

液状化地盤にある杭基礎構造物に関する動的遠心模型実験

武蔵工業大学 学 大塚 康司 学 稲垣 由紀子
同上 正 末政 直晃 正 片田 敏行
労働省産業安全研究所 正 堀井 宣幸

1.はじめに

緩い飽和砂地盤では地震時に液状化が発生しやすく、液状化過程における地盤中の杭基礎構造物は、地盤剛性の低下によって杭に作用する地盤反力も低下する。その結果、杭 - 構造物系の固有振動数は小さくなる。この過程で杭 - 構造物系の固有振動数と地震波の卓越振動数が一致すると過渡的な共振現象が起こり、過大な応答状態になる場合がある¹⁾。

そこで本研究では、液状化の進行過程における過渡的な共振現象に着目し、遠心模型実験を用いて杭 - 構造物系の固有振動数の変動が構造物の挙動や杭に生じる曲げモーメントに与える影響を検討した。

2.実験概要

本実験で使用した試料は豊浦砂である。模型地盤はあらかじめ模型杭を設置したせん断土槽中に、空中落下法を用いて相対密度 $Dr=80%$ 、 $Dr=60%$ の二層砂地盤を作製する(図-1)。作製した模型地盤は脱気槽を用い十分に脱気し、土槽の裏側にある通水バルブから水の50倍の粘性を持つシリコンオイルを徐々に流入して飽和させた。

使用した模型杭は直径15mm、肉厚1mmの中空アルミ製であり、杭内部にはひずみゲージが所定の位置(図-1)に貼ってある。模型杭は4本を群杭としてフーチング部に剛結させ、杭先端部は自由端とした。また、上部構造物は2階建て構造物を模擬し、各層1kgfの鉄板を壁面部(厚さ1.5mmのリン青銅板)に剛結させた。

実験は模型構造物が設置された模型地盤を遠心加速度50G場において、最大入力加速度20G〔400galに相当〕、振動数75Hz(1.5Hzに相当)の正弦波20波で加振させた(図-2)。なお、模型装置には加速度計(acc)、間隙水圧計(pwp)、レーザー変位計(La)、および変位計(LVDT)を図-1に示す位置に設置した。

3.実験結果

実験結果は全て実スケール換算してある。間隙水圧の経時変化を図-3に示す。間隙水圧は地盤上層部から上昇し、液状化が進行しているのがわかる。その値を見ると深さ1.5mで

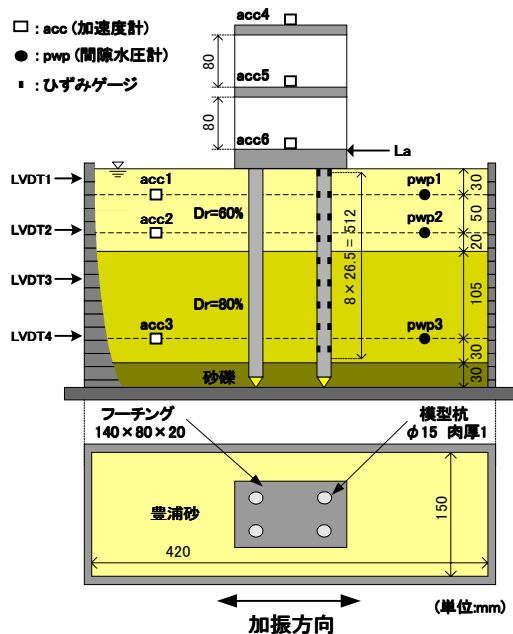


図-1 模型実験装置

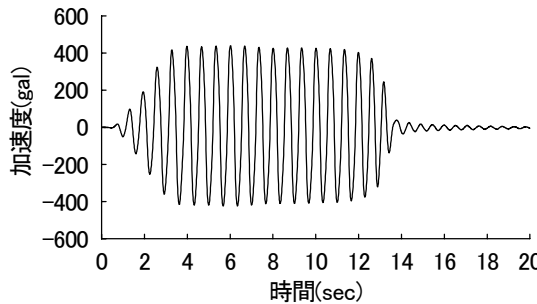


図-2 入力波形

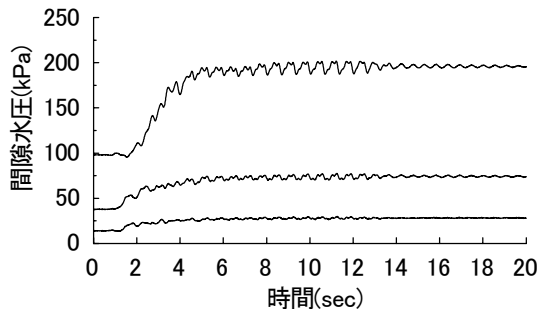


図-3 間隙水圧の経時変化

キーワード：液状化、杭基礎構造物、共振現象

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学地盤工学研究室 Tel&Fax 03-5707-2202

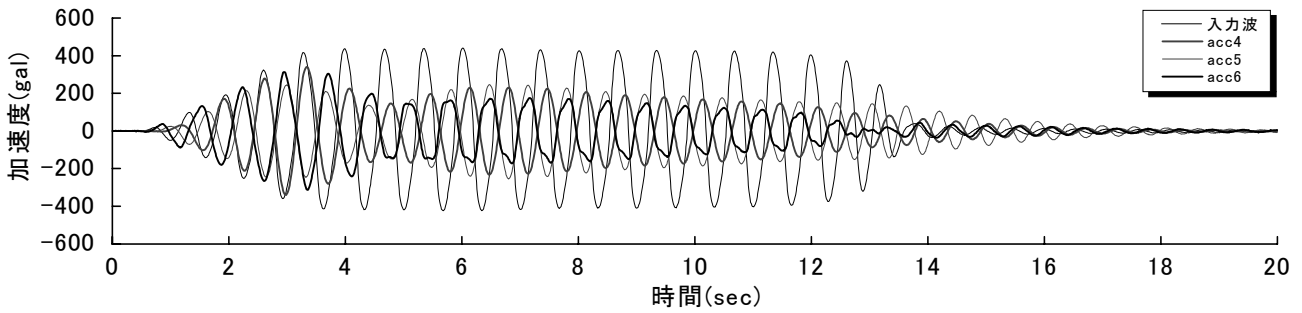


図-4 構造物の応答加速度

は約 2.0sec、深さ 10.3m では約 6.0sec でほぼ収束した。

図-4 は入力加速度と構造物 (acc4,acc5,acc6)の応答加速度の経時変化である。構造物の応答加速度はいずれも過剰間隙水圧の上昇過程である 3.0sec 時に最大となり、その後の応答は大きく減少する傾向を示した。また、応答加速度の位相に着目すると、いずれも液状化の進行により徐々にずれ、やがて安定した応答状態となった。さらに、acc4 の応答は acc5, acc6 の応答に対して位相が 180°ずれて振動していることがわかる。以上より、液状化が進行することによって杭 - 構造物系の固有振動数が低下し、その過程で応答が大きく変化する現象が見られた。

図-5 は杭に生じる曲げモーメントの経時変化である。杭に生じる曲げモーメントを深さ方向に比較すると、杭頭部での値が最も大きく、地盤深部に至るにつれ小さくなる傾向になった。また、各深さでの経時変化を見ると 2.0~4.0sec の曲げモーメントが大きく、構造物の挙動と同様な傾向を示した。従って、液状化過程において杭に作用する負荷は構造物の挙動に依存するといえる。

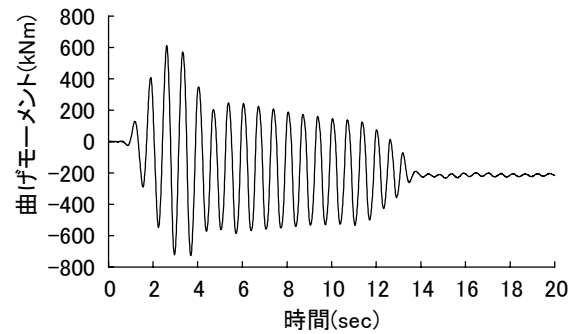
4.まとめ

液状化の進行過程における過渡的な共振現象に着目し、遠心模型実験を用いて杭 - 構造物系の固有振動数の変動が構造物の挙動に与える影響を検討した結果、以下の知見を得た。

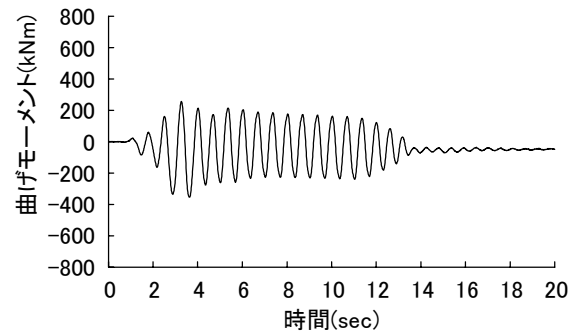
- ・ 構造物の挙動は液状化の進行過程で最大となり、その後は減衰する傾向となった。
- ・ 杭に生じる曲げモーメントは杭頭部で最大となり、地盤深部に至るにつれ小さくなる傾向を示した。
- ・ 液状化過程において杭に生じる曲げモーメントは構造物の挙動に依存した。

謝辞：本研究を行うにあたり、労働省産業安全研究所の方々には有益な助言と助力を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

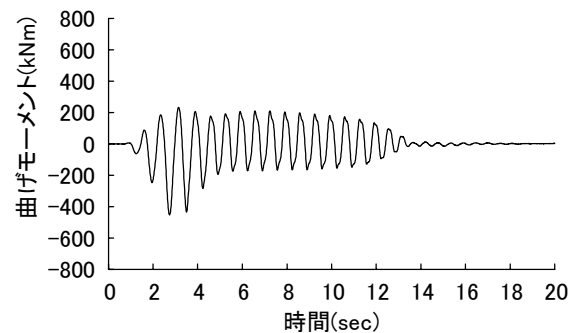
参考文献：1)澤田,西村：「液状化地盤中の基礎構造物の挙動に関する実験的研究」第 24 回地震工学研究発表会,pp597 ~ 600,1997



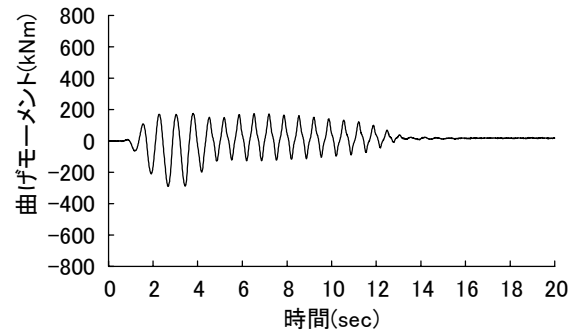
(a) 杭頭部



(b) 深さ 4.0m



(c) 深さ 6.6m



(d) 深さ 10.6m

図-5 杭に生じる曲げモーメントの経時変化