

不攪乱有明粘土の非排水繰返しねじりせん断特性

佐賀大学 理工学部 学○小山 真
正 坂井 晃
学 伊芸 夏子

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いる地盤沈下地帯であり、静的な荷重だけでなく中長期にわたる繰返し荷重によっておこる地盤沈下の進行が、土質工学的問題として知られている。現在では、交通荷重、波浪、地下水位の変動等の繰返し荷重による長期的沈下の変形予測法を確立することが、急務となっている。本研究では、中長期にわたる繰返し荷重を受けるときの不攪乱有明粘土の基本的な変形強度特性を明らかにするために、中空ねじり試験装置を用いた繰返し非排水せん断試験を行った。

2. 試料および試験方法

試料は、佐賀郡川副町に現在建設中の佐賀空港予定地の地表面下約3.5~4.0m地点の不攪乱有明粘土（密度 $\rho_s=2.657(\text{kg}/\text{cm}^3)$ 、液性限界 $W_L=110\%$ 、塑性指数 $I_p=74.0$ 、 $p_c'=0.26(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ ）試験方法は、供試体を塩ビ管より取り出しトリミング法により外径10.0cm、内径6.0cm、高さ10.0cmの中空円筒形に作成する。三軸室にセットした供試体は、二重負圧法により脱気水を循環させて十分飽和させ、バックプレッシャーを $3.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ 載荷した後、B値検定を行った。（B値 ≥ 0.99 ）その後 $1.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ の有効拘束圧で24時間等方圧密を行い、任意の繰返し応力比 $(\tau_{vh})_{cyc}/\sigma_o=0.20\sim 0.28$ にて、繰返し非排水せん断試験（両振り、正弦波0.02Hz）を行った。今回使用した試験装置は、油圧サーボ方式の中空ねじり試験装置であり、実験データはパソコンで自動収録し、解析処理プログラムにより作表作図した。試験は、表1に示す条件で非排水繰返し中空ねじり試験を行い、試験中は室温を 22°C に管理して試験を行った。

表-1 試験条件

Test No.	間隙比 e_c	繰返し応力比	拘束圧		初期せん断 τ_{vho} (kgf/cm^2)
			σ_{vo} (kgf/cm^2)	σ_{ho} (kgf/cm^2)	
1	2.441	0.28	1.0	1.0	0
2	2.374	0.22	1.0	1.0	0
3	2.244	0.20	1.0	1.0	0
4	2.474	0.22	1.0	1.0	0.1
5	2.317	0.25	1.0	1.0	0.1

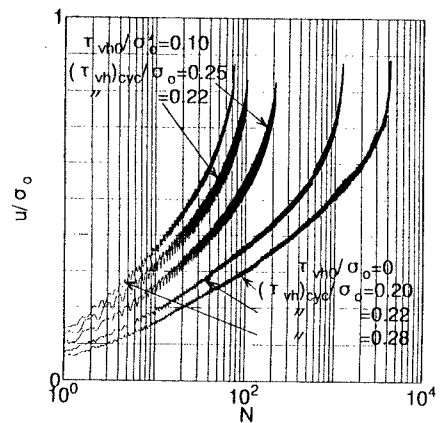


図-1 繰返し回数と過剰間隙水圧の関係

3. 試験結果

(1) 繰返し回数と過剰間隙水圧の関係

図-1は、初期せん断応力 $\tau_{vho}=0.0.1\text{kgf}/\text{cm}^2$ の両者の繰返し回数と過剰間隙比 u/σ_o の関係を示したものである。繰返し荷重は、せん断ひずみの両振幅 $(\varepsilon_{vh})_{DA}$ が10%に達するまで載荷している。図-1から初期せん断応力 τ_{vho} の有無に関係なく u/σ_o の上昇傾向は類似している。また、最大の間隙水圧比は $\tau_{vho}=0$ のとき約0.9まで上昇している。

(2) 繰返し回数とせん断ひずみ・軸ひずみの関係

図-2は、各せん断ひずみの変化を繰返し回数に対してプロットしたものである。初期せん断応力 τ_{vho} を受けない場合には、せん断ひずみ両振幅 $(\varepsilon_{vh})_{DA}$ とせん断ひずみのピーク値 $(\varepsilon_{vh})_p$ の両者を、 τ_{vho} を受ける場合には、 $(\varepsilon_{vh})_p$ と残留せん断ひずみ $(\varepsilon_{vh})_{re}$ を示している。 $(\varepsilon_{vh})_p$ の増加傾向は τ_{vho} の有無に関係なく大

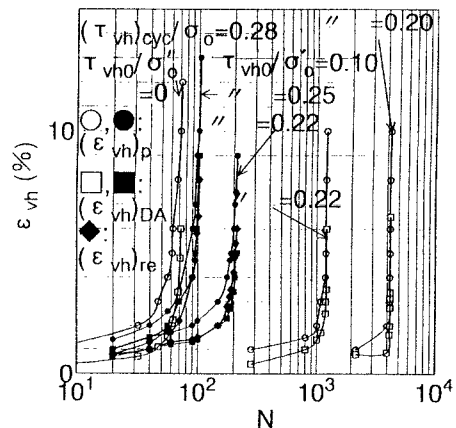


図-2 繰返し回数とせん断ひずみの関係

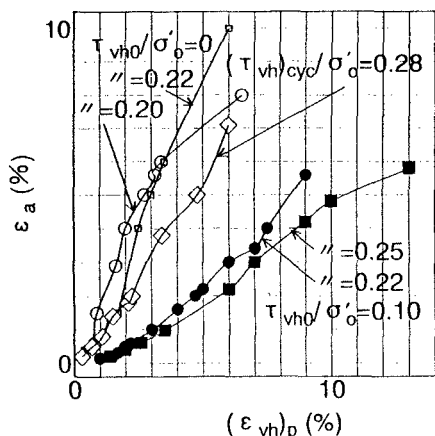


図-3 軸ひずみとせん断ひずみの関係

きな差異は認められないが、 τ_{vh0} を受ける場合は $(\epsilon_{vh})_p$ が $(\epsilon_{vh})_o$ とともに大きく増加していく特徴がある。一方、図-3は、繰返しせん断中に累積していく軸ひずみ ϵ_a の値を $(\epsilon_{vh})_o$ との関係で示したものである。繰返し応力比が大きくなるほど、 ϵ_a に対する $(\epsilon_{vh})_o$ の増加率は大きく、特に初期せん断応力 τ_{vh0} を受ける場合には、 ϵ_a に比べ $(\epsilon_{vh})_o$ の増加率がより卓越している。

(3) 有効応力経路と破壊包絡線

初期せん断応力($\tau_{vh0}=0.1 \text{ kgf/cm}^2$)を受けるときの有効応力経路を示したのが図-4(a)である。せん断ひずみ $(\epsilon_{vh})_p$ がそれぞれ2%, 5%, 10%のときの繰返し回数と包絡線もプロットしているが、すでに $(\epsilon_{vh})_p=2\%$ において変相線の影響とみられる載荷時の間隙水圧減少が認められる。 $(\epsilon_{vh})_p$ の増加に伴ってそのときの包絡線の傾き η_p が大きくなっていくが、これらの値を各試験結果に対してプロットしたのが図-4(b)である。 η_p は、初期せん断応力 τ_{vh0} が作用していない場合には、繰返し応力比 $(\tau_{vh})_{cyc}/\sigma'_o$ が増加するほど小さくなる傾向にあるが、 τ_{vh0} を受けるときには逆に増加する傾向が見られ、かつ η_p の値そのものも大きくなっていく特徴がある。

(4) 繰返し応力比と繰返し回数の関係

図-5は、 $(\epsilon_{vh})_{DA}$ または $(\epsilon_{vh})_p$ がそれぞれ5%と10%になるときの繰返し回数を初期せん断応力も加えた応力比 $(\tau_{vh0} + (\tau_{vh})_{cyc})/\sigma'_o$ に対して示している。初期せん断応力 τ_{vh0} が作用していない場合には、 $N_i=100$ 回における繰返し応力比は0.28であり、不攪乱有明粘土の繰返し強度はさほど大きくないといえよう。また、 $\tau_{vh0}/\sigma'_o=0.1$ を受ける時は、 $\tau_{vh0}=0$ の時に比べ約2割増しの強度増加が得られた。

4. あとがき

不攪乱有明粘土を用いた非排水繰返しねじりせん断強度は得られなかった。今後、同一の試料を用いて異なる初期せん断応力に対しても実験を行い、これらの影響を明らかにしていく予定である。

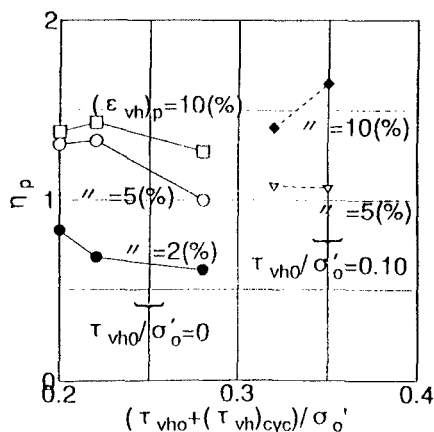
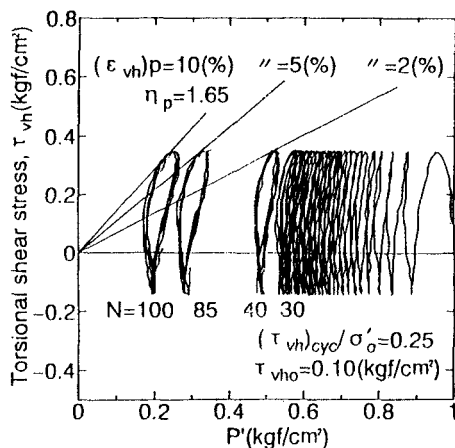


図-4 有効応力経路と破壊包絡線

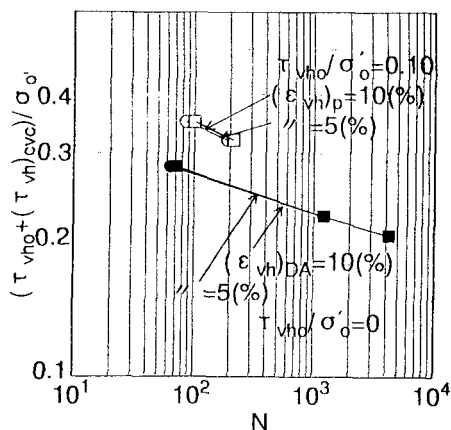


図-5 繰返し応力比と繰返し回数の関係