

III-141 粘性土の非排水ねじり単純せん断特性

労働省 産業安全研究所 正会員 ○堀井 宣幸
 同上 正会員 豊澤 康男
 同上 正会員 玉手 聡

1. はじめに:

斜面の安定解析や支持力解析で考慮するスベリ面付近の変形モードは単純せん断変形(図-2挿入図参照)が主体であることはよく知られている。従って、斜面の安定解析や支持力解析で用いる土の変形・強度特性を室内実験により求める場合、単純せん断変形を再現できる試験法を採用することが望ましい。そこで、筆者らは中空ねじりせん断試験機による非排水単純せん断試験を行い、粘性土(カオリン)の非排水単純せん断特性について検討した。本報告は、カオリンの非排水単調単純せん断試験結果について述べたものであり、圧密経路およびせん断速度の影響等について検討した。

2. 試験装置および試料:

装置の構成は基本的には既に報告^{1), 2)}したものと同じであるが、トルクの載荷方法だけが異なっており、リバーシブル・モーターとコントロール・シリンダーを用いたひずみ制御型の中空ねじりせん断試験機である。試験に使用した試料は市販のカオリンであり、その物理定数を表-1に示した。カオリンに蒸留水を加え、液性限界(L.L.=86.9%)の2倍程度の含水比のスラリーとし、これをソイルミキサーで1時間攪拌し、その後予圧密槽に入れ24時間真空で脱気および攪拌を行った。

予圧密圧力は1.5kgf/cm²とし、3日間一次的に予圧密を行った。この予圧密試料を中空円筒状(外径100mm、内径60mm、高さ140mm)に成形し供試体を作製した。供試体の3軸セルへのセットは真空乾燥法^{3), 4)}で行っている。表-2に試験に用いた試料の予圧密後の含水比w₀、異方圧密係数K、圧密終了時の含水比w_r、軸圧力σ_{o'}、有効平均応力p_{o'}およびせん断速度γ̇_{st}を示した。異方圧密は多段階圧力制御方式であり、パーソナル・コンピューターとE/P変換器を使用して自動制御で行っている。図-1は、自動制御で行った異方圧密中の応力経路と各ひずみの挙動を示したものである。異方圧密条件は異方圧密係数K=0.7、軸圧増分Δσ_{o'}=.05kgf/cm²、一段階の圧密時間は20分である。また、所定の軸圧と側圧に保つための圧力制御間隔は20秒としている⁵⁾。同図から、軸圧と側圧は精度よく制御されている。また、この間に発生したひずみをみると軸ひずみと体積ひずみは同様な傾向を示しており、K=0.7の異方圧密⁶⁾はK₀圧密に近いと考えられる。

液性限界	LL = 86.9 %
塑性限界	PL = 34.7 %
塑性指数	PI = 52.2
比重	G _s = 2.69
粒土分布	シルト分 12 % 粘土分 88 %

表-1 試料の物理定数

	K=σ _{o'} /σ _{r'}	W ₀ (%)	W _r (%)	σ _{o'} (kgf/cm ²)	P _{o'}	γ̇ _{st} (%/min)
TSS100	1.0	60.2	45.1	2.0	2.0	0.018
UDTS00	0.7	60.6	47.0	2.5	2.0	0.018
UDTS01	0.7	59.8	46.7	2.5	2.0	0.042

表-2 試験条件

図-1は、自動制御で行った異方圧密中の応力経路と各ひずみの挙動を示したものである。異方圧密条件は異方圧密係数K=0.7、軸圧増分Δσ_{o'}=.05kgf/cm²、一段階の圧密時間は20分である。また、所定の軸圧と側圧に保つための圧力制御間隔は20秒としている⁵⁾。同図から、軸圧と側圧は精度よく制御されている。また、この間に発生したひずみをみると軸ひずみと体積ひずみは同様な傾向を示しており、K=0.7の異方圧密⁶⁾はK₀圧密に近いと考えられる。

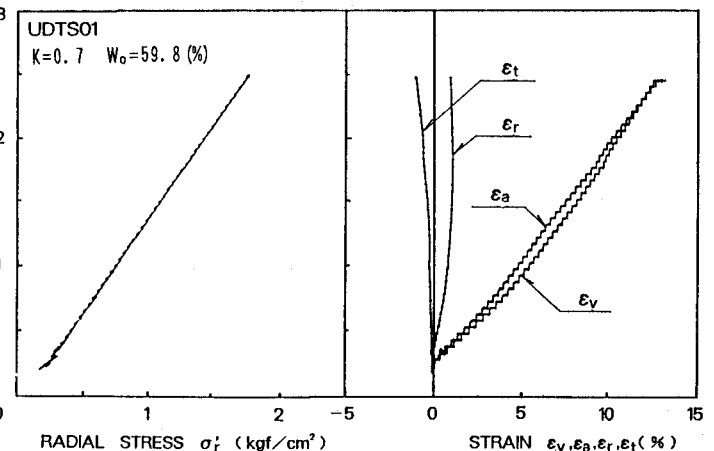


図-1 異方圧密中の応力経路とひずみ

3. 試験結果および考察:

異方圧密係数 $K=1.0$ と 0.7 の場合のせん断応力 τ_{ss} とせん断ひずみ γ_{ss} の関係を図-2に示した。同図より、等方圧密供試体の方が τ_{ss} は大きくなっている。これは $K=0.7$ の異方圧密供試体の非排水単純せん断試験ではせん断中、最大主応力 σ_1' の方向の回転(図-3)と中間主応力係数 $b(=(\sigma_2'-\sigma_3')/(\sigma_1'-\sigma_3'))$ の変化がみられるが、この影響があるものと考えられる。図-4は圧密終了時の軸圧 σ_{vo} で正規化せん断応力 τ_{ss} とせん断ひずみ γ_{ss} の関係を示したものである。この図からも、等方圧密供試体の方が大きな強度を示すことがわかる。また、 $K=0.7$ の異方圧密供試体では、せん断速度 $\dot{\gamma}_{ss}$ が 0.042% と 0.018% の場合についてせん断試験を行っているが、両者の $\tau_{ss}/\sigma_{vo} \sim \gamma_{ss}$ 関係はほぼ一致しており、今回採用したせん断速度の範囲では応力 \sim ひずみ特性に及ぼすせん断速度の影響は小さいと思われる。

<参考文献>

- 1)堀井・プラダン・龍岡(1987):「中空ねじりによる自動単純せん断試験」、第23回土質工学研究発表会、
- 2) Pradhan, Tatsuoka and Horii(1988):"Simple shear testing on sand in a torsional shear apparatus.", S & F, Vol. 28, 3)
- 3) 龍岡(1987):「第3回三軸圧縮試験実技講習会報告」、土と基礎、Vol. 1.35, NO.11
- 4) Ampadu and Tatsuoka(1989):"The Dry versus The Wet Methods of Setting Clay Specimens for Triaxial Testing.", 第24回土質工学研究発表会、
- 5) 芝・阿部・川上(1988):「飽和粘土の三軸 K_0 圧密時の挙動」、第23回土質工学研究発表会、
- 6) Ampadu and Tatsuoka(1990):"Effect of Consolidation Stress Path on Undrained Simple Shear Behaviour of Kaolin.", 第25回土質工学研究発表会、
- 7) Mitachi and Kitago(1979):"The Influence of Stress History and Properties of Saturated Clay", S & F, Vol. 19, No. 2
- 8) 赤城・古山(1989):「中空ねじりせん断試験による飽和粘性土の非排水単純せん断特性について」、土木学会第44回年次学術講演会、
- 8) 原・龍岡(1985):「ねじりせん断試験による乱さない粘土の非排水せん断強度特性」、土木学会第40回年次学術講演会、

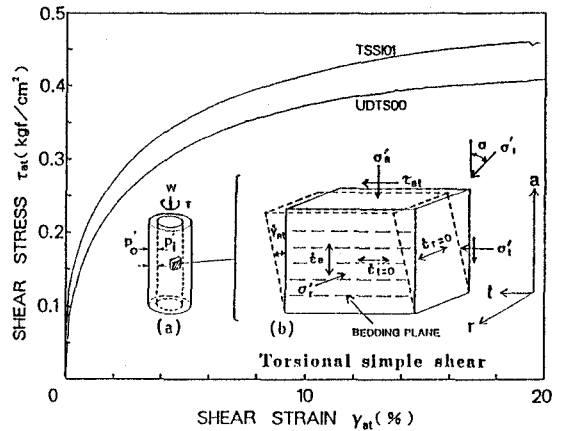


図-2 せん断応力とせん断ひずみ

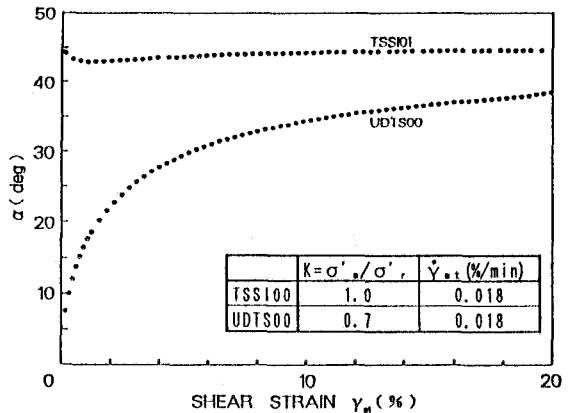


図-3 最大主応力の方向 α とせん断ひずみ

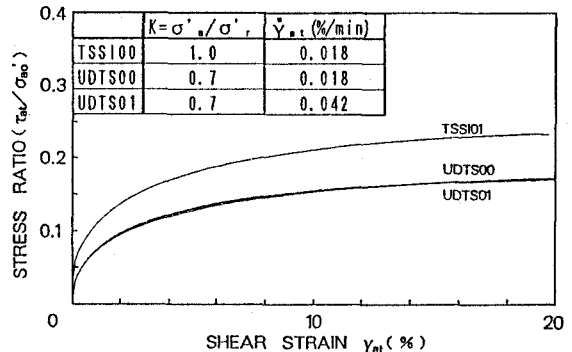


図-4 正規化したせん断応力とせん断ひずみ