

島尻層群泥岩のピーク強度

The Peak Strength of the Shimajiri Mudstone

宜保清一^{*}, 中村真也^{*}, 比嘉優^{**}
Seiichi GIBO, Shinya NAKAMURA, Yu HIGA

1. はじめに

斜面の安定計算を行うに当たり、地山のせん断強度 (c, ϕ) の測定および設計定数の設定は重要な課題である。 c, ϕ を求める調査手法として原位置試験と室内試験がある。前者は現位置で求めた N 値や単管コーン支持力等から c, ϕ を推定するもので¹⁾、後者は不攪乱土について一軸圧縮試験や三軸圧縮試験等を行い c, ϕ を求めるものである。しかし、通常、強度を把握するための調査は十分に行われない場合も多く、斜面の安定度が過大または過小に評価されていることが考えられる。沖縄、島尻層群泥岩地帯の斜面においては、豪雨時に崩壊が頻発している。地山の泥岩は強風化から弱風化の状態にあり、斜面安定化対策設計のためには、地盤のせん断強度特性を勘案する必要がある。泥岩の強度特性を明確にしておくことは、設計を行う際の一助となる。ここでは、研究室の既往のデータに新たな試験結果を加え泥岩の状態（崩積、強風化、弱風化）と強度定数の関係を整理し、せん断試験によらない強度定数の推定について検討した。

2. せん断試験方法

スリーブ内蔵式三重管コアチューブを使用して採取した弱風化泥岩および強風化泥岩の不攪乱試料について、三軸圧縮試験(CU)を行いピーク強度を求めた。また、リングせん断試験を行い、正規圧密強度（崩積時のピーク強度に当たる）を測定した。試料を風乾後、 $420\mu\text{m}$ ふるいを通過させ、スラリー状にして水浸下で正規圧密し、排水せん断(定応力, 変位速度 $0.01\text{mm}/\text{min}$)を行った。得られた結果をこれまで行ってきた島尻層群泥岩の強度測定結果と併せ、分析・整理した。

3. 泥岩試料のピーク強度

弱風化泥岩試料

図 - 1 は弱風化泥岩試料の主応力差 ($\sigma_1 - \sigma_3$)・間隙水圧 u ~ 軸ひずみ 関係図である。 $\epsilon = 2 \sim 5\%$ で著

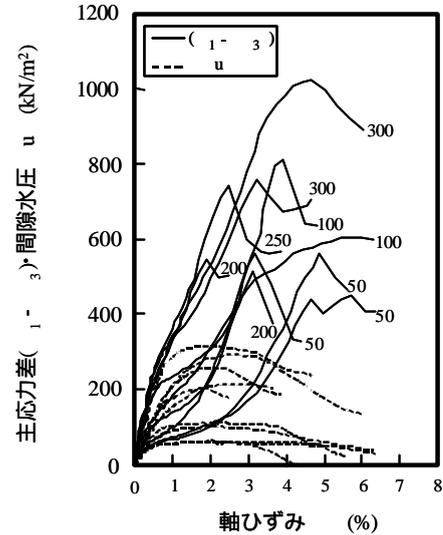


図 - 1 弱風化泥岩試料の三軸圧縮試験結果
Fig.1 Triaxial compression test results for lightly weathered mudstone samples

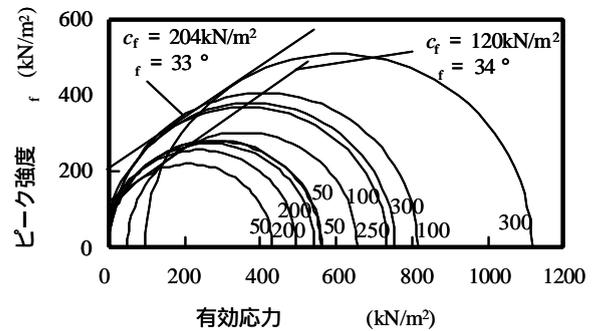


図 - 2 弱風化泥岩試料のピーク強度
Fig.2 Peak strengths of lightly weathered mudstone samples

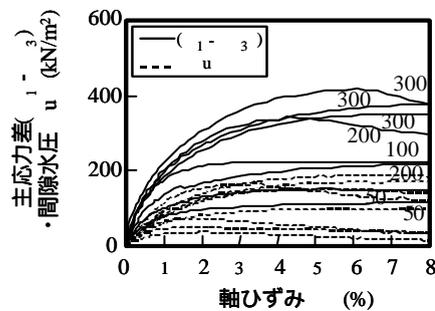


図 - 3 強風化泥岩試料の三軸圧縮試験結果
Fig.3 Triaxial compression test results for strongly weathered mudstone samples

^{*}琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

^{**}琉球大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, University of the Ryukyus

キーワード：せん断強度，泥岩，斜面安定

しく高いピークを示した。ピーク強度定数は、 $c_f = 120\text{kN/m}^2 \cdot f = 34^\circ$ 、 $c_f = 204\text{kN/m}^2 \cdot f = 33^\circ$ となった(図 - 2)。

強風化泥岩試料

図 - 3 は、強風化泥岩試料の三軸圧縮試験結果である。応力変化が低く緩やかで、ピークが現れないものもあった。ピーク強度定数は、 $c_f = 23\text{kN/m}^2 \cdot f = 34^\circ$ 、 $c_f = 22\text{kN/m}^2 \cdot f = 32^\circ$ となった(図 - 4)。

正規圧密状態試料(崩積土に相当)

図 - 5 は、弱風化泥岩および強風化泥岩由来の正規圧密状態試料のリングせん断初期段階の挙動である。摩擦係数 μ/n は、強風化泥岩ではせん断変位 $D = 5.0\text{mm}$ でピークを示した後減少に転じた。弱風化泥岩では $D = 7.6\text{mm}$ まで増加が続いた。正規圧密強度定数は、弱風化泥岩で、 $c_{sf} = 8\text{kN/m}^2 \cdot sf = 27^\circ$ 強風化泥岩で $c_{sf} = 8\text{kN/m}^2 \cdot sf = 26^\circ$ となった(図 - 6)。

4. 島尻層群泥岩試料のピーク強度 c

図 - 7 は既往の研究^{2)~5)}と本試験で得られた強度定数 c をプロットしたものである。すべてのプロットは2破線の間にはさまれている。最小自乗法により近似直線式 $c = 3.96 \cdot \mu - 103$ を得た。せん断挙動等の試験結果も考慮し、強度定数に基づく弱風化泥岩、強風化泥岩および正規圧密状態泥岩の区分けを行なった。強風化泥岩の上限を $< 35.0^\circ$ と考え、関係式より $c = 35.6\text{kN/m}^2$ を得た(点線)。次に、正規圧密状態泥岩の強度は、既往の研究や本試験の実測値から考えると、 $sf = 25 \sim 28^\circ$ である。関係式から c_{sf} を求めると10程度となるので、 $c_{sf} = 10.0\text{kN/m}^2$ として、 $\mu = 28.5^\circ$ を得た(一点鎖線)。これが正規圧密状態泥岩の上限値となる。弱風化泥岩試料は $c = 35.6\text{kN/m}^2 \cdot \mu = 35^\circ$ 以上となった。

本研究は琉球大学教育研究重点化補助金(平成14年度)の補助を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 島山直隆：切土斜面の安定と対策 理工図書株式会社 pp61 ~ 63, 1998.
- 2) 宜保清一：地すべり斜面安定性評価に用いる強度定数の考え方, 土と基礎, 35(11), pp28 ~ 32, 1987.
- 3) 宜保清一・佐々木慶三・吉沢光三・伊田茂：沖縄, 北丘ハイツ地内泥岩すべりにおける地質構造規制とすべり面強度パラメータの算定, 地すべり, 23(3), pp.15 ~ 20, 1986.
- 4) 宜保清一：残留強度を導入した安定解析法 沖縄島尻層群泥岩地すべりへの適用, 地すべり, 33(2), pp46 ~ 50, 1996.
- 5) 周亜明・宜保清一・江頭和彦・翁長謙良・丸山健吉：沖縄, 島尻層群地帯の地すべりにおける破碎泥岩と軟化泥岩の強度特性 - 浦添地すべりと山川地すべりの対比 -, 地すべり, 32(4), pp.26 ~ 33, 1996.

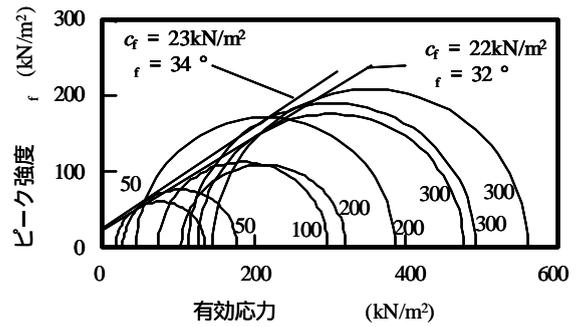


図 - 4 強風化泥岩試料のピーク強度
Fig.4 Peak strength of strongly weathered mudstone samples

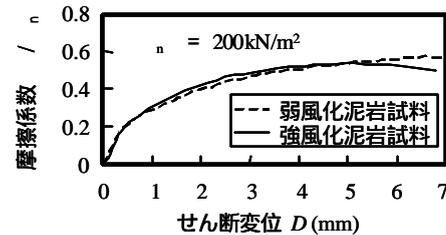


図 - 5 弱風化および強風化泥岩由来の正規圧密状態試料のリングせん断応力挙動
Fig.5 Ring shear stress behavior of normally consolidated

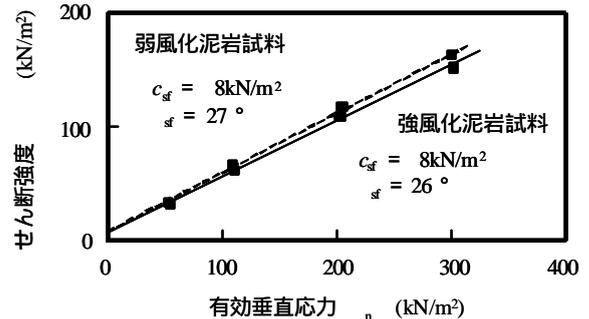


図 - 6 正規圧密試料のリングせん断試験結果
Fig.6 Peak strength of normally consolidated samples

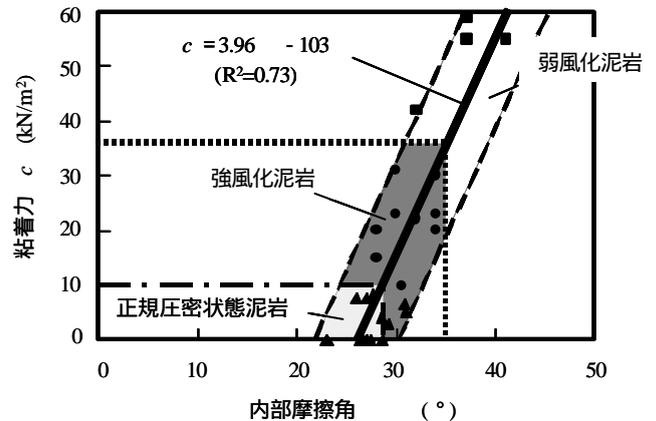


図 - 7 島尻層群泥岩試料の $c - \mu$ 関係
Fig.7 $c - \mu$ relationship for the Shimajiri mudstone samples