

粘板岩・砂質岩互層地盤における斜面災害の崩壊事例

西部技術コンサルタント(株)

○阿部 愛美、長谷川 猛、水野 正行、田邊 信男

1. はじめに

平成30年7月5日～8日にかけて、停滞した梅雨前線の影響で西日本の広範囲で観測史上最大の降水量を記録した。岡山県内においてもほぼ全域で300mmを超える猛烈な雨が降り、各地で甚大な水害や土砂災害が発生した。ここで紹介する斜面災害の崩壊事例は、岡山県玉野市M地区の県道沿い切土法面が対象である。崩壊規模は、幅60m、長さ30m、深さ5m～10mで2箇所のブロックが崩壊した。(写真-1)

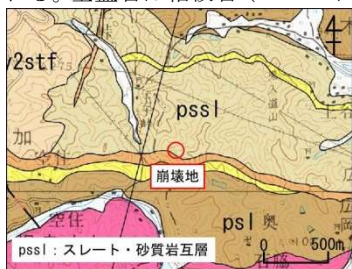
この斜面崩壊により通行止めとなった県道の早期復旧を図るため、地質情報の取得と発生機構の解明および復旧対策が急務であった。本稿では、当該地で発生した斜面災害及び詳細調査結果を概説するとともに、崩壊の発生機構及び復旧対策の事例報告¹⁾を行う。



写真-1 崩壊箇所全景

2. 地形・地質概要

当地区は「瀬戸内海沿岸山地・丘陵地」に分類され、周辺は標高200m前後の丘陵地である。崩壊地は三角形を呈する直線型斜面の尾根中央部にあたるが、斜面内には不明瞭な谷地形が認められる。基盤岩は粘板岩(スレート)および砂質岩の互層地盤であり、崩壊斜面に対して「流れ盤構造」をなす。崩壊地前後の切土法面には比較的新鮮な岩盤が露出する。(図-1)

図-1 調査地周辺地質図²⁾

3. 地質調査結果および崩壊機構

(1) 地質調査計画

踏査の結果、崩壊地は不明瞭な地すべり地状の段差地形と緩傾斜地が認められ、崖錐堆積物が斜面規模に比較して厚く分布していると想定された。したがって、今回の崩壊で斜面上に残った崩土は、今後降雨とともに断続的に滑動変位する可能性が考えられた。それに伴い、崩

壊土塊および上部に残置する崖錐堆積物の厚さや性状を把握し、対策工を選定するため、ボーリング調査を提案した。また、地下水位と崩土の変状状態を把握するためにパイプひずみ計、将来的な上部斜面の安定性を評価するために孔内傾斜計を設置することを提案した。図-2に調査位置を示す。

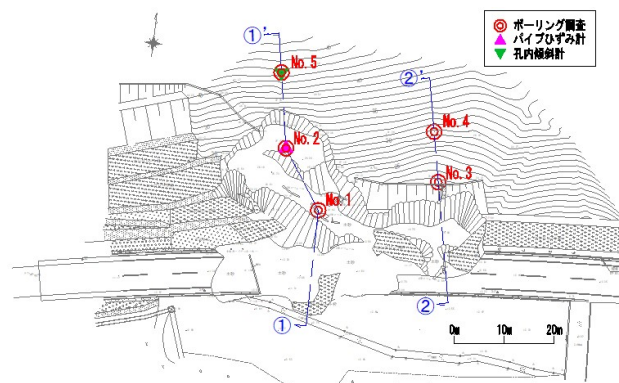


図-2 調査位置図

(2) 調査結果

ボーリング調査によって以下の結果が得られた。

- ・厚い崖錐堆積物が堆積していると想定していたが、崖錐層厚は薄く、強風化岩および破碎岩が分布。
- ・当初想定していなかった強風化した岩脈(ヒン岩)を確認。
- ・崩壊発生後、崩壊ブロックは再滑動していない(地すべり変動ではない)こと、および上部斜面に新たな変状は発生していないことを確認。

以上の状況から、今回の災害は、表層の風化岩部で発生した崩壊であったと考えられる。図-3に推定地質断面図を示す。なお、本災害は2箇所のブロックに別れて発生したが、これは、2ブロックの境界付近で硬質な岩盤が浅い位置に分布していたためと推察される。

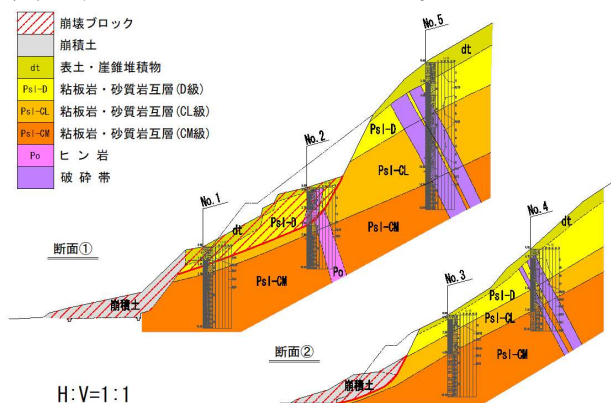


図-3 推定地質断面図(縦横比1:1)

(3) 崩壊機構

- ① 誘因：平成30年7月豪雨時の線状降水帯による異常な降雨によって当該斜面の間隙水圧が上昇したことが原

因と考えられる。

- ② 素因：崖錐堆積物が想定より厚く分布していなかったにも関わらず、大規模災害に至ったのは、No.2地点にて確認された強風化し粘土化の顕著な岩脈（ヒン岩）が遮水壁として機能したためと考えられる。（写真-2）

- ③ 発生機構：以上のことから断面①の崩壊は、図-4の崩壊発生モデルに示すように、間隙水圧の上昇と難透水性岩脈背後の地下水滞留による水重の増加により、強風化岩が崩壊に至ったと考えられる。

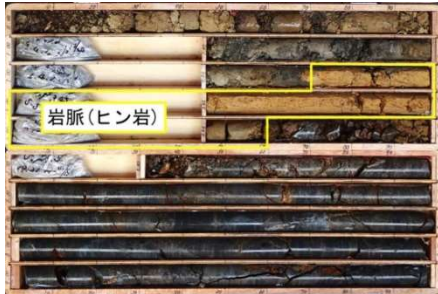


写真-2 岩脈(ヒン岩)コア写真

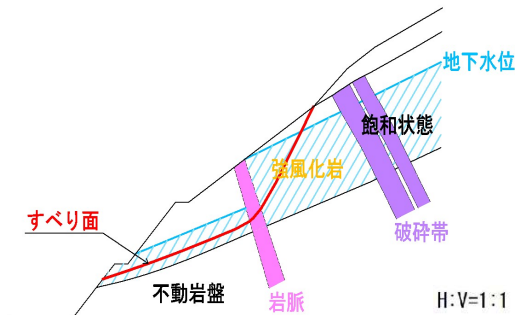


図-4 断面①の崩壊発生モデル(縦横比1:1)

4. 斜面対策

(1) 安定解析結果

安定解析は、平成 30 年度の災害手帳³⁾に基づき、スウェーデン分割法⁴⁾による逆解析により土質強度を設定した。必要抑止力は、計画安全率を $F_s=1.15^{5)}$ として算出を行った。その計算結果を表-1 に示す。

表-1 各ブロックの安定解析結果

ブロック	対象土塊	計画安全率 F_s	安定解析結果	
			必要抑止力 P_r	安全率 F_s'
断面①	上部斜面 不安定化された 滑落崖	1.15 (主要地方道)	72.6 kN/m	1.01
	下部斜面 斜面内に残留した 不安定な崩壊土 不安定化された 滑落崖		76.9 kN/m	1.00
断面②	上部斜面 斜面内に残留した 不安定な崩壊土		17.9 kN/m	0.88
	下部斜面 斜面内に残留した 不安定な崩壊土		切土により不安定な土塊の除去	

(2) 復旧工法

復旧工法については、前項の安定計算結果をもとに、施工性・景観性・経済性から選定⁶⁾を行った。その選定結果を表-2、計画断面図を図-5 および図-6 に示す。

表-2 各ブロックの復旧工法

ブロック	対 策			
断面①	上部斜面	鉄筋挿入工(D25)	+	吹付砕工(300×300) + 独立受圧板
	下部斜面	鉄筋挿入工(D25)	+	(FRP製格子状パネル + 横ボーリング工
断面②	上部斜面	鉄筋挿入工(D19)	+	吹付砕工(300×300) + 横ボーリング工
	下部斜面	安定勾配切土工(1:1.8)		

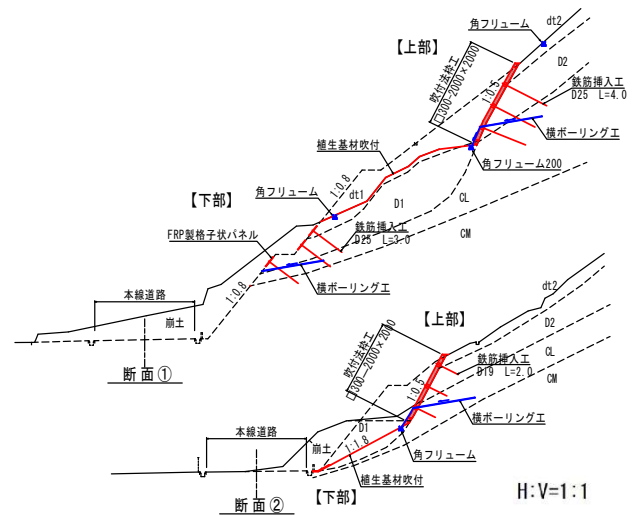


図-5 計画断面図(縦横比 1:1)



図-6 施工イメージ図(左:吹付砕工、右:独立受圧板)

5. おわりに

当地区は、災害直後は崖錐部や風化岩の二次的な地すべりが想定され、上部斜面への波及も危惧されたが、被災後の降雨がほとんどなかったため、幸にも被害の拡大はなく、現在対策工事が実施中である。

当該道路は新設道路であり、今回の豪雨が初めて遭遇した異常豪雨であるが、遮水壁になる岩脈が崩壊で分断され、地下水排除工を含めた対策も施すことから、今後はかなりの異常豪雨であっても、斜面・法面安定は確保されると期待される。

《引用・参考文献》

- 岡山県：単県道路災害復旧工事（設計委託）報告書, 2018. 12
- 西部技術コンサルタント（株）：岡山県内地質図, 岡山南部・玉野, 2008. 7
- 一般社団法人全日本建設技術協会：平成30年災害手帳, 2018. 7
- 社団法人全国防災協会：災害復旧事業における地すべり対策の手引き, 2018. 5. 17
- 一般社団法人全日本建設技術協会：公共土木施設の災害申請工法ポイント, 2015. 6
- 公益社団法人地盤工学会：地山補強土工法設計・施工マニュアル, 2013. 12. 1