

III-137 不攪乱試料砂の液状化におよぼす影響

東京大学工学部研究生
東京大学工学部
東京大学工学部大学院生

森 研 二
石 原 研 而
山 崎 文 雄

1. ま え が き

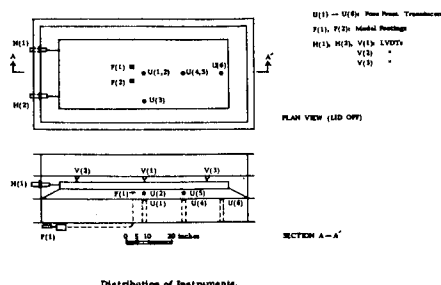
飽和している砂層の原位置における液状化強度は、砂の密度、形状、推積時間、セン断履歴、応力履歴(K や OCR の変化)等により強く影響を受ける。不攪乱砂のサンプリングは、これらの各要素を出来る限り失なわずに室内実験の供試体を得る目的で広く用いられているが、サンプリングによる影響は、問題が多く、明確には解っていない。

今回の研究では、振動台を用いて飽和砂にセン断履歴を加えて液状化強度を増加した砂層からシンウオールサンプラーでサンプリングした不攪乱試料を、くり返し三軸試験機で液状化させ、その強度をセン断履歴を受けない供試体と比較した。この結果よりサンプリングの液状化強度におよぼす影響を検討した。

2. 実験装置

今回の研究では2種類の振動台を用いた。一つは、図-1に示す様な、高さ10cm、幅107cm、長さ230cmの供試体にメンブレンを被せて地下約5mの砂層の状態(有効応力 $8\text{Psi}=0.56\text{kg/cm}^2$)を再現し、一方向に4Hzの正弦波加速度を加えて飽和砂の完全非排水下の液状化強度を求めたものである。試料は、乾いたモンレー砂を空中落下させ $D_r=50\sim54\%$ になる様に推積した。

次に用いた振動台¹⁾は、長さ4m、幅1m、高さ0.9mの振動箱の中へ川砂を水中落下させて推積させたもので、この状態のものが、中締めである($D_r=25\sim35\%$)。供試体の静水面は地表面に等しい。振動台は、一方向に2Hzの正弦波加速度を供試体に加えて液状化させた。



3. 実験方法と結果

最初に述べた振動台で、有効応力 0.56kg/cm^2 、 $D_r=54\%$ のモンレー砂の液状化強度を求めた。これが図-2の下の曲線で示されている。

この応力比とくり返し回数から求められる液状化に必要な、くり返し回数の約半分を供試体に加え、その結果生じた過剰水圧は、くり返しセン断力を加えた後、排水して荷重前の状態に戻した。これを5回くりかえした後の供試体の液状化強度は、図-2の上の示した曲線のようになり、応力比にして約40%の増加がある。この間、密度の変化は、極く僅かである。液状化強度の増加は、セン断履歴によって作られた砂の構造によるものと考えられる。

この様に5回のセン断履歴を受けた供試体に、直径7.3cmのシンウオールサンプラーで不攪乱試料を採り、くり返し三

図-1

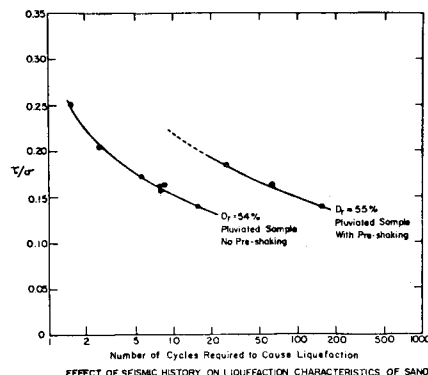


図-2

軸試験機に設置した。この供試体の液状化強度は、図-3に示してある。この図では、セン断履歴を受けない砂を同じ方法でサンプリングした三軸の供試体と砂を直接に三軸供試体用のモールドの中に空中落下して堆積させた2つのタイプの試料の液状化強度も同時に比較してある。

結果として、セン断履歴によって作られた砂の構造は、サンプリングの影響で乱されやすいことがわかった。同じ様に第2の振動台で $D_r = 25 \sim 30\%$ の供試体にセン断力を加えて液状化すること無く、 $D_r = 40 \sim 50\%$ まで砂を締固めた後、直径5cmのシンウオールサンプリングで不攪乱試料を採り、その後、凍結させて三軸試験用とし、試験のときは乱さないように試験に設置した。拘束圧は、 0.5 kg/cm^2 で圧密した。

図-4は、ゆる詰めと締固めた砂からサンプリングした試料の液状化強度を示している。この結果からみられる 応力比の差は、砂の密度の差で、砂の構造による液状化強度の差は、殆ど失われた様である。

4. 完全不攪乱試料

サンプリングによってとり出された試料は土中の拘束圧から解放される。この拘束圧の変化のみの影響を受けた試料を「完全不攪乱試料」と呼び、そのセン断履歴との関係を調べてみた。

図-5の上と下の2本の曲線は、空中落下させて堆積した三軸の供試体にセン断履歴を加えたのと、そうでない砂の液状化強度である。次に、5回のセン断履歴を加えた供試体の有効応力を 0.5 Psi (0.035 kg/cm^2) に下げ、再び 0.5 Psi (0.035 kg/cm^2) に戻して液状強度を求めると、応力比が約 $30 \sim 40\%$ 下がるのがわかる。

5. まとめ

今回の研究の結果、セン断履歴によって作られた砂の構造は、外力の影響を受けやすく、「完全不攪乱試料」のようにごくわずかな乱れにもその構造を失いやすい。ましてサンプリングから三軸試験の間に受ける乱れの影響で構造がほぼ全て失われるのは十分に考えられる。しかし今回の研究に用いた砂は、細粒土を含まない比較的均一な砂であるが、細粒土を含む砂では、これほど乱れの影響を直接その構造に受けないかもしれない。

謝辞：本研究は、カリフォルニア大学・Seed 教授の指導を多く受けた。ここに心からの謝意を表す次第である。

参考文献

- 1) Ishihara, K. and Matsumoto, K. (1975), "Bearing Capacity of Saturated Sand Deposits during Vibration", Proceed. of the Fourth Japan Earthquake Engin. Symp., Tokyo, Japan.
- 2) Mori, K., Seed, H.B. and Chan, C.K. (1977), "Influence of Sample Disturbance on Sand Response to Cyclic Loading", EERC Report No. 77/03.
- 3) Seed, H.B., Mori, K. and Chan, C.K. (1975), "Influence of Seismic History on the Liquefaction Characteristics of Sands", EERC Report No. 75-25.

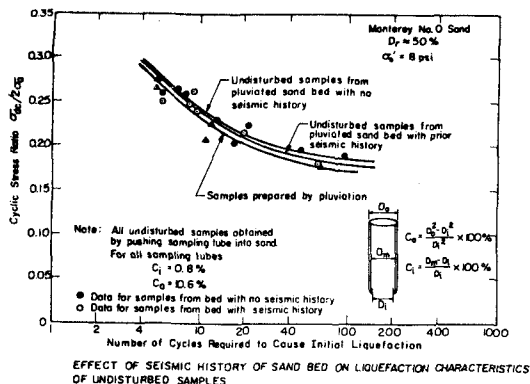


図-3

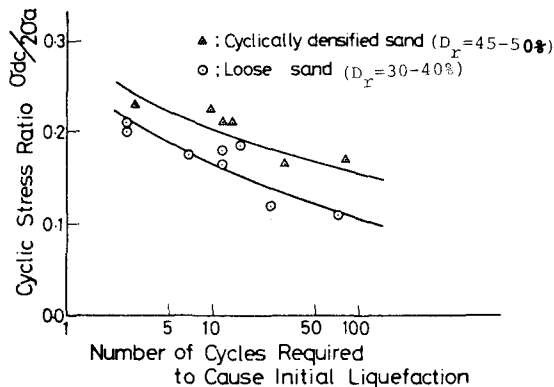


図-4

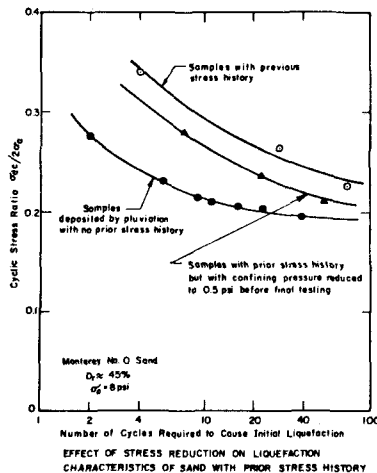


図-5