

排水履歴を伴う繰返し単純せん断特性

佐賀大学 理工学部○学 岡 和則

佐賀大学 理工学部 正 坂井 晃

1. まえがき

有明海沿岸部の佐賀平野に広く堆積する有明粘土地盤は、交通荷重、波浪、潮汐などの繰返し荷重による地盤変形や地盤沈下等の問題があげられている。本研究では、不攪乱有明粘土を用いて非排水繰返し単純せん断試験と中長期での排水を伴う部分排水繰返し単純せん断試験を実施した。

2. 試料及び実験方法

試料は、佐賀空港建設予定地の地表面下3~4m地点の不攪乱有明粘土（密度 $\rho_s=2.657\text{g/cm}^3$ 、液性限界 $\omega_L=110\%$ 、塑性指数 $I_p=74.0$ 、自然含水比 $\omega_n=130\%$ 、圧密降伏応力 $p_c=0.258\text{kgf/cm}^2$ ）を使用した。実験では図-1に示す繰返し単純せん断試験装置を使用した。直径7cm、高さ2cmの供試体を作成し、ワイヤーメンブレンで使用してセル室に設置した。飽和度を高めるために炭酸ガスを注入し、脱気水を循環させた後、背圧を 3.00kgf/cm^2 载荷した。B値は0.95以上である。有効垂直圧 $\sigma_{v0}'=1.00\text{kgf/cm}^2$ で約17時間圧密をした。表-1の試験条件で非排水及び供試体上部排水・下部非排水の部分排水繰返し単純せん断試験を行った。载荷回数は、両振幅せん断ひずみ $\Delta\epsilon=10(\%)$ まで载荷した。せん断応力は、電気・空圧制御で周波数0.02Hzの正弦波を水平方向に载荷した。諸々の試験データは、1秒間隔で逐次コンピューターに収録した。室温は 22°C とした。

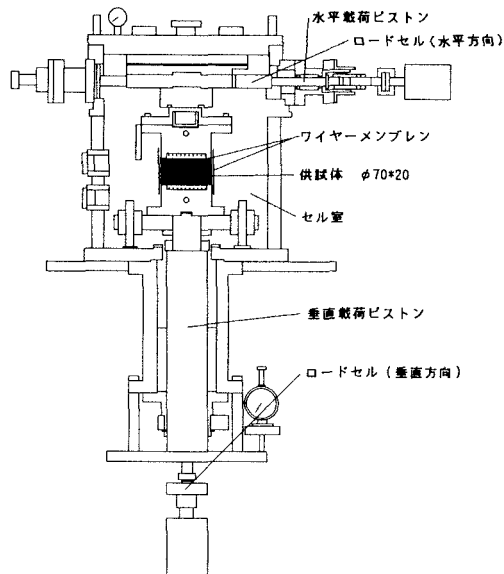


図-1 試験装置

3. 試験結果及び考察

3.1 非排水繰返し単純せん断試験

(1) 繰返し回数と過剰間隙水圧の関係

図-2は、過剰間隙水圧比 u/σ_{v0}' の経時変化である。繰返し応力比が小さくなる程過剰間隙水圧の上昇の傾きは緩やかになるが、ある回数を超えると上昇傾向が再び増加する。有効垂直圧までは上昇せ

表-1 試験条件

No.	e_s	τ_{zx}/σ_{v0}'	σ_{v0}' (kgf/cm^2)	N	排水条件
T-1	2.298	0.20	1.0	8	非排水
T-2	2.221	0.16	1.0	230	非排水
T-3	2.496	0.15	1.0	480	非排水
T-4	2.234	0.14	1.0	1750	非排水
T-5	2.528	0.15	1.0	480	上部排水
T-6	2.318	0.14	1.0	1750	上部排水

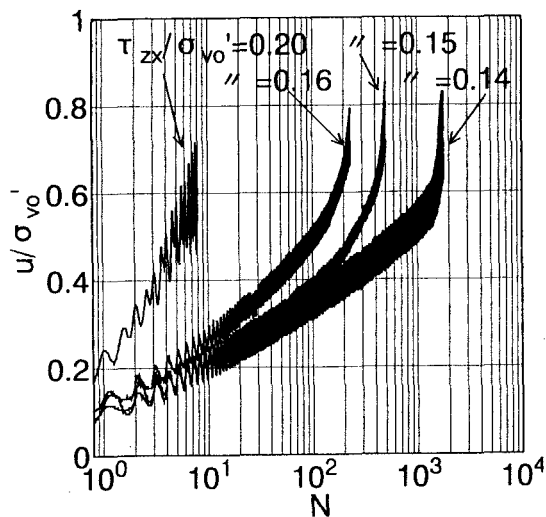


図-2 繰返し回数と過剰間隙水圧の関係

ず、その80%程度であった。

(2) 繰返し回数と繰返しせん断ひずみの関係

図-3は、繰返し回数 N と両振幅せん断ひずみ $DA(\%)$ の関係である。両振幅せん断ひずみは、わずかな傾きで増加し、ある回数から急激に増加する傾向がある。また、図-2と比較すると過剰間隙水圧比0.5までは、急激な上昇は見られず、その後、急激に上昇し始める傾向がみられる。

(3) 繰返し回数と繰返し応力比の関係

図-4は、繰返し回数 N と繰返し応力比 τ_{zx}/σ_{vo}' の関係を両振幅せん断ひずみ $DA=2\%$ 、 5% 、 10% についてプロットしたものである。この図から繰返し回数20回及び1000回における繰返し応力比は、それぞれ0.185、0.145であった。また、同じ試料を使った等方拘束($\sigma_{vo}' = 1.00 \text{ kgf/cm}^2$)からの繰返し中空ねじりせん断試験のデータと比較してみると、繰返し単純せん断試験での結果は繰返し中空ねじりの約3/5の繰返し応力比であった。このことは、 K_0 を0.4とした場合の三軸と単純せん断における応力比の関係式 $\tau_{zx}/\sigma_{vo}' = ((1+2K_0)/3) * (\tau_a/2\sigma_v')$ に相当していることがわかる。

3.2 部分排水繰返し単純せん断試験

部分排水繰返し単純せん断試験による繰返し回数 N と残留過剰間隙水圧比 u/σ_{vo}' ・体積ひずみ $\varepsilon_v(\%)$ の関係を図-5に示す。また、同図には非排水試験の残留過剰間隙水圧比も上部の曲線に示す。部分排水の過剰間隙水圧比は、載荷初期において上昇し、その後、徐々に消散していく傾向が見られる。試料は、シルト質の粘土であり、 1.00 kgf/cm^2 の標準圧密試験の透水係数($k \approx 1.00 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$)が幾分大きいために過剰間隙水圧の消散が、はやい回数(約10回)でしかも低い間隙水圧比でおきていると思われる。体積ひずみは、試験開始直後にひずみ増加率が大きく、繰返し回数が多くなるほど小さくなった。また、過剰間隙水圧の上昇と体積ひずみは、繰返し応力比が大きくなるほど増大している。

4. あとがき

不攪乱有明粘土の繰返し単純せん断強度は、 $N_r = 1000$ で $\tau_{zx}/\sigma_{vo}' = 0.145$ であり、さほど大きな強度は見られなかった。また、今後、種々の垂直圧、繰返し応力比を受ける部分排水繰返し単純せん断試験を実施して、部分排水挙動についても明らかにしていく予定である。

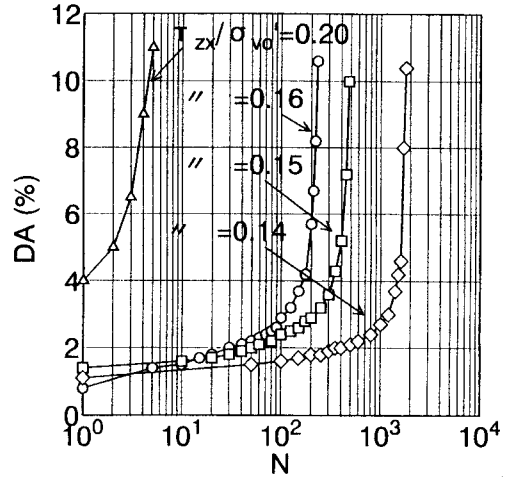


図-3 繰返し回数と両振幅せん断ひずみの関係

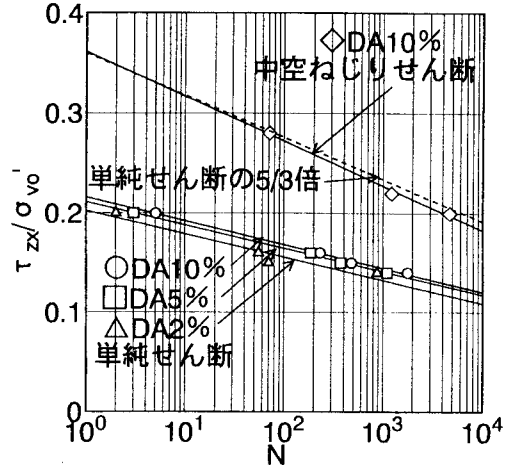


図-4 繰返し回数と繰返し応力比の関係

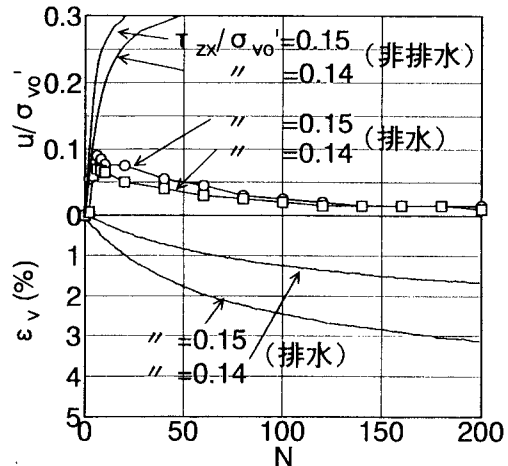


図-5 部分排水繰返し単純せん断試験結果