

節理に沈積した黒色薄層土に起因した三郡変成岩斜面の崩壊

山口大学工学部
(有) ケイズラブ
山口大学大学院
日特建設(株)

正会員 山本哲朗
正会員 河内義文
学生会員 ○勝部安昭 宮崎晃一
正会員 原田 博 寺山 崇

1. はじめに

斜面崩壊の発生要因には素因として土質、岩質、地質構造など、誘因として降雨および地震などが挙げられる。今回、著者らが現場調査を実施したのは山口県宇部市川上における三郡変成岩に石英斑岩が貫入した切土斜面で発生した円弧すべりによる崩壊であった。斜面崩壊の主要因は降雨であると考えられるが、すべり面には黒色薄層土が存在しており、それが崩壊発生の一要因となっていた。著者らは、これまで斜面内に存在する不連続面が斜面崩壊の素因となっていた現場をいくつか確認している^{1)~2)}。本報告では、まず現場の概況を述べ、次に採取した土試料の物理的性質、さらに室内一面せん断試験および現場で超簡易現場せん断試験機を用いて求められた土の強度定数について記述する。

2. 斜面崩壊の概況

調査地は山口県宇部市川上にある勾配 30° の切土斜面である。現場の地質は三郡変成岩の周防変成岩であり、岩種は泥質片岩である。これに石英斑岩が貫入している。この石英斑岩には節理が発達しているとともに、著しく風化が進み土砂化している。現場の全景を写真-1に示す。崩壊は11月下旬に起こった。崩壊形態は円弧すべりであり、斜面崩壊①の崩壊規模は幅13.3 m、長さ8.0 mおよび厚さ0.35 mである。斜面崩壊②の崩壊規模は幅17.2 m、長さ8.7 mおよび厚さ0.4 mである。写真-2に斜面崩壊②のすべりの面状況を示す。節理に起因して発生した滑落崖およびすべり面において、黒色薄層土が存在している。すべり面は $N47^\circ E$ 、傾斜 $49^\circ NW$ であった。



写真-1 斜面崩壊の全景



写真-2 すべり面に見られた黒色薄層土

3. 斜面土の物理的性質

現場で採取したすべり面における石英斑岩風化土（以後、風化土と呼ぶ）に対し、土粒子の密度、粒度試験および液・塑性限界試験を実施し、次の結果が得られた。土粒子の密度 ρ_s : 2.596 g/cm^3 、均等係数 U_c : 86.2、最大粒径: 11.0 mm、50 % 粒径: 0.49 mm、細粒分含有率 F_c : 12.3 %、粘土分含有率 F_{clay} : 8.5 %、自然含水比 w_n : 6.7 %、液性限界 w_L : NP、塑性限界 w_p : NP および塑性指数 I_p : NP であった。土質分類では、粘土まじり砂 (S-C) に分類される。また、粉末X線回折試験を実施し、各試料に含まれる鉱物を同定した。土試料の主要鉱物は石英、白雲母であり、黒色薄層土には石英およびハロイサイトが含まれている。写真-3に黒色薄層土の走査型電子顕微鏡写真を示す。特徴として、黒色薄層土の表面は非常に滑らかな構造を呈していることが挙げられる。黒色薄層土に対して化学

分析を行い、ケイ素、アルミニウムの他にマンガン、鉄が含まれていることが分かった。

4. 斜面土の強度定数試験

当現場では、斜面内の黒色薄層土に沿って崩壊が発生した。この崩壊挙動を再現するため、現場において超簡易現場せん断試験を実施した²⁾。試験はせん断箱内に所要の単位体積重量になるように締固めた風化土を詰めて供試体を作製し、黒色薄層土がせん断面と一致した状態で実施した。試験機の都合上、垂直応力 σ_N は29.4, 39.2, 49, 58.8 kPaの4とおりである。せん断速度は1.0 mm/minである。また、比較のため室内一面せん断試験機についても試験を行った。これはブロックサンプリングにより黒色薄層土を含む不攪乱試料を採取し、黒色薄層土を端面とした円盤状土塊（直径60 mm, 厚さ10 mm）を二つ作製し、端面同士を互いに貼り合わせ、せん断箱内に収めた。試験は非水浸・水浸状態で実施し、垂直応力 $\sigma_N=49, 98, 147$ kPaの3とおりで圧密した後、せん断速度1.0 mm/minの下でせん断した。

図-1に破壊線と土の強度定数を示す。この図より、超簡易現場せん断試験では、粘着力 $c_d=0$ kPa, 内部摩擦角 $\phi_d=23.7^\circ$, 室内一面せん断試験では非水浸状態について $c_d=19.5$ kPa, $\phi_d=25.6^\circ$, 水浸状態では $c_d=0$ kPa, $\phi_d=22.0^\circ$ が得られた。室内一面せん断試験の水浸状態では、粘着力が0 kPaとなり、内部摩擦角は 22.0° となり、粘着力が消失した。降雨により、黒色薄層土間の粘着力がゼロになったものと考えられる。また、超簡易現場せん断試験では $c_d=0$ kPa, $\phi_d=23.7^\circ$ となった。著者らは、これまでも斜面内に存在する不連続面（黒色薄層土）が斜面崩壊の素因であると考えられた現場をいくつか確認しており、 $c_d=0\sim 17.6$ kPa（平均値は7.7 kPa）, $\phi_d=18.1\sim 26.7^\circ$ （平均値は 23.1° ）を提案している²⁾。これより、今回の試験で得られた強度定数はその範疇にあり、不連続面（黒色薄層土）の存在が崩壊の素因となったことが示唆される。

5. 結論

山口県宇部市川上において石英斑岩の貫入した三郡変成岩の切土斜面で発生した斜面崩壊について、現地調査および室内・現場せん断試験から得られた結果を以下にまとめる。

- ① 石英斑岩風化土の均等係数 U_c は86.2と大きく、土質分類では粘土まじり砂（S-C）に分類される。
- ② 斜面崩壊の原因として、降雨の影響の他に不連続面の一つである石英斑岩の節理面等に付着した黒色薄層土が存在していたことが考えられる。

参考文献

- 1) 山本哲朗・鈴木素之・寺山 崇・原田 博：斜面崩壊の素因となる不連続面のせん断強度の評価方法，土と基礎，Vol.49, No.7, pp.7-9, 2001.
- 2) 山本哲朗・鈴木素之・原田 博・寺山 崇：光沢質黒色薄層土に起因した斜面崩壊とそのせん断強度測定，地盤と建設，Vol.18, No1, pp.99-104, 2000.

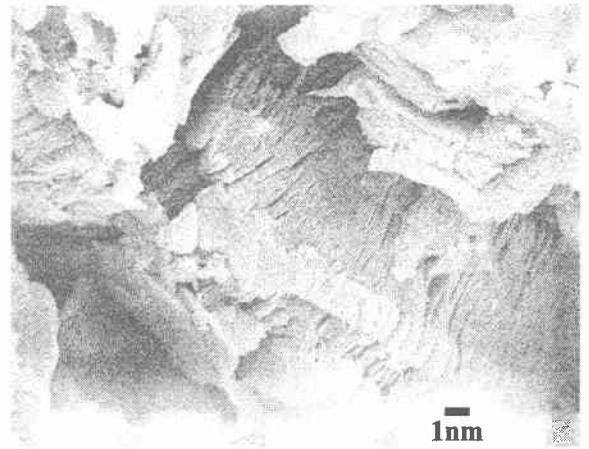


写真-3 黒色薄層土の走査型電子顕微鏡写真

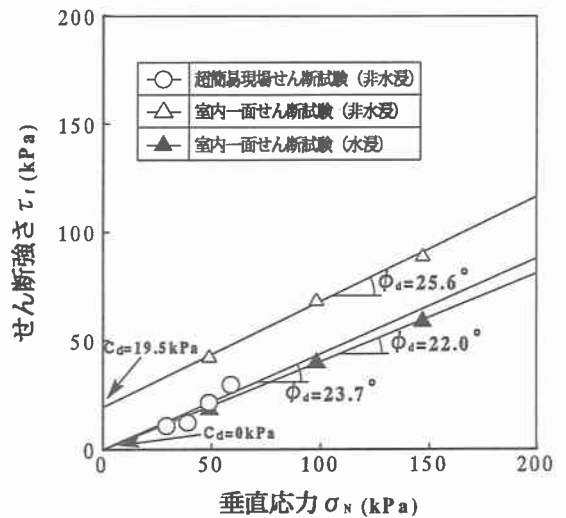


図-1 土の強度定数