

III-A 142 飽和砂地盤中の排水機能付き杭に関する遠心振動模型実験

東京工業大学 学生会員 大春 宏一郎 正会員 竹村 次朗  
 新日本製鉄（株） 正会員 原田 典佳 正会員 龍田 昌毅

1. まえがき

緩い飽和砂地盤中の杭基礎は、地震により周辺地盤に液化が発生すると、地盤からの拘束が減少し、泥水中に直立する突出杭に近い状態になり、このような場合、杭基礎、上部構造物共に大きな被害を受ける。本研究では、このような杭周辺地盤の剛性低下を抑制するために排水機能を付随させた杭基礎の地震時挙動を調べることを目的とし遠心模型振動実験を行った。

2. 遠心振動模型実験の概要

本実験で用いた試料は表1に示す物理特性を持つ珪砂A8号であり、試料容器は壁面からの反射波の影響が少ないせん断箱である。この容器中央下部に4本の正方形配列(37.5mm×37.5mm)の杭基礎模型を剛結した後、空中ポアリング法により相対密度約40%、高さ160mmの砂地盤を作成し、表面に50Gの下で10kPaに相当するジルコン砂を敷きならす。これを大型脱気槽内に入れ、真空に近い状態で地盤下部より脱気水を注入し、地盤を飽和させた後、杭頭に図1に示すように質量800gの構造物を剛結する。模型杭は径約15mm (EI=50 N/m<sup>2</sup>) のステンレス製であり、曲げひずみ測定用のひずみゲージが添付され、排水機能付き杭には図2に示す位置に穴が開けられ、その穴はメッシュで覆われている。振動実験は、排水機能付き杭（排水杭）、及び排水機能無し杭（普通杭）模型に対し、遠心加速度50Gの下で最大入力加速度6G、周波数50Hzの正弦波40波入力することにより行った。なお、地盤内には加速度計と間隙水圧計を、杭頭には加速度計を設置し、それらの設置位置は図1に示す通りである。

表1 試料の物理特性

土粒子の密度 Gs	2.65
D50 (mm)	0.100
D30 (mm)	0.069
D10 (mm)	0.041
D60 (mm)	0.120
最大間隙比 e <sub>max</sub>	1.333
最小間隙比 e <sub>min</sub>	0.703

3. 実験結果とその考察

図3は、4本杭の中央に位置する3つの深さ（P1,P3,P6）、及び中間深さで杭列から約60mm離れた位置（P5）における間隙水圧の変化を初期有効土被り圧の比で表したものである。杭間でも振動初期の0.1s前後までは排水杭、普通杭に差が見られないが、その後、排水機能の有無による差が現れ、前者の間隙水圧の上昇が止まり、低下し始めるのに対し、後者ではさらに上昇が進み最も浅い位置を除いて振動中には間隙水圧の低下は起きていない。杭より離れた位置（P5）の間隙水圧比は、同じ深さの杭間のもの（P3）よりかなり大きく、排水杭でもほぼ1となっていることより排水効果は杭の近傍に限られていることがわかる。また普通杭のケースにおけるP5とP3を比べると前者が後者より大きくなっており、これは杭が杭間の砂の変形を拘束していることによるものと考えられる。

杭近傍の地盤の加速度応答の経時変化を入力波と共に図4に示す。図3で排水機能の有無によらず同様の間隙水圧挙動が見られた振動開始後0.1s付近まではいずれのケースも同様に加速度が増加しているが、その

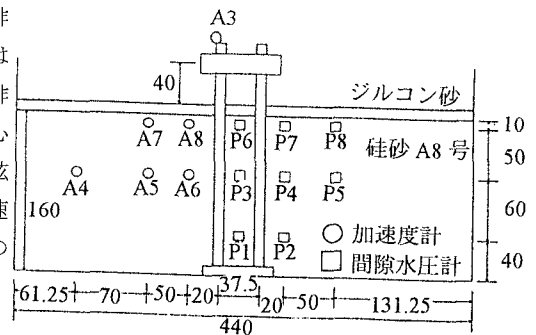


図1 計測機器設置位置

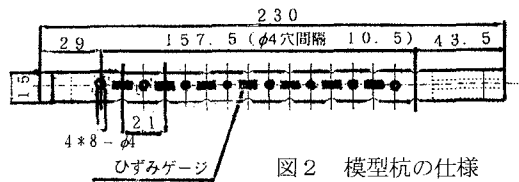


図2 模型杭の仕様

後普通杭のケースでは特に浅い位置(A8)で減衰が見られ、地盤剛性の低下が生じていることが推察できる。一方排水杭の場合、特に浅い位置(A6)で入力波に近い応答を示しており、排水の効果により地盤剛性の低下が抑えられていることが確認できる。

第25波における杭の曲げひずみ分布を図6に示す。この図からは排水機能の有無による差が明確には見られない。4本の杭が上下端とも固定されており杭基礎のせん断剛性が地盤に比べ相対的に大きくなったため、地盤剛性の変化が杭の挙動にそれほど影響を与えなかったものと考えられる。なお杭構造物の固有振動数は側方の拘束が完全にゼロの状態では65Hzであり、入力周波数より大きい。図7は、線形弾性地盤反力法の差分による近似解法を用いて杭ひずみ分布より逆算した地盤反力係数分布である。ここでは、地盤反力係数は地盤の上部と下部に分け各々一定値として計算しており定性的な傾向しか捉えることができないが、排水杭の方が普通杭に比べ、特に地盤上部において地盤反力係数が大きくなっており、排水杭の効果を再確認できる。

4. まとめ

今回の実験により、杭体への排水機能の付随により杭に囲まれた部分の地盤の剛性低下を抑制させる事が確認できた。しかし、ここで行った実験は杭下端が固定されているために地盤剛性に比べ杭基礎のせん断剛性がきわめて大きいものであったので、今後は杭下端の条件を変えた実験についても行っていく予定である。

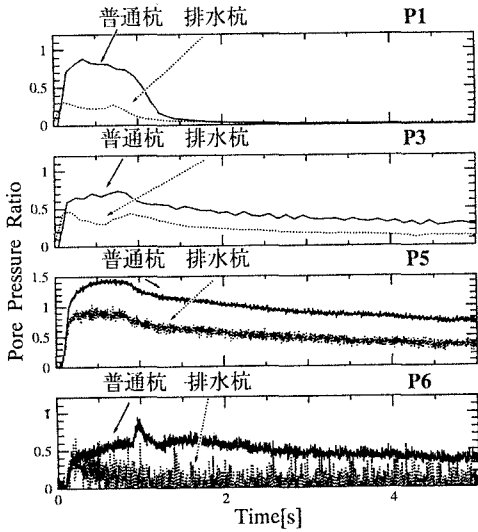


図3 間隙水圧比の経時変化

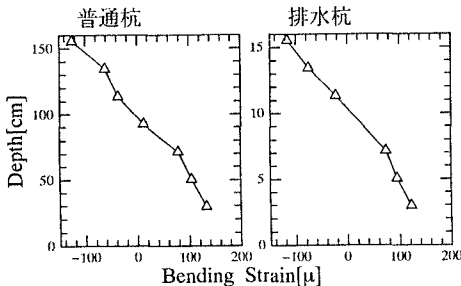


図5 曲げひずみ分布

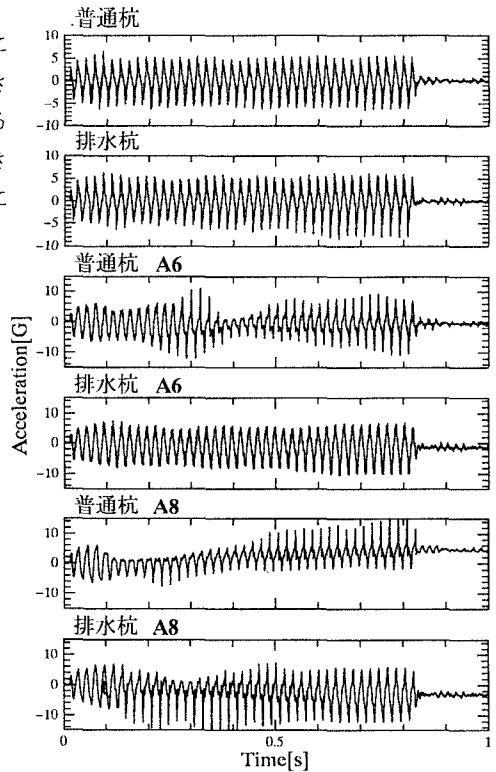


図4 入力と地盤の加速度経時変化

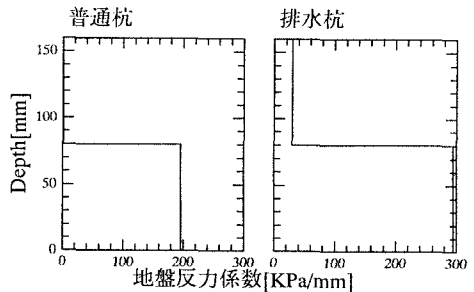


図6 地盤反力係数分布