

Ⅲ-A215 結晶片岩強風化土のすべり面強度定数設定に関する各種の検討

日本国土開発(株)技術開発研究所	正会員	○岡	千裕
山口大学工学部	正会員	山本	哲朗
中国電力(株)土木部	正会員	新谷	登
中国電力(株)東京支社	正会員	河原	和文
日本国土開発(株)広島支店		植田	秋雄

1. はじめに 山口県山口市周辺に分布する三郡変成岩地帯中、結晶片岩が分布する地域において変電所施設敷地造成工事に伴う切土法面が計画された。この地域の同岩種地山において、地すべり現象の発生した事例が複数報告されており^{1)~2)}、当該工事の切土法面もすべり挙動に対する地山の評価が必要と考えられた。本文では、比較的堅固な岩盤の近傍あるいはそれに挟在する極めて強度の低い強風化土層の検出と、切土法面の安定検討およびすべり対策工の設計に用いるすべり面強度定数設定に関する調査、試験結果について述べる。

2. 地質および地形概要 当地質は広義には三郡変成岩であり、中生代トリアス紀に起きた高圧型変成作用により生成された岩石である。三郡変成岩類は泥質片岩、砂質片岩、塩基性片岩といった片岩類と蛇紋岩類からなる¹⁾が、ボーリング調査より当地の地質は概ね泥質片岩（広義には結晶片岩）と判明した。

切土法面施工平面図および傾斜計設置ボーリング孔（A1～A3、B1～B5）の位置を図-1に示す。切土法面は、地形的に2つの尾根とそれらに挟まれた谷部に対し、45° 毎3方向に掘削するものである。谷部の原地形は、勾配が約15° の非常に緩やかな斜面であった。

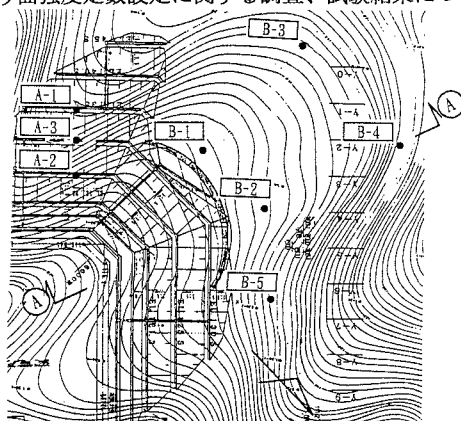


図-1 平面図

3. 強風化土強度定数の評価

強風化土に関する各種の調査、試験および逆解析から得られた強度定数および設計定数を、表-1に示す。

(1) X線回折試験

B-2孔のボーリングコア中、表層のD級とCL～CH級岩の境界付近で、光沢のある強風化土（GL-5.5m）が確認された。この強風化土の粉末X線回折試験結果が図-2である。鉱物成分は緑泥石と白雲母が主体であり、その他石英、滑石およびカオリナイトが含有されており、近隣の地すべり発生事例^{1)~2)}の鉱物組成に極めて近いことから、当該工事でも地すべりに対する検討が必要であると判断された。

(2) ピストン型孔内載荷試験

弱層の挟在する岩盤であるか否かを確認する目的で、A-1、A-2孔において孔内載荷試験を実施した。薄層の検出を目的とし、狭い範囲の載荷試験が可能なピストン型孔内載荷試験装置（P-200：載荷径φ14.2mm、4チャンネル）による載荷試験³⁾を密な間隔で実施し変形係数の深度分布を得た。

A-2孔における変形係数の深度分布が図-3であり、岩盤部として概ね変形係数500～2000MPaの比較的堅固な岩盤中に、10～100MPa程度の極端に変形係数の低い層（GL-12m、GL-16m）の存在することが確認された。強度定数は、GL-12mの弱層における載荷曲線の降伏圧を用い、土被り高さから粘着力 $c=12kPa$ を推定し、円形載荷による極限支持力公式からせん断抵抗角 $\phi=14.2\sim16.1^\circ$ （平均 15.2° ）を逆算した。

〔キーワード〕 結晶片岩、すべり面強度、孔内載荷試験、X線回折、一面せん断試験

〔連絡先〕 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町 4036-1 Tel:0462-86-4550 Fax:0462-86-0964

表－1 すべり面強度定数一覧

	強風化土のせん断強度		備 考
	c (kPa)	ϕ (°)	
ピストン型 孔内載荷試験	12.0	14.2～16.1 (平均 15.2)	A-2ボーリング、GL-12m弱層部の強度
一面せん断試験	0.0	21.5	強風化土と岩石間のピークせん断強度
原地形逆解析	2.0	15	A-A断面、強風化土を通過するすべりを 想定し、 $F_s=1.0$ とした場合の強度
設計定数	2.0	15	

(3)一面せん断試験

強風化土が、表層土と比較的新鮮な岩盤の境界付近に存在することから、強風化した粘土と岩石間のすべりを想定した一面せん断試験を実施した。供試体は強風化粘土を一端スラリー状にした後、圧密により再構成した試料を上部せん断箱、比較的新鮮な泥質片岩を下部せん断箱に詰め、その境界面でせん断させた。試験結果が図－4であり、ピーク時の強度定数として、 $c_d=0\text{kPa}$ 、 $\phi_d=21.5^\circ$ を得た。

(4)A-A断面の原地形に対する逆解析

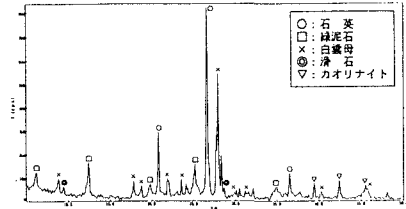
B-2 孔のボーリングコア中に明確な粘土が確認された、図－1 A-A断面の原地形を対象に、強風化土層を通るすべり線および最高水位時を想定した場合に、安全率 $F_s=1.0$ となるすべり面の逆解析から、すべり面の強度定数として、 $c=2\text{kPa}$ 、 $\phi=15^\circ$ を得た。この強度定数で通常水位の場合は、 $F_s=1.08$ であった。

4. まとめ 三郡変成帯結晶片岩中に極めて強度の低い風化土の存在することが確認された。ただし、それは堅固な岩盤に狭在する場合や表層土と岩盤の境界に部分的に存在するため、その検出が非常に困難な場合があった。ボーリングコアとして明確に検出できない場合には載荷面積の小さいピストン型孔内載荷試験装置による密な載荷試験が有効であり、コアが採取できる場合にはX線回折試験や一面せん断試験による検出が可能である。

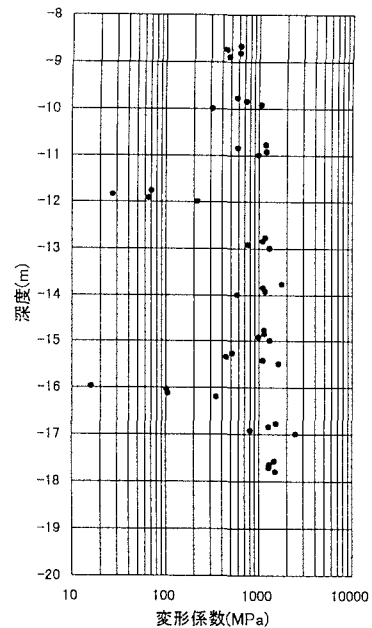
当地ですべり検討の対象とした結晶片岩の強風化土は、いずれの試験や原地形の逆解析からも、粘着力 $c=0\sim 12\text{kPa}$ 、 $\phi=15\sim 21.5^\circ$ と非常に低い値として評価され、地すべりに対して十分な検討が必要な地質と判断された。すべり対策工設計時の強風化土強度としては、近隣でのすべり事例^{1)～2)}等も参考に $c=2\text{kPa}$ とし、せん断抵抗角として最小値の $\phi=15^\circ$ を設定した。

【参考文献】

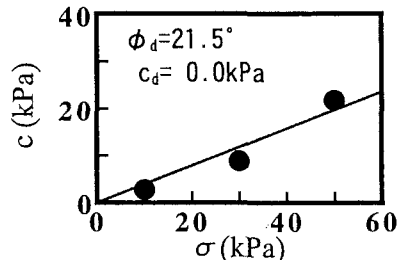
- 1) 山本哲朗・大原資生・西村祐二郎・瀬原洋一：山口県下の三郡変成岩からなる切土斜面に見られる豪雨崩壊の特徴，地盤工学会論文報告集，Vol. 36, No. 1, pp. 123～132, 1996.
- 2) 山本哲朗・瀬原洋一・中森克己・森岡研三：三郡変成帯に発生した地すべりの特徴と対策，土と基礎，Vol. 45, No. 6, pp. 17～19, 1997.
- 3) 岡 千裕：各種の孔内載荷による岩盤物性の定量的評価に関する研究，山梨大学学位論文，pp. 93～95, 1995.



図－2 強風化土のX線回折図



図－3 P-200による変形係数分布



図－4 強風化土-岩石間のせん断強度