

(III-50) 緩い砂地盤中の杭基礎構造物に関する遠心模型実験

武蔵工業大学 ○学生会員 佐藤 恭孝
武蔵工業大学 正会員 末政 直晃
武蔵工業大学 正会員 片田 敏行
(株)福田組 正会員 長野 正

1. はじめに

先の兵庫県南部地震において、周辺地盤の液状化が原因と考えられる杭基礎の被害が報告されている。ここで、地盤の液状化が杭基礎に与える影響について調べ、またその対策を考えることが耐震工学上の急務となっている。本研究では、実物と同じ応力状態を模型地盤中に再現可能な遠心模型実験装置を用いて、液状化地盤における杭基礎構造物の地震時応答特性について調べた。

2. 遠心模型実験概要

遠心装置は、労働省産業安全研究所所有のものを用いた。この装置には地震波加振を再現可能な振動台が搭載されている。遠心模型実験は、約 1° の傾斜を有する幅 42cm、奥行き 15cm、高さ 27cm のせん断土槽に模型杭を設置後、飽和砂地盤を作成し、50G の遠心力場で 20 波の正弦波(100Hz)を 1 回とした振動を加え、杭と地盤の挙動を計測した。図-1 に地盤模型及び間隙水圧計、加速度計、変位計、杭内のひずみゲージの配置を示す。杭基礎模型は、橋脚の上部工を重さ 1kg の質点で模擬した剛体ブロックとそれらを支持する 4 本の中空アルミ製の杭(直径 15mm、肉厚 1mm)から成っている。この模型杭は、曲げ剛性の相似則より換算すると直径 81.3cm、肉厚 14mm の鋼管杭を想定したものとなっている。杭頭はフーチングと剛結され、杭先端は特殊治具によりヒンジ結合となっている。地盤模型は、砂礫を薄く敷き詰めたせん断土槽内に、豊浦砂を用いて相対密度が 30%の上層(10cm)と 80%の下層(13cm)の 2 層地盤を空中落下法により作成した。その後、模型地盤を脱気し、シリコンオイルにより飽和させた。実験は、平地盤、杭基礎地盤の 2 ケースを行い、特に杭基礎地盤は 2 種類の入力加速度で振動させた(表-1)。

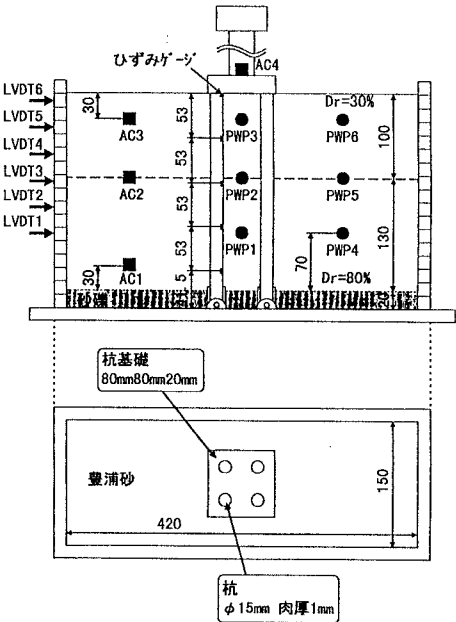


図-1 模型土槽概略と計器配置

表-1 実験条件

ケース	杭	相対密度(%)		入力加速度 (±G)
		上層	下層	
1	無	29	84	20
2	a	42	75	10
	b	42	75	20

3. 実験結果及び考察

図-2 に平地盤の間隙水圧を示す。これより、加振開始直後から間隙水圧は徐々に上昇し、加振後にはある一定値に達し液状化に至るが、その上昇速度から地表面から徐々に液状化が起こることが分かる。図-3 に平地盤の加速度応答を示す。深さ 3cm の位置の応答加速度では、入力加速度がそのまま伝達されず、加振初期からかなりの減衰が見られており液状化に至っていると考えられるが、深さ 10cm と 20.5cm の位置の加速度応答では加振中期から減衰は見られるものの、その割合が小さいことから完全には液状化には至らなかったと予想される。さらに、深さ 20.5cm の位置の加速度応答では、0.1 秒以後に Spike 状の加速度が確認された。図-4 は

平地盤と杭基礎地盤の残留水平変位を示している。わずか1°の傾きではあるが、平地盤では深さ1.5cmの位置で約7mmの変位が見られ、これは実地盤換算で水平変位35cmの側方流動が生じたことになる。また、深さ7.5cm～10.5cmでの変位量が最も大きくなり、密な下層でもわずかな水平変位が生じた。

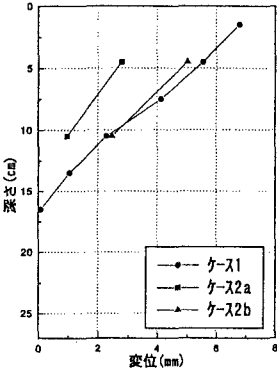


図-4 深さ-変位関係

杭基礎地盤では、入力加速度の小さい場合は変位も小さいが、平地盤と同じ入力加速度の場合は、ほぼ同程度の変位を生じている。この様に同じ入力加速度での杭基礎地盤のケースにおいては、間隙水圧、加速度応答ともに平地盤とほぼ同様の結果となった。次に、図-5に杭基礎地盤における杭基礎部の加速度応答を示す。入力加速度の小さいケースでは、約±10Gの加速度で波形にあまり変化が見られないが、入力加速度の大きなケースでは、斜面上方向に約20G程度の加速度であるが、斜面下方向に最大35Gで入力加速度よりも大きな加速度応答が見られた。これは、液状化による側方流動が基礎部の加速度応答に影響を与えたとも考えられる。図-6は基礎杭の曲げモーメントの経時変化を示したものである。残留曲げモーメントの最終値は、杭頭近くで最も大きくなり入力加速度の大小であまり違いが見られない。しかし、残留曲げモーメントに加え振動による曲げモーメントが加わると、入力加速度の大きなケースの方が斜面下側に最大曲げモーメントが大きくなるのが分かる。これは、基礎部の応答加速度が斜面下方向へ片振れしている図とよく対応している。

4. まとめ

- 今回の遠心模型実験では、次のような結果が得られた。
- (1) 液状化した地盤では、加速度応答が大きく減衰する。
 - (2) 傾斜の小さな地盤においては、杭の有無が側方流動に与える影響は少ない。
 - (3) 杭にかかる曲げモーメントは杭頭で最大になる。

(謝辞)

本実験を行うにあたり労働省産業安全研究所の方々には、多大な援助とご指導を賜りましたことを厚く御礼申し上げます。

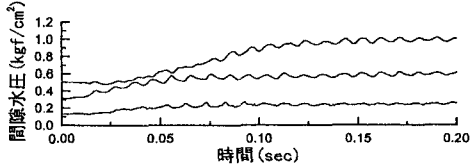


図-2 間隙水圧-時間関係(ケ-1)

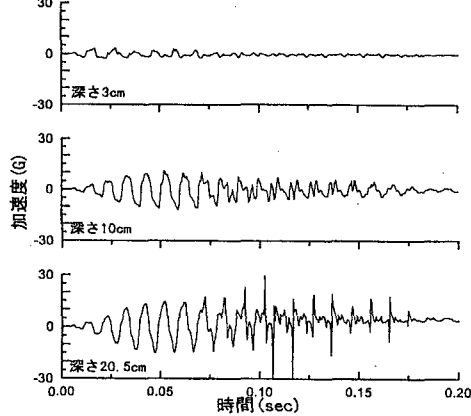


図-3 加速度-時間関係(ケ-1)

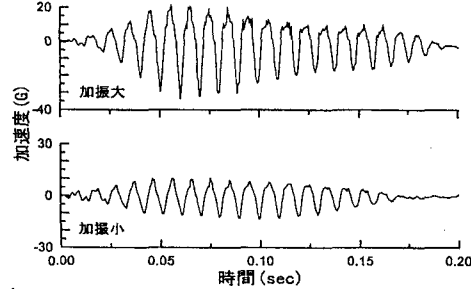


図-5 基礎加速度-時間関係(ケ-2)

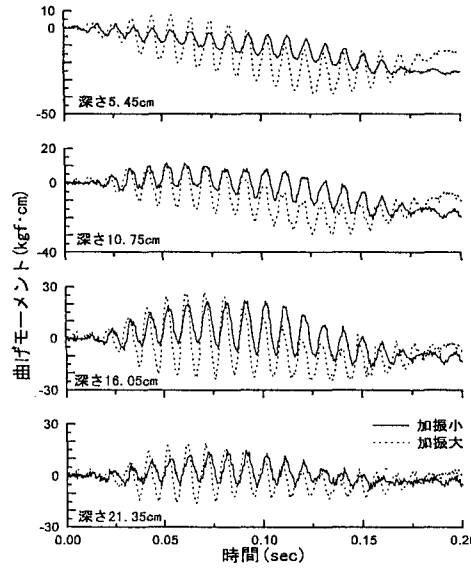


図-6 曲げモーメント-時間関係(ケ-2)