

III-157

粘性土の非排水せん断特性におよぼす異方圧密経路の影響

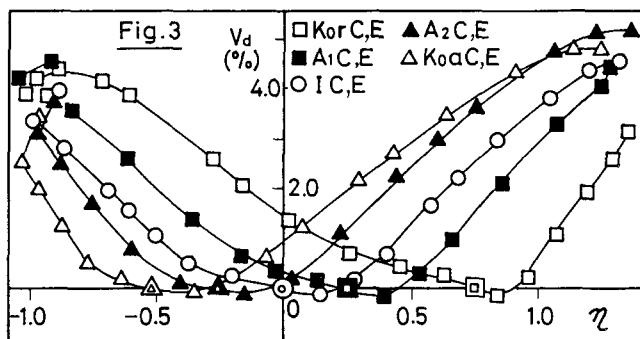
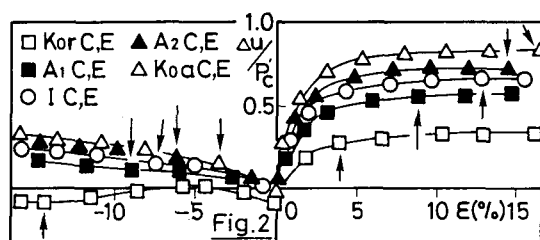
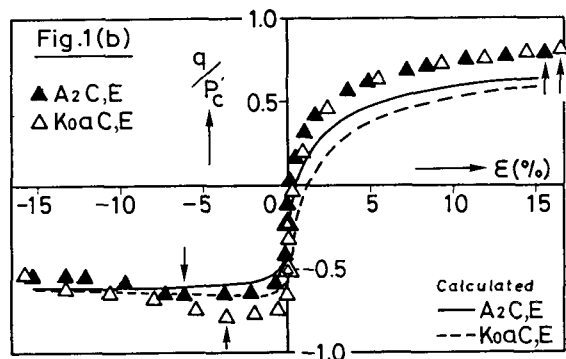
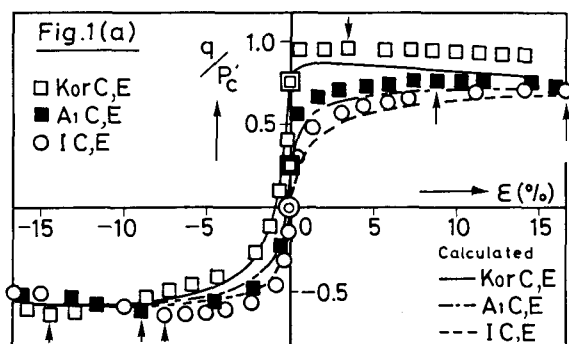
北大工学部 正員 三田地 利之
 北大工学部 工 藤 豊
 北大大学院 水 上 純一

1. まえがき 筆者らはこれまで、異方圧密後の粘土供試体について各種応力経路で排水三軸試験を実施して^{1), 2)} その変形特性について考察し、移動硬化と非関連流れ則の概念に基づく応力-ひずみ式を導いた。本報告では、各種異方圧密後側圧一定の非排水条件で圧縮・伸張試験を行い、応力-ひずみ挙動におよぼす異方圧密経路の影響を調べるとともに、排水試験結果を基にして導かれた応力-ひずみの予測式による計算値と実測値との比較を行った。

2. 実 験 試料は既報²⁾ と同じ繰返し再圧密粘土で、その物理的性質は $LL=80\%$ 、 $PI=42$ 、 $G_s=2.72$ である。鉛直応力 80kPa で約8日間予圧密後の試料から直径 50mm 、高さ 120mm の円筒供試体を作製し、らせん状のスリットを入れたる紙を巻き、水中でメンブレンを被せて三軸セルにセットした。供試体上下端面にはシリコングリースを塗布したテフロンシートを置いて摩擦の軽減を図り、軸力は三軸セル内にセットしたロードセルにより計測した。また 100kPa のバックプレッシャーを圧密時から適用し、非排水せん断時のひずみ速度は $0.04\%/min$ として供試体底部中央で間隙水压を測定した。平均有効主応力 $p=280\text{kPa}$ まで K_{or} 圧密(半径方向のひずみ $\varepsilon_r=0$)、 $\eta(=q/p, q=\sigma_1-\sigma_3)=\pm 0.25$ の異方圧密、等方圧密および K_{oa} 圧密(軸方向ひずみ $\varepsilon_a=0$)を行ったのち、側圧一定の非排水圧縮・伸張試験を行った。すなわち、下記の10種類であって、同一条件で2回の試験を実施し、再現性のよい結果を得た。

- 1) $K_{or}C, K_{or}E$ ($\eta_{K_{or}} \doteq 0.75$) 2) A_1C, A_1E ($\eta_{A_1} = 0.25$) 3) IC, IE ($\eta_i = 0$)
- 4) A_2C, A_2E ($\eta_{A_2} = -0.25$)
- 5) $K_{oa}C, K_{oa}E$ ($\eta_{K_{oa}} \doteq -0.50$)

3. 実験結果および考察 図-1は平均有効圧密圧力 P_o' で無次元化した主応



力差 q と軸ひずみ ε の関係を示したもので、図中の回、 Δ 印などは圧密終了点(圧縮,伸張試験の開始点)を表し、曲線は後述の予測式による計算値である。主応力の反転を生じない経路の圧縮試験($K_{or}C, A_1C, IC$)に注目すると、圧密時の応力比が大きい程 q のピーク($\uparrow$ 印)を与えるひずみが小さく、同じことが伸張試験($K_{oa}E, A_2E, IE$)についても言える。一方、主応力反転のある経路の試験($K_{or}E, A_1E, A_2C, K_{oa}C$)では、一般にピークひずみが大きくなる。せん断中の発生間隙水圧 Δu を圧密圧力 P_c で無次元化して表したのが図-2であって、圧縮側では応力経路の長さの順に曲線が並んでいる。一方、伸張側ではこの順が全く逆になっている。これは平均主応力の減少による Δu の減少とせん断応力増分による Δu の増加とが相殺された結果であって、これをダイレイタンスー相当量³⁾で表すと図-3のようになり、せん断応力の変化による Δu の増分(すなわちダイレイタンスー相当量)は、圧密終了時からせん断破壊時までの応力経路の長さに依存することが分る。

4. 予測値と実測値との比較 異方圧密後の粘土の排水せん断挙動の予測式^{1), 2)}に非排水条件を適用すると、主応力差-ひずみ曲線と応力経路を表す次式を得る。

$$d\varepsilon = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e} \cdot \frac{a(\eta - \eta_0)}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2} \cdot \left[\frac{dp}{p} + \frac{a(\eta - \eta_0) d\eta}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2 + a(\eta - b)(\eta - \eta_0)} \right] + \frac{pd\eta + \eta dp}{3G} \quad (1)$$

$$\frac{dp}{p} + (1 - \kappa/\lambda) \frac{a(\eta - \eta_0) d\eta}{(M - \eta_0)^2 - (\eta - \eta_0)^2 + a(\eta - b)(\eta - \eta_0)} = 0 \quad (2)$$

なお、式中の η_0 は異方圧密終了時の応力比 η の値であり、 M は限界状態での η の値(等方圧密非排水試験から本研究では $M_c=1.30, M_e=-1.00$)、 λ, κ は等方応力条件下での圧縮・膨張指数で、本研究では $\lambda=0.20, \kappa=0.049$ である。また、 a は圧密経路とせん断経路とのなす角 α によって決まるパラメータで、平均主応力一定圧縮・伸張試験($K_{or}CPC$ および $K_{oa}CPE$)と K_0 値(K_{or}, K_{oa})から決まる切片の各々2点を結ぶ直線(図-4)から求められる。さらにパラメータ b は主応力反転を生じる場合 $b=\eta_0$ 、反転がない場合には $b=0$ とする²⁾。(1)式の右片第2項は、ひずみの弾性成分 $d\varepsilon^e$ を表すが、実験結果から $d\varepsilon^e = 0.01d\eta$ の近似式を用いた。図-1および図-5の中の曲線はそれぞれ、(1)および(2)式による応力-ひずみ関係および応力経路の予測曲線であって、 A_2E および $K_{oa}E$ のひずみの予測値が過大である点を除けば、おおむね良好な予測結果となっている。

5. あとがき 実験に際して、本学卒業生 石神芳也、鈴木規彦の両君に負うところが大きい。記して謝意を表す。

(文献) 1)池浦,三田地;土木学会第40回年次講演会,1985.
 2)三田地,工藤,水上;土質工学会北海道支部技術報告集,第26号,1986. 3)Mitachi & Kitago; S & F, Vol. 19, No. 2, 1979.

