

(III-27) 砂地盤中にある杭基礎構造物の地震時挙動に関する遠心模型実験

武蔵工業大学 学○寺野段 博紀 学 大塚 康司

同上 正 末政 直晃 正 片田 敏行

厚生労働省産業安全研究所 正 堀井 宣幸 正 玉手 聡

1. はじめに

液状化は砂粒子が緩く推積し、地下水が高く地表面に迫っているような場所で、地震のような大きな衝撃力を受けた時生じ易いと考えられている。液状化が顕著に見られた地域でも上部構造物の被害は軽微で、杭に大きな被害が生じた事例もあり、被害の形態は一様でなかった¹⁾。これら異なる被害が生じる原因の一つに構造物の振動特性の違いが考えられる。

そこで本研究では、液状化過程における杭・構造物系の振動特性を把握するため、液状化の進行を層厚を変化させた乾燥砂地盤に模擬し、動的遠心模型実験を実施した。

2. 実験概要

本実験で使用した試料は豊浦砂であり、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)70%の砂地盤を作製した。

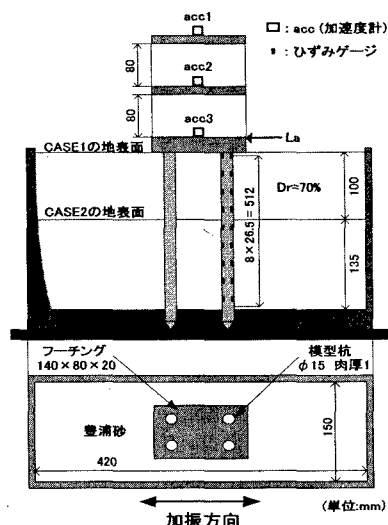
模型地盤は液状化初期を模擬した乾燥砂地盤(CASE1)とある程度液状化が進行した状態を層厚を減らすことによって模擬した乾燥砂地盤(CASE2)の2通りとした。

使用した模型杭(直径 15mm、肉厚 1.0mm の中空アルミ製)は、内部にひずみゲージが所定の位置に貼ってあり、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 300g のアルミ板を壁面部(厚さ 1.0mm のリン青銅)に剛結させた(図・1)。

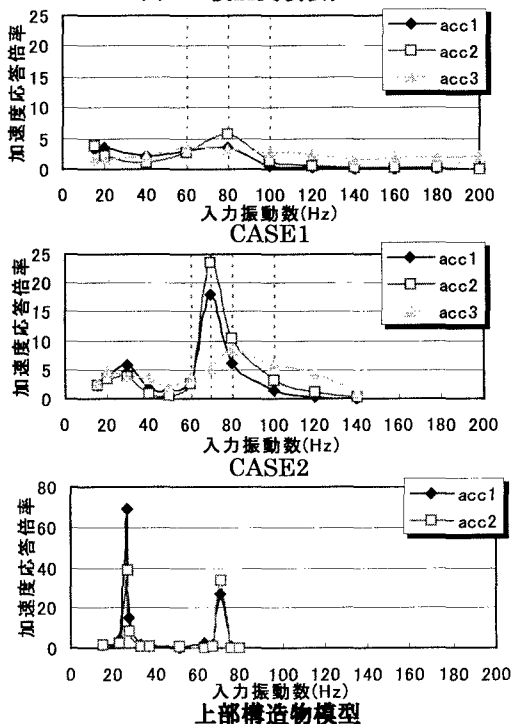
実験は、模型構造物が設置された模型地盤を遠心加速度 18.8G 場において入力加速度 2.0G[実地盤換算で 100gal]、入力振動数 15Hz~200Hz[実地盤換算で 0.8Hz~10.6Hz]の正弦波 20 波で加振した。なお、これ以下 []内は全て実地盤換算した値である。また、模型装置には加速度計(acc)、レーザー変位計(La)を図・1に示す位置に設置した。また、比較として上部構造物模型を 1G 場において入力振動数を 15Hz~80Hz で変化させ加振実験を行った。

3. 実験結果

図・2 は入力振動数と加速度応答倍率(各応答加速度/入力加速度)の関係である。CASE1,CASE2 と上部構造物の加速



図・1 模型実験装置



図・2 入力振動数と加速度応答倍率の関係

キーワード：液状化、杭基礎構造物、共振現象、遠心模型実験

連絡先：武蔵工業大学 地盤工学研究室 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL&FAX03-5707-2202

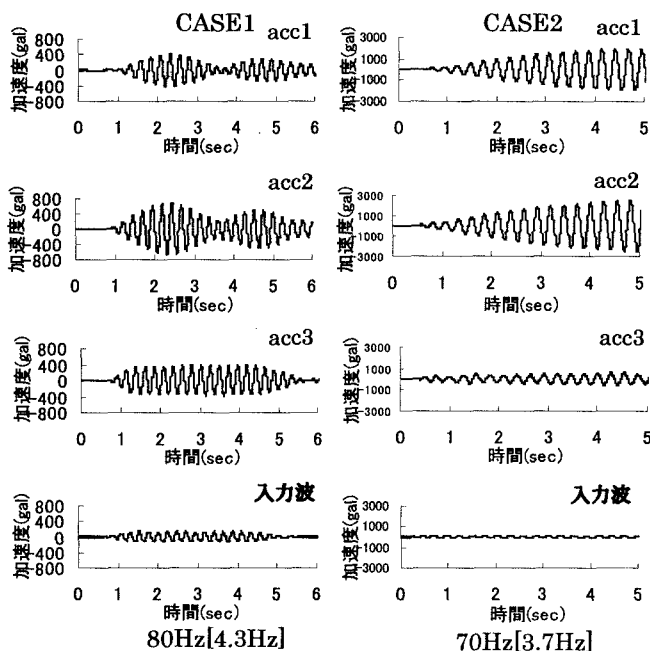


図-3 加速度の時刻歴応答

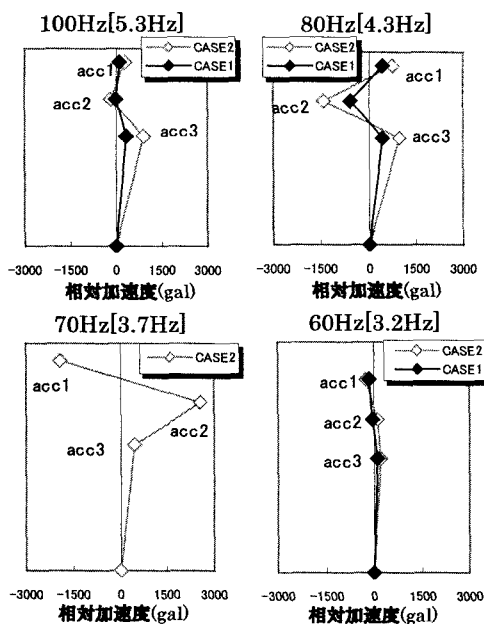


図-4 振動系

度応答倍率を比較すると、卓越した振動数での応答が上部構造物の方が遙かに大きな値を示しているのがわかる。また、CASE1, CASE2 の卓越した振動数を比較すると CASE1 では 80Hz[4.3Hz]であるのに対し、CASE2 では 70Hz[3.7Hz]と低下し、さらに CASE2 の方が全体的に大きな応答を示しているのがわかる。これは地盤の層厚を減らすことによって杭の水平抵抗が低下し、それに伴い杭 - 構造物系の固有振動数も低下したと考えられる。

以下、図-3,4 は実物換算し、図-3 は CASE1, CASE2 における卓越した振動数の時刻歴応答を示したものである。CASE1 の acc1, acc2 では応答が繰り返し増減しており、うなりが生じているのがわかる。一方、CASE2 の acc1, acc2 の応答は時間の経過に伴い増加する傾向が見られる。このことより CASE2 では上部構造物が共振していると判断できる。また、両 CASE のフーチング部にあたる acc3 の応答に着目すると、CASE1 では比較的に定常状態で振動しているのに対し、CASE2 では上部構造物(acc1, acc2)の応答とともに徐々に増加する傾向がみられ、地盤の層厚を減らすことにより上部構造物の挙動の影響を受け易くなったといえる。

また、図-4 は各入力振動数における相対加速度表示(絶対加速度から入力加速度を引いた値)の振動系である。両 CASE とも固有振動数付近の応答が最も大きい挙動を示し、各振動数に着目すると各 CASE の応答はほぼ同様な形状であるが、いずれも CASE2 の方が大きい値となった。さらに各位置の応答値を比較すると 60Hz[3.2Hz]ではフーチング部(acc3)に比べ acc1 の方が大きいものに対して、80Hz[4.3Hz]では acc2、100Hz[5.3Hz]では acc3 が最も大きく、入力振動数による応答の違いを確認できる。

以上より、地盤の層厚を減らすことにより杭 - 構造物系の振動特性は変化し、特にフーチング部(acc3)における応答が上部構造物の慣性力を受けやすくなるといえる。

4.まとめ

本実験の結果、以下の知見を得た。

- ・ 上部構造物のみと杭 - 構造物系では、振動特性が大きく異なることを確認した。
- ・ 地盤の層厚を減少させることによって杭 - 構造物系の振動特性が大きく変化することがわかった。

謝辞：本研究を行うにあたり、厚生労働省産業安全研究所の方々には多大な援助と御指導頂き深く感謝申し上げます。

【参考文献】1)時松孝次：地盤および基礎構造物から見た建物被害、土と基礎、Vol.44, No.2, 1996。