

液状化過程における飽和砂層の沈下特性

金沢大学学生 学生員○速水 茂喜
 金沢大学工学部 正員 北浦 勝
 金沢大学工学部 正員 宮島 昌克
 金沢大学学生 学生員 吉田 雅徳

1. はじめに

軟弱な飽和砂地盤では、地震動を受けて液状化が発生し、それに伴ない過剰間隙水圧は蓄積・消散という過程を経るが、この過剰間隙水圧の消散過程において砂地盤は沈下する。液状化による沈下は地表面上の構造物に悪影響を及ぼし、埋設管などは変形や破壊を生じる。

ところで、液状化対策工法として、液状化そのものの発生を抑制するという意味で有効な砕石ドレーン工法を用いた場合、その排水効果によって無対策地盤より沈下量が増大するということが考えられる。模型地盤を用いた飽和砂層の沈下特性については、松田・後藤らによって先駆的な研究がなされているが、砕石ドレーン工法施工地盤の沈下特性については未解明な点が多いのが現状である。

本研究では模型地盤を用いて、無対策の飽和砂地盤と砕石ドレーン工法を施した飽和砂地盤の沈下特性を定性的にとらえることを目的とする。

2. 実験方法

実験に用いた砂は、平均粒径 (D_{50}) が0.2mm、均等係数 (U_c) が2.96の比較的均一な砂である。砕石はコンクリート骨材用のもので最大寸法 (D_{max}) が25mm、透水係数が8.24cm/sec である。

図-1に示すように、振動台に固定された土槽の上端付近まで冠水させ、その水の中で砂を落下させることによって軟弱地盤を作成する。砕石ドレーン工法施工地盤は図2に示すように側方から10cmを砕石で置換するというもので、砂層と砕石層の境界部は砂を通さないナイロン・メッシュで仕切られている。地盤内には地表面から5cmおきに図-3に示すような沈下板が埋設されていて、これに接続された竹ひごを地表面上に設置されたビデオカメラで撮影することによって沈下の時刻歴をとらえる。ここで便宜的に20cm厚の地盤を層分けすることにし、GL-5cm~GLを第1層、GL-10cm~GL-5cmを第2層、GL-15cm~GL-10cmを第3層、GL-20cm~GL-15cmを第4層とする。

入力は5Hzの調和波で最大加速度を350gal程度とした。水圧計は地表面下7.5cm(第2層)と12.5cm(第3層)の2ヶ所に設置されている。

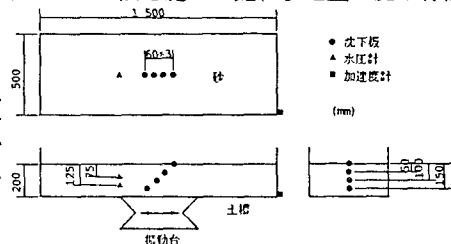


図-1 実験装置の概略図

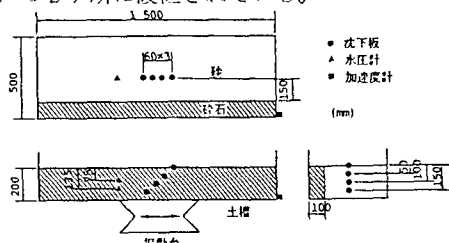


図-2 砕石ドレーン工法施工地盤

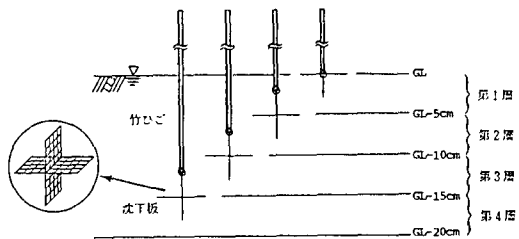


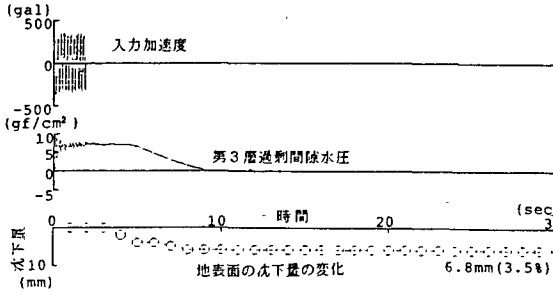
図-3 沈下板の詳細図

3. 実験結果

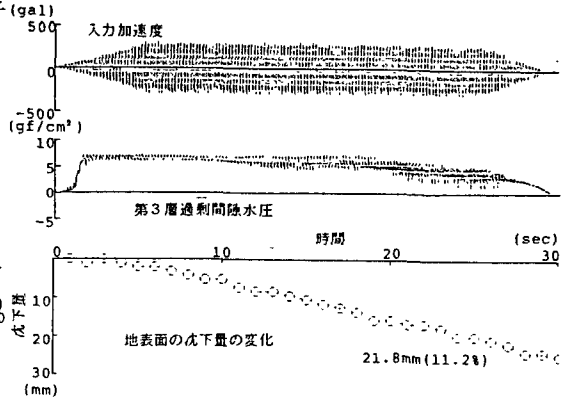
3-1 加振時間による沈下量の違い

加振時間が2秒と30秒の2ケースの実験を行い加振時間の沈下量に及ぼす影響を調べた。図-4のように、加振時間2秒では地表面の沈下率(加振前地盤厚に対する地表面沈下量)は3.5%、加振時間30秒の場合の

それは11.2%と30秒の場合の方が大きく、液状化発生後の振動締め固めの影響が現れている。



a. 2秒加振（無対策地盤）



b. 30秒加振（無対策地盤）

図-4 加振時間の沈下量に及ぼす影響

3-2 砕石ドレーン工法を用いた場合の沈下量

砕石ドレーンの沈下量に及ぼす影響を調べるため、図-2に示したような模型地盤を2秒間加振した。2秒加振の理由は3-1で述べたように、加振を長く続けると振動締め固めによる沈下量が支配的になり、液状化による沈下量を的確に評価できないからである。図-5のように地表面沈下率は5.6%と無対策地盤（図-4a.）の場合より増加し、排水工法の影響を現している。

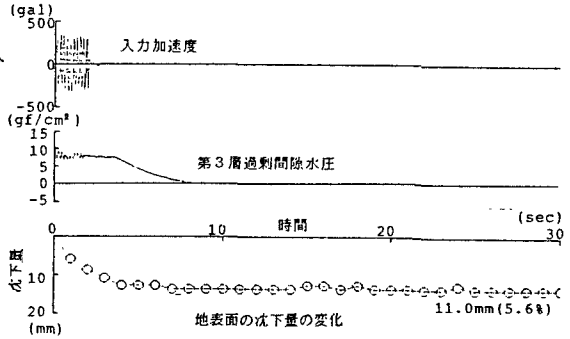


図-5 砕石ドレーンの沈下量に及ぼす影響

3-3 過剰間隙水圧と沈下特性

図-6は飽和砂地盤を最大加速度321galで30秒間加振したケース（図-4b.）の第3層の層厚の時刻歴である。ここで層厚の変化量は、例えば第3層の場合、GL-10 cmの沈下量からGL-15 cmの沈下量を差し引いたもので表せる。

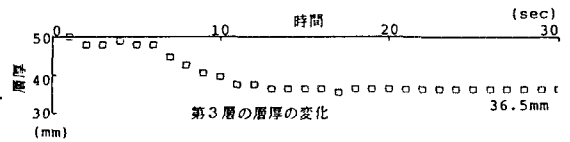


図-6 層厚の時刻歴変化（図-4b.と対応）

この図と図-4b.の第3層過剰間隙水圧の変化とを比較すると、完全液状化期（2秒～6秒）に層厚の変化はほとんどなく、過剰間隙水圧がわずかに下がり始めるころ（6秒）に層厚は小さくなり始め、13秒ぐらいで層厚は36.5mmで安定する。過剰間隙水圧の消散が顕著となる17秒付近で層厚が安定しているのは、振動締め固めの影響で層厚の変化量がすでに限界に達しているからであると思われる。

4. おわりに

本研究では飽和砂層の沈下特性について実験的に検討したが、簡単にまとめると次のようになる。

- ①飽和砂地盤において過剰間隙水圧が消散するまで加振を継続すると、振動締め固めによって沈下量は増大する。
- ②砕石ドレーン工法は過剰間隙水圧の消散を促進するので液状化対策として有効な工法であるが、同時にその排水効果によって、飽和砂地盤の沈下を促進するという問題点をもつ。
- ③沈下量から求められる層厚の変化量のほとんどは、その層の過剰間隙水圧の消散時に発生している。

<参考文献>

1) 松田隆・後藤洋三：液状化による飽和砂地盤の沈下特性に関する模型実験とその有効応力解析，第19回地震工学研究発表会講演概要，pp.245～248，1987.