

斜面崩壊をもたらす地山強度の変動に関する基礎的研究

長崎大学工学部 学生会員○大坪達也
長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静

長崎大学工学部 フェロー会員 棚橋由彦
長崎大学工学部 正会員 杉本知史
竹下建設工業株式会社 非会員 後田一実

1. 研究の背景と目的

我が国は、斜面地形を多く有することから、土地利用の高度化が強く求められており、用地確保のために斜面の掘削が多く行われている一方、短時間降雨量の増大が、日本各地で斜面災害をもたらしている。特に長崎県は斜面崩壊の危険性が高い地域を多く抱えているため、地域特性を踏まえたリスク評価が求められる。また、技術的情報が乏しい小規模現場では、現場への適用を念頭においた簡易な手法を開発することが急務であるといえる。局所的な斜面の崩壊危険度を明らかにするためには、数少ないボーリングデータの信頼度評価や現位置での新たな試験法が必要である。そこで本研究では、上記方法の開発を念頭におき、地山の強度定数に着目した、土質種別や飽和度、掘削に伴う応力状態の変化との関係を三軸圧縮試験により明らかにし、斜面崩壊に関する基礎的情報を得ることを目的とする。

2. 試験概要

2.1 対象試料概要

今回の対象試料は西彼杵半島一帯に広く分布する雲母片岩の風化土(以下、風化土と称す)を使用した。産地は長崎県西海市大瀬戸町雪浦奥浦地区であり、のり面勾配 1:0.8、土被り深さ 5m の内部から採取された攪乱試料である。また、比較対象試料として豊浦標準砂を使用した。これらの試料について物理試験を行った。それら物性値を表-1に示す。また、図-1に粒径加積曲線を示す。

表-1 試験対象土の物性値

風化土			
土粒子の密度	ρ_s	(g/cm ³)	2.714
液性限界	w_L	(%)	48.0
塑性限界	w_p	(%)	17.5
豊浦砂			
土粒子の密度	ρ_s	(g/cm ³)	2.693

2.2 三軸圧縮試験概要¹⁾

本研究で使用した三軸圧縮試験機は、一般的に使用される定ひずみ型の三軸圧縮試験機ではなく、定圧型の三軸圧縮試験機を使用した。図-2に三軸圧縮試験機の概要を示す。供試体作成に使用する試料は2mmふるいで粒度の調整を行ったものを使用した。実験ケースは、地下水位の変動が激しいと考えられる斜面の地表面付近の状態を想定し、飽和度Srが100%、70%、40%の3ケースを想定した。初期K₀状態で圧密後、軸圧一定、側圧低下により斜面掘削による崩壊挙動を模擬する三軸圧縮試験を行った。側圧低下は、最大値の1%程度を減少量として与え、低下速度の影響を極力排するように努めた。また、想定される状況と試料種別に応じ、豊浦砂は排水条件、風化土は非排水条件でそれぞれ

表-2 実験ケース

ケース名	対象試料	飽和度	排水条件
F-70	風化土	70%	非排水
F-40		40%	
T-100	豊浦砂	100%	排水
T-70		70%	
T-40		40%	

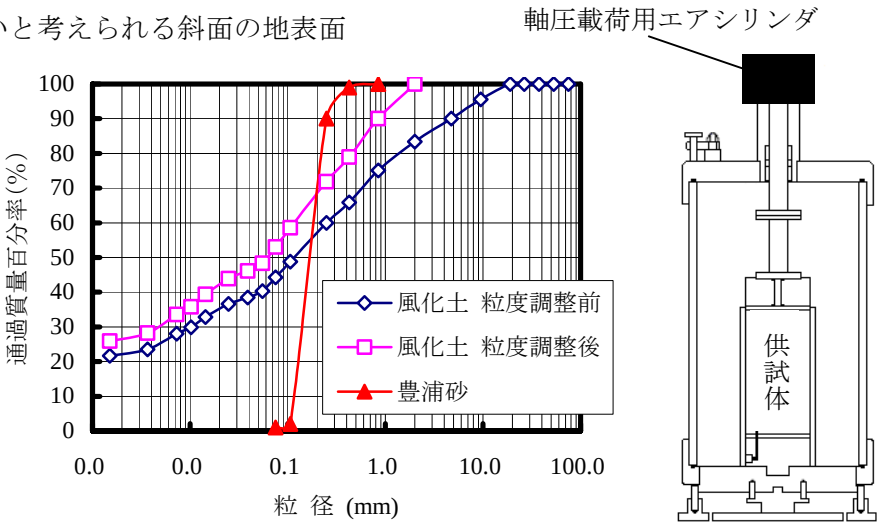


図-1 粒径加積曲線

図-2 三軸室概要図

れ試験を実施した。表-2 に実験ケースを示す。供試体の形状・寸法は、直径 5cm、高さ 10cmの円柱形とした。

3. 実験の結果と考察²⁾

3.1 応力-ひずみ関係

図-3 に供試体に飽和度 $S_r=70\%$ の2試料を用いた三軸圧縮試験の応力-ひずみ曲線を示す。それぞれ土被り深さ 3m、5m相当の初期 K_0 状態を模擬した後、軸圧一定で、側圧を低下させた。いずれのケースも、最終プロットにおいて供試体が破壊し、データ計測を停止している。これらの結果より、各飽和度における粘着力及び内部摩擦角を算定した。

3.2 飽和度と強度定数との関係

図-4 に飽和度 S_r と粘着力 c の関係を示す。今回は時間的制約から、限られた試験ケースしか実施できなかったが、両試料とも、飽和度の上昇に伴い、粘着力が低下した。特に $S_r=40\%$ のケースで高い値を示した。 $S_r=40\%$ に向かうにつれ、粘着力は増加することを推測すれば、この付近でピークをもつ分布となることが考えられる。また、豊浦砂と比べ相対的に細粒分を多く含む風化土は、その傾向が顕著に表れる結果となった。これは、関東ローム等他の試料と同様の傾向であることも確認した。³⁾

図-5 に飽和度 S_r と内部摩擦角 ϕ の関係を示す。図-4 より、内部摩擦角の値は、豊浦砂に比べ風化土は非常に小さく、 $S_r=40\%$ 時、 $S_r=70\%$ 時ともに、ほぼ 0° に等しかった。これより、風化土は飽和度の変動による内部摩擦角の変化はほとんど見られず、その値は限りなく 0° に近いものであると考えられる。豊浦砂については、飽和度が上昇するにつれて内部摩擦角の値も増加する結果を得た。土質による有意な差があるものと考えられるが、今後更に検討する必要がある。

4. おわりに

今回、結晶片岩の風化土と豊浦砂の飽和度の変化による強度定数の変動について明らかにすることができた。今後、その他の試料についても試験を実施し、飽和度の変動による強度定数の変動について明らかにしていきたい。

【参考文献】

- 1) 土質工学会：土質試験法（第2回改訂版）pp.495-530, 1976
- 2) 地盤工学会：不飽和地盤の挙動と評価, pp.86-113, 2004
- 3) 土質工学会：土砂災害の予知と対策, p.175, 1985

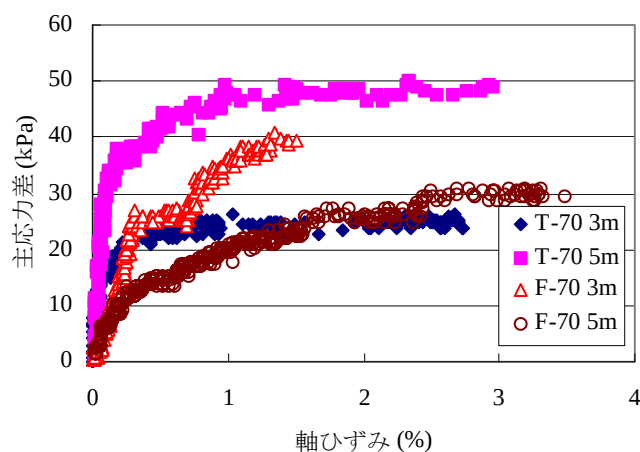


図-3 側圧低下時の応力-ひずみ曲線

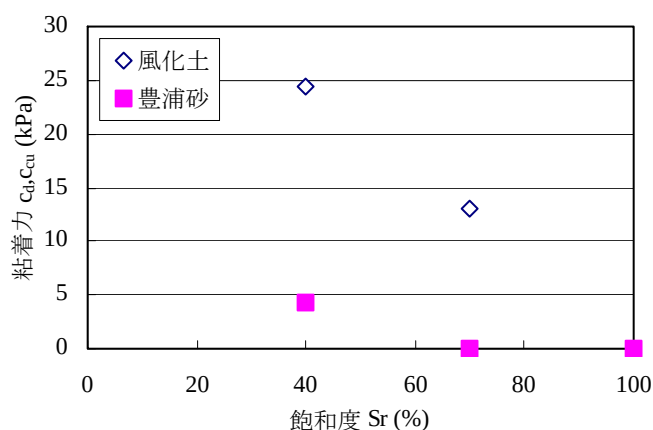


図-4 飽和度と粘着力との関係

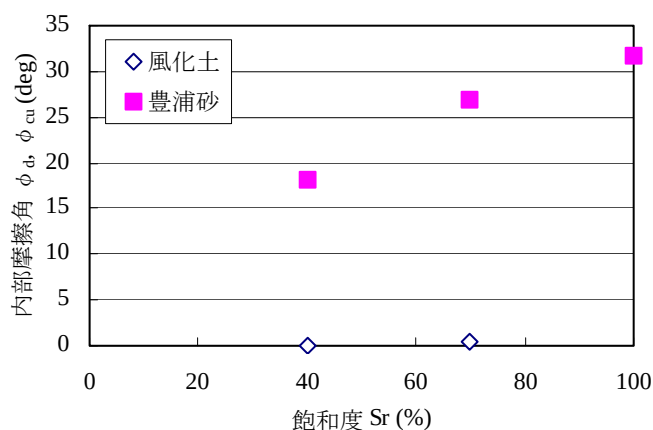


図-5 飽和度と内部摩擦角との関係