

武蔵工業大学

○学 平野 秀司

同上

学 上坂 直弘 正 末政 直晃

独立行政法人産業安全研究所 正 玉手 聡

1.はじめに

地盤の液状化により地盤剛性が急激に低下し、それに伴い杭の地盤反力も減少する。結果として、杭一構造物系の固有振動数は小さくなる。その過程で地盤一杭基礎一構造物系と地震波が共振を起こし、過大な応答状態になる場合がある。¹⁾そこで液状化の進行過程における地盤一杭基礎一構造物系の振動特性の変動が構造物に与える影響を検討する事を目的として、乾燥砂地盤で層厚を変化させる事により液状化を想定した動的遠心模型実験から、構造物に生じる挙動について比較検討を行った。

2.実験概要

模型実験装置の概要を図1に示す。模型地盤は気乾状態の豊浦砂で作成した。ゴムメンブレンで覆ったせん断土槽内部に模型杭4本を群杭として土槽の底部に設置し、平均粒径5mmの砂礫を土槽底面から一様に30mmの高さまで敷き詰めた。次に空中落下法を用いて $Dr=70\%$ である地盤を作製した。地盤の層厚はモデルで異なり、液状化の初期状態を模擬したFULL地盤は層厚を減らさず、底面から砂礫の部分を含めて265mmの高さまで豊浦砂を敷き詰めた。一方、HALF地盤は液状化の進行状態を模擬しており、砂層の層厚をFULL地盤から100mm減少させたものである。模型地盤を作製した後、フーチングを杭頭部に設置して杭を固定する。その状態を地盤一杭基礎系とした。さらにフーチング部に各層300gの上部構造物を設置した。このときの壁厚には1.7mmと0.5mmの二通りを用いた。18.8Gの遠心加速度場において最大入力加速度が2Gである正弦波20波を用いて各振動数で加振を行った。

3.実験結果

地盤一杭基礎系および壁厚を1.0mm、1.7mmと変えた上部構造物についてFULL地盤およびHALF地盤における加速度応答倍率を図2～4に示す。加速度応答倍率は生じた相対加速度を入力加速度で除したものである。地盤一杭基礎系(図2)ではFULL地盤を用いた時フーチング部は卓越した挙動を示さなかった。一方のHALF地盤

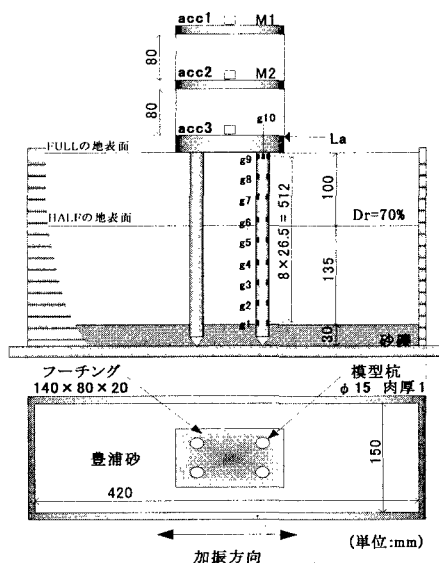


図1 模型実験装置

表1 上部構造物の固有振動数

	1次固有振動数 (Hz)	2次固有振動数 (Hz)
1.0mm	27	71
1.7mm	47	137

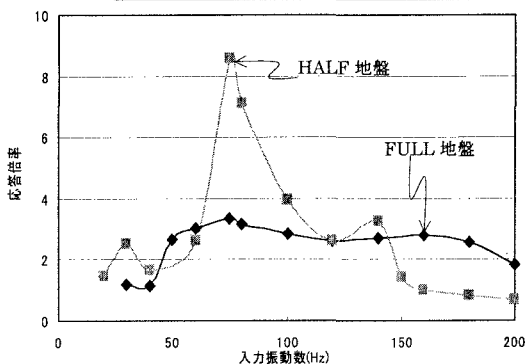


図2 地盤一杭基礎系 (FULL地盤, HALF地盤)

キーワード：液状化、固有振動数、上部構造物、動的遠心模型実験、共振現象

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

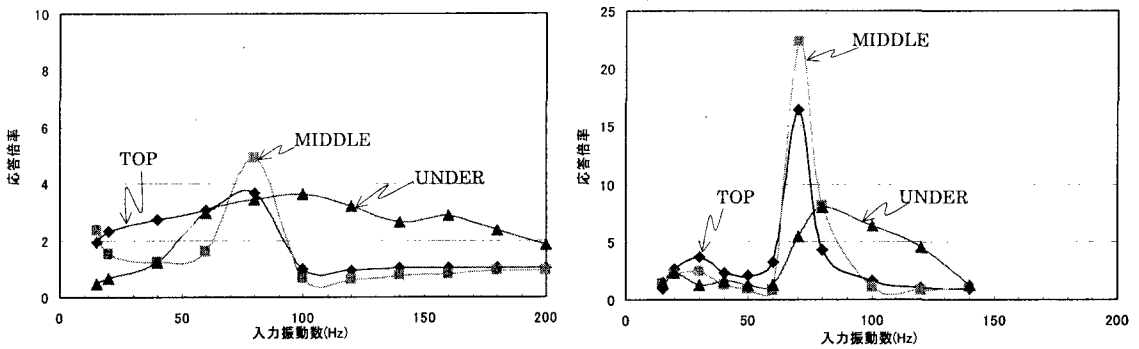


図3 壁厚 1.0mm (左図 FULL 地盤, 右図 HALF 地盤)

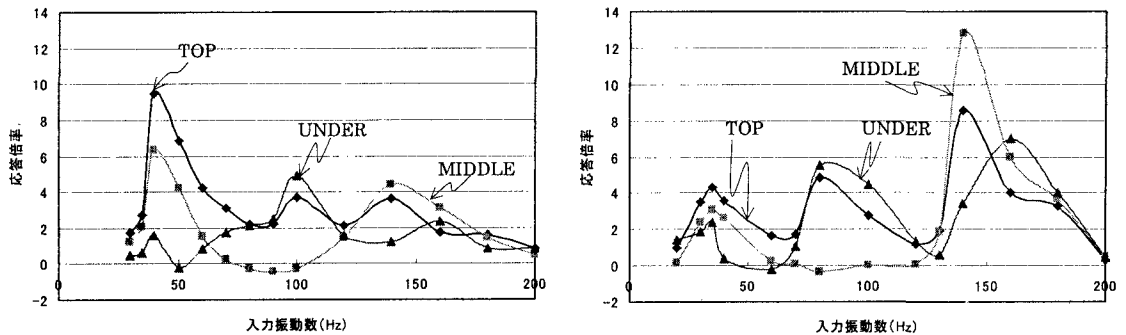


図4 壁厚 1.7mm (左図 FULL 地盤, 右図 HALF 地盤)

では 75Hz で固有振動数となり応答倍率が增大している。

次に上部構造物の壁厚 1.0mm (図3) を使用したケースでは, FULL 地盤と HALF 地盤の双方において上部構造物の 1 次固有振動数 27Hz 付近では卓越した挙動は生じなかった. 2 次の固有振動数 71Hz の近辺では双方の地盤で応答が卓越した. その際, HALF 地盤では上部構造物の固有振動数と地盤 - 杭基礎系の固有振動数が近い場合, 共振によって過大な応答が発生したと考えられる. また FULL 地盤でのフーチング部の応答倍率は, 地盤 - 杭基礎系の応答倍率とほぼ等しくなった. このことから壁厚 1.0mm において, フーチング部における振動は上部構造物の固有振動数の影響を受けないと考えられる. また同様の傾向が, HALF 地盤においても見受けられた.

壁厚 1.7mm (図4) のとき HALF 地盤と FULL 地盤では応答倍率の卓越は共に 3ヶ所で現れており, それぞれの振動モードは同一になった. しかし FULL 地盤に比べ, HALF 地盤の固有振動数は全体的に下がっている. この傾向は壁厚 1.0mm の際にも発生している. 液状化した地盤において, 構造物の固有振動数が低下することが知られている. 本実験においても全体系の剛性が低下したという点で, 液状化のケースと同様の傾向となった. また壁厚 1.0mm のフーチング部の応答倍率は地盤 - 杭基礎系の応答倍率と一致したが, 壁厚 1.7mm では異なる挙動を示した. 以上の結果から, 上部工固有振動数が低い構造物は上部工とフーチングとの相互作用が少ない. 一方, 高い固有振動数を持つ構造物では上部工とフーチングとの相互作用が大きいことが分かる.

4. まとめ

液状化の進行過程における共振現象に着目し, 遠心模型実験を用いて地盤 - 杭基礎系と構造物系との相互作用を検討した結果, 以下の知見を得た.

- ・低い固有振動数を持つ上部工は, 共振した場合でもフーチング部の応答にはさほど影響を及ぼさない.
- ・地盤 - 杭基礎系の卓越周波数領域と上部構造物の卓越周波数領域が重なると, 上部構造物の応答倍率が增大する.

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