

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。この過程で地盤-杭基礎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地盤-杭基礎系と構造物系の相互作用関係が杭に生じる曲げモーメントに与える影響を検討した。但し、本研究では対象としたモデル実験に比べて遠心加速度を低下させ、層厚を変化させた乾燥砂地盤を用いる事により、擬似的に液状化地盤を再現している。

2.実験概要

模型実験装置の概要を図1に示す。本実験で用いた試料は気乾状態の豊浦砂である。模型地盤の作成方法は次のとおりである。まずせん断土槽内部をゴムメンブレンで覆い、模型杭4本を群杭としてせん断土槽底部に設置した。次に平均粒径5mmの砂礫を高さ30mm敷き詰め、その後空中落下法を用いてDr=70%の地盤を作製する。但し地盤の層厚はモデルで異なり、FULLは層厚を減らさない場合で液状化の比較的初期の状態を想定しており、HALFは地盤の層厚を100mm減らし液状化が進行した状態を想定している。模型地盤を作製した後、フーチング部を設置し杭頭部を固定する。その後遠心加速度場(18.8G)において、最大入力加速度2Gで各周波数の正弦波加振を行った。地盤-杭基礎系の振動実験はフーチングまでの状態で、さらに上部工を設置し壁厚を1.0mm、1.7mmと構造物固有振動数を変化させた状態で加振した。表1に地盤-杭基礎系と上部工の固有振動数を示す。

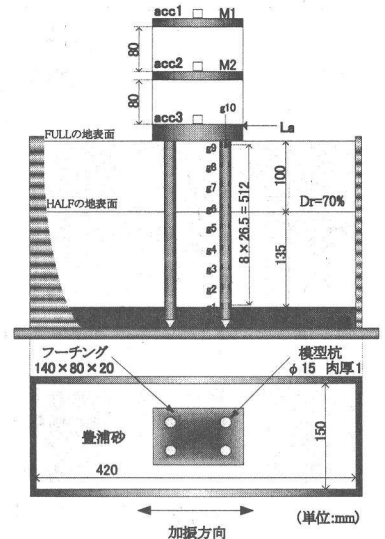


図1 模型実験装置

表1 地盤-杭基礎系と上部工の固有振動数

	1次モード (Hz)	2次モード (Hz)
地盤-杭基礎系	FULL 60	71
	HALF 70	
1.0mm	27	71
1.7mm	47	137

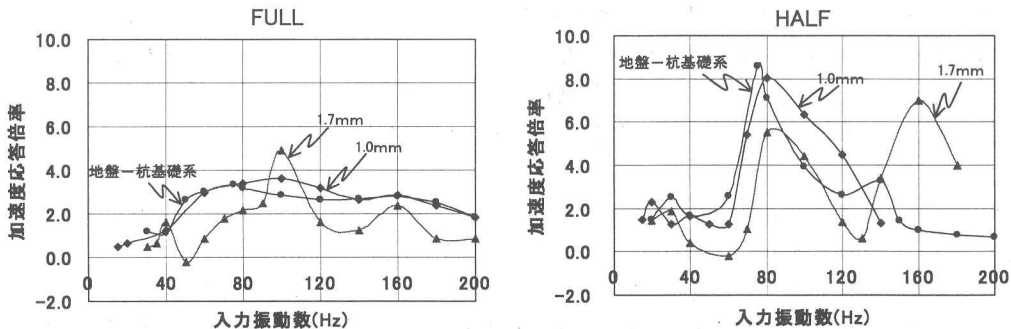


図2 上部工の違いによるフーチング部の加速度応答倍率

キーワード：地震 杭 遠心場 液状化

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

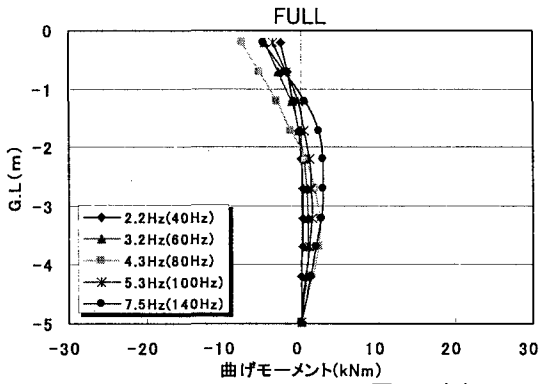


図3 上部工 1.0mm曲げモーメント図

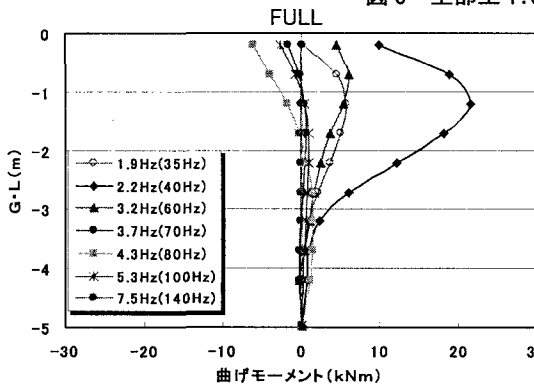
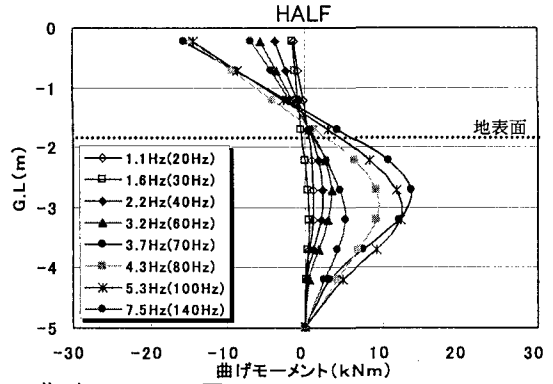


図4 上部工 1.7mm曲げモーメント図

3.実験結果

3つの異なる上部工の状態におけるフーチング部の加速度応答倍率を図2に示す。なお、加速度応答倍率はフーチング部の相対加速度を入力加速度で除した値である。図よりフーチング部の加速度応答はFULLよりHALFの方が大きく、HALFでは杭基礎-地盤系の固有振動数70Hz付近で2種類の上部工ともに大きな加速度が生じた。壁厚1.0mmの時はフーチング部の加速度応答は地盤-杭基礎系と似ており、上部工の影響をあまり受けていないと考えられる。

図3に1.0mmの曲げモーメントを示す。図の値はすべて実物換算してある。曲げモーメントはFULLでは明確な振動数による変化は見られず、地中深部ではなく杭頭部付近で最大値となる。HALFでは上部工の1次固有振動数付近は卓越せず、地盤-杭基礎系の固有振動数70Hzで地中深部と、杭頭部付近に大きな曲げモーメントが生じている。

次に1.7mmでの曲げモーメントを比較する(図4)。FULLでは上部工の1次固有振動数付近で浅い地中で卓越し、地盤-杭基礎系の振動特性の影響はあまり受けていないと言える。HALFではフーチング部の加速度応答が75Hzで大きくなっており、上部工1次固有振動数付近35Hzは加速度応答2.0と小さいが、曲げモーメントは35Hzで地中深部において最大を示した。

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の地盤-杭基礎系と構造物系との相互作用関係より、曲げモーメントは構造物の1次固有振動数と地盤-杭基礎系の加速度応答の卓越振動数領域で大きくなり、上部工の振動特性の影響により曲げモーメントの最大値が生じる振動数は変化する事が判明した。

謝辞：本研究を行うにあたり、独立行政法人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