

令和4年8月北陸自動車道における土石流災害の応急復旧対策方針

中日本高速道路株式会社 正会員 ○藤岡 一頼, 鈴木 俊雄, 田中 裕太
西松建設株式会社 正会員 鈴木 健

1. はじめに

令和4年8月5日に、北陸自動車道の敦賀ICと今庄IC間の敦賀トンネル南坑口部付近で約2万m³にも及ぶ土石流による大規模な土砂災害が発生した。特に下り線（金沢方面）の被害は甚大で、土石流によりボックスカルバートが閉塞し、本線上にも3m程度土砂が堆積した。本報告は、早期に道路交通を確保するために検討した応急復旧対策の考え方について紹介する。

2. 被害概要

北陸自動車道下り線の、被災状況を写真-1に示す。土石流により内空幅6.0m、高さ4.5mのボックスカルバートが閉塞し、本線上に土砂が3m程度堆積した状況であった。溪流は、堆積した土砂が自然堤防となり、高速道路の側道脇を、ほぼ高速道路と同じ高さで流下している状況であった。上り線の被害は、下り線で土石流が堆積したこともあり、比較的軽微であったため、土砂を撤去後、高さ3mの親杭横矢板による土留め壁により本線を防護することで、被災から5日後の8月10日午前0時に2車線確保した状態で通行止めを解除することができた。



写真-1 下り線敦賀 TN 南坑口部土砂堆積状況

3. 下り線の応急復旧の考え方

下り線の復旧にあたっては、閉塞したボックスカルバート内の土砂を撤去し、流路を確保したうえで堆積した土砂を撤去することが抜本的な対策となる。しかし、カルバート内の土砂撤去は、①ボックス内の土砂の撤去作業中に、ダムアップした水が一気に流入することが想定され危険であったこと、②作業中の安全を確保しつつ閉塞した土砂撤去を実施した場合、相当の期間が必要となることから、被災後の溪流の流路を活かしつつ、高速道路の通行止めを解除する方針とした。

応急復旧は大きく3つのステップで実施した（図-1参照）。

【ステップ①】 走行車線の土砂撤去

上り線の通行止め解除後に、敦賀ICから今庄ICへの管理用車両、復旧工事車両などの通行路を1車線分確保するため、走行側の車線の堆積土砂の撤去を第一とした。

【ステップ②】 仮排水路の整備

高速道路脇を自然流下している溪流をより安全に流下させるため、大型土のうや護岸シート等で仮設排水路を整備した。

【ステップ③】 高速道路上の土砂撤去、土留め壁設置

流路確保後、高速道路上の堆積土砂を撤去し、土石流が再発した場合の堆砂ポケット確保のための土留め壁を設置した。

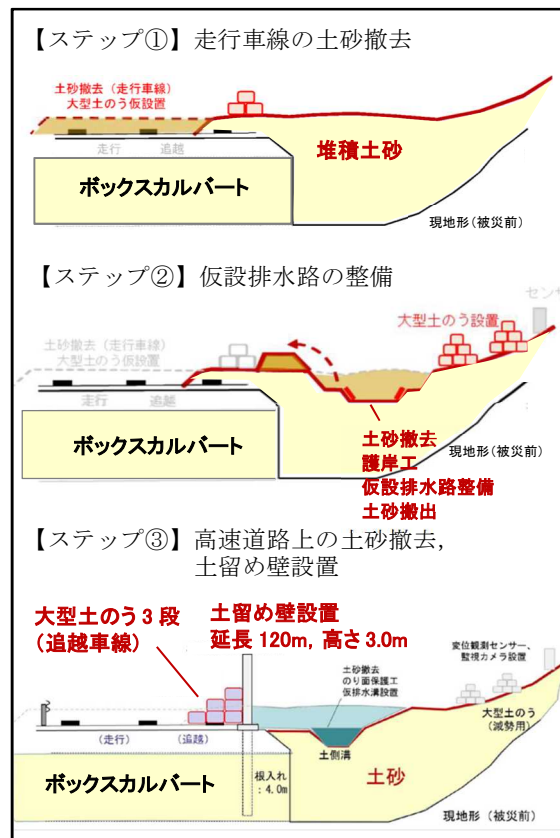


図-1 下り線応急復旧ステップ図

4. 土留め壁の設計

堰堤の設計は、堆砂圧および流体力等を考慮することが一般的である。しかし、不安定土塊や流体力の設定が困難で時間を要することや、早期応急復旧には、汎用性の高い資機材を用いる必要があることから、土留め壁は親杭横矢板とし、設計は堆砂圧に対する応力を満足し、流体力が作用し土留め壁が変形しても堆砂機能を確保できるように、追越車線に大型土のうを設置し変形を抑制する方針とした。

併せて、速やかに材料手配をするため、試算を実施した。親杭は汎用性のある長さ 8m を前提に、自立高さ 4m、H-300 と H-350 とで比較した。また、親杭間隔は、施工性を考慮し、1.5m × 3m の敷鉄板を土留め板として設置できるように 1.5m 間隔とした。土質定数は、設計要領や上り線の施工実績を参考に、堆砂部を「密実でない砂質土相当」として、 $\phi=25^\circ$ 、 $c=0$ kN/m²、 $N=7$ 、地盤部を「密実でない礫まじり砂相当」とし $\phi=35^\circ$ 、 $c=0$ kN/m²、 $N=50$ と設定した。計算結果の抜粋を表-1 に示す。

試算の結果、概ね応力内に収まるため親杭は H-350、L=8.0m で材料手配を行った。その後の調査で不安定土塊量約 3,000m³、堆砂高さ 2.5m 程度と推定されたため、高さは敷鉄板 1 枚分の H=3m とした。これら対策により、被災から 3 週間後の 8 月 27 日に 1 車線規制で下り線の通行止めを解除した (写真-2)。

5. 2 車線確保するための対策

除雪作業の支障となるため、冬季までに 2 車線を確保する必要があった。8 月末の段階ではカルバートまでの進入路確保の作業中であり、カルバート内の土砂撤去は未着手であった。土砂撤去が冬季までに確実に完了できる確証が無いため、大型土のうの代替対策として土留め壁の上流側に、延長 50m、高さ 3m の「透過型土砂防護柵」を設置することとした (写真-3)。透過型土砂防護柵は、堆積した土砂を撤去する前提で、第 1 波の流体力 (40.52kN/m²) を抑制する考えで設計した。

なお、透過型土砂防護柵は 3m の堆砂圧にも許容応力値内で、堆砂圧+流体力に対しても降伏値未満の応力であることを確認している (図-2 および表-2)。さらに、不測の事態により透過型土砂防護柵が変形しても、本線脇に設置した土留め壁により堆砂ポケットを確保できる考えとした。透過型土砂防護柵設置後、損傷した舗装などを復旧し、令和 4 年 11 月 22 日に 2 車線確保することができた。

6. おわりに

受発注者間の綿密な連携により、工事中の安全や工程の手戻りも無く、お客様への影響も最小限で 2 車線確保することができた。大規模な土砂災害が頻発するなか本報告が早期交通確保の一助となれば幸いである。

表-1 土留め壁の試算結果

ケース	1	2
自立高さ	H-4.0m	
親杭間隔	@1500	
土留め杭	H-300	H-350
根入れ長	4.0m	4.5m*
土留め杭長	8.0m	8.5m
土留め杭応力 (≤ 210 kN/m ²)	227 kN/m ²	138 kN/m ²
土留め板材	PL-22mm	PL-22mm
土留め板応力 (≤ 210 kN/m ²)	132 kN/m ²	131 kN/m ²
判定	NG	OK

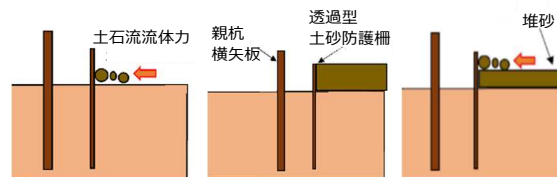
※詳細検討にて土木学会 トンネル示方書 開削工法編に基づき粘着力を考慮し根入れ長 4.0m とした。



写真-2 下り線応急復旧状況 (通行止め解除時)



写真-3 透過型土砂防護柵の設置状況



1) 流体力のみ 2) 堆砂圧のみ 3) 堆砂圧+流体力
図-2 透過型土砂防護柵の検討ケース

表-2 透過型土砂防護柵の検討結果

ケース	1	2	3
土留め杭/土留め杭長	H-300/8.0m		
自立高さ/根入れ長	3.0m/5.0m		
土留め杭応力(曲げ) (≤ 210 kN/m ²)	97 kN/m ²	103 kN/m ²	239 kN/m ² 降伏245未満
土留め杭応力(せん断) (≤ 120 kN/m ²)	40 kN/m ²	38 kN/m ²	65 kN/m ²
判定	OK	OK	NG