

## 令和3年8月の豪雨において被災した切土のり面の調査・対策工検討事例

西日本高速道路エンジニアリング中国（株）	正会員	○松浦 康隆
西日本高速道路エンジニアリング中国（株）	正会員	川波 敏博
西日本高速道路エンジニアリング中国（株）	正会員	秦 二郎
西日本高速道路エンジニアリング中国（株）	正会員	大町 宏
西日本高速道路（株）		富田 雄也

## 1. はじめに

令和3年8月に発生した豪雨は西日本の広範囲に甚大な被害をもたらし、高速道路においても多くの被害を受けた。調査対象となる山陰地方の高速道路切土のり面付近では8月12～14日の間に累積雨量228mmの降雨が認められ、地すべり性の変位が発生した。そこで、発生機構の解明のために地表地質踏査、ボーリング調査および動態観測を行った。また、すべり面付近で認められた粘土について、X線回折分析とCEC試験を用いて膨潤性と遅れ破壊の可能性について考察を加え、地質リスクを踏まえた対策工を提案した。以上の事例について紹介する。

## 2. 切土のり面および地すべり事象の特徴

崩壊した切土のり面は花崗岩を基盤とする東向き斜面である。当切土は過去3回の頭部排土対策にもかかわらず、その後も滑動による変位が認められる。

被災状況は末端部の押し出しとして側道が20m程度の範囲で最大0.15m程度隆起した。この事象による人的被害は発生していないが、路面の損傷と応急対策工の実施により、8月16日以降全面通行止めとなっている。また、頭部付近では第3のり面上部平坦地に最大開口幅70mm、深さ0.6m程度の亀裂が認められ、のり面施設についても水路の押し出し変形等が認められる（図-1）。

変位の追跡およびGNSS観測結果から、当地すべりの平面形状は図-2に示すように、幅：約45m、長さ：約65mであり、切土斜面と斜交した移動方向を示すことが判明した。

## 3. 調査結果

推定した地すべり範囲内で4箇所、高速道路二期線への影響を把握するために範囲外で1箇所、計5箇所の調査ボーリングを実施した。地質は古第三紀の風化花崗岩（ $N$ 値 $\geq 50$ ）が主体であり、そこに安山岩・細粒花崗岩・細粒閃緑岩の岩脈が貫入している。また、花崗岩と岩脈との境界付近では、 $N$ 値 $=4\sim 40$ と局所的に軟質となっている。この部分は亀裂が非常に発達した状態であるとともに変質を強く受けている。加えて、粘土層を複数挟在し、一部に擦過痕が認められる。

すべり面は頭部亀裂・末端押し出し、動態観測、ボーリングコア観察の結果より総合的に判断し、末端に跳ね上がる形状であると推定した。



図-1 被災状況



図-2 すべり方向とすべり範囲

キーワード 風化岩すべり, 対策工, 切土のり面, 膨潤性粘土

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町2-1 第3セントラルビル TEL 082-532-1430

貫入岩付近で採取した試料に対して粘土鉱物の X 線回折分析を実施した結果、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトが貫入岩に比較的多く含まれており、花崗岩には少量あるいは未検出であった。

鉄道建設公団:膨潤性地質の総合解析(1977)<sup>1)</sup>によると、CEC 試験値が 35meq/100g 以上を示す場合、膨圧の発生の可能性が高い地質に区分されており、当地では最大 51.8meq/100g の結果が得られた。また、中川ほか(2004)<sup>2)</sup>は、粘土鉱物の交換性陽イオン種の比率と神戸層群分布地の切土における斜面崩壊の関連性を示している。この交換性陽イオンと遅れ破壊の相関グラフに当地の試験結果をプロットしたところ、切土後 2 年 5 カ月～3 年 5 カ月経過後に遅れ破壊が発生する結果となった。

4. 地すべり機構解析

各種調査結果より、地すべりの発生機構を以下に示す。

素因は、(1)花崗岩内の粘土鉱物を多く含む貫入岩脈の存在、(2)道路建設時の切土による滑動を原因とした脆弱層の形成と経年劣化による地山の強度低下、(3)排土によるすべり面への上載荷重の低下と応力開放、(4)膨圧発生の可能性が高い性質を持つスメクタイトの存在、(5)貫入岩の遅れ破壊の 5 点が挙げられる。誘因は、8 月に短期間で大量の降雨がもたらされ、間隙水圧が上昇し、地盤中の有効応力が低下したことで斜面が不安定化したと考えられる。

5. 対策工

以上の結果を踏まえて、図-5 に示す 6 案について検討を行った。その結果、施工性や経済性の面で排土工は非常に有効な方法であるが、調査結果および崩壊履歴から排土工による再滑動のリスクが懸念される。そこで、(1)側道部をかさ上げた押え盛土工と杭工で滑動力を低下、(2)集水井工で間隙水圧を排除し、被圧地下水位の低下させる併用案を対策工として採用した(図-6)。

6. おわりに

詳細な調査・解析を実施し、当地の地質リスクを踏まえた合理的な対策工を提案したことで、今後の再滑動による崩壊の可能性を最小限に抑えることができたと考えている。

今後も調査時に現地の地質特性を十分に把握することで、地質リスクによる手戻り等を最小限に抑えた対策工の提案を行く所存である。

【参考文献】

- 1) 日本鉄道建設公団東京支社, 大成建設(株)共編:北越北線 赤倉ざい道, 膨張性地質の総合解析, 日本鉄道建設公団東京支社(1977)
- 2) 中川 渉, 遠藤 司: 神戸層群凝灰岩の切土掘削に伴う地盤変形遅れ破壊, J. of the Jpn. Landslide Soc., Vol.41, No.4 355 (2004)

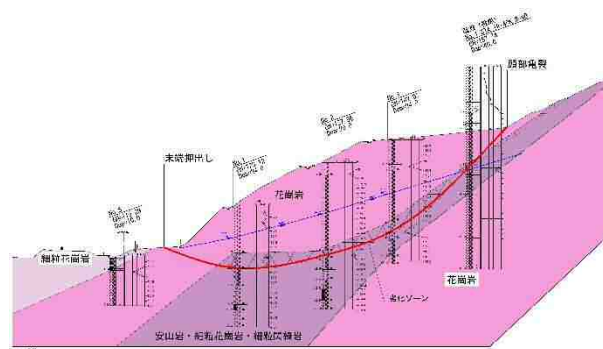


図-3 地質断面図

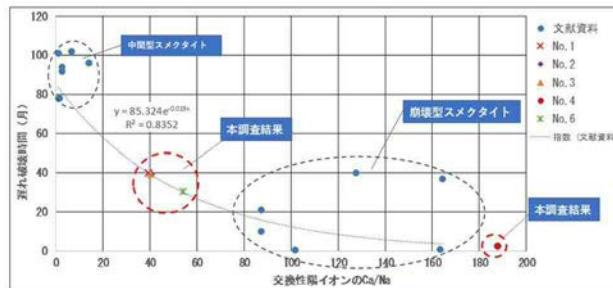


図-4 交換性陽イオンと遅れ破壊の関係

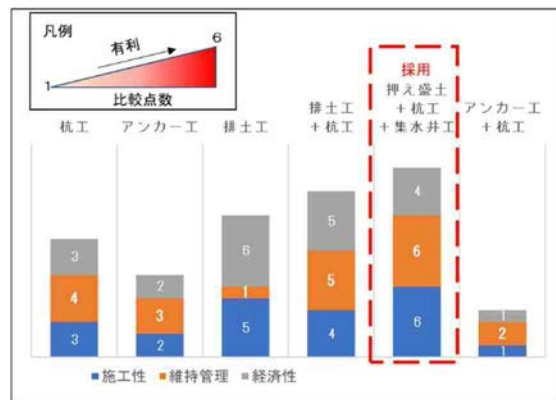


図-5 対策工法比較

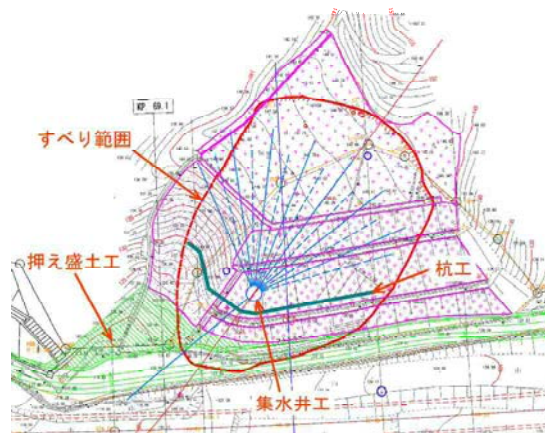


図-6 対策工(押え盛土工+杭工+集水井工)