

石膏杭を用いた杭基礎構造物の動的遠心模型実験

武蔵工業大学 学 上坂 直弘 学 澤田 和宏
 同上 正 片田 敏行 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

緩い飽和砂地盤では液状化が発生しやすく、液状化の発生に伴い地盤剛性が低下し、また杭基礎構造物系の杭に作用する地盤反力も低下する。これにより杭基礎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領域が一致すると共振が起こり、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共振に着目し、石膏杭を作製し動的遠心模型実験を行い構造物の挙動や杭に生じる曲げモーメントについて検討した。地盤条件として飽和砂地盤と液状化を模擬した乾燥砂地盤を用いた。

2. 実験概要

模型実験装置を図1に示す。本実験の模型地盤は気乾状態の豊浦砂である。空中落下法を用いて $Dr=70\%$ の地盤を作製した。飽和砂地盤はせん断土槽を脱気槽に入れ十分に脱気し、せん断土槽底部に設置してある注入口よりシリコンオイルを徐々に流入させた。シリコンオイルは遠心加速度 $35G$ 場において過剰間隙水圧の消散時間が実現象と一致するように水の 35 倍の粘性を有するものを用いる。乾燥砂地盤は飽和砂地盤の地表面より 100mm 減らし、液状化が進行した状態を想定する。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。杭は鉄筋の模擬としてフープ状の針金を採用し、水と石膏で約 2 分間練り混ぜた物を型枠に流し込む。固まった後に型枠を取り外し、外径 15mm 長さ 265mm の模擬杭を作製した。型枠と模型杭を図2に示す。飽和砂地盤と乾燥

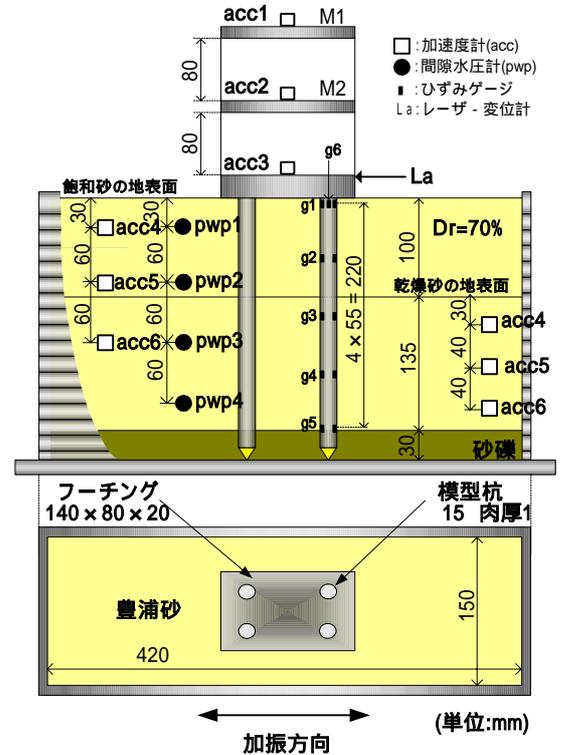


図1 模擬実験装置

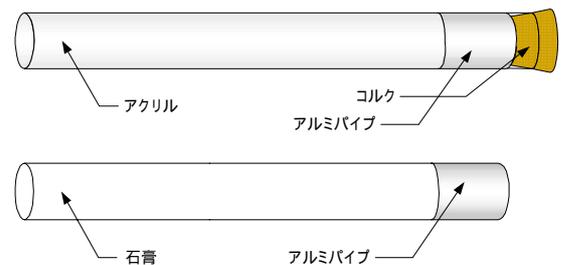


図2 型枠(上)と模型杭(下)

砂地盤中の応力分布を等しく、飽和砂地盤中と乾燥砂地盤中の有効応力が一致するように飽和砂地盤を $35G$ 場に乾燥砂地盤を $18.8G$ 場の遠心加速度場として入力加速度 $10G$ 60Hz の正弦波加振を行った。

3. 実験結果

飽和砂地盤と乾燥砂地盤の上部工加速度応答と経過時間を表したグラフを図3に示す。飽和砂地盤と乾燥砂地盤を比べると上部構造物の TOP, MIDDLE, UNDER それぞれの加速度応答値は等しい傾向が見られる。

杭に生じる曲げモーメントと経過時間を表したグラフを図4に示す。飽和砂と乾燥砂共に深さ 125mm で曲げモーメント値が大きくなり、両地盤ケースとも杭頭部ではほとんど曲げモーメントが発生しておらず、地中部で杭が破壊する結果となり、乾燥砂地盤の実験では杭が地中部で脆性破壊した。加速度応答と曲げモーメント

キーワード：地震，杭，遠心場，液状化，共振，卓越振動数

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&Fax03-5707-2202

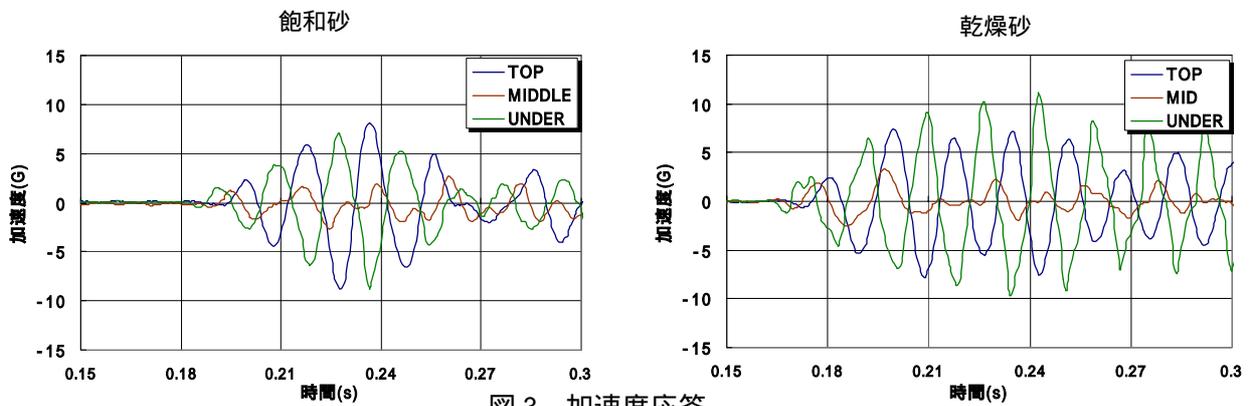


図3 加速度応答

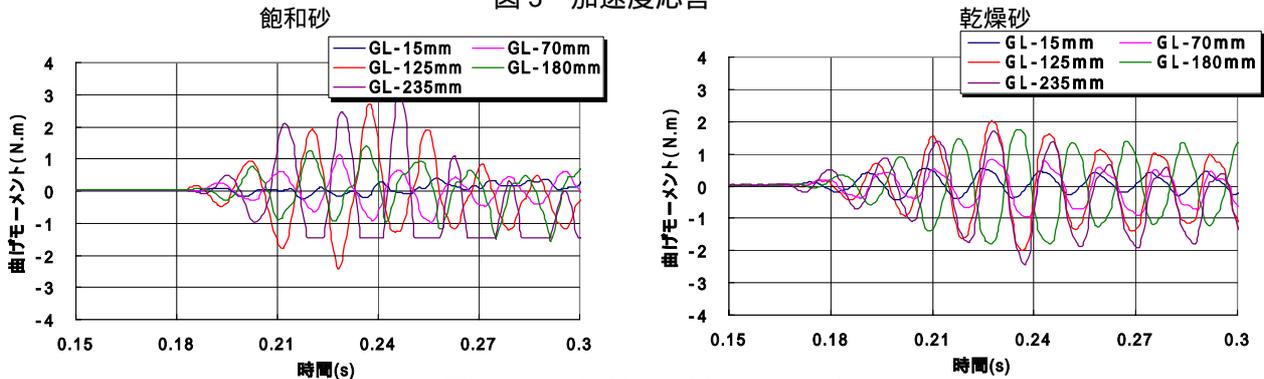


図4 杭に生じる曲げモーメント

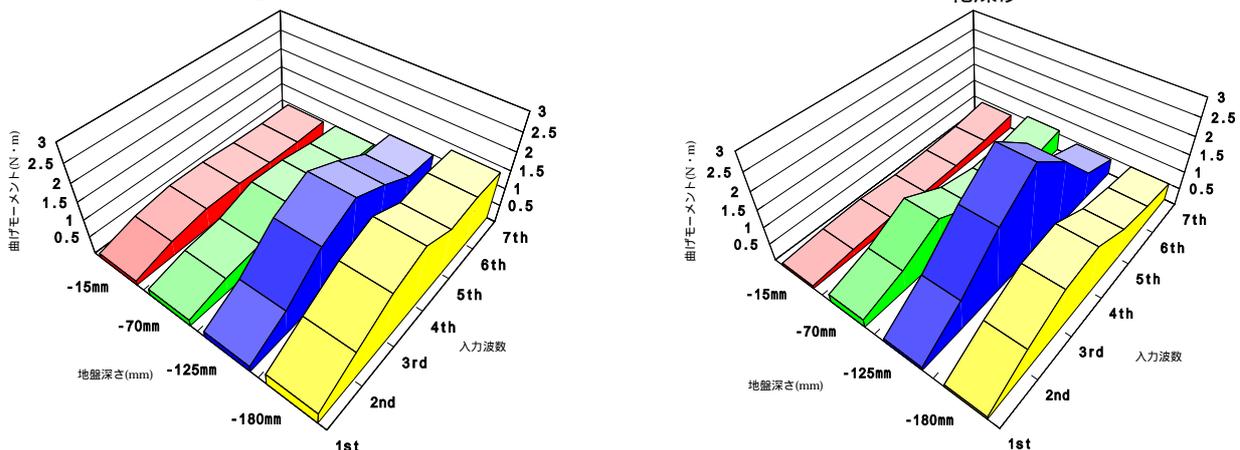


図5 曲げモーメントの深度と入力波数分布

のグラフより飽和砂地盤と乾燥砂地盤共に UNDER の加速度応答が最大の時に曲げモーメント値が最大になる傾向が見られる。

曲げモーメントの深度と入力波数分布のグラフを図5に示す。飽和砂地盤と乾燥砂地盤共に杭頭部の曲げモーメント値は小さい。入力波数4thまで飽和砂地盤と乾燥砂地盤共に曲げモーメント値がどの深さでも徐々に大きくなり、入力波数5th以降は徐々に小さくなっていく傾向となっている。入力波数4thに着目すると乾燥砂と飽和砂共に深さ125mmの地中部で曲げモーメント値が最大になる。

4. まとめ

動的遠心模型実験を行い杭基礎構造物の地震時破壊挙動について飽和砂地盤と乾燥砂地盤で検討した結果、以下の知見が得られた。

- ・ 飽和砂地盤と乾燥砂地盤共に加速度応答と曲げモーメントは時刻歴応答で等しい傾向になり、UNDERの加速度応答が最大の時に曲げモーメントが最大になる。
- ・ 杭の曲げモーメントは杭頭部では小さく、地中部で最大になる。