

III-227 繰返しねじり単純せん断を受けた粘性土の圧密特性

横浜国立大学工学部 正○片桐雅明 正 プラダン・テージ B. S.
正 今井五郎 学 深山昌己

I. はじめに： 地震時に地盤が水平方向に繰返しせん断応力を受け、それによって発生した過剰間隙水圧が消散する過程では、変形は鉛直方向に生じる。そこで、本研究では中空ねじり試験機¹⁾を用いて、非排水状態で繰返しねじり単純せん断を与えた粘性土の圧密特性を調べ、三軸試験機を用いて行った同様の実験結果²⁾と比較・検討した。

II. 試料および実験方法： 実験に用いた試料は東京湾海成粘土から砂分を完全に除去し、大シルト径粒子を極力取除いた調整試料である。その物理的性質を表-1に示す。三軸装置を用いた実験の試料(表-1)も、同様の方法で調整したものであり、多少物理定数が異なるが同じ試料と見なした。

表-1 試料の物理特性

	γ_s (gf/cm ³)	L.L. (%)	P.L. (%)	PI
TSS	2.68	122	55	67
TC	2.68	126	54	72

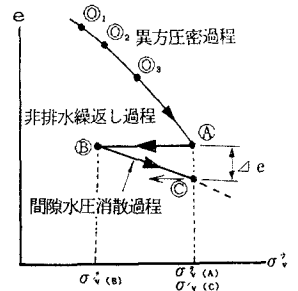


図-1 e-σv関係(模式図)

供試体(外径:10cm, 内径:6cm, 高さ:5cm)は、調整試料と海水を混合した初期含水比1500%の泥水を沈降・堆積させ、それを予圧密(0.5kgf/cm²)して得た土塊から切りだした。実験は以下の手順で行った(図-1)。

①異方圧密過程(①→②)：両端面排水でσ_v/σ_h=2 (Ko=0.5と仮定)となるように、段階的に異方圧密した(σ_v:0.2, 0.4, 0.6, 1.0kgf/cm²)。また背圧1.0kgf/cm²は圧密前から加えた。

②非排水繰返し単純ねじりせん断過程(②→③)：非排水繰返し载荷中(a)軸方向変位を拘束、(b)中空部の体積変化を許さない状態にして単純せん断変形をさせた。繰返しせん断応力は④点での静的せん断強度(0.33kgf/cm²)のす、す、すを周期約9分で、両振幅で所定の回数を加えた。

③過剰間隙水圧消散過程(③→④)：軸方向の変位および中空部の体積変化を許し、④点の全応力状態まで24時間放置した。排水は両端面とした。

④静的非排水ねじりせん断過程(④)：せん断ひずみ速度0.15%/min. でせん断した。

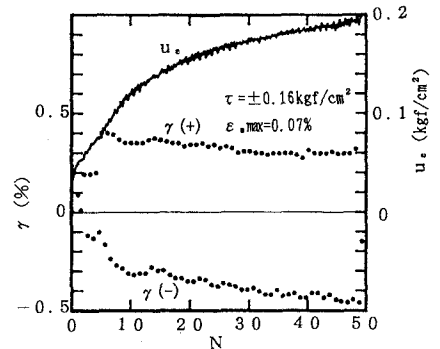


図-2 Nとγおよびu_eの関係

III. 非排水繰返しねじりせん断過程の応力・変形挙動： 図-2に非排水繰返しねじりせん断過程で発生したせん断ひずみ(γ)および過剰間隙水圧(u_e)と繰返し回数(N)の関係の一例を示す。γは加えたねじりせん断応力(τ)と同位相で変化した。u_eは徐々に増加しているが、せん断応力が作用していない時点で極大値を持ち、最大せん断応力が作用している時点で極小値を示した。繰返し载荷とともにu_eが蓄積され、せん断ひずみ振幅が増加している様子がみられる。

IV. 過剰間隙水圧消散過程の圧密特性： 図-3に過剰間隙水圧消散過程(③→④)での軸ひずみ(ε_s)と体積ひずみ(ε_v)の経時変化を示す蓄積されたu_eの大きさに生じる変形量が依存している。また圧密初

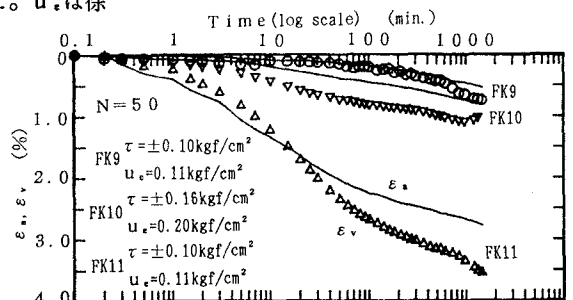


図-3 ε_sとε_vの経時変化

期では ε_u , ε_v とも同程度の変化量であるが、その後 ε_v が ε_u よりも卓越した($-\varepsilon_u$ は最大で0.25%)。

図-4に過剰間隙水圧消散過程で生じた ε_u と ε_v の関係を示す。図中には正規圧密状態(図-1:③→④)での $\varepsilon_u \sim \varepsilon_v$ 関係(異方圧密(中空)ではほぼ1、等方(三軸)では0.5)も示す。生じた総変形量にかかわらず、中空供試体では $\varepsilon_u/\varepsilon_v = 0.82$ となった。また等方応力状態にもにかかわらず、三軸供試体では $\varepsilon_u/\varepsilon_v = 0.76$ を示した。

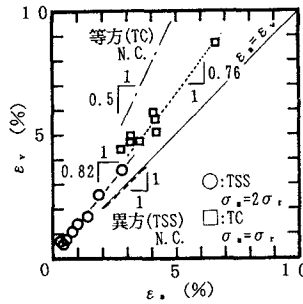


図-4 ε_u と ε_v の関係

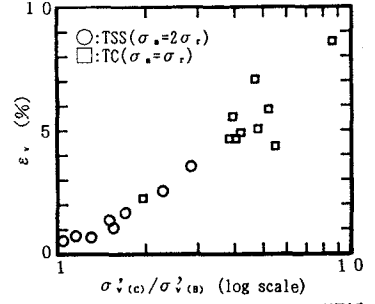


図-5 $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と ε_v の関係

図-5に有効鉛直応力増加量($\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$)と ε_v の関係を示す。繰返しねじり単純せん断の場合(○)も繰返し三軸圧縮の場合(□)も差異はなく、繰返しせん断応力の与え方に関わりなく $\varepsilon_v \sim \sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ 関係は一義的な関係があることがわかる。

図-6に $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と消散圧縮指数 $C_c' (= \Delta e / \log(\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)))$ の関係を示す。有効応力変化量が小さい場合には測定誤差が大きいのでこれを無視すると、 C_c' は中空供試体ではほぼ一定(0.3程度)、三軸供試体ではほぼ一定から $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ が増加するにつれて増加する傾向が見られる。また C_c' は再圧縮指数 C_r (一次元圧密:0.15, 等方圧密:0.14)よりも大きく、この粘土の場合はやく2倍となった。

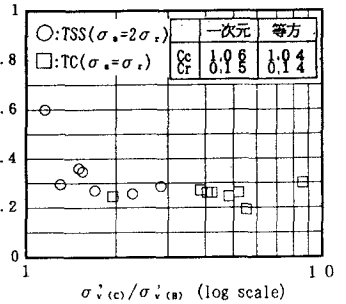


図-6 $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と $\Delta e / \log(\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b))$ の関係

図-7に $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と圧密係数(c_v)の関係を示す。 c_v は供試体が一次元変形しているものと仮定して、 $\sqrt{t}$ 法を用いて軸ひずみの経時変化から求めた。変化量が小さい場合には求めた c_v の信頼性は欠けるが、繰返し応力を受けた後の消散過程の c_v の大きさは、その応力状態の正規圧密粘土の c_v 値の1/2~2倍程度であった。また $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ 値の大きさが異なり一概には言えないが、 $c_v \sim \sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ 関係は中空供試体(異方)と三軸供試体(等方)とで異なる傾向を示した。

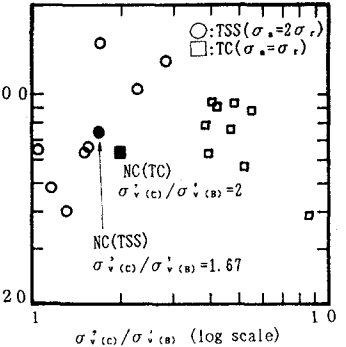


図-7 $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と c_v の関係

V. 消散後の非排水せん断強度: 図-8に $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と非排水せん断強度比($s_u(c)/s_u(A)$)の関係を示す。三軸圧縮強度比と単純ねじりせん断強度比には明らかに差があることがわかる。三軸供試体(等方)と中空供試体(異方)で異なる関係を示した。この原因は今のところせん断方法の違いによるのか圧密状態(等方か異方)によるのか定かではない。

VI. まとめ: 本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- ① 非排水繰返しせん断応力によって蓄積された過剰間隙水圧が消散する過程における生じる体積変化は、繰返しせん断の方向によらず、その過程の有効応力の変化量と一義的な関係がある。
- ② 消散圧縮係数 C_c' は再圧縮係数 C_r よりも大きく、今回行った応力範囲ではほとんど同じである。
- ③ 圧密係数は同じ応力レベルにおける正規圧密状態のその1/2~2倍程度である。
- ④ 有効応力増加量と非排水せん断強度比の関係はせん断方向に依存する。

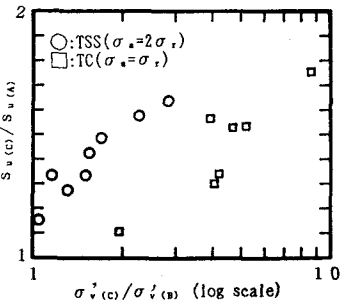


図-8 $\sigma'_v(c)/\sigma'_v(b)$ と $s_u(c)/s_u(A)$ の関係

[参考文献] 1) 片桐・今井(1990):新しい調査・計測技術に関するシンポジウム pp81-86 2) 安藤・今井・浜田(1984):第19回土質工学研究発表会, pp237-240 3) 浜田・今井・安藤:第19回土質工学研究発表会, pp387-388