

令和4年8月豪雨で被災した国道8号線の早期復旧への取り組みについて

(株)修成建設コンサルタント
沙海 拓真

論文要旨

本業務では、令和4年8月5日の豪雨により発生した国道8号の法面崩壊・土石流出等の被害箇所について、被災状況、ドクター診断資料作成、測量業務、地質調査業務、災害復旧設計をとりまとめたものである。

キーワード：道路防災、災害復旧、災害調査、道路防災点検、道路防災ドクター

1. まえがき

我が国では、豪雨や地震等に伴う土砂災害は、過去10年(平成25年～令和4年)の平均で、1年間に約1,440件発生¹⁾しており、今後も同様な災害が発生されると想定される。

本論文では国道8号の法面崩壊・土石流出等の災害時において、災害時の初動から恒久対策設計までを取りまとめたものである。

2. 現地概要

2.1. 被災概要

- 被災箇所: 福井県南越前町大谷地内
一般国道8号 446.1kp～448.8kp 区間
- 被災日: 令和4年8月5日 5:30～9:00
- 被災雨量: 最大時間雨量31mm, 最大連続雨量97mm

2.2. 地形地質

業務地の基盤は中生代ジュラ紀湯尾コンプレックスの泥質混在岩(砂岩などの岩塊を含む泥岩)である。また、周辺には地すべり地が複数存在し、風化浸食の影響を受けやすい脆弱な地盤といえる。

2.3. 被災位置図

令和4年8月5日の豪雨により、法面崩壊・土石流出等計6箇所が同時に被災、被災時には通行止めが発生した。被災状況の全体図を下記に示す。

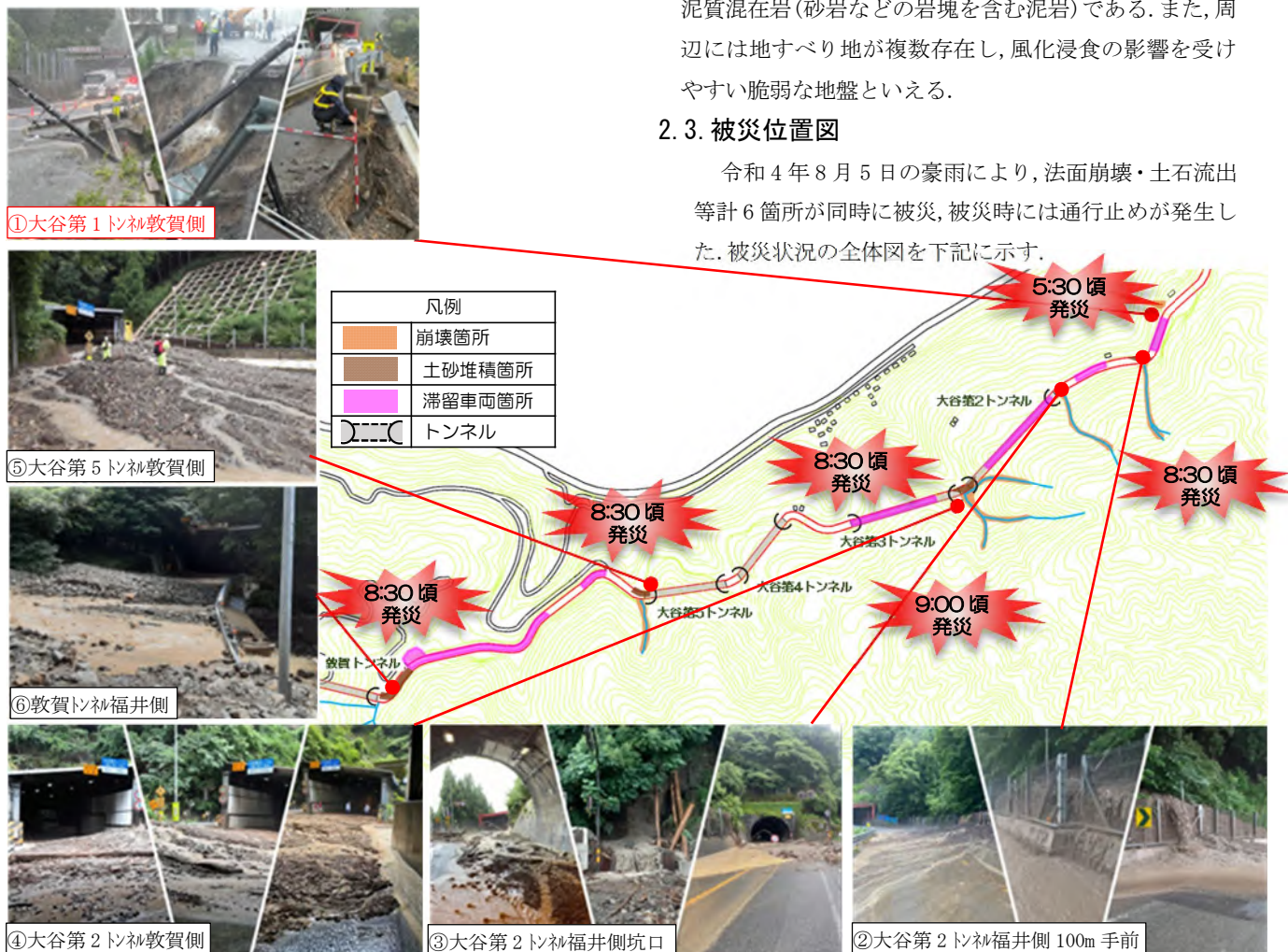


図-1 被災状況

2.4. 被災時・被災後の対応

被災時通行止めから解除(片側交互交通)に向けた対応、全面交通開放に向けた対応について、以下に時系列に示す。

【被災時の対応】

大谷第1トン初敷賀側で発生した斜面崩壊により、8号通行車両が滞留した。溪流からの土砂流による2次被害が予測されたため、交通誘導してトン内にて待機させた。

【通行止め解除に向けた対応】

以下の対応を約2日に対応した。

- ①被災現場対応: 災害時に現場待機して状況把握・報告
- ②UAV撮影: ドクター診断に向けて被災状況を確認
- ③ドクター資料作成, 説明:

現場, 社内技術者の協働により作成

- ④災害状況調査(溪流調査):

通行止め解除に向けて被災現場の安全性を確認

- ⑤法面観測(伸縮計):

通行止め解除に向けて道路の変状を確認

【全面交通開放に向けた対応】

以下の対応を約20日に対応した。

- ①測量・調査: 応急復旧設計に必要な地形・地質を確認
 - ②応急復旧設計: 交通開放に向け, 道路の補強設計を実施
 - ③法面観測(トータルステーション):
- 全面交通開放に向けて道路の変状を確認
- ④施工調整会議(遠隔臨場):
- 工事を迅速に進めるため遠隔臨場で施工を調整

3. 調査内容

3.1. 現地踏査・UAV撮影

道路斜面が幅約11.0m, 深さ約3.0mで崩壊(写真④)。崩壊に伴い, 電柱やCCTVごと崩壊している(写真③)。被災時には多量の路面表面水が崩壊法面に流出, 崩壊要因の1つと考えられる(写真①, ②)。

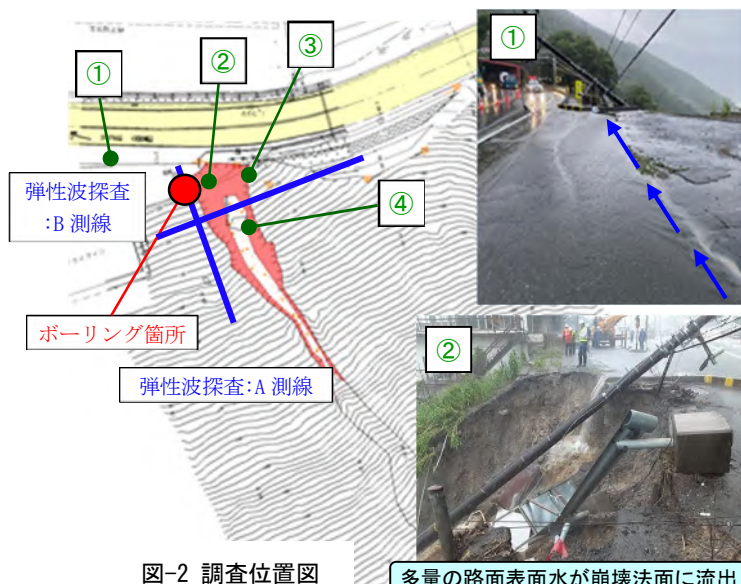


図-2 調査位置図

多量の路面表面水が崩壊法面に流出

崩壊幅は約11.0m程度

電柱やCCTVカメラごと崩壊

表-1 災害対応工程表

項目	8月		9月		~12月
	10日	20日	10日	20日	
国道8号交通規制	全面通行止め	片側交互通行	全面開通		
国道8号大谷地区災害復旧設計他業務	災害待機	8/3~8/5		9/5: 台風11号待機	
	災害発生 計6箇所被災	8/5			
	①被災現場対応	8/5			
	②UAV動画撮影	8/6			
	③ドクター資料作成	8/5~8/6(ドクター診断)			
	④被災状況調査(溪流)	8/5~8/9			
	⑤法面観測(伸縮計)	8/8~8/10			
	①測量調査	8/8~8/10			
	①ボーリング調査	8/8~8/10			
	②応急復旧設計	8/6~8/10			
③法面観測(ターゲット)		8/20~8/29			
恒久対策設計				設計書: 12月末納品	
弾性波探査			9/14		
④打合せ 遠隔臨場					
応急対策工事	崩土撤去・法面整形	8/12			
	モルタル吹付		8/13~8/15		
	鉄筋挿入		8/13~8/20		
	法枠設置			8/22~8/29	

3.2. 地質調査

□ボーリング調査結果

設計に必要な地質特性を把握するため実施

【GL -0.00~-5.80m】

- ・砂質土よりなる「崖錐堆積物」が約6.0mと厚く分布
- ・平均N値は8程度

【GL -5.80m~-12.50m】

- ・「砂岩などの岩塊を含む泥岩」で構成
- ・平均N値は20程度,D級岩盤が主体,RQDは0%と強風化しており土砂化

□弾性波探査結果

斜面の緩み層の深度・範囲を把握するため実施

【第1速度層】:速度値は0.3~0.5(km/sec)

- ・ボーリング結果の「崖錐堆積物」

【第2速度層】:速度値は0.3~0.5(km/sec)

- ・ボーリング結果の「砂岩などの岩塊を含む泥岩」

【第3速度層】:速度値は0.8~1.0(km/sec)

- ・風化岩(DH~CL級)と推定

【第4速度層】:速度値は1.0~1.8(km/sec)

- ・軟岩I相当の岩盤と推定

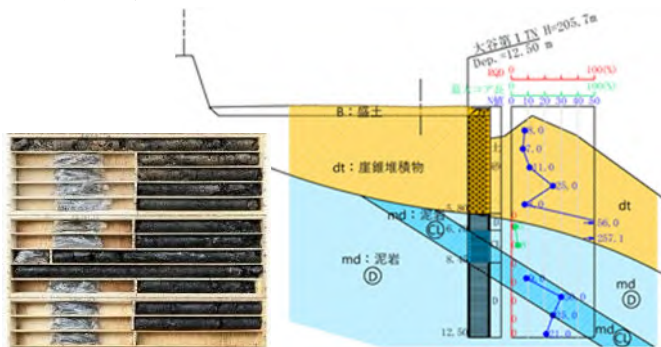


図-3 地層断面図

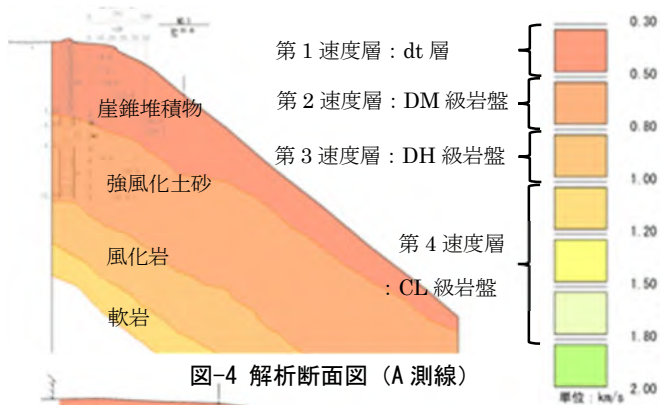


図-4 解析断面図 (A 測線)

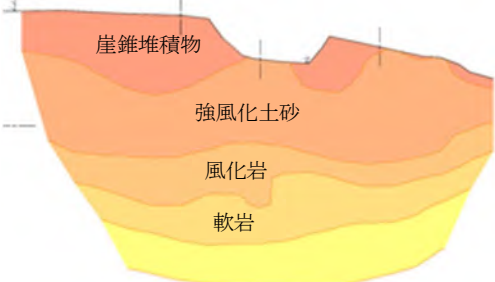


図-5 解析断面図 (B 測線)

3.3. 法面観測

片側通行開放から応急対策工事までの期間中および応急対策工施工後約1か月の間,事務所に警報がくるリモート管理型の変位計測機を設置した.警戒値を2.0mmとし,警戒値を超えた場合,現地確認を実施し,通行規制の必要性を検討する方針とした.

4. 対策工の設計

対策工として,全面交通開放にむけた応急復旧対策設計及び,恒久対策設計として崩壊箇所と同様の崩壊が発生するリスクが高い隣接区間の対策設計を実施した.

4.1. 応急対策の検討

①崩壊のメカニズム

【素因】

- ・湧水や表面水が浸透しやすい崖錐層が厚く堆積
- ・現地状況より表面水が集まる地形である

【誘因】

- ・豪雨による斜面の雨水浸透・表面水が法面に流出
- ・崖錐層が飽和状態となり,強度が劣化し崩壊

【崩壊形態】

- ・当該箇所の表層崩壊は,幅11.0mに対し,長さが60mと長いので,初期崩壊として円弧すべりが発生し,すべり崩壊による影響で斜面下部の表層崩壊が発生したと考えられる.

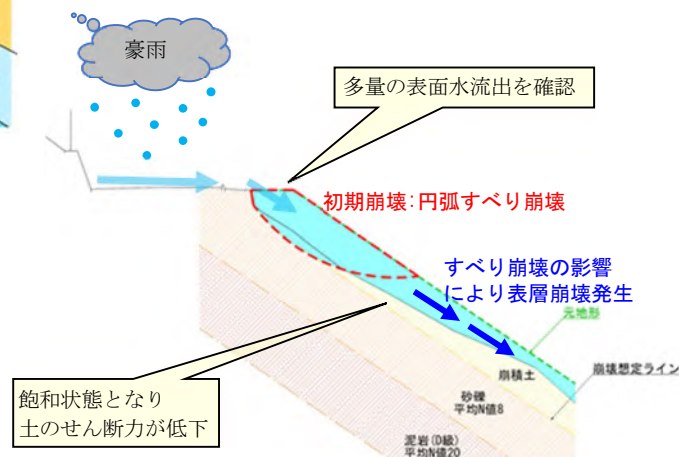


図-6 崩壊メカニズムのイメージ

②対策工の方針

《対策工の目的》

- ・ 崩壊した不安定斜面の安定確保

《現場条件》

- ・ 施工時に国道 8 号の通行止め回避
- ・ 1 日でも早い交通開放

□ 想定すべり線

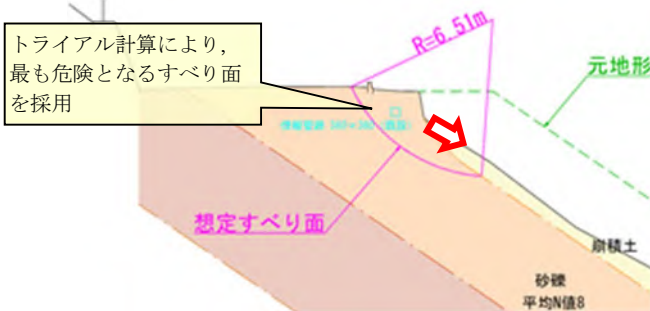


図-7 崩壊モデル

《対策案の選定(一次)》

第 1 案:土留工(H 鋼横矢板)・・・棄却

- ・ 土留工により不安定斜面のすべり力を抑制
- ・ クレーン施工時電線に干渉
- ・ 電柱移設協議のための時間を要し、製品調達に約 1 か月の時間を要するため棄却

第 2 案:鉄筋挿入工・・・採用

- ・ 補強材(鉄筋)を挿入することにより、すべり力を抑制
- ・ 資材調達が容易で第 1 案に比べ早期交通開放が可能のため採用

《対策案の選定(二次)》

第 2-1 案:吹付法砕工・・・棄却

- ・ 表層崩壊防止のため吹付法砕工
- ・ 比較の結果、第 2-2 案に比べ交通開放に時間を要するため棄却

第 2-2 案:受圧板+吹付法砕工・・・採用

- ・ 反力体は受圧板
- ・ 表層崩壊防止のため吹付法砕工設置(開放後)
- ・ 施工手順は第 2-1 案より多く施工日数も多い
- ・ 受圧板設置段階で交通開放可能でき、第 2-1 案より早期交通開放が可能のため採用



図-8 応急対策工(施工時)

4.2. 恒久対策工の検討

①対策工の方針(斜面対策)

現地状況より、以下の工区に分けて設計する方針とした。



図-9 工区位置図

【工区①:応急対策箇所の隣接斜面】

- ・ 現地状況

応急対策箇所に隣接する法面は、崩壊箇所と同様の地盤・地形条件である。そのため、同様の崩壊リスクがある。

- ・ 対策工の方針

8 月豪雨時の崩壊形態より、崩壊モデルを想定し、想定した崩壊規模を抑止可能な工法を検討する。

【工区②:応急対策箇所の下側斜面】

- ・ 現地状況

応急対策箇所の下側斜面は幅約 11m で崩壊し、凹形状となっている。また、土質調査結果より、緩い層が残っている。

- ・ 対策工の方針

今後の降雨による浸食崩壊が懸念され、応急対策工の安定性低下につながる。

現地状況より、崩壊により大部分の緩み層は崩れ落ちたが、一部、残っているため経験的手法²⁾より、鉄筋挿入工(2.0m)を設置する計画とする。

②崩壊モデルの想定(工区①)

工区①については、崩壊規模が豪雨時に発生した崩壊と同程度と想定される。そのため、災害時のすべりを想定。その後、想定したすべり面より、工区①のすべり面を想定した。

水位についても同様、災害時の水位より想定する方針とした。ここで災害時の水位は土質調査より得られた定数($\phi=32^\circ$, $C=0\text{kN/m}^2$)を用いて現況安全率 $Fs=0.95$ ³⁾とし、水位をトライアル計算により算出した。

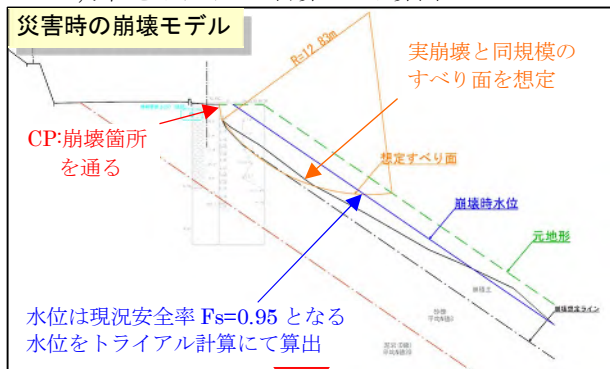


図-10 崩壊モデル

③対策工の抽出

想定した崩壊規模を抑止できる工法を切土工・斜面安定工指針のフロー及び選定表より抽出する⁴⁾。フローより選定した中で、杭工は地すべりなど大きな抑止力に抵抗する場合な工法であり、当該地の崩壊状況と異なるため適用外とする。また、吹付砕工・場所打ちコンクリート砕工は斜面全体のすべりを抑止できないため適用外とする。また、反力体は表層崩壊防止可能な法砕工とする。

- 第1案: グラウンドアンカー+吹付法砕工
- 第2案: 鉄筋挿入工+吹付法砕工

④対策工の比較検討

先述した工法の中で比較検討した結果、経済性・施工性に優れる「第2案:鉄筋挿入工+吹付砕工」を採用した。

⑤施工計画(斜面对策)

鉄筋挿入工は足場を設置して施工する計画とし、削孔機の上下移動はドライブインの前の広場に60t吊りラフタークレーンを設置する計画とした。

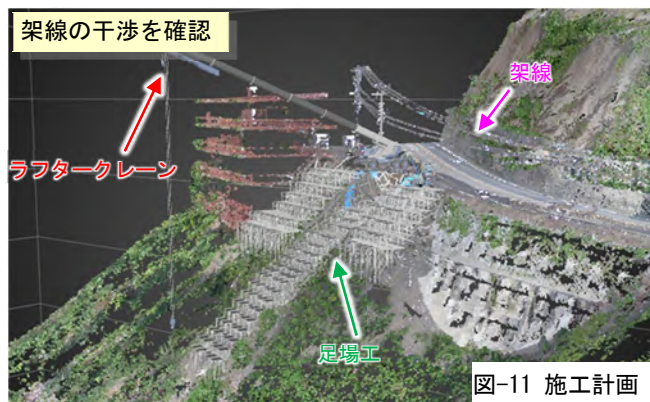


図-11 施工計画

⑥対策工の方針(排水対策)

崩壊要因の1つとして、道路からの表面水の流出が挙げられるため、路面の排水対策を行う必要がある。

現地調査より、ドライブイン前の柵に既設横断管($\phi 300$)を確認、現況水路には蓋がかかっており、20mに1箇所(計2箇所)にグレーチング蓋が設置されており部分的に集水できる構造となっているが、縦断勾配が4.25%と急なため、表面水は用地境界付近(サグ部)を通り崩壊箇所へ流れていると考えられる。そのため、表面水の排水対策は以下の方針で対策することとする。

□既設柵より北側

北側から流れてきた表面水を集水できるよう、用地境界付近から既設柵間に水路(グレーチング蓋)を設置する計画とする。

□既設柵より南側

北側から流れてきた表面水を集水できるよう、用地境界付近から既設柵間に水路(グレーチング蓋)を設置する計画とする。

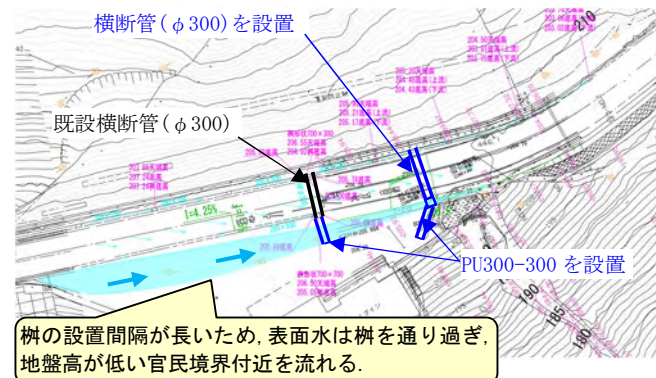


図-12 排水計画イメージ図

5. 設計図面

平面図,標準横断面図を以下に示す。

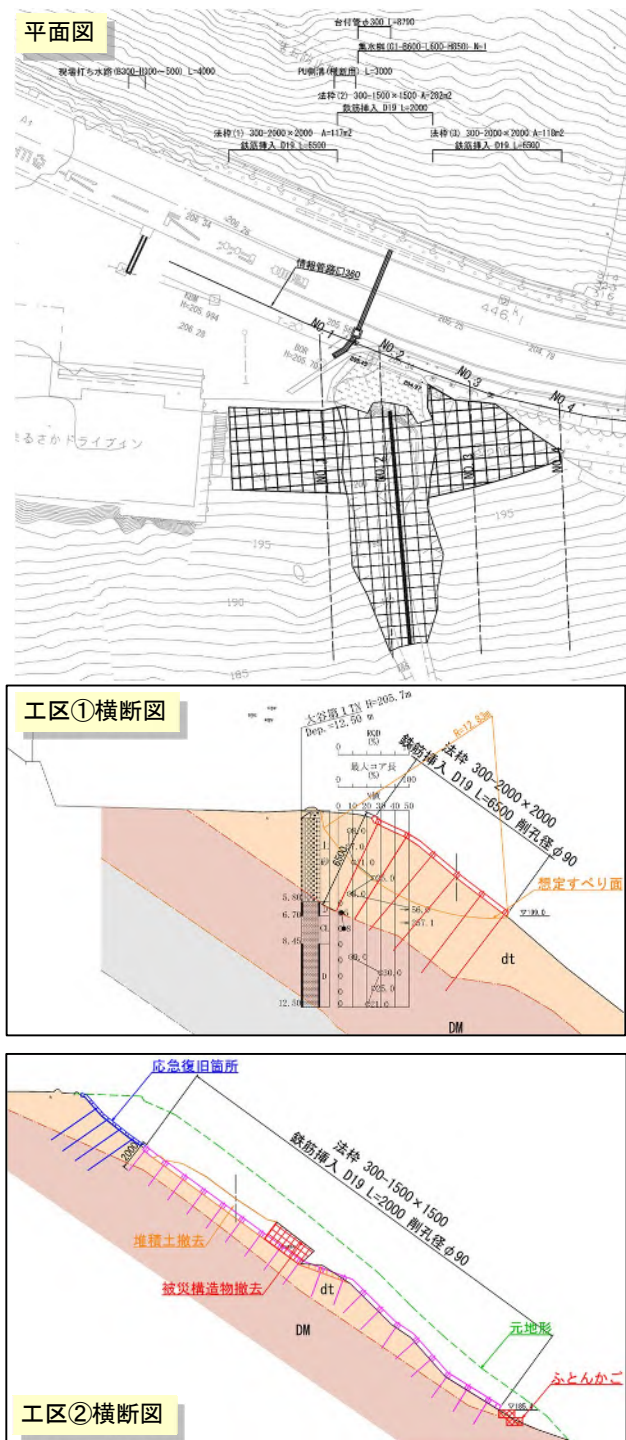


図-13 対策工計画図面

6. 施工状況

対策工の施工完了写真を示す。



図-14 対策工全景

7. 考察

令和4年8月豪雨により,斜面崩壊が発生した。崩壊のメカニズムとしては,集水地形であり,豪雨及び表面水の流出により,崖錐堆積層が飽和状態となりせん断抵抗角が低下し,崩壊に至ったと考えられる。

崩壊要因の1つとして,道路表面水の流出があり,流出要因としては既設アスカーブの破損,集水樹の設置不足であった。本事例のように,排水処理不足による崩壊は維持管理による点検で未然に防ぐことが可能であると思われる。維持管理による事前の補修を行う必要があると考えられる。

また,本事例箇所は防災カルテ点検の該当箇所ではないため,排水施設損傷の発見ができていなかった,そのため,総点検を実施し同様のリスク箇所の抽出が望まれる。

8. あとがき

本災害で提案・実施した取り組みについて,同様な災害が発生した際,本論文が早期復旧を行う上で,防災技術者の手助けとなれば幸いである。

最後になりましたが,本論文を作成するにあたり,多大なるご協力を頂きました関係者の方々に深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省: 令和6年版国土交通白書, P217
- 2) NEXCO: 切土補強工法設計・施工要領, 平成19年1月, P44
- 3) NEXCO: 切土補強工法設計・施工要領, 平成19年1月, P29
- 4) 道路土工 切土工・斜面安定工指針, 平成21年6月, P198, 199