

仙山峠地すべり災害における監視体制について

松江国道事務所 管理第2課 山根 裕市

1. 要 約

平成 15 年 12 月 16 日に国道 9 号仙山地区の道路切土法面で発生した地すべりは、国道 9 号の通行の遮断および通行車両や人への被害、斜面に近接する民家へ被害を引き起こすことが懸念された。被害防除を目的とした応急対策として、直接的な被害を防ぐため仮設防護柵を設置すると共に、地すべりの抑制化策として水抜きボーリングを実施し、引き続いて地すべりの恒久対策を施工している。

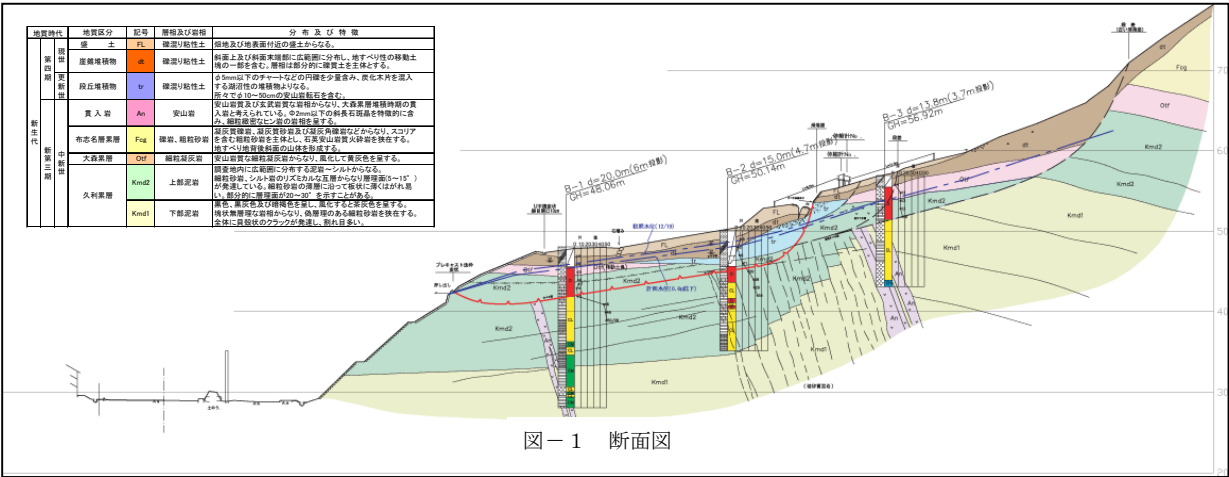
応急対策および恒久対策施工の間、通行車両に対する安全の確保ならびに作業員の安全を確保し2次災害を絶対的に防止するため、地表面伸縮計や定点観測などの動態観測を行い、地すべりの監視体制および監視基準値を、早急かつ合理的に決定し活用した。

監視体制は、応急対策施工中から調査ボーリング実施後までは現地での 24 時間体制とし、地すべりの動きが加速する場合に備えた。その後は監視レベルを緩和し、地表面伸縮計の自動通報システムによる遠隔での監視体制とした。

2. 災害の概要

2-1. 地質の概要

本地区の地質は、新第三系中新統の久利層の泥岩、安山岩及び段丘堆積物や崖錘堆積物等の被覆層から形成されている。地質構造は山地側で受け盤の堆積構造だが、斜面下方は見掛け上、緩い流れ盤の堆積構造からなる。さらに両者の境界面には、ほぼ東西方向に延びる北傾斜（60～80°）の断層破碎帯（幅約 20m）が存在する。ボーリング等のデータから、すべり面は久利層の上部泥岩層に存在することが判明した（図-1 参照）。



2-2. 地すべりの原因

地すべりの発生原因は、素因として、層理の発達した泥岩が流れ盤で存在することと、地すべりブロック背後に断層破碎帯が存在し、降雨時には地下水が供給されやすい地山であることが挙げられる。誘因は、地すべり発生前の連続 98mm、日最大 38mm の降雨により破碎帯を通じて地下水が供給されたため地すべり土塊背面に高い水頭を持つ地下水条件が

形成されたことが推定される。なお、水抜きボーリング実施時に地すべりの滑動が著しく活発となったことから、当地すべりの滑動は地下水位の変動に対して鋭敏であると判断された。

2-3. 被災の経緯・状況

国道 9 号仙山地区(385k+185～235 付近 大田市の北東約 10km、多伎町の境界に位置する)の道路切土法面で幅約 50m、奥行き約 50m 深さ 5～6m の規模の地すべりが発生した(以下「仙山峠地すべり」)。発見直後から、仙山峠地すべりは冠頭部の滑落崖・陥没地形が急激に拡大した。これにより国道 9 号の同区間で片側交互通行規制を実施し、隣接民家の住民が避難する事態となった。

応急対策は地すべり末端部が斜面上部であったため、仮設防護柵による土砂崩落による直接被害の防除を第一と考え実施した。地すべりの抑制策としては降雨後に災害が発生し、



写真-1 仙山峠地すべりの全景

滑落崖・陥没帯にはブルーシートが貼られている。

地すべり末端部や頭部滑落崖で湧水が確認されたことから地下水位の上昇が地すべり発生の誘因であると考え、地すべり抑制対策として水抜きボーリングを実施した。

その後、地すべりの滑動は沈静化したため、道路の片側交互通行規制を解除し、1 月 5 日～1 月 8 日に調査ボーリングを実施し恒久対策工の選定および設計を行った。現状では地すべり恒久対策を鋭意施工中である。

3. 地すべり動態観測

地すべり頭部においては滑落崖、陥没帯が形成され、末端部においては押し出し、湧水がみられ、一部で小規模な崩落も発生した。初動時には地すべりは依然活動中であり崩壊の恐れもあったことから、移動速度、移動方向などの挙動を早急に把握、監視する必要があった。よって、最も活動性が顕著であった地すべり頭部および末端部で地表面伸縮計による観測を第一に行うこととした。観測の結果、地すべりの移動速度は 2mm/h と一定の状態であった。

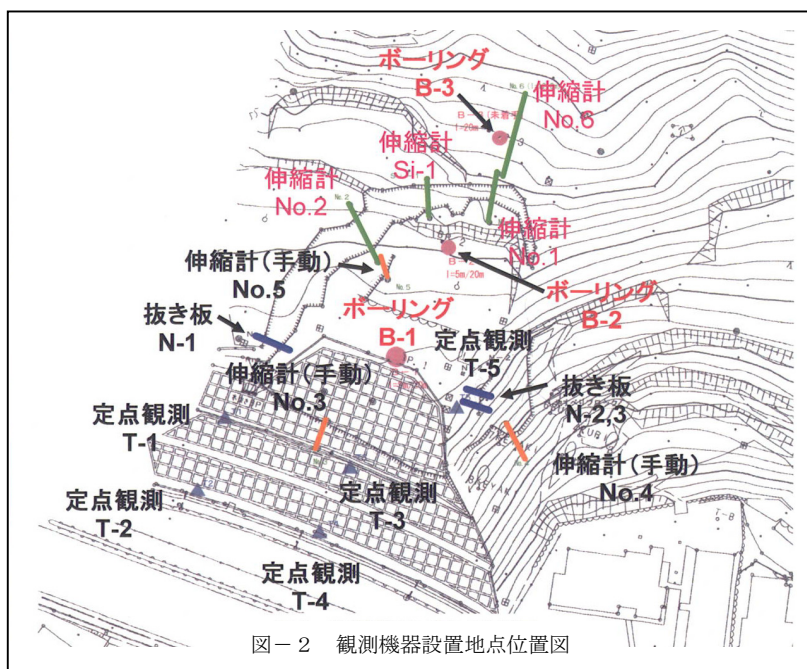


図-2 観測機器設置地点位置図

移動速度が水抜き工の完了前には一時的に最大で 20mm/h が観測されたが、水抜きが完了した時点で活動はほぼ収束した状態となった。その他に実施した動態観測は作業の状況や地すべり変状の状況に応じて必要な内容を決定し、観測期間も含め、効果的な計画の上、実施した(図-2 参照)。

1) 地表面伸縮計

応急対策施工中から調査ボーリング後までは、最大で 8 基の地表面伸縮計により、地すべり動態観測を行った。このうち滑落崖部分に設置した 2 基は測定者の安全を確保し、リアルタイムでデータを監視することを目的とし自動観測機とした。観測データは無線により受信所に送信、データ処理され、警戒基準値以上の変位速度を観測した場合、現場でパトランプが回転し、同時に関係者の携帯電話に警報を発するシステムとした。各伸縮計のデータは現地災害対策本部でパソコンに入力し崩壊予測などの計算を行うなど、地すべり滑動の監視に用いた。さらに、現地状況に即した判断を迅速に行うことを目的とし現地災害対策本部と松江国道事務所で情報を共有化できるよう、観測データがインターネットでリアルタイムにパソコンおよび携帯電話で変位量が遠隔監視できるものとした。

2) 定点観測（移動杭測量）

応急対策施工中から調査ボーリング後まで、地すべり土塊の移動方向及び地すべり範囲の拡大（波及性）の有無を確認する目的で、T-1～5 の 5 地点に定点（反射プリズム設置）を設け、測量により定点の移動を観測した。

3) その他の観測

応急対策施工中から調査ボーリング後まで、伸縮計設置箇所以外の亀裂や段差部での抜き板による観測、水抜きボーリングからの湧水量測定、調査ボーリング後には孔内傾斜計および地下水位観測を実施した。

4. 監視基準値

文献における管理基準値は、2mm/h の変位で避難・交通止め、4mm/h で地域内の立ち入りを禁止されている場合が多い。これらの値は最も安全側の値であり、規模が小さく、地下水の変動に伴って滑動状況が鋭敏に変化するような特異な地すべりである本現場で適応した場合、応急対策工が終了するまで通行止めなどの交通障害が長期間発生する可能性があった。現地観測データから地すべりの活動が 2mm/h と一定速度であり、地すべり変位が 2 次クリープの段階であることが確認されたので、崩壊予測、余裕時間を算出し、作業の中止、国道の通行止めなど、適切な対応、体制を取ることができる時間を配慮して現地状況に即した監視基準を設定することとした。当基準では警戒体制移行への立ち上げ時間を 1 時間程度と見込み崩壊余裕時間がおおむね半日となる変位速度 10mm/h を「警戒体制」の基準とした。また、最短崩壊余裕時間が 2～3 時間程度となる変位速度 40mm/h を「通行止め、避難」の基準とした。「警戒体制」、「通行止め」を解除し「注意体制」へ移行する変位速度は 4mm/h 以下を 1 日以上確認するまでとした。表-1 に監視基準を示す。

表-1 仙山峠地すべり監視基準

監視 状態	日常監視	注意体制	警戒体制	通行止め	解除(注意体制)
管理 基準 値	2mm/h未満	地表面伸縮計: No.1 2mm/h以上 No.2 日雨量:30mm以上 連続雨量:100mm以上 (崩壊ゆとり時間2日)	地表面伸縮計: No.1 10mm/h以上 No.2 (崩壊ゆとり時間半日)	地表面伸縮計: No.1 40mm/h以上 No.2 (崩壊ゆとり時間 2～3時間)	地表面伸縮計: No.1 4mm/h以下 No.2 (連続1日以上確認)
行動 予定	・通常の観測を実施 ・現地の目視による巡視	・監視体制強化の準備 ・変状状況の目視点検 ・注意体制時の関係各位に連絡	・監視体制の強化 (24時間体制) ・見張り員の配置 ・地すべり地内への立入 禁止 ・通行止めの準備 ・警戒体制時の関係各位に連絡	・安全な場所への避難 ・国道の一時通行止め ・関係各位に連絡	・関係各位に連絡 (沈静化まで) ・監視体制の強化 (24時間体制) ・見張り員の配置

5. 監視体制

仙山峠地すべりでは、変状の発見後速やかに組織的な監視体制を立ち上げることができた。しかし、現地災害対策本部と松江国道事務所が離れた位置にあり、対応策の意思決定を迅速に行うため、現地における進行性の被災状況、天候や作業状況などの情報を逐次、共有化する必要があった。そこで、情報技術（IT）を駆使した動態観測を行ったことで、関係者間で現地状況についての情報の共有化が図ることができ、監視体制が円滑に機能した。また、応急対策工の実施や調査計画、観測計画について速やかな意思決定を行うことができ、二次災害の発生を防ぐことができたとともに、有効な観測データを早期の段階で集積することができた。

6. まとめ及び今後の課題

仙山峠地すべりでは、現地状況に則した監視体制の構築、合理的な監視基準値の設定を速やかに行い、応急対策工事が、作業時の安全を監視しながら完了し、早期のうちに国道9号の全面開放を行うことができた。また避難していた隣接民家の住民も対策工事完了に伴い、帰宅でき、影響を最小限にとどめる事ができた。しかし被災箇所は山陰地方の主要幹線道路で島根県内の東西を結ぶ要所であり、通行止めなどの交通障害が発生した場合、広域的な迂回路としては中国道、浜田道などが存在するが、いずれも遠く離れており、山陰エリア全体で住民生活ないし経済活動に甚大な被害が発生する可能性があった。このような懸念を払拭するためには山陰道の早期開通が望ましいが、現状としては現道の機能維持、安全確保が重要な責務であると考ええる。

管理基準値は（案）として、過去の多くの災害発生事例をもとに、数種の参考図書により示されている。災害初期段階においては、これらを活用する必要があるが、災害の形態はさまざまであるため、全てにおいて有効な監視体制のマニュアル化が困難な場合が多く、各状況に則した体制を早期の意思決定により構築する必要がある。

今後の災害対応に当たっては、今回の経験を生かすとともに、事前準備として、基本的な連絡体制や、初動体制については、関係機関との十分な理解を深め、「危機管理意識の高揚」に勤めていきたい。