

熱水変質作用を受けた和泉層群の切土のり面の安定性評価

（株）芙蓉調査設計事務所 正会員 ○須賀 幸一

（株）芙蓉調査設計事務所 武智 賢樹

1. はじめに

切土のり面の勾配は、岩級区分などにより経験的に定められていることが多く、力学的な検討で決められることは少ない。しかし、岩級区分によりのり面勾配を決めても多くの岩盤で崩壊が発生している。崩壊は全体に堅固に見える地山に脈状、層状に入っている弱面で起きる。このような代表的な弱面としては、(a) 層理面や節理面などの分離面 (b) 断層破碎帯 (c) 熱水貫入粘土 (d) 古い地すべり面などをあげることができる。

筆者らは、和泉層群におけるのり面崩壊について、弱面とその力学的特性に着目し、崩壊形態や安定性評価を検討してきた¹⁾²⁾。本研究では熱水変質作用を受けた和泉層群ののり面崩壊の機構について検討し、簡易にのり面の安定性を判定する手法を示す。

2. 和泉層群の特徴

和泉層群は、四国においては図-1 に示すように、東の阿讃山地から、石鎚-法皇山脈、高縄半島基部を経て、松山市南西部までつづく東西延長約 200 km、南北幅最大 14 km の細長い帯状の地質帯である。北縁は領家変成帯に接し、南縁は中央構造線により切断され三波川帯と接する。特に中央構造線沿いの和泉層群は、断層作用に加えて熱水変質作用の影響を受けており、四国縦貫自動車道や四国横断自動車道の建設において、多くののり面崩壊を生じた。

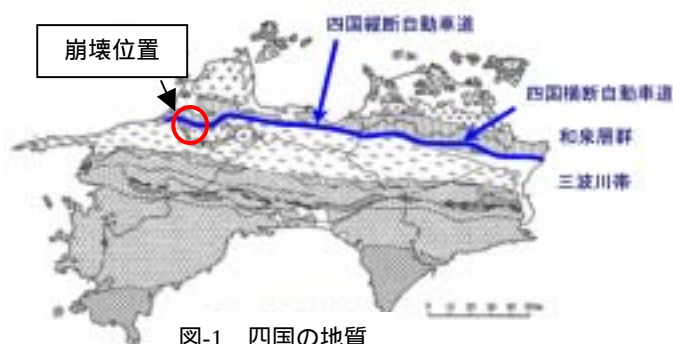


図-1 四国の地質

3. 熱水変質作用を受けた和泉層群ののり面崩壊

崩壊箇所は、図-1 に示した高速道路の更に南に位置する道路の切土のり面である。その約 3 km 南方には中央構造線が東西方向に走向している。地質構造としては和泉層群の向斜構造の南翼にあたり、大局的には北へ傾斜する同斜構造であるが、崩壊箇所は断層破碎や褶曲構造を伴う複雑な地質構造となっている。また崩壊箇所の南部には新生代中期の石鎚層群火成岩（安山岩）が貫入しており、熱水変質作用の影響を強く受けている。

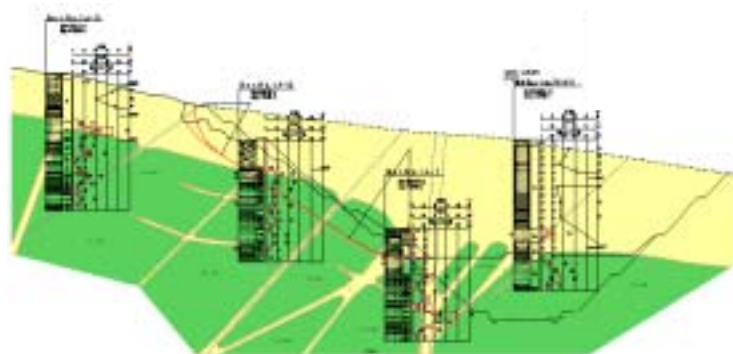


図-2 地質断面図

崩壊箇所の地質断面図を図-2 に示す。薄い色の範囲が強風化部（D級）および変質部・破碎部である。表層からの風化作用に加えて、深部に及ぶ破碎作用や熱水変質作用による岩盤劣化が見られる。崩壊は上方から5段目ののり面を切土中に発生した。すべり面は比較的深く、かつ平面すべりに近い。中段以降ののり面の岩質は比較的硬質（CL～CM 級）であり、褶曲構造や断層の影響を受けるが概ね流れ盤の傾向にある。崩壊ブロックの亀裂面やブロック内の節理面などの割れ目には、熱水変質作用の影響を受けたと見られる白色～淡青灰色の粘性土が付着している。このような割れ目に介在した粘性土がすべり面を形成し、のり面の崩壊を引き起こしたと推定される。

キーワード：和泉層群，切土のり面，熱水変質作用，X線回折，リングせん断試験，安定性評価

連絡先：〒791-8022 松山市美沢1丁目2-30（株）芙蓉調査設計事務所 TEL.089-924-1313 FAX.089-923-5717

4．粘性土の力学的性質

すべり面を形成していると推定される粘性土がどのようなせん断強度を示すか検討した。試料には、崩壊ブロックより採取した粘性土を用いた。何れも 420 μ m の篩いを通過させた試料を繰り返し再圧密して供試体を作成した。リングせん断試験により得られたせん断抵抗角 (ϕ' : ピーク状態でのせん断抵抗角、 ϕ_r : 残留状態でのせん断抵抗角) を、図-3 に示す。試験はいずれも飽和状態で行ったので粘着力 c はゼロであった。またせん断試験に用いた試料は、X線回折試験により鉱物分析を行った。その結果の一例を、図-4 に示す。何れも Mi, Fe, Q が主体であり、熱水変質作用を受けているものの、膨張性粘土鉱物（膨張性クロライト、スメクタイト）などは認められなかった。せん断抵抗角は $\phi' = 25^\circ \sim 28^\circ$ 、 $\phi_r = 21^\circ \sim 25^\circ$ であり、ピーク強度から残留強度への極端な低下はない。

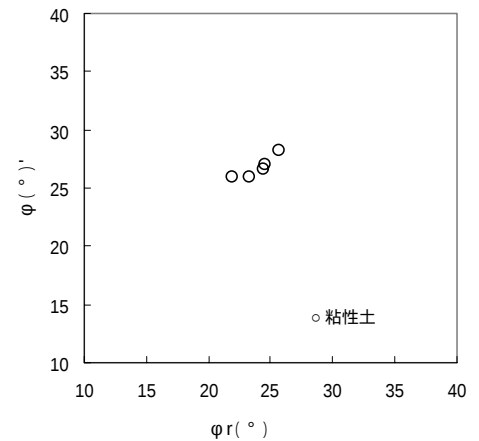


図-3 粘性土の ϕ' と ϕ_r

5．のり面の安定性評価

図-5 は、高速道路における和泉層群の切土のり面の崩壊事例から、層理面の見掛けの傾斜角とのり面勾配をパラメータとし、崩壊形態と安定・不安定領域に分類したものである。今回ののり面崩壊をプロット（丸印）すると、流れ盤によるすべりの発生領域に入

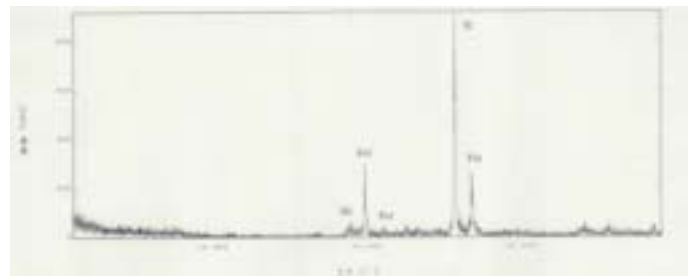


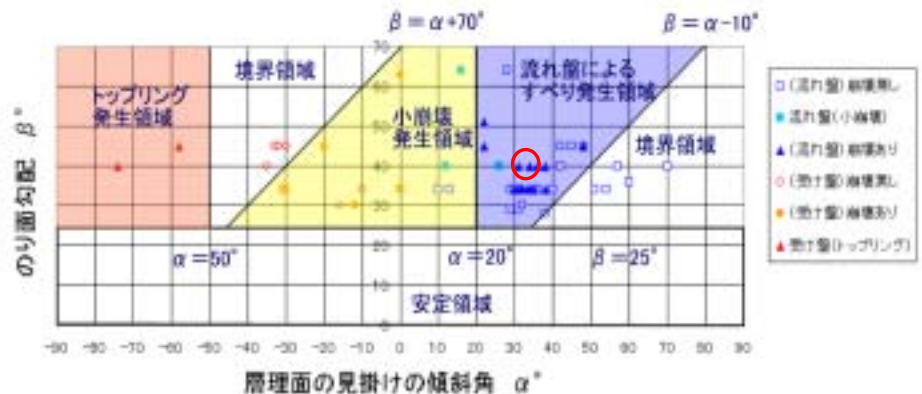
図-4 X線回折結果

ることが判る。この切土のり面の安定性を、せん断抵抗角 ϕ' ($c'=0, u=0$) を導入し、無限斜面の安定問題として単純化すると、安全率は $F_s = \tan \phi' / \tan \alpha$ となる。ここに、すべり面の傾斜角 $\alpha = 32^\circ$ 、せん断抵抗角 $\phi' = 27^\circ$ （平均値）であり、

$$F_s = \tan 27^\circ / \tan 32^\circ = 0.81 < 1.0$$

となる。割れ目に介在した粘性土のせん断抵抗角 ϕ' と、極限平衡状態から逆算される平均的なすべり面のせん断抵抗角 ($= 32^\circ$) とは一致しない。しかし弱面となる粘性土のせん断抵抗角 ϕ' を求めておけば、図-5 と合わせて和泉層群の切土のり面の安定性を概ね評価することができる。

図-5 和泉層群の安定性評価図



6．まとめ

和泉層群の切土のり面の安定性は、地質構造を十分に把握し、図-5 の安定性評価図表などにより崩壊形態と安定・不安定領域を判別し、弱面の力学的性質を求めることにより、簡易な安定計算で概ね評価することができる。

参考文献

- 1) 須賀幸一、矢田部龍一、山本信一、重村征哉：切土のり面の崩壊要因と崩壊形態、豪雨と地震による土砂災害論文集、土木学会四国支部、pp.33-38, 2002
- 2) 須賀幸一、武智賢樹：和泉層群における切土のり面の安定性評価、第 38 回地盤工学研究発表会(投稿中)