

不攪乱有明粘土を用いた主応力方向角一定条件下の繰返し非排水せん断特性

佐賀大学工学部 ○学 小山 真
 佐賀大学工学部 正 坂井 晃
 佐賀大学工学部 学 藤木 厚志

1. まえがき

佐賀平野は軟弱な沖積粘土層が厚く堆積しており、地震、交通荷重、波浪等の繰返し荷重による沈下・変形挙動の影響が社会的問題となっている。本研究は主応力方向角一定条件下で不攪乱有明粘土に対し繰返し非排水せん断試験を実施し応力経路の影響による強度特性について調べた。

2. 実験概要

主応力方向角の影響を調べるために用いた実験装置は、自動応力制御可能な中空ねじりせん断試験装置¹⁾である。中空供試体にかかる外力と要素としての応力を図1に示す。試料は佐賀空港建設予定地で採取した不攪乱有明粘土($\rho_s=2.60\text{g/cm}^3$, $Ip=56$, $p_y=0.30\text{kgf/cm}^2$)を使用し、トリミング法により中空円筒供試体(外径5cm、内径3cm、高さ10cm)を作成した。二重負圧法、バックプレッシャー 3.0kgf/cm^2 を載荷後、B値が0.97以上の試料に対してのみ有効拘束圧 1.00kgf/cm^2 の等方圧密を24時間行った。表1に今回試験した試験条件を示す。繰返し試験は安福ら²⁾と同様の応力制御手順で行い、中間主応力係数 $b=0.5$ 、平均有効主応力 $p'=1.00\text{kgf/cm}^2$ に保ち、繰返し応力 $q'=(((\sigma_z-\sigma_\theta)/2)^2+\tau_{z\theta}^2)^{1/2}=0.22\text{kgf/cm}^2$ を $q'=0.01\text{kgf/cm}^2$ ステップで応力を増減させ1サイクルに約15~20分かけて応力制御を行い、図2に示す応力経路中のI-III、II-IVの領域を0→A→0→B→0の順に主応力方向角を一定に保ち試験を行った。

3. 試験結果

図2の応力経路で原点の八面体ひずみ γ_{oct} と過剰間隙水圧の残留値を $(\gamma_{oct})_{res}$, u_{res} として、図3に $(\gamma_{oct})_{res}$ の値が7.5%に達する回数を主応力方向角 2α 別に示す。今回試験をした不攪乱有明粘土の繰返し非排水せん断強度は、佐藤ら³⁾による密な砂同様に主応力方向角 2α の影響で変わる。今回試験した不攪乱有明粘土では $2\alpha=90^\circ$ で強度が最小になった。

図4に $(\gamma_{oct})_{res}=7.5\%$ に達する各応力経路の過剰間隙水圧の上昇傾向を示す。 $2\alpha=90^\circ$ は他の応力経路より早く u_{res} が上昇しているが $(\gamma_{oct})_{res}=7.5\%$ に達した時の過剰間隙水圧の値は他の経路より小さい値を示している。図5に各応力経路の $(\gamma_{oct})_{res}=7.5\%$ に達する回数と u_{res} の上昇傾向を、回数比と水圧比に示す。

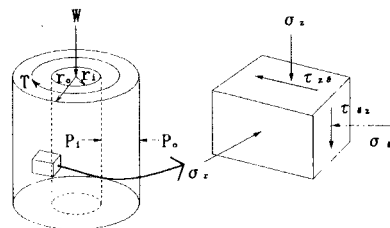


図1 中空供試体にかかる応力状態

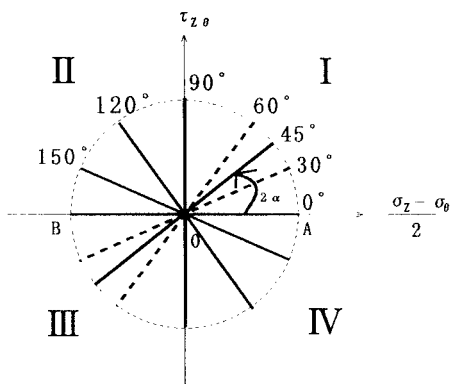
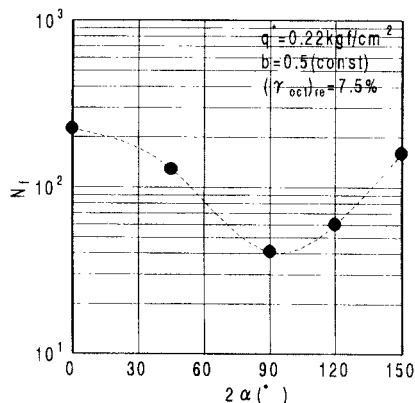


図2 応力経路

表1 試験条件

Test No.	2α (deg.)	p' (kgf/cm ²)	b	e_c
T1	0	1.00	0.5	2.423
T3	45	1.00	0.5	2.581
T5	90	1.00	0.5	2.676
T6	120	1.00	0.5	2.576
T7	150	1.00	0.5	2.623

図3 2α の違いによる非排水せん断強度

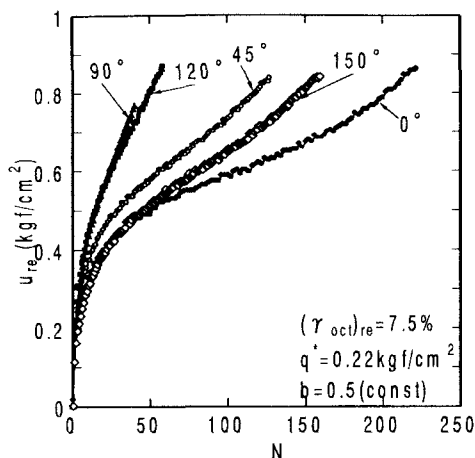


図4 応力経路の違いによる過剰間隙水圧の発生状況

u_{re} の発生状況は 2α の影響を受けず同様な発生をしている。

次に、繰返しサイクル中で八面体応力 τ_{oct} が最大になる時のひずみと過剰間隙水圧を $(\gamma_{oct})_{max}$ と u_{max} とする。図2の応力経路上で $(\gamma_{oct})_{max}=10\%$ に達する時(今回の試験では領域III)の $\sigma'_1 - \tau_{oct}$ 上の有効応力経路の包絡線の傾きを図6の様に τ_{oct} の値が領域I~IV内にある位置で $(\eta_{oct})_I \sim (\eta_{oct})_V$ と区別する。

図7に 2α と $(\eta_{oct})_I \sim (\eta_{oct})_V$ の関係を示す。包絡線の傾きは $2\alpha=90^\circ$ を挟んで、 2α が $0 \sim 45^\circ$ の場合は $(\eta_{oct})_I$ より $(\eta_{oct})_I$ の方が大きく、逆に 2α が $120 \sim 150^\circ$ の場合は $(\eta_{oct})_V$ より $(\eta_{oct})_V$ の方が大きくなる。図5では u_{re} は 2α の影響を受けずに同様な水圧上昇傾向を示すが、 u_{max} は 2α の影響を受け変化する。応力経路で軸方向応力(σ_1)が圧縮側の領域I、IVに応力が作用するときはひずみに対して水圧の上昇が大きいと言える。

4. まとめ

- 1) 主応力方向角の影響によって不攪乱有明粘土の繰返し非排水せん断強度は変化し、 $2\alpha=90^\circ$ で最小になる。
- 2) 繰返し回数と残留過剰間隙水圧上昇傾向の比は 2α の影響は受けない。
- 3) 包絡線の傾きは 2α の影響を受け、応力経路で軸方向応力が伸張側より圧縮側で過剰間隙水圧が大きく発生する。

参考文献: 1) 詫間ら、自動応力制御による不攪乱粘土の繰返し中空ねじりせん断試験, 土木学会西部支部研究発表会講演集, p546-547, 1996, 2) 安福ら、中空ねじりせん断試験機の試作とその応用, 地盤と建設Vol. 10, No. 1, p83-92, 1992, 3) 佐藤ら、密な砂の非排水繰返しせん断挙動に及ぼす主応力方向角の影響, 土木学会論文集No. 541/III-35, p199-213, 1996, 6

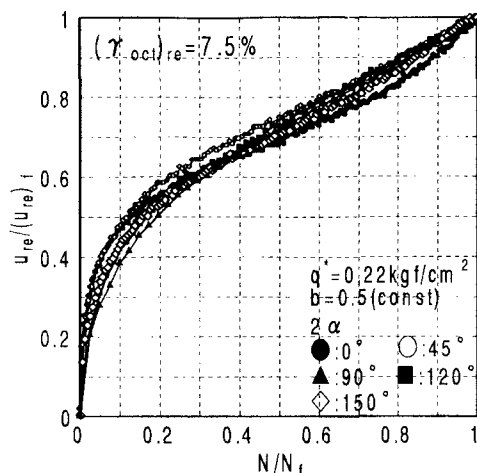


図5 $\gamma_{oct}=7.5\%$ 達する各応力経路の過剰間隙水圧の上昇比

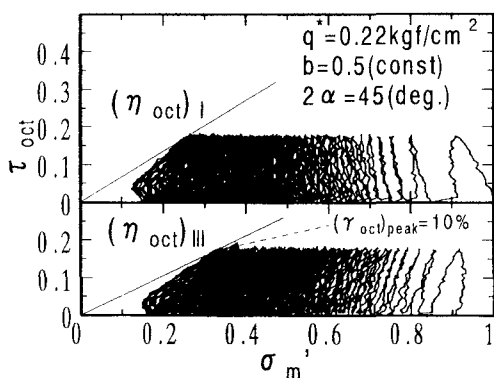


図6 包絡線の傾き η_{oct}

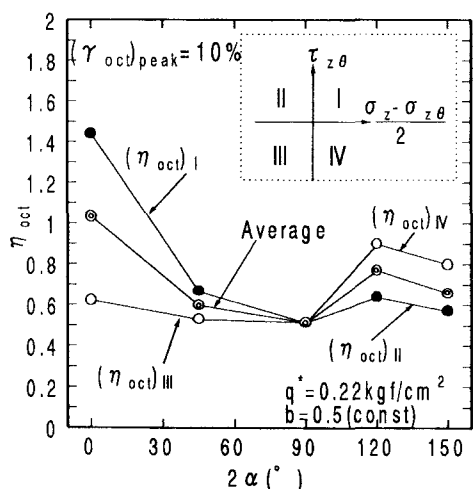


図7 応力経路の違いによる η_{oct} の変化