

不攪乱有明粘土の繰返し非排水せん断特性に及ぼす中間主応力係数の影響

佐賀大学 理工学部 ○学 藤木厚志
 佐賀大学 理工学部 正 坂井 晃
 佐賀大学 理工学部 学 川井啓永

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。これまで有明粘土の繰返しせん断特性に及ぼす主応力方向の影響について調べるために中間主応力係数（ b 値）を一定値（0.5）とした試験¹⁾を行ってきた。一方、静的及び繰返し強度に及ぼす中間主応力係数 b 値の影響は、 b 値が小さくなるほど繰返し強度が増加することが報告されている。^{2) 3)} 本報告は、不攪乱有明粘土に対し中間主応力係数を変化させた繰返し非排水せん断試験を行い、繰返し強度に及ぼす中間主応力係数の影響を調べたものである。

2. 試験概要

試験装置は、自動応力制御可能な中空ねじりせん断試験装置⁴⁾である。試料は佐賀県江北町で採取した不攪乱有明粘土（ $\rho_s=2.666\text{g/cm}^3$ 、 $e_0=3.814$ 、 $w_n=145\%$ 、 $I_p=75$ 、 $p_c=44\text{ kPa}$ 、 $C_c=1.439$ ）（試料 A）である。供試体は、トリミング法により作成した中空円筒供試体（外径 10cm、内径 6cm、高さ 10cm）である。飽和を期すために、二重負圧法とバックプレッシャー 294.3kPa を載荷し、間隙水圧係数 B 値は 0.95 以上とした。拘束圧は 98.1kPa の等方圧密とした。繰返し非排水せん断試験は図 1 に示すように主応力方向 2α を任意の値（ $2\alpha=30^\circ$ 、 90° 、 150° ）に保ち、平均主応力 $\sigma'_{m0}=98.1\text{ kPa}$ 、繰返し応力比 $q^*/\sigma'_{m0}=(((\sigma_z - \sigma_\theta)/2)^2 + \tau_{z\theta}^2)^{1/2}=0.22$ を $\Delta q^*/\sigma'_{m0}=0.01$ ステップの応力制御で増減させた。今回は 1 サイクルに約 20～25 分を要した。中間主応力係数 b 値は 0.2、0.5、0.8 の 3 種類を用いて、表 1 に示す試験条件で試験を行った。

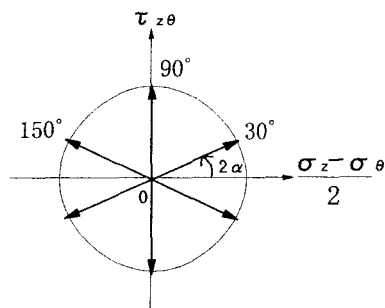


図 1 応力経路

表 1 試験条件（試料 A）

Test No.	2α (deg)	q^*/σ'_{m0}	b 値	e_c	w_c (%)
T1	30	0.22	0.2	2.488	103
T2	30	0.22	0.5	2.495	106
T3	30	0.22	0.8	2.487	105
T4	90	0.22	0.2	2.507	108
T5	90	0.22	0.5	2.499	106
T6	90	0.22	0.8	2.491	109
T7	150	0.22	0.2	2.501	104
T8	150	0.22	0.5	2.499	105
T9	150	0.22	0.8	2.512	108

3. 試験結果

図 2 (a)～(c) は、主応力方向 $2\alpha=90^\circ$ における中間主応力係数 b 値 0.2、0.5、0.8 の有効応力経路を示したものである。過剰間隙水圧に及ぼす b 値の影響は、 b 値が大きくなるほど水圧の上昇率が大きく繰返し回数も少ない。他の主応力方向 2α でも同様の傾向が見られた。また、過剰間隙水圧の各繰返し回数に対する変動状況は、主応力方向 2α によって残留時水圧とピーク時水圧の差（変動幅）の大きさに $2\alpha=90^\circ$ を境にして差異が見られたが、 b 値による違いは認められなかった。

図 3 は、主応力方向 $2\alpha=90^\circ$ における繰返し回数と残留八面体せん断ひずみ（ γ_{oct} ）_{re} の関係を示している。（ γ_{oct} ）_{re} の発生量は、過剰間隙水圧の上昇量と同様に、 b 値が大きくなるほど繰返し回数が少なくなっている。

次に、繰返し非排水せん断強度に及ぼす b 値の影響を明らかにするために、残留八面体せん断ひずみ（ γ_{oct} ）_{re} が 10% に達する時の繰返し回数と b 値及び 2α の関係を示したのが、図 4 と図 5 である。図 5 には佐賀空港で採取した不攪乱有明粘土（ $\rho_s=2.607\text{g/cm}^3$ 、 $e_0=3.216$ 、 $w_n=120\%$ 、 $I_p=56$ 、 $p_c=29\text{ kPa}$ 、 $C_c=1.41$ ）（試料 B）（ $b=0.5$ のみ）の結果も併せてプロットしている。その結果、中間主応力係数 b 値が大きくなる

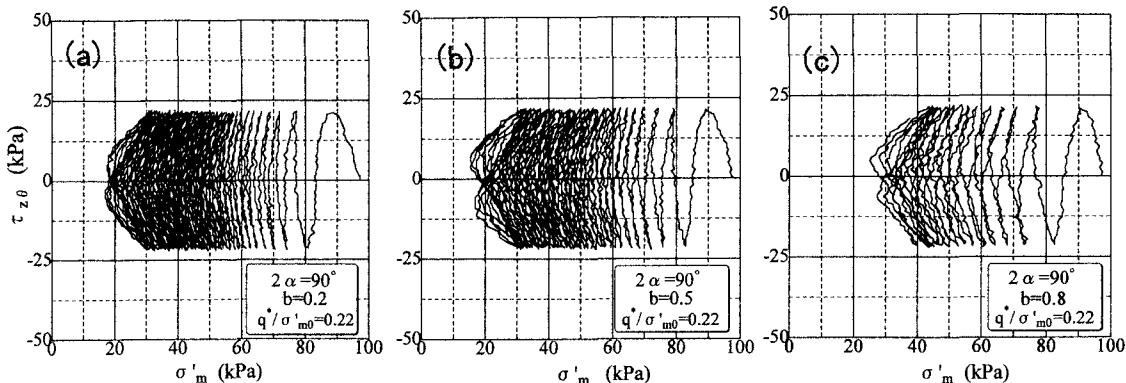


図2 有効応力経路 (試料A)

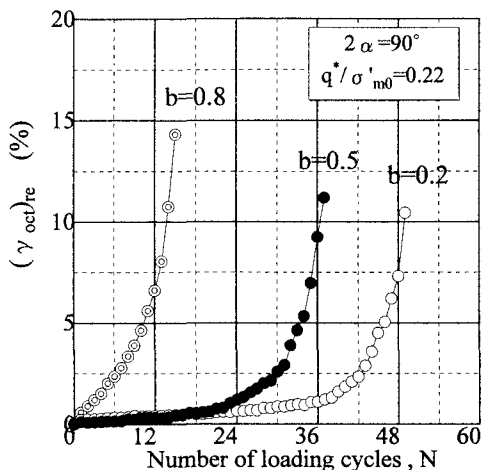


図3 残留八面体せん断ひずみの時刻歴 (試料A)

ほど繰返し非排水せん断強度は小さく、 $b=0.8$ は $b=0.2$ の時に比べて約5割強の低下を示している。

また、試料Aは試料Bに比べて塑性指数が高く、また間隙比、含水比も幾分大きい試料であったため、繰返し非排水せん断強度は若干低い値を示している($b=0.5$ の比較)が、主応力方向に対する強度特性は、ほぼ同様な傾向を示していると考えられる。

4. まとめ

今回試験した応力経路での不攪乱有明粘土の繰返し非排水せん断強度は、すべての主応力方向 2α に対して中間主応力係数 b 値が大きくなるほど小さくなる結果が得られた。

参考文献 1) 小山ら, 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, 土木学会西部支部研究発表会講演集, p390-391, 1997 2) 古関ら, 砂の液状化

特性に及ぼす主応力方向角の回転の影響, 第22回土質工学研究発表会講演集, Vol.2-1, pp565-568, 1987 3) 吉嶺ら, "Effects of principal stress direction and intermediate principal stress on undrained shear behavior of sand", Soils and Foundations, Vol38, No.3, 179-188, 1998 4) 坂

井ら, 種々の繰返し荷重を受ける有明粘土の変形挙動に関する研究, 佐賀大学低平地防災研究センター低平地研究 No.6, 1997, 3

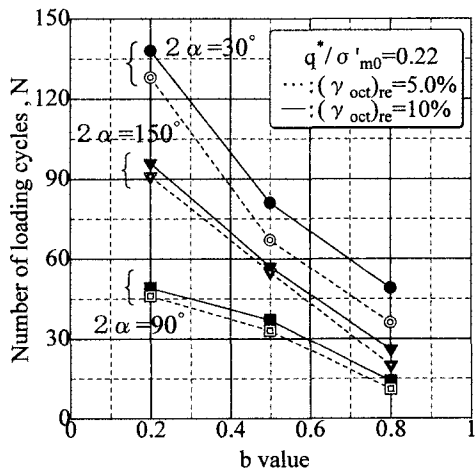


図4 繰返し非排水せん断強度 (試料A)

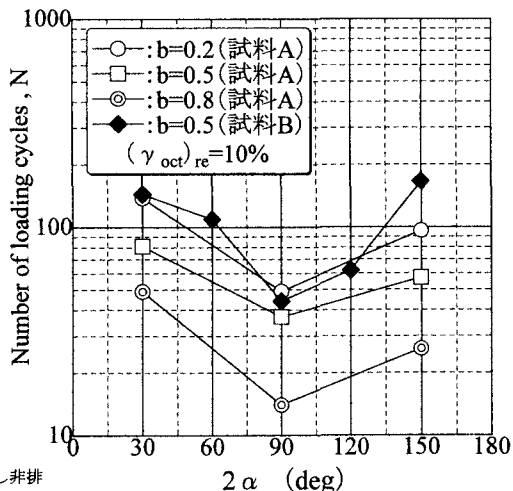


図5 繰返し非排水せん断強度