

断層に起因した岩盤地すべり対策例

株式会社ソイル・ブレーン ○駒崎 友晴
 浴坂 公博

1. はじめに

平成24年2月17日、林道法面において、幅約25m、斜面長約27mの規模で岩盤崩壊が発生した。

直ちに現地踏査を実施した結果、崩壊地の上部斜面には多くの引張亀裂が見られ、頭部引張り亀裂からの岩盤地すべりとしての斜面長は約50mにも達することが判明した。その後ボーリング調査（2箇所）や簡易貫入試験等の地質調査を実施し、地すべり機構解析や地すべりブロック範囲及びすべり面の設定等を行った後、地すべり対策工の詳細設計を行った。地すべり対策工としては、施工性や経済性・安全性等を総合的に考慮し、地すべりブロック内は全排土工、地すべりブロック外の上部斜面に対しては、排土工と鉄筋挿入工を併用した吹付法砕工を採用した。

本稿では、上記岩盤地すべりの調査・解析・対策工の検討事例について報告する。

2. 地すべり地の概要

地すべり地は、山口県中央部にある中国脊梁山地の南側斜面（標高600～700m）に位置している。調査地付近には、空中写真から北西－南東方向のリニアメントが判読され、リニアメント沿いには崩壊地形が見られる。

調査地の基盤地質は中生代白亜紀の流紋岩質凝灰岩で、基盤岩を被覆する崖錐堆積物は地すべり地上部の尾根斜面ではほとんど見られない。

現地踏査の結果、調査地での地すべりブロックは、図-1に示すような新たな引張り亀裂や圧縮亀裂が見られる「地すべりブロックⅠ」と、古い亀裂や木の根曲がりが見られるものの、新たな亀裂のない「地すべりブロックⅡ」の2ブロックに分けられた。



図-1 地すべり地の状況

3. 岩盤地すべりの発生機構

現地踏査結果から、今回発生した岩盤地すべりの発生機構^{1),2)}については以下のように考えた。

(1) 素因

①林道沿いに走向 N45° W、傾斜80° S の脆弱な断層破砕帯が分布していたこと。

②その背後には高角度の2方向(N-S系、E-W系)と、低角度(平均勾配40°程度)の3方向のブロック状節理が発達した緩み岩盤(流紋岩質凝灰岩)が分布していたこと。

(2) 誘因

①林道の切土工事により、断層破砕帯の背後岩盤(流紋岩質凝灰岩)が緩み、クリープ変動が進行したこと。

②崩壊発生時は融雪期にあたり、日中の温度が上昇していたこと。

③崩壊発生前の4日間の連続降水量は36mmで、渇水期としては比較的降水量が多かったこと。

④岩盤の亀裂内に浸入した雨水や融雪水の凍結融解及び断層破砕帯による遮水効果により膨張圧が高まり、モルタル吹付法面において局所破壊が生じたこと。また、それに伴い背後の緩み岩盤(流紋岩質凝灰岩)が滑落崩壊したこと。

本地すべりは、上記の素因と誘因が相互に作用して、図-2のような緩み領域(岩盤)での後退性の岩盤地すべりが発生したものと考えられる。

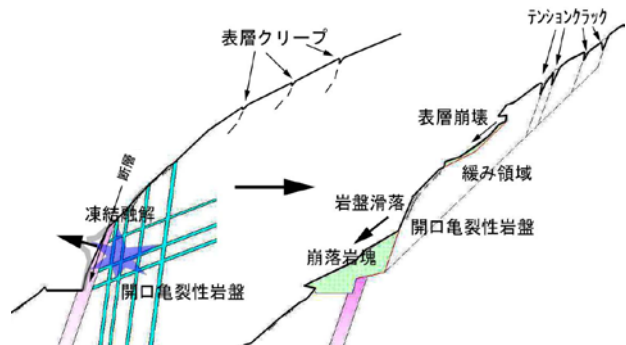


図-2 岩盤地すべりの発生機構 (non-scale)

4. 地すべりブロック及びすべり面の決定

ボーリングは当初、地すべりブロックⅠの主測線上で2本行う予定であった。しかし、地すべりブロックⅠの下方では崩壊する危険性のある移動岩塊が残存しており、作業時の安全を確保するため、Bor. No. 1地点ではできるだけ危険のない右側方部(地すべりブロックⅡ)に移動した(図-1参照)。調査を行った結果、Bor. No. 1地点では表土下より比較的良好的な軟岩状のC_L級岩盤が出現し、孔内傾斜計測定結果からも地すべり変位が認められなかった。

これに対して、地すべりブロックⅠの Bor. No. 2地点では、表土下より GL-7.9m まで N 値3~23の脆弱な土砂状の D 級岩盤が分布し、孔内傾斜計測定結果からすべり面は風化流紋岩質凝灰岩内の GL-7.0m 付近にあることがわかった。そこで、地すべりブロックⅡの地山は現在安定しているものと判断し、地すべり対策工は地すべりブロックⅠを対象として行うものとした。

一方、地すべり対策工の検討においては、Bor. No. 2地点より下方のすべり面形態を如何に設定するかが問題となった。これに対して、現地踏査結果等を基に、以下のようにすべり面形態を決定した。

- ①地すべりブロックⅠ内には、平均勾配約40°の低角度流れ盤の節理面が発達しており、すべり面を形成する主要因であると考えた。
- ②地すべりブロックⅠの下部にある残存岩塊には、縦方向の圧縮亀裂と押し出し現象が認められた。また、地すべりブロック舌端部の右側端では、モルタル吹付に縦方向の圧縮亀裂やはらみ出し現象が認められたことから、すべり面は道路法尻まで連続しているものと考えた。
- ③林道の切土法尻点と、Bor. No. 2地点でのすべり面深度 (GL-7.0m) を結んだ直線勾配はほぼ40° (1:1.2) となった。この勾配は上記の流れ盤の節理面角度とよく一致していることから、林道の法尻まで連続的かつ直線的なすべり面が形成されているものと考えた。

以上のことから、本岩盤地すべりは図-3に示すようなすべり面が直線的な椅子型すべりを形成しているものと判断した。

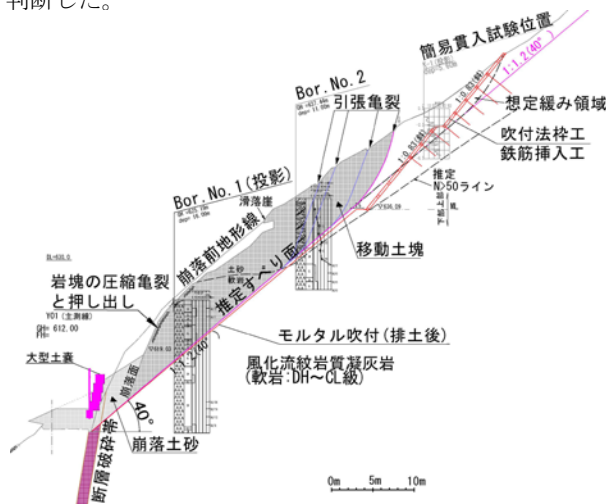


図-3 地質断面図及び対策工計画横断面図

5. 地すべり対策工の考え方

地すべりブロックⅠを対象とした地すべり対策工法は、以下のように考えた(図-4参照)。

- 1) ボーリング時に地下水水位が確認されなかったことから、地下水排除工(横ボーリング工)による安全率の上昇は見込めないため、対策工法からは除外した。
- 2) 地すべり対策工としては、まず地すべりブロック頭部での排土工を考えた。この排土を行うことにより、地すべ

りブロックⅡでの安全性向上も期待できる(図-3, 図-4)。
3) 地すべりブロック外での上部斜面の切土法面勾配は1:1.0とし、安定勾配(1:1.2)に対する不足の抑止力に対しては、法枠+鉄筋挿入工で抑止する計画とした。

4) 地すべりブロック内の移動土塊に対しては、全て排土する案と、上部の土塊を一部排土して法枠+アンカー工で抑止する案の2通りを考えたが、比較検討により「全排土工」を採用した。

5) 地すべりブロック内の排土後の法面保護工は、雨水が浸透しないように、モルタル吹付工を施すものとした。

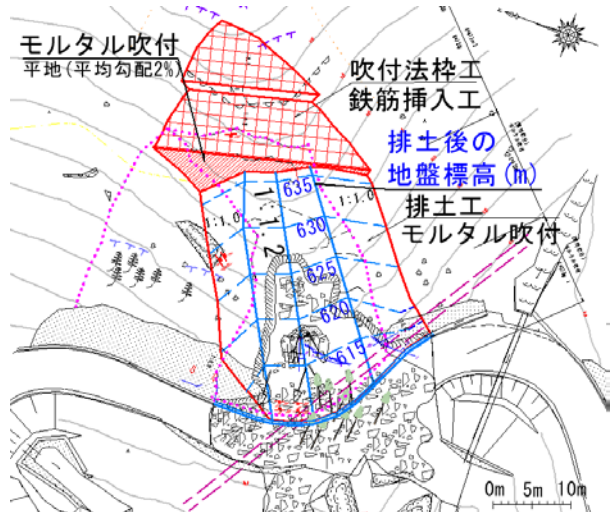


図-4 対策工計画平面図

6. おわりに

前述したように、本地すべり地では断層の影響により切土前から背後斜面(岩盤)が緩んでいたものと推察され、掘削後の応力解放によるリバウンドやクリープ、さらに長期にわたる凍結・融解の繰り返しによる強度劣化や膨張圧による法面での局所破壊等が誘因となって、大規模な地すべりへと進行したものと考えられる。

本調査では、下部で行ったボーリング調査(Bor. No. 1地点)ではすべり面が確認できなかったものの、地すべり対策工を計画するうえで重要な地すべりブロック範囲の設定においては有効な地盤情報となった。

また、今回は詳細な現地踏査を行ったことで、地すべりの機構解析やすべり面の設定等を行うことができ、地質技術者として現地踏査の重要性が再認識できた。

なお、現在地すべり対策工事は上部斜面の排土工及び法枠工の施工が終わった段階であり、今後は地すべりブロック内での排土工が行われる予定である。これからもしばしば施工現場に赴き、設定したすべり面の妥当性について検証していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 土木学会：岩盤斜面の調査と対策, pp. 195~205, 1999
- 2) 日下部ほか：凍結融解による岩盤の劣化機構に関する考察(H17日本応用地質学会論文集), pp155~158, 2005