

(III-26) 砂地盤中の杭基礎構造物の動的遠心模型実験による水平地盤反力特性

武蔵工業大学

同上

厚生労働省産業安全研究所

学○ 姜 相旭 学 大塚 康司

正 末政 直晃 正 片田 敏行

正 堀井 宣幸 正 玉手 聡

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、過大な応答状態となる場合がある¹⁾。

そこで本研究では、液状化の進行程度が異なる地盤を層厚を変化させた 2 種類の乾燥砂模型地盤で模擬した。この模型地盤を用いた動的遠心模型実験により、杭・構造物系の応答特性の違いが杭に与える影響について検討した。

2.実験概要

本実験では空中落下法で表面乾燥状態の豊浦砂を用いて、せん断土槽中(図-1)に相対密度 $Dr=70\%$ の模型地盤を作製した。模型地盤は液状化の初期の状態を想定した CASE1 と、液状化が進行した状態を想定し層厚を 100mm 減らした CASE2 の 2 種類を用いた。使用した模型杭は直径 15mm、肉厚 1.0mm 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、上部構造物には 2 階建て構造物を模擬した各層 2.94N のアルミ板を壁面部には厚さ 1.0mm のリン青銅を用い、それぞれを剛結させた。

実験は模型構造物が設置された模型地盤を遠心加速度 18.8G 場において、入力加速度 2G[実換算で 100gal]、入力振動数 15~200Hz[実換算で 0.8Hz~10.6Hz]の正弦波 20 波で加振させた。なお、計測器は加速度計(acc)、レーザー変位計(La)をそれぞれ図-1 に示す位置に設置した。

3.実験結果及び考察

実験結果は全て実物換算してある。図-2 は実験によって得られた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。この結果、CASE1 では約 4.3Hz、CASE2 では約 3.7Hz が卓越しているがその値は大きく異なり、各入力振動数に対する応答特性も変化した。そこで、以下では各 CASE の固有振動数付近の各振動数に着目し、杭・構造物系の応答の違いが杭に与える影響について検討する。

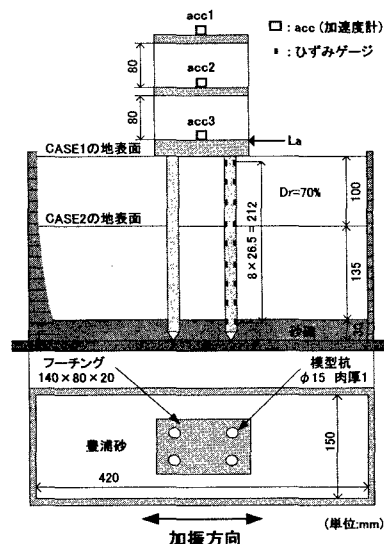


図-1 模型実験装置の概要

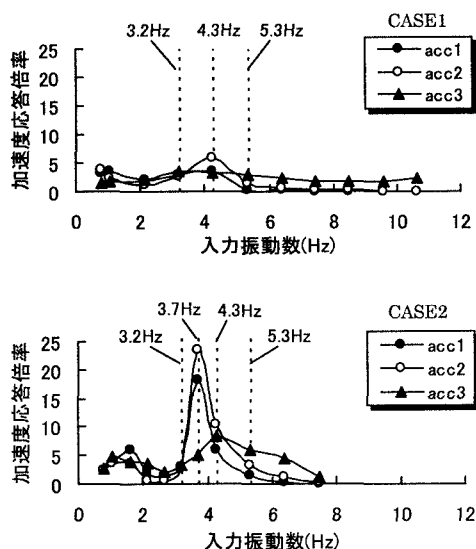


図-2 入力振動数と加速度応答倍率

キーワード：液状化、杭基礎構造物、共振現象、水平地盤反力、遠心模型実験

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&Fax03-5707-2202

図-3 は各 CASE の応答を相対加速度(各応答加速度—入力加速度)による振動系で示したものであり、そのとき杭に生じる曲げモーメントの深度分布は図-4 のようになった。各応答値に着目すると、杭頭部に生じる曲げモーメントは CASE1 に比べ CASE2 の方が大きな値を示し、CASE2 では地盤深部でも杭頭部とほぼ同等の値を示している。こうした傾向は構造物の応答が卓越していないときでも同様であり、杭頭部における曲げモーメントはフーチング部(acc3)の挙動にほぼ依存しているといえる。しかし、CASE2 の 3.7Hz では acc3 の応答が 4.3Hz や 5.3Hz に比べ小さいにも係らず、曲げモーメントはそれらとほぼ同等な値となり、必ずしも依存するとはいえない。以上より、杭に生じる曲げモーメントはフーチング部の挙動にほぼ依存しているが、上部構造物の応答の違いによっても大きく変化するといえる。

また、杭の変位を図-5 に杭の地盤反力を図-6 にそれぞれ示す。なお、両図は図-3 と図-4 に対応している。杭の地盤反力は曲げモーメントの分布を最小二乗法による 6 次の多項式で近似し、2 階微分し杭径で除して求めた。また、変位は多項式で近似した曲げモーメントを弾性方程式に代入して 2 階積分して求めた。境界条件は杭頭部を固定端とし、杭先端部の変位を 0 とした。解析の結果、両 CASE における杭の変位形状は異なる分布を示し、杭頭部の変位はフーチング部の相対加速度応答とほぼ同様の傾向となった。また、CASE2 では地盤中でも杭頭部とほぼ等しい変位が生じた。一方、地盤反力に着目すると CASE1 に比べ CASE2 の方が大きな値を示し、CASE2 では地盤中の杭の変位に伴った地盤反力が確認できる。しかし、境界付近では値が発散し、正確な結果は得られなかった。

4.まとめ

- 本実験の結果、以下の知見を得た。
- ・杭に生じる曲げモーメントはフーチング部の挙動にほぼ依存しているが、上部構造物の応答の違いによっても大きく変化することがわかった。
 - ・今回用いた解析手法で地盤反力を推定すると、境界付近での応答が発散してしまい正確な値を得ることはできなかった。

【参考文献】1)澤田ら：「液状化地盤中の杭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

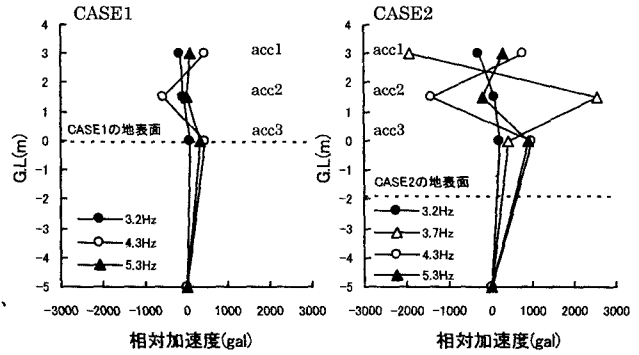


図-3 相対加速度による振動系

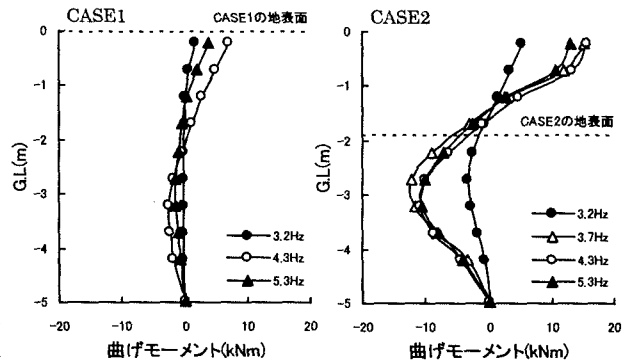


図-4 杭に生じる曲げモーメント

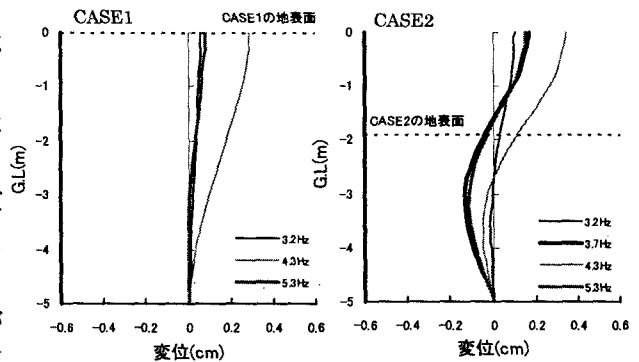


図-5 杭の変位

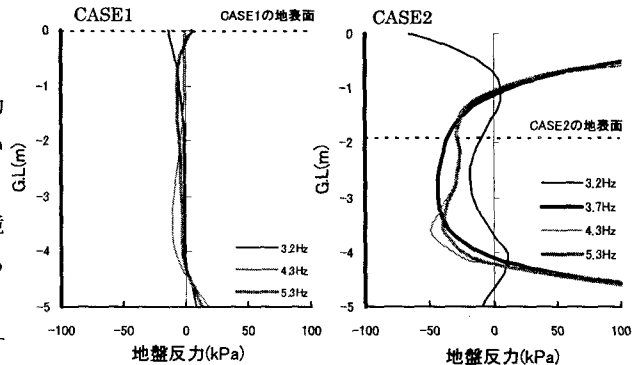


図-6 杭の地盤反力