

建設工事中に発生した風化岩すべりの調査・対策工検討例

株式会社ソイル・ブレン ○向田 純治
駒崎 友晴
高木 孝治

1. はじめに

林道建設工事の切土工事中に、断層に起因した風化岩すべりが発生した。調査に先立ち、地表伸縮計(自動観測システム)を設置し、安全管理を行いながら地すべり調査を行った。地すべり対策工は、応急対策工(高さ2m程度の押え盛土)を施した上で、施工性や経済性に優れた受圧板併用のグラウンドアンカー工を採用した。

本稿では、上記地すべりの調査・解析・対策工の検討事例について報告する。

2. 調査地の概要

調査地は、山口県北東部にある中起伏山地の南側斜面(標高720m~740m)に位置している。調査地付近には、空中写真から北東-南西方向の明瞭なリニアメント(主要断層)が判読され、調査地内にもその派生断層(図-1のF-1~F-3断層)が確認された。

調査地の基盤地質は中生代白亜紀の流紋岩質凝灰岩や湖沼堆積岩(頁岩、砂岩等)で、それらは互層状に分布している。また、斜面上には崖錐堆積物が小規模に覆っている(図-2参照)。

本地すべりは、上記の基盤岩内に形成された流れ盤のF-1断層をすべり面として発生している。現地踏査結果並びにボーリング調査結果(2本)から判明した地すべりの規模は、幅20m、高さ20m、斜面長35m、最大すべり厚さ9m程度で、地すべりの形状は馬蹄形を呈している。地すべりブロックの頭部や側方部には高さ1~1.3m程度の滑落崖が確認された。

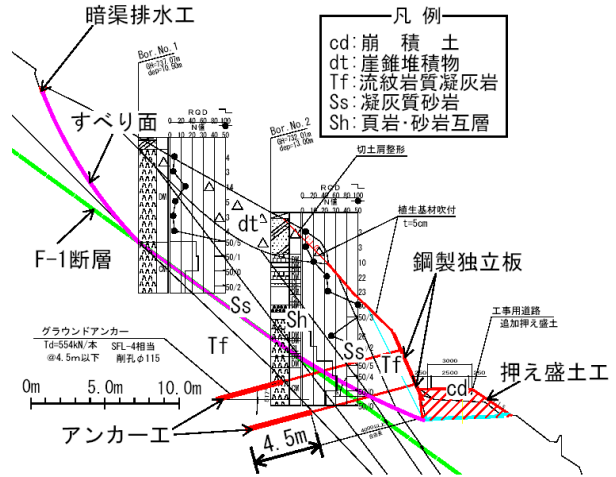


図-2 地質断面図及び対策工計画横断面図

孔内傾斜計による測定結果を図-3に示すが、図よりBor. No. 1地点でのすべり面はGL-7.0m付近の風化凝灰岩質砂岩(Ss)と流紋岩質凝灰岩(Tf)との層境に、またBor. No. 2地点でのすべり面はGL-8.5m付近の風化凝灰岩質砂岩(Ss)の断層破碎帯内(GL-8.45~8.65m間)にあることがわかる。

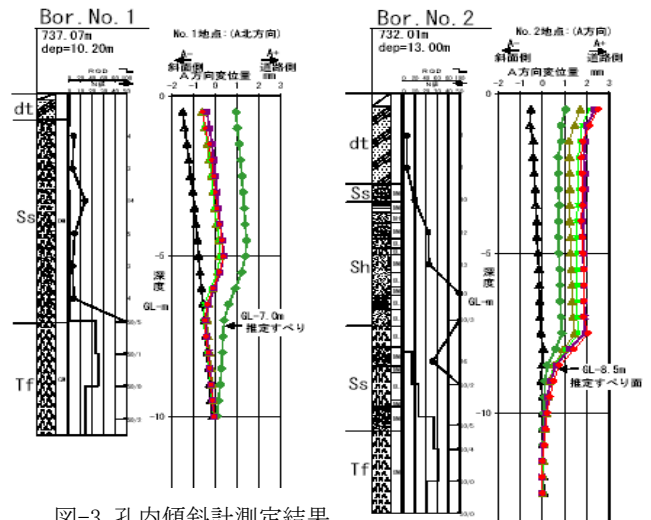


図-3 孔内傾斜計測定結果

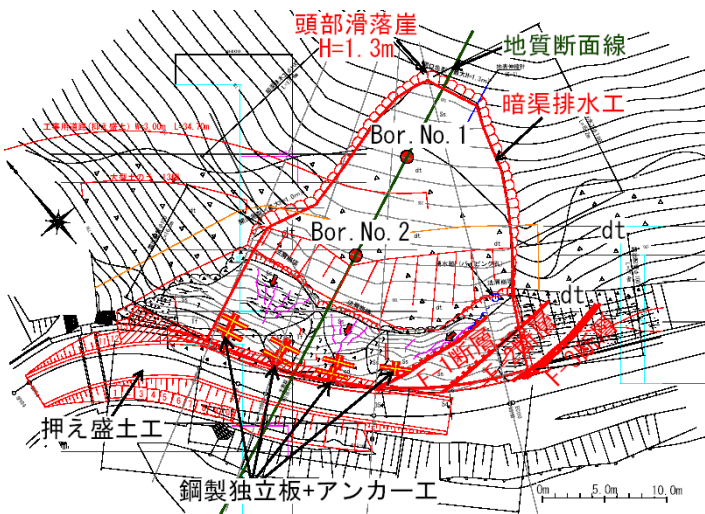


図-1 地すべり地の状況と対策工の計画平面図

3. 地表伸縮計(自動観測システム)による安全管理

調査地では調査前に部分的に高さ1m程度の押え盛土が施されていたが、斜面は不安定な状況であった。そこで、測量やボーリング調査時における以下のような安全監視体制をとるために、地すべりブロック頭部に自動観測システムによる地表伸縮計を設置した。

1) 毎日の現場作業実施の可否を判断するため、インターネット及び携帯電話による関係者へのリアルタイムな観測情報提供を行うこと。

2) 時間変位量が管理基準値(2mm/h)¹⁾を超えた場合、関係者へ作業中止を知らせるための警報通知を行うこと。

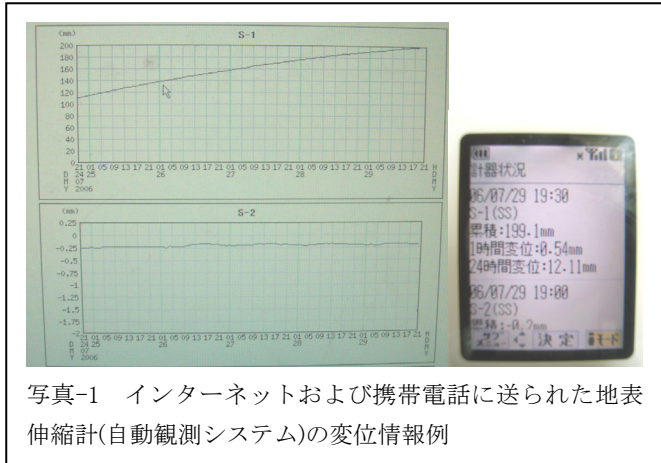


写真-1 インターネットおよび携帯電話に送られた地表伸縮計(自動観測システム)の変位情報例

今回行った地表伸縮計の測定結果を図-4に示すが、ボーリング作業中も1時間当たり0.01~0.4mm程度の地盤変位があったことがわかる。

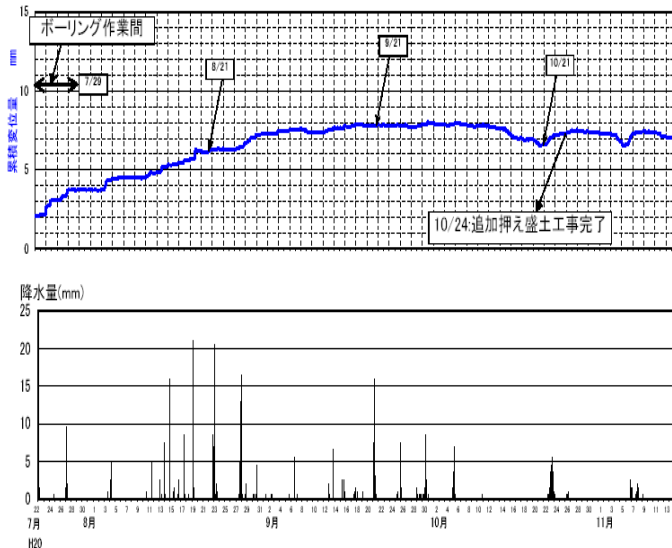


図-4 地表伸縮計変位量と降水量の関係

4. 地すべり対策工の概要

恒久的な地すべり対策工としては、まず横ボーリング工の採用を考えたが、ボーリング結果からすべり面内に地下水が確認されなかったこと、また土質的にも排水効果あまり期待できないものと判断し、当地では不採用とした。また、同じ抑制工である押え盛土工の採用も考えたが、道路の縦断勾配や道路線形の変更が困難であること等から、不採用とした。したがって、当地では採用可能な表-1の4案について考え、施工性や経済性を総合的に評価し、2案のアンカー工(スーパーフロテック)を採用することにした。アンカー工では法枠よりも施工性や経済性に優れた独立板²⁾の採用を考え、比較検討により表-2に示す鋼製独立板(KIT受圧板)を採用した。

なお、岩盤の小崩落防止用の切土法面保護工として植生基材吹付工(ラス金網併用)を、また地すべりブロックの頭部並びに側方の滑落崖には、降雨や浸透水の浸入を防ぐための暗渠排水工を計画した。

表-1 対策工の比較

工法名	第1案 頭部排土工	第2案 アンカー工	第3案 頭部排土+アンカー工	第4案 抑止杭工
施工性	△	◎	○	△
経済性	△	◎	○	△
安全性	△	○	◎	○
工期	△	◎	○	○
総合評価	△	◎	○	△

*評価; ◎良い、○:普通、△:やや悪い

表-2 独立板の比較

独立板名	FFU受圧板	KIT受圧板	コア受圧板	フィットフレーム	ACRフレーム
施工性	○	◎	○	△	○
経済性	△	○	△	◎	△
評価	△	◎	△	○	△

*評価; ◎良い、○:普通、△:やや悪い

5. 追加の押え盛土高さの検討

当地では地表伸縮計観測結果から、地すべりの変動が完全に停止していなかったため、施工時の安全を確保するため、追加の押え盛土高さの検討を行った。施工時の目標安全率(PFs \geq 1.03~1.05)を確保するためには、計算上追加の押え盛土高を2.0m以上とする必要があるが、通行用の道路幅員を確保すること、また縦・横断方向での盛土の擦り付けを行うためには、追加の押え盛土高をH \leq 1.0mに制限する必要が生じた。この場合の安全率はFs \approx 1.01程度であるが、現況の安全率Fs₀=0.98に対して約3%程度安全率が上昇していること、また押え盛土施工後の変位観測結果から斜面は一応の安定を保っていることが確認できたため、対策工事の実施が可能と判断した。

6. おわりに

今回行った地すべり調査・解析・対策工の検討では、地表伸縮計(自動観測システム)を採用したことで、発注者や現場作業員に対してリアルタイムな変位観測情報が提供でき、適切な安全管理を行うことができた。また、適切な応急対策工(追加の押え盛土工)の実施時期を提案することができたこと等から、今後はこのような自動観測システムの導入を積極的に考えていきたい。一方、今回は発注者の要望で対策工費をできるだけ安くすることを考え、抑止工のみによる対策工を提案したが、長期的なアンカーの耐用年数等を考慮すれば、一部抑制工(排土工)を併用した方が妥当ではなかったかと思案している。

安全性と経済性とはトレードオフの関係にあることから、今後は対策工の比較検討においては、維持管理費等を含めたライフサイクルコストを考慮した設計手法を取り入れていきたいと考えている。

《引用・参考文献》

- 1) 国土交通省砂防部・独立行政法人土木研究所:地すべり防止技術指針及び同解説, pp. 79~82, 2008. 4
- 2) 地盤工学会:グラウンドアンカー工法の調査・設計から施工まで, pp. 382~384, 1997.