

国道210号赤岩地区災害復旧

古原正人・伊藤康弘

1. はじめに

令和2年7月6日から7月8日未明にかけ、梅雨前線の活発な活動にて発生した集中豪雨により、国道210号では法面崩壊や道路陥没等、50箇所以上が被災し、一時、全長50kmにわたり通行止めとなった。なかでも大分県日田市天瀬町赤岩地区では大規模な道路崩壊が発生し、1ヶ月以上にわたって全面通行止めとなった。

赤岩地区の被災区間では、恒久的な安定化対策（本復旧対策）にあたり、応急復旧で使用した大型土のうを存置することで交通への影響を最小限に抑える方針が採られた。

今回の災害復旧事例は、調査方法や設計方法が確立していない応急復旧で設置した大型土のうの安定性について、事前に推定や計算ができない強度に関する不確実性を、供用中のモニタリングで確認するという発想の転換を行って災害復旧の効率を向上させた点が重要なポイントである。

本稿では、赤岩地区の被災区間における恒久的な安定化対策の完成にいたるまでの計画及び施工と、存置する大型土のうの耐久性に関する不確実性に対応するためのモニタリングを併用したリスクマネジメントの計画及び実施事例について報告する。

2. 災害の概要と対策の概要

2.1 被災概要と地形地質的特徴

赤岩地区で発生した道路陥没の規模は、高さ約20m、幅約10～16m、延長約100m、崩壊土砂量約2万 m^3 におよぶ（写真-1）。国道の下には一級河川筑後川水系の急流河川である玖珠川が山間を縫うように東西方向に並走して流れている。崩壊箇所は川の流れがカーブする場所にあり、水の勢いが強い水衝部にあたるため、崩壊箇所周辺の残存土砂は、降雨に伴う河川水位の上昇と洗掘により更に流出する可能性があった。

また、被災箇所の地質は、脆弱で崩落しやすい凝灰角礫岩のほか、これが風化・土砂化した火山灰質粘性土が主体であり、含水して泥濘化しトラフィカビリティが確保しにくいことから施工上の配慮も必要であった。



写真-1 被災状況写真（令和2年7月9日撮影）

2.2 応急復旧対策

今回の道路崩壊は、河川の水衝部にある道路護岸の基礎洗掘と、河川水位の急激な上昇・下降により、護岸背面の裏込め土と風化した地盤が吸出しを受けたことと、道路背後の急傾斜地からの表流水の集中等により護岸背面土砂の流出を助長し、崩壊に至ったものと考えられる。



写真-2 応急復旧完了後の全景（令和2年8月17日撮影）

そこで、応急対策として、流失した路体基礎部に工期短縮が可能、かつ洗掘に強い袋詰め玉石を

敷設し、その上の路体に施工性の良い大型土のうを採用し、最後に護岸基礎の洗掘を防止する消波ブロックの投入を行い、早期の交通開放を図った。この結果、豪雨災害発生から41日間で、片側交互通行で開通できる見込みとなった（写真・2）。

2.3 被災箇所監視体制と動態観測結果

2.3.1 被災箇所監視体制

このような状況のなか、応急復旧対策後の二次災害を防ぐことを最重要課題として、応急復旧箇所やその周辺の不安定な地盤の挙動を監視しながら工事を進める必要があった。そこで、施工時の安全確保及び恒久対策計画に資するデータ収集を目的として、被災直後より各種観測計器を設置し、仮復旧箇所周辺の監視・計測を実施し施工を進めた（図-1）。

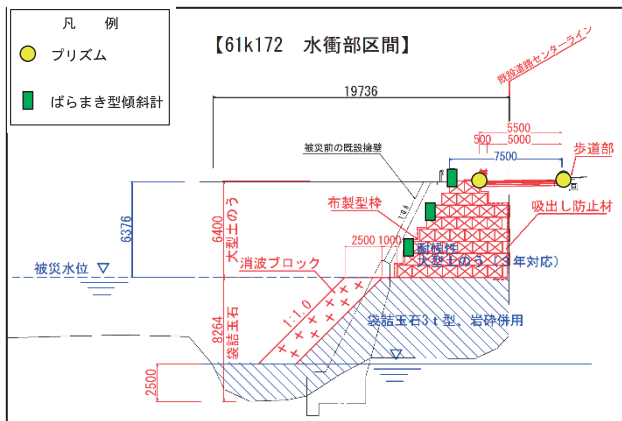


図-1 応急復旧時の動態観測横断面図

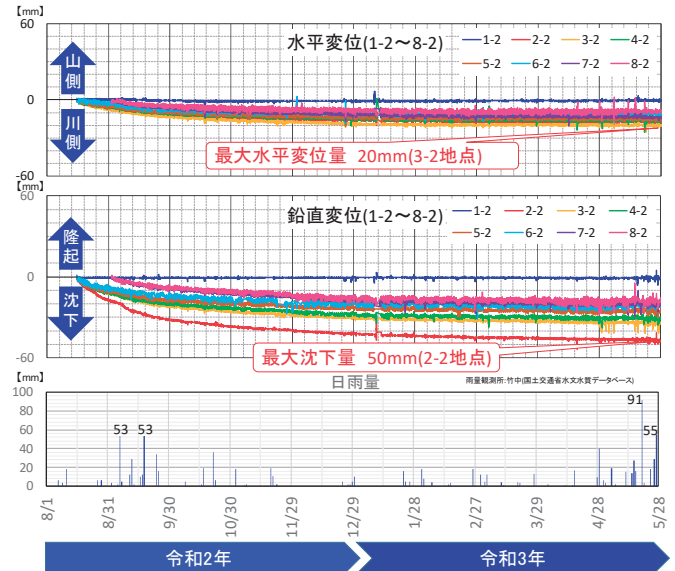
2.3.2 動態観測結果

赤岩地区での動態観測は、路面の川側と山側の両端にプリズムを設置してトータルステーション(TS)により地盤変位を、また、大型土のうの上にばらまき型傾斜計を設置して路体表面の傾斜を計測し、更に、河川内に水位計を設置して応急復旧対策後の自動計測を行った（写真・3）。



写真・3 動態観測状況(左:手計り観測、右:TS設置状況)

この結果(令和2年8月～令和3年5月;図・2)によると、時間とともに路面川側の地盤が最大20mmほど川側へ変位し、最大50mmほど沈下したが、全体的に見ると、応急復旧対策を行った道路の地盤変位は大きくなく概ね安定した状態にあった。



図・2 動態観測結果(道路川側の地盤変位)

2.4 本復旧対策工事（鋼管打設時の動向を含む）

2.4.1 本復旧工法の概要

当該地区の本復旧工法は、構造形式、洗掘防止、施工期間、経済性を総合的に評価し、特に、施工期間を重視して「鋼管土留(アンカー付き)+被覆プレキャストパネル+消波ブロック」案とした（図-3）。

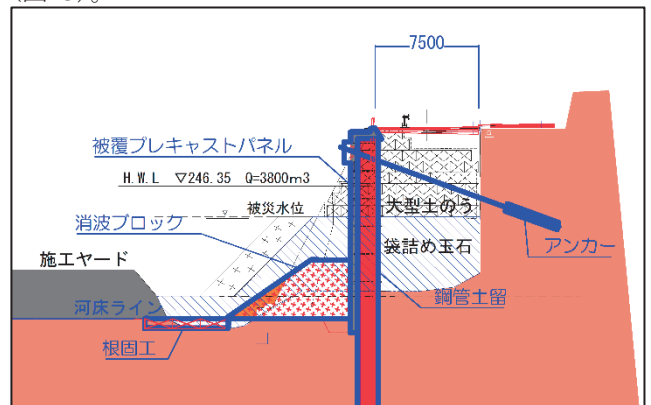


図-3 本復旧対策工標準断面図

この復旧工法は、関係者協議や地元要望等を踏まえて、①現位置での本復旧とする、②本復旧工事中は片側交互通行を確保する、③被災前の河川断面を確保する、④早期の復旧完了を目指し、応急復旧で設置した袋詰玉石や大型土のうを極力存置して活用する、という基本条件で計画し施工を進めている。

2.4.2 本復旧対策工事の現況

本復旧対策工事では、現在、河床部の掘削・瀬替工等のほか、道路の川側端の所定位置にクラッシュパイラーにて反力架台を設置後、ジャイロパイラーを据付けて鋼管土留用の鋼管圧入を行っている（写真-4）。また、鋼管圧入が完了した区間から順次、グラウンドアンカー設置、被覆プレキャストパネル設置等を進めていく予定である。



写真-4 本復旧対策工事の現況(令和4年3月時点)

3. 本復旧工法に対するリスクマネジメント

3.1 本復旧工法における地質・地盤リスク

赤岩地区における地質・地盤リスクとしては、以下のものが考えられる。

- (1) 道路護岸基礎の洗掘の不確実性；被災箇所が急流河川の水衝部にあたり、豪雨等によって河川水位が上昇すると、道路護岸基礎が洗掘を受けやすい。
- (2) 洗掘・吸出しの不確実性；地質が軟質な基質の凝灰角礫岩であり、また、護岸背面にはルーズな土砂が分布しているため、護岸基礎の洗掘に伴い、背後の土砂が吸出しを受けやすい
- (3) 土石流出の不確実性；玖珠川沿いにあり、道路背後には高さ約90m、傾斜角約35度の急傾斜面が連続するため、豪雨時には表流水や地下水が道路背面に集中し、また、急傾斜面上の不安定土砂や転石等が路上に崩落しやすい。
- (4) 大型土のうの長期耐久性の不確実性；応急復旧時に使用した大型土のうを存置して、本復旧時の路体として利用する計画で工事を進めている。大型土のうは、被災箇所ですぐ施工が可能で、使用材料の品質も管理しやすいが、一般的な方法では転圧・締固め管理ができない。このため、将来、路面の過大沈下や路面下空洞の原

因にならないかどうかの検証が必要となる。

このうち、(1)から(3)に関しては、本復旧工事の設計・施工段階で、事前に低減等が図れる地質・地盤リスクと考えられる。

しかし、(4)に関しては、本復旧工事後においてもリスクが残るため、この「大型土のう路体の長期耐久性に対する不確実性」が、主な本復旧工法に対する地質・地盤リスクと考えられる。

3.2 リスクマネジメント

3.2.1 本復旧工法のリスクマネジメント概要

赤岩地区での災害復旧では、『早期の全面交通開放』という目的で、応急復旧時に設置した大型土のう(岩砕+再生砕石)を存置したままの復旧工法を採用した。

この大型土のうは、応急復旧期間中に過大変形等も認められず十分に安定しており、入念な施工と材料の選定を行ったことにより、十分な強度を発揮できているものと考えられる。

しかし、一般的な締固め基準による施工管理方法では、大型土のうを用いた路体の長期的な安定性を確認できない。

そのため、供用後の路面沈下等の不確実性をどのように担保するかが課題となった。

3.2.2 リスクマネジメント計画・実施方針

上記の本復旧時の地質・地盤リスクに対するリスクマネジメントとして、以下の対応策（案）等を計画し実施する。

- (1) 管理項目は、路面の走行性及びのり面(大型土のう)の安定性という要求性能を確保できる項目である必要があるため、路面の沈下量とのり面(大型土のう)の傾斜変位量の2項目とする。閾値は、路面沈下量については他路線における軟弱地盤対策基準を、また、傾斜変位量については実際の現地における事前観測変位量を参考にして設定した。
- (2) 路面沈下等の観測は、応急復旧対策で実施している「TS」及び「ばらまき型傾斜計」等を用いて、応急復旧対策時と同様に動態観測を行う。路面沈下等の観測期間は、河川出水期における地盤内地下水の流動・水位上下動に伴う地盤変動への影響等を考慮して、供用後概ね1年を想定する。路面の急速な沈下・変動等を観測した場合は、下記の基準をもとに、交通規制(通行止め・交通開放)を実施する。

- ・ TSで路面の沈下量が100mm/日以上を観測し、変位・変状を確認した場合もしくは、TSの沈下量が100～300mm以上（累積）を観測し、変位・変状を確認した場合。
- ・ ばらまき型傾斜計の数値が 0.8° /日または、 0.10° /時間以上を観測し、変位・変状を確認した場合。
- ・ 通行止め後の交通開放基準は、「TSの沈下量による規制の場合は沈下量15mm/日以上の変動が継続していないことを確認し解除」、「ばらまき型傾斜計による規制の場合は 0.8° /日かつ 0.10° /時間以上の変動が継続していないことを確認し解除」とする。

(3) 路面沈下等に対する対策は、オーバーレイ工法による舗装補修を基本に計画する(図-4)。路面沈下観測終了後は、道路巡回及び異常時及び定期的な点検にて表-1に示す項目に関して監視・点検を実施する。

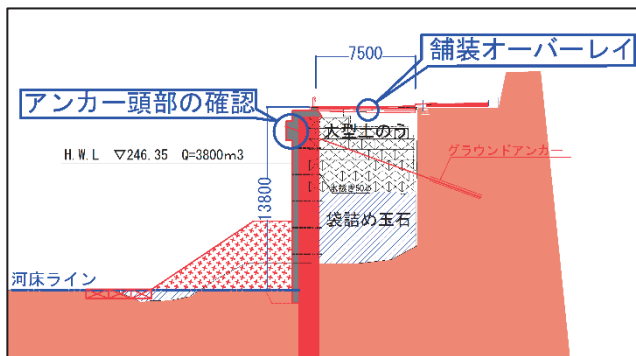


図-4 本復旧対策工完了後の変状時対応方針（案）

表-1 本復旧対策工完了後の監視・点検表（案）

項目	路面沈下状況確認				
	日常点検		定期点検	豪雨時点検	地震時点検
現地気象状況等	平時		平時	大雨洪水警報発令後	地震発生時
点検種別	道路パトロール	カメラ監視計測機器	道路土工構造物点検	異常気象時の点検 道路パトロール	カメラ監視計測機器
点検頻度	1回/2日	常時	1回/5年	適宜	地震直後
対象 (着眼点)	道路面 (亀裂)	道路面 (亀裂)	鋼管土留壁 (変状)	道路面 (亀裂)	道路面 (亀裂)
	道路面 (沈下)	道路面 (沈下)	鋼管土留壁周辺 (変状)	道路面 (沈下)	道路面 (沈下)
			鋼管杭土留アンカー (変状)		
			道路面 (亀裂)		
手法	路上 遠望目視	監視カメラ 遠望目視	近接目視	監視カメラ+路上 遠望目視	監視カメラ 遠望目視
	TS沈下量観察	道路土工構造物点検	TS沈下量観察	TS沈下量観察	TS沈下量観察

4. おわりに

赤岩地区の被災現場では、令和3年7月より道路の恒久的な安定化対策に取り組み、本復旧の完了を目指して対策工事を進めている。

被災直後から、災害対応や、被災状況の調査、被災のメカニズム解明、復旧方針等に対し、九州地方整備局TEC-Doctor（学識経験者）や九州防災エキスパート（国土交通省OB）から専門的な知見や災害対応の経験に裏付けられた助言をいただいた。さらに、国土技術政策研究所、土木研究所から応急復旧大型土のうを存置したリスクマネジメントの助言をいただいた。また、本稿執筆にあたり、東洋技術(株)、応用地質(株)、基礎地盤コンサルタンツ(株)、西松建設(株)、(株)銭高組には調査・設計・観測・施工の面でご協力をいただいた。この場を借りて厚く御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 伊藤康弘：令和2年7月豪雨における国道210号災害対応について
- 2) 黒川恵美、古原正人、中村真一郎：令和2年7月豪雨により発生した国道210号の災害について
- 3) 国土交通省九州地方整備局大分河川国道事務所：令和2年7月豪雨R210復旧までの軌跡

古原正人



国土交通省九州地方
整備局大分河川国道
事務所 道路管理第
二課長
KOHARA Masato

伊藤康弘



国土交通省九州地方
整備局大分河川国道
事務所 副所長
ITOU Yasuhiro