

1. 四万十層群分布地域に発生したトップリングに起因する岩盤地すべり

The rock slide caused by toppling at the area of Shimanto group

○林幸一郎 (応用地質株式会社)

1. まえがき

九州～四国～紀伊半島南部に分布する四万十層群には、砂岩、泥岩およびその互層が分布しており、北側に分布する三波川帯、御荷鉢帯、秩父帯に比べ地すべり分布が少ないものの、幾つかの深層崩壊事例が確認されている。

本報告では、四万十層群分布地において確認された、トップリング変形に起因する初生的な岩盤地すべりの調査事例を報告する。



図-1 西日本の地帯構造区分¹⁾

2. 地すべりの概要

地すべりの概要は以下のとおりである。

- ・規模：幅約 150m，斜面長 160m，深さ約 40m，移動土塊体積約 750,000 m³
- ・保全対象：県道（トンネル，橋梁），市道，河川
- ・被災履歴：表層崩壊あり（昭和 50～60 年頃，法枠工施工）

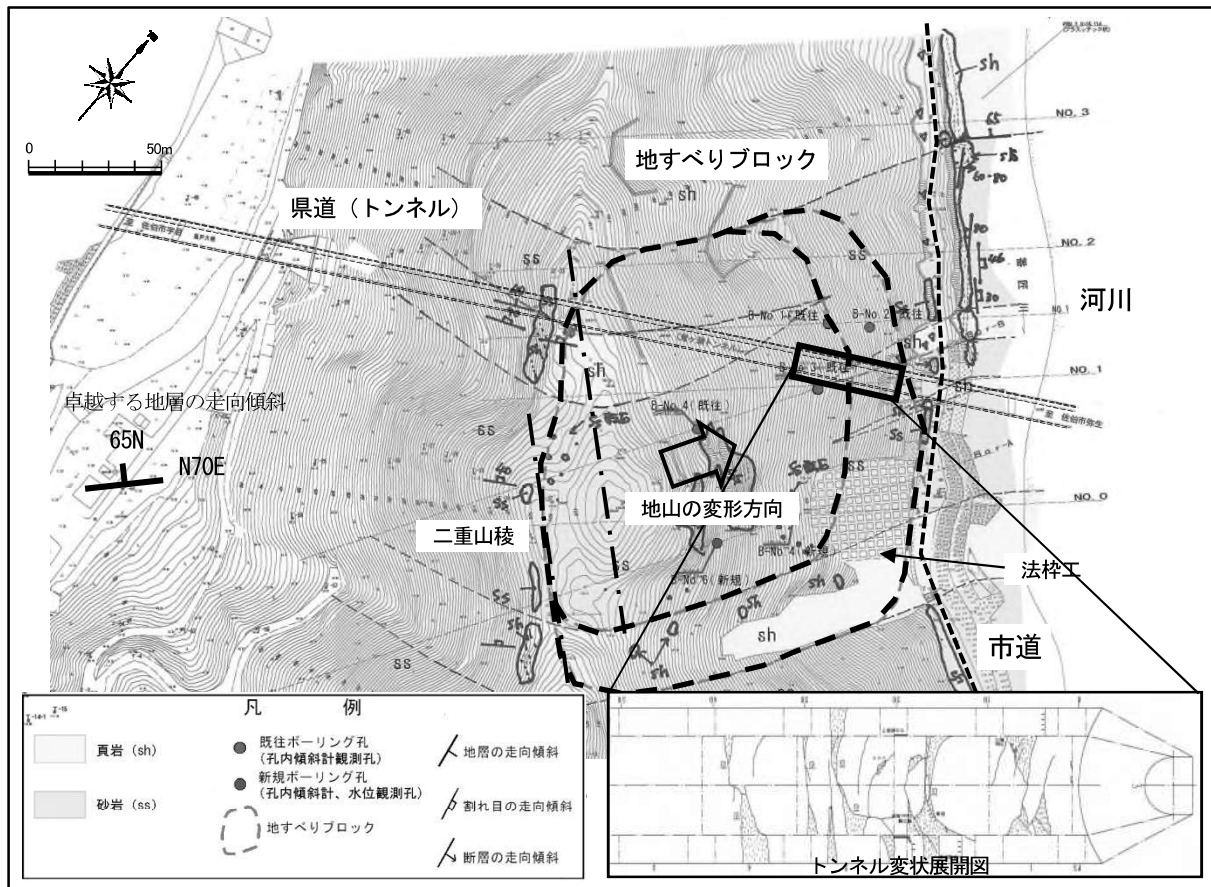


図-2 地すべり概要

3. 地すべりの特徴

1) 地形、地質的特徴

地すべりは、北北西－南南東に伸びる比高 100m 程のやせ尾根状地形、傾斜 40～50° の北東向き斜面上に生じている。斜面裾は、河川の湾曲による水衝部となっている。

地すべり周辺の地質は、四万十層群に属する砂岩主体の砂岩泥岩互層が走向 N70° E、傾斜 65° N で分布しており、斜面にはほぼ直交する地質構造を持つ。砂岩は概ね塊状であり、斜面に対して高角度受盤の開口亀裂、および傾斜 40° 程度の流れ盤の亀裂が卓越する

(図-3)。斜面はやや凸状斜面となっており、尾根頂部には二重山稜、溝状窪地が認められる。

斜面を貫くトンネルには、坑門部より 30m 付近まで横断方向（胴切り状）のクラックが多く認められ、最大 2mm/年程度の開口傾向が確認される（図-2）。

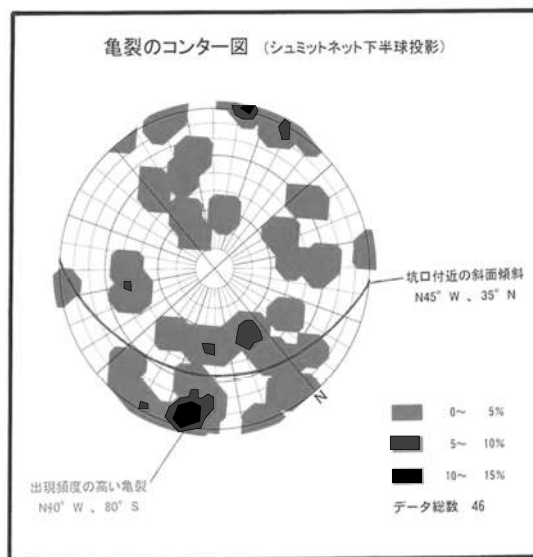


図-3 亀裂のシュミットネット解析図

2) 地すべり機構

地すべりブロックは、深度 40m 付近に変形領域の下端が存在する。変形領域内では開口亀裂が発達し、地下水位は確認されない。斜面裾部およびブロック縁辺部では、トップリングによる傾倒変形が進み、下端面は破碎帯を形成する。一方山頂部～斜面中腹では、下端面において 10mm/年程度のせん断変形が進み、破碎帯およびすべり面粘土を形成する。（図-4）

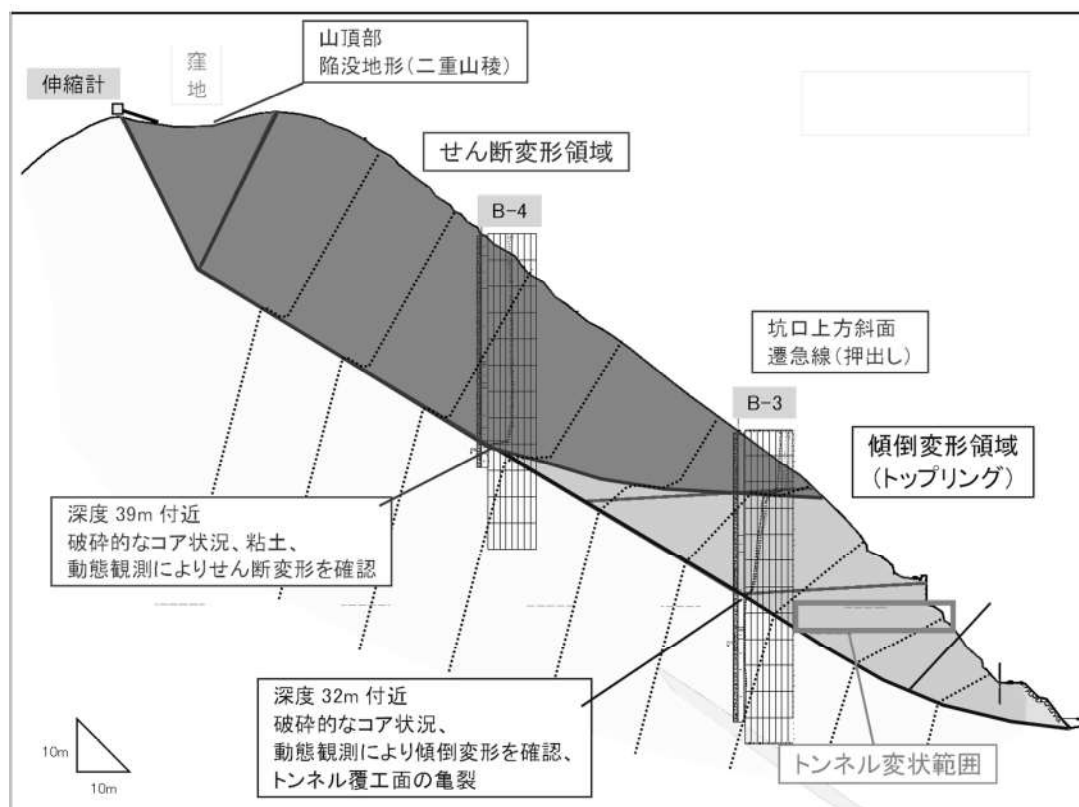


図-4 地すべり模式断面図

地すべり発生、変動のメカニズムは、以下のように推定される。

<ステージⅠ>

河川浸食により傾斜約 30~45° の急峻な岩盤斜面が形成され、地山の緩みが進行しやすい状態となった。砂岩主体の地山には高角度受け盤方向の亀裂が卓越しており、緩みの発生した岩盤では亀裂が開口し、雨水が浸透しやすい状態となった。

<ステージⅡ>

河川による浸食、重力変形や巨大地震の震動により斜面の緩みが進行し、トップリングが発生、進行した。変形領域の下端面には、破碎帯が形成された。

<ステージⅢ>

緩みや風化により透水性の高い変形領域が形成されることにより、トップリング下端面へ降雨による間隙水圧が繰り返し作用し、破碎帯を下端とした変形が進み、破碎帯にすべり面が形成され、せん断変形を伴う岩盤地すべりが発生、進行した。

<現在の斜面変形の活動傾向>

動態観測により、変位の累積と累積雨量との関係性が認められる。降雨の少ない時期（11月～5月）においても変位の累積が認められ、多雨期（6月～10月）には変位速度が加速する（図-5）。降雨に伴いすべり面付近の間隙水圧が上昇し、それに伴う地すべり変動が確認されている。概ね、累積雨量 80mm 程度の降雨による地すべりの一時的な加速が認められる。

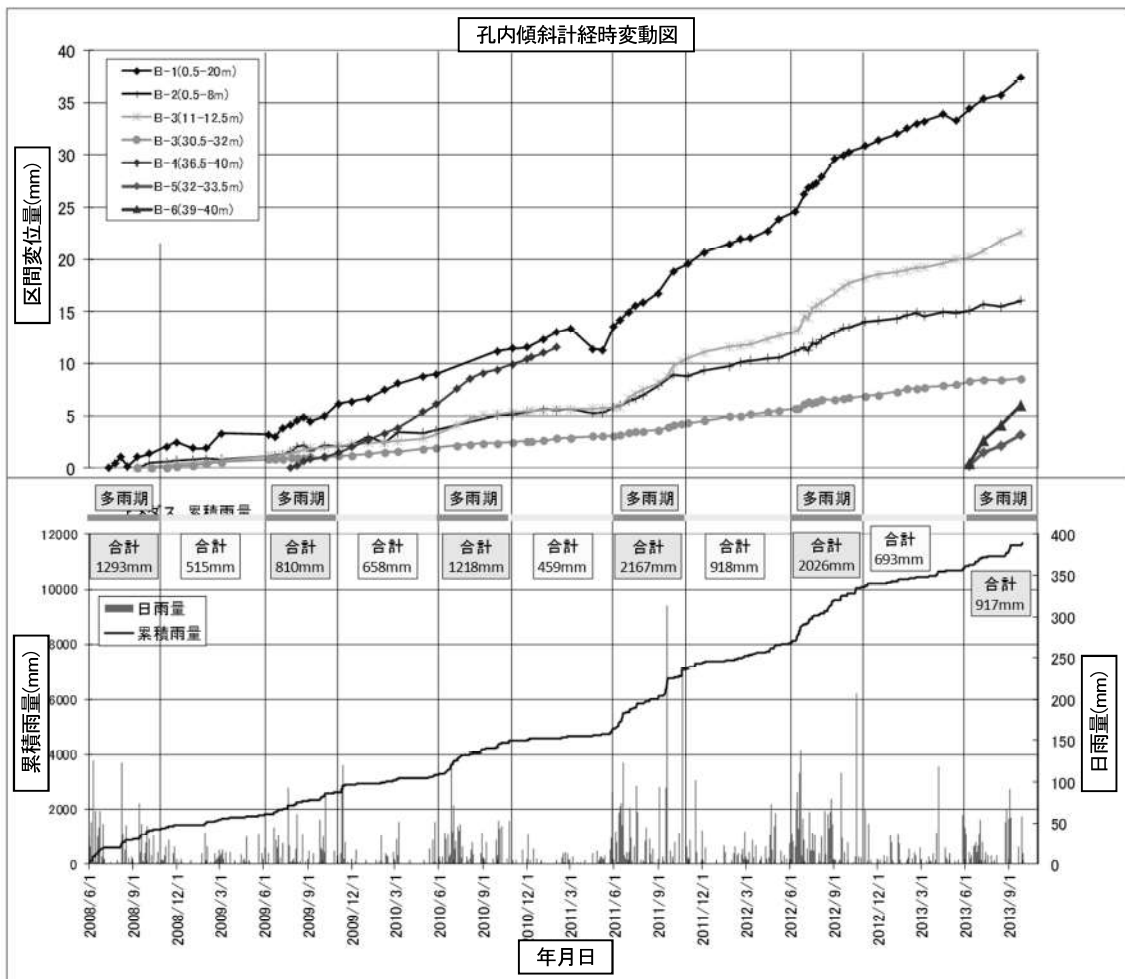


図-5 区間変位と累積雨量の関係

4. 地すべり対策方針

地すべり対策方針として、水抜き工による抑制工と、アンカー工および排土工による抑止工を併せて検討した。検討の結果、地すべり規模が大きいことから抑止工には多大な費用が掛かること、排土を行う場合の土捨て場の確保等が困難であることが明らかとなり、「原因となる地すべりを抑止し、トンネル補修を行う」方針ではなく、「トンネル補修を先行して実施し、地すべりは監視による対応を行う」方針となった。

現在、県道に対しては、地すべり変動の特徴から設定した管理基準値による監視を行い、異常時には迂回路を使用する対応を取っている。

また崩壊に至った場合には、河道閉塞による上下流域への影響が懸念されるため、地すべり対策事業としても対策を強化していく方針である。

5. まとめ

本事例は、地すべり分布が少ないと考えられている四万十層群に発生し、なおかつ地質構造と直交した斜面に生じた地すべりである。また、トップリングの下端面がすべり面となって地すべりへ移行する²⁾、地すべりの形成初期段階であると考えられ、同様の地形地質状況であれば同様の地すべりが発生する可能性を示す事例である。

今回の調査検討事例は、県道トンネルクラックが確認されたことから認識されたものの、崩壊に至った場合には河道閉塞による上下流域への発災が懸念される規模であるにもかかわらず、これまで把握されることがなかった地すべりである。このように土地利用がほとんどなされていない急峻な山地においては、変動の少ない初生的な地すべりが生じつつある可能性があるため、災害防除の観点から不安定斜面の抽出精度のさらなる向上が望まれる。具体的な抽出方法の事例としては、合成開口レーダー、DEM データ解析等が挙げられるが、本事例が参考となり、トップリングに起因する初生的な岩盤地すべりの斜面調査、解析が進むことを期待する。

<引用文献>

- 1) 木村俊雄・速水格・吉田鎮男(1993)：日本の地質，東京大学出版会，362p.
- 2) 上野将司(2012)：危ない地形・地質の見極め方，日経B P社，215p.