

豪雨時における傾斜地盤上の盛土崩壊調査対策事例

川崎地質㈱ ○野尻 峰広, 佐々木 政和, 小長谷 陸

1. 概要

平成30年7月豪雨において発生した傾斜地盤上の盛土崩壊箇所における災害復旧調査対策事例を報告する。対象盛土は、旧耕作地上の谷埋め盛土となっており、集水地形に該当する。山側及び道路天端部分から地盤内に浸透した水が盛土内の浸潤面上昇させ、安定性を失った盛土が大規模崩壊したと推定される。本復旧においては、再現解析を実施し、被災前の盛土の安全性を評価するものとし、適切な排水対策について検討した。

2. 崩壊メカニズムの推定

(1) 現地状況

平成30年7月5日～8日の4日間で発生した集中的な豪雨により、当該地では総雨量495mmの降雨が確認された。現場から2.5km程度離れた雨量観測所では図に示すとおり、災害発生時までの累加雨量が413mm、最大時間雨量41mmとなっている。

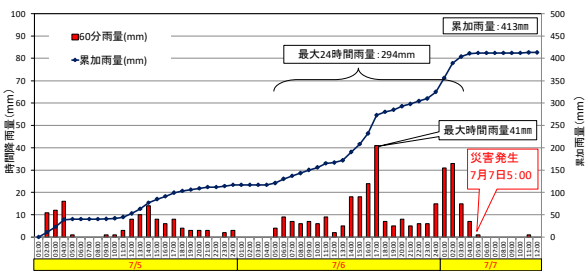


図-1 災害発生時までの累加雨量及び最大時間雨量

被災直後の崩壊状況を図-2に示す。片盛道路がすべり破壊によって崩壊し、車線が崩落している。また、当該地で最も大きなすべり破壊を引き起こした断面の既往竣工図では、片盛土で施工されており、法面勾配が1割5分、排水構造等が未設置であった。



図-2 崩壊直後の状況と既往竣工図面

(2) 被災メカニズムの想定

現地状況から想定される被災メカニズムを示す。

- ①路面排水及び山からの集水が舗装部分と未舗装部分

の境界から盛土内に浸入

- ②法尻流路は満水状態にあり、盛土法尻部は飽和状態となり浸潤面上昇。さらなる水の供給により、行き場を失った水がパイピング現象のように噴出
- ③同時に盛土内に地下水が満たされ、不安定化した盛土の一部が崩壊
- ④崩壊箇所からさらに水が流入し、斜面法尻部を洗堀し、大規模な崩壊に至った

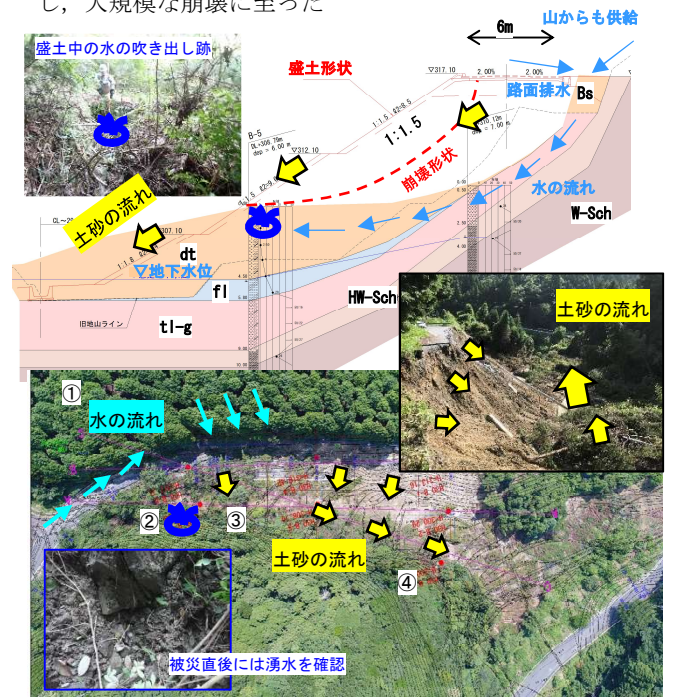


図-3 被災メカニズム概要

(3) 再現解析

崩壊した道路盛土及び基礎地盤について、道路縦断及び横断方向に、ボーリング調査を6本実施した。調査結果を踏まえて、地盤定数を設定し、被災前の盛土の安全性を評価した。以下に、検討結果を示す。

常時の安全率は $F_s=1.25 (>1.2)$ となり、安定性を満足するが、降雨時（盛土内満水を想定）においては、安全率 $F_s=0.660 (<1.2)$ となり、基準値を満足しない。

層番号	飽和重量 (kN/m^3)	湿潤重量 (kN/m^3)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m^2)
1	19.30	19.30	21.10	255.90
2	17.30	17.30	20.60	127.20
3	18.00	18.00	32.00	0.00
4	18.00	18.00	0.00	50.00
5	18.00	18.00	32.00	0.00
6	20.00	20.00	35.00	1.00

【常時】安全率 $F_s=1.25 (>1.2:OK)$
 【降雨時】安全率 $F_s=0.660 (<1.0:NG)$

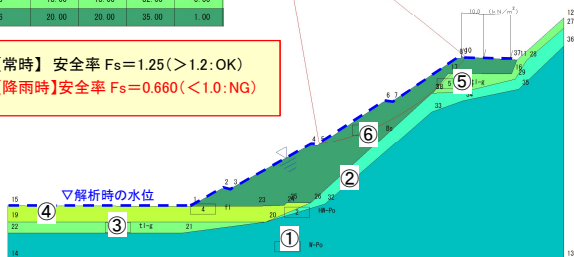


図-4 被災前安定解析結果(降雨時)

3. 対策工設計

(1) 基本方針

当該路線は、道路利用者が少ないこと及び迂回路が存在することから、応急復旧は行わず、本復旧により現在の道路機能を回復することを基本とした。災害復旧事業は現形復旧を原則としているが、従前の効用を復旧するとともに、今回の被災メカニズムを踏まえ、同規模の豪雨においても道路機能を保持できることを復旧方針とした。安全率は常時1.2、降雨時1.2の目安値¹⁾を採用するものとした。

(2) 本復旧基本断面設計

本復旧工の基本断面の決定に当たっては、①のり面の安定勾配の確保：のり面自体が安定的に自立できる勾配を確保すること、②水処理：被災原因である水に対する処理を検討すること、③のり面劣化（浸食）防止：安定したのり面の勾配を長期的に確保するために植生で被覆し、劣化（浸食）防止を図ること等を考慮し、図-5に示すように、適切な排水構造の設置と緩傾斜化（1:1.5→1:1.8）による安定性を考慮した構造とした。

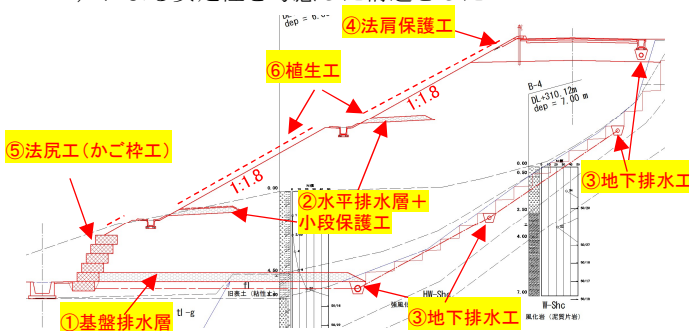


図-5 本復旧標準断面図

(3) 本復旧断面安定検討

地山の境界条件や浸透特性など、不確定な面が大きいいため、水位線の設定は地山からの浸透流を仮定した簡便法にて検討した。

水平排水層などによる水位低下を見込んだ解析結果を以下に示す。

検討の結果、基準に準じた水平排水層及び基盤排水層等を設置することで、水位低下を考慮することができ、常時及び降雨時の安全率は $F_s=1.434 (>1.2)$ と、安定性を満足する構造となった。

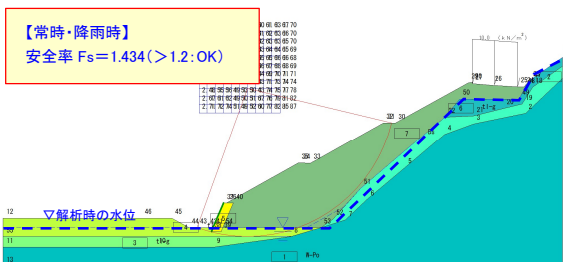


図-6 安定解析結果(降雨時)

(4) 細部構造

本復旧基本断面における方針を踏まえて、以下の細部構造を配置するものとする。

- ①基盤排水層：盛土下部における基礎地盤との境界に設置し、浸潤面上昇を防ぐ。
- ②水平排水+小段保護工：盛土内の浸透水を排除し、小段部分の流水による浸食を防ぐ。
- ③地下排水工：地山との境界に設置し、盛土内への水の浸透を防ぐ。
- ④法肩保護工：路肩を強化し、法面崩壊を防ぐ。
- ⑤法尻工（かご砕工）：盛土内の排水に加えて、法尻部の崩壊を防ぐ。
- ⑥植生工：法面の侵食や風化を防止し、法面の安定を図る。

また、土砂の掘削においては、段切りを行うものとし、不安定化が予想される層（旧表土及び旧耕作土）は極力撤去するものとした。

4. まとめ

以下に本発表のまとめと完成イメージ図を示す。

- 盛土内に浸入した水の浸透により、すべり破壊に対する安定性の低下及びパイピングの発生により、盛土の崩壊が起こった。
- 被災前の盛土は、常時安全率が1.25と基準値を満足するが、降雨時には、0.660と基準値を満足しない状態であることが確認された。
- 排水処理を適切に行うことで、地下水位を下げた安定解析を実施し、安全率が1.434と所要の安全率を満足することがわかった。
- 盛土内への地下水侵入を防止するため、指針に準じた基盤排水層や地下排水工、水平排水層を設置し、法面及び法尻には崩壊保護を行った。



図-7 完成イメージ図

《引用・参考文献》

- 1) 日本道路協会, 道路土工 盛土工指針 (2010.4)