

東京電機大学 学生員 櫻井裕一

東京電機大学 正会員 安田 進

東京電機大学 学生員 宇田将人 出野智之

1.はじめに

著者たちは、繰返しねじりせん断装置を用いて、砂質土の液状化後の変形係数についていくつかの実験を行っている。この変形係数には細粒分含有率や拘束圧などのいくつかの要因が関係していると考えられている。そこで、その主な要因の1つである密度に注目し、レベル2地震動を念頭において密な砂（相対密度90%や70%）について繰返しねじりせん断試験を行い、液状化後の変形特性を調べた。また、相対密度による変形特性の比較検討もした。

2.実験装置および方法

実験装置には中空ねじりせん断試験装置を用いた。供試体は、試料として豊浦砂を用い $D_r=90\%$ 、 70% となるように、外径10cm、内径6cm、高さ10cmの中空円筒形にそれぞれタンピング法、空中落下法で作製した。そして間隙水圧係数 B 値を0.95以上になるように飽和させ、背圧200kPa、有効拘束圧100kPaのもとで等方圧密した。その後、非排水状態で一定の応力比で所定の回数($N=20$ 回)だけ繰返し載荷を行った。繰返しせん断力はペロフラムシリンダーによる水平方向の動きをラックピニオンで回転方向に変えてねじり力が加わるようになっている。その後、非排水状態を保ったまま静的単調載荷を行った。静的単調載荷はひずみ制御で行い、載荷速度は10%/minとした。

3.実験結果

(1)液状化に伴う応力とひずみの関係

図-1の(a)~(c)に豊浦砂 $D_r=90\%$ および $D_r=70\%$ の静的単調載荷時のせん断ひずみとせん断応力、間隙水圧の関係を示す。(b)は(a)を拡大したものである。これらの図より両密度とも、静的単調載荷直後はせん断抵抗が小さいが、せん断ひずみの増加とともにせん断応力が増加し、強度が回復していくことがわかる。また、間隙水圧は強度の回復に伴って減少していくことがわかる。そして、 F_L が小さくなるにつれてせん断強度の回復に必要なせん断ひずみ(微小抵抗領域 γ_L)が大きくなることがわかる。さらに γ_L は $D_r=70\%$ に比べて90%の方が小さくなっている。

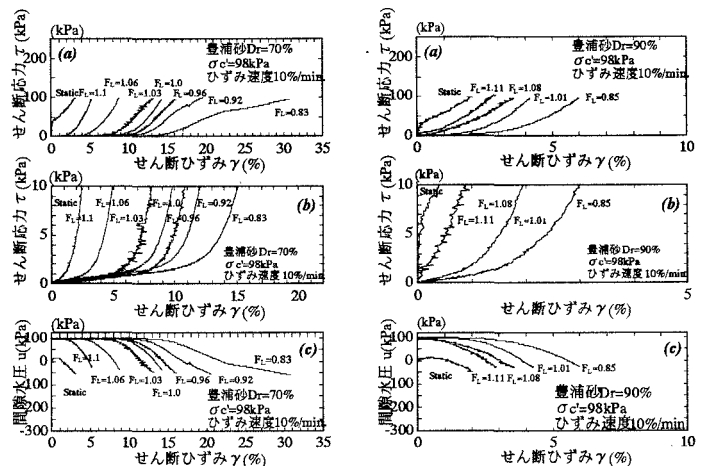


図-1 せん断ひずみとせん断応力、間隙水圧関係
(豊浦砂、左図 $D_r=70\%$ 、右図 $D_r=90\%$)

キーワード：液状化、繰返しねじりせん断試験、密な砂

連絡先：〒355-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL:0492-96-2911(内 2748) FAX:0492-96-6501

(2)せん断剛性 G_1 と微小抵抗領域 γ_L の関係

図-2 に示したように供試体の剛性が変化する点を抵抗変曲点とし、その点までに要する区間を微小抵抗領域 γ_L と定義する。また抵抗変曲点までの割線勾配を G_1 、抵抗変曲点からの割線勾配を G_2 とする。図-3 には豊浦砂 $D_r=90\%$ および $D_r=70\%$ と以前に行われた $D_r=50\%$ ¹⁾ における G_1 と γ_L の関係を示す。 G_1 は γ_L とともに変化し、 γ_L が大きくなるにつれて G_1 は小さくなる傾向がある。また、相対密度が大きいほど γ_L は小さくなることわかる。液状化に伴う地盤流動は、微小抵抗領域で生じる可能性が高い。しかし密な砂では微小抵抗領域が小さいので、地盤の流動は生じにくくなり、はらみだしや、多少の沈下が生じたところで変形が止まると考えられる。

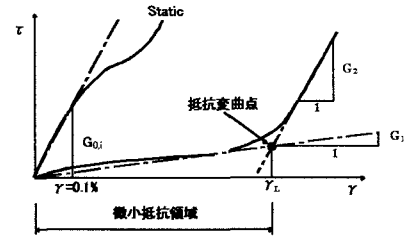


図-2 γ_L と G_1, G_2 の定義

(3)せん断剛性低下率 G_1/G_{0i} と液状化安全率 F_L の関係

図-2 で示す静的単調載荷のみで行った供試体のせん断ひずみが $10^{-6}\%$ 時の割線勾配を G_{0i} とし、液状化に伴うせん断剛性の低下率 G_1/G_{0i} を求めた。図-4 に豊浦砂 $D_r=90\%, 70\%$ および $D_r=50\%$ ¹⁾ についての G_1/G_{0i} と F_L の関係を示す。図-5 に相対密度とせん断剛性低下率の関係の図を示す。 $F_L=1.0$ の時の G_1/G_{0i} は、 $D_r=90\%$ の時およそ $1/260$ 、 $D_r=70\%$ の時およそ $1/530$ 、 $D_r=50\%$ の時およそ $1/1430$ となった。このように相対密度が大きいとせん断剛性低下率は小さくなった。また、激しく液状化する($F_L<1.0$)と $D_r=50\%$ のせん断剛性低下率は $D_r=70\%, 90\%$ に比べて著しく大きくなることわかる。

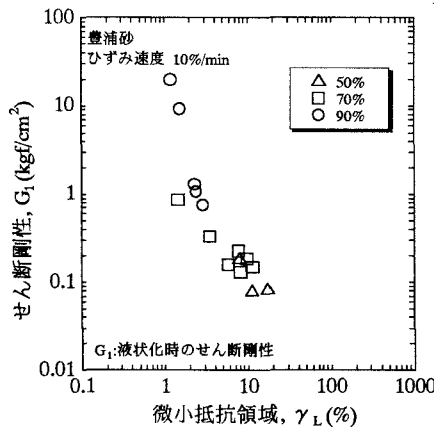


図-3 せん断剛性 G_1 と微小抵抗領域 γ_L の関係

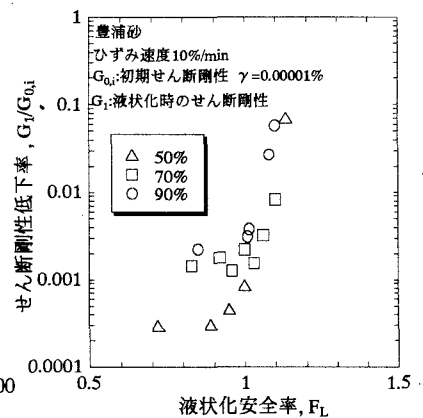


図-4 せん断剛性低下率 G_1/G_{0i} と液状化安全率 F_L の関係

4.まとめ

相対密度 70%, 90% の土に対する液状化後の強度・変形特性に関する実験を行った。その結果、液状化した砂の供試体の剛性は、相対密度が高いほど小さいせん断ひずみで回復するという結果が得られた。また、せん断剛性低下率は、相対密度 70% のときはおよそ $1/530$ 、90% のときはおよそ $1/260$ となった。相対密度が大きくなるとせん断剛性低下率は小さくなるという結果が得られた。

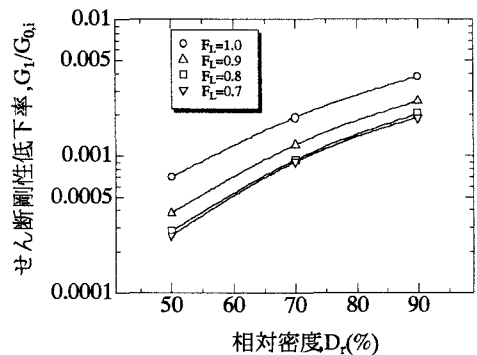


図-5 せん断剛性低下率 G_1/G_{0i} と相対密度 D_r の関係

【参考文献】

- 1) 安田進・Ayfer Erken・寺内哲也・森本弘光：種々の土における液状化後の強度・変形特性，第 33 回地盤工学会研究発表会，地盤工学会