

風化安山岩類からなるのり面の崩壊要因に関する基礎研究

山口大学大学院創成科学研究科 准教授 太田 岳洋

1. はじめに

近年、鉄道沿線に近接した切土斜面において、運転規制値よりも少ない降雨時に斜面崩壊が発生し、線路支障をきたす事例がいくつか報告されている。このような斜面崩壊は最終的なトリガーは降雨であるが、その降雨以前から風化作用のために岩盤斜面の強度低下が生じていたと推定される。このような極少雨時の斜面崩壊の事例が、近年鉄道沿線で報告されている^{1),2)}。一方、山口県西部から北西部に分布する関門層群では、安山岩類からなる切土斜面で斜面崩壊がよく発生することが知られており、強く風化した安山岩からなる斜面での極少雨時の崩壊事例が報告されている^{3,4)}。

そこで本調査研究テーマでは、関門層群の風化安山岩類からなる斜面を対象に、風化程度の相違、地形条件の相違及び強度特性の相違を把握し、それらに基づいた数値解析を行ってのり面の崩壊要因を検討した。

2. 調査地域の概要

対象範囲と同様に風化した関門層群の火山碎屑岩類が分布する地域で、崩壊した切土斜面と崩壊していない切土斜面とが近接する箇所において、その両者の地形地質条件を比較し、崩壊の要因となる条件の抽出を試みた。調査対象とした地域は下関市豊浦町貴飯峠北西約 3.2 km の範囲であり、周辺は菊川断層に沿って南東から北西方向に流下する川棚川を境に、北東側が狗留孫山を中心とした標高 350 ～ 620m の山地地形を呈し、南西側が標高 200 ～ 260m の丘陵地形を呈しており、当該地域はこの丘陵地に位置する。

調査地域には関門層群が分布する（図 1）。関門層群は北九州市から山口県西部を経て北部にかけて広く分布する陸成の下部白亜系である⁵⁾。本層群は主に陸源碎屑岩から構成される下部の脇野垂層群と、火山碎屑岩が卓越する上部の下関垂層群に区分され、調査地域は下関垂層群上部層に相当する⁵⁾。また、調査地域は安山岩－デイサイト火砕岩・溶岩、及び流紋岩火砕岩などの火山岩類が優勢であり、南西約 1km には浄天山を中心に山陽帯の花崗岩が分布する⁶⁾。

調査地域には 5 つののり面が分布する（図 2）。崩壊が発生したのり面はのり面 0 のみであり、その他ののり面はのり面 0 の近傍に分布するにも関わらず崩壊が発生していない。ここでは、崩壊したのり面 0 とこれに近接する崩壊していないのり面 1 について詳細に調査を行った。



図 1 調査地域周辺の地質

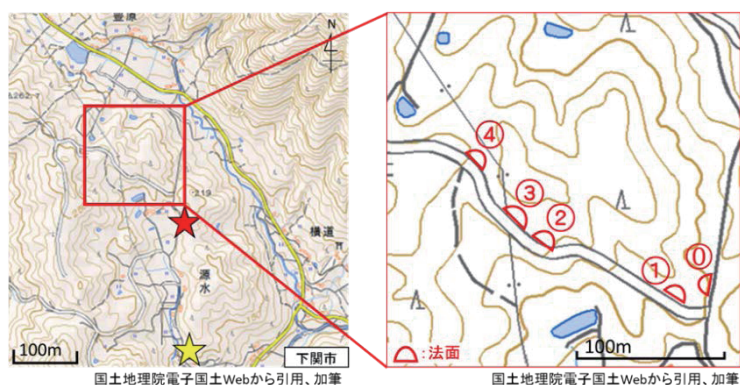


図2 調査地域に分布するのり面の位置

3. 調査結果

3.1 のり面0の状況

のり面0の全体写真と縦断面図を図3に示す。のり面0は谷底を掘削し整形されたのり面である。図3の写真のようにのり面0では崩壊が発生しており、のり尻のふとんかご工に崩土が侵入し、側溝の破壊やのり尻の張ブロック工の押し出しが認められた。また、縦断側線から南に1.5mの水平側線①上に滑落崖が分布する(図3)。崩壊面は橙色から黄褐色を呈し、粘土化していたが、崩壊に関与してい

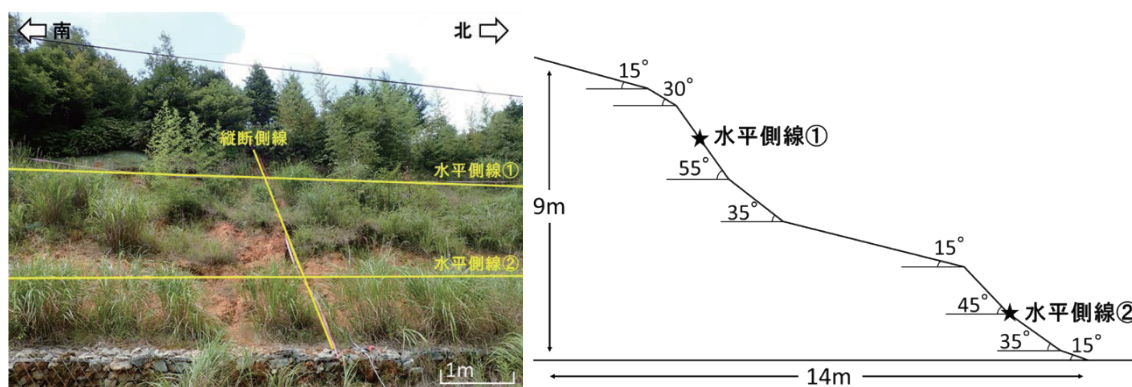


図3 のり面0の全体写真(左)と縦断面図(右)

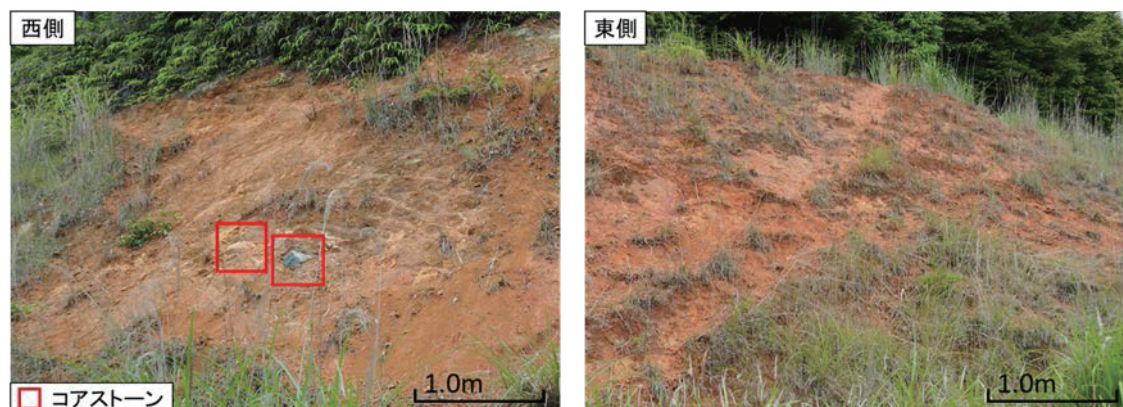


図4 のり面1の西側と東側における肉眼的な風化程度の相違

ると推定されている黒色薄層土^{3,4)}は確認できなかった。

3.2 のり面1の状況

のり面1は尾根付近を掘削して整形されたのり面である。のり面1では、崩壊は発生していないが、明瞭な1条の黒色薄層土が確認できた。ここではのり面1における黒色薄層土よりも西側を「のり面1西側」、黒色薄層土よりも東側を「のり面1東側」とする。のり面1西側とのり面1東側で肉眼的に風化の程度が大きく異なり、西側では黄色から橙色を呈する粘土を伴い、淡褐色から褐色の火山岩がコアストーンとして残存していた（図4）。一方、東側ではコアストーンは認められず、赤褐色から黄土色、一部白色の粘土が分布していた（図4）。

3.3 風化状況の把握

のり面1から採取した試料について、対象とする安山岩類の風化状況を把握するためにX線回折試験を行った。採取した試料はのり面1西側の黄褐色試料（試料1）、のり面1東側の褐色試料（試料2）、のり面1東側の一部や黒色薄層土層沿いに分布する赤褐色試料（試料3）である。すべての試料にイライト、カオリナイト、石英が含まれていた。また、試料1でのみ正長石が、試料3でのみスメクタイトが確認できた。このことから、コアストーンの残存するのり面1西側（試料1）に比べて、赤褐色から白色を呈するやや粘土質なのり面1東側（試料3）のほうがより強く風化していることがわかる。

また、図5に示すのり面0における土壤硬度計により求めた貫入力量の水平分布では、西側に比べて東側の貫入力量が小さく、鉱物学的な風化の進行と強度の低下が一致することがわかる。のり面0における貫入力量は40～80Nを示し、概ねのり面1東側と同程度であることから、のり面0の風化程度はのり面1東側と同様であると推定される。

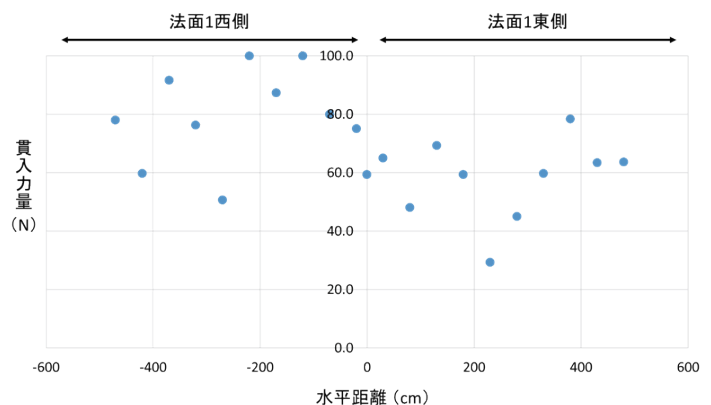


図5 のり面1における貫入力量の水平分布

4. 数値解析結果

風化程度がほぼ同等と考えられるにもかかわらず、崩壊の有無が異なるのり面0（崩壊）のり面1東側（未崩壊）について、のり面背後の地形を考慮し、のり面形成時に発生する引張分布の分布と大きさを数値解析により比較した（図6）。この結果から、谷部を掘削し、背後の大きな自然斜面が分布するのり面0のほうが、尾根部に位置し背後の自然斜面が小さいのり面1東側に比べて、顕著に大きな引張ひずみが生じていることがわかる。

このことは、関門層群の風化安山岩類からなるのり面の崩壊は、風化による強度の低下が素因としてあるものの、のり面背後の自然斜面の地形的な条件が大きく関与していることを示唆する。

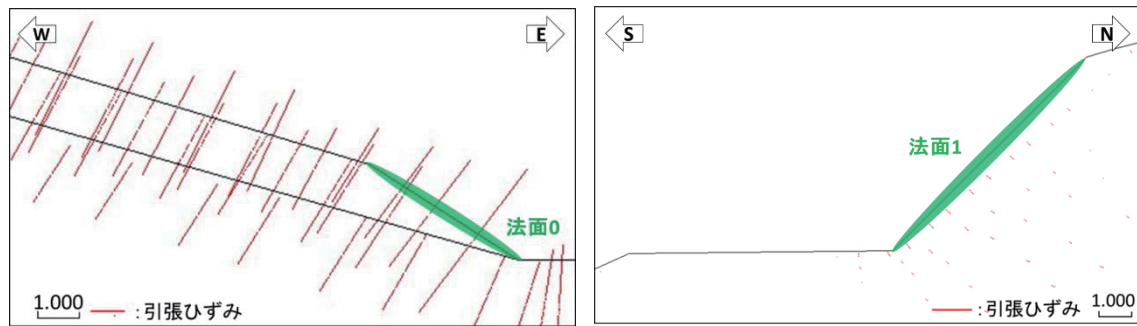


図6 のり面掘削時に発生する引張ひずみ（左：のり面0、右：のり面1東側）

5. まとめ

以上の結果から、関門層群安山岩類における法面の崩壊メカニズム等は以下のようにまとめられる。

1. 関門層群が分布する地域において、尾根付近のような斜面上方からの圧縮力が小さい部分を切土しのり面を施工する場合には、法面崩壊が発生する可能性は低い。
2. 谷底部付近のような斜面上方からの圧縮力が大きい部分を切土しのり面を施工する場合には、のり面後方においてクリープ性変形が発生し、その影響により法面崩壊が発生する可能性が高い。
3. のり面崩壊と黒色薄層土の関連性は認められなかったが、黒色薄層土は風化に影響を及ぼしていると推定される。

引用文献

- 1) JR 東日本盛岡支社 (2015)：山田線の今後の復旧計画等について、プレス発表資料、https://www.jr-morioka.com/cgi-bin/pdf/press/pdf_1450765332_1.pdf
- 2) JR 西日本 (2016)：山陰線 田儀（たぎ）駅構内への土砂流入に伴う運転計画について（2月3日から）、https://www.westjr.co.jp/press/article/2016/02/page_8239.html
- 3) Yoshifumi KOCHI, Motoyuki SUZUKI, Tetsuro YAMAMOTO and Tadashi NISHIKAWA (2004): Characteristics of landslide and failure with their Countermeasures in Kanmon-group Slopes, Yamaguchi prefecture, Western Japan, J. of the Jpn. Landslide Soc., Vol.41, No.2, pp.172-181
- 4) 河内義文、竹田直樹、鈴木素之、山本哲朗、田上愛仁 (2004)：関門層群頁岩風化土からなる切土法面の崩壊、第39回地盤工学研究発表会発表論文集、pp.2145-2146
- 5) 西村裕二郎、今岡照喜、金折裕司、亀谷敦 (2012)：山口県地質図 第3版 (15万分の1) 説明書、山口地学会
- 6) 尾崎正紀、松浦浩久、脇田浩二、大野哲二、森尻理恵、駒沢正夫、岸本清行 (2006)：20万分の1地質図福「小串」産業技術総合研究所 地質調査総合センター