

名城大学理工学部 正員 ○ 岡田 富士夫
東海大学海洋学部 正員 宋 永焜

1.はじめに 泥岩土は土質力学的立場で過圧粘土と言われており、通常、きれつのある硬質粘土である。この種の粘土は切取後、かなりの年月が経過後に崩壊が発生し、¹⁾ 人命・構造物に甚大なる被害を与えており、半永久的な重要構造物がこの斜面下にある時、我々は十分配慮する必要がある。過圧粘土から構成されている斜面の破壊強度は最大せん断強度ではなく残留強度であることはほぼ定説である²⁾。斜面の破壊様式は進行性破壊 (Progressive Failure) であり、この様式をもたらす原因は過圧粘性や硬質できれつある粘土 (Stiff・Fissured Clay) の脆性的性質に起因するものであると考えられている。³⁾ しかし、今日までの残留強度に及ぼす影響要因は粘土分、せん断ひずみ速度 ($\dot{\epsilon}$)、土-水間の化学系、試験方法、圧力、含水比、応力履歴であるが⁴⁾、その因果関係については数多い疑問を残しているのである。我々は long-Term Stability において、特に、この種の粘土に対して、配慮の必要性が強調されるのである。

欧米では、Terzaghi (1936) の自然粘土を三つに分ける重要性を基礎としたうえで、本腰を入れて取り組んでおり、過去に、A・Marsland⁵⁾ は Stiff fissured Clay の室内と現場で測定した強度について多くの要因を示通し、そのひとつを強調している。G・E・Blight⁶⁾ はこの種の粘土に対し、三軸試験で試みた場合の軸食固定・自由の影響、三軸 UU Test のせん断強度とコンペネトローメータ抵抗との間に、ほぼ⁷⁾ σ_3 の関係のあることを観測している。

泥岩 (過圧粘土) が風化しはじめると、膨張が応力開放によって生じ、複雑なきれつが発生してくる。この情景は我々が切取り斜面において、よく確認するのである。

泥岩-風化 (きれつ)-残留応力-進行性破壊の相互の関係を明らかにすることは重要であり、

この関係を明白にする手始めとして、この研究はきれつを持つ過圧粘土のせん断特性を明白にする目的で行った実験的研究である。

2. 実験方法 この研究に供する供試体は R.R. Proctor の締固めエネルギー-Ec 式により、才鉢に等しいエネルギーで、直径 10 cm の安定処理用モールド内に 2.5 kg ランマーを用いて締固められた過圧粘土である。また、用いた試料は赤池地区に分布の硬質 ($N_{60}=50$) シリ質粘土である。試料は風乾し、2 mm にほぐした状態における最適含水比 (23.5%) よりやや湿潤側 26% (最大湿潤密度時の含水比) に調整された。

供試体の初期条件の平均値は $\gamma_d = 1.498 \text{ g/cm}^3$

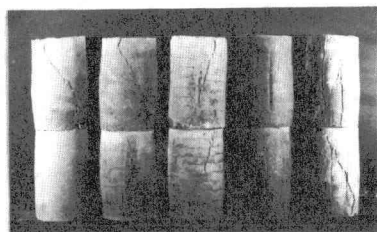


Photo-1

Typical Failure Pattern of Fissured Clay by Triaxial UU Test

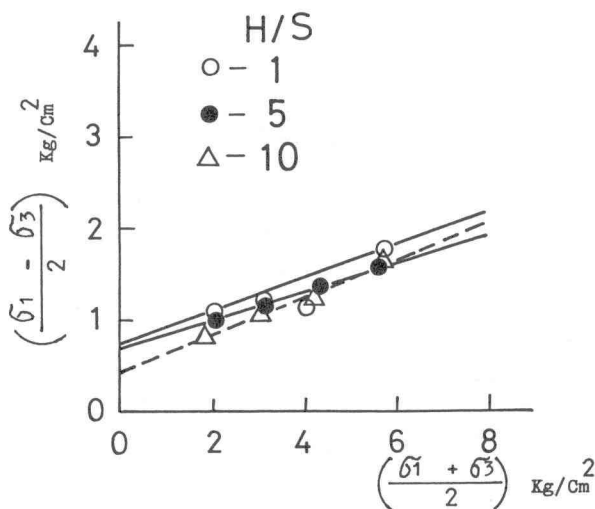


Fig-1 Triaxial Shear Test Results of Horizontal Fissured Sample

$e=0.685$, $S_r=95.8\%$ である。供試体作成時の締固めの接合面は十分にドライバーでかき研ぎ、接合面のなじみをよくすることに心掛けた。

供試体の大きさは、直径10cm、高さ20cmである。

きれつは中心軸方向に1cmの深さで、きれつ自身の中は全試料を通して1mmの中である。また、そのきれつの方向は圧縮軸方向に直交する($\frac{1}{2}S$ の供試体)と平行方向の($\frac{1}{2}S$ の供試体)である。

きれつ間隔 S は $\frac{1}{2}S$ と $\frac{1}{2}S$ が10倍の範囲で逐々幾回に変化して与え、この研究のために供された。きれつを持つ過圧密土のせん断特性は三軸圧縮UU試験法における条件で試みるものである。

3. 実験結果 Photo-1は Fissured Clayの軸ビズミを与えた後の代表的な破壊形態を示す。

上段は $\sigma_3=1.0 \text{ kg/cm}^2$, 下段は $\sigma_3=4.0 \text{ kg/cm}^2$ の条件であり、きれつは左端より $\frac{1}{2}S$ or $\frac{1}{2}S$ の1, $\frac{1}{2}S=5$, $\frac{1}{2}S=10$, $\frac{1}{2}S=5$, $\frac{1}{2}S=10$ の順序である。その破壊形状は $\frac{1}{2}S$ のきれつにおいて、応力集中の生じるため、 $\frac{1}{2}S$ に比較して、破壊面と水平面のなす角が大である傾向を示した。三軸試験(UU)によるきれつある粘土のせん断試験結果(Fig-1. $\frac{1}{2}S$, Fig-2. $\frac{1}{2}S$)は $\frac{1}{2}S$ において強度の低いのが明白である。

この要因は、 $\frac{1}{2}S$ がせん断面と切る英(弱英)のHより多いこと、連続面(せん断)形成に必要なエネルギーが少なくて済む(最小エネルギーの法則)によると考えられる。

きれつの異なる($\frac{1}{2}S$, $\frac{1}{2}S$)の変化とせん断係数の関係(Fig-3)はきれつの増加に伴い強度係数の低減し、 ϕ の変動は少ないが C の変動が大である傾向を示した。この影響はゴムスリーブ拘束されたきれつ(間デキ)ある供試体内の水と空気の間デキ流動方向差によって支配されると $C_H > C_L$ で予測される。

4. 結論 圧縮軸に直交し平行のきれつを持つ過圧密土のきれつ間隔のせん断特性を明らかにするために試みた実験的研究からはつぎの結論を得た。①、過圧密土のきれつの方向がせん断面と切る英(弱英)の増加はせん断強度を低下し、最小エネルギーの法則に従う。②、粘着力 C の変動(低減)の大きいことは拘束条件下では水のきれつ(間デキ)内の水と空気流動がきれつ方向差に影響を及ぼすことが $C_H > C_L$ で推断される。

参考文献 1) 中野賢(1970)地質, Vol. 6 No. 2, pp. 18~25 地研協会, 2) Skempton, A.W. (1964) Geotech. 14, pp. 77~102, 3) Bjerrum, L. (1967) Proc. A.S.C.E. 93, pp. 3~49, 4) 宋永熾・周田富士夫(1977) 第12回 土質工学研究発表会 pp. 893~896, 5) A. Marsland (1972) stress-strain behavior of soils, pp. 59~68, 6) G.E. Blight (1967), Proc. Geotech. Conf. Oslo Vol. I pp. 97~102, 7) 宋永熾・周田富士夫(1977) 土質学会中部支部, 研究発表会 pp. 127~130

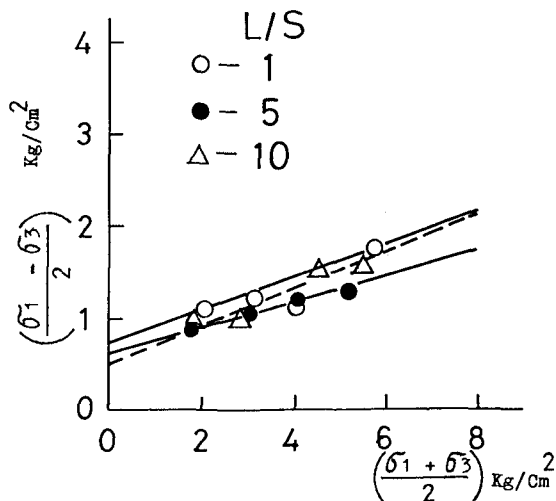


Fig-2 Triaxial Shear Test Results of Vertical Fissured Sample

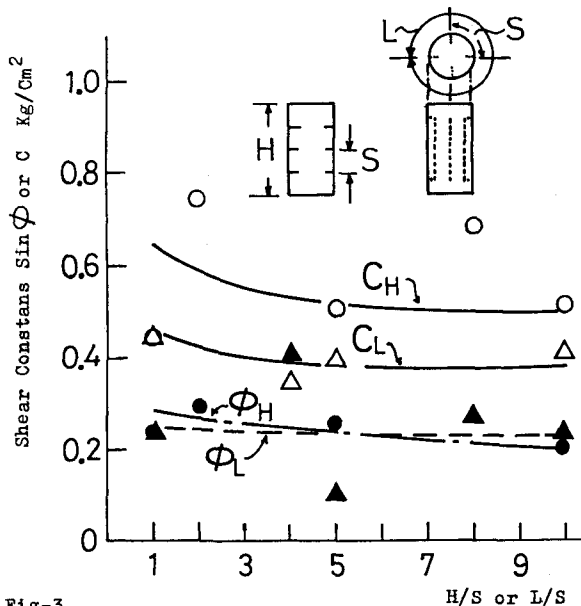


Fig-3 Relationship between Shear Constants and Length (or Perimeter) - Fissure Spacing Ratio