

# (III-86) 液状化地盤における杭基礎構造物の固有振動数が構造物の挙動に与える影響

武蔵工業大学 学 ○稲垣 由紀子 学 大塚 康司  
武蔵工業大学 正 末政 直晃 正 片田 敏行

## 1. はじめに

緩い飽和砂地盤では地震時に液状化が生じやすく、その地盤中にある構造物は液状化による被害を受ける。中でも構造物の固有振動数が地震波の卓越振動数と一致した場合、共振現象が起こり構造物は大きな被害を受ける。液状化地盤中の杭基礎構造物では液状化の進行により地盤の有効応力が減少する結果、杭-構造物系の固有振動数が低下する傾向がある<sup>1)</sup>。この低下過程で地震波の卓越振動数と一致する可能性もあり、液状化地盤中の杭-構造物系の固有振動数を把握することは重要と考えられる。そこで本研究では液状化の進行を層厚を変えた乾燥砂地盤に置き換えて遠心模型実験を行い、杭-構造物系の固有振動数の違いが構造物の挙動に与える影響を検討した。

## 2. 実験概要

実験では試料に豊浦砂(最大乾燥密度  $1.635\text{g/cm}^3$ 、最小乾燥密度  $1.346\text{g/cm}^3$ )を用い、図-1に示すせん断土槽に空中落下法により層厚  $13.5\text{cm}$  [ $2.44\text{m}$ ]の密な地盤 ( $D_r=80\%$ )、その上に緩い地盤 ( $D_r=60\%$ )を作製した。ここで、緩い地盤は液状化初期を仮定したモデル1(層厚  $10\text{cm}$  [ $1.81\text{m}$ ])、液状化が進行した状態を仮定したモデル2(層厚  $5\text{cm}$  [ $0.91\text{m}$ ])の2通りとした。これらの模型地盤を遠心加速度  $18.1\text{G}$  場において最大入力加速度  $2\text{G}$  [ $110\text{gal}$ ]、振動数  $15\sim 100\text{Hz}$  [ $0.8\sim 5.5\text{Hz}$ ] で加振させた。なお、〔 〕内は実スケール換算値である。計測器は加速度計 Acc、レーザー変位計 La をそれぞれ図-1中に示すように設置した。

## 3. 実験結果

結果は全て実スケール換算してある。図-2は一連の実験より得た入力振動数と Acc1 の加速度応答倍率 (Acc1 の応答加速度/入力加速度) の関係である。この結果より、モデル1では  $2.2\text{Hz}$  付近で最大値を示し、この付近が固有振動数  $f_0$  であると考えられる。同様に考えると、モデル2の固有振動数は  $1.4\text{Hz}$  付近になる。そこで、各モデルで振動数が  $1.4\text{Hz}$  および  $2.2\text{Hz}$  の時の応答加速度、変位量を比較した。

まず、入力加速度波と構造物の応答加速度波を図-3に示す。モデル1、モデル2のいずれにおいても、その固有振動数  $f_0$  では上部構造物の応答加速度 (Acc1) だけでなくフーチング部の応答加速度 (Acc2) も入力加速度より大きくなっている。共振時の Acc2 の値は、モデル1においては  $f_0=2.2\text{Hz}$  の

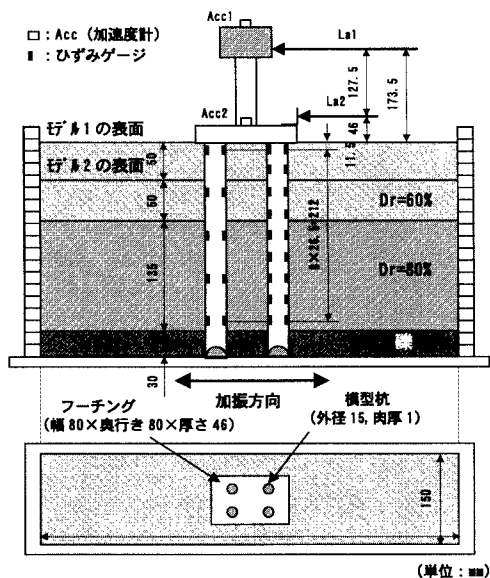


図-1 模型実験装置

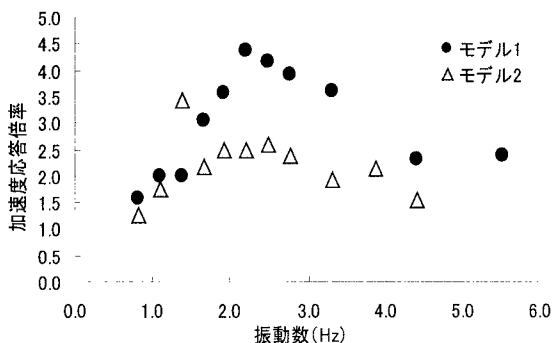
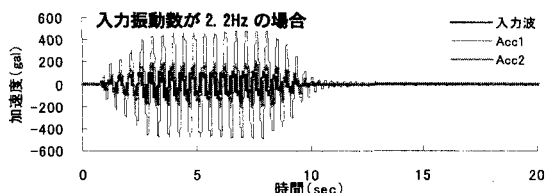
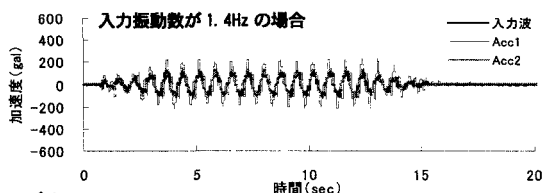


図-2 入力振動数と加速度応答倍率の関係

キーワード：液状化、杭基礎構造物、共振現象、固有振動数

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

#### モデル 1



#### モデル 2

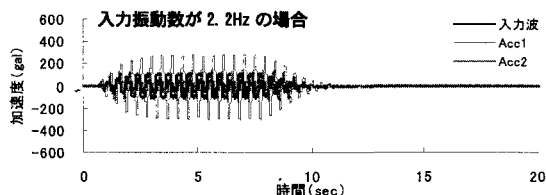
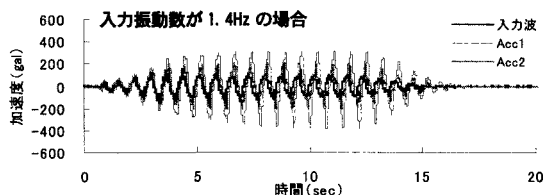
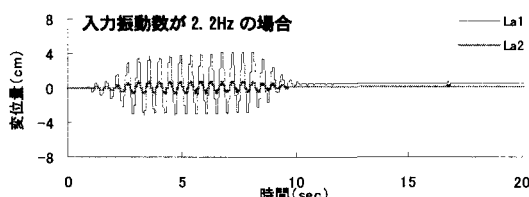
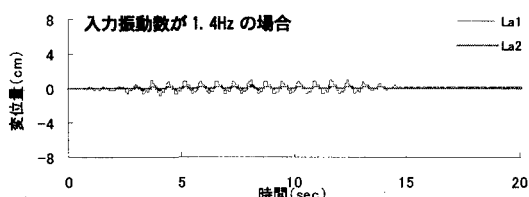


図-3 入力加速度と構造物の応答加速度

#### モデル 1



#### モデル 2

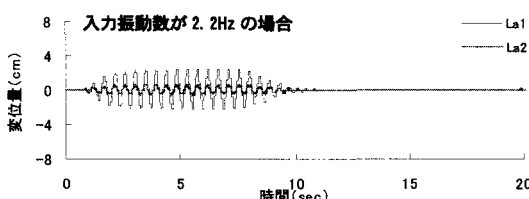
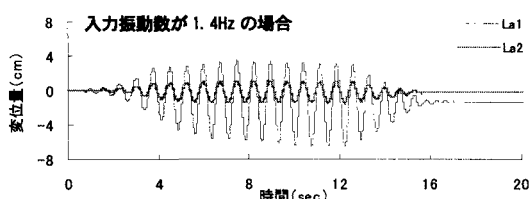


図-4 構造物の応答変位量

時に 190gal, モデル 2 では  $f_0=1.4\text{Hz}$  の時に 200gal を示した。一方、共振時でない時 Acc2 の応答は、モデル 1 において 1.4Hz の時に 120gal, モデル 2 では 2.2Hz の時に 130gal となり、フーチング部の応答加速度は入力加速度とほとんど変わらない結果となった。これらのことから、上部構造物のみでなく、杭基礎を含めた杭-構造物系での挙動の把握が必要であると考えられる。

次に、構造物の応答変位量を図-4 に示す。応答加速度の結果と同様に両モデルとも固有振動数  $f_0$  付近で変位量が大きくなり、特に La1 の応答変位量は、モデル 1 において入力振動数が 1.4Hz の時に 0.8cm であったのに対し、 $f_0=2.2\text{Hz}$  の時には 3.5cm を示した。また、モデル 2 では入力振動数が 2.2Hz の時に 2.3cm であったが、 $f_0=1.4\text{Hz}$  の時には 4.6cm となった。

#### 4. まとめ

本研究は液状化の進行を想定、有効応力を指標に層厚を変えた乾燥砂地盤でモデル化し、遠心模型実験を行った。その結果、杭-構造物系の固有振動数付近ではフーチング部も大きな応答加速度を示した。このことは、杭基礎と上部構造物との一体解析の必要性を示していると考えられる。

今後、飽和砂地盤においてもデータの蓄積を行い、検討する予定である。

〈参考文献〉1) 澤田 亮, 西村 昭彦: 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講演論文集, 1997 年 7 月

〈謝辞〉 本研究を行うに当たり、労働省産業安全研究所の堀井宣幸氏、豊澤康男氏、玉手聡氏には多大な援助と御指導を頂き、深く感謝の意を申し上げます。