

# 道路に影響を与えた地すべりの調査解析事例

応用地質株式会社 ○上山根 吉彦 市原 健

## 1. はじめに

2022年1月初旬の融雪により、道路に面した尾根状斜面にて地すべりが発生した。過年度より継続監視を行っていたが、変状拡大状況より応急工事が必要と判断されたことから、災害復旧事業を見据えた地すべり対策を進めることになった(図-1参照)。本論文では、この一連の対応のうち概査～精査における調査及び解析事例について報告する。

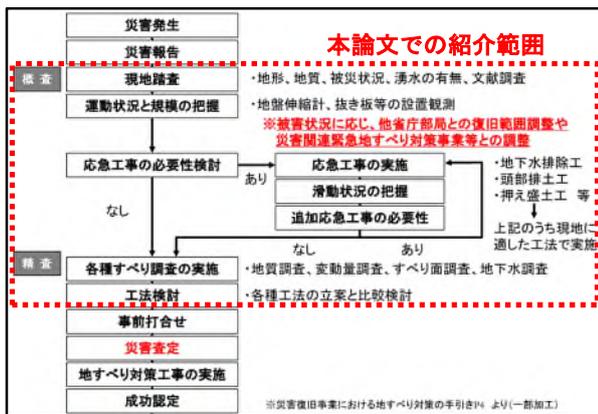


図-1 災害査定に向けた対策検討フロー(一部加筆)<sup>1)</sup>

## 2. 調査地と地すべり発生概要及び対応の経緯

### (1) 調査地

調査地は、標高250m程度の小起伏山地の尾根部にあたり、斜面末端部を切土して開設された道路沿いに位置する。道路に並行する河川は調査地付近で狭窄部となり、上下流に比べて河床勾配が急変する河川の侵食前線に該当する。調査地周辺の地形は山頂が平坦であり、河川兩岸に急勾配の斜面が連続する。防災科学研究所の地すべり地形分布図データベース<sup>2)</sup>によると、調査地周辺に地すべり地形は判読されているが、当該箇所には確認されていない。

調査地周辺の地質は中生代白亜紀後期～新生代古第三紀の花崗岩類を基盤岩とし、上位に新生代新第三紀鮮新世の安山岩溶岩や凝灰角礫岩が分布する。

### (2) 地すべり発生概要及び対応の経緯

表-1にこれまでの地すべり発生概要と対応の経緯を示す。当該地では2013年1月に水路工の変状が確認されて以降、路肩の隆起や落石が発生し、応急対策として大型土のう積み工や横ボーリング工が実施された。その後、2017年2月～2019年3月には舗装の変状における対策の検討を目的として地質調査・動態観測を実施し、そこから緩慢な地すべり滑動の監視を開始した。その後、2022年1月の融雪期に滑落崖の急拡大や倒木、湧水を伴う土砂流出が確認されたことから応急工事を実施すると共に、地すべ

り対策に資する概査～精査が必要になった(代表的な現地状況は写真-1参照)。

表-1 被災発生概要とこれまでの対応の経緯

2013. 1:切土のり面の法尻の水路工が変状
2016. 10:地震により路肩の隆起が発生
2016. 11:大型土のう積み工を実施
2017. 12～2019. 3:地質調査・動態観測を実施
2017. 3:路肩の隆起が拡大
2021. 12, 2022. 3～4, 2022. 12:横ボーリング工(7箇所)を実施
2022. 1:融雪により変位拡大、湧水を伴う土砂流出を確認
2022. 2～:応急工事の実施、地質調査・動態観測を実施



写真-1 地すべり滑動に伴う変状  
(左写真:頭部の滑落崖、右写真:路面の隆起)

## 3. 調査手法

ここでは概査～精査で実施した各種地すべり調査項目を表-2に整理し、各調査位置を図-2に示す。

表-2 地すべり調査実施内容

調査内容	調査目的	
①地表地質踏査	変状範囲や全体の地質構造の把握	
②電気探査(比抵抗探査)	すべり深度の推定や地下水賦存状況の把握	
③ボーリング調査	直接的なすべり面や地山の安定性の把握	
④動態観測	挿入式孔内傾斜計観測	機構解析や対策の基礎資料の取得
	地下水位観測	地すべり性の地中変位地下水位の経時変化及び
	地表面伸縮計観測	地すべりブロックの移動方向の把握
	排水量・水質観測	降雨、融雪前後の地下水賦存状況や水質状態の把握



図-2 精査時の各種地すべり調査位置図

## 4. 結果

### (1) 地表地質踏査結果及びボーリング調査結果

地表踏査では地すべりブロック末端付近に軟質な自破砕安山岩とその上位に堅硬な安山岩溶岩の分布を確認したことから、当該地の地すべりはキャップロック型の地すべりであることを想定し、ボーリング調査計画を立案した。既存調査ではボーリングのコア採取率が低く、パイプ歪計が不明瞭であったことから、コア径を大きくして掘進送水量を少量とし、微小な地中変位を把握できるよう挿入式孔内傾斜計観測による調査計画とした。

その結果、硬質な安山岩溶岩は全体的に開口節理が発達し、節理沿いに流入粘土が介在することを確認した。その下位にある自破砕安山岩とひん岩・花崗岩は軟質状態が確認され、特に地層境界が脆弱であることを確認した。なお、写真-2に示すボーリング位置では自破砕安山岩を掘削後に被圧地下水が確認された。

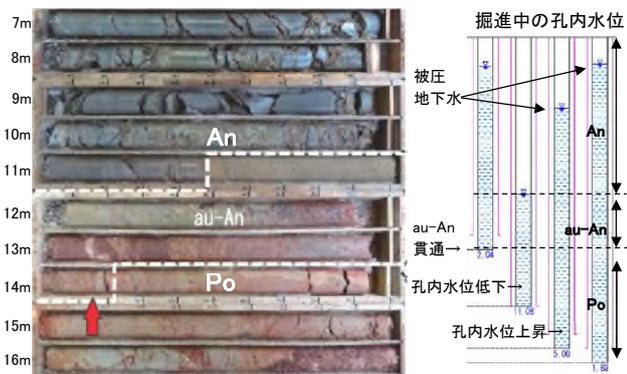


写真-2 ボーリングコア写真と地下水位状況

### (2) 電気探査結果

ボーリング調査結果で確認した地質状況及び地下水位は、電気探査結果と調和的であった。図-3に示すように、その地下水位付近を境界に下位では相対的に低い比抵抗値を示す。なお、地下水位より上位では相対的に高い比抵抗値を示す開口節理が発達した安山岩溶岩が分布し、キャップロック型構造を示唆するものであった。

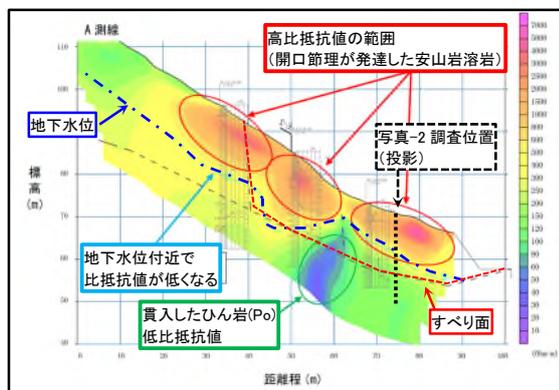


図-3 A 測線における比抵抗断面図

### (3) 動態観測結果

図-4に代表的な動態観測結果を示す。既存調査では地中変位が明瞭でなかったが、挿入式孔内傾斜計観測により想定したすべり面付近でせん断変位の累積を観測できた。また、地表伸縮計観測では降雨後のタイムラグを経て累積変位の傾向があり、横ボーリング工施工後に一時

的に変位が緩慢となったが断続的に変位が継続しており、追加の対策が必要な状況が確認された。

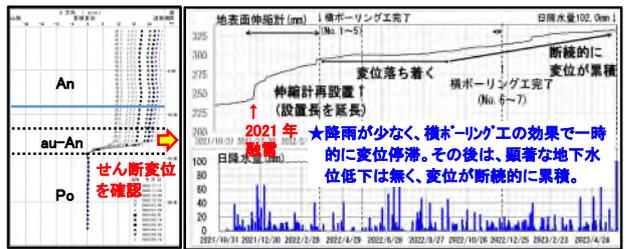


写真-2の挿入式孔内傾斜計図 地表伸縮計の経時変化図

図-4 代表的な動態観測結果概要図

### 5. 機構解析と対策工検討

前述のとおり、当該地すべりは硬質な安山岩溶岩と下位の花崗岩・ひん岩（基盤岩）の間に脆弱な自破砕安山岩を挟んだキャップロック型である。このタイプの地すべりは、硬質な安山岩は節理が発達して透水性の高い岩相であるのに対し、下位にある自破砕安山岩は軟質であり、降雨・融雪に伴う地下水位変動により粘土化（強度低下）する透水性の低い岩相である。脆弱な自破砕安山岩の強度低下に伴いすべり面となる弱面が形成された結果、上位の安山岩溶岩の荷重に耐えられず延性変形によって地すべり滑動が発生したと判断した（図-5参照）。

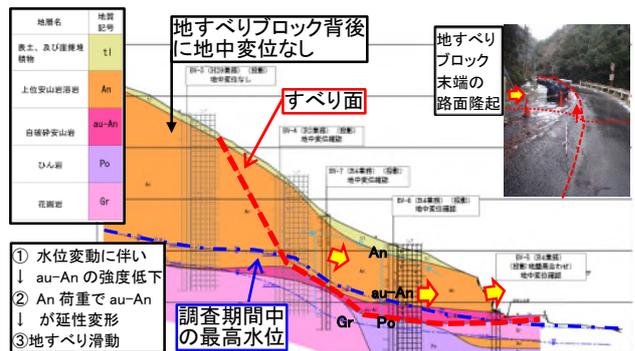


図-5 地すべり機構解析結果図

上記解析結果を基にして選定した対策工法は、自破砕安山岩付近の水位変動を抑制する集水井工と地すべり滑動を抑制するために現地に最適な工法として杭工を想定する（図-6参照）。

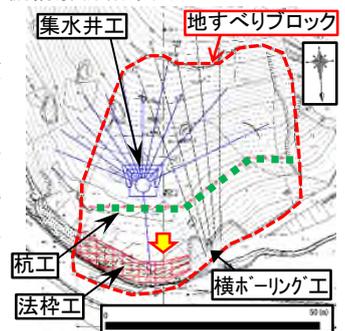


図-6 対策工法概要図

### 6. おわりに

今後は、現地事象や観測データに基づいて地すべり現象を解明し、詳細設計及び地すべり対策工事に地質解析技術で貢献したいと考える。

### 《引用・参考文献》

- 1) 公益社団法人全国防災協会（2006）：災害復旧事業における地すべり対策の手引き，p4
- 2) 国立研究開発法人 科学技術研究所 地すべり地形分布図データベース（最終閲覧日2023年5月30日）