

Ⅲ-A 85 部分排水条件下における砂の液状化特性に及ぼす密度の影響

筑波大学大学院	○正会員	能登 準弥
筑波大学構造工学系	正会員	山田 恭央
筑波大学大学院		村上 弘幸
筑波大学		下平 喜之

1. はじめに

近年、グラベルドレーン工法のように、地盤そのものの透水性を改善し、過剰間隙水圧の上昇を抑制して液状化を防止する対策工が開発されてきている。この対策工の有効性を検証するためには、従来の非排水状態での液状化試験に加え、部分的な排水を考慮した液状化試験を行う必要がある。筆者らは、部分的な排水条件下での砂地盤の液状化特性を、排水制御オンライン試験で調べてきた。本研究では、排水性能を示す係数 D_e と相対密度 D_r をパラメータとし、液状化特性に検討を加えてみた。

2. 実験装置

本研究で用いた中空ねじりせん断三軸試験装置は、排水量制御システムを備えており、オンライン試験時にはパーソナルコンピューターにより応力、ひずみ、排水量の制御を行っている。

排水制御システムは、ステッピングモーターを備えた精密位置決めテーブルにピストンとシリンダを取り付けたもので、パーソナルコンピューターにより直接水圧を制御している。

3. 実験方法

豊浦砂を用いて相対密度 D_r が30%程度のゆる詰めと70%程度の密詰めの異なる供試体を作製し、排水量制御試験を行った。加速度は周波数1.5Hzで最大加速度が200galと250galの正弦波と、釧路沖地震と兵庫南部地震の加速度波形の計4つを用いた。有効拘束圧 1kgf/cm^2 で等方圧密したのち排水効果係数 $D_e=5.0\times 10^{-4}$ 、 2.5×10^{-4} 、 1.0×10^{-4} ($\text{cm}^2/\text{kgf}/\text{sec}$)の3通りのオンライン試験を行った。なお、微小単位時間 Δt における排水による体積ひずみは、次式で与えられる。

$$\Delta \varepsilon_v = D_e \cdot u_e \cdot \Delta t$$

4. 実験結果

図-2、図-3はそれぞれ相対密度 $D_r=36.8\%$ 、 $D_r=73.7\%$ における加速度振幅250gal時の時刻歴を示している。液状化したケースでは、過剰間隙水圧が有効拘束圧に近づくと、せん断ひずみが急激に大きくなり、せん断応力はゼロに近づく挙動を示している。この場合、過剰間隙水圧はほぼ一様な速さで上昇し、 0.6kgf/cm^2 程度に達すると上昇速度が急激に大きくなり、液状化に至る。入力加速度が大きいほど、また D_e が小さく、 D_r が小さいほど間隙水圧の上昇が著しい。 D_e が大きな場合では、排水の効果が現れ、液状化は生じない。また、 D_r が大きい場合には、載荷・除荷に伴って過剰間隙水圧が上下する、サイクリックモビリティが確認された。

図-4は過剰間隙水圧～体積ひずみ関係を示している。実線はメンブレンペネトレーションを補正した真の非排水状態に対応している。試験開始直後は排水の効果はほとんどなく、非排水状態に近い挙動を示すが、過剰間隙水圧が約 0.3kgf/cm^2 から排水の効果が現れ体積収縮傾向を示す。液状化したケースでは、排水が追いつかず非排水状態時の直線に沿うかたちとなる。

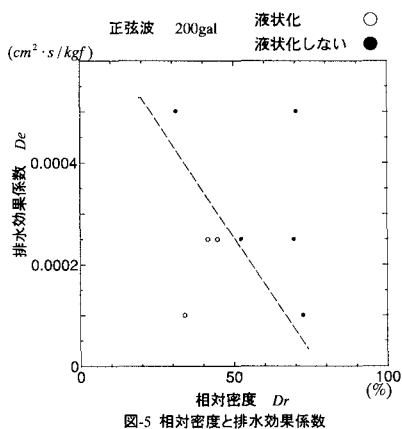
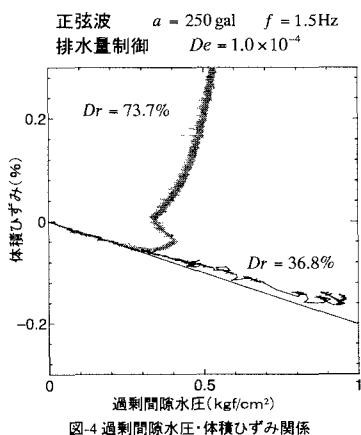
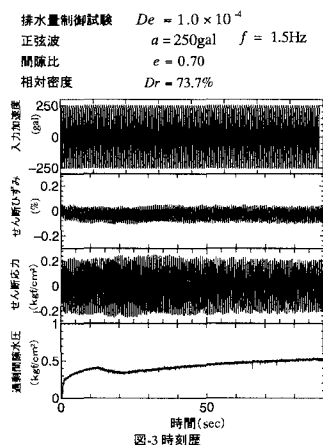
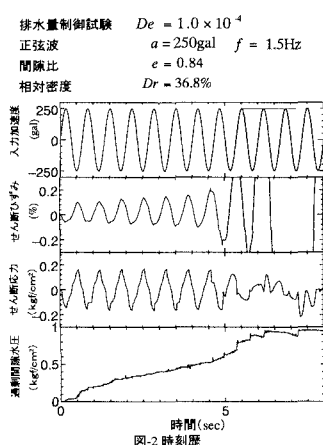
液状化、オンライン試験、排水効果係数、相対密度

〒305- つくば市天王台 1-1-1 TEL 0298-53-5146

図-5は入力加速度200galにおいてx軸、y軸にそれぞれ相対密度、排水効果係数を取り、液状化する点を○印で、液状化しない点を●印でプロットしたものである。図中の点線が液状化するかしないかの境界にあたとみられるが、データ数が少ないので、今後更に検討を加えていきたいと考えている。不規則波の実験では最大加速度が大きく、今回用いた排水効果係数の値ではほとんどが液状化に至っているため、液状化・非液状化の境界は求められなかった。

5. まとめ

ゆる詰め砂、密詰め砂とも D_e の値が大きくなるにつれて過剰間隙水圧の上昇が抑えられ液状化強度が増加することが明確に現れた。また、不規則波においてあまりにも大きな加速度が瞬間的に加わり過剰間隙水圧が上昇し、ほとんどの場合で液状化に至ったが、液状化に至る時間は D_e 、 D_r が大きい程遅くなっている。



参考文献

中野修吾、山田恭央：排水量を制御した飽和砂のオンライン試験、第29回土質工学研究発表会講演集、pp.761-762、1994。