

P7. ボアホールカメラと破碎度区分を用いた地すべり移動体の構造的特徴 —三郡變成岩類の大規模岩盤地すべりを例として—

Structural features of landslide moving bodies using borehole cameras and fracture degree divisions

-An example of large-scale rock landslides in Sangun metamorphic rocks-

○濱沖 俊史 (西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社)

1. 研究の背景及び目的

高速道路側道の6段切土法面(幅 \approx 90m, 最大高 \approx 45m, 2~4段目にグラウンドアンカー等施工済)(図-1)を包括するように、図-3に示す国指定の地すべり防止区域が存在する。それらの区域では、排水トンネル・集水ボーリング工等の対策工に伴い、地すべり変動は緩慢な状態(3mm未満/年)となった。しかし、高速道路切土法面では今もなお挿入式孔内傾斜計で極めて緩速な変動の累積傾向やGNSS、アンカー荷重計において変位・変動が継続し、水路工の閉塞(圧縮)や下段ブロック積の水平ひび割れ等も進行している。

近年、地質調査ボーリング技術の向上に伴い、コアの採取率も以前と比較すると格段に向上しており、すべり面が不明瞭ななかでも特徴を見出せることができる。それらを踏まえ本研究では、ボアホールカメラ調査、ボーリングコア観察による破碎度区分を実施し、孔内傾斜計計測等の動態観測結果を併せ、活動性の高い地すべりブロックの特徴の把握を目的として、三郡變成岩類に見られる岩盤地すべりのすべり面特性や地すべり移動体の構造的特徴を解析した。

2. 地すべりの概要

2.1 地形概要(図-1, 2)

対象地は緩斜面や移動体からなる明瞭な地すべりと判断する地形は少なく、岩盤クリープのような重力変形を受けた斜面を呈している。また、特徴的な微地形として、①頭部の線状凹地・陥没地形、②頭側部の山腹を横断する平坦地形の特徴を有している。

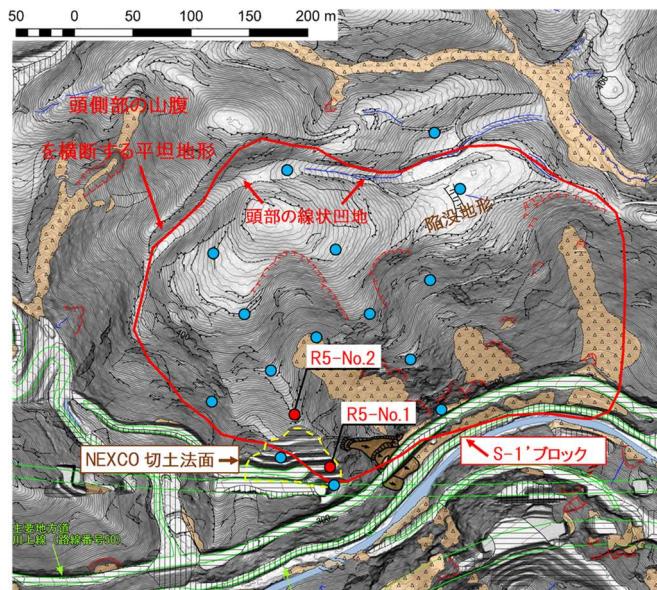


図-1 航空レーザ測量(LP)を使用した微地形判読

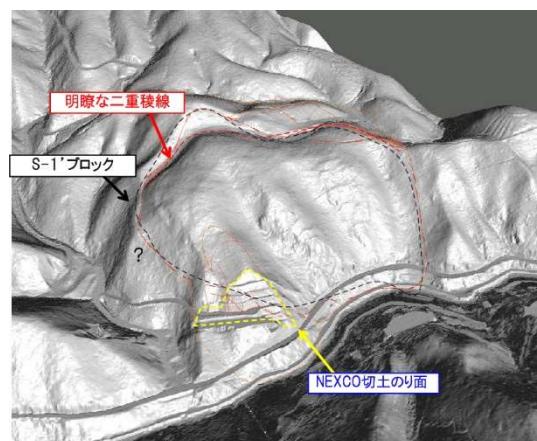


図-2 TIN3D モデルによる地すべり地形
の表現

2.2 地質概要(図-3, 4)

地すべり土塊は、主に中国地方の古生代三郡変成岩類の塩基性片岩及び泥質片岩からなる。既存地質図によると、変成岩類北側にはんれい岩が分布しており、地すべりを構成する変成岩類とはんれい岩の地質境界に沿った谷地形に沿う断層破碎帯と推察される。



図-3 地すべり地域全体の地質概要

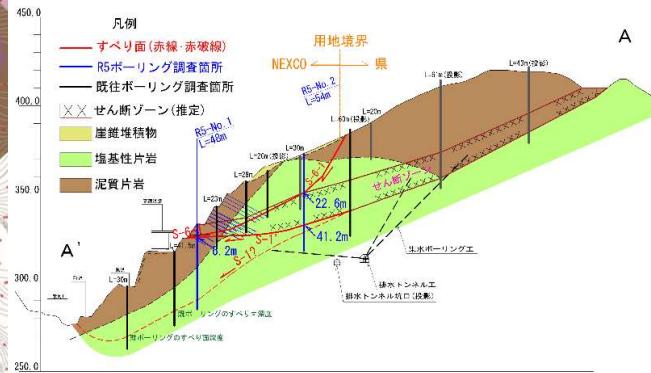


図-4 地質断面図(図-3 の L 測線上 A-A')

3. 地すべり調査

3.1 ボーリング調査

R5 年度に高速道路用地内において、全ての地すべりブロックに到達する深度で図-1, 4 中の 2 箇所(R5-No. 1, R5-No. 2)でボーリング調査を実施し、累積的なせん断変位が見られる地すべりブロック S-1' のすべり面深度付近に着目して詳細なコア観察により、すべり面付近の性状把握や地すべり移動体の構造的特徴等を解析した。

ボーリングコア観察から、すべり面付近の角礫岩及び軟質な粘土質岩(写-1)とその上部のせん断ゾーンと呼ばれる特徴的な割れ目の多い破碎岩(写-2)に漸移的に変化する特徴が見られた。

R5-No. 1

GL-6. 0~6. 5m



R5-No. 2

GL-40. 7~41. 0m



写-1 すべり面付近の地すべり移動体のコア写真（角礫岩や軟質な粘土質岩が混入・無構造）

R5-No. 2

GL-23. 4~23. 6m



R5-No. 2

GL-32. 5~33. 0m



写-2 せん断ゾーンに見られる割れ目の多い破碎部

(片理面方向の割れ目やせん断面などの面構造を有している)

3.2 ボアホールカメラ調査

すべり面や片理面の走向・傾斜、岩盤の割れ目の把握を目的としてボアホールカメラ調査を行った。それらの不連続面解析を基に片理面に着目した走向・傾斜からステレオネット解析を行った結果、推定すべり面深度を境界として、極大点座標が時計回り・反時計回りしている様に見受けられる(図-5)。

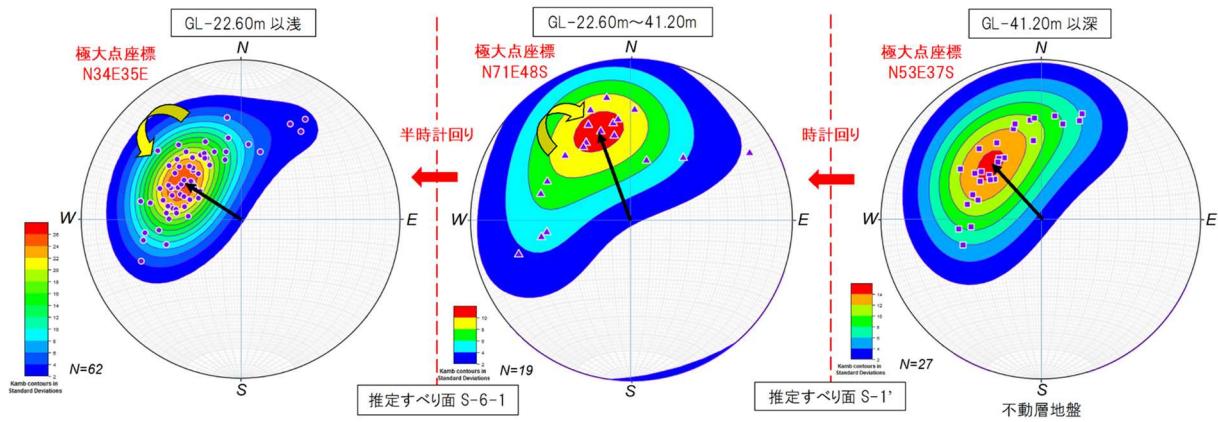


図-5 R5-No. 2 孔のすべり面深度を境界とした片理面集中度のステレオネット解析

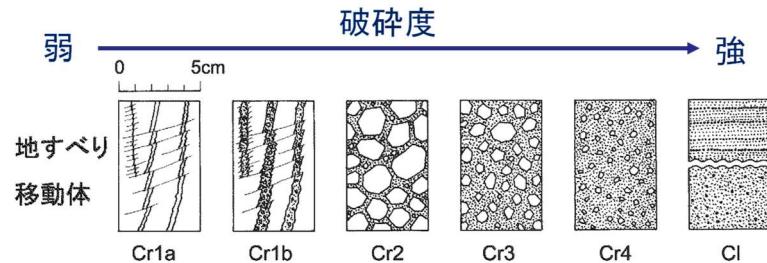
3.3 破碎度区分

すべり面付近の地すべり土塊とその上部のせん断ゾーンに破碎度の強弱があり、それらを判別するため破碎度区分¹⁾を実施した(図-6)。ボーリングコアの破碎度に着目した地すべり土塊とその上部のせん断ゾーンの詳細なスケッチを図-7, 8 に示す。

その結果、地すべり土塊の破碎度区分は、Cr3～Cr4 主体(図-9)で数 mm の角礫岩や軟質な粘性土が混入し無構造であった。

それらは、すべり面付近の脆弱部で破碎・土砂化・粘土化が見られ、連続性の良い粘土層等の脆弱部を使ってすべりが生じ移動体元々の構造を保つつつ崩壊するタイプと推察される。

せん断ゾーンの破碎度区分は、Cr1a～Cr2 主体(図-9)と割れ目の多い岩盤の特徴が見られた。千木良(2013)²⁾に基づくとせん断ゾーンは、ノンテクトニック構造(重力変形)に類似した特徴と概ね一致し(表-1)，それらは割れ目の多い破碎岩で岩盤重力変形を伴う構造的特徴の一つと推察される。



Cr1a : 鉛直に近い開口割れ目

Cr1b : 開口割れ目に細粒物が充填

Cr2 : 無構造な角礫岩、基質の量 30%未満、角礫の中央粒径 15mm 以上

Cr3 : 無構造な角礫岩、基質の量 30 ~ 60%、角礫の中央粒径 5 ~ 15mm

Cr4 : 無構造な角礫岩、基質の量 60%、角礫の中央粒径 2 ~ 5mm

図-6 地すべり移動体の破碎度区分¹⁾

表-1 テクトニック構造とノンテクトニック構造の比較

構造的特徴	”ノンテクトニック”	”テクトニック”
開口割れ目	発達	なし
面構造(P, Y, R)	弱い	発達
”ジグソーパズル”	発達	弱い
岩片の外形	ギザギザ	シャープ
面構造に伴う引き裂き	発達	弱い

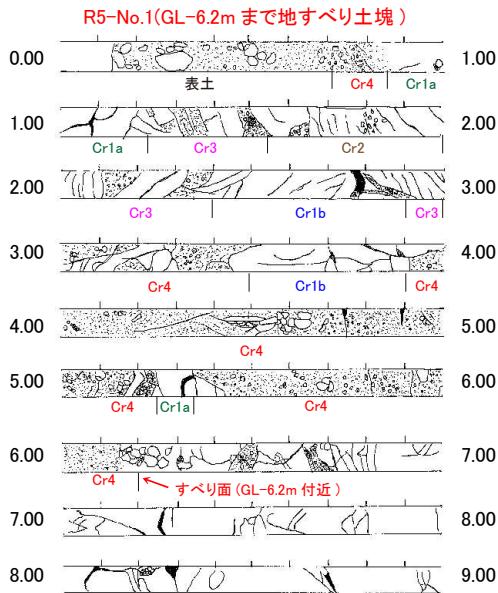


図-7 破碎度に着目したボーリング
コアスケッチ(R5-No. 1孔)

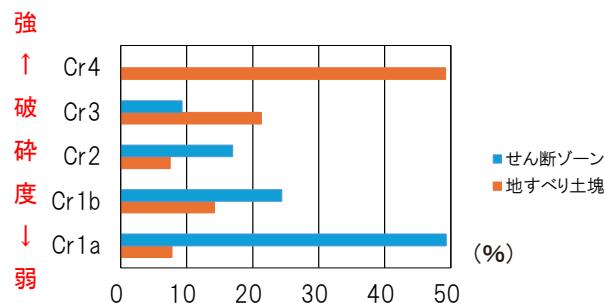


図-9 地すべり土塊とせん断ゾーンの
破碎度区分比較

4. 考察

コア観察による地すべり土塊の破碎度区分は、Cr3～Cr4 主体と地すべりタイプとして連続性の良い泥質片岩の粘土層等の脆弱部を使ってすべりが生じ、移動体の元々の構造を保ちつつ崩壊するタイプに対し、せん断ゾーンは Cr1a～Cr2 主体でノンテクトニック構造に類似した特徴であり、地すべり移動に伴うせん断作用によって形成されたと考えられる。

また、ボアホールカメラ調査による片理面に着目したステレオネット解析から、すべり面深度を軸とした片理面の回転運動は、過去に地すべりが発生した指標と推察される。これらの地質学的手法によって特徴付けた地すべり移動体、すべり面と地すべりの地形学的特徴、動態観測結果を対比し、今後の維持管理に繋げていきたい。

参考文献

- 脇坂安彦・上妻睦男・綿谷博之・豊口佳之：地すべり移動体を特徴づける破碎岩、応用地質、第 52 卷、第 6 号、pp. 231–247, 2012.
- 千木良雅弘：深層崩壊—どこが崩れるのかー、近未来社、pp. 105, 2013.

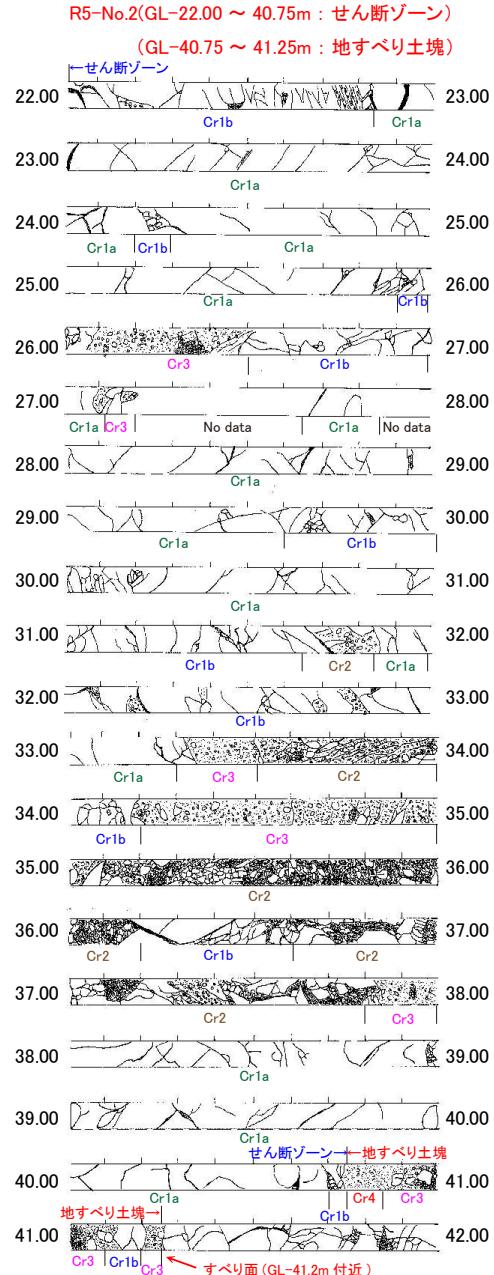


図-8 破碎度に着目したボーリング
コアスケッチ(R5-No. 2孔)