

## 振動数および振幅を変化させた载荷試験による杭基礎模型の減衰評価 (その1 土槽実験)

大林組 正会員 ○藤井 達 藤森 健史  
鉄道総合技術研究所 正会員 室野 剛隆 本山 紘希

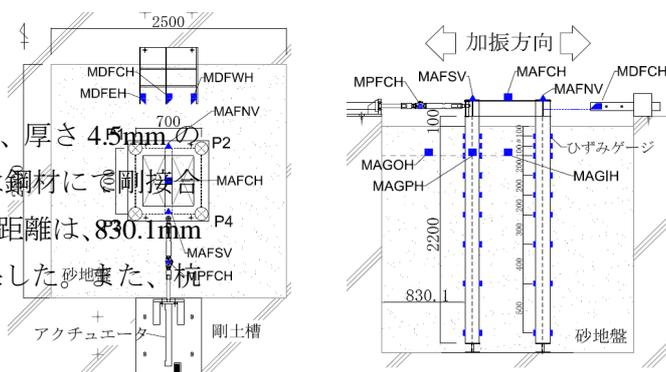
### 1. はじめに

構造物の耐震設計において、地震時の応答を把握するために時刻歴応答解析等の動的な数値解析がたびたび用いられる。動的解析を精度よく行うためには、地盤-基礎連成系に係わる減衰の設定が重要項目の一つとなる。ここで、この減衰には、振動数依存性や振幅依存性があるため、それらを把握することが、解析精度を向上させる上で重要となる。本実験では、剛土槽中に作成した砂地盤に設置した4本杭基礎の動的・静的水平载荷実験により、それぞれの载荷における荷重と応答の関係を整理し、地盤-基礎連成系に係わる減衰の振動数や振幅への依存性等について検討する。

### 2. 実験概要

#### 2.1 杭基礎試験体

図1に試験体の平面図と断面図を示す。杭径139.8mm、厚さ4.5mmの鋼管杭を4本用い、杭芯間距離を700mmとした。杭頭は鋼材にて剛接合した。杭の地中長は2200mmで、杭表面から土槽壁までの距離は、830.1mmである。杭表面に砂を塗布し、砂地盤との摩擦力を確保した。また、杭先端と土槽底をD13の鉄筋で繋ぎピン支持とした。



#### 2.2 地盤

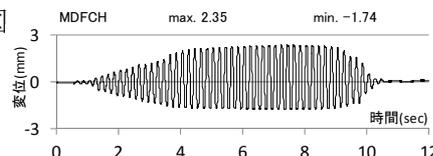
平面が2500×2500mmのRC剛土槽に6号珪砂により乾燥砂地盤を作成した。深さは2300mm、相対密度Drは80%である。

#### 2.3 計測器配置

図1に計測器配置を示す。水平载荷方向の加速度計(MAFCH)をフーチング上の中心位置に、鉛直方向の加速度計(MAFSV, MAFNV)をフーチング上の载荷方向両端に1つずつ設置した。また、レーザー変位計3台(MDFCH, MDFEH, MDFWH)を载荷方向に、ロードセル(MPFCH)をアクチュエータと試験体の接続部分に、ひずみゲージを杭に設置した。さらに、地中加速度計を、深さ300mmにおいて、P1杭とP3杭の間(MAGIH)、P3杭面(MAGPH)、P3杭と土槽壁の間(MAGOH)に設置した。なお、計測時のサンプリングは500Hzとした。

#### 2.4 载荷方法・载荷ケース

アクチュエータでフーチングを水平载荷した。目標最大変位に応じた動的载荷(正弦波加振)と静的载荷(正負交番载荷)を行った。目標最大変位は、0.5mm, 1.0mm, 2.0mmの3ケースとした。動的载荷の加振振動数は、5Hz, 10Hz, 20Hz, 30Hzの4ケースとした。実験時の最大変位は、正側か負側のどちらか一方が目標最大変位を超えれば実験条件を満たしたとみなした。動的载荷における加振波形例を図2に示す。



### 3. 実験結果

実験により得られた応答の例として、図3に動的载荷の最大変位が0.5mmで振動数が30Hzのケースにおける、フーチング加速度・変位・ロードセル荷重の時刻歴を示す。ここでは10サイクル分を抽出した。加速度に若干の乱れがあるもののほぼ良好な波形であることを確認できる。

キーワード 減衰, 杭基礎, 地盤と杭の相互作用

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4丁目640 (株)大林組 技術研究所 TEL 042-495-1015

図4に最大変位 1.0mm における動的载荷実験での P1 杭の曲げモーメント最大値分布を、加振振動数で比較して示す。結果には加振振動数の影響があまりないことを確認できる。これはフーチング重量が軽く、慣性力の影響が小さいためと考えられる。また、図5に動的载荷の 20Hz 加振で基礎の最大変位が異なるケースの P1 杭の曲げモーメント最大値分布を比較して示す。図5より、最大変位に応じた曲げモーメント最大値となるが、分布形状には差がなく、杭頭接合部や杭体は、基礎の変位の大きさによらず、線形状態を保っていることを確認できる。なお、最上部のひずみゲージと杭頭接合部との離間距離に応じて、杭頭部曲げモーメントの値が小さくなっている。

図6に、目標変位 0.5mm における静的と動的 (20Hz 加振) 载荷実験から得られた杭基礎試験体の荷重-変位関係を示す。荷重は、ロードセルの荷重からフーチングの慣性力を引いたものである。フーチングの慣性力は、加速度計測結果から求めた。なお、動的・静的载荷実験共に 1 サイクル分を抽出して示している。これより、動的载荷と静的载荷の履歴ループを比較すると、動的载荷における履歴ループの方が大きいことを確認できる。また、図7に最大変位 1.0mm における動的载荷実験での荷重-変位関係を、加振振動数で比較した結果を示す。加振振動数が高いほど履歴ループが大きくなり、傾きも緩やかになる傾向を確認できる。図6と図7より本実験は剛土槽を用いた実験ではあるが、材料減衰に加えて、逸散減衰の影響もあったと考えられる。

図8に動的载荷の 20Hz 加振で最大変位の異なるケースの荷重-変位関係を比較して示す。これより、最大変位の大きいケースのほうが履歴ループの膨らみが若干大きくなり、最大変位時の割線剛性が小さくなる傾向を確認できる。

4. まとめ

本報では、杭基礎-地盤連成系の減衰特性を実験的に把握するために、杭基礎の動的・静的载荷実験を行った。その結果、振動数や最大変位に応じた荷重-変位関係を得ることができた。静的载荷より動的载荷のほうが、また、加振振動数が高いほうが、履歴ループが大きくなる等、材料減衰に加えて逸散減衰に起因すると思われる効果を確認した。

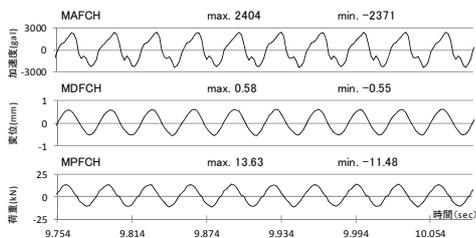


図3 フーチングの加速度・変位・荷重の時刻歴波形 (最大変位 0.5mm・30Hz)

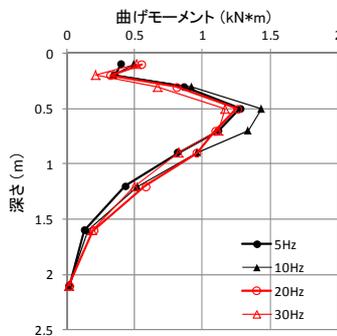


図4 杭曲げモーメント最大値分布 (最大変位 1.0mm・P1 杭)

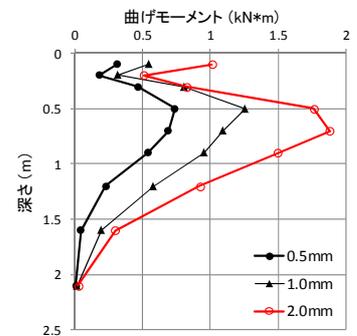


図5 杭曲げモーメント最大値分布 (動的载荷 20Hz・P1 杭)

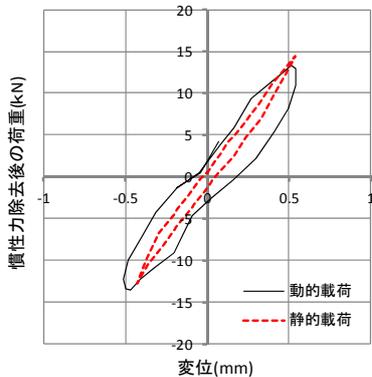


図6 荷重-変位関係 (最大変位 0.5mm、動的 20Hz と静的)

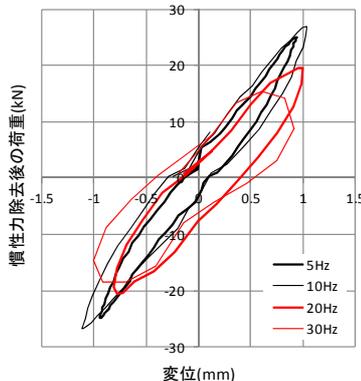


図7 荷重-変位関係 (最大変位 1.0mm)

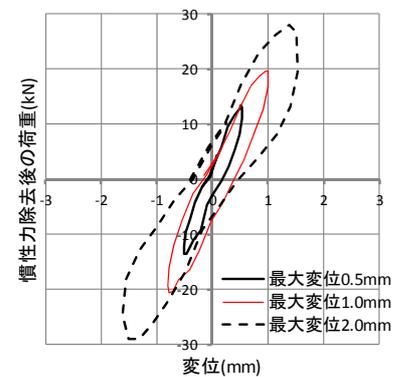


図8 荷重-変位関係 (動的载荷・20Hz)