

鉛直振動荷重を受けるパイルド・ラフト基礎の力学特性及び沈下特性に関する実験的研究

名古屋工業大学 学生会員
 名古屋工業大学 学生会員
 名古屋工業大学 非会員
 名古屋工業大学 正会員

○千野伸晶
 長崎耕欣
 朱文軒
 張鋒, 岩井裕正

1. はじめに

パイルド・ラフト基礎とは、ラフトの地盤反力とパイルの周面摩擦力、先端支持力で上部工を支持する基礎形式であり、コスト削減や工期短縮が実現できる合理的な基礎構造である。

パイルド・ラフト基礎は我が国における建築分野において、数多くの施工事例があるものの、土木分野での適用事例は少ない。一方、海外ではパイルド・ラフト基礎が土木分野でも多く適用されており、鉄道軌道の基礎にも用いられている。しかし、この列車の鉛直振動によりパイルド・ラフト基礎が沈下する事例が報告されている。本稿では、鉛直振動荷重を受けるパイルド・ラフト基礎の力学特性及び沈下特性の把握を目的として 1g 場模型実験を実施した。

2. 1g 場模型実験概要

本実験ではパイルド・ラフト基礎が上部工から鉛直振動荷重を受ける際の振動周波数の影響による力学挙動及び沈下挙動を検証した。

2.1 試験概要及び試験装置

実験模型を図 1 に示す。幅 715mm、奥行き 1000mm、高さ 550mm の土槽内にパイルド・ラフト模型を設置し、相対密度が 70~80% になるように空中落下法及び締固めにより模型地盤を作成した。用いた地盤は乾燥豊浦砂である。パイルド・ラフト基礎は実物の 1/50 スケールを想定し、モデル杭には直径 $D=20\text{mm}$ 、肉厚 $t=2\text{mm}$ のアルミパイプ 9 本を杭間隔が $5D$ となるように設置した。また杭先端にはポリアミドキャップにより蓋をすることで先端支持力を発揮できるようにした。

ラフト部には幅 260mm、奥行き 260mm、厚さ 20mm の鋼材を使用した。

続いて計測器設置箇所を図 2 に示す。加速度計、荷重計、ひずみゲージ及びレーザ変位計を使用した。鉛直振動荷重を与えるために使用した小型振動装置を写真 1 に示す。軸力の算出については杭頭に設置したひずみゲージで杭頭軸力を算出し、先端に設置したひずみゲージで杭先端軸力を算出した。支持力分担の算出方法を以下に示す。

$$\text{先端支持力} = \text{杭先端軸力} \quad (1)$$

$$\text{杭頭軸力} = \text{杭先端軸力} + \text{周面摩擦力} \quad (2)$$

$$\text{ラフトの支持力} = \text{載荷荷重} - \text{杭頭軸力} \quad (3)$$

2.2 実験ケース

本実験の実験ケースを表 1 に示す。加振条件は載荷荷重 300N、加振時間を 10 秒間、加振波を正弦波

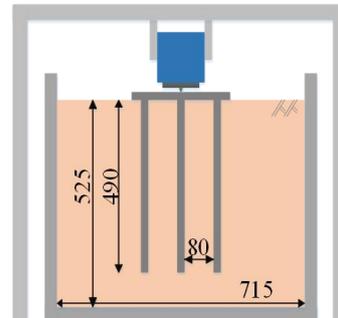


図 1 試験概要図



写真 1 小型振動装置

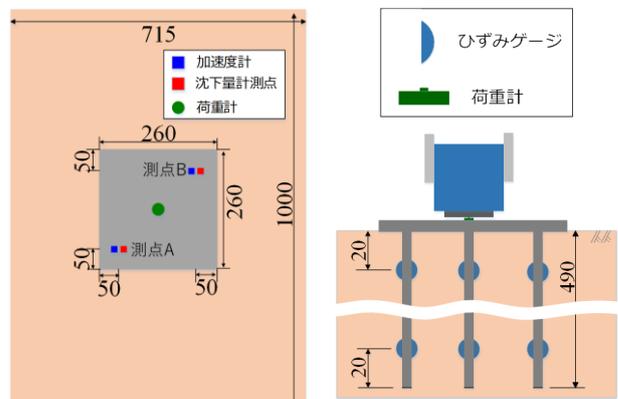


図 2 計測器設置箇所及び測定点

表 1 実験ケース

実験ケース	Case1	Case2	Case3	Case4
周波数 (Hz)	50	100	200	400

とした。振動周波数の違いによるパイルド・ラフト基礎の沈下挙動を検証する為、振動周波数を変えて実験を行った。

3. 実験結果と考察

実験結果をグラフで示す。加振時間 10 秒間に加振前後 1 秒間を含めた 12 秒間のグラフで表した。

載荷時における荷重時刻歴を図 3 に示す。左図が全体図、右図が拡大図である。

各ケースで計測されたラフトの応答加速度の時刻歴を図 4 に示す。なお、正負は鉛直下向きを正とする。これらの結果より 50Hz、100Hz では加速度の大きさに大きな違いは見られないが、400Hz では他のケースに比べ比較的大きな値を計測していることが確認できた。

続いて各ケースの沈下時刻歴を比較したグラフを図5に示す。この結果より周波数 200Hz で加振したケースで沈下量が最も大きくなり、他の周波数ではほとんど沈下が生じないことから、沈下特性は振動周波数に依存することが確認できた。200Hz 時の実験ケースで模型が最も沈下した原因としては、与えた振動数が地盤とパイルド・ラフト模型の一体系の固有振動数に近づき、地盤沈下が発生したことが考えられる。

最後に加振後の支持力分担率のグラフを図6に示す。式(1)~(3)より各支持力を算出し、それぞれ載荷荷重で除してグラフを作成した。この結果より、50Hz と 100Hz では杭の分担荷重が載荷荷重の 8~9 割を分担していることが分かる。また 200Hz ではラフトの地盤反力が発生しておらず、かつ他の実験ケースに比べ先端支持力の分担率が高い。これは、ラフトの沈下量よりも模型地盤沈下量の方が大きくなってしまったため、ラフトが模型地盤に接地せず、地盤反力を得られなかったことが考えられる。さらに杭の周辺地盤が沈下することで周辺地盤が杭に鉛直下向きの力を与え、載荷荷重と周辺地盤による鉛直下向きの荷重を杭先端が負担していることが考えられる。

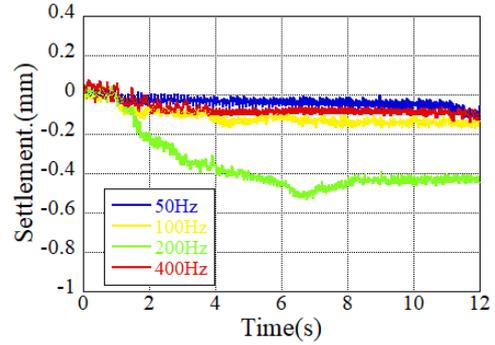


図 5 沈下時刻歴

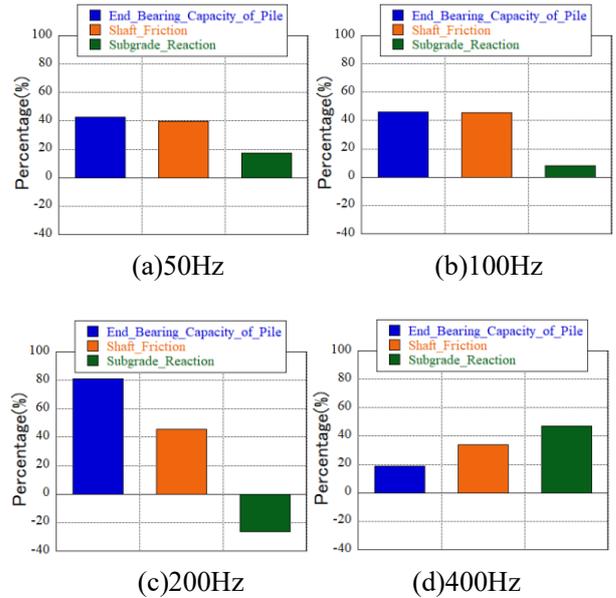


図 6 支持力分担率

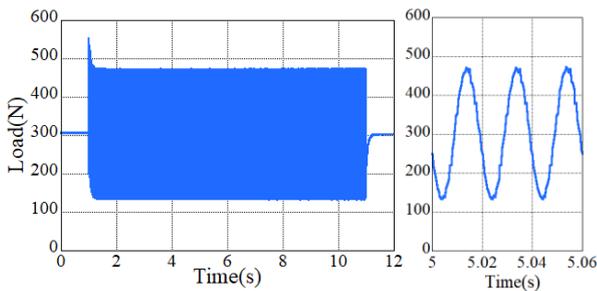


図 3 荷重時刻歴

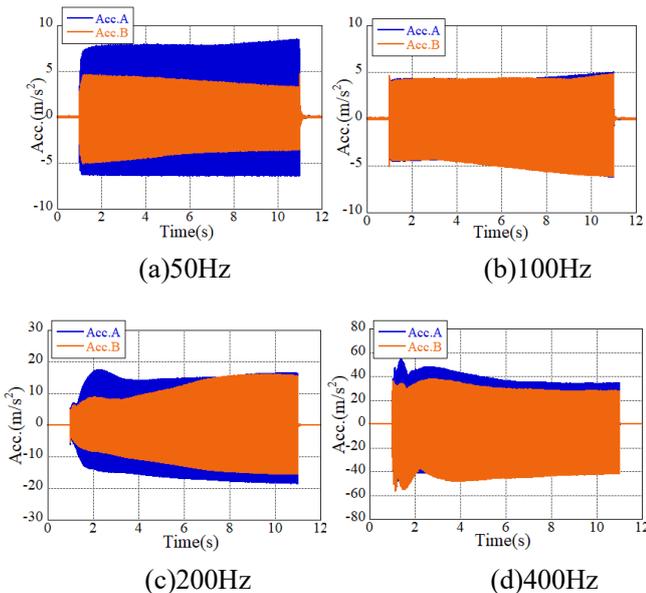


図 4 応答加速度

4. まとめ

本実験では、鉛直振動を受ける際のパイルド・ラフト基礎の力学特性及び沈下特性に着目し 1g 場模型実験を実施した。以下の結論が得られた。

- (1) 1/50 スケールでの模型実験において、最終沈下量が最も大きくなったのは、周波数 200Hz の実験ケースであり、約 0.42mm の沈下が生じた。この結果より、沈下特性が振動周波数に依存することが確認できた。
- (2) 加振後の支持力分担率より、周波数 200Hz の実験ケースではラフトの地盤反力が発生していないことから、ラフトの沈下量よりも模型地盤の沈下量の方が大きくなってしまったことが考えられる。

参考文献

- 1) 西 遥輝：振動荷重を受ける場合のパイルド・ラフト基礎の変形特性に関する研究，名古屋工業大学大学院修士論文，2017，2
- 2) 福田 佳典：パイルド・ラフト基礎の長期沈下挙動に関する研究，京都大学大学院学位論文，2013，2
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編，pp.243-265，2002