

断層および熱水脈による変成を受けた斜面の安定性について

山 口 大 学 工 学 部

常盤地下工業（株）

同 上

同 上

正会員

正会員

○非会員

非会員

山 本 哲 朗

瀬 原 洋 一

小 田 原 裕 司

佐 藤 貴 彦

1. まえがき

山口県北西部で一般国道の建設が計画され多くの開削工事が進められている。その中で、地質条件の良い開削現場において斜面変状が顕在化した。当該斜面は 6 段の切取り（高さ 30m）が完成断面である。施工を進める段階において 3 段目の切取りが終了した平成 11 年 9 月下旬の降雨により法面変状が発生した。現場の地質環境は貫入岩による熱水変成および断層の影響を受け、著しく粘土化している状態であった。その粘土には白・褐・緑色を呈する 3 種類のものがあつた。本論文では、上述した斜面内に観察された粘土の工学的性質に視点をおき、さらには対策工設計の際の留意したことについて述べる。

2. 地形・地質概要

現場周辺の地形は標高 200～300m の中起伏山陵からなり、断層に起因した地形（ケルンコル、ケルンバット）が見られることが大きな特徴である。路線は標高 100m 程度の山稜の裾部を開削する計画であり、この付近は明瞭な遷緩線を形成している。

周辺の地質は、中生代白亜紀の阿武層群（約 8 千万年前）、関門層群（約 1 億年前）、および古代三紀日置層群が分布し、それらは断層の関係にある¹⁾。さらには阿武層群、関門層群の同時代に貫入したひん岩、閃緑岩、石英斑岩等の岩脈が存在しており、地質的に複雑な地域となっている。

当該斜面の地質は、阿武層群青海累層が分布し、そのほとんどが溶結凝灰岩であるが、一部流紋岩質溶岩の貫入岩脈が見られる。そのために、熱水変質の影響を受けて岩盤劣化の著しい変質帯が局所的に存在する。

3. 地質調査の結果

崩壊斜面の地質と地盤性状を把握するために、ボーリング調査および高密度電気探査を行った。その調査結果をそれぞれ図 - 1、表 - 1 に示す。

ボーリングおよび露頭観察から、当該斜面に粘土脈が存在することが明らかにされた。粘土には①褐色粘土、②白色粘土、および③緑色粘土の 3 つのタイプがみられた。③の緑色粘土の粘土鉱物はスメクタイトであり、法面内にはあらゆる方向に存在していた。

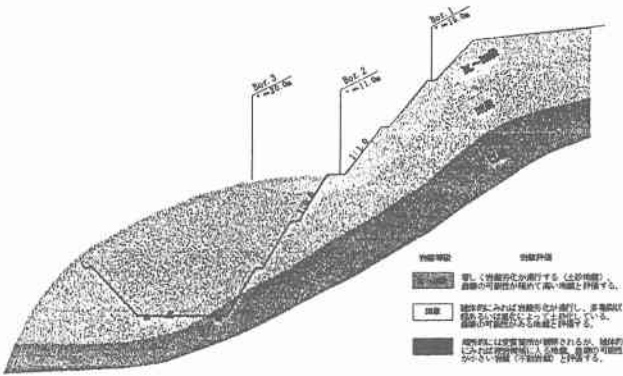


図 - 1 地質推定断面図

表 - 1 ボーリング結果総括表

項目 孔番	位置	記 事
Bor. 1	上から1段目の小段	GL～2.0mまでは著しく熱水変質した溶結凝灰岩である(DM～DL級)。深度2.0～9.0mまで風化凝灰岩で色調が茶褐色化している(DH級)。以深、コアは硬質となるが(CL級)色調はNo.2と比較して風化色を帯びている。コアを観察すると全体的に高角度な亀裂が多く、特に5.0～9.0mの亀裂面には白色粘土を挟む。
Bor. 2	上から3段目の小段	GL～3.15mまで著しく熱水変質した溶結凝灰岩である(DM～DL級)。深度3.15～7.90mまでコアは非常に脆く、ハンマー弱打でボロボロになる(DH級)。以深、コアは青味を帯び硬質となる。深度7.9m付近が硬軟(岩盤性状)の境界となる。
Bor. 3	計画の法尻付近	GL～3.30mまでは変質を受け土砂状のコアである(DM～DL級)。以深16.7mまでコアは礫～粘土状を呈し、総体的に岩盤劣化が進行する。以深、18.7mまでコアは青味を帯び硬質となる。18.7m以深には3段目の切土面で観察されるような緑色の鉱物を多く含む。

4. 粘土の土質工学的性質

粘土の物理的性質はいずれも高塑性粘土に分類されて、 F_{clay} (粘土含有率) が50%以上のものであった。3種類の粘土の強度特性を調べるため、一面せん断試験を実施した。試験条件は、それぞれの粘土について①非水浸と②水浸で実施した。2条件で実施した理由は、粘土の含水量が増加した場合の強度低下を知るためである。粘土の含水量が増加すれば、せん断強度定数が低下することは知られている。当該現場では粘土の存在する位置で湧水が発生しており吸水状態での強度を確認し、設計に反映させる必要があった。試験を実施した結果、最も強度低下が著しいのは褐色粘土であるという結果が得られた。しかし、水浸後の強度が最も低かったのは緑色粘土であることが明らかとなった(表-2、図-2 参照)。この緑色粘土は火山岩の熱水脈により生成されたものと考えられ、切土面内の広い範囲に存在し、ボーリング No. 3 では深度の深い20mの位置にも観察された。このような事実から、当斜面ではこの緑色粘土が崩壊発生に大きく関与するものと考え、設計のすべり解析には、この粘土の強度定数を採用した。

表-2 一面せん断試験結果一覧表

試料名	試験条件	ccu (kPa)	ϕ_{cu} (°)
白色粘土	非水浸	48.0	49.0
	水浸	41.0	33.0
褐色粘土	非水浸	32.2	41.6
	水浸	12.0	32.2
緑色粘土	非水浸	19.7	25.7
	水浸	5.2	25.2

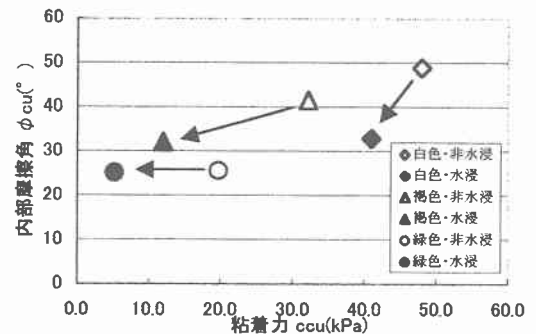


図-2 一面せん断試験結果図

5. 対策工設計における留意点

以上が当該斜面の地質・地盤上の特性の所見である。設計・対策工計画における地盤の工学的性質に関わる重点課題を挙げると次のように列举される。

- ①地質的に見て貫入岩の貫入方向が優勢な区域を絞り、斜面内の岩盤劣化帯の集中している箇所を重点的に対策工を配置する必要がある。
- ②調査地で見られる粘土には、白色、緑色、褐色の3種類がある。それらは、断層と熱水変質により生成された。そのうち、緑色粘土は斜面安定において土質工学上問題となる『スメクタイト』を有することが明らかになった。
- ③3種類の粘土のうち緑色粘土が最もせん断強度が小さい。
- ④地質環境からして斜面の深層においても変質帯の存在が懸念される。

斜面安定解析結果から現段階の切土(3段カット)が極限状態にあると考えられる。今後進展していく開削工事では、斜面对策工にグラウンドアンカー工を提案した。

参考文献

- 1) 山口地学会編(村上允英・西村祐二郎 監修):山口県 地学のガイド, pp.103-106, 1984.