

Ⅲ - A92

細粒分を含む砂のオンライン液状化試験

筑波大学大学院 ○正会員 平井 洋次
 筑波大学 正会員 山田 恭央
 筑波大学 能登 準弥

1. はじめに

近年、グラベルドレーンや排水機能付き鋼材など、排水を促進させて間隙水圧の上昇を抑止する、液状化防止工法が開発されてきている。

地震動の継続時間は数秒から数十秒と短く、過剰間隙水圧はこの間には消散しないので、液状化試験はほとんどが非排水状態で行われている。しかし、自由水面に近いところや、排水機能材による液状化防止工を施した所などは、ある程度の排水を生じると考えられる。筆者らは、このような観点から部分排水条件下での挙動を調べてきたが、本研究では細粒分を含む砂の液状化特性への排水の影響について検討を行ってみた。

2. 排水量制御

排水制御については、前報告¹⁾と同一の方法で行った。すなわち、供試体からの排水がダルシーの法則に従うものとする、透水係数などの他の条件が変化しなければ、排水量は過剰間隙水圧に比例する。そこで、排水効果係数 D_e を導入し、微小時間 Δt における体積ひずみ $\Delta \varepsilon_v$ を、

$$\Delta \varepsilon_v = \frac{\Delta Q}{V} = D_e \cdot u_e \cdot \Delta t$$

で与えた。ここで、 V は供試体の体積、 ΔQ は Δt における排水量である。実際の実験においては各制御ステップごとに過剰間隙水圧に D_e を乗して排水量を求め、空圧により背圧を調節して排水量を制御した。

3. 実験概要

繰り返し載荷試験は、パーソナルコンピュータを利用した排水量制御システムを有する中空ねじりせん断三軸装置²⁾を用いて実施した。豊浦標準砂にカオリンを混ぜ、細粒分含有率が 0%、5%、10%と異なる試料を作成した。有効拘束圧 1 kgf/cm^2 で等方圧密したのち、排水効果係数を $D_e = 5.0 \times 10^{-5}$ 、 1.0×10^{-4} 、 2.5×10^{-4} 、 5.0×10^{-4} 、 $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{kgf/sec}$ の 5 通り、周波数 1.5Hz の正弦波形で入力振幅を 200、250gal の 2 通りに設定してオンライン試験を行った。

4. 実験結果

図-1 は細粒分含有率 5% で加速度振幅 200gal の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と挙動を示している。この場合、過剰間隙水圧はほぼ様な速さで上昇していき、 0.6 kgf/cm^2 程度に達すると上昇速度が急激に大きくなり、液状化に到る。なお、入力加速度が大きい程、また D_e が小さい程、間隙水圧の上昇が著しい。 D_e が大きなケースでは排水の効果が現れ、載荷途中より液状化は生じない。

図-2 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。当初、排水の効果はほとんどなく、非排水条件に近い挙動を示すが、過剰間隙水圧が 0.3 kgf/cm^2 を越えるあたりから排水の効果が現れ、体積収縮傾向を示す。その後、液状化したケースでは排水が追いつかず、再び非排水状態時の直線に沿うような形となる。なお、載荷初期には、細粒分含有率に関わらず、非排水状態に近い挙動を示す。細粒分含有率 5% では砂のみの場合より排水効果が大きく現れ、液状化に対する強度が増している。しかし、細粒分含有率 10% になると、液状化に対する強度は逆に低

下している。この現象は、通常の非排水繰返し載荷試験と共通のものである。カオリンを5%程度含む場合には砂粒子間にカオリンが入り込み、砂のみの場合より安定な構造になるが、細粒分が10%程度になると、砂同士の接触点が減り、強度が低下するものと考えられる。

5. むすび

本試験では、空気圧により排水量を間接的に制御しているため、応答が遅く正確に行えない。そこで、一次元の精密位置決めテーブルにピストンを取り付け、直接排水量を制御する装置を製作中である。

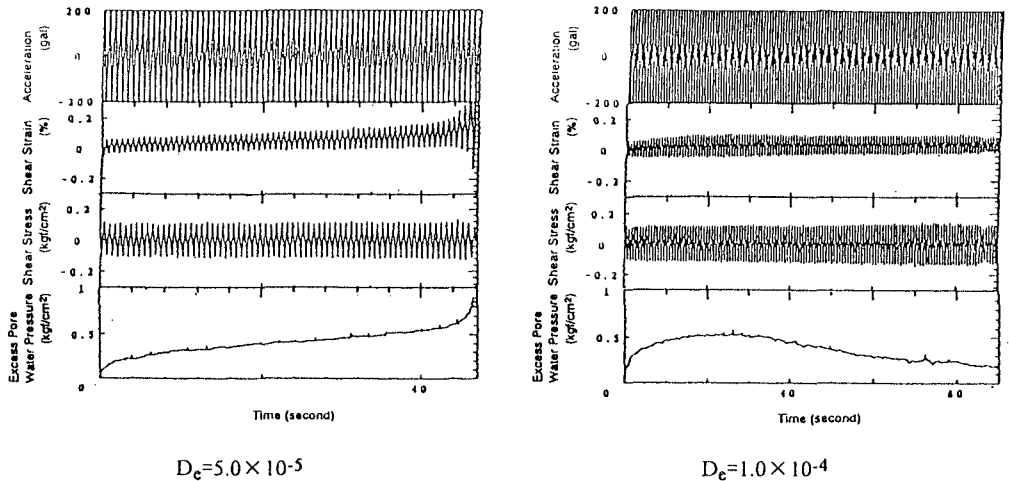


図-1 時刻歴(200gal)

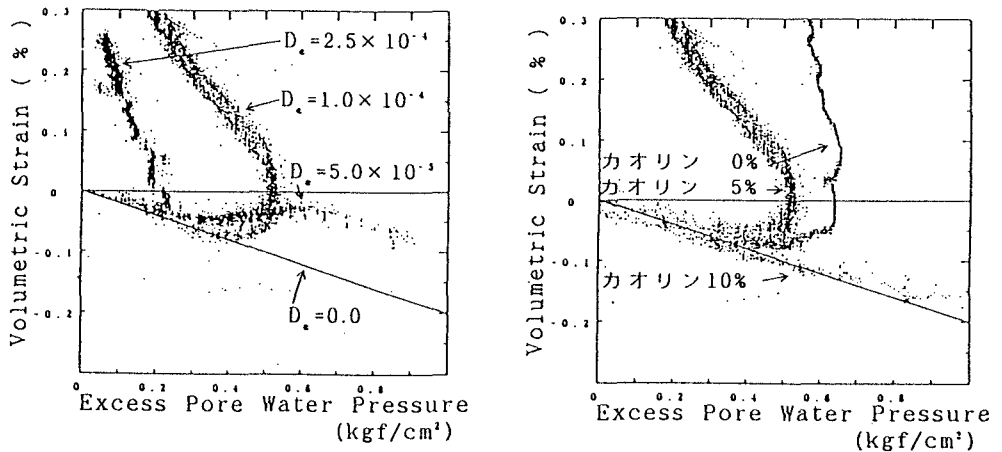


図-2 過剰間隙水圧～体積ひずみ(200gal)

参考文献

- 1) 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
- 2) Y. Yamada, M. Sawaguchi, S. Igarashi: Cyclic behavior of saturated sand under drainage control, Pre-failure Deformation of Geomaterials, 1994