

Ⅲ－34

実地盤試料を用いた3連ハイブリッド・オンライン実験

東北大学工学部土木工学科 学生員 ○仁藤浩司

東北大学大学院工学研究科 正会員 仙頭紀明 渦岡良介 風間基樹

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震では、地盤の液化により構造物は甚大な被害を被った。この地震において、神戸ポートアイランド(PI)と六甲アイランド(RI)では、液化化被害状況に違いがみられた¹⁾。二つの人工島の液化化による噴砂状況によると、PIでは、地盤改良された中央部を除くほぼ全域において大規模な液化化が発生したのに対して、RI南側では液化化被害がそれほど大きくないことが確認されている。

そこで本研究では、兵庫県南部地震におけるアレー観測記録が取得されているPIを検討対象とし、実地盤試料を用いた3連ハイブリッド・オンライン実験を行い、沖積粘土層の圧密履歴の違いによる地震応答の違い²⁾を検討した。

2. ハイブリッド・オンライン実験の概要と手法

本研究におけるハイブリッド・オンライン実験では、埋立層部分の要素試験を簡易単純せん断試験機³⁾で、沖積粘土層部分をNGI型単純せん断試験機を用いて行った。図-1に、集中質点法により4質点に離散化された対象地盤の模式図を示す。埋立層の地下水位以下2層と沖積粘土層の3連の要素試験を行い、埋立層の地下水位以上は双曲線モデルを用いた数値解析によりハイブリッド・オンライン実験を行った。入力した地震加速度は、兵庫県南部地震の観測データよりG.L.-24.5m地点の入射波に相当するものとした。図

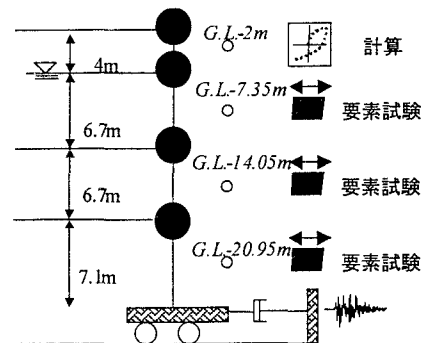


図-1 対象地盤模式図

－2に入力加速度時刻歴を示す。

また実地盤試料として、埋立層部分にはPIの埋立材であるまさ土の2mmふるい通過分を、沖積粘土層部分にはPI,RIそれぞれの不攪乱粘土(PI(不), RI(不))と、PIの再構成粘土(PI(再))を用いた。表-1に実験条件を示す。

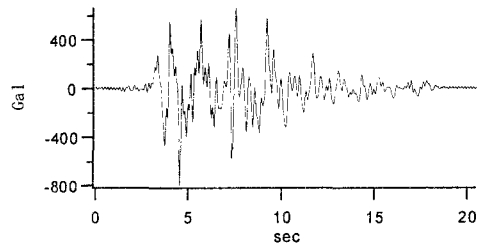


図-2 入力加速度時刻歴

表-1 実験条件

粘土の種類	PI (不攪乱)	PI(再構成)	RI(不攪乱)
1層目 G_0 (MPa) γ_r (%) 単位体積重量 (kN/m^3)	双曲線モデルによる数値計算 49 0.03 16.7		
2層目 K_0 単位体積重量 (kN/m^3)	要素試験 0.4 19.6		
3層目 K_0 単位体積重量 (kN/m^3)	要素試験 0.4 19.6		
4層目 K_0 単位体積重量 (kN/m^3) 試験時上載圧 (kPa) 予圧密応力 (kPa)	要素試験 0.5 15.6 219 219 219 144 58.8		

3. 実験結果及び考察

図-3に各実験条件における応力ひずみ関係を、図-4に埋立層の過剰間隙水圧比時刻歴を、図-5に各粘土層の最大せん断応力に対する埋立層の最大せん断応力を示す。なお過剰間隙水圧比は、過剰間隙水圧を初期平均有効主応力で正規化したものである。

図-3から粘土層の発達したひずみは、PI(再)とRI(不)は同程度であるが、PI(不)は極端に小さくなっている。これは、PI(不)は原位置での長期間の圧密履歴

歴を受け、完全に圧密が終了しているのに対して、RI(不)は原位置の埋立時期が遅いため、未だに圧密進行状態にあると考えられ、PI(再)に関しては、実験室で一週間ほど予圧密しただけであるため、圧密応力はRI(不)よりは大きいものの、圧密期間の違いにより同程度の挙動を示したと考えられる。埋立層のひずみは、粘土層のひずみが大きいほど小さくなっている。

図-4 から2層目の過剰間隙水圧比に着目すると、沖積粘土層部分がPI(不)の場合は、1.0に達し完全に液状化しているのに対して、PI(再)、RI(不)の場合は、0.3、0.2程度にとどまっている。3層目はPI(不)の場合でも0.4程度と完全には液状化していないが、明らかに他の条件より値は大きい。

図-5 からは、粘土の最大せん断応力と埋立層の最大せん断応力との間には正の相関があることがわかる。

以上より軟弱粘土層を有する地盤では、地震動が下層から伝播するため軟弱層が免震的な効果を発揮し、地震応答は小さくなるという結果が得られた。

4. まとめ

実地盤試験料を用いた4質点3連のハイブリッド・オンライン実験を行い、粘土層の違いによる地震応答の違いに着目した研究を行ったが、粘土層のせん断強度の違いが埋立層の液状化被害に大きな影響を与えることがわかった。

参考文献

- 1) 神戸市開発局：兵庫県南部地震による埋立地盤変状調査(PI,RI) 報告書, 1995.
- 2) 山口晶, 風間基樹, 柳沢栄司：不攪乱沖積粘土層を用いた神戸人工島沖積粘土層の地震時挙動, 第10回日本地震工学シンポジウム論文集 第1分冊, pp.1135-1140, 1998.
- 3) 日下部伸・森尾敏：粒子表面形状が異なる砂の地震応答液状化抵抗, 土木学会論文集, No.517/III-31, pp.149-158, 1995.

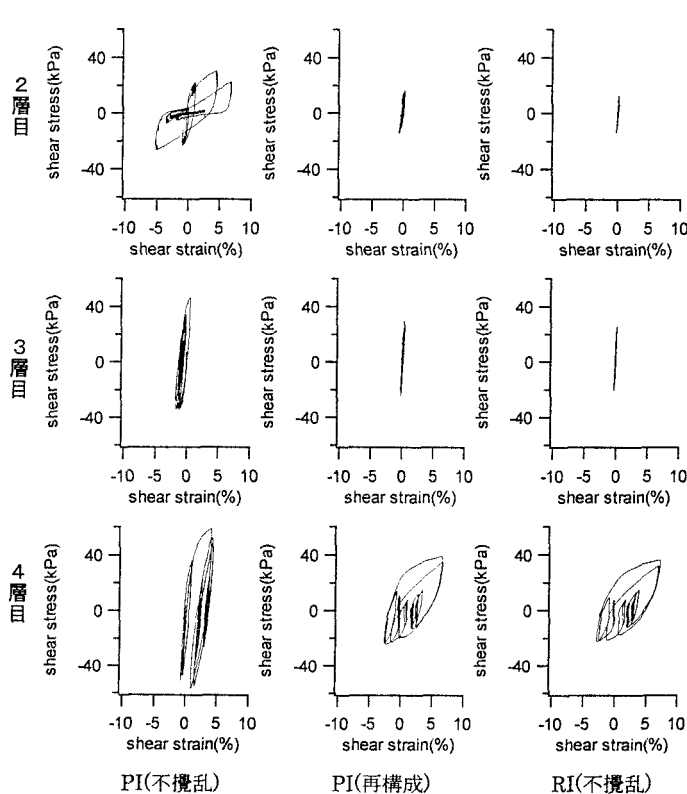


図-3 各条件におけるせん断応力-ひずみ関係

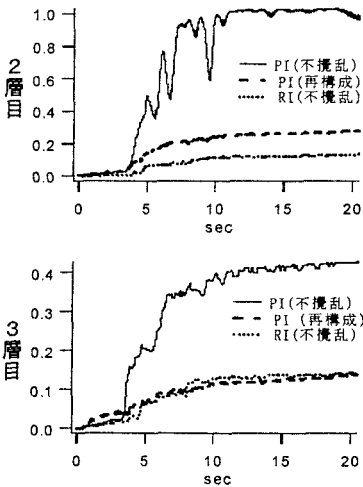


図-4 過剰間隙水圧比時刻歴

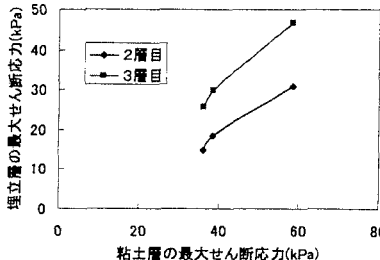


図-5 粘土層の最大せん断応力と埋立層の最大せん断応力