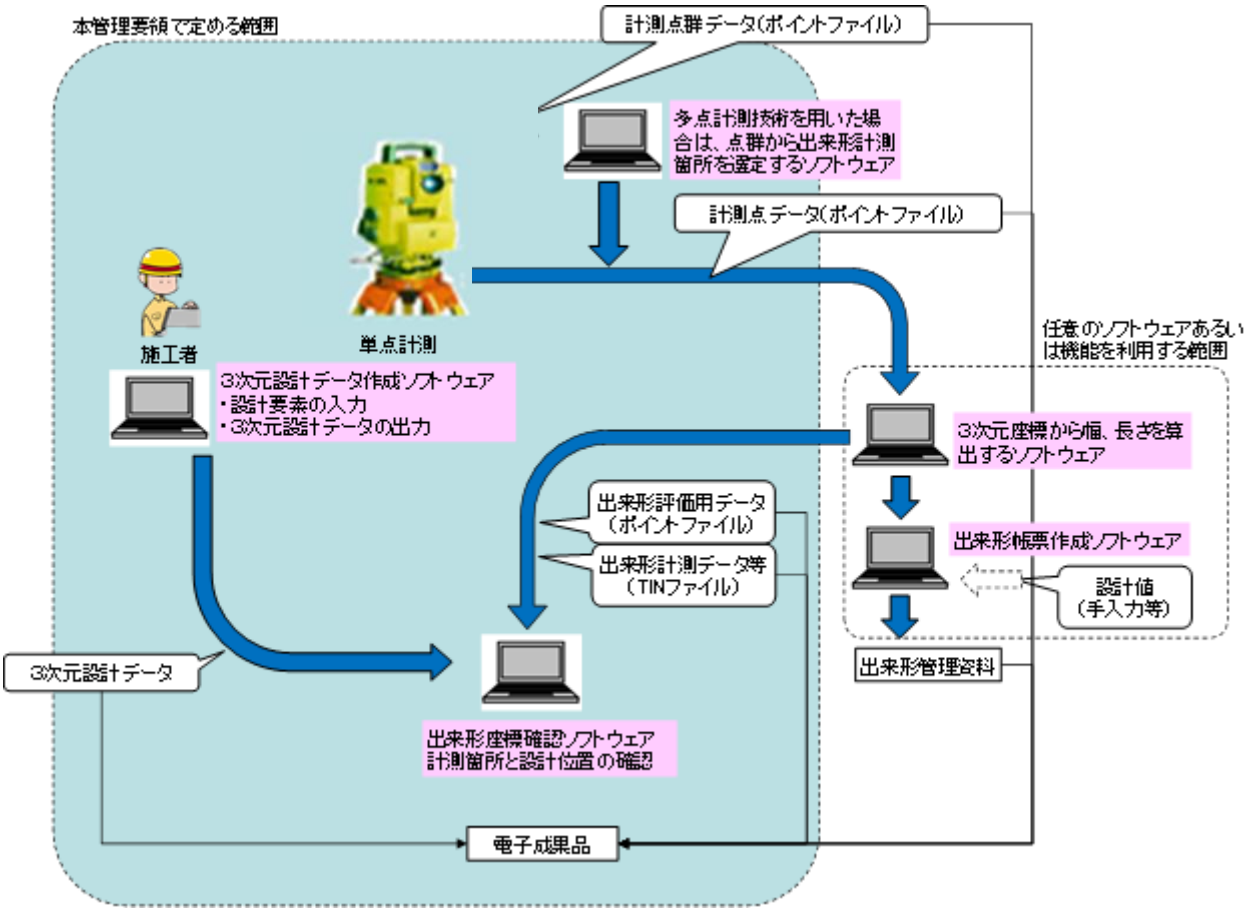
・ＴＳ等光波方式

・ＴＳ（ノンプリズム方式）

・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**4）その他**

本管理要領（案）を用いて計測した３次元座標から幅、法長、延長を算出するソフトウェア及び出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。「第２編　土工編　第３章　６-２　出来形管理（断面管理の場合）」及び「第２編　土工編　第４章　第２節　計測技術（断面管理の場合）」で規定する出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ-ＧＮＳＳと出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成することもできる。




※計測点データのうち出来形評価用に用いたデータを納品する（計測点データと同一でもよい）。
※出来形計測データ等（TIN ファイル）は不要とする。

図１４-９　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－１－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量･岩線計測<br>部分払い出来高計測<br>･TS等光波方式　※1,※34<br>･RTK－GNSS　※2,<br>･TS(ノンプリズム方式)－ | 【鉛直方向】 ±30mm 以内<br>【平面方向】 ±20mm 以内<br>精度確認試験による | すべての対象箇所 |
| 出来形計測<br>（単点計測技術）<br>･TS等光波方式　※1,※4<br>･RTK－GNSS　※3<br>･TS(ノンプリズム方式) | 【鉛直方向】 ±10mm 以内<br>【平面方向】 ±20mm 以内<br>精度確認試験による | |

※１：単点計測技術において、国土地理院が認定する３級ＴＳ以上の性能を有することが明確な場合は、その計測性能及び適正な精度管理の実施記録により精度確認資料とすることができる（精度確認試験を省略する）。
※２：単点計測技術において、国土地理院が認定する２級ＧＮＳＳ以上の性能を有することが明確な場合は、その計測性能及び適正な精度管理の実施記録により精度確認資料とすることができる（精度確認試験を省略する）。
※３：RTK-GNSS を断面管理の出来形計測（単点計測）に用いる場合、要求精度が「【鉛直方向】　±10mm 以内」と厳しく、また、GNSS の受信状況は現場毎に変動するため、２級ＧＮＳＳ以上の性能を示す記録があっても精度確認試験を省略できない。
※４：国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式あるいは上記の性能を明示できない場合は、本管理要領（案）「第２編　土工編　参考資料-10，参考資料-11，参考資料-13 で定める精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」により、上記の性能を確認する。

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、上記の性能を有する３次元計測技術を利用する。

①単点計測技術

・ＴＳ等光波方式

・ＴＳ（ノンプリズム方式）

・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### 2）計測性能及び精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術について上記の計測性能及び適正な精度管理が行われていること、あるいは精度確認試験にて計測性能の確認を行い、その記録について監督職員に提出する。

## １－１－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）計測計画

精度確認試験において、精度確保に必要な留意事項として記載された項目について記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能は、国土地理院が定める測量機器区分で３級以上であること、あるいは本管理要領(案)で定める精度確認試験結果のいずれかを記載する。

5）ソフトウェア

受注者は、本管理要領（案）に対応する機能を有するソフトウェアであること確認し、利用するソフトウェア（ソフトウェア名、ソフトウェアメーカー、バージョン）を施工計画書に記載する。カタログや仕様書は不要である。上記以外に、３次元座標から長さを求めるソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

6）計測における留意点

本管理要領（案）では、利用する計測技術の仕組みを理解したうえで計測を行うこと。

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる幅や法長、延長、高さの端部など当該工種の出来形管理が必要なすべての箇所について３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度確認試験で定める計測手法を遵守すること。

# 第５章　出来形管理基準及び規格値（断面管理の場合）

**本管理要領（案）に基づく道路土工の出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

**1）測定箇所**

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」で定められたものとする。

また、出来形管理箇所とは、管理断面の前後（管理断面に対して直角方向）±100㎜ 以内の範囲とする。

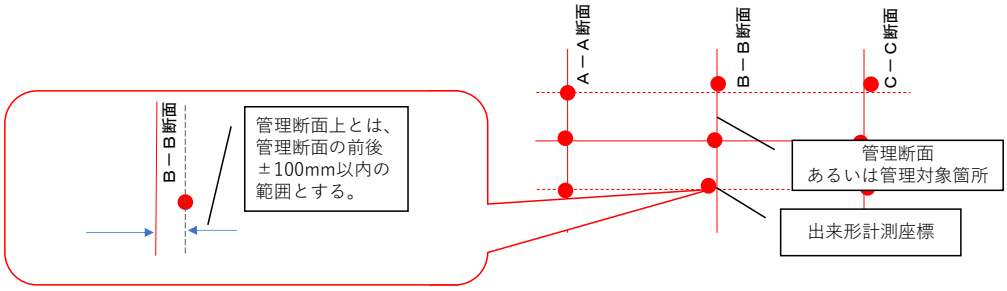



図１４-１０　出来形測定箇所の許容範囲

**2）測定値算出**

①基準高（標高）の測定値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（Ｚ座標）の値を用い、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

②法長・幅の測定値を３次元座標値から算出する方法

法長や長さは、計測した２点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

**3）規格値**

規格値は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」に定められたものと同様とする。

**4）測定基準**

本管理要領(案)を用いる出来形管理では、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の測定基準に準じた計測を行う。ただし、本管理要領（案）を適用する範囲が小さい場合は、最低３断面（起点部、中間部、終点部）の計測を行うことを原則とする。

# 第６章　数量算出（断面管理の場合）

**出来形測定箇所と同位置において、施工前の地形データが３次元計測技術等で計測されており、契約条件として認められている場合は、３次元計測技術による出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。出来形数量の詳細な算出方法については、「土木工事数量算出要領（案)」を参照されたい。**

【解説】

受注者は、３次元計測技術による計測点群データを基に平均断面法又は、３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、「土木工事数量算出要領（案)」を参照されたい。

# 第７章　出来形管理写真基準（断面管理の場合）

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③３次元計測技術

④出来形計測点（測点・箇所）

【解説】

現行の「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。本管理要領（案）を用いた出来形管理の写真の撮影方法は、①工事名、②工種等、③３次元計測技術④出来形計測点（測点・箇所）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では留意事項として、不可視となる出来形部分については、出来形寸法が確認できるよう、特に注意して撮影することとされており、出来形寸法を確認するためのリボンテープやピンポール等の写しこんだ写真が撮影されている。しかし、出来映えを確認する写真は必要であるが、出来形管理用ＴＳ又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いた出来形管理ではテープ等を用いて長さを計測する作業の必要がないことからリボンテープやピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真は基本的に必要ない。参考として、図１４-１１に写真撮影例を示す。

図１４-１１　写真撮影例

# 第８章　電子成果品の作成規定（断面管理の場合）

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、原則として以下のとおりとするが、計測技術毎に定められた電子成果品とすること。

・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ）

・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）

・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）

・３次元計測技術による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））

※単点計測技術を用いた断面管理の場合は、出来形計測データは不要である。

・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）

電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。

格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

この他、出来形管理用ＴＳを用いて出来形管理を行う場合は、本管理要領（案）「第２編　土工編　第８章　第２節　電子納品の策定規定（断面管理の場合）」に準じた電子納品を行うことができる。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1）ファイル名の命名

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに下記のサブフォルダを作成する。

１か所あたりの施工規模が 1,000m$^3$ 未満の土工の場合：「SE」

床掘工および小規模土工の場合：「SW」

側溝工・暗渠工・山腹暗渠工の場合：「CL」

管渠工の場合：「CO」

地下排水工の場合：「UD」

②　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

③サブフォルダの名称は、表１４-４に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

④格納するファイル名は、表１４-４に示す命名規則に従うこと。

⑤-1　欠測補間としてほかの計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名は、主となる計測機器の名称を用い、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。

⑤-2　合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し、格納する。

⑥設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次

元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑧出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てを ZIP 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、各３次元計測技術で定める命名規則に従い納品すること。

⑨標定点等データとは、標定点、検証点、調整用基準点のことをいい、３次元計測技術で使用した標定点、検証点、調整用基準点のデータを納品する。

**2）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（ＰＤＦ）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id)

xn：計測点座標値（x)・・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

yn：計測点座標値（y)　・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

zn：標高値（z)　・・・・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

An：地表面属性値（A)・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ，格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

**4）数量算出**

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

・起工測量時の計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）

・起工測量計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）

・岩線を計測した計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）

・岩線計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）

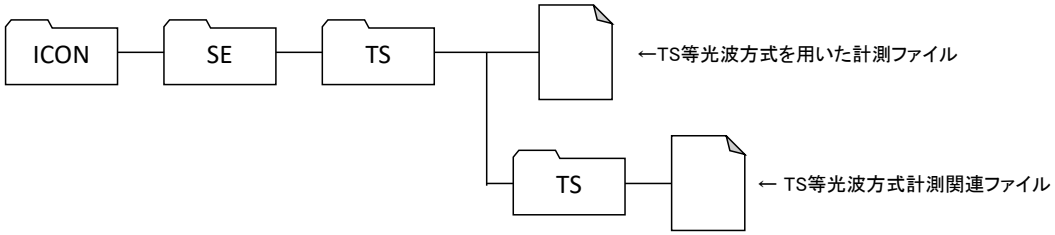



図１４-１２　ＴＳ等光波方式を主として計測した場合のフォルダ構成例

表１４-４　ＴＳ等光波方式を用いた計測による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ | TS0DR001Z.拡張子 |
| TS | 0 | CH | 001～ | ― | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き 3 次元データ) | TS0CH001.拡張子 |
| TS | 0 | IN | 001～ | ― | ・TS等光波方式を用いた計測(TS)による出来形評価用データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | TS0IN001.拡張子 |
| TS | 0 | EG | 001～ | ― | ・TS等光波方式を用いた計測(TS)による起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | TS0EG001.拡張子 |
| TS | 0 | SO | 001～ | ― | ・TS等光波方式を用いた計測(TS)による岩線計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | TS0SO001.拡張子 |
| TS | 0 | AS | 001～ | ― | ・TS等光波方式を用いた計測(TS)による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | TS0AS001.拡張子 |
| TS | 0 | GR | 001～ | ― | ・TS等光波方式を用いた計測(TS)(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | TS0GR001.拡張子 |
| TS | 0 | PO | 001～ | ― | ・工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | TS0PO001.拡張子 |

※単点計測技術を用いた断面管理の場合は、出来形計測データは不要である。

# 第９章　モバイル端末を用いた３次元計測技術（多点計測技術）の適用

本管理要領（案）で定める適用範囲において、本章で定めるモバイル端末を用いた３次元計測技術（多点計測）による面管理および断面管理を適用することができる。

断面管理を行う場合は、本章に記載しない事項は本管理要領（案）の単点計測技術を準用すること。

面管理を行う場合は、本章に記載しない事項は本管理要領（案）「第２編　土工編　第３章」における面管理手法を準用すること。ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、断面管理のみとし、面管理の対象から除く。

## 第１節　工事測量（面管理の場合）

**1）起工測量の実施**

**受注者は、必要に応じて施工前の地盤の地形測量を行う。起工測量を行う場合は、従来手法の他、本管理要領（案）で定める３次元計測技術を利用することができる。起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。なお、起工測量のその他の実施事項は、「第９章　５－１－５　出来形計測」を準用する。**

**2）起工測量計測データの作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される起工測量計測データを作成する。データ処理方法は、「第９章　５－１－４　計測点群データ処理」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、着工前の現場形状を把握するための起工測量が必要な場合は、面的な地形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施することができる。

**1）起工測量の実施**

起工測量時の測定精度及び計測密度については、「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、JSIMA115 に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±70mm 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。その他の実施事項及び作業上の留意点については、「第９章　５－１－５　出来形計測」を参照されたい。

**2）起工測量計測データの作成**

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にＴＩＮを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、ＴＩＮで補間してもよいものとする。このとき、ＴＩＮの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の３次元座標値を使用することとする。計測方法については、「第３章　第３節　工事測量（起工測量）（断面管理の場合）」を参照されたい。

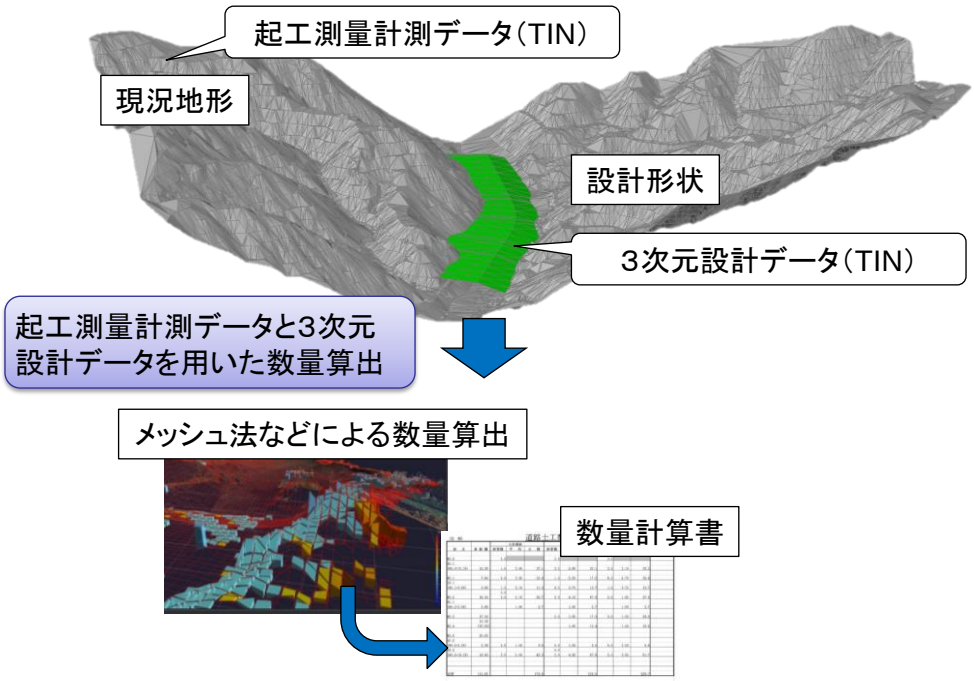



図１４-１３　設計照査のための数量算出イメージ

## 第２節　３次元設計データ作成（面管理の場合）

### ２－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**
**2）３次元設計データ等の確認機能**
**3）設計面データの作成機能**
**4）３次元設計データの作成機能**
**5）座標系の変換機能**
**6）３次元設計データの出力機能**

【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、及び構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される「ＴＩＮデータ」で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能（例）**

本管理要領（案）で出来形管理を行う箇所の完成形状を「ＴＩＮデータ」として面的に作成するものである。ＴＩＮデータの作成に必要となる機能例を以下に示す。

①座標系の選択機能例

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

⑥ＴＩＮの変化点の読込（入力）機能

ＴＩＮを構成する変化点（線分や座標）を読込（入力）できる機能。

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する３次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や３次元表示が確認できる機能。

**3）設計面データの作成機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）３次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成する機能。本管理要領（案）でいう面データは、ＴＩＮ（不等三角網）データとする。

**4）３次元設計データの作成機能**

上記 3）で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、３次元設計データを作成する機能。

**5）座標系の変換機能**

３次元設計データを、上記 1）で選択した座標系に変換する機能。

**6）３次元設計データの出力機能**

上記 3）～5）で作成・変換した３次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

## ２－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**
**ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、3 次元設計データの作成を任意とする。**

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

**1）準備資料**

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

**2）３次元設計データの作成範囲**

３次元設計データの作成範囲は、本管理要領（案）を用いて出来形管理を行う対象箇所・範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させる。

**3）３次元設計データの要素データ作成**

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報等から出来形管理対象となる土工の幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、作成する。

出来形横断面形状の作成は、３次元計測技術による計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

**4）３次元設計データ（ＴＩＮ）の作成**

本管理要領（案）を用いた面管理を行う場合は、入力した要素データを基に面的な３次元設計データ（ＴＩＮ）を作成する。ＴＩＮは三角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して３次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する（例えば、数ｍ間隔の横断形状を作成した後にＴＩＮを設定する）。

**5）地形情報**

３次元計測技術等による起工測量結果を３次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した３次元設計データと重畳し比較した上で、盛土及び切土と地形の擦付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させることができる。

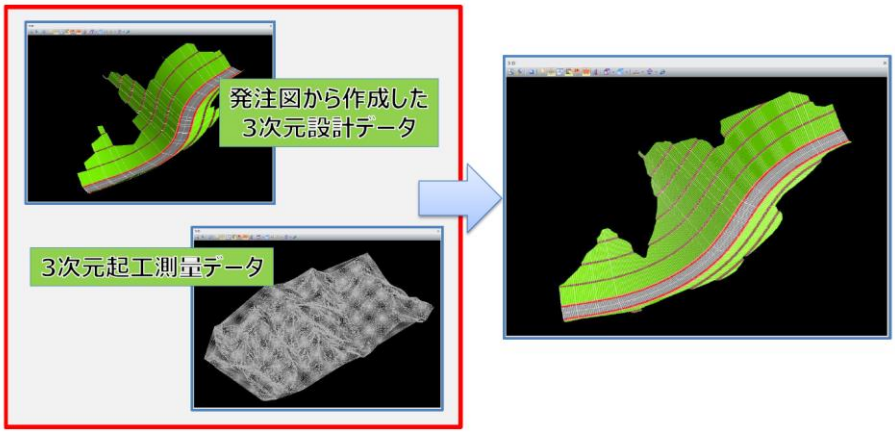



図１４-１４　３次元データの重畳イメージ

### 6）数量算出

本管理要領（案）で作成した３次元設計データを数量算出に用いる場合は、作成した３次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。３次元ＣＡＤソフトウェア等を用いた数量算出を行い、３次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「第６章　数量算出」を参照のこと。

### 7）設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

### 8）積算区分の境界情報

数量算出に３次元設計データを利用する場合には、積算区分の境界面について、岩線計測データ等の面データを作成する。管理断面間隔より十分狭い範囲においては、ＴＩＮで補間してもよいものとする。

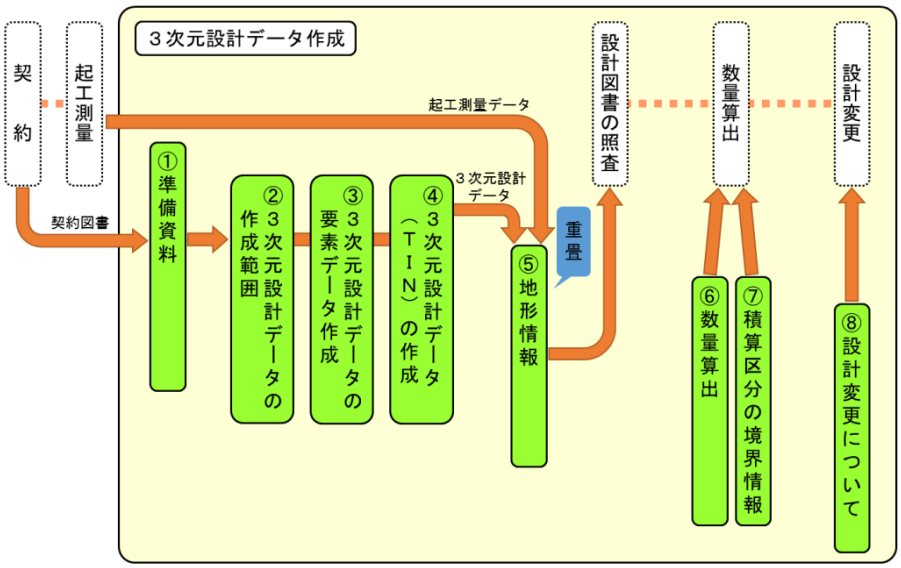



図１４-１５　３次元データの流れ（起工測量を反映させる場合の例）

## ２－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの以下の 1）～5）の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。また、面管理を行う場合は、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員の３次元設計データの確認をもって、作成した３次元設計データを設計図書として位置付ける。**

**1）工事基準点**
**2）平面線形**
**3）縦断線形**
**4）出来形横断面形状**
**5）３次元設計データ**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、「参考資料-2　３次元設計データチェックシート」（様式 2-1）を提出する。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書等と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図等と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形形状の幅（小段幅も含む)、基準高、法長を対比し、確認する。本管理要領（案）を用いた出来形管理の適用範囲の全ての横断図について確認すること。

## 第３節　出来形管理（面管理の場合）

### ３－１－１　出来形帳票作成ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと３次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

３次元のポイントデータによる出来形評価用データと３次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。特に、３次元計測技術による計測では、法肩や法尻などの変化点を特定した計測ができないことから、従来の幅員や法長、端部の基準高さという管理項目での良否判定法では比較できない。このことから、３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表）、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来形管理資料として出力する。

**1）出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力**

①３次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出する。

②部位別に３次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出する。

ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、堤防法線、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。

③「第９章　３－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、又は３次元モデルの属性情報として表示する。

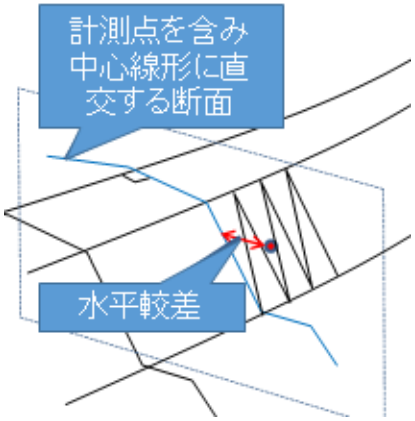



図１４-１６　水平較差の算出ロジックのイメージ

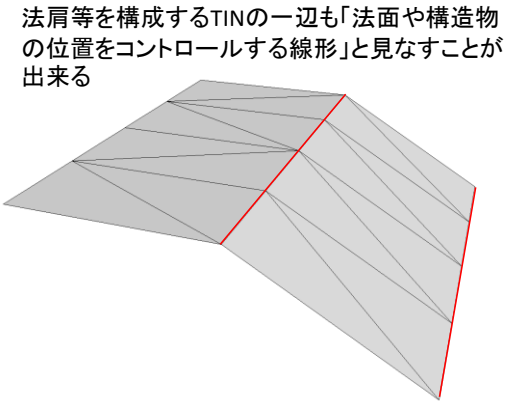



図１４-１７　位置をコントロールする線形

### 2）出来形分布図

①３次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出する。

②部位別に３次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイントごとに分布図として表示する。

③分布図が具備すべき情報としては「第９章　３－１－４　出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を参考として、以下のとおりとする。

・評価範囲全体が含まれる平面図（部位別に別葉とする）

・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示する。

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。

・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示する。

・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。

・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

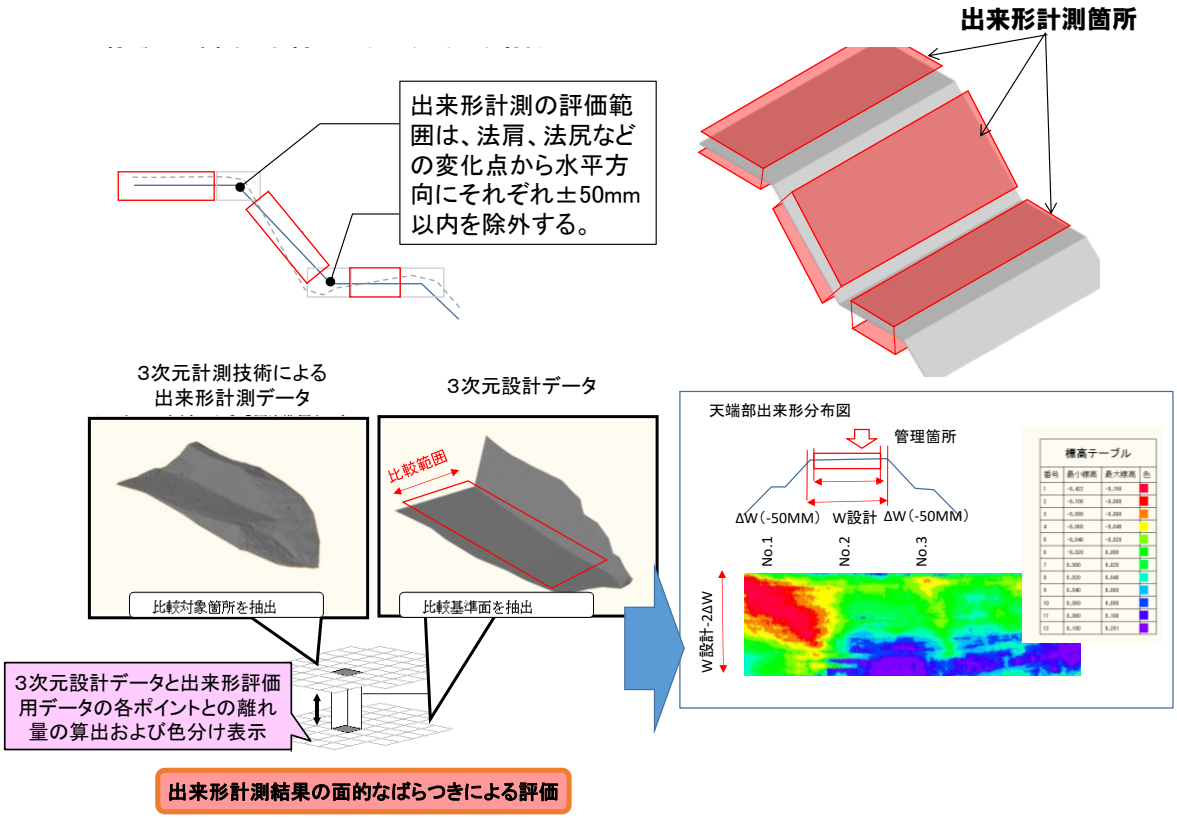



図１４-１８　面的な出来形管理分布図のイメージ

### ３－１－２　出来形計測

1）出来形計測の実施

受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。

2）出来形評価用データ等の作成

受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。また、計測点群データから不要な点を削除し、ＴＩＮで表現される出来形計測データを作成する。データ処理方法は、「第９章　５－１－４　計測点群データ処理」を参照されたい。

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

1）出来形計測の実施

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。ただし、JSIMA115 に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±14mm 以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

2）出来形評価用データ等の作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにＴＩＮを配置し、出来形計測データを作成する。

### ３－１－３　出来形計測箇所

本管理要領（案）に基づく出来形計測範囲は、下図に示すとおりとし、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50㎜ 以内に存在する計測点は評価から除外することができる。計測範囲は、３次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とする。点群の密度については、各技術の「出来形計測」を参照されたい。

３次元データによる出来形管理において、現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

また、床掘工において出来形管理を行う場合は、平場部のみを出来形管理対象とすることができる。

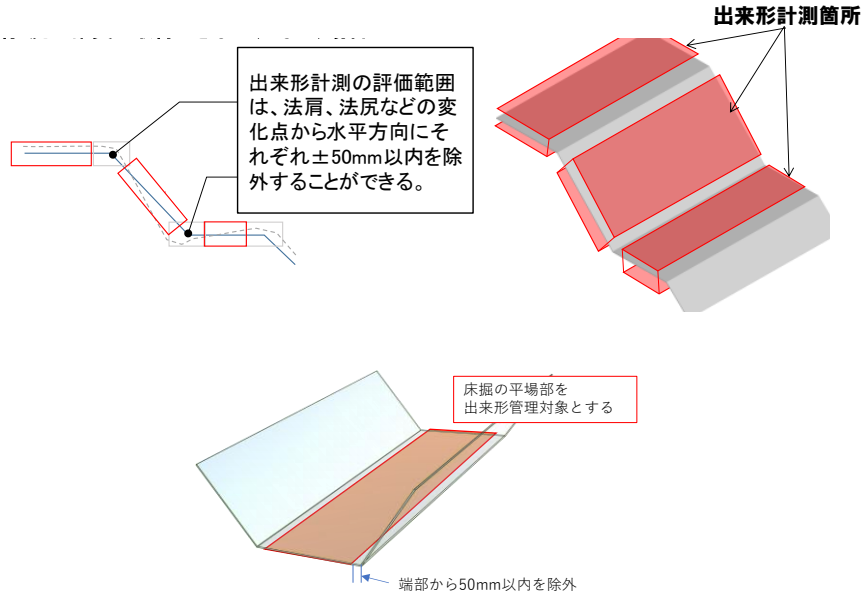



図１４-１９　出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、３次元計測技術による出来形管理で計測する３次元座標は、平場面、天端面、法面（小段含む）の全ての範囲で３次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

また、法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

多点計測技術では法肩、法尻の変化点の取得が困難であるため、法尻、法肩から水平方向に±50㎜ 以内に存在する計測点は、評価範囲から除外することができる。

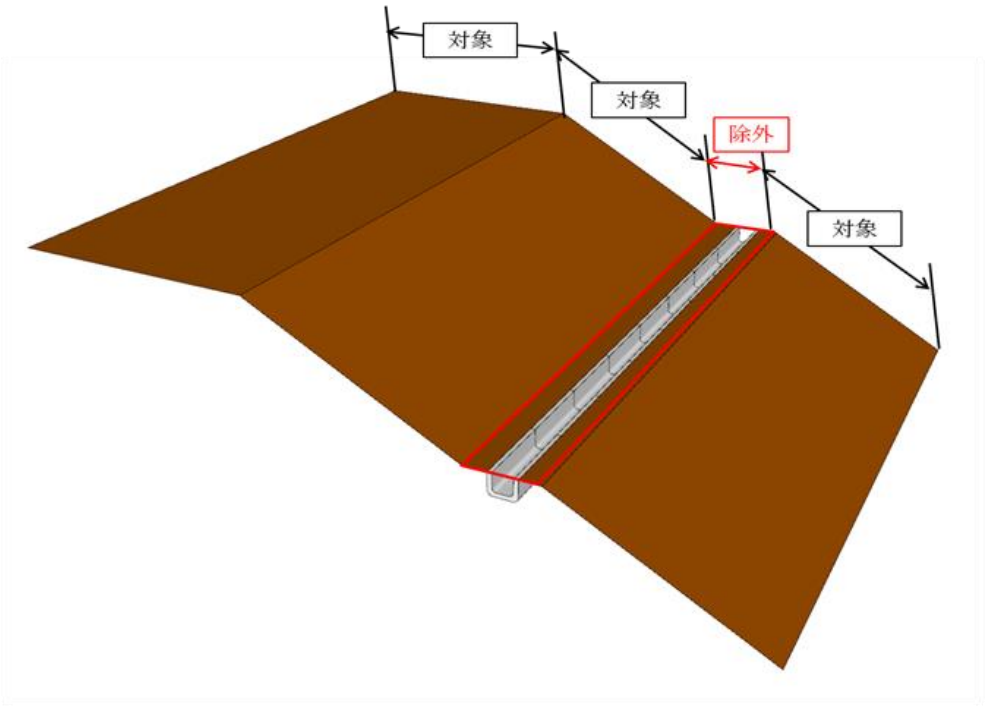



図１４-２０　構造物が設置されている小段

### ３－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領（案）で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

**1）出来形管理図表**

**３次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる３次元モデルのビューアーファイルを作成する。出来形確認箇所（平場、天端、法面（小段含む））ごとに作成する。**

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理基準の管理項目に対する測定結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領（案）が対象とする工種について下記に定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

**1）出来形管理図表**

３次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差あるいは水平較差の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示したものであること。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、

- 平均値（算出結果と規格値（当該部位の平均値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
- 最大値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
- 最小値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
- データ数（算出結果と規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果）：棄却点を含む全データ数
- 評価面積
- 棄却点数（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の 0.3%以内）及び良否結果）：全棄却点数

を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合においては、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。

出来形確認箇所（平場、天端、法面（小段含む））ごとに作成する。分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして－100%～＋100%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示
・規格値の範囲外については、－100%～＋100%の範囲とは別の色で明示
・監督職員の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出する。ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、堤防法線、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。
・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビューアー付き３次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表（様式31）の提出に代えることができる。

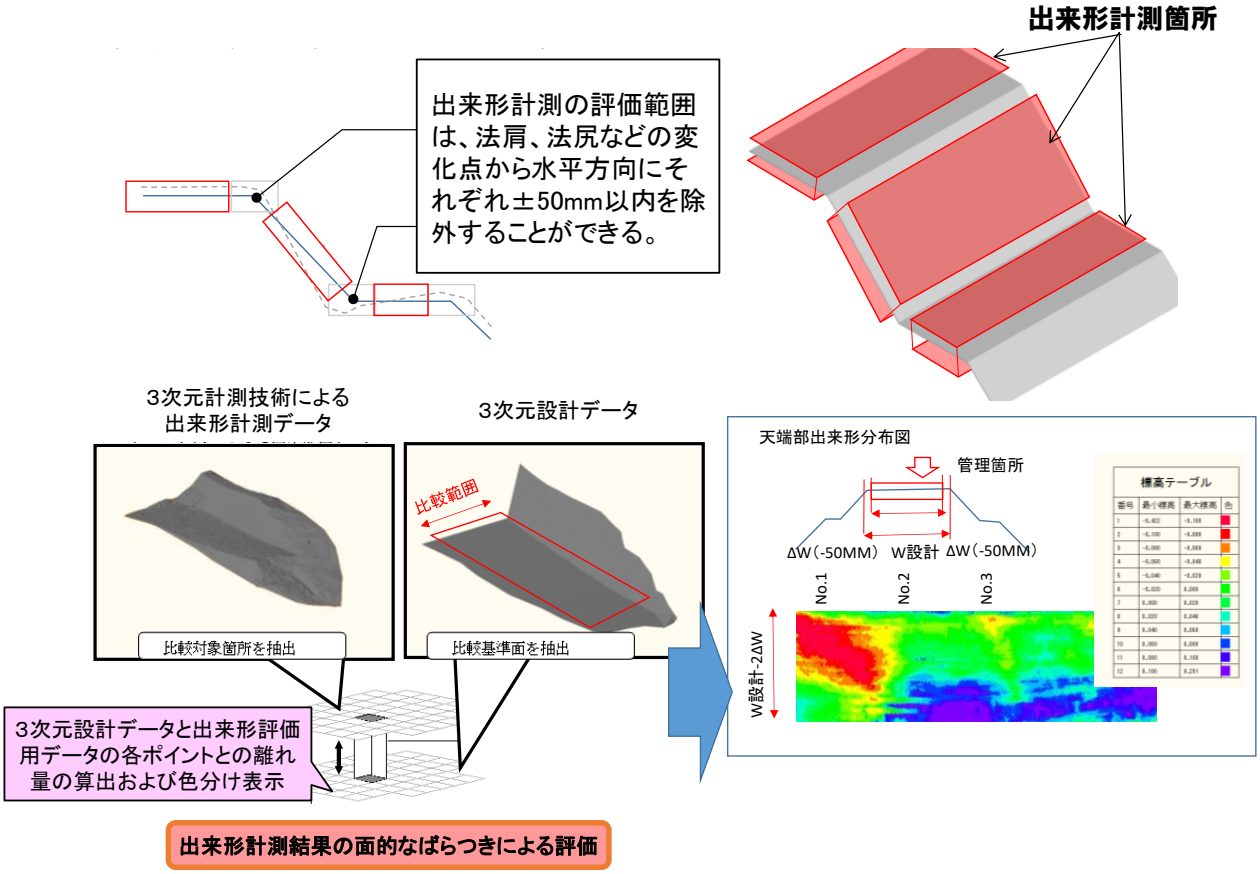
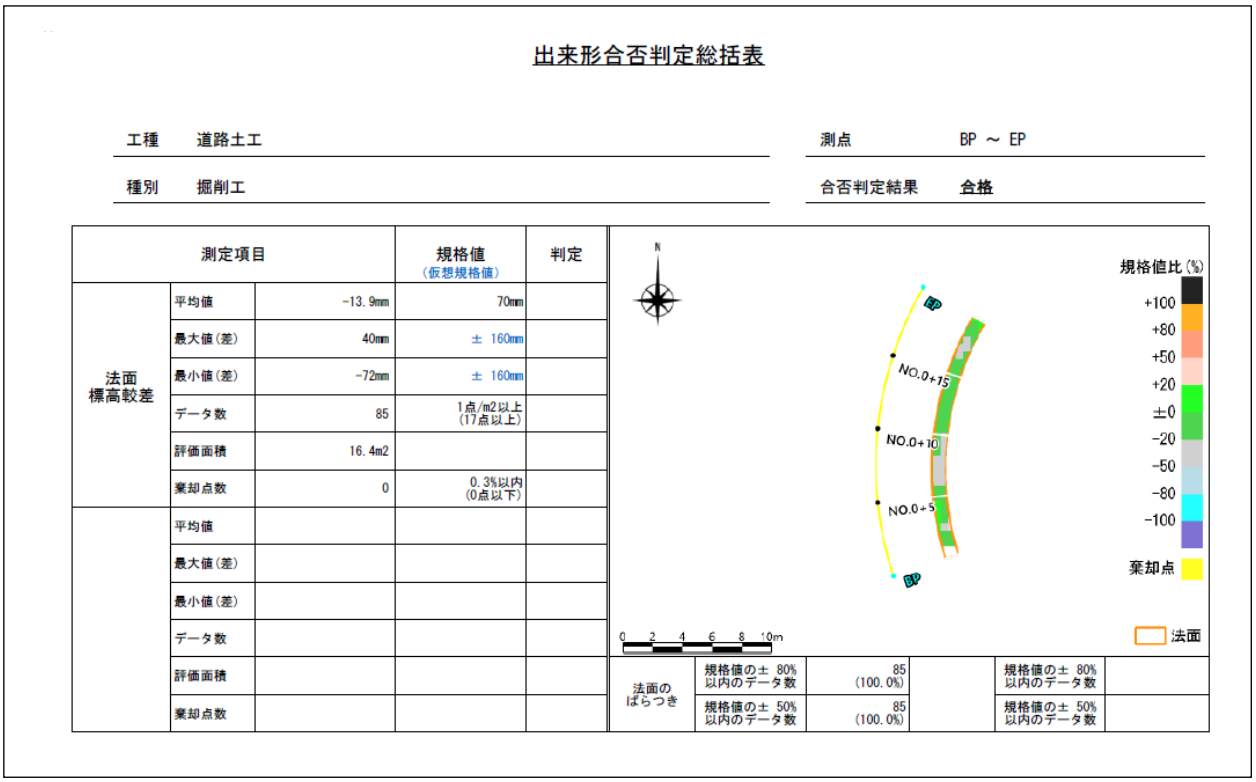



図１４－２１　出来形管理表　作成の流れ



出来形合否判定総括表

工種　道路土工　　測点　BP ～ EP

種別　掘削工　　合否判定結果　合格

| 測定項目 | | | 規格値（仮想規格値） | 判定 |
|---|---|---|---|---|
| 法面標高較差 | 平均値 | -13.9mm | 70mm | |
| | 最大値(差) | 40mm | ± 160mm | |
| | 最小値(差) | -72mm | ± 160mm | |
| | データ数 | 85 | 1点/m2以上(17点以上) | |
| | 評価面積 | 16.4m2 | | |
| | 棄却点数 | 0 | 0.3%以内(0点以下) | |
| | 平均値 | | | |
| | 最大値(差) | | | |
| | 最小値(差) | | | |
| | データ数 | | | |
| | 評価面積 | | | |
| | 棄却点数 | | | |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 法面のばらつき | 規格値の± 80%以内のデータ数 | 85 (100.0%) | 規格値の± 80%以内のデータ数 | |
| | 規格値の± 50%以内のデータ数 | 85 (100.0%) | 規格値の± 50%以内のデータ数 | |

図１４-２２　出来形管理表　作成例（合格の場合）

## 第４節　その他の計測（面管理の場合）

### ４－１　部分払い用出来高計測

1）部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として３次元計測技術による地形測量を利用できる。また、部分払い用出来高測量時の測定精度については、本管理要領（案）「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。その他の事項については、本管理要領（案）「第２編　土工編」を準用する。

### ４－２　岩線計測

1）岩線計測の実施

受注者は、設計変更のために必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。また、岩線計測時の測定精度については、本管理要領（案）「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を参照されたい。その他の事項については、本管理要領（案）「第２編　土工編」を準用する。

## 第５節　モバイル端末を用いた３次元計測技術の計測手順と実施事項

### ５－１－１　出来形管理の主な手順

本節は、土工（1,000m³未満）、床掘工と、小規模土工に付随する側溝工（暗渠工）・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工において多点計測技術による面的な出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

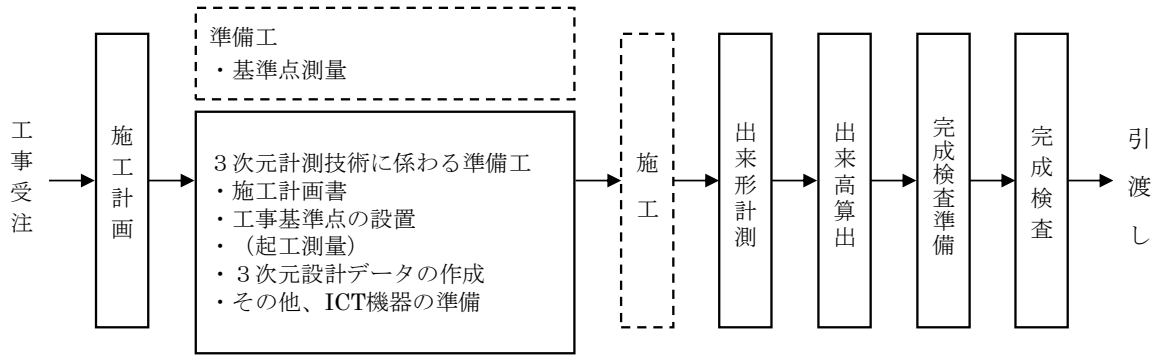
多点計測技術を用いた面的な出来形計測による出来形管理では、３次元ＣＡＤや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。

以上のように所定の性能を有した３次元計測技術では計測対象点を指定した計測が出来ないことやソフトウェア上でのデータ処理が必要なことから、本管理要領（案）は、従来の巻尺・レベルあるいは、ＴＳによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示したものである。

| 受注者のモバイル端末による出来形管理作業フロー | 受注者の実施項目 |
|---|---|
| 施工計画書<br>↓<br>準備工<br>①工事測量<br>②工事基準点設置<br>③設計照査<br>工事測量による修正<br>↓<br>３次元設計データ作成<br>↓<br>（施　　工）<br>↓<br>出来形計測<br>↓<br>出来形帳票作成等 | ①施工計画書の作成<br>・３次元設計データ作成ソフトウェア<br>・点群処理ソフトウェア<br>・出来高算出ソフトウェア<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・３次元計測技術本体<br>・出来形帳票作成ソフトウェア<br>・３次元計測技術本体<br>**③工事基準点の設置**<br>・現況地形の３次元化<br>**④「３次元設計データ作成ソフトウェア」による３次元設計データの作成**<br>・３次元設計データの作成範囲（監督職員との協議）<br>**⑤３次元計測技術による出来形計測・出来形管理**<br>**⑥精度確認試験**<br>**⑦「点群処理ソフト」によるデータ処理**<br>**⑧「出来形帳票作成ソフトウェア」による出来形管理資料の作成**<br>**⑨出来形および出来高の確認**<br>**⑩電子成果品の納品** |

※④ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、３次元設計データの作成を任意とする。

図１４－２３　出来形管理の主な手順




※１（起工測量）は必要に応じて実施する。
※２（３次元設計データの作成）ただし、埋設物において深さ管理のみ行う場合は、３次元設計データの作成を任意とする。

図１４-２４　３次元計測技術（多点計測）を用いる場合の業務の範囲

## ５－１－２　機器構成

**本管理要領（案）で用いる出来形管理のシステムは、以下の機器を共通とする。**

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

**2）点群処理ソフトウェア**

**3）出来高算出ソフトウェア**

**4）出来形帳票作成ソフトウェア**

**5）３次元計測技術本体**

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を図１４-２５に示す。

**1）３次元設計データ作成ソフトウェア**

３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。

**2）点群処理ソフトウェア**

３次元計測技術で取得した複数回の３次元点群の結合や、３次元座標の点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した３次元座標の点群にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、３次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU,GPU,メモリなど）に留意すること。

**3）出来高算出ソフトウェア**

別途計測した起工測量結果と、1）で作成した３次元設計データ、あるいは、2）で算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

**4）出来形帳票作成ソフトウェア**

1）で作成した３次元設計データと、2）で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

**5）３次元計測技術本体**

３次元計測技術はモバイル端末に搭載されたセンサーやカメラあるいはモバイル端末に設置するセンサー等を用いた計測技術とし、本管理要領（案）で定める性能を有するものとする。

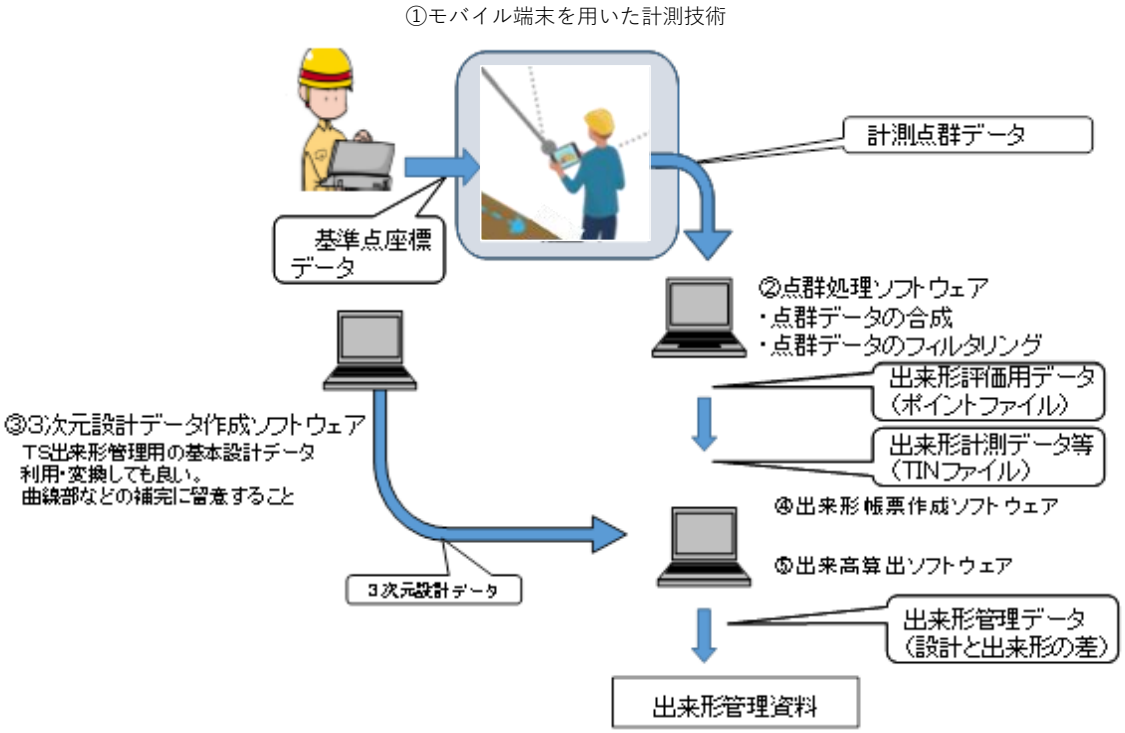



図１４－２５　モバイル端末を用いた出来形管理機器（面管理の場合）の構成例

※断面管理を行う場合は、図１４－９を参照のこと。

## ５－１－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、「参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」によって確認し、監督職員に提出する。

＜面管理の場合＞

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 起工測量・岩線計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±100mm 以下※１ | 【起工測量・岩線計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ） |
| 部分払い<br>出来高計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±200mm 以下※１ | 【部分払い出来高計測】<br>1 点以上/0.25 ㎡（0.5m×0.5m ﾒｯｼｭ） |
| 出来形計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>±50mm 以下※１ | 【出来形計測時】<br>1 点以上/0.01 ㎡（0.1m×0.1m ﾒｯｼｭ）※２<br>【出来形評価時】<br>1 点以上/出来形評価グリッド※３ |

※１：参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書および出来形計測における検証点（精度管理）で確認する。
※２：本管理要領（案）土工編で規定されている技術については土工編で定める計測密度に準ずる。
※３：出来形評価グリッドは１㎡（１ｍ×１ｍ）以内を基本とするが、施工幅が１ｍ未満の場合等、１㎡グリッドによる出来形管理が適さない場合は、出来形評価グリッドを 0.25 ㎡（0.5m×0.5m）以内とする。この場合、本管理要領（案）土工編で規定する３次元計測技術においても１㎡を 0.25 ㎡と置き換えて運用する。施工幅が 0.5m未満の場合は断面管理を行うこととする。

＜断面管理の場合＞

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 出来形計測<br>・モバイル端末を用いた計測 | 【鉛直方向・平面方向】<br>：±50mm 以内※１ | 1 点以上/0.0025 ㎡<br>（0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ）※４ |

※４：モバイル端末を用いた多点計測技術により断面管理を行う場合は、端部の抽出あるいは推定に必要な点群密度を確保する。また、出来形の算出においては「参考資料-3　小規模工事における出来形算出ガイド」を用いて出来形管理個所を定めることができる。

【解説】

1）計測性能

受注者は、利用前に、本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を確認する。計測性能は、本管理要領（案）で定める精度確認試験結果にて上記の測定精度を満足していることを示す試験結果報告書を提出する。

2）精度管理

受注者は、本管理要領（案）に沿って実施した出来形計測結果について、**「参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を用いて**精度確認を行い、確認結果を提出する。

## ５－１－４　計測点群データ処理

**本管理要領（案）で利用する点群処理ソフトウェアは、計測点群データから樹木や草木、仮設構造物などの出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、３次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。**

【解説】

不要点の削除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に、本管理要領（案）に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

### 1）計測データの不要点削除

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データには、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの３次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。

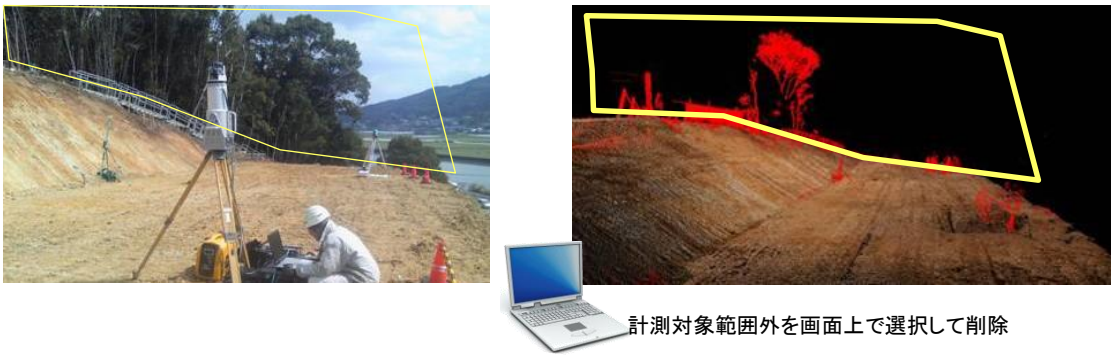



図１４-２６　対象範囲外のデータ削除

②点群密度の変更（データの間引き）

計測点群データにおいて、点群の密度にばらつきが多い場合は、点群密度を調整することができる。点群密度の変更においては、グリッドデータ化などの座標値の編集は行わないこと。

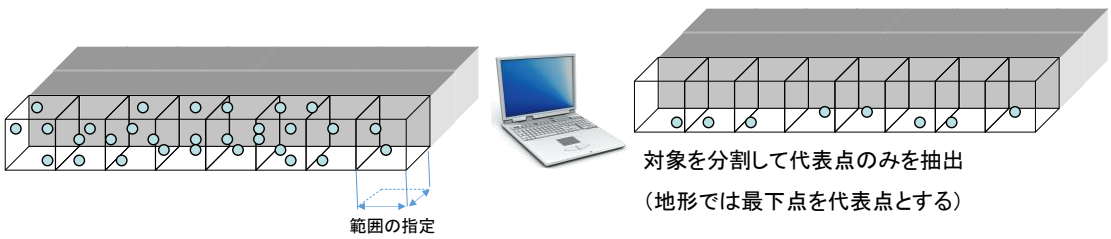



図１４-２７　点群データの密度を均一にする方法（例）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿により格子状に加工することにより、１つの出来形評価グリッドあたり１点程度のデータとすることができる。この場合、以下の方式によることができる（図１４-２８参照）。

・計測対象面について出来形評価で用いるグリッドサイズ（例：１ｍ×１ｍの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ｘ，ｙ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とするグリッドの範囲内の実計測点と設計面との差の最頻値又は差の平均値を設計値に加算した値を用いる。

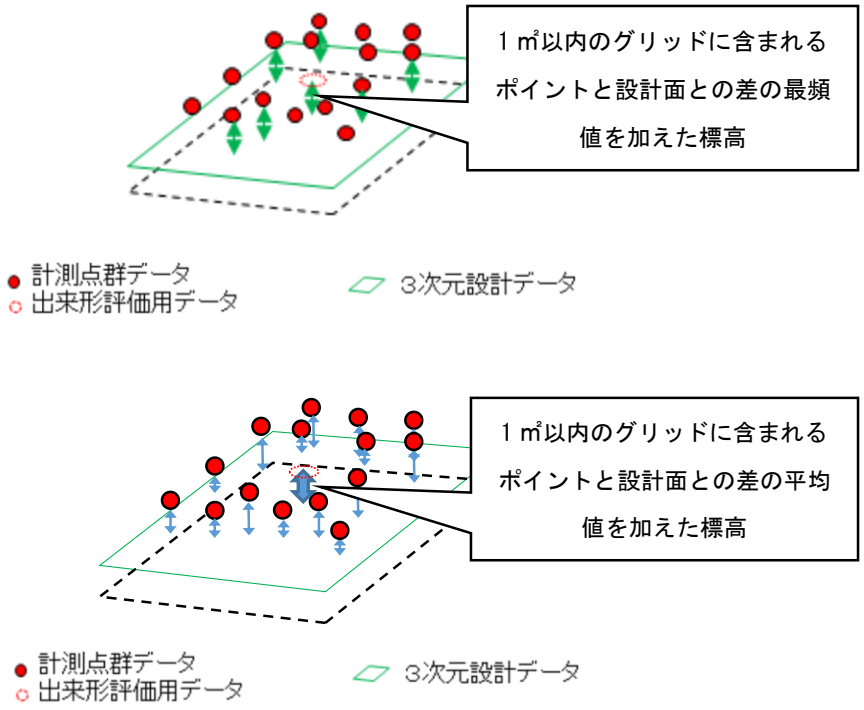



図１４-２８　グリッドデータ化のイメージ（出来形評価グリッドが１$m^2$の例）

あるいは、以下を用いることもできる。

・最近隣法

グリッド点から最も近い点の標高値を採用

・平均法

内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

・ＴＩＮ法

計測点群データから発生させたＴＩＮを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用

・逆距離加重法

計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、グリッド格子間隔の２倍程度を限度とする。

**2）計測点群データの合成**

現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。複数スキャンのまとめ方については、大きく２つの方法がある。

①各スキャンで個別の３次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキャンで標定点や基準点等を利用して３次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標

群を合成する。

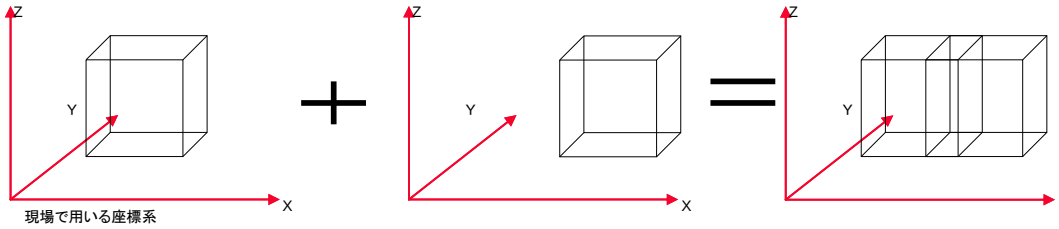



図１４-２９　現場座標系に変換された結果を合成する方法

②複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに３次元座標に変換

複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や標定点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である（合成時の誤差や偏差について、各ソフトウェアで解析する機能などがあるので参照する）。

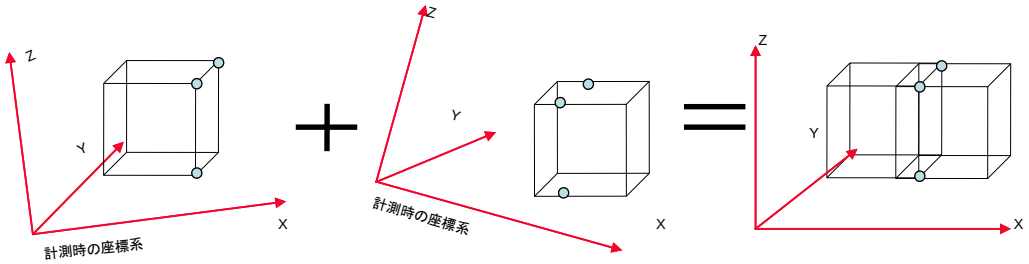



図１４-３０　複数のスキャンに含まれる標定点を基準に合成する方法

### 3）面データ（出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データ）の作成

計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にＴＩＮ（不等三角網）を配置し、地形や岩区分境界あるいは出来形の面データを作成する。自動でＴＩＮを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、ＴＩＮの結合方法を手動で変更してもよい。

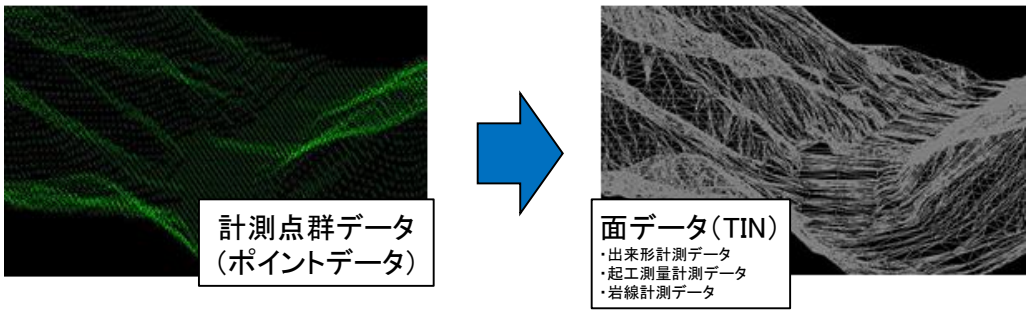



図１４-３１　計測点群データをＴＩＮデータに変換する方法

## ５－１－５　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第２章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による、３次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4）使用機器・ソフトウェア

３次元計測技術の種別を記載する。

３次元計測技術の計測性能について確認した精度確認試験結果報告書を提出する。

本管理要領（案）で利用するソフトウェアを記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、３次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領（案）による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」による出来形管理範囲を塗り分ける。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

出来形管理基準及び規格値については、該当工種の出来形管理基準及び規格値の他、「出来形管理基準及び規格値　共通編　土工　各作業の面管理の場合」から該当する作業の規格値を選択することができる。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別を記載する。計測性能については、本管理要領（案）で定める「参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」により、「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」で定める測定精度を満足していることを記載し、試験結果報告書を添付する。

5）ソフトウェア

受注者は、本管理要領（案）に基づいて利用するソフトウェア（ソフトウェア名、ソフトウェアメーカー、バージョン）を施工計画書に記載する。カタログや仕様書は不要である。

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて、出来形計測を行う。**

**1）計測計画の立案**

**精度確認試験で定められた計測手順に基づき、測定精度を確保するための留意事項を踏まえた計測計画を立案する。**

**2）３次元計測技術の設置・計測**

**精度確認試験で定められた計測計画、計測範囲に準じて計測を行う。**

**3）計測点群データの作成**

**計測した３次元座標の点群から不要点等を除去し、３次元の計測点群データを作成する。**

**4）精度確認**

**3）で作成した計測点群データ上から抽出した検証点の座標と、検証点（標定点１箇所以上）の座標を比較し、ｘ，ｙ，ｚ座標それぞれ±50㎜以内であることを確認する。**

【解説】

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

**1）計測計画**

多点計測技術の多くは、計測技術の利用環境や利用方法が測定精度に影響を与えることが多い。このため、精度確認試験において、精度確保に必要となる留意事項を定めており、出来形計測の精度確保に必要な留意事項を踏まえた計測計画が重要となる。詳細は、各技術の精度確認試験結果報告書を参照すること。

**2）３次元計測の実施**

精度確認試験による実施手順に基づき計測を行う。計測中は適宜計測結果を確認し、出来形計測座標が出来形を適切に取得していることを確認することが望ましい。

**3）計測点群データの作成**

計測結果の３次元点群から不要点削除などの処理を行う場合、出来形管理結果に影響するため、必要な計測点を削除しないこと。

**4）精度確認**

出来形計測範囲内に検証点を設置する。検証点の設置は、出来形計測範囲内の任意箇所（標定点の直近は避ける）に配置するよう留意する。

検証点は、工事基準点あるいは工事基準点からＴＳ等光波方式により計測を行う。得られた検証点の座標と、点群データから抽出した検証点の座標較差が「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」で定める測定精度内であることを確認する。点群データから検証点座標を抽出する場合は、検証点付近の点群データを用い補助線などを利用して中心位置を推定しても良い。精度確認結果は「参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」（様式 4-1）を用いて確認し提出する。

また、「参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」において、測定精度確保に必要な標定点の設置基準を明記している場合は、標定点の設置精度の確認（２箇所以上）により検証点の確認に代替することができる。

例）標定点としてＲＴＫ－ＧＮＳＳを搭載する標識を用いる場合、標定点を現場内の既知点上に設置し、標定点と既知点の座標較差が「第９章　５－１－３　計測性能および精度管理」で定める測定精度内であることを確認する。既知点の座標は、工事基準点あるいは工事基

準点からＴＳ等光波方式により計測された座標とする。

## 第６節　出来形管理基準及び規格値

### ６－１－１　多点計測技術を用いて面管理を行う場合

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」に定められたものとし、測定値（出来形評価値）はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

**1）測定箇所**

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」に定められた平場面、天端面、法面（小段含む）の全面の標高較差又は、水平較差とする。掘削工の法面の場合、勾配が１割より緩い場合は標高較差で管理するのが望ましい。法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50㎜以内に存在する計測点は標高較差の評価から除く。同様に鉛直方向に±50㎜以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

**2）測定値算出**

①標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、３次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

②水平較差の測定値を算出する方法

水平較差は、３次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの水平方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

**3）規格値**

本管理要領（案）を適用する作業についての規格値は、表１４-１の適用工種区分より適切な出来形管理基準及び規格値を選択して評価する。具体には、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の「１－２－３－２－２　掘削工（面管理の場合)」、「１－２－３－３－２　盛土工（面管理の場合)」、あるいは、「１－２－４－２－２　掘削工（面管理の場合)」、「１－２－４－３－２　路体盛土工（面管理の場合)、１－２－４－４－２　路床盛土工（面管理の場合)」に記載されているものを利用することができる。この場合、出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値（出来形評価値）が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領（案）におけるすべての測定値（出来形評価値）が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

また、一連の評価範囲において規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは、規格値の条件の最も厳しい値を採用することとする。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の「１－２－３－２－２　掘削工（面管理の場合)」、「１－２－３－３－２　盛土工（面管理の場合)」、「１－２－４－２－２　掘削工（面管理の場合)」、「１－２－４－３－２　路体盛土工（面管理の場合)、１－２－４－４－２　路床盛土工（面管理の場合)」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の「１－２－３－２－１　掘削工」、「１－２－３－３－１　盛土工」、あるいは、「１－２－４－２－１　掘削工」、「１－２－４－３－１　路体盛土工」、「１－２－４－４

－１　路床盛土工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

**4）測定基準**

現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」の測定基準には「施工延長 40m につき１箇所、延長 40m 以下のものは１施工箇所に２箇所」と定められているが、３次元計測技術を用いた出来形管理の場合、平場面、天端面、法面（小段含む）全面で計測したデータがあることから、測定基準を「平場面、天端面、法面（小段含む）の全面（１㎡（１ｍ×１ｍメッシュ）（平面投影面積）あたり１点以上)」とし、面的により的確な出来形管理を行うものである。また、床掘工においては、平場面を出来形管理箇所とすることができる。

このほか、出来形評価グリッドは１㎡（１ｍ×１ｍ）を基本とするが、施工幅が１ｍ未満の場合等、1 ㎡グリッドによる出来形管理が適さない場合は、出来形評価グリッドを 0.25 ㎡(0.5ｍ×0.5ｍ）以下とする。この場合、測定基準を「平場面、天端面、法面（小段含む）の全面（1グリッド（平面投影面積）あたり１点以上)」とする。

## 第７節　多点計測技術を用いて断面管理を行う場合

**本管理要領（案）に基づく道路土工の出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

1）測定箇所

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められたものとする。

また、出来形管理箇所とは、管理断面に対して直角方向に±100mm の範囲を管理断面上、あるいは出来形管理箇所から水平方向±100mm の範囲とする。

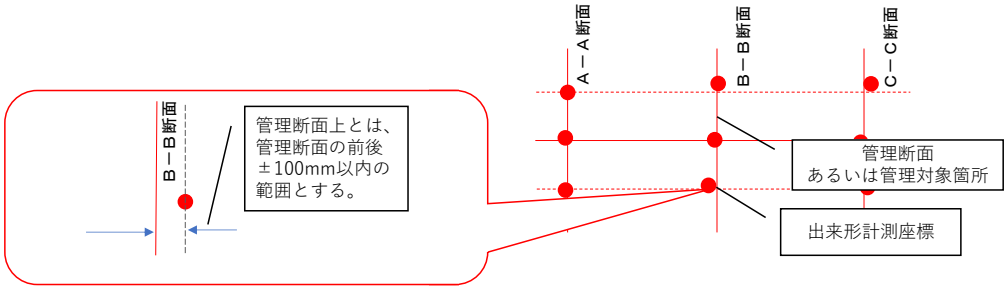



図１４-３２　出来形管理箇所の許容範囲

2）計測点群からの測定箇所抽出に関する留意点

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理対象となる端部を特定した計測ができない場合もあることから、出来形管理の管理項目となる幅や長さ、延長、高さの端部において、0.0025 ㎡（0.05m×0.05m メッシュ）あたりに１点以上の計測結果を利用して、出来形管理対象箇所を抽出する方法を用いることができる（「参考資料-3　小規模工事における出来形算出ガイド」による）。

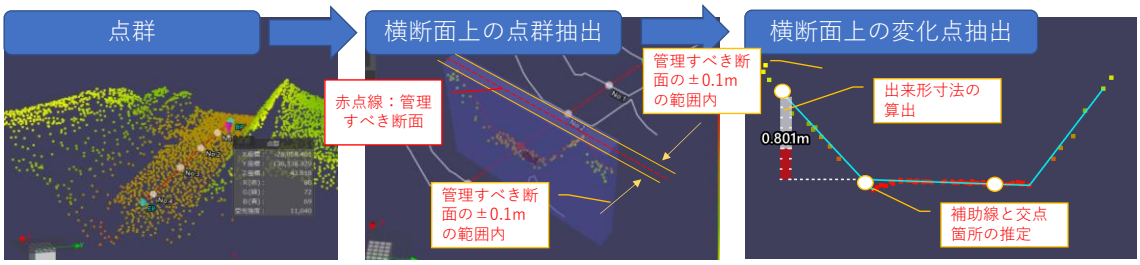



図１４-３３　３次元計測点群から断面管理データの抽出方法（補助線の場合）

2）測定値算出

①基準高（標高）の測定値を３次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、３次元座標値の標高座標（Ｚ座標）の値を用い、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

②法長・幅の測定値を３次元座標値から算出する方法

法長や長さは、計測した２点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した２点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

③延長の計測値を３次元座標値から算出する方法

縁石等の計測対象物に沿って、始点から終点まで複数の箇所で３次元座標を計測し、これらの点間の直線距離（斜距離）の合計値を延長として用いる。

**3）規格値**

規格値は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」に定められたものと同様とする。

**4）測定基準**

本管理要領(案)を用いる出来形管理では、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の測定基準に準じた計測を行う。ただし、本管理要領（案）を適用する範囲が小さい場合は、最低３断面（起点部、中間部、終点部）の計測を行うことを原則とする。

## 第８節　モバイル端末以外の３次元計測技術の適用

**本節の適用範囲においては、「第２編　土工編」で適用される多点計測技術を利用することができる。**

【解説】

本節では、土工（1,000㎥未満）、床掘工と、小規模土工に付随する側溝工（暗渠工）・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工を対象として、簡易に３次元計測が可能なモバイル端末を用いた３次元計測技術の利用方法を策定したものである。この他、本管理要領（案）の適用範囲においては、「第２編　土工編」で適用可能な多点計測技術を利用することができる。また、精度確認試験の実施方法は「第２編　土工編」で定める各計測技術の精度確認試験方法によるものとし、測定精度および計測密度は「第９章　５－１－３　計測性能及び精度管理」を満たすこととする。

《土工編で定める多点計測技術》

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上レーザースキャナー
・地上移動体レーザースキャナー
・無人航空機搭載型レーザースキャナー
・施工履歴データ
・地上写真測量

## 第９節　出来形管理写真基準

**本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。**

**1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］）**

**出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。**

**2）撮影方法**

**撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。**

**①工事名**

**②工種等**

**③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）**

【解説】

現行の「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に①工事名、②工種等、③測点（位置）、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。

３次元計測技術を用いた出来形管理の写真撮影方法は、①工事名、②工種等、③出来形計測範囲（始点測点～終点測点・左右の範囲）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。

参考として、図１４-３４に写真撮影例を示す。

図１４-３４　写真撮影例

## 第１０節　電子納品の作成規定

**本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、原則として以下のとおりとするが、計測技術毎に定められた電子成果品とすること。**

**・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））**
**・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又は、ビューアー付き３次元データ）**
**・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）**
**・３次元計測技術による出来形計測データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））**
**・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）**
**・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）**
**電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。**
**格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。**

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに下記のサブフォルダを作成する。

１か所あたりの施工規模が 1,000m$^3$ 未満の土工の場合：「SE」
床掘工および小規模土工の場合：「SW」
側溝工・暗渠工・山腹暗渠工の場合：「CL」
管渠工の場合：「CO」
地下排水工の場合：「UD」

②　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

③サブフォルダの名称は、表１４-５に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

④格納するファイル名は、表１４-５に示す命名規則に従うこと。

⑤-1　欠測補間としてほかの計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名は、主となる計測機器の名称を用い、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。

⑤-2　合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し、格納する。参考として、図１４-３５にＴＳを欠測補間に用いた場合のフォルダ構成例を示す。

⑥設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、３次元設計データを変更するが、当初の３次元設計データと、変更後の３次元設計データを全て納品すること。

⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。

⑧出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複

数のファイルで構成される場合は、全てを ZIP 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、各３次元計測技術で定める命名規則に従い納品すること。

⑨標定点等データとは、標定点、検証点、調整用基準点のことをいい、３次元計測技術で使用した標定点、検証点、調整用基準点のデータを納品する。

**2）データ形式**

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ（平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル（平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（ＰＤＦ）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id)

xn：計測点座標値（x)・・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

yn：計測点座標値（y)　・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

zn：標高値（z)　・・・・・本管理要領（案）ではｍ単位で mm まで記載

An：地表面属性値（A)・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ，格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**3）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

**4）数量算出**

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

・起工測量時の計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）
・起工測量計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）
・岩線を計測した計測点群データ（CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル）
・岩線計測データ（LandXML ファイル等のＴＩＮファイル）

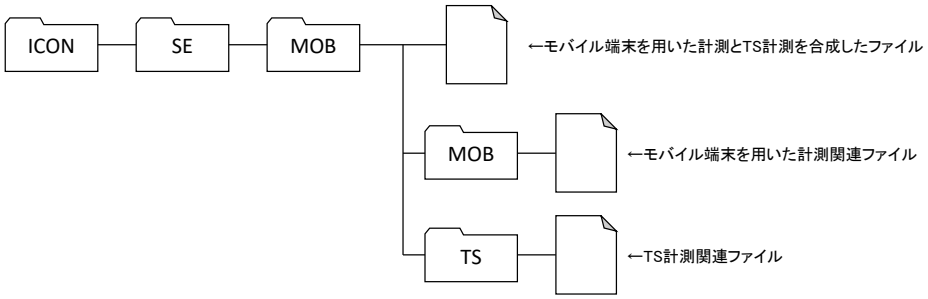



図１４-３５　モバイル端末を用いた計測（ＭＯＢ）を主としＴＳにて
欠測補間した場合のフォルダ構成例

表１４-５　モバイル端末を用いた計測（ＭＯＢ）による計測のファイル命名規則

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MOB | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ･3次元設計データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | MOB0DR001Z.拡張子 |
| MOB | 0 | CH | 001～ | ― | ･出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き 3 次元データ) | MOB0CH001.拡張子 |
| MOB | 0 | IN | 001～ | ― | ･モバイル端末を用いた計測(MOB)による出来形評価用データ(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | MOB0IN001.拡張子 |
| MOB | 0 | EG | 001～ | ― | ･モバイル端末を用いた計測(MOB)による起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | MOB0EG001.拡張子 |
| MOB | 0 | SO | 001～ | ― | ･モバイル端末を用いた計測(MOB)による岩線計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | MOB0SO001.拡張子 |
| MOB | 0 | AS | 001～ | ― | ･モバイル端末を用いた計測(MOB)による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN) | MOB0AS001.拡張子 |
| MOB | 0 | GR | 001～ | ― | ･モバイル端末を用いた計測(MOB)(CSV、LAS、LandXML 等のポイントファイル) | MOB0GR001.拡張子 |
| MOB | 0 | PO | 001～ | ― | ･工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | MOB0PO001.拡張子 |

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ３次元計測技術 | 参考資料-1　参考文献<br>参考資料-2　３次元設計データチェックシート<br>参考資料-3　小規模工事における出来形算出ガイド<br>参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 |

## 参考資料-1　参考文献

1)「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
2)「土木工事施工管理基準及び規格値（案)」(国土交通省各地方整備局)
3)「写真管理基準（案)」(国土交通省各地方整備局)
4)「土木工事数量算出要領（案)」(国土交通省各地方整備局)
5)「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
6)「国土交通省　公共測量作業規程」(国土交通省)
7)「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
8)「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
9)「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督･検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
10)「無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
11)「ＴＳ（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
12)「ＴＳ等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
13)「ＲＴＫ-ＧＮＳＳを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
14)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）(案)」(国土交通省)
15)「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）(案)」(国土交通省)
16)「ＵＡＶを用いた公共測量マニュアル（案)」(国土交通省)
17)「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」(国土交通省)
18)「公共測量におけるＵＡＶの使用に関する安全基準（案)」(国土地理院)
19)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
20)「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
21)「ＴＳによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)

## 参考資料-2　３次元設計データチェックシート

（様式 4-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）平面線形 | 全延長 | ・起終点の座標は正しいか？ | |
| | | ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ | |
| | | ・各測点の座標は正しいか？ | |
| ３）縦断線形 | 全延長 | ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ | |
| | | ・曲線要素は正しいか？ | |
| ４）出来形横断面形状 | 全延長 | ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ | |
| | | ・基準高、幅、法長は正しいか？ | |
| | | ・横断方向を示す起終点の座標は正しいか？ | |
| ５）目標座標 | 全点 | ・座標は正しいか？ | |
| ６）３次元設計データ | 全延長 | ・入力した２）～５）の入力結果が出来形管理対象箇所の３次元設計データとなっているか？（工事全体との位置関係が正しいか） | |

※１　各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※２　該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

## 参考資料-3　小規模工事における出来形算出ガイド

土工（1,000m³未満)、床掘工、小規模土工に付随する側溝工（暗渠工)・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工にて３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする方法を定めたものである。

１．多点計測技術を用いた管理対象点の抽出方法

計測対象箇所となる断面（前後±100㎜ の範囲内を選択することができる）から３次元点群を抽出し、管理対象となる変化点を選択あるいは補助線などにより推定して求めることができる。補助線などにより推定する場合は、推定した補助線を３次元設計データおよび出来形計測点群にその結果を記録すること。

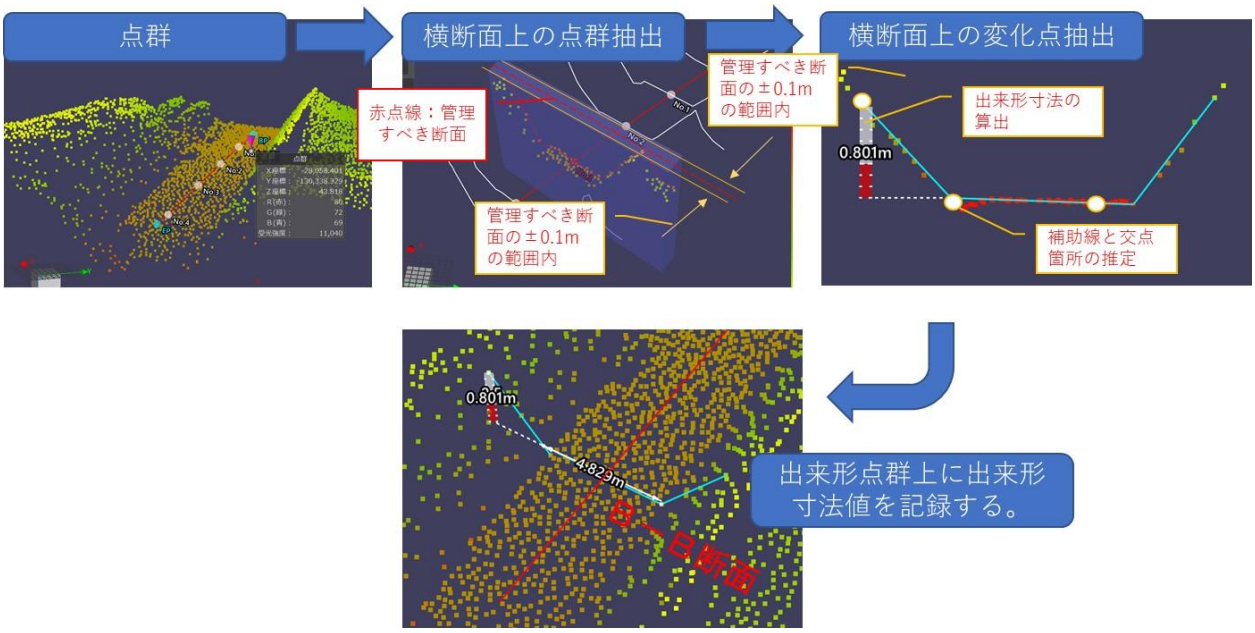



図１４-３６　断面部における出来形座標の抽出方法

２．多点計測技術を用いた基準高箇所の抽出方法

計測対象箇所から水平方向に±100㎜ 以内（ｘ，ｙ方向）の座標を抽出し、標高値を基準高として利用することができる。±100㎜ 以内に複数の点が存在する場合は平均化しても良い。

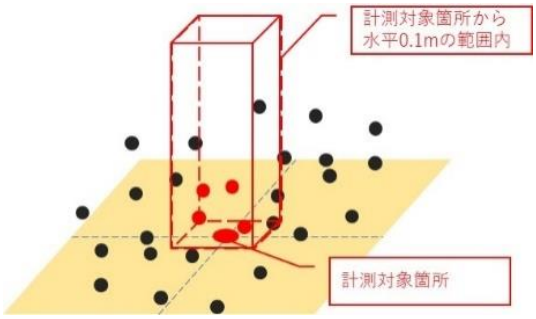



図１４-３７　基準高箇所の抽出方法

## 参考資料-4　モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

点群計測時に、３次元座標が既知の検証点を用いて点群の計測精度を計測ごと、または連続した複数回の計測で合成された点群ごとに確認する手法（「検証点による精度確認手法」という）を用いる場合は、モバイル端末等を用いた計測技術の測定精度を確認するために、計測毎に２箇所以上の検証点を設置し、モバイル端末等から得られた計測点群データ上の検証点座標とＴＳ等光波方式により計測した検証点座標を比較し精度確認試験を行う。

検証点による精度確認手法以外の手法を用いる場合は、測定精度確保に必要な計測手順や条件（標定点の設置基準、検証点の配置方法等）について所定の様式に記載・提出するとともに、提案した手法に沿った計測についての事前精度確認試験、および計測毎の精度確認試験を行う。

【測定精度】

検証点での座標値の較差ｘ，ｙ，ｚそれぞれ±50㎜以内

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、計測範囲内で性能低下が想定される箇所（できるだけ離れた２箇所以上）に検証点を設置して精度確認を行う。

平面位置及び、標高の精度確認は、モバイル端末等を用いて計測した結果から得られる検証点のｘ，ｙ，ｚの成分と、検証点をＴＳ等光波方式で計測した結果で得られる座標値のｘ，ｙ，ｚの成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

ＴＳ等光波方式を用いて検証点を計測する場合は、精度確認試験を行う場所内の基準となる既知点を用いて計測を行う。また、既知点等から検証点までの距離は、３級ＴＳを用いて計測する場合は100m以内とする（２級ＴＳは150m以内）。

図１４-３８　精度確認試験の配置イメージ図

# モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書（案）

## １．適用

モバイル端末等を用いた計測技術は、モバイル端末に搭載されているセンサーを活用し、対象地形の３次元点群を得る技術である。本手順書では、点群計測時に３次元座標が既知の検証点を設定することで、点群の計測精度を計測ごとに確認する手法を標準的な手法と位置づけ、「検証点による精度確認手法」と記載する。

また、モバイル端末を用いた出来形管理手法については技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化しているため、検証点による精度確認以外の手法の使用も認めるが、これを用いる場合は、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を所定様式に記載・提出すること。

このほか、小規模土工（1,000㎥未満）、床掘工と、小規模土工に付随する側溝工（暗渠工）・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工においては、下記に示す土工編で利用可能な計測技術を対象として、本精度確認試験と同様に、測定精度確保に必要な計測手順や条件を精度確認試験結果に明記し、本手法に準じて計測することを施工計画に記載する場合について、出来形計測時の検証点による精度確認を標定点の設置精度の確認により代替することができる。

《土工編で定める多点計測技術》

- 空中写真測量（ＵＡＶ）
- 地上型レーザースキャナー
- 地上移動体搭載型レーザースキャナー
- 無人航空機搭載型レーザースキャナー
- 施工履歴データ
- 地上写真測量

## ２．実施時期

検証点による精度確認手法を用いる場合は、「３．１　検証点による精度確認」に従って計測ごとに精度確認を実施する。

検証点による精度確認以外の精度確認手法を用いる場合は、「３．２　検証点による精度確認以外の手法を用いる場合」に従って、事前精度確認試験を 12 ヶ月以内に実施するとともに、計測ごとの精度確認を実施する。

## ３．精度確認の実施方法

### ３．１　検証点による精度確認

受注者は、現場における点群計測の精度を確認するために、計測対象範囲に検証点を設置する。検証点は３次元座標が既知の点上に設置するか、設置後ＴＳ等光波方式で３次元座標を計測する。検証点の配置は、計測範囲内の任意の箇所に２箇所以上設置する。

受注者は、検証点の３次元座標と、モバイル端末で計測した３次元座標との差（Δｘ，Δｙ，Δｚ）が±50 ㎜以内であることを確認する。

結果を様式 4-1 に記載し提出する。

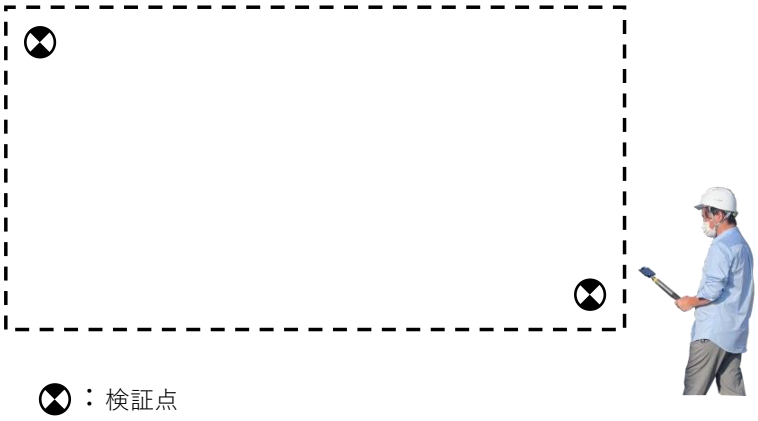



図１４-３９　標準的な精度確認手法を用いる場合

３．２　検証点による精度確認以外の手法を用いる場合

３．２．１　検証点による精度確認以外の手法の明記・提出

受注者は、検証点による精度確認以外の手法の概要を様式 4-2 に記載し、提出する。

①主要機器の確認

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを記載する。

モバイル端末等を用いた計測技術はモバイル端末等に搭載されたセンサーから得られる相対座標と、相対座標を現場座標への変換する際の基準となる現場座標計測技術の組合せによるシステムが多い。精度確認試験は、現場での出来形計測時に用いるシステムで実施する。

②主要機器

主要機器の仕様を記載する。

③測定精度確保に必要な計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。特に、現場での出来形計測時の検証点を標定点における精度確認で代替する場合は、測定精度確保に必要な標定点の設置方法や設置基準、モバイル端末を用いた計測作業の手順を明確にする。

測定精度確保に必要な標定点の設置基準を明記している場合は、標定点の設置精度の確認（２箇所以上）により検証点の確認に代替することができる。

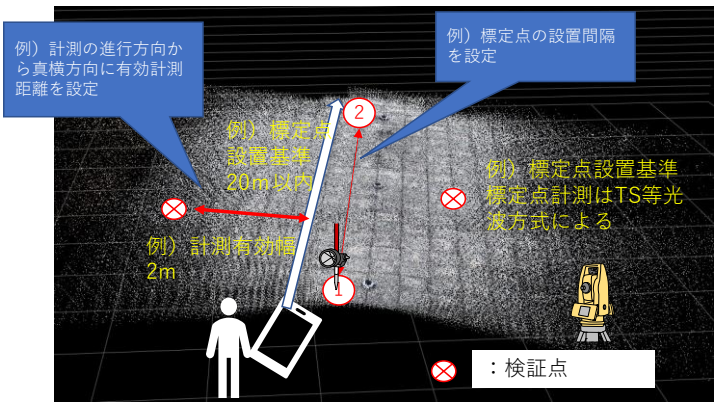
例）標定点としてＲＴＫ－ＧＮＳＳを搭載する標識を用いる場合、標定点を現場内の既知点上に設置し、標定点と既知点の座標較差が「第９章　５－１－３　計測性能および精度管理」で定める測定精度内であることを確認する。既知点の座標は、工事基準点あるいは工事基準点からＴＳ等光波方式により計測された座標であること。

３．２．２　事前精度確認

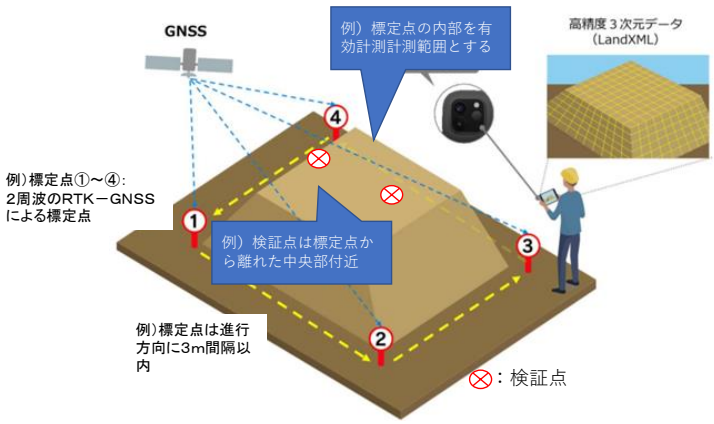
上記の計測条件等に従い、モバイル端末等を用いて計測した結果から得られる検証点のｘ，ｙ，ｚの成分と、検証点をＴＳ等光波方それぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

精度確認を行う検証点は２点以上とし、互いに離れた位置に設置し、標定点の近傍には設置しない。

結果を様式 4-3 に記載し、提出する。




＜計測ルート上に 20m 以内に標定点を配置し、計測有効幅を左右２ｍと設定する例＞




＜計測ルート上に 3m 以内に標定点を配置、計測有効幅を左右２ｍ、起点と終点を合わせる例＞

図１４-４０　精度検証の方法（例）　※計測システムにより異なる

３．２．３　計測ごとの精度確認

様式 4-2 に記載した内容に沿った精度確認を出来形等の計測ごとに実施し、結果を任意の様式に記載し、提出する。

４．検証点を検測する際の注意点

検証点は、精度確認試験の基準となる既知点からＴＳ等光波方式を用いて計測する。その際、計測に３級ＴＳを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を 100m 以内とする（２級ＴＳは 150m 以内）。

５．評価基準

計測結果をＴＳ等光波方式による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表１４-６　精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

| 比較方法 | 精度確認基準 | 備考※1 |
|---|---|---|
| 座標較差 | 【鉛直方向・平面方向】<br>起工測量、岩線計測　±100㎜ 以下<br>部分払い出来高計測　±200㎜ 以下<br>出来形計測　±50㎜ 以下 | 検証点２箇所以上 |
| 測定精度確保に必要な計測手順や条件（標定点の設置基準等）※2 | | |
| 現場での出来形測定精度を確保するための計測条件が明記されていること。<br>現場座標と整合させる手法が定められている。<br>具体の方法：<br>現場座標と整合させるための与点（標定点）の基準が定められている。<br>具体の方法（精度、頻度、配置等）：<br>利用するセンサーの仕様が定められているあるいは、利用する機種が定められている。<br>具体の仕様（型式）： | | |

※１計測システムの特徴を踏まえ、想定する計測範囲内で性能低下が想定される箇所に設置すること。
※２出来形計測において検証点による精度確認を標定点で代替する場合は必須とする。(記載内容は様式 4-2 の記載を参照)。

６．実施結果の記録

計測性能および精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式 4-2）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：○○○○株式会社
精度　太郎　印

（１）精度確認試験結果（概要）

| | |
|---|---|
| 精度確認試験実施年月 | 令和○○年○○月○○日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 測定機器本体 | 名称：モバイル端末<br>機種：○○○○　Pro<br>○○○○○○<br>個体識別：**********（シリアル NO あるいは IMEI） |
| 測定条件 | 天候　晴れ<br>気温　25℃ |
| 測定場所および計測状況 | ○○○○　○○○○側道<br>工事現場<br> |
| 検証機器(検証点を計測する測定機器を記載) | ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） |
| 精度確認方法 | 検証点の各座標の較差 |

利用する端末を記載する。
※同一型式でも個体差があるので、利用する端末ごとに実施する

（２）精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認

○：検証点

計測方法：既知点　or　ＴＳ等光波方式による座標値計測

| 真値とする検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | -105058.381 | 38608.102 | 10.995 |
| ２点目 | -105088.292 | 38602.687 | 10.663 |

②モバイル端末等による確認

| モバイル端末等で計測した検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | -105085.395 | 38608.105 | 10.987 |
| ２点目 | -105088.305 | 38602.706 | 10.650 |

③差の確認（測定精度）

モバイル端末等による計測結果（x’，y’，z’）

― 真値とする検証点の座標値（x，y，z）

| 検証点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | -0.014 | 0.003 | -0.008 |
| ２点目 | -0.013 | 0.019 | -0.016 |

**x 成分（最大）＝-0.014m（-14mm）　；合格（基準値 50mm 以内）**

**y 成分（最大）＝ 0.019m（ 19mm）　；合格（基準値 50mm 以内）**

**z 成分（最大）＝-0.016m（-16mm）　；合格（基準値 50mm 以内）**

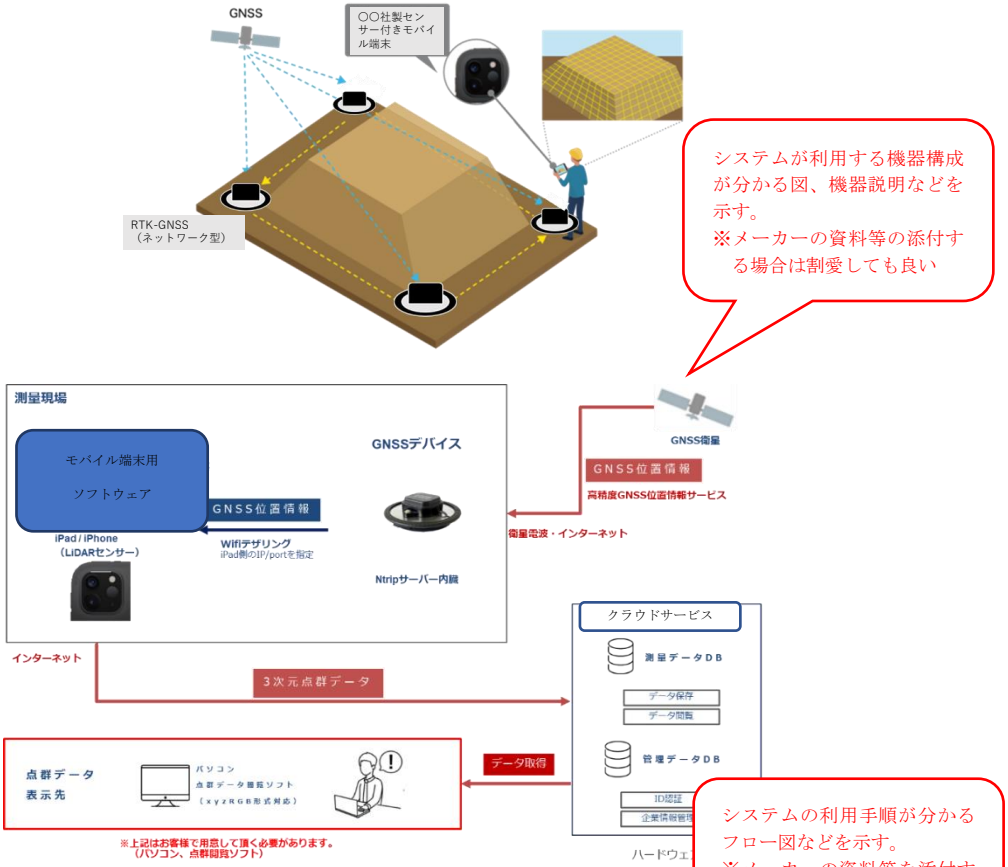
（様式 4-3）

主要機器の構成と精度確保に必要な計測手順

①主要機器の構成

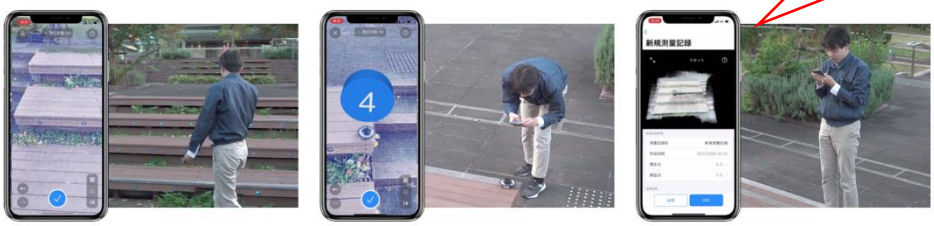
システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。　※以下は記載例

１）利用するシステム




システムが利用する機器構成が分かる図、機器説明などを示す。
※メーカーの資料等の添付する場合は割愛しても良い

２）計測手順




STEP１.
アプリで撮影

測量したい領域をスマホで撮影して計測。

STEP２.
GNSSレシーバーを画面上でタップ

適宜、GNSSレシーバーを設置。撮影して画面をタップし、GNSSレシーバーの位置情報と3次元測量データを紐づける。

STEP3.
すぐに3次元測量データを確認

リアルタイムで3次元測量データを確認。クラウド上にすぐアップロードし、遠隔でも確認できるようにする。

計測フロー（記載例）

システムの利用手順が分かるフロー図などを示す。
※メーカーの資料等を添付する場合は割愛しても良い

②主要機器

②－１：モバイル端末等本体

| 本体 | 計測方式 | 備考 |
|---|---|---|
| 名称：モバイル端末<br>対応機種：<br>12.9 インチ ○○○ Pro（第４世代）<br>(Wi-Fi + Cellular モデル)<br>11 インチ ○○○ Pro（第２世代）<br>(Wi-Fi + Cellular モデル)<br>12.9 インチ ○○○ Pro（第５世代）<br>(Wi-Fi + Cellular モデル) | ＜下記の組み合わせによるシステム＞<br>✓ モバイル端末に搭載されたセンサー：LiDAR を利用する。<br>✓ 標定点の計測：RTK-GNSS（２周波）レシーバーを用いる。<br>✓ 計測ソフトウェア：○○社製「○△計測ソフトウェア」 | |

②－２：標定点に用いるシステム

| 標定点計測装置 | 計測性能および利用方法 | 備考 |
|---|---|---|
| 方式：RTK-GNSS レシーバー | ５ｍ以内で標定点となる GNSS レシーバーを設置・計測を行う。<br>モバイル端末の計測アプリを起動し、標定点付近の計測と画面上で GNSS レシーバーを選択し、GNSS レシーバーが取得した位置情報と、３次元測量データを紐づける。<br>計測区間終了まで①②を繰り返す。 | |

利用する手順を記載する。
※同一システムでも複数の手法がある。現場で利用する方法を記載する。

③測定精度確保に必要な計測手順や条件

現場での出来形測定精度を確保するための計測条件が明記されていること。
以下記載例

■現場座標と整合させる手法が定められている。
具体の方法：計測ソフトウェア（○○）を起動し、標定点（始点）を読込む。
センサーを計測対象に向けたまま、まっすぐ移動する。
５ｍ間隔に設置した標定点（中間点）を計測する。
精度誤差測定のため検証点（中間点）を読込む。
標定点（終点）を読込み、計測を終了する。

利用する手順を記載する。
※現場での計測における留意点を把握するために記載すること。

■現場座標と整合させるための与点の基準が定められている。
具体の方法；モバイル端末の移動方向に５ｍ間隔に標定点（GNSS デバイス）を配置する。
標定点（GNSS デバイス）の座標は RTK-GNSS により座標計測する。
RTK-GNSS は計直前と計測直後に既知点上で精度確認を行い、±５cm 以下であることを確認する。

■精度が確保できる範囲
具体の方法；標定点は５ｍ以内ピッチに設定する。

■利用するセンサーの仕様が定められているあるいは、利用する機種が定められている。
具体の仕様（型式）：Apple 社製、iPhone 12 Pro Max 等（上記対応機種）

（様式 4-4）

# 精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和○○年○○月○○日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：○○○○株式会社
精度　太郎　印

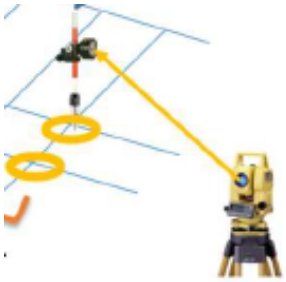
（１）精度確認試験結果（概要）

| | |
|---|---|
| 精度確認試験実施年月 | 令和○○年○○月○○日 |
| 作業機関名 | |
| 実施担当者 | |
| 測定機器本体 | 名称：モバイル端末<br>機種：○○○○○ Pro<br>○○○○<br>個体識別：**********（シリアル NO あるいは IMEI） |
| 測定条件 | 天候　晴れ<br>気温　８℃ |
| 測定場所および計測状況 | （株）モバイル計測<br>○○工事現場<br> |
| 検証機器(検証点を計測する測定機器を記載) | ＴＳ　　：３級ＴＳ以上<br>・機種名（級別○級） |
| 精度確認方法 | 検証点の各座標の較差 |

利用する端末を記載する。
※同一型式でも個体差があるので、利用する端末ごとに実施する

（２）精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認

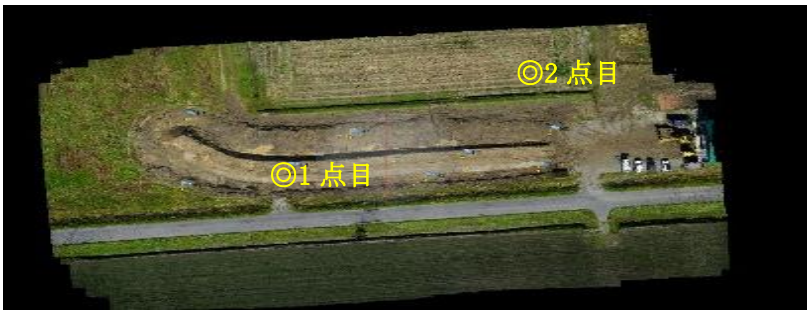


○：検証点

計測方法：既知点　or　ＴＳ等光波方式による座標値計測

| 真値とする検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x | y | z |
| １点目 | 44044.720 | -11987.655 | 17.890 |
| ２点目 | 44060.797 | -11993.390 | 17.530 |

②モバイル端末等による確認




| モバイル端末等で計測した検証点の位置座標 | | | |
|---|---|---|---|
| | x’ | y’ | z’ |
| １点目 | 44044.700 | -11987.644 | 17.870 |
| ２点目 | 44060.778 | -11993.385 | 17.521 |

③差の確認（測定精度）

モバイル端末等による計測結果（x’，y’，z’）

― 真値とする検証点の座標値（x，y，z）

| 検証点の座標間較差 | | | |
|---|---|---|---|
| | Δ x | Δ y | Δ z |
| １点目 | -0.020 | 0.011 | -0.020 |
| ２点目 | -0.019 | 0.005 | -0.009 |

**x 成分（最大）＝-0.020m（-20mm）；合格（基準値 50mm 以内）**

**y 成分（最大）＝ 0.011m（ 11mm）；合格（基準値 50mm 以内）**

**z 成分（最大）＝-0.020m（-20mm）；合格（基準値 50mm 以内）**

# 第１５編　構造物工（橋梁架設・床版）編　目次


**第１５編 構造物工（橋梁架設・床版）編 ..... １５-1**

第１章 適用の範囲 ..... １５-1

第２章 ３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 ..... １５-4

第１節 施工計画書 ..... １５-4

第２節 工事基準点の設置 ..... １５-6

第３節 ３次元設計データ ..... １５-7

３－１ ３次元設計データ作成（断面管理の場合） ..... １５-7

３－１－１ ３次元設計データ作成ソフトウェア ..... １５-7

３－１－２ ３次元設計データの作成 ..... １５-8

３－１－３ ３次元設計データの確認 ..... １５-9

３－１－４ ３次元設計データの搭載 ..... １５-10

第４節 出来形管理 ..... １５-10

４－１ 出来形管理 ..... １５-10

４－１－１ 出来形座標確認ソフトウェア ..... １５-10

４－１－２ 出来形計測 ..... １５-11

４－１－３ 出来形計測箇所 ..... １５-12

４－１－４ 出来形管理資料の作成 ..... １５-13

４－２ 出来ばえ評価 ..... １５-14

４－２－１ 出来ばえ評価用ソフトウェア ..... １５-14

４－２－２ ３次元計測 ..... １５-15

第３章 ３次元計測技術別の計測手順と実施事項 ..... １５-16

第１節 計測技術 ..... １５-16

１－１ 各技術の計測における共通事項 ..... １５-16

１－１－１ 機器構成 ..... １５-16

１－２ ３次元計測技術 ..... １５-17

１－２－１ 出来形管理の主な手順 ..... １５-17

１－２－２ 機器構成 ..... １５-18

１－２－３ 計測性能及び精度管理 ..... １５-19

１－２－４ 出来形計測 ..... １５-21

第４章 出来形管理基準及び規格値 ..... １５-23

第５章 数量算出 ..... １５-24

第６章 出来形管理写真基準 ..... １５-25

第７章 電子成果品の作成規定 ..... １５-26

**■ 参考資料・様式 ..... １５-29**

参考資料-1 ３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例 ..... １５-30

参考資料-2 構造物工における出来形算出ガイド ..... １５-31

# 第１５編　構造物工（橋梁架設・床版）編

## 第１章　適用の範囲

**本管理要領（案）は、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定める出来形の測定項目の実測値を算出する出来形計測作業に適用する。**

【解説】

**1）適用工種**

本管理要領（案）の適用工種を表１５-1 に示す。

表１５-1　適用工種

| 編 | 章 | 節 | 工種 | 対象とする出来形測定項目 | 対象外の出来形測定項目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 土木工事共通編 | 一般施工編 | 橋梁架設工 | 架設工(鋼橋)<br>(クレーン架設)<br>(ケーブルエレクション架設)<br>(架設桁架設)<br>(送出し架設)<br>(トラベラークレーン架設) | 全長、支間長、通り | 主桁、主構の中心間距離そり、主桁の橋端における出入差、主桁・主構の鉛直度、現場継手部のすき間 |
| | | | 架設工(コンクリート橋)<br>(クレーン架設)<br>(架設桁架設)<br>架設工支保工<br>(固定)<br>(移動)<br>架設桁架設<br>(片持架設)<br>(押出し架設) | 全長、支間 | 桁の中心間距離、そり |
| | | 床版工 | 床版 | 基準高、幅 | 厚さ、鉄筋のかぶり、鉄筋の有効高さ、鉄筋間隔 |

(「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より)

**2）適用する作業の範囲**

本管理要領（案）を適用する出来形管理の作業の範囲は、図１の実線部分（施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。３次元計測技術を用いることで計測作業の効率化が期待できる。

ただし、従来方法の方が効率的な場合もあるため、現場状況に応じて適切に選択されたい。

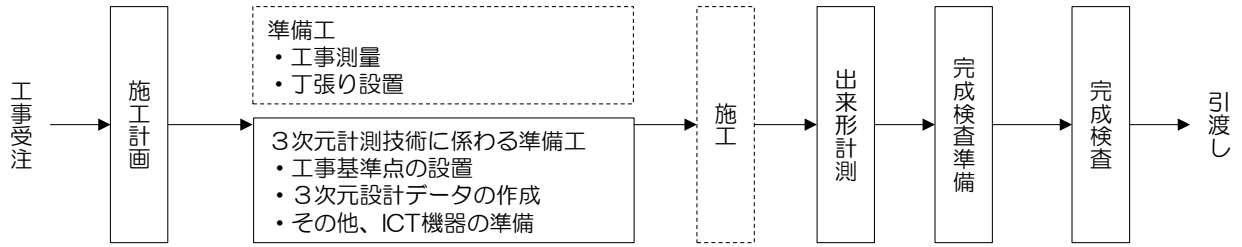



図１５－１　本管理要領（案）の対象となる業務の範囲

### 3）計測技術

ＩＣＴ活用工事における出来形計測等に用いられる主な３次元計測技術について、基本的な計測技術と計測方法で分類すると表１のようになる。

表１５-2　３次元計測技術の分類

| | 単点計測 | 多点計測 |
|---|---|---|
| 光波測距技術を用いるもの | ＴＳ等光波方式 | レーザースキャナー［地上型/無人航空機搭載型/地上移動体搭載型］ |
| 衛星測位技術を用いるもの | ＲＴＫ-ＧＮＳＳ | - |
| 写真測量技術を用いるもの | - | 空中写真測量（ＵＡＶ）、ステレオ写真測量（地上移動体） |
| その他 | - | 施工履歴データ、音響測深器 |

本管理要領（案）で用いる３次元計測技術は、下記の計測技術を対象とする。また、構造物工に多点計測技術を用いる場合の要求精度は、「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド　構造物工における計測時の要求精度について」を参照することとする。

【出来形計測】

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型ＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

### 4）測定項目

本管理要領（案）では、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた測定項目のうち全長、支間長、通り、支間、基準高、幅の出来形など寸法で規定される項目を対象とする。

### 5）計測方法

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、全長、支間長、通り、支間、基準高、幅の出来形を対象に、所定の性能を有する３次元計測技術を用いて計測した３次元座標データから以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、３次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

①出来形の計測値を算出するために用いる３次元座標データの取得方法

a）単点計測技術を用いる場合

全長の中央・両端部および寸法表示箇所において、計測項目の端部等の３次元座標を計測し、座標値を取得する。

単点計測技術を用いる場合
出来形管理項目の端部座標を計測し、2点間の水平距離を算出する。

全長・支間長の例）

長さ＝線abの水平距離

$$= \sqrt{(Xa-Xb)^2+(Ya-Yb)^2}$$

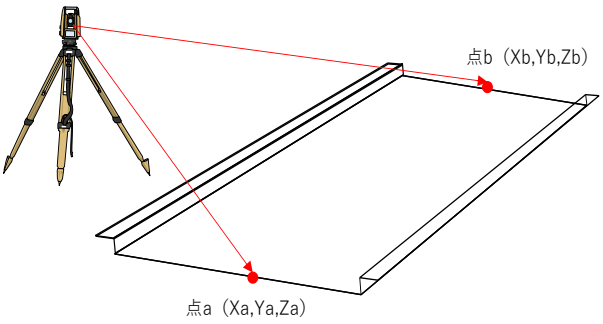



図１５－２　単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

b）多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から、計測する橋軸方向の中央・両端部および寸法表示箇所を取得点群より任意に３次元座標を選択し、座標値を取得する。

多点計測技術を用いる場合
点群から出来形管理項目端部座標を選び寸法を算出する。

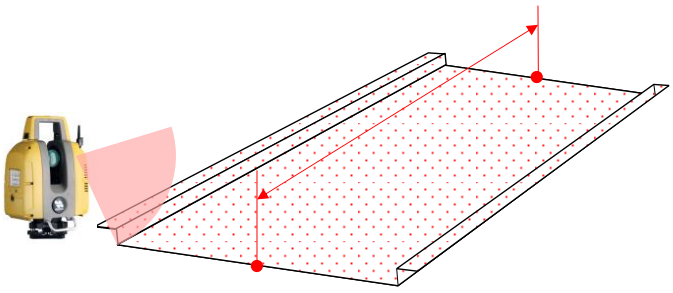


図１５－３　多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

②基準高の算出方法

精度の良い基準点を用いて設置した３次元計測機器により計測された点群から確認する。

③全長・支間長・通り・支間・幅の算出方法

計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する端部の２箇所の３次元座標間の水平距離を用いる。

# 第２章　３次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

## 第１節　施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第１章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

３次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項

使用する３次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。３次元計測技術によって内容が異なるため、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、「第３章　第１節　計測技術」で定める各技術における「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー

・無人航空機搭載型ＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**6）使用する３次元計測技術による計測に関わる事項**

受注者は、上記 1）～5）の記載事項のほか、各３次元計測技術に別途定める施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。各３次元計測技術の施工計画書の記載事項については、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照のこと。

## 第２節　工事基準点の設置

**本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。**

**出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省　公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。**

【解説】

３次元計測技術による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて３次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に４級基準点又は、３級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省　公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した４級基準点及び３級水準点（山間部では４級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

また、ハイピアーや径間長が長い橋梁など、ゆれやたわみ等により 4 級基準点および 3 級水準点と同等以上の精度で基準点を設置できない場合、4 級基準点及び 3 級水準点と同等以上の精度を満たさない、現場内で使用しているローカル基準点を使用しても良い。

## 第３節　３次元設計データ

### ３－１　３次元設計データ作成（断面管理の場合）

#### ３－１－１　３次元設計データ作成ソフトウェア

**３次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す３次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。**

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能**

**2）３次元設計データ等の確認機能**

**3）３次元設計データの出力機能**

【解説】

断面での出来形管理及び数量算出を実現するためには、断面方向の基準あるいは出来形管理箇所の目標値となる３次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な３次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう３次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、３次元座標データ等で表現される。

**1）３次元設計データ等の要素読込（入力）機能の例**

①座標系の選択機能

３次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、ＩＰ点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（又は縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を＋、左側をー）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤出来形目標箇所の３次元座標の読込（入力）機能

設計図面に示される出来形管理箇所の３次元座標値を読込（入力）できる機能。

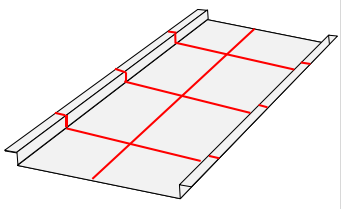
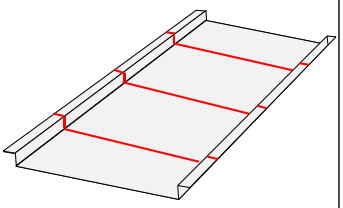
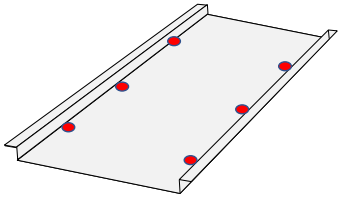
| | 主要線形＋横断形状 | 横断形状 | 管理対象点 |
|---|---|---|---|
| 作成する3次元設計データのイメージ |  |  |  |
| 主な利用対象 | 工事目的物が主要線形に沿って構築される形等 | 工事目的物が線形に依存しない形状等 | 工事目的物を構成する端部位置が指定されている形状等 |

図１５-４　作成する３次元設計データ（例）

**2）３次元設計データ等の確認機能**

上記 1）で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データ、３次元座標データを確認できる機能。

**3）３次元設計データの出力機能**

上記 1）で作成した３次元設計データを出来形計測で利用するＴＳ等光波方式やＲＴＫ-ＧＮＳＳに利用できる形式で出力する機能。

また、入力結果から目的構造物の形状を面的データに変換し、ＩＣＴ建設機械などでも利用される LandXML 形式の TIN データ等を出力できる機能を有することが望ましい。

## ３－１－２　３次元設計データの作成

**受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に３次元設計データを作成する。**

【解説】

受注者は、３次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、横断面形状、出来形管理対象箇所の３次元座標の入力を行い、ＴＳ等光波方式やＲＴＫ－ＧＮＳＳが取込み可能な３次元設計データの作成を行う。以下に、３次元設計データ作成時の留意事項を示す。

**1）準備資料**

３次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に３次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

**2）３次元設計データの作成範囲**

３次元設計データの作成範囲は、本管理要領（案）による出来形管理を適用する範囲とする。

**3）３次元設計データの作成**

３次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って、３次元設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

出来形横断面形状の作成は、本管理要領（案）による出来形管理を適用する範囲内の全ての管理断面（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。

３次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成した３次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

**4）地形情報**

盛土及び切土と地形の擦付け部分については、設計図書に記載された地形データを利用して入力を行うことができる。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を３次元設計データの作成に反映させることができる。

**5）設計変更について**

設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、３次元設計データ作成ソフトウェ

アで３次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の３次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の３次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

### ３－１－３　３次元設計データの確認

**受注者は、３次元設計データの作成後に、３次元設計データの情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に３次元設計データチェックシートを提出する。**

**1）工事基準点**

**2）出来形管理対象となる寸法や値**

【解説】

３次元設計データの間違いは出来形管理に重大な影響を与えるので、受注者は３次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

３次元設計データの照合とは、３次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。３次元設計データと設計図書の照合結果については、３次元設計データチェックシートに記載する。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、速やかに３次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目例を以下に示す。照合は、設計図書と３次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又は出力図面と対比して行う。

**1）工事基準点**

工事基準点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。

**2）平面線形**

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

**3）縦断線形**

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

**4）出来形横断面形状**

出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入する方法や、３次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

### ３－１－４　３次元設計データの搭載

**受注者は、３次元設計データを利用する３次元計測技術へ搭載する。**

【解説】

３次元設計データ作成ソフトウェアから出力した３次元設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理で利用するＴＳ等光波方式又はＲＴＫ－ＧＮＳＳに搭載する。

出来形計測の実施前には、出来形管理で利用するＴＳ等光波方式又はＲＴＫ－ＧＮＳＳを用い、出来形計測対象となる３次元設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

## 第４節　出来形管理

### ４－１　出来形管理

### ４－１－１　出来形座標確認ソフトウェア

**出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき対象（位置・断面）上にあることが確認できる機能を有していなければならない。**

【解説】

本管理要領（案）では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1)～2)の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

**1）出来形計測点データの読込み機能**

計測した３次元座標データ（多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読込む機能を有すること。

**2）出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上（管理断面から橋軸方向に±100㎜ 以内の範囲）にあることが確認できる機能**

出来形計測点と出来形管理すべき位置、方向、断面を示す補助線・補助面等を重ねて表示することで、出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

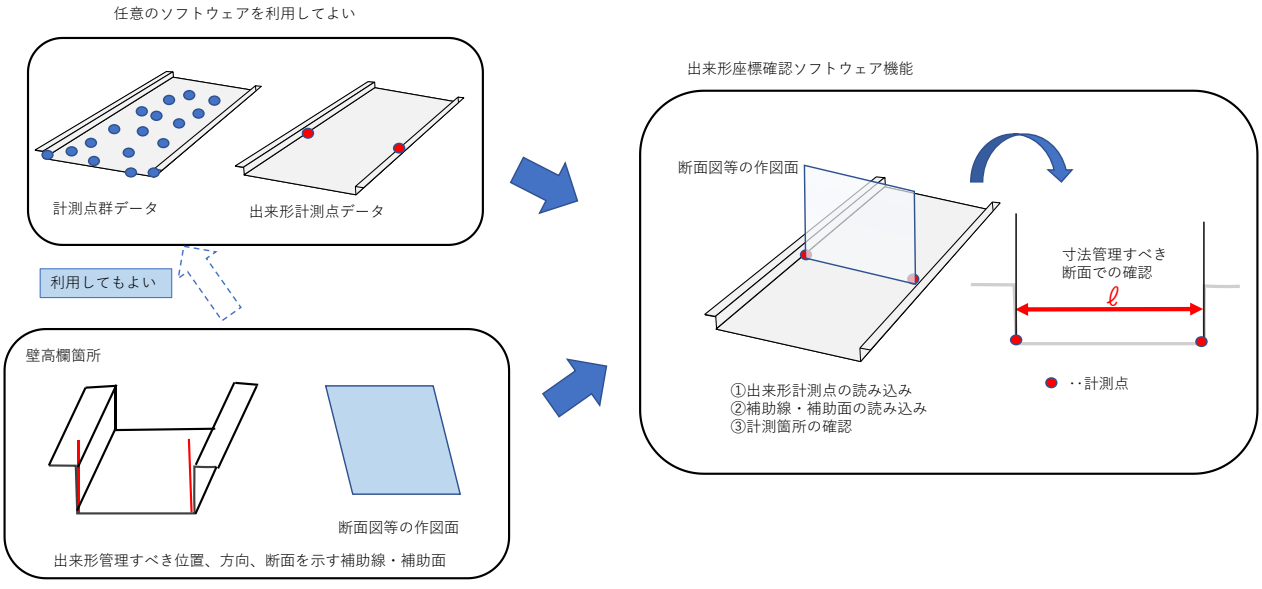



図１５-５　出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

## ４－１－２　出来形計測

**1）出来形計測の実施**

**受注者は、出来形管理を実施するために施工後の出来形計測を実施する。また、出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。**

**2）出来形評価用データ等の作成**

**受注者は、３次元計測技術で計測した出来形形状を示す計測点群データから、出来形算出用に選点した出来形評価用データを作成する。データ処理方法は、「第２章　４－１－３　出来形計測箇所」の手順を参照されたい。**

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）出来形計測の実施**

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、「第３章　第１節　計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。

**2）出来形評価用データ等の作成**

受注者は、単点計測の出来形計測点または多点計測の不要点削除が終了した計測点群データから、出来形の算出用に選点（寸法値の対象となる端部の２点、基準高の対象となる点など）した出来形評価用データを作成する。

## ４－１－３　出来形計測箇所

**３次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値（案）」で示すとおりとする。ただし、全長、支間長、通り、基準高、幅を構成する点を３次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。**

【解説】

３次元座標から出来形を算出するソフトウェア及び出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、構造物工における全長、支間長、通り、基準高、幅の算出方法については、「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

## ４－１－４　出来形管理資料の作成

**受注者は、３次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。**

【解説】

### 1）出来形管理帳票

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

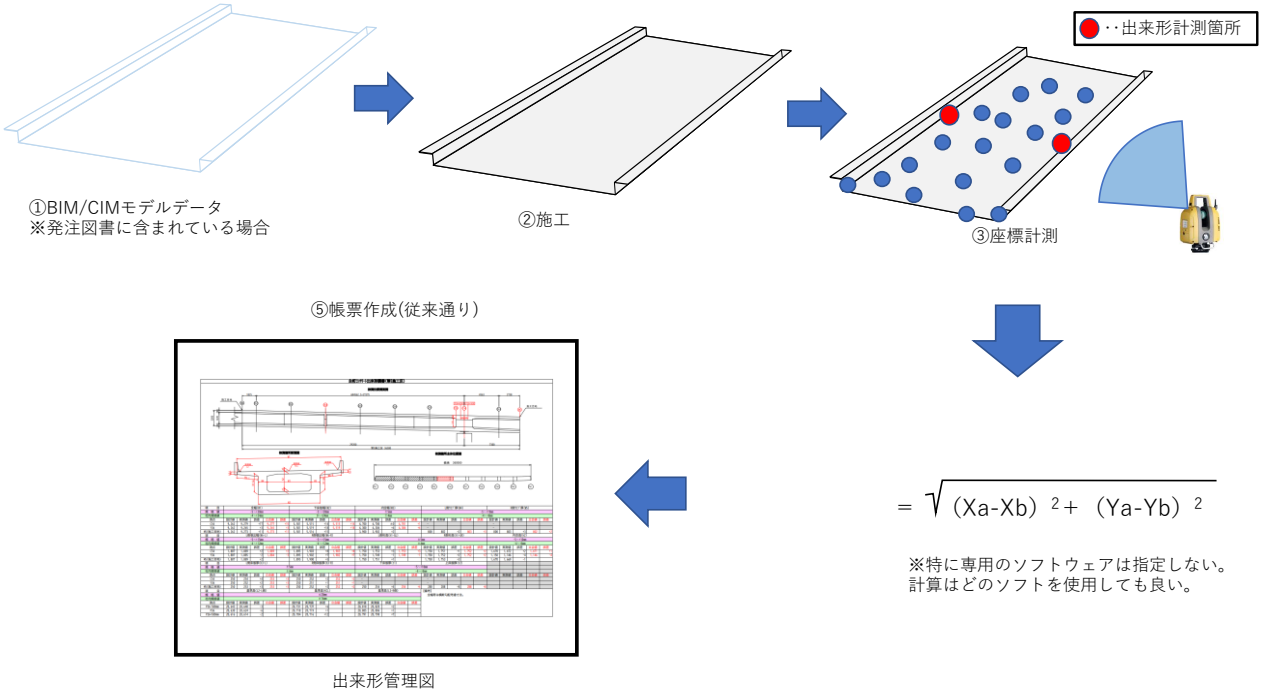



図１５-６　出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

### 2）出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき橋梁の両端部及び寸法表示箇所で計測されていることを示す資料を添付すること。出来形管理すべき位置、方向、断面を示す補助線・補助面に計測箇所を表示した平面図、あるいはこれを確認できるビューアー付３次元モデルファイルでも良い。

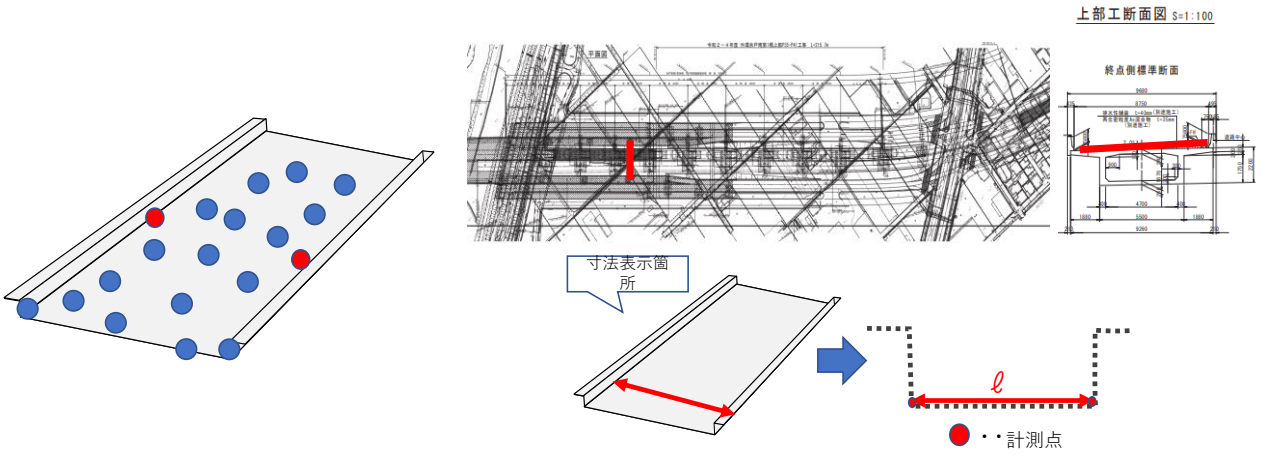



図１５-７　３次元での確認機能（左）と平面図での確認機能（右）の例

## ４－２　出来ばえ評価

### ４－２－１　出来ばえ評価用ソフトウェア

**本管理要領（案）で利用する出来ばえ評価用ソフトウェアは、計測点群による標高の色分け機能を有していなければならない。**

【解説】

計測点群を標高による色分け表示できる３次元モデルのビューアーファイルを出来ばえ評価資料として出力する。

**1）出来ばえ評価算出結果の出力**

①計測点群による標高を色分け表示をする。

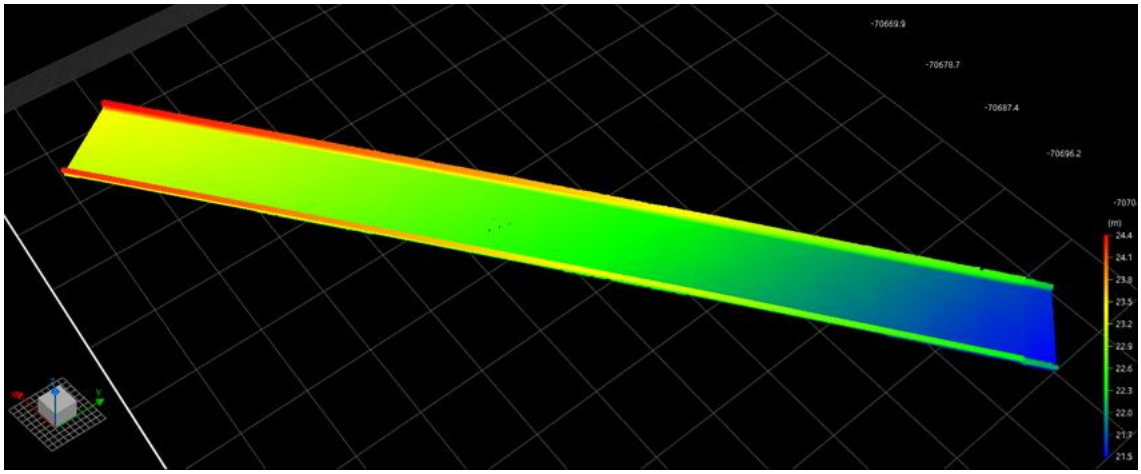



図１５-８　出来ばえ評価算出結果の出力イメージ

## ４－２－２　３次元計測

**1）３次元計測の実施**

受注者は、出来ばえの評価を実施するために施工後の３次元計測を実施する。また、３次元計測時の測定精度及び計測密度については、「第３章　第１節　１－２　３次元計測技術」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」より、出来形計測の項目に準拠すること。また、「4－１－２　出来形計測」において、既に計測した点群がある場合は、その点群を利用してよい。

**2）出来ばえ評価用データの作成**

受注者は、不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに点密度を調整した出来ばえ評価用データを作成する。

【解説】

本管理要領（案）では、施工後の出来ばえの評価を実施するために、面的な３次元計測が可能な３次元計測技術を用いて実施する。

**1）３次元計測の実施**

３次元計測時の測定精度及び計測密度については、「**第３章　第１節　１－２　３次元計測技術**」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」より、出来形計測の項目に準拠すること。標定点・検証点の設置方法及び各管理項目における要求精度については「**参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド**」を参照のこと。

また、詳細な実施手順については「第２編　第４章　第１節　多点計測技術（面管理の場合）」より下記技術における内容を参照すること。

「４－１－２　出来形計測」において、既に計測した点群がある場合については、その点群を利用してよい。

・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型ＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

**2）出来ばえ評価用データの作成**

受注者は、不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、点密度を調整した出来ばえ評価用データ作成する。調整する点密度は、「**第３章　第１節　１－２　３次元計測技術**」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」より、出来形計測の項目に準拠すること。

# 第３章　３次元計測技術別の計測手順と実施事項

## 第１節　計測技術

### １－１　各技術の計測における共通事項

#### １－１－１　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を共通とする。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。

1）出来形座標確認ソフトウェア

2）出来ばえ評価用ソフトウェア

【解説】

３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

**1）出来形座標確認ソフトウェア**

出来形評価用データと出来形管理すべき位置、方向、断面を示す補助線・補助面を重ねて表示することで、必要な点（補助線・補助面上含む）の座標が計測でき、計測箇所の良否判定を支援できるソフトウェアである。

**2）出来ばえ評価用ソフトウェア**

出来ばえ評価用データとして標高値を利用し、出来ばえとしての評価が可能な分布図を出力する機能を有していなければならない。

**3）その他**

本管理要領（案）を用いて計測した計測点群データから全長、支間長、通り、幅を算出するソフトウェア及び出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

## １－２　３次元計測技術

### １－２－１　出来形管理の主な手順

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められた工種ごとの測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本管理要領（案）においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する３次元計測技術を用いることとする。

本管理要領（案）は、ＩＣＴ構造物工（橋梁上部工）において、３次元計測技術を用いて計測した３次元座標値から出来形管理項目（全長・支間長・通り・支間・基準高・幅）を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

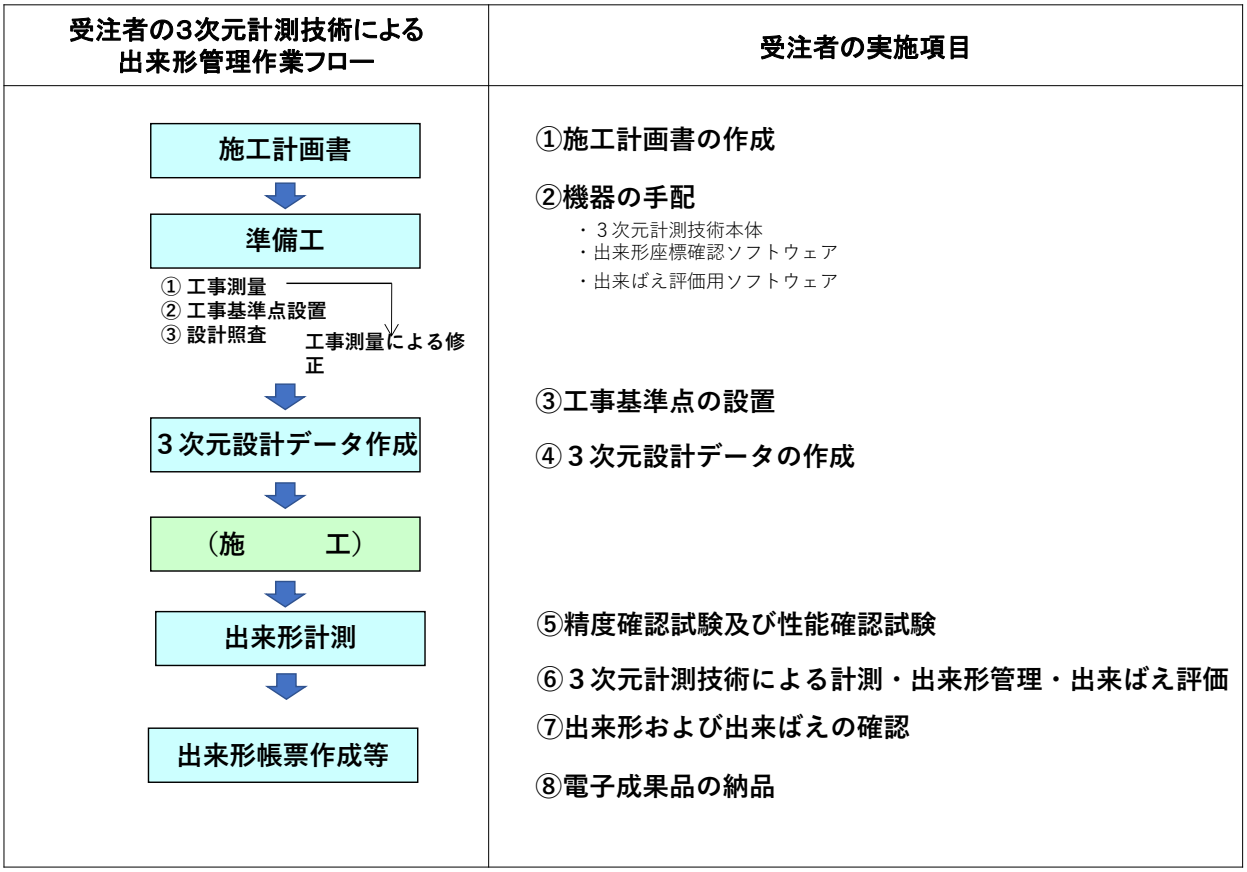



図１５－９　出来形管理の主な手順

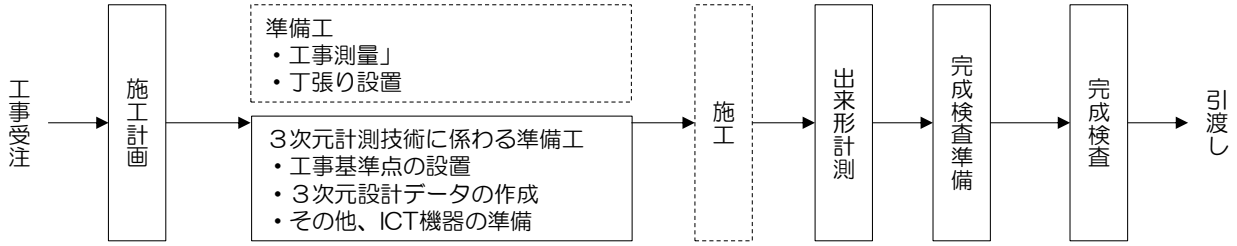



図１５－１０　３次元計測技術を用いる場合の業務の範囲

## １－２－２　機器構成

本管理要領（案）で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。その他、必要なシステムについては、「第３章　１－１－１　機器構成」を参照されたい。

1）３次元計測技術本体

【解説】

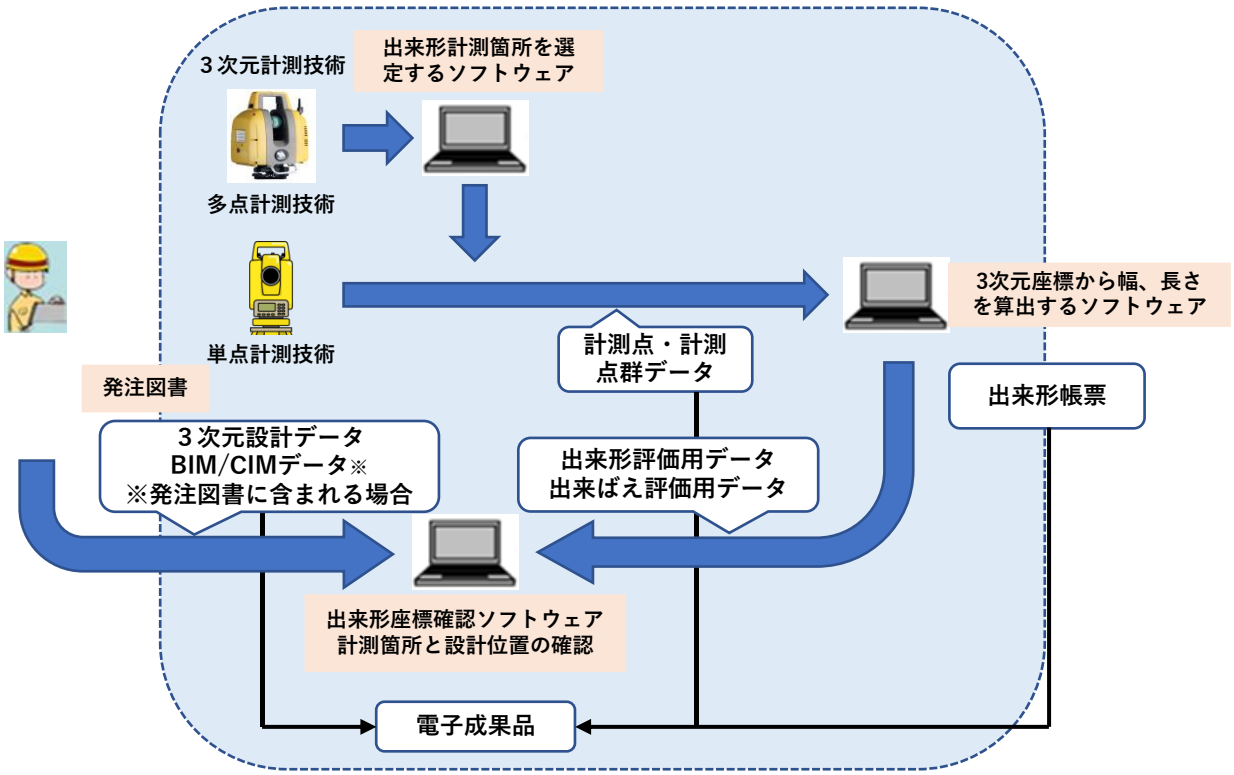
図１５-１１に３次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1）３次元計測技術

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

《土工編》

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ）
・無人航空機搭載型ＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ
・ＲＴＫ―ＧＮＳＳ




※多点計測技術を利用する場合は、計測点群データから出来形計測に利用する点を選点し計測点データを生成する。
※計測点群データは、構造物の周辺も含めた点群データとする。
※計測点群データのうち出来形評価に用いたデータを出来形評価用データとして納品する。

図１５-１１　３次元計測技術による出来形管理機器の構成例

## １－２－３　計測性能及び精度管理

受注者は、本管理要領（案）で用いる３次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

| 計測 | 測定精度 | 計測密度 |
|---|---|---|
| 出来形計測<br>（多点計測技術）<br>・空中写真測量（UAV）<br>・TLS<br>・無人航空機搭載型LS | 【鉛直方向・平面方向】<br>規格値 50mm の場合：±16mm 以内<br>30mm の場合：±10mm 以内<br>20mm の場合：± 7mm 以内<br>10mm の場合：± 3mm 以内 | 1 点以上/0.0025 ㎡（0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ） |

※ＴＳ等光波方式を利用する場合は、「第２編 土工編　参考資料-9　国土地理院で規定がないＴＳ等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す方法に基づき上記の測定精度を満足することをする。

【解説】

### 1）利用できる３次元計測技術と計測性能

３次元計測技術は、国土交通省のＩＣＴ活用工事で認められている下記の計測技術とし、本管理要領（案）で定める所定の性能を有する３次元計測技術を利用する。

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー
・無人航空機搭載型ＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ
・ＲＴＫ―ＧＮＳＳ

### 2）測定精度

受注者は、多点計測技術を用いる場合は計測時に標定点・検証点を設置し、要求精度を満足しているか確認するために精度確認試験を実施し、精度確認試験結果報告書を記載して監督職員に提出する。

精度確認試験の実施方法及び各管理項目における要求精度については「参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

### 3）計測密度設定の留意点

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる全長、支間長、通り、支間、基準高、幅において、計測箇所の特定に必要な密度の点群が得られる設定を行うこと。（最低１点以上/0.0025 ㎡（0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ））

計測時間の増大を抑えつつ計測の精度を高めるため、管理項目の計測箇所周辺のみ計測密度を上げても良い。そうした場合、計測範囲域において（最低１点以上/0.0025 ㎡（0.05 ㎜×0.05 ㎜））の計測密度を満たしていれば計測範囲全てを同一の計測密度で計測しなくても良い。

### 4）面管理における計測密度による出来形不良時の対応

受注者は、多点計測技術を用いて出来形計測・評価を行い、その結果が不合格になった場合でも出来形評価値と規格値との差が要求精度に満たなかった場合には、不合格になった当該

管理項目に対して、監督職員との協議のうえ、従来計測などを実施してもよい。

また、具体的な管理断面箇所に関しては監督職員との協議のうえ決定する。

## １－２－４　出来形計測

《施工計画書》

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1）適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は、「第１章　適用の範囲」を参照されたい。

2）適用区域

本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）を記載する。

4）使用機器

３次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。

計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。

5）ソフトウェア

出来形座標確認ソフトウェア・出来ばえ評価用ソフトウェアについて記載する。

【解説】

1）適用工種

本管理要領（案）による適用工種に該当している工種を記載する。

2）適用区域

本管理要領（案）により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3）出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準（案）

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値（案）」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4）使用機器

本管理要領（案）に基づいて利用する３次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各技術で定める「計測性能及び精度管理」の項目を参照すること。

・ＴＳ等光波方式
・空中写真測量（ＵＡＶ）
・地上型レーザースキャナー（ＴＬＳ）
・無人航空機搭載型ＬＳ
・地上移動体搭載型ＬＳ
・ＲＴＫ－ＧＮＳＳ

《出来形計測》

**受注者は、３次元計測技術を用いて出来形計測を行う。**

**1）３次元計測技術の設置・計測**

**３次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する本管理要領（案）の設置・計測手法に従う。**

**2）３次元計測技術による計測の実施**

**出来形計測は、出来形管理の管理項目となる全長、支間長、通り、支間基準高、幅の３次元座標を計測する。**

【解説】

３次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り削除する計測計画が重要となる。

**1）３次元計測技術の扱い**

３次元計測座標計測技術の扱いについては、本管理要領（案）に記載される計測方法及び留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術ごとに事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

**2）計測密度設定の留意点**

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる全長、支間長、通り、支間、基準高、幅において、計測箇所の特定に必要な密度の点群が得られる設定を行うこと。（最低 1 点以上／0.0025 ㎡（0.05m×0.05m ﾒｯｼｭ））

**3）構造物工における留意点**

多点計測技術を用いた出来形計測においては、計測条件（狭隘箇所、立入り制限箇所など）により対象構造物の全面を所定の密度で計測することが困難となる場合がある。このため、出来形の算出用に選点する箇所（寸法値の端部や基準高の管理箇所）以外については、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。

ただし、計測点群データを利用しない出来形管理箇所や項目については、従来どおりとする。

# 第４章　出来形管理基準及び規格値

**本管理要領（案）に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。**

【解説】

本管理要領（案）による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から３次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準及び規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」で定められたものとする。

# 第５章　数量算出

受注者は本管理要領（案）で算出された出来形計測結果等を用いて数量算出を行うことができる。

# 第６章　出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1）写真管理項目（撮影項目、撮影頻度［時期］、提出頻度）

出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準（案）」による。ただし、各計測箇所を点群上で記録し、ビューアーで確認ができる場合は、出来形計測状況を１工事１枚撮影することとする。

2）撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

①工事名

②工種等

③出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

1）出来形計測状況写真

参考として、図１５-１２に写真撮影例を示す。ただし、各計測箇所を示すビューアーがない場合は、各計測箇所が計測すべき断面上や測線上にあることを示す資料（補助線・補助面と計測点の位置関係が確認できる画面キャプチャなどでもよい）を提出すること。

また、従来管理による計測箇所および項目は、従来どおり写真管理を行う。

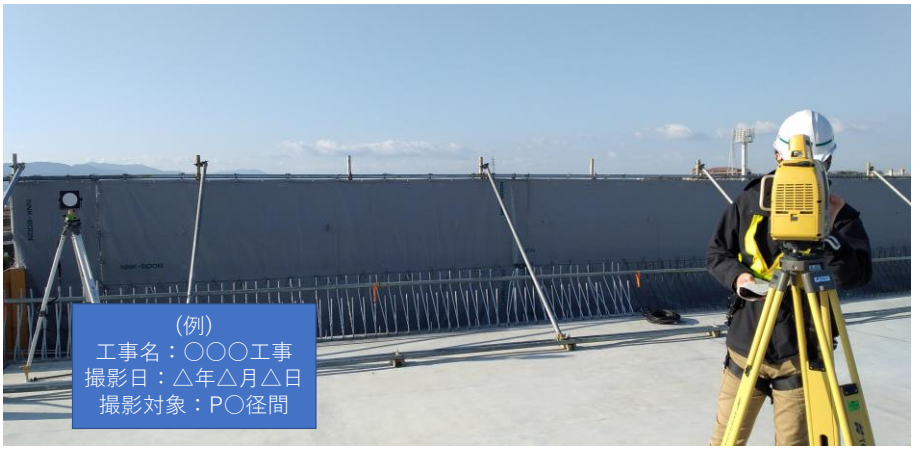



図１５-１２　写真撮影例

# 第７章　電子成果品の作成規定

本管理要領（案）に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。
・BIM/CIM データ※1（※1 発注図書に含まれる場合）
・３次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（ＴＩＮ））
・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）及びビューアー付き３次元データ）
・出来ばえ評価資料（モデルもしくはビューアーファイルまたは各面毎に分割した資料）
・３次元計測技術による出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・３次元計測技術による計測点群データ（CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル）
・工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）
電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。格納するファイル名は、３次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理要領（案）の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領（案）で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

**1）点群データの詳細**

納品する点群データの詳細を次に示す。

①３次元計測技術による出来形評価用データ

対象構造物部の点群から出来形管理の算出に用いる箇所を選定し、出来形計測箇所が確認できる点群。

②３次元計測技術による計測点群データ

点群全体を合成し、人物や車などの一時的な障害物（ノイズ）を削除した、周辺状況を含む点群。

③出来ばえ評価用データ

**2）出来ばえ評価資料**

出来ばえ評価の結果を以下の①もしくは②のように纏めたもの。

①３次元モデルのビューアーファイル

出来ばえ評価用ソフトウェアの機能を用いて、各面毎の算出結果及び分布図を纏めて１つのビューアーファイル上で各面の結果を確認できるようにしたもの。

②各面ごとに分割した資料

算出結果及び分布図を各面毎に分けて画像を保存する。

**3）ファイル名の命名**

本管理要領（案）に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

①ＩＣＯＮフォルダに３次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。

※床版工は「ＦＳ」とする。

②　①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。
③サブフォルダの計測機器名称は、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則を準用する。
④サブフォルダの名称は、表１５-3 に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。
⑤格納するファイル名は、表１５-3 に示す命名規則に従うこと。
⑥設計変更等で発注図書に変更が生じた場合は、BIM/CIM データを変更するが、当初の BIM/CIM と、変更後の BIM/CIM データを全て納品すること。（発注図書に含まれる場合）
⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は０でよい。
⑧出来形管理資料をビューアー付き３次元データで納品する場合で、ビューアーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをＺＩＰ方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、「第２編　土工編　第８章　電子成果品の作成規定」に定める各技術の命名規則に従い納品すること。

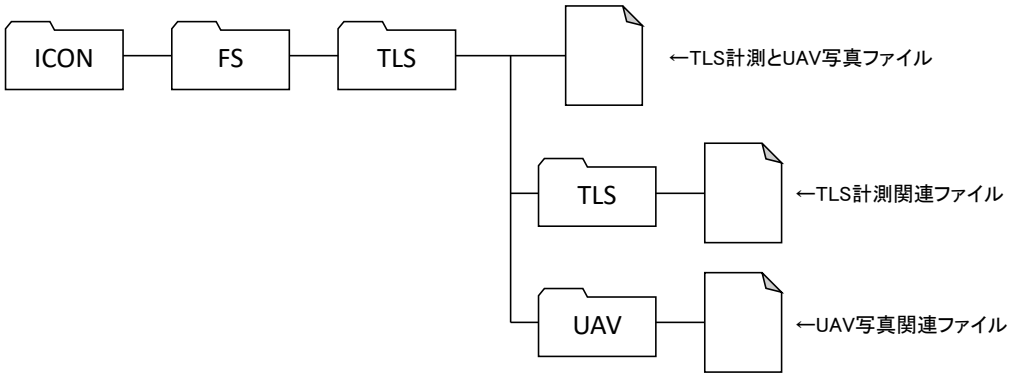



図１５-１３　フォルダ構成例

表１５-3　３次元計測技術による計測のファイル命名規則例

| 計測機器 | 整理番号 | 図面種類 | 番号 | 改訂履歴 | 内容 | 記入例 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TLS | 0 | DR | 001～ | 0～Z | ・BIM/CIM データ(オリジナルデータ) | TLS0DR001Z.拡張子 |
| TLS | 0 | CH | 001～ | － | ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又は、ビューアー付き3次元データ) | TLS0CH001.拡張子 |
| TLS | 0 | IN | 001～ | － | ・TLS による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0IN001.拡張子 |
| TLS | 0 | EG | 001～ | － | ・TLSによる起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN)) | TLS0EG001.拡張子 |
| TLS | 0 | GR | 001～ | － | ・TLS による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) | TLS0GR001.拡張子 |
| TLS | 0 | PO | 001～ | － | ・工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル) | TLS0PO001.拡張子 |
| TLS | O | RE | 001～ | － | ・出来ばえ評価資料(3 次元モデルビューアーファイル又は、各面ごとに分割した資料) | TLS0RE001.拡張子 |

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でもよい。

### 4）データ形式

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品

仕様書応用スキーマ「平成 26 年国土地理院」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル JPGIS 2014 版（PDF 形式:2.6MB）平成 26 年国土地理院」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書（PDF）で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造：Idn, xn, yn, zn, An

Idn：ID 番号（Id）

xn ：計測点座標値（x）・・・本管理要領（案）ではｍ 単位で mm まで記載

yn ：計測点座標値（y）・・・本管理要領（案）ではｍ 単位で mm まで記載

zn ：標高値（z）・・・・・・本管理要領（案）ではｍ 単位で mm まで記載

An ：地表面属性値（A）・・・ﾒｯｼｭﾃﾞｰﾀの場合のみ、格子間隔内にｸﾞﾗｳﾝﾄﾞﾃﾞｰﾀが存在する場合は 1，しない場合は 0 を記載

**5）データ内容及び構造、参照系を示した文書**

2）について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書をＰＤＦで作成すること。

## ■参考資料・様式

〈適用技術と参考資料　対応表〉

| 技術名 | 対応する参考資料 |
|---|---|
| ３次元計測技術 | 参考資料-1　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例<br><br>参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド |

## 参考資料-1　３次元設計データチェックシート及び照査結果資料例

（様式 2-1）

令和○○年○○月○○日

工　事　名：
受 注 者 名：
作　成　者：　　印

# ３次元設計データチェックシート

| 項目 | 対象 | 内容 | チェック結果 |
|---|---|---|---|
| １）基準点及び工事基準点 | 全点 | ・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ | |
| | | ・工事基準点の名称は正しいか？ | |
| | | ・座標は正しいか？ | |
| ２）３次元設計データ | 全点 | ・入力した設計座標値と出力する３次元設計データは同一となっているか？ | |

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

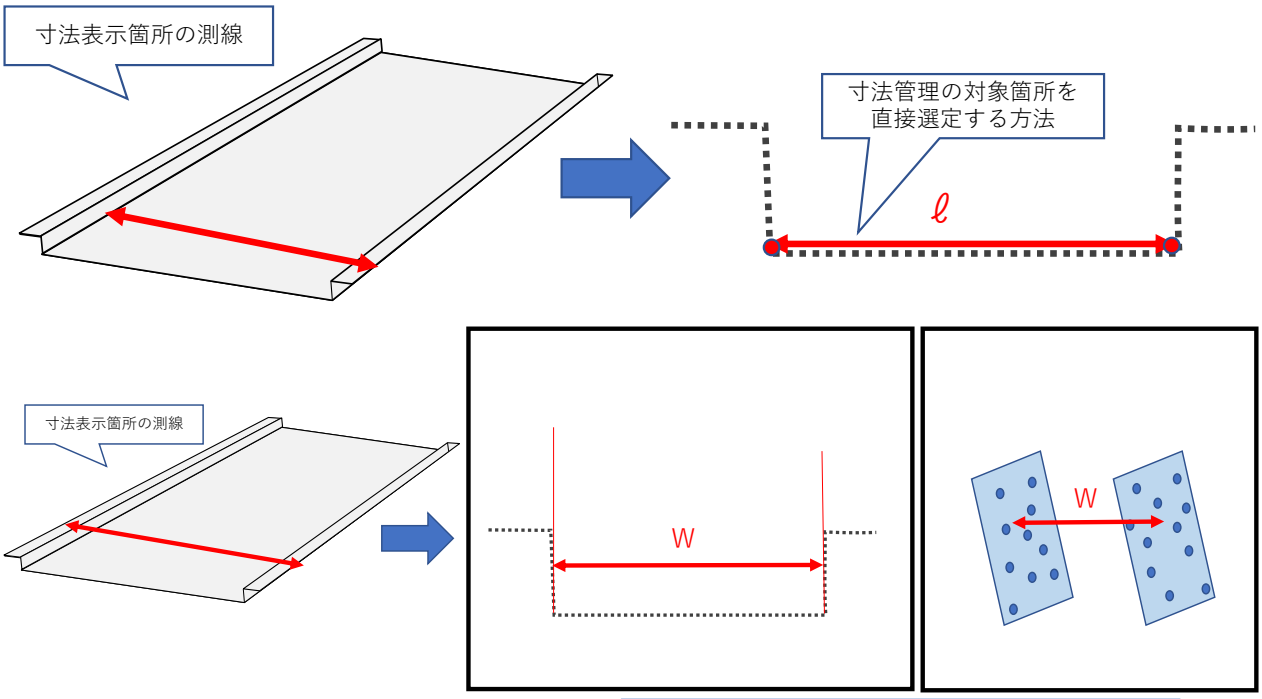
## 参考資料-2　構造物工における出来形算出ガイド

### 構造物工における出来形算出ガイド

構造物工にて３次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で３次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した３次元座標値を残し、各計測箇所が計測すべき断面上（管理断面から橋軸方向に±100㎜ 以内の範囲）や測線上にあること（補助線・補助面と計測点の位置関係等）が確認できるようにする。

１．構造物工における多点計測技術を用いた場合の水平距離の算出方法（全長、支間長、通り、支間、幅）

例えば、計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する２箇所を選定し、寸法表示箇所に対する水平距離として算出する。また、端部を構成する２箇所は、端部を構成する面上から選点し、補助線・補助面等を用いて計測しても良い。




・補助線や補助面を使って計測を行う場合、補助線や補助面が平行ではない事があり、計測箇所により寸法が一定ではないため、計測箇所は、概ね管理断面上で計測を行う。また、具体的な管理箇所に関しては監督職員との協議のうえ決定とする。

２．構造物工における計測時の要求精度について

要求精度は以下の表１５-4 を参照のこと。

表１５-4　構造物工における計測時の要求精度

| 工種 | 測定項目 | 規格値 | 要求精度 |
|---|---|---|---|
| 橋梁架設工(鋼橋) | 全長・支間長 | ±（20＋L/5) | 7㎜以下 |
| | 通り | ±（10＋2L/5) | 3㎜以下 |
| 橋梁架設工(コンクリート橋) | 全長・支間 | ― | 7㎜以下 |
| 床版工 | 基準高▽ | ±20 | ±7㎜以下 |
| | 幅　W | 0～＋30 | 10㎜以下 |

３．標定点・検証点の設置方法について

標定点は、計測対象範囲を包括するように設置する。外側標定点として撮影区域外縁(設置ない場合縁の内側)に 100m 以内の間隔となるように設置するとともに､内側標定点として天端上に 200m 間隔程度を目安に設置する。受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、精度管理用の検証点を図のように、天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。計測範囲が狭い場合については、最低２箇所設置する。

標定点及び検証点の計測については、４級基準点及び３級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。あるいは、工事基準点などの既知点からＴＳを用いて計測することができる。

また、現地にて精度確認試験を実施する場合の検証点については、天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましい。計測範囲が狭い場合については、最低２箇所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。