

パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験
(その7: 振動台を用いた比較実験)

正会員 ○保井 美敏^{*1} 同 金子 治^{*1}
同 佐野 大作^{*1} 同 井上 波彦^{*2}
同 尻無濱昭三^{*3} 同 土屋 勉^{*4}

パイルド・ラフト 大型模型実験 振動台実験
水平荷重分担率 曲げモーメント

1. はじめに

(その7)では、パイルド・ラフト基礎に関する一連の実験として実施した振動台実験の結果について報告する。パイルド・ラフト基礎に関する振動台実験は、これまで、比較的小さな模型¹⁾や遠心荷重装置²⁾を用いて実施されているが、ここでは、砂質土地盤において1m×1mのラフトと4本杭からなる大型のパイルド・ラフト基礎模型を用いた。

2. 実験装置と実験概要

図1に実験装置及び計測器配置概要を示す。せん断土槽は、一連の静的荷重実験³⁾に用いたもので17段のせん断枠からなっており、大きさ10m×3.6m×H5mで、パイルド・ラフト基礎及び直接基礎が図1に示すように設置されている。計測項目はラフト部の変位、加速度、杭のひずみ、地盤加速度、枠の変位等である。ラフトと杭の諸元は文献3)を参照されたい。

実験ケースを一覧して表1に示す。実験は、上載荷重が33.6kN(重り28.5kN+ラフト自重5.1kN)で4ケース、5.1kN(ラフト自重のみ)で5ケースの合計9ケースである(上載荷重は両基礎とも同じ条件)。振動台への入力波形は、スイープ実験のための振動数を0.5~20Hzで連続的に変化させるSine波形と最大値を調整した地震動波形の

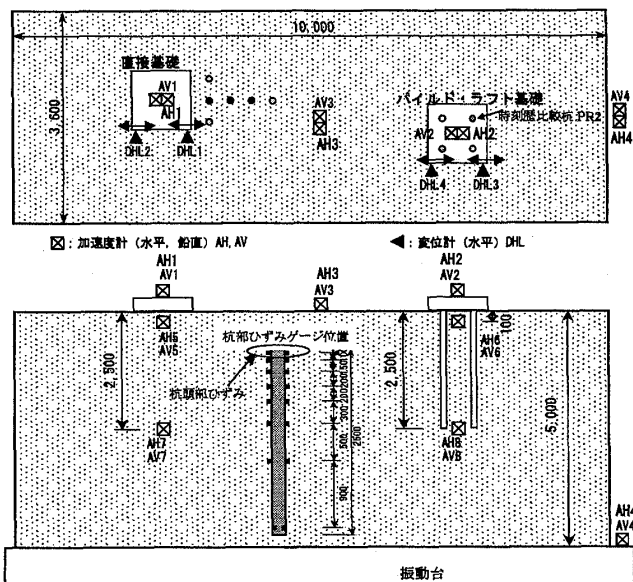


図1 実験装置及び計測器配置概要

表1 実験ケース一覧

ケース No.	入力波形名称	上載荷重 (kN)	入力最大加速度 (cm/s/s)*	パイルド・ラフト基礎 最大加速度 (cm/s/s)
1	Sine波	33.6	93**	290
2	TAFT EW (50%)***	33.6	98	182
3	BCJ L2 (25%)	33.6	58	164
4	BCJ L2 (50%)	33.6	110	241
5	Sine波	5.1	83**	237
6	BCJ L2 (25%)	5.1	58	164
7	BCJ L2 (50%)	5.1	104	243
8	TAFT EW	5.1	173	284
9	EL CENTRO NS	5.1	416	405

*: ここでの入力最大加速度は振動台で計測した最大加速度
** : スイープ実験はSine波のピークを30~40cm/s/sで設定した。
*** : ()の数字は最大値の調整割合, ()無は原波形のまま

2種類である(表1参照)。

3. 応答結果

振動台底面(AH4)に対するパイルド・ラフト基礎(AH2)及び直接基礎(AH1)の水平加速度フーリエスペクトル比を、No.1 (Sine波入力、上載荷重33.6kN)とNo.9 (EL CENTRO NS入力、上載荷重: 5.1kN)について図2に示す。いずれの実験ケースもパイルド・ラフト基礎と直接基礎は振動数10Hzまでほぼ同様なフーリエスペクトル比であり、同様な挙動をしていることがわかる。

4. パイルド・ラフト基礎の杭応力と水平荷重分担率

No.9でのパイルド・ラフト基礎の水平加速度(AH2)時刻

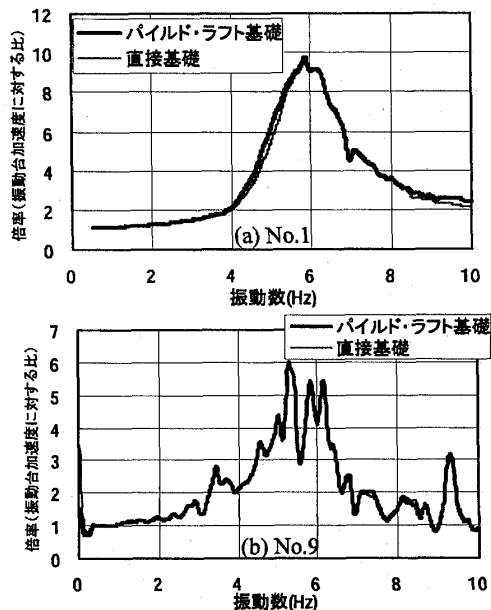


図2 フーリエスペクトル比

歴波形と杭頭部曲げひずみの時刻歴波形を両者の最大値が含まれる 10 秒～15 秒を選択して図 3 に示す。パイルド・ラフト基礎の最大水平加速度と杭頭部最大曲げひずみが生じる時刻（以降「最大加速度時」、「最大曲げひずみ時」と記す。）は一致しておらず、振動台実験時のパイルド・ラフト基礎の杭応力は、ラフト慣性力だけでなく地盤変位の影響も受けている可能性がある。

No.9 の最大加速度時及び最大曲げひずみ時での、杭の曲げモーメント分布及びせん断変位から求めた杭先端からの地盤の相対変位分布を図 4 に示す。最大加速度時及び最大曲げひずみ時の曲げモーメント分布は分布性状が異なっており、最大加速度時の分布が静的に基礎部分に荷重を載荷した場合と類似な傾向になっている。地盤変位分布も最大加速度時と最大曲げひずみ時で分布性状が異なっており、最大曲げひずみ時では、地盤の一次モードに近い分布性状となっている。

No.9 のパイルド・ラフト基礎での杭頭部の水平荷重分担率時刻歴を、図 3 同様に 10 秒～15 秒を選択してラフト部分の水平加速度が 200cm/s/s 以上について図 5 に示す。分担率は静的水平載荷実験同様杭の曲げモーメントの差からせん断力を求め、ラフトの水平方向慣性力との比に

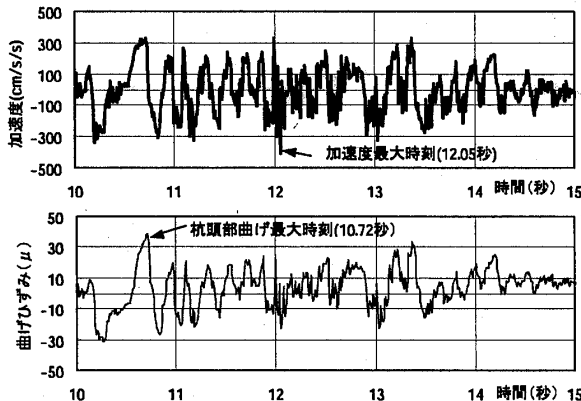
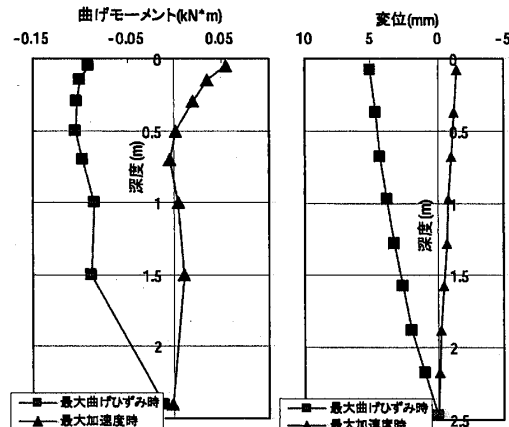


図 3 加速度及び杭頭部曲げひずみ時刻歴波形 (No. 9)



(a) 杭の曲げモーメント (b) 地盤変位
図 4 曲げモーメント分布及び変位分布 (No. 9)

より算定した。分担率は 0～40%の広い範囲に分布するが、20～40%に比較的多く分布している。

最大加速度時での杭頭部の水平荷重分担率を、ラフトと地盤の相対変位量との関係及び載荷荷重との関係にして、静的水平載荷実験結果⁴⁾を併記して図 6 に示す。変位量との関係では振動台実験での杭の水平荷重分担率は、静的載荷実験と比べ小さい割合になっている。しかし、載荷荷重との関係にすると、分担率は上載荷重の影響を受け、上載荷重の小さいケース (No.7,8,9) の分担率は、上載荷重の大きいケース (No.2,4) より大きく、小さい慣性力 (水平荷重) のみであるが、静的載荷実験結果と比較的良好な対応を示す。

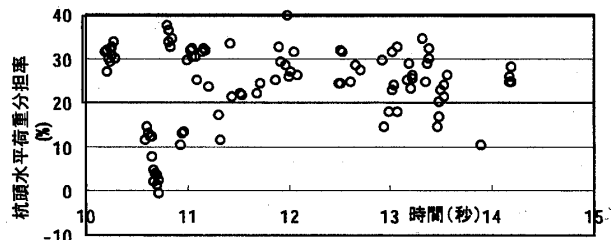


図 5 水平荷重分担率時刻歴 (No. 9)

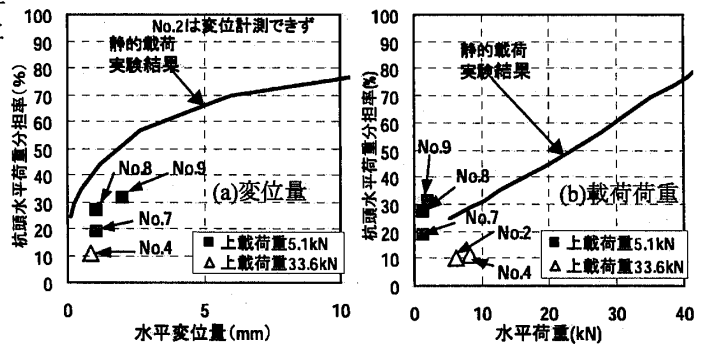


図 6 杭の水平荷重分担率

5. まとめ

振動台実験の結果より以下のことが明らかになった。

- (1) 応答水平加速度のフーリエスペクトル比により比較すると、パイルド・ラフト基礎と直接基礎は、振動数範囲 (10Hz まで) の挙動がほぼ同等になっていた。
- (2) パイルド・ラフト基礎の水平荷重分担率は、変位量との関係では、静的載荷実験結果に比べ小さい割合となっていた。

【謝辞】 本実験は、「鋼管杭を併用する直接基礎 (パイルド・ラフト基礎) 工法の設計用支持力に関する共同研究」(建築研究振興協会)の一部として建築研究所と共同で実施したものである。本実験の実施にあたり、テクノソール三上氏に協力を頂いた。

【参考文献】 1)沖他：上部構造物とパイルドラフト基礎一体挙動に関する振動実験 (その 2), 第 40 回地盤工学研究発表会, 2005 2)藤田他：パイルドラフト基礎の常時及び地震時の沈下・変形 (その 2), 建築学会大会 (近畿) 学術講演回, 2005 3)伊勢他：パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験 (その 1), 建築学会大会 (関東) (投稿中), 2006 4)尻無濱他：パイルド・ラフト基礎に関する大型模型実験 (その 6), 建築学会大会 (関東) (投稿中), 2006

*1 戸田建設
*2 国土技術政策総合研究所
*3 鉄建建設
*4 室蘭工業大学

*1 Toda Corporation
*2 National Institute for Land and Infrastructure Management
*3 Tekken Corporation
*4 Muroran Institute of Technology