



浦上川線における超軽量盛土工法について

長崎振興局建設部都市計画課 ◎ 植村 公彦

○ 宮崎 祐介

1 事業概要

浦上川線は、下の川橋交差点（松山町）を起点とし、夢彩都前交差点（元船町）までの全長3.25kmの都市計画道路である。最初に整備した茂里町工区0.92kmは、下の川橋交差点から梁川橋東交差点までの区間を平成元年12月に供用開始した。平成20年3月には旧魚市跡地を通過する元船町工区0.77kmと尾上町工区0.70kmの暫定供用を行い、JR長崎駅裏に新たな幹線道路が生まれた。現在は、残る幸町工区1.09kmを整備中で、完成すれば国道202号、206号に集中している交通負荷を浦上川線に転換でき、長崎市中心部の慢性的な交通渋滞の緩和が期待できる。道路種別は4種1級で、幸町工区から元船町工区間は長崎南北幹線道路の一部として地域高規格道路の指定を受け整備を進めている。

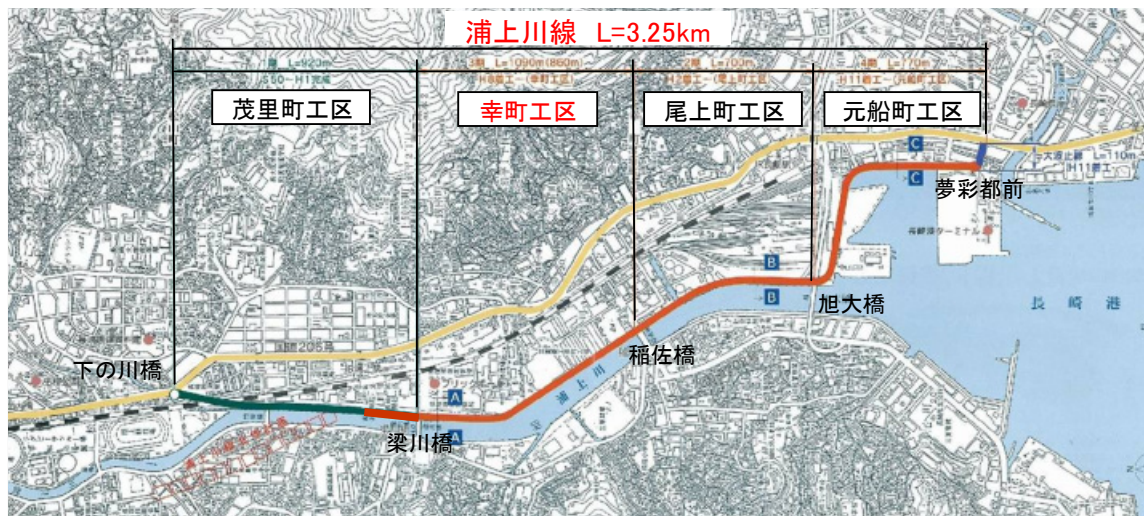


図-1 浦上川線整備計画図

整備中の幸町工区は、稼動中の長崎市中心部下水処理場を避けるため、二級河川の浦上川に張り出した高架橋型式の道路であるが、一部区間は上下線を分離した2層構造とし、河川への張り出しを最小限に抑えている。

本論文では、高架橋建設工事の高架橋取付部に採用した超軽量盛工法（クロスウェーブ工法）の断面決定までと、その施工について紹介する。



図-2 高架橋完成予想図

2 高架橋下部工施工から学ぶ

2.1 地中の障害物

平成20年度、浦上川線高架橋建設工事は下部工工事の最盛期であり、梁川橋東交差点を立体交差する区間では、下部工A1～P4の工事が行われていた。橋台、橋脚ともに杭基礎構造で全周回転掘削機により場所打ち杭を打設し、RCの躯体を建設するものであった。

建設場所は、戦前より昭和50年代まで三菱重工業の旧長崎製鋼所があった場所で、地中にはガレキやコンクリート基礎が点在していると想定された。

実際の工事に着手すると、予想通り全周回転掘削中にコンクリート殻や鉄骨が出てきた。さらにその後の床掘りでは予想をはるかに上回る量の地下障害物が現れ、撤去費用は瞬く間に増額となった。また、土留め鋼矢板の打設においても、工事区域に隣接する長崎原爆病院への騒音・振動の影響を少なくするため、硬質岩盤クリア工法への変更を余儀なくされた。

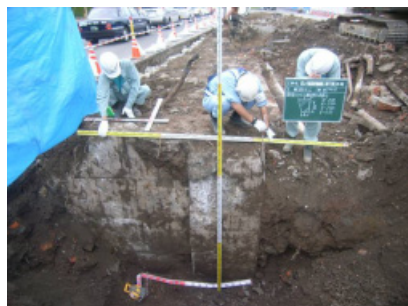


写真-1 地下障害物（地中梁）



写真-2 地下障害物（建物基礎）

2.2 油類の出現

P1フーチング基面近くを掘削中に黒く油臭い土壌が現れた。直ちに土壌試験や揮発性物質試験を実施した。結果は、燃焼性が高く、鉍油臭がある油類で、旧工場の機械油、潤滑油などの鉍物油である可能性が高いと考えられた。

浦上川の感潮区間の影響もあってか、時間の経過とともに油が滲み出てきたため、水中コンクリートで封じ込みを行い、下部工フーチングの施工を行った。

油類が付着した残土は、揮発性有機化合物は定量下限値未満であったが、土壌試験の結果は「鉛及びその化合物」、「ふっ素及びその化合物」が基準値を超えていたため北九州市の産業廃棄物遮断型処分場まで運搬し、処分を行った。



写真-3 油類 (P1)



写真-4 油類 (A1)

3 取付擁壁構造の見直し

3.1 当初設計

A1橋台への取付擁壁は、下部工と同じく杭基礎方式で、躯体がL型擁壁で設計されていた。特に杭の施工は施工実績の多い全周回転掘削機による場所打ち杭で、他の工法に比べ騒音・振動ともに少ない工法であった。

しかし、このままでは、下部工と同様に大量の地中障害物が全周回転掘削時や床掘り時に騒音・振動を発生させる原因となる。施工場所は、長崎原爆病院の目の前であり、A1橋台施工時にも騒音・振動の影響で、病院の診察業務へ支障を与えたことで、時間的な制約を受けていた。

これらより、当初設計のまま施工を行うのは得策ではないと判断し、取付擁壁部の修正設計を行うこととした。

下部工基面より油が出現したのは、修正設計業務に着手した後であった。

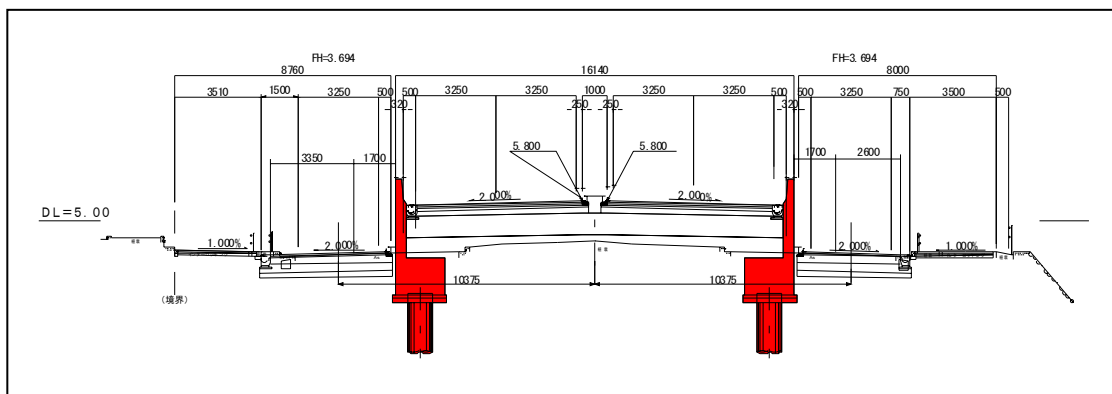


図-3 当初設計断面

3.2 修正設計

まず、修正設計の方針を以下に示す。

- ① 大型重機、ブレーカによる騒音・振動を抑制すること
- ② 建設副産物や産業廃棄物の処分量を削減すること

これらを前提としたことで、修正断面は、直接基礎でかつ床掘量を減らすことが条件となった。おそらく当初設計よりは工事費が増大することになるが、周辺環境への影響を少なくし、地中障害物の除去に係る手間や産業廃棄物の処分費を抑えることが出来ると考えた。

検討した工法は、「補強土壁案」と「超軽量盛土案」(表-1)。「補強土壁案」は、盛土荷重に耐え得るための地盤改良が必要となったため大型重機による深層混合処理を避けられず、騒音・振動の抑制条件をクリアすることが出来ない。

「超軽量盛土案」は、上載荷重と盛土材(EPSブロック)による鉛直力が地盤の極限支持力より小さくなる結果となったため、地盤改良は必要とせず、かつ床掘り底面も当初設計より浅く出来る断面となった。

表-1 修正設計時の比較表

擁壁工比較検討表		1案 【補強土盛土案】	2案 【軽量盛土 (EPS) 工法】	3案 【軽量盛土 (FCB) 工法】
断面図				
工法		・壁面に作用する土圧を、盛土内の安定領域に設置したアンカープレートとの引抜き抵抗力をロッド (タイバー) で繋結し釣り合わせることであり、一体化した安定域の高い盛土体形成するものである。 ・土と補強材との引抜き抵抗力より、盛土内の拘束補強効果を高め、直な壁面をもつ盛土体を構築する。	・盛土材に大型の発泡スチロールブロックを利用するもので、材料の軽量性、耐圧縮性、耐水性、自立性などの特徴を有効に利用して、軟弱地盤上の盛土、急傾斜地盛土、構造物の裏込め、自立壁、盛土の拡張などに荷重低減及び土圧低減を図る工法。	・盛土材に大型の発泡モルタルを利用するもので、材料の軽量性、流動性、充填性などの特徴を有効に利用して、軟弱地盤上の盛土、急傾斜地盛土、構造物の裏込め、自立壁、盛土の拡張などに荷重低減、及び土圧低減を図る工法。
設計指針		・多数アンカー式補強土盛土工法設計・施工マニュアル (土木研究センター H14.9)	・EPS工法設計・施工基準書 (案) (発泡スチロール土木工法開発機構 H19.7)	・FCB工法設計・施工指針 (日本道路公団 H17.4)
概算		工 程 全 額 本体工 133,458 土工 83,400 地盤改良工 2,000,000 雑費費 50 % 1m当り概算工事費合計 3,326,000 円 比率 (1.06)	工 程 全 額 本体工 2,053,239 土工 34,770 地盤改良工 - 雑費費 50 % 1m当り概算工事費合計 3,133,000 円 比率 (1.00)	工 程 全 額 本体工 728,249 土工 36,120 地盤改良工 1,700,000 雑費費 50 % 1m当り概算工事費合計 3,697,000 円 比率 (1.18)
地 工 性		・盛土材量や締めの十分な管理が必要である。 ・熟練工や特殊な技術は特に必要とせず施工できる。 ・壁面積は35kg/枚あり、積立にはクレーンと施工ヤードが必要だが、比較的軽量である。 ・地中にコンクリート梁等支障物があり、地盤改良を行うために先行掘削が生じる。 ・最大粒径が300mm未満で細粒分含有率が50%以下であること。	・熟練工や特殊な技術は特に必要とせず施工できる。 ・H鋼建て込みにはクレーンと施工ヤードが必要だが、他の部材は比較的軽量である。 ・地盤改良が必要なく、周辺環境に対する適合性が高い。 ・基本的に盛土は発生しない構造である。	・熟練工や特殊な技術は特に必要とせず施工できる。 ・発泡モルタルの製造に製地プラントが必要である。 ・地中にコンクリート梁等支障物があり、地盤改良を行うために先行掘削が生じる。 ・基本的に盛土は発生しない構造である。
盛 土 材		◎受圧効果による補強効果、使用できる盛土の適用範囲が広い。 ◎部材のほとんどが2次製品である為、施工性が良い。 ◎熟練工や特殊な技術は特に必要とせず施工できる。 △先行掘削に全面掘削機を用いるため、ハンマグラブなどによる振動が生じる。 △地盤改良には大型機械を用いるため、モーター音やエンジン音などの騒音が生じる。 【施工工期 地盤改良3ヶ月+左側擁壁2ヶ月+右側擁壁2ヶ月 計 7ヶ月】 【経済性は第2位】	◎自立性が高く背面の掘削影響範囲が少ない。 ◎部材のほとんどが2次製品である為、施工性が良い。 ◎熟練工や特殊な技術は特に必要とせず施工できる。 ◎大型の機械を使用しないため、振動・騒音が殆ど生じない。 【施工工期 左側擁壁2ヶ月+右側擁壁2ヶ月 計 4ヶ月】 【経済性は第1位】	◎自立性が高く背面の掘削影響範囲が少ない。 ◎熟練工や特殊な技術は特に必要とせず施工できる。 △先行掘削に全面掘削機を用いるため、ハンマグラブによる振動が生じる。 △地盤改良には大型機械を用いるため、モーター音やエンジン音などの騒音が生じる。 【施工工期 地盤改良2.5ヶ月+左側擁壁2.5ヶ月+右側擁壁2.5ヶ月 計 7.5ヶ月】 【経済性は第3位】
特 徴				
評 価			総合評価: ○	

3.3 設計審査会

当時、旧長崎土木事務所では、「主要設計業務審査会」が設置され、各課1件程度の設計業務委託について審査を実施していた。本修正設計業務も比較断面が出来た中間打ち合わせ後に審査会に諮った。メンバーは、所長、次長、検査指導幹、関係課長、班長、担当。

審査会では、先の下部工の施工状況から現地条件を整理し、比較断面の照査、及び工事期間中の現道交通への影響を確認し、「超軽量盛土案」を採用し修正設計を行うこととなった。

ただし、修正を要する指摘や疑問が残る事項もあり、これらをしっかりチェックした上で、最終断面を決定した。その時の指摘や確認事項を表-2に示す。

表-2 審査会指摘・確認事項

軽量盛土案のチェック事項
① EPSの発泡スチロールに耐用年数があるか。
② 地下にある油が発泡スチロールに悪影響を与えないか(溶けるか)。
③ 長年の供用により発泡スチロールの圧縮沈下が生じるか。
④ 路上火災が起きた場合、パネル・発泡スチロールの防火対策はあるのか。
⑤ パネルの修景(デザイン)は出来るか。
⑦ H型鋼のメンテナンスは出来るか。
⑧ H鋼の防錆処理が亜鉛メッキだけでは、地盤に近い部分が腐食すると思う。アルマゲ溶射などを一部でも考えられないか。
⑨ H鋼は土圧を全く受けないのか。タイロッドやアンカーは必要ないか。
⑩ 地下水位の浮力はどこまで考慮しているか。大雨時の浮力の影響は。
⑪ H鋼とパネルを少し前面に出し、場所打ち壁高欄の爪先支点まで床版を打設すれば、より安定とならないか。
⑫ 最上部コンクリートは不等沈下しないためか。
⑬ 壁高欄の衝突荷重は場所打ち壁高欄底面幅の摩擦で受けるのか。
⑭ 場所打ち壁高欄と型擁壁のイメージでつなげると不等沈下もなく衝突荷重などでズレないと思うか。
⑮ 側溝300は設置できるか。

《審査会後の主な修正点を以下に示す》

- ① 発砲スチロール (EPS) は耐油性に問題がある (表-3)。地中に含まれる油類が異常水位などで上昇する可能性もあるため、軽量盛土材の一部を耐油性のあるポリプロピレン製のクロスウェーブ (写真-5) に変更する。

表-3 軽量盛土材の耐油、耐薬品性

表 材料の耐油・耐薬品性				
分類	油名・薬品名	発砲スチロール	発砲ポリプロピレン	発砲塩化ビニレン
耐油性	ガソリン	x	○	○
	灯油	x	○	○
	軽油	△	○	○
	重油	△	○	○
	グリース	○	○	○
	機械油	x	○	○
	洗油	x	○	○
	アスファルト	x	○	○
耐溶性	動物性油脂	○	○	○
	トルエン	x	○	△
	アセトン	x	○	○
	エチルアルコール	○	○	○
	メタン	x	△	○

○:安定 △:膨潤 x:溶解



写真-5 クロスウェーブ

- ② 側面の保護パネル設置用支柱（H鋼-HDZ55）は、将来の維持管理が困難なため、保護パネルを廃止し巻き立てコンクリートに変更する。

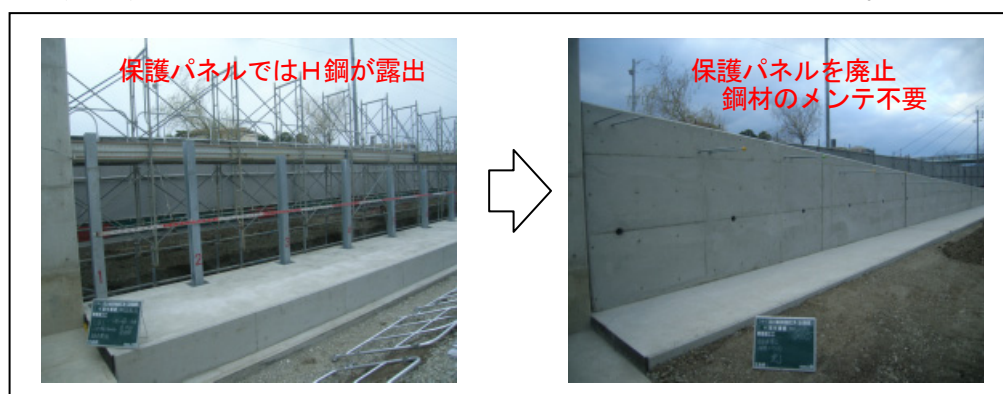


写真-6 支柱巻き立てコンクリート

3.4 採用断面

図-4 が最終的に採用となった超軽量盛土工法の断面となる。

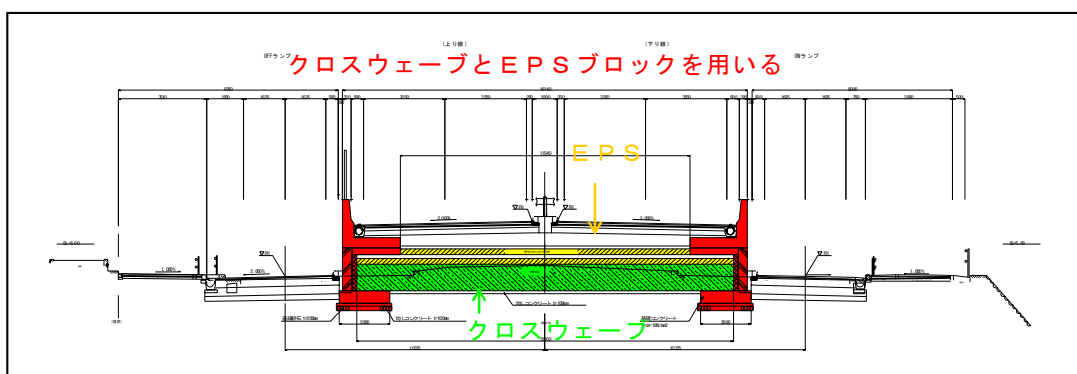


図-4 修正設計断面

～クロスウェーブについて～

空隙率が90%以上あり、強度もあることから都市部の地下貯水槽や公園の調整池などで実績のある製品。

道路の軽量盛土材として使用したのは、九州では初、全国的にも6例しかない。

価格はEPSよりも割高だが、耐油・耐薬品性が高い。

4 施工状況

修正設計は平成20年度で完了し、施工は平成21年度に実施した。

施工手順はEPS工法とほぼ同じであるが、クロスウェーブは、空隙が大きいため遮水シートで包み込み、雨水、地下水の浸入を遮断した（写真-7）。地下水位の影響を受けない上段部には割安なEPSブロックを配置した（写真-8）。最後にEPSブロックの上に、保護コンクリートを打設し完了した。

騒音・振動は床掘時のバックホウによるもの以外では、ほとんど発生しなかった。また、今回も地下から旧工場の基礎コンやガレキが発生したが、床掘り底面を浅くできたことでその量を抑えることが出来た。油まじりの土砂も確認されなかった。



写真-7 遮水シート包み込み



写真-8 EPSブロック

5 おわりに

今回紹介したクロスウェーブ工法は、今まで耳にしたこともない製品であった。下部工の施工から明らかになった詳細な現地条件により、修正設計を発注し、設計審査会を経て、この製品を用いた超軽量盛土工法を採用するに至った。

EPSブロックが、油と接触することで溶けるということ、その対策としてポリプロピレン製のクロスウェーブが有効だということを知ったが、実は、現地条件の把握の重要さや、設計審査会などを通じていろんな意見を聞くことがより良いものに繋がるということを知った気がする。

都市計画道路 浦上川線 2010年完成



2010年、浦上川沿いに新たな交通の動脈が開通します。ご迷惑をおかけしておりますが、ご理解・ご協力をお願いいたします。

