

神戸大学工学部 正会員 高田至郎

神戸大学工学部 正会員 小林秀恵

大阪市

正会員○西尾富雄

1 はじめに

地震直後に地盤中で発生した液状化の程度を比較的簡単な計測器を用いて知ることができれば被害推定などに役立てることができる。そこで液状化地盤の過剰間隙水圧の消散時に排水される水量から液状化の程度を知ることができるのではないかと考え、実地盤に近い地表面に非排水層を持つ地盤を対象に過剰間隙水圧発生量と排水量との関係および消散過程における水圧挙動を明らかにするために、ボーリングを用いた実験およびBiot理論を用いた有限要素法解析を行い結果を比較した。

2 実験方法

2.1 実験装置

実験には、図1に示す一様にボーリングを発生させることができる装置を用いた。装置は、上向き浸透流を起こすための流入・流出パイプ、土槽中心からの排水が行える排水パイプおよび排水を流出させるための排水越流部からできている。また、土槽内の水圧計配置位置を図2に示す。

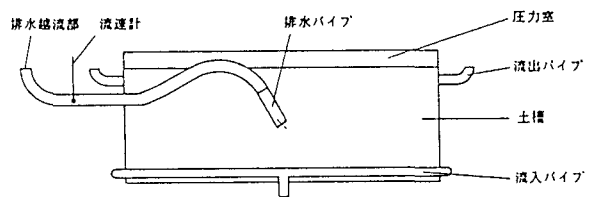


図1 実験装置

2.2 実験材料

砂層には比重2.62, 最大間隙比0.91, 最小間隙比0.59, 透水係数 $2.43 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ の豊浦標準砂を用いた。また、流入・流出パイプに砂がつまるのを防ぐために土槽底部と上部には碎石層を設けた。

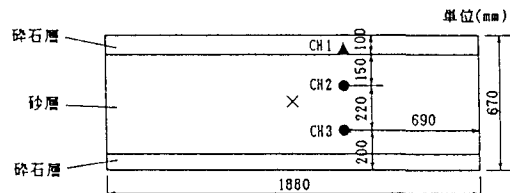


図2 水圧計配置図

2.3 実験手順

土槽内に水中落下法によって液状化砂層を作成し、流入パイプから水を流入し流出パイプから水を流出させ土槽内に上向き浸透流を与え、地盤に液状化を発生させる。その後、流出パイプおよび流入パイプを閉じ、同時に排水パイプを開き、消散過程において間隙水圧、排水流速と排水される排水量を計測する。また実験ケースは過剰間隙水圧比0.25, 0.50, 0.75, 1.00の4ケースを行った。

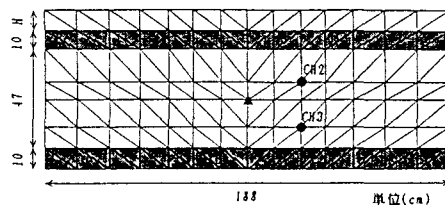


図3 解析モデル

3 解析方法

解析は力のつり合い方程式および透水方程式を有限要素法で解くことによって行った。また、実験で用いた土槽を図3に示すように2次元の3節点3角形要素でモデル化し、非排水層の厚さHを変えることによって、各実験ケースに対応したモデルを作成した。

Shiro TAKADA, Hidee KOBAYASHI, Tomio NISHIO

4 実験結果と解析結果の比較

過剰間隙水圧比1.00の解析結果と実験結果の間隙水圧時刻歴を図4に、また排水速度の時刻歴を図5に、さらに過剰間隙水圧比の時刻歴を図6に示す。まず図4と図5を見てみると、解析結果に比べて実験結果の方が間隙水圧の降下が非常に遅く、それと同様に排水速度もゆっくりと減少している。これは、実験においては、砂層の過剰間隙水圧の消散に加えて、水圧を与えたときに弾性変形した実験土槽がもとにもどろうとするための排水が行われ、消散自体は早期に終了するが、その弾性変形のもどりに時間を要するため、水圧降下に時間がかかり、排水が続くという結果になったと思われる。続いて、図6によると過剰間隙水圧比の消散は間隙水圧や排水速度に比べて比較的両結果が近似していて非常に短い時間で消散が終了している。これは、弾性変形の影響が小さいためよく似た傾向を示しているが、実験の際、砂層全体にわたっての密度変化などによる透水条件の不均一が起こり、やはり実験結果の方が消散時間が長くなっている。このことより、実験土槽の弾性変形をいかに減少させ、正確な過剰間隙水圧の消散を再現できるかが問題となる。

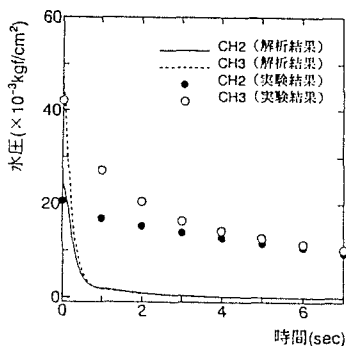


図4 間隙水圧の時刻歴

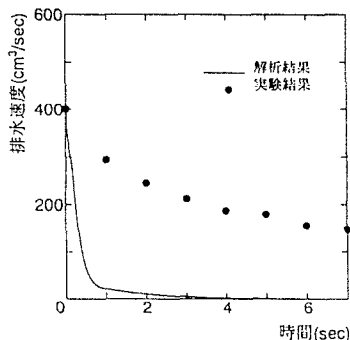


図5 排水速度の時刻歴

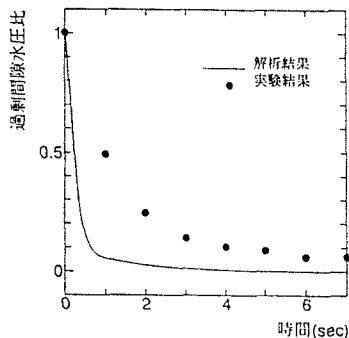


図6 過剰間隙水圧比の時刻歴

次に、図7に過剰間隙水圧比と排水量の関係を示す。ここで実験結果の排水量は土槽の弾性変形を補正した値を、また解析結果は実験土槽と同じ奥行き45cmに換算したものである。この図によると、解析結果の排水量が直線的に増加しているのに比べて、実験結果ではそれ以上の増加率で増加している。これは実験が過剰間隙水圧比の小さい方から大きい方へ繰り返し行われ、地盤に液状化を起こすための上向き浸透流の大きさが增大することで、しだいに地盤の密度が緩くなり、排水量が大きくなったのではないと思われる。

5 まとめ

実験および解析の結果、過剰間隙水圧の消散は大部分が瞬時に発生し、非常に短時間で終了すると思われる。また、過剰間隙水圧比の増加にともなって、消散時の排水量が直線的に増加することが分かった。しかし今後、解析法および実験法の妥当性を検討するには、実験において弾性変形の小さな土槽の使用、および各ケースにおける地盤の密度変動の低減を考え、純粋な液状化地盤の過剰間隙水圧の消散を計測できる装置の開発が必要である。

参考文献

西浦克敏：非排水層を有する液状化地盤の過剰間隙水圧発生・消散機構と地中構造物への影響解析，神戸大学修士論文，1994. 2.

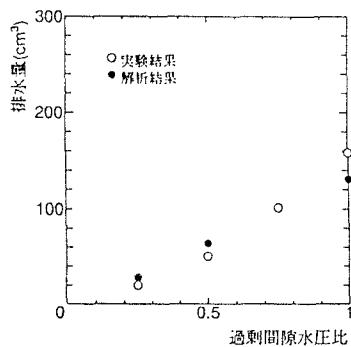


図7 過剰間隙水圧比と排水量