

中山間地の道路における法面災害の発災から応急対策 ―国道 169 号上池原地区の事例―

日本工営株式会社 ○長山 孝彦, 古山 淳一郎, 中島 美千代, 横山 隆, 一木 利哉
 奈良県道路マネジメント課 植谷 秀夫^{※1}, 南田 高志, 徳田 光樹

※1 現所属：奈良県まちづくり推進課

1. はじめに

2023 年 12 月 23 日夜に、奈良県下北山村上池原地区において、大規模な斜面崩壊が発生した¹⁾。この崩壊で通行中の車両 2 台が巻き込まれ、重傷者 1 名、死者 1 名の事故となった。本発表では、この道路法面災害に対して災害の実態とその調査、応急対策までの流れを報告する。

2. 対象地域の概要

2.1 国道 169 号線の概要

国道 169 号は、奈良県奈良市から和歌山県新宮市に至る一般国道で、重要物流道路である。今回災害が発生した上池原地区は大部分が池原貯水池に面している(図-1)。池原貯水池は、1964 年に完成した運用 50 年を超える池原ダム(発電用ダム)の貯水池であり、そこに面した道路では、建設時にモルタル吹付等により保護された急こう配な切土法面が連続していることや、工事後 50 年を超えていることから、度々、落石や崩壊などが報告されている。



図-1 被災箇所位置図（池原貯水池周辺）

2.2 地形地質概要

斜面崩壊が発生した箇所は、池原貯水池右岸側の奥佐田山（標高 847.8m）の標高 330m 付近の道路際の南東向き斜面である。この斜面は東西方向に走る深い谷に南北を挟まれ、貯水池に向かって凸状に張り出す半島状の尾根斜面となっている。防災科学研究所が公開している「5 万分の 1 地すべり地形分布図」によると、被

災箇所周辺の西側に数は少ないものの地すべり地形が見られる。

地質は中生代後期白亜紀の付加体で、泥岩砂岩互層が分布している。周辺には砂岩優勢の地域や、新第三期中新世の花崗岩の貫入地帯も認められる。

3. 災害状況

3.1 気象概要

発災日時（2023/12/23）周辺の気象状況だが、被災前 3 日間は降雨が認められなかった（2023/12/11 に最大日降雨量 15mm の雨以降記録無し）。

気温は、12/16 以降平均気温が急激に下がっており、12/21～23（発災日）までの気温は、最低気温が連日 0℃以下まで下がっていた。発災前日からは繰り返し 0℃を前後していた。発災当日は 0℃から急激な気温上昇（14 時頃に最高気温 6℃）の後、急激な気温低下が認められた（発災時間(20 時 50 分頃)には -1.2℃程度）。なお気象観測データは近傍にある気象庁アメダス上北山村観測所のものである(図-2)。

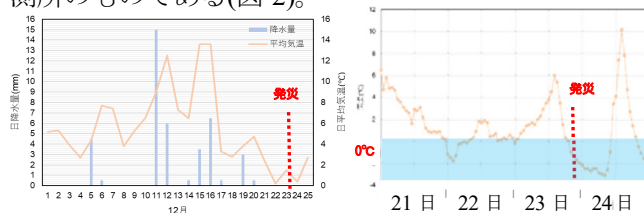


図2 発災時近傍の気象

(左: 12月の降水量/平均気温 右: 前後の気温変化)

3.2 発災時からの動き

2023 年 12 月 23 日 21 時 4 分に奈良県広域消防組合から山崩れの連絡が入り、それ以降、国道を全面通行止め、被災者の救助に着手すると共に、翌日より除石等緊急対応、崩壊要因究明の調査等が開始された。12/24/1/9 に開かれた学識者による検討委員会で、主な原因と調査結果に基づく応急対策方針が決定された。

4. 状況把握調査と結果

当時の気象条件や、現場の状況から凍結融解起因の岩盤すべりの可能性があるとの見解が、初動調査を行った学識者より示された。その後、現象を特定するために状況調査（地表踏査）を行った上で、岩盤すべりが生じている範囲、機構解明を行い、併せて未崩落の近傍モルタル吹付部の調査（熱赤外線調査）を実施した。

4.1 状況調査（踏査）結果

当該箇所は、2023 年 5 月に発生した小規模な崩壊箇所（モルタル吹付崩落）が拡大したものであり、今回の

崩壊は最大高さが40m×幅20m×深さ4～5m程度、崩壊発生箇所下部に堆積している崩積土は安息角（35度程度）で概ね安定化していた。南側法肩付近（高さ15m付近）にモルタルの落ち残りがあった。岩盤は風化が進行した泥岩砂岩互層であり、崩落後に破碎される(図-3)。

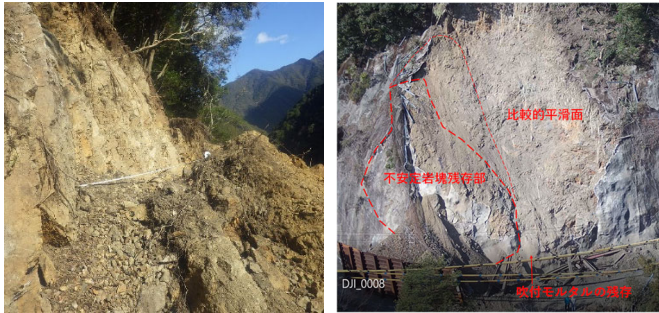


図-3 崩壊地の状況（左：落残り 右：全景）

崩落岩塊は土砂化するものの最大50cm程度の方形(法肩付近に堆積)であった。地表踏査では破断面やすべり面、岩盤の緩みの走向傾斜を計測、その結果、斜面に直行する亀裂やすべり面が整理され、くさび上の崩壊が発生していることが示唆された(図-4)。なお踏査で、崩落手前側のモルタル吹付けに大きな変状はないが、上下流側上部の一部にモルタル下に空洞が有ることが示唆された。

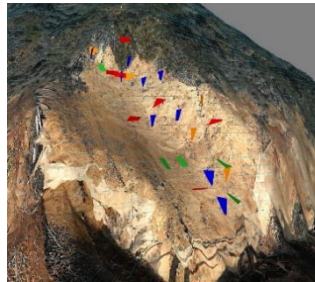


図-4 崩壊面の亀裂分布

4.2 モルタル吹付部調査

崩壊拡大の有無を確認するために岩盤すべり周辺のモルタル吹付部にて、熱赤外線調査とコア抜き調査を行った。熱赤外線調査結果からは、モルタル吹付上部の背面が空洞化・土砂化しており、モルタル下部は岩盤や固結度の高い砂が分布している(図-5)。熱赤外線調査で温度差が大きく出た箇所と、空洞化が生じている箇所の分布、空洞の大きさはおおむね一致した。(最大100mm程度の空洞を確認)



図-5 熱赤外線調査結果
：空洞部(白)もしくは土砂化部と想定される範囲(赤～橙)

4.3 その他斜面調査結果

深度方向の活動範囲確認のため、広範囲での性状が確認できる弾性波探査、ならびに直接確認を行う為のボーリング調査を実施している(図-6)。ここではB測線について解説する。弾性波探査結果とボーリング調査結果(ボアホールスキャナー画像)を対比し、大凡の岩盤すべりの可能性が高い面を確認した。ボーリングコアで、ボアホールスキャナーで空洞が確認された深度付近の岩盤が著しく破碎

していることが確認されており、これらの深度は弾性波探査によるP波1100～1300m/sの速度帯に相当し、断面図上で相関性が良いことも認められた(図-7)。

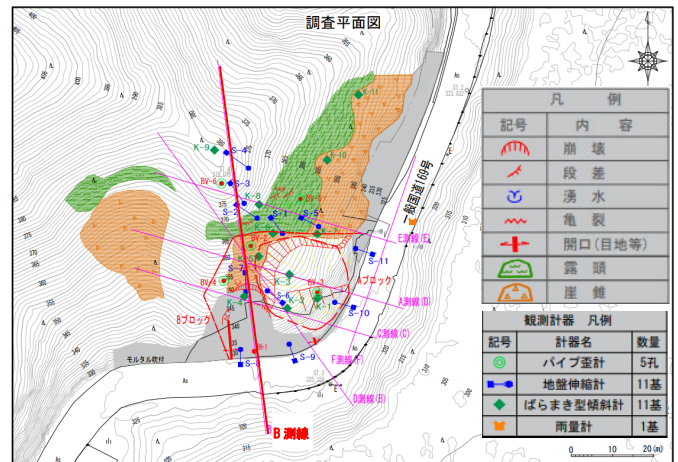


図-6 調査・観測平面図

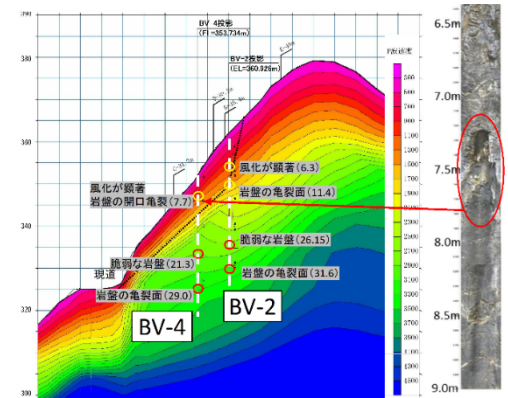


図-7 ボーリング調査と弾性波試験結果の対比

5. 応急対策

岩盤すべりは動き出すと滑動が早く、検知後の退避が難しい。また、不安定岩塊が再活動した際の緩衝帯も設置出来る余裕がないことから、現道上での応急対策による暫定通行は、通行車輛の安全を確保できないため、仮橋の整備による応急対策を実施した。仮橋の施工に際しては、施工時の安全確保、ならびに仮橋の損傷防止を目的に、被災地の岩盤地すべりおよび急立を成す崩壊斜面からの落石、小崩壊に対して最低限の斜面安全対策・監視計画を行っている。

6. 終わりに

このような災害対応では珍しいことではないが、発災時から、限られた時間の中で、確実な状況証拠を得るために様々な調査を同時並行で行い、地表踏査に始まり、周辺の法面調査、地質調査を経て、調査に基づく応急対策までを短期間に行った。なお、恒久対策については、深層崩壊の可能性も否定できないことからトンネルによる対策を行うこととなっている。

【参考文献】

- 1) 奈良県(2023), 一般国道169号 下北山村上池原地区 防災対策検討委員会資料, <https://www.pref.nara.jp/65117.htm>