



斜面崩壊発生とその対応

対馬振興局 河川防災課

◎犬塚 正広

○久留須 靖

1. はじめに

対馬市は約89%が山林で占められており、沿岸部まで切り立った山が迫っている。そのため、平坦地に乏しく、人家も沿岸部の平坦な土地に集中し、その背後は急な斜面となっている箇所が多く見られる。

そうした急斜面の下に住んでいる人々の生命・財産をがけ崩れから守るために急傾斜地崩壊対策事業を実施している。

対馬市で実施している急傾斜地崩壊対策事業の1つである寺ノ前地区の平成21年度工事施工中に斜面崩壊が発生した。そこで、本論は斜面崩壊に至った経緯及び斜面崩壊発生直後の応急対策やその後の工事内容について紹介するものである。



【図-1 位置図】

2. 寺ノ前地区急傾斜事業の概要について

寺ノ前地区急傾斜事業の概要は以下のとおりである。

全体計画延長 $L=515\text{m}$

保全人家戸数 58戸

現場吹付法砕工 $A=26,700\text{m}^2$

現場打法砕工 $A=300\text{m}^2$



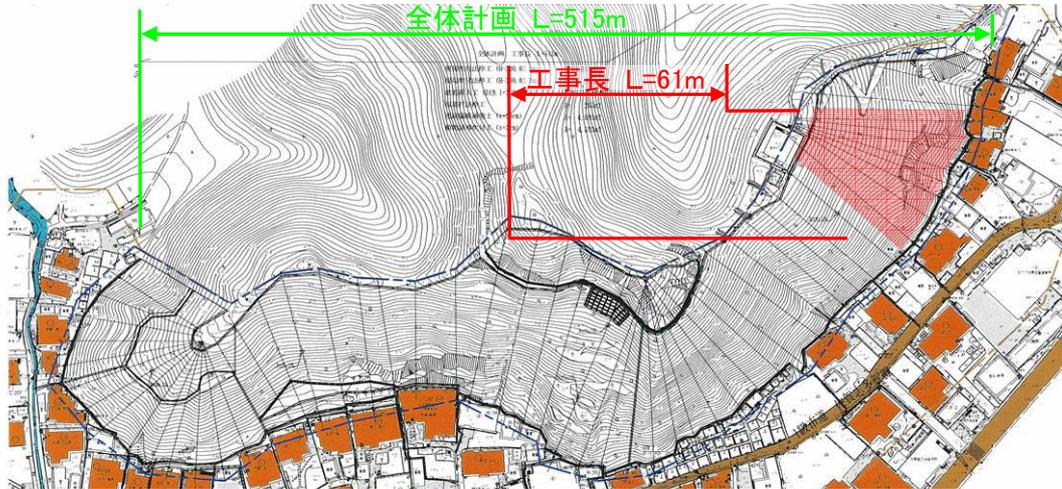
【写真-1 全景】

3. 工事箇所概要

3-1. 工事範囲

下記の平面図(図-2)に示すように、全体計画延長 $L=515\text{m}$ のうち、工事長

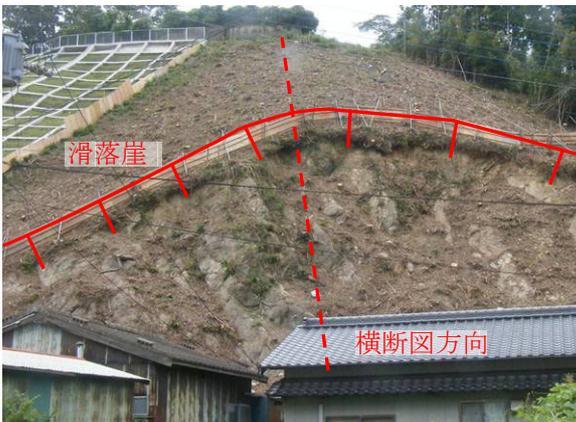
L = 61m、現場吹付法枠工 A = 2,891 m²の工事であった。



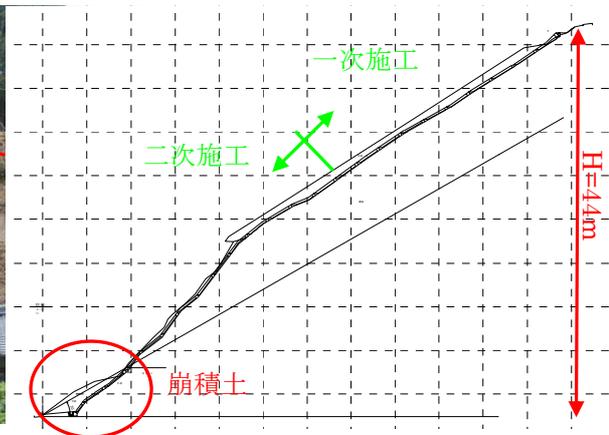
【図-2 全体平面図】

3-2. 地形

工事箇所斜面は斜面高さ4.4m、斜面勾配40度の急峻な地形をしており、高さ1.5mまでは過去に斜面崩壊した跡がみられ、滑落崖を形成していた(写真-2)。また、横断図(図-3)からわかるように、滑落崖上部斜面には厚さ約1mの土砂層があり、法尻には崩積土が堆積していた。



【写真-2 滑落崖】



【図-3 横断図】

3-3. 施工

前述した状況をふまえ、滑落崖上部については土砂層を掘削除去し、滑落崖下部については表土除去を実施し現場吹付法枠工を施工する。また、斜面高さが4.4mと高いため、斜面上部を一次施工、下部を二次施工と二分割し、現場吹付法枠工を逆巻きにより施工する。

4. 斜面崩壊までの経緯

4-1. 滑落崖詳細状況

一次施工の法枠吹付完了後の写真(写真-3)を示す。一次施工部の掘削土砂の

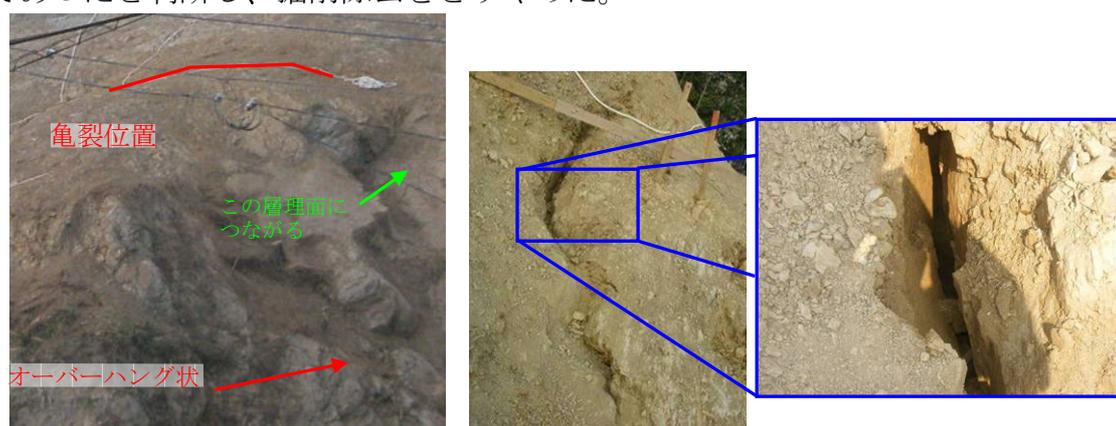
除去と共に滑落崖部の表土除去もわずかに実施した。掘削完了後に地質構造を確認すると、滑落崖部の岩盤は層理面が発達し、流れ盤となっていた。また、模式図に示すように、斜面下部の岩盤が抜け落ちオーバーハング状となっている箇所も確認された。



【写真－3 状況写真(一次施工完了後)】

4－2．亀裂確認

滑落崖部において、二次施工部の土砂掘削中、岩盤部に層理面の1つにつながるような大きな亀裂が確認された(写真－4)。亀裂も大きく、下部はオーバーハング状となってる箇所であったため、層理面に沿って崩壊する可能性も考えられた。そこで、亀裂に沿って掘削除去を実施した。しかし、掘削途中に亀裂が無くなり、周囲に変状も確認されず斜面も安定していたため、部分的な亀裂であったと判断し、掘削除去をとりやめた。

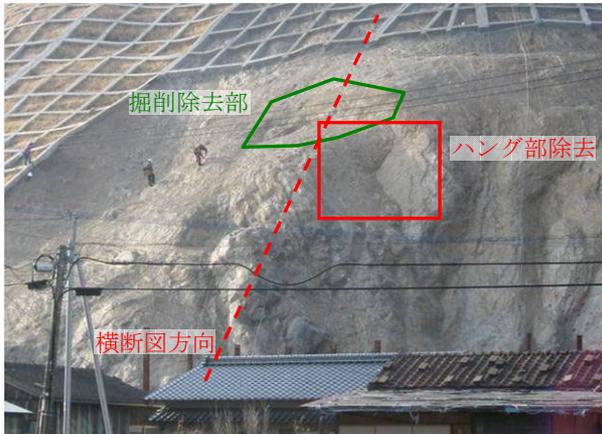


【写真－4 亀裂写真】

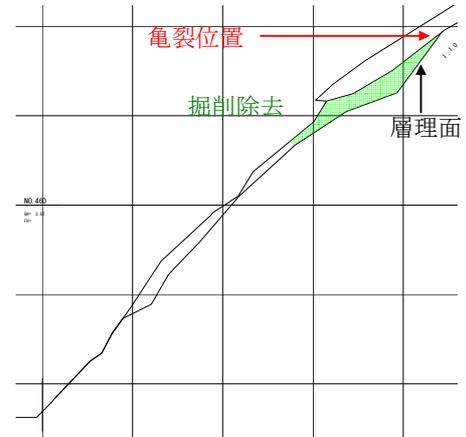
4－3．掘削完了

掘削完了後の全景写真を示す(写真－5)。表土及びオーバーハング部の除去により、層理面の状況がより顕著に確認出来るようになった。また、横断図に亀

裂に沿った掘削除去の範囲を示す(図-4)。



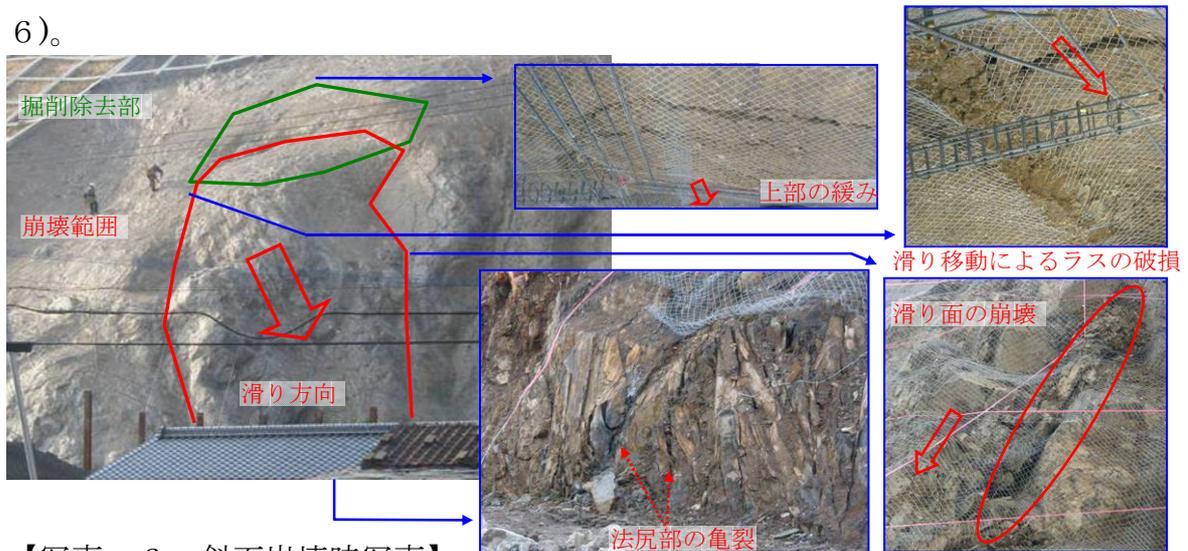
【写真-5 亀裂写真】



【図-4 横断図】

4-4. 斜面崩壊発生

平成22年2月13日、現場吹付法砕工の配筋作業中に斜面崩壊は発生した。法尻部の岩盤や滑り面部の岩盤にみるみる縦横に亀裂が走り、ポロポロと崩落を始めた。それに伴い、施工完了していたラスがキリキリと音を立ててゆがみ、ゆっくりではあるが斜面が崩壊していくのを視覚的・聴覚的に確認できた。また、崩壊部の上部斜面も、斜面崩壊の影響で緩んでいるのが確認された(写真-6)。

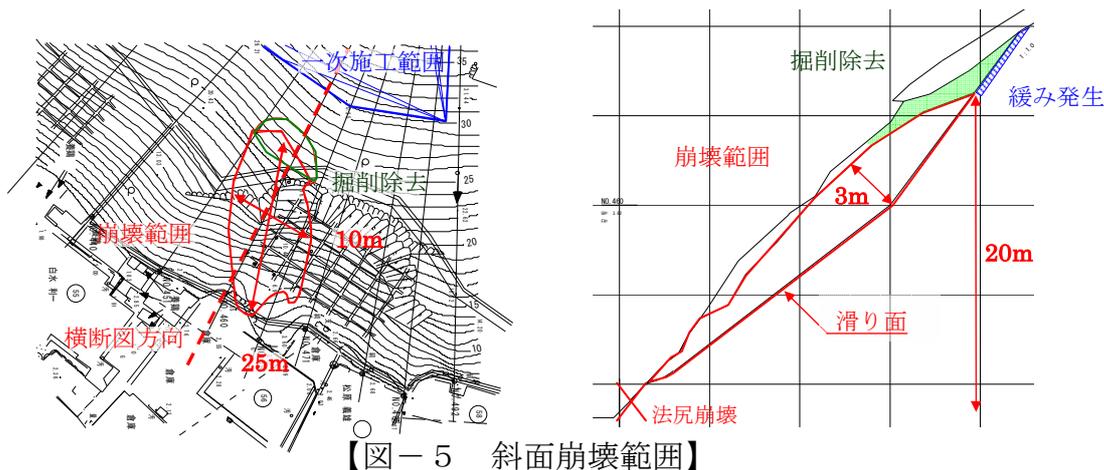


【写真-6 斜面崩壊時写真】

4-5. 斜面崩壊の規模及び原因

斜面崩壊は層理面を滑り面として、幅10m、高さ20m、法長25m、深さ3mの規模で発生し、滑り面は前述の亀裂面の延長線上であった。(図-5)。

崩壊原因としては、地質構造が流れ盤であることを前提とし、工事に伴い押え盛土の役目を果たしていた法尻部の崩積土を除去したこと及び前日の降雨が亀裂から層理面に浸透したことが挙げられる。そのため、法尻部の岩盤が土圧に耐えられなくなり、斜面崩壊に至ったと考えられる。



【図-5 斜面崩壊範囲】

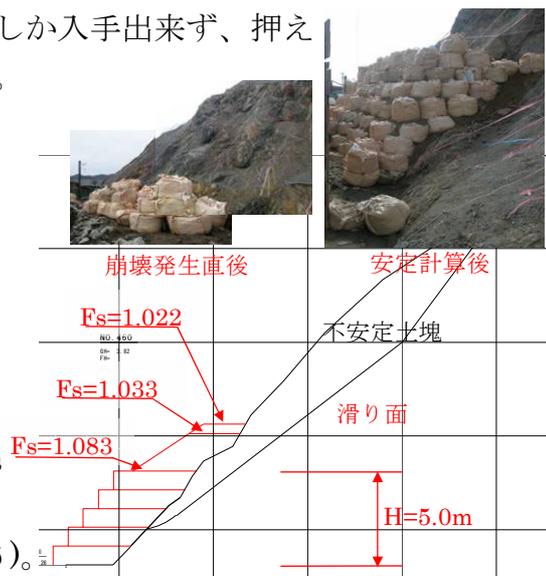
5. 対策について

5-1. 応急対策

斜面崩壊発生時の対応として、まず斜面下部の住民に対して自主避難をお願いした。そして、斜面崩壊を抑制するため法尻部に押え盛土を施工した。しかし、崩壊が進行している最中の斜面下で盛土作業をさせることは出来ない。そこで、斜面下での作業を極力短時間とするためクレーンによる大型土のう設置を行った。しかし、大型土のうが50袋しか入手出来ず、押え盛土量として十分な設置は出来なかった。

大型土のうが50袋しか入手出来なかったため、押え盛土としては不十分ではあったが、何とか完全崩壊は阻止することができた。崩壊発生当日のラスがキリキリときしむ音も無くなり、斜面は格段に安定していた。

その後、押え盛土の安定計算を、現況斜面安全率 $F_s=0.95$ 、目標斜面安全率 $F_s=1.05$ として実施した。安定計算結果より、盛土高 $H=5.0m$ まで施工した(図-6)。



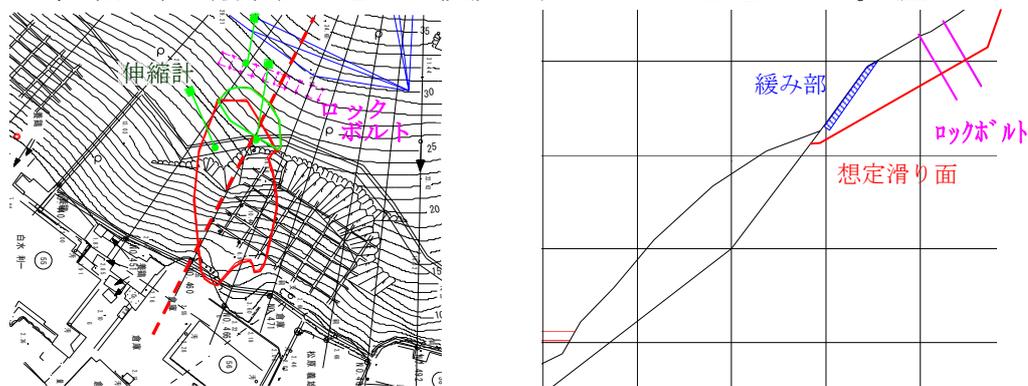
【図-6 押え盛土】

5-2. 施工方法及び安全対策の検討

不安定土塊はすでに滑り崩壊しているため、アンカー工等による抑止ではなく崩土として掘削除去を実施することにした。しかし、掘削作業着手前及び作業中に不安定土塊の変動がないか、崩壊部の上部斜面が崩れてこないかについて、確認及び安全対策の検討が必要となった。

局地的な豪雨や掘削の影響による不安定土塊の変動を監視するために、雨量計及び地盤伸縮計を設置した。また、不安定土塊の変動が発生した場合に周辺住民及び現場作業員に危険を周知する必要があったため、リアルタイムでの自

動観測とし、設定基準以上の雨量及び変動量を観測した場合には警報機を作動させることにした。なお、測定されたデータは定時及び警報発令時に対馬振興局等にメールで送信されるように設定した。さらに、崩壊部の上部斜面に対しては、掘削中の崩壊防止として仮設ロックボルトを施工した。(図-7)



【図-7 観測及びロックボルト位置】

以上の安全対策を実施し、自動観測システムから送られてくる不安定土塊の変動データに注意しながら施工した結果、崩壊発生から2ヶ月もの期間を要したが、無事に全ての不安定土塊の掘削除去を完了することが出来た(写真-7)。また、不安定土塊部以外に危険な部分は確認できなかったため、掘削除去後に現場吹付法砕工を施工した。



【写真-7 掘削後状況】

6. まとめ

今回の斜面崩壊については、一度滑り面につながる亀裂を確認していたにもかかわらず、部分的な亀裂であると判断し、掘削除去をとりやめた。そのまま一ヶ月以上も変状がなかったため、まさか斜面崩壊が発生するとは思ってもしなかった。しかし、今回の体験を通じて、不測の事態に見舞われたとき、土木技術者としてどのように対処すべきか判断することの難しさと判断したことに対する責任感を痛感させられた。いくつかの幸運が重なったお陰で斜面の完全崩壊は免れたが、一歩間違えれば生命・財産に被害が及んでいたからだ。

今後、土木技術者として、いかなる不測の事態に見舞われたとしても適切な対処・適切な判断が出来るように、さらなる知識及び技術の習得に努めていきたい。

最後に、応急対策・施工方法及び安全対策の検討に際し、テックドクター制度のアドバイザーとして、ご助言・ご指導いただきました九州大学大学院の安福教授にこの場を借りて深く感謝申し上げます。