

## 埋込みを有する杭基礎とパイルド・ラフト基礎の地震時杭応答

### Dynamic Pile Response of Pile Foundation and Piled Raft Foundation Building with Embedded Basement

鈴木 康 嗣<sup>1)</sup> 秀川 貴 彦<sup>1)</sup> 安達 直 人  
岩本 賢 治 萩原 一 内海 耀 司  
酒向 裕 司<sup>2)</sup> 古山田 耕 司<sup>1)</sup> 土合 博 之<sup>1)</sup>

#### 要 約

地下埋込み部を有するパイルド・ラフト基礎の地震時応答に着目した実験的なアプローチは少なく、不明な点が多い。本報告では、地下部埋込み深さと上部建物有無をパラメータとしたパイルド・ラフト基礎及び杭基礎模型の遠心振動台実験を実施し、杭の地震時応力に及ぼす埋込み深さと建物有無の影響を検討した。その結果、パイルド・ラフト基礎ならびに埋込みの効果で杭応力が低減することを明らかにした。また、埋込みの無い杭基礎では、静的な載荷試験で確認されている群杭効果が認められるが、埋込みのある杭基礎や埋込みの有無に依らずパイルド・ラフト基礎では、建物慣性力・転倒モーメントの影響と地盤応答の影響が重なり合うため、端杭に比べて中杭の杭応力が大きくなることを明らかにした。

#### 目 次

- I. はじめに
- II. 遠心振動台実験
- III. 建物応答
- IV. 杭応答
- V. おわりに

(埋込み)が無いモデルが基本であり、埋込みによる端部と中央部の杭応力の違い等は明らかにされていないのが現状である。

そこで本報告では、埋込みの有無と上部建物重量が異なるパイルド・ラフト基礎と杭基礎の遠心振動台実験を実施し、建物応答や杭応力の違いについて報告する。

#### I. はじめに

パイルド・ラフト基礎は地下底部が地盤と接しているため、地下直下地盤は常時の上載圧を受けるとともに、埋込みが有る場合は建物周囲地盤の上載圧の影響も受ける。また、地震時には建物の水平応答により地盤内に水平方向のせん断応力が発生するとともに、ロッキング応答の影響で地盤の上載圧(鉛直応力)が変動する。パイルド・ラフト基礎の杭応力は、これら地盤内応力の変動により生じる地盤反力や周面摩擦力の影響を受けると判断されるが、不明な点が多い。

地下室などの埋込みを有する建物の地震時挙動に関しては、地下周面や底面の土圧・摩擦抵抗を同時に測定した直接基礎建物模型の遠心振動台実験を実施し、建物応答の違いや土圧・摩擦抵抗に関して既に報告<sup>1)</sup>している。

一方、パイルド・ラフト基礎の既往の実験的検討は、地下

#### II. 遠心振動台実験

振動台実験は、遠心加速度 50g 場で実施した。実験モデルと計測装置配置の一例を Fig.1 に、相似則を Table 1 に、実験に用いた地盤、建物、並びに杭模型の諸元を Table 2, 3 に示す。実験では、せん断土槽(加振方向 700mm, 幅 220mm, 高さ 350mm)内に空中落下法で相対密度約 90%の乾燥豊浦砂の支持地盤を作製し、3本あるいは6本の杭をフレームで固定し、杭周りの地盤を空中落下法で作製した後、その上に地下模型を設置し、その後周辺地盤を同様に作製した。建物模型は上部(RF+2F)と地下(1F+BF)で構成されており、上部は質量が 4.2, 4.5kg(柱重量含む)となる二質点系とし、地下は剛体とした。地下周面と底面には紙やすりを、杭には砂粒を貼り付け、1g 場で実施した摩擦試験からいずれも摩擦係数 0.58 を得ている。なお、遠心加速度 50g は地下部底面位置を

- 1) 建築設計本部 Architectural Design Division
- 2) 小堀鐸二研究所 Kobori Research Complex Inc.

**キーワード:** パイルド・ラフト基礎, 杭基礎, 埋込み効果, 群杭効果, 動的応答, 遠心振動台実験  
**Keywords:** piled-raft foundation, pile foundation, embedded effect, group pile effect, dynamic response, centrifuge shaking table test

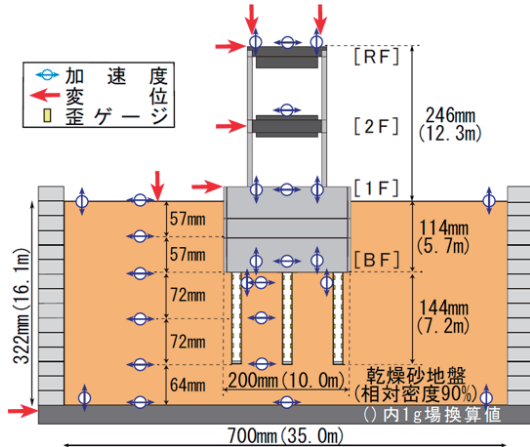


Fig.1 実験モデルと計測装置の配置  
(Test Model and Arrangement of Measuring Devices)

Table 1 相似則  
(Similarity Law)

物理量	遠心(50g場)	実物(1g場)
長さ	1/50	1
質量	1/50 <sup>3</sup>	1
応力	1	1
時間	1/50	1
振動数	50	1
加速度	50	1
速度	1	1
変位	1/50	1

Table 2 地盤の諸元  
(Specifications of Ground)

豊浦砂	値
土粒子密度	2.64g/cm <sup>3</sup>
平均粒径	0.162mm
乾燥密度	1.60g/cm <sup>3</sup>
最大密度	1.645g/cm <sup>3</sup>
最小密度	1.335g/cm <sup>3</sup>
相対密度	90%
内部摩擦角	43°

Table 3 模型の諸元  
(Specifications of Model)

上部模型		遠心(50g場)	実物(1g場)	地下模型		遠心(50g場)	実物(1g場)
長さ	126mm		6.3m	長さ	200mm		10.0m
幅	119mm		5.95m	幅	129mm		6.45m
高さ	246mm		12.3m	高さ	114mm		5.7m
質量(上)	4.2kg		445ton <sup>*1</sup>	質量	5.5kg		674ton <sup>*1</sup>
質量(下)	4.5kg		504ton <sup>*1</sup>	摩擦係数	0.58		0.58

\*1: 高さによる遠心加速度の違いを補正(地下部底面位置を50g)

杭模型	遠心(50g場)	実物(1g場)
長さ	144mm	7.2m
直径	16mm	0.8m
厚さ	1mm	50mm
質量	40g	5ton

基準にしているため、それより浅部では50gより小さくなっている。1g場換算した質量はそれを反映した値である。

実験では、建物模型の水平・鉛直加速度、水平・鉛直変位、地盤の水平・鉛直加速度、杭の軸ひずみ(一部曲げひずみとして測定、16mm間隔)と共に、地下底面の土圧・加振方向の水平摩擦抵抗、地下前後面(Fig.1の左側が後面、右側が前面)の土圧・鉛直摩擦抵抗、側面の土圧・水平摩擦抵抗を、

Table 4 実験ケースの一覧  
(List of Test Cases)

実験 No.	実験 ケース <sup>*1</sup>	相対密度 (%)		杭 本数 (本)	杭 荷重 分担 (%)	入力波 名称	1g場換算 最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )
		支持 地盤	周辺 地盤				
①	PR_E_SF	90	93	3	74	告示 八戸 EW 位相	0.3, 0.9, 3.9
②	PR_U_SF	92	-		57		0.2, 1.0, 3.7
③	PR_E_F	90	93		70		0.2, 0.9, 4.0
④	PR_U_F	92	-	6	74	告示 八戸 EW 位相	0.2, 1.1, 3.8
⑤	P_E_SF	90	94		100		0.4, 0.7, 2.6, 4.0
⑥	P_U_SF	90	-		100		0.3, 0.9, 3.0, 4.2

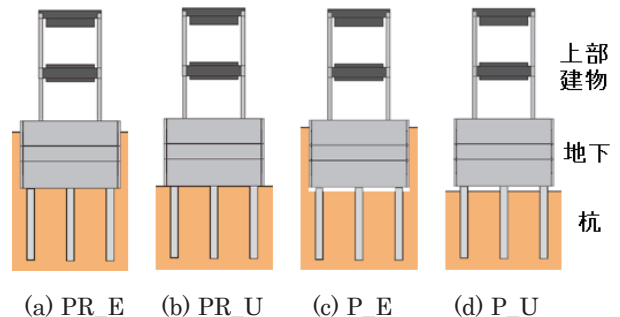
\*1) 基礎形式\_埋込み有無\_上部建物有無

基礎形式 PR: パイルド・ラフト基礎

P: 杭基礎

埋込み有無 E: 有, U: 無

上部建物有無 SF: 有, F: 無



(a) PR\_E (b) PR\_U (c) P\_E (d) P\_U

Fig.2 実験ケース(上部建物有)  
(Test Cases with Superstructure)

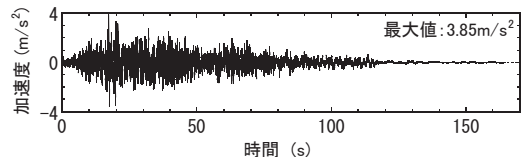


Fig.3 振動台入力加速度時刻歴  
(Input Acceleration Time History on the Shaking Table)

底面は3点(左面, 中面, 右面), 前後面と側面は3深度(上段, 中層, 下段)で測定した。

実験ケースはTable 4とFig.2に示すようにパイルド・ラフト基礎(PR基礎, 杭3本)と杭基礎(杭6本)で埋込みの有無, パイルド・ラフト基礎に関しては上部建物の有無の計6ケースである。パイルド・ラフト基礎は、杭の負担荷重を減らすため、杭3本としている。

各モデルの加振前(初期)における杭の荷重分担率は、遠心加速度を1gから50gに増加させた際の杭軸力から算出した。入力波はFig.3に示す告示波(八戸EW位相)で、最大加速度をTable 4に示した4レベル(微小(L0), レベル1相当(L1), レベル1.5相当(L1.5, 杭基礎のみ), レベル2相当(L2))に調整した。なお、実験結果は全て1g場に換算して

示している。

全ケースの建物地下底面高さにおける、埋込み有の周辺地盤の上載圧 (89.5kN/m<sup>2</sup>) を基準とした建物直下地盤並びに周辺地盤の平均上載圧比を Fig. 4 に示す。埋込み無の周辺地盤並びに杭基礎の直下地盤の上載圧は零である。埋込み有の周辺地盤に比べて直下地盤の上載圧は、上部建物が有る PR\_E\_SF では 72%, PR\_U\_SF では 119%であるが、上部建物がない PR\_E\_F では 34%, PR\_U\_F では 30%と、モデル毎にかなり異なっており、杭応力に影響していると推測される。

### III. 建物応答

PR 基礎, 建物有, 埋込み有のケース PR\_E\_SF の L2 加振 80 秒間の水平加速度時刻歴を Fig. 5 に示す。地表 (GL) で増幅されているが地下底部 (BF) ではあまり大きくならず、建物屋上 (RF) でかなり増幅されていることが分かる。

L0 加振の振動台入力に対する建物有モデルでは建物屋上 (RF), 建物無モデルでは 1 階 (1F) と地表 (GL) のフーリエスペクトル比を Fig. 6 に示す。建物有ケースの建物連成系の卓越一次振動数は、埋込み (周辺) 地盤の影響で拘束効果が増すため埋込み無ケースに比べて高くなり、地表の卓越一次 (建物の卓越二次) 振動数は、層厚が増すため逆に低くなっ

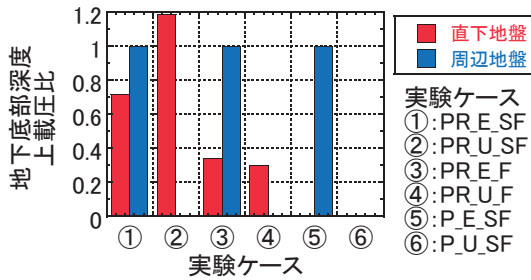


Fig.4 地下底部深度における平均上載圧

(Average Overburden Pressure Ratio at Bottom of Structure in All Cases)

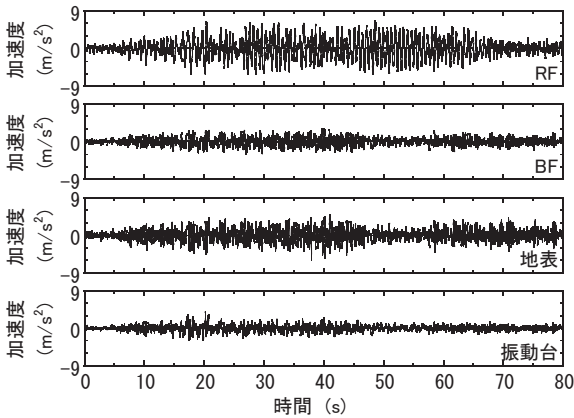


Fig.5 水平加速度時刻歴の例 (PR\_E\_SF, L2 加振)  
(Example of Horizontal Acceleration Time Histories during L2 Shaking in Case PR\_E\_SF)

ていることが確認できる。建物の卓越一次振動数時の応答倍率は 25~35 倍程度で、モデルによる有意な差は認められない。一方、建物無ケースでは、建物有ケースの卓越二次 (地盤の一次) 振動数付近にピークが確認できる。

PR 基礎, 埋込み有, 建物有のケース PR\_E\_SF と建物無のケース PR\_E\_F の振動台入力に対する建物屋上 (RF) 並びに 1 階 (1F) のフーリエスペクトル比を、3 加振レベルで比較して Fig. 7 に示す。入力加速度の増加で卓越振動数と応答倍率が低下する一般的な傾向が明らかで、特に上部建物がない PR\_E\_F の L2 加振では応答倍率がかなり小さくなっていることが分かる。

L1, L2 加振の建物と地盤の最大水平加速度分布を Fig. 8 に示す。Fig. 8 は、PR 基礎の建物有と無, 杭基礎に分け、埋込みの有無で色分けして示している。振動台最大入力加速度が一定にならなかった影響で比較が難しい面もあるが、いずれのケースも周辺地盤の地表で増幅し、埋込み無ケースでは基

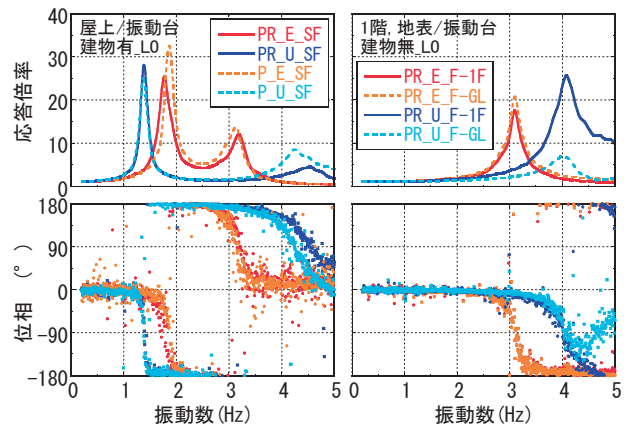


Fig.6 フーリエスペクトル比 (L0 加振)  
(Fourier Spectrum Ratios during L0 Shaking)

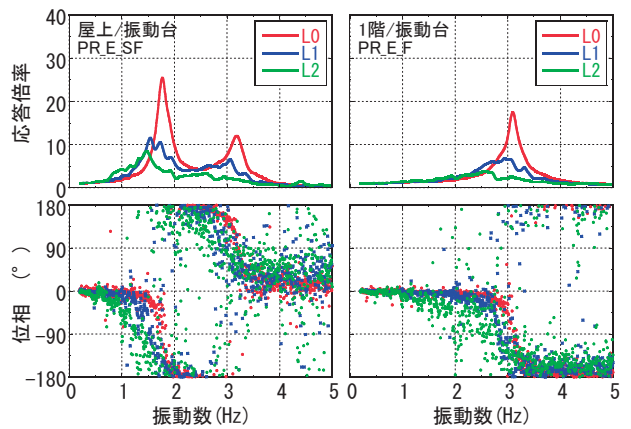
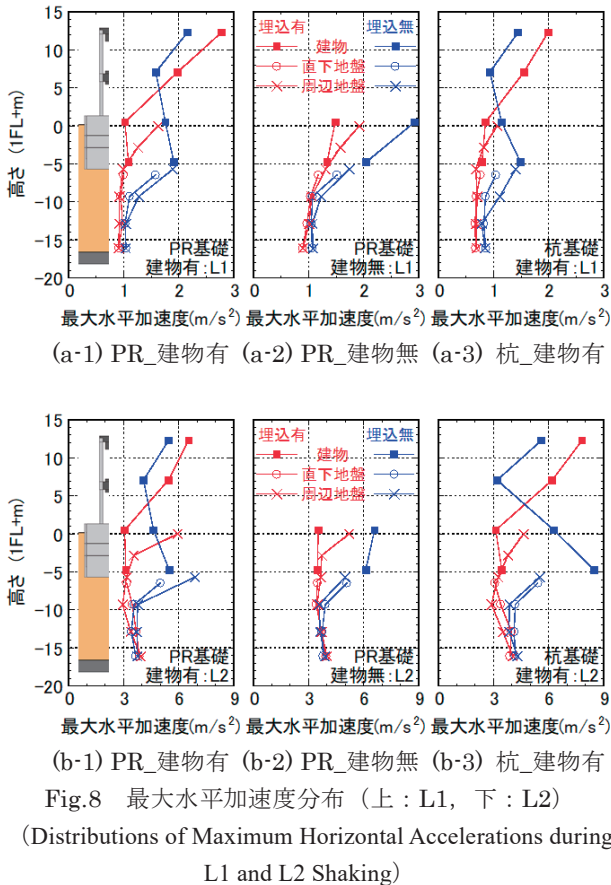


Fig.7 フーリエスペクトル比 (PR\_E\_SF, PR\_E\_F, L0~L2 加振)  
(Fourier Spectrum Ratios during L0, L1 and L2 Shaking in Cases PR\_E\_SF and PR\_E\_F)



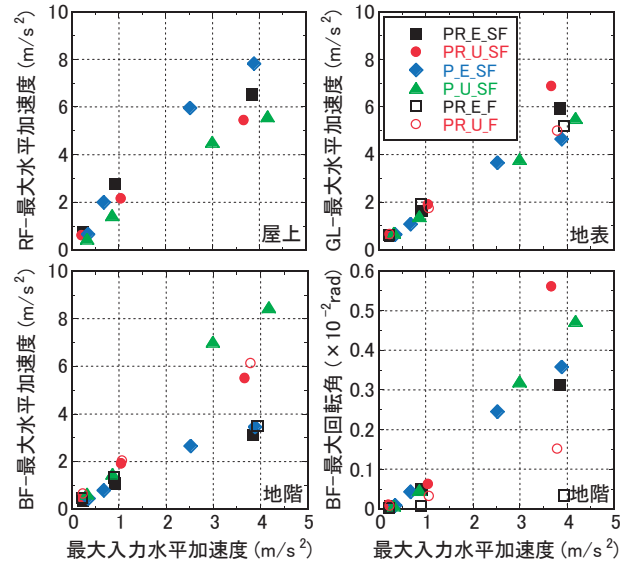
礎直下地盤と共に地階 (BF) の最大加速度がかなり大きくなっていることが分かる。一方、埋込み有ケースでは地下 (1F, BF) の増幅は抑えられるが、逆に屋上 (RF) で大きく増幅していることが分かる。L1 と L2 加振で分布形に大きな違いは認められないが、L2 加振で埋込みの無い杭基礎の地階 (BF) の増幅がかなり目立つ結果となっている。

最大入力水平加速度に対する建物屋上 (RF)、地階 (BF)、地盤地表 (GL) の最大水平加速度、並びに地下底部 (BF) の最大回転角の関係を Fig. 9 に示す。屋上の最大加速度は、埋込み有が無に比べてやや大きくなるが、地階では逆にかなり小さくなる傾向が認められる。一方、周辺地盤地表の応答は、L2 加振ではばらつきが大きくなっているものの、埋込みの有無の影響をあまり受けていない。また、地下の最大回転角は、埋込み無しの PR 基礎が最も大きく、PR 基礎で上部建物無の場合が最も小さくなっている。

#### IV. 杭応答

##### 1. 曲げモーメント

L1, L2 加振全ケースの杭頭曲げモーメント  $M$  の時刻歴の 10 秒間を、3 本の杭で色分けして Fig. 10 に示す。左杭 (青線, 1 は杭頭), 中杭 (赤線), 右杭 (緑線) の順に重ね書いているので、3 本の時刻歴が重なった場合には、緑線のみが



見えることになる。PR 基礎で建物が無い場合の 4 ケースの 3 本杭は、いずれも位相が一致して緑線が目立ち、中杭の振幅が左杭や右杭に比べて小さい傾向が認められる。一方、PR 基礎の建物有や杭基礎の建物有、埋込み有では、中杭と左杭 (右杭) の位相がややずれるとともに、中杭の振幅が大きくなっている部分が目立っている。特に、PR 基礎の建物有、埋込み有と無の L1 加振と、杭基礎、建物有、埋込み有の L1 加振では振幅が顕著に大きくなっていることが確認できる。

L1, L2 加振全ケースの最大曲げモーメント分布 (杭 1 本あたり、正負別) を Fig. 11 に示す。プロットの色は Fig. 10 と同じである。なお、一部に欠測データが有る。全体的な傾向として、埋込み有の地中部曲げモーメントは埋込み無に比べて小さい傾向が認められる。また、L1 加振の杭頭曲げモーメントは 3 本の杭で異なる傾向があるものの、地中部では優位な差が認められない。また、同じ建物有でありながら杭基礎が 6 本の杭、PR 基礎が 3 本の杭で支持されていることを考慮すると、PR 基礎の方が杭の曲げモーメントが小さくなる傾向が認められる。

杭基礎、埋込み無、建物有、L2 加振の P\_U\_SF\_L2 の地中部正側では、右杭 (緑), 中杭 (赤), 左杭 (青) の順番で、負側ではその逆の順番で曲げモーメントが大きくなっている。また、杭頭は地中部と逆転する傾向が認められる。これは、通常の杭基礎の群杭効果<sup>5), 6)</sup>の影響が明瞭に現れているものと判断される。この傾向は L1 加振でも認められるが、あまり明瞭ではない。また、杭基礎の埋込み有、L2 加振でも、左杭と右杭の大小関係に群杭効果の影響が認められる。しかし、中杭は左杭・右杭よりやや大きくなって群杭効果と異な



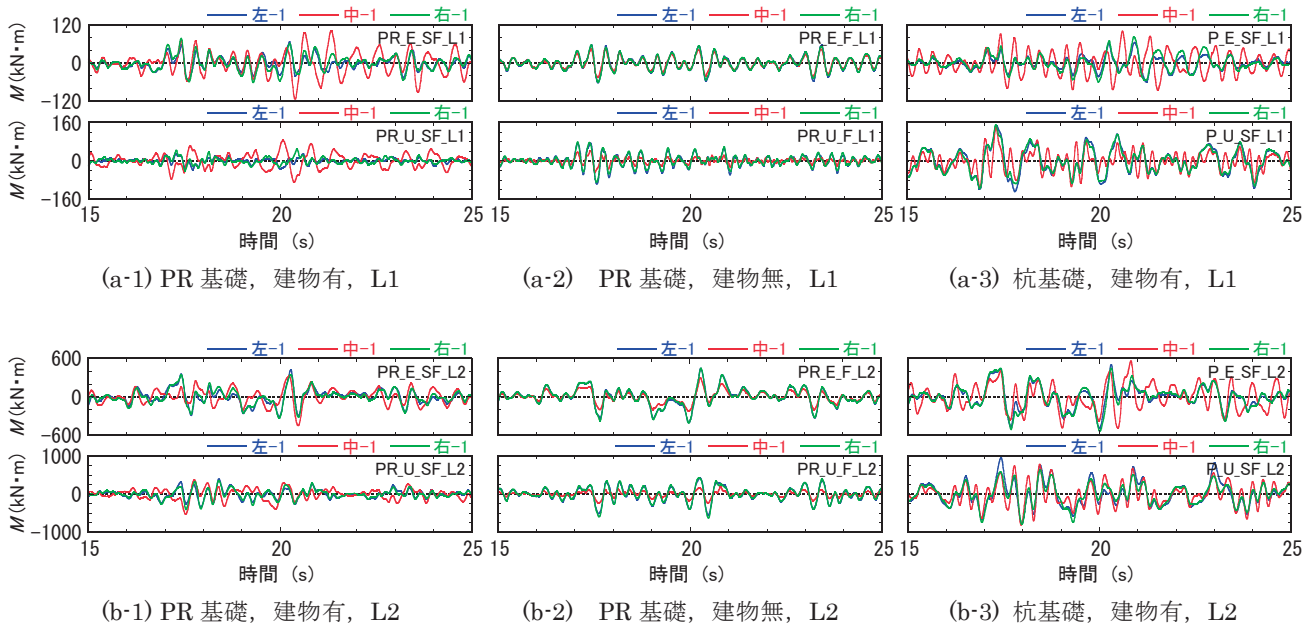


Fig.10 杭頭の曲げモーメント時刻歴 (全ケース, L1,L2 加振)

(Bending Moment Time Histories during L1, L2 Shaking in All Cases)

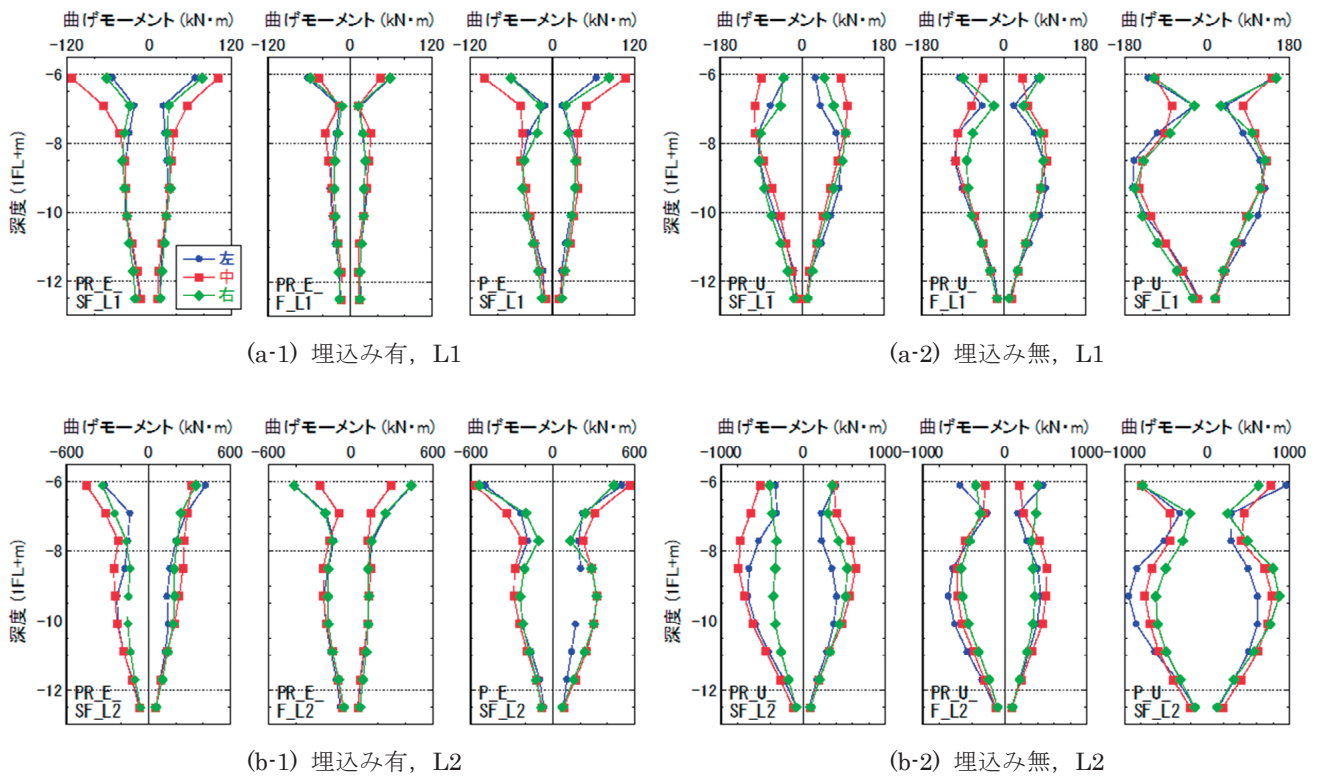


Fig.11 最大曲げモーメント分布 (全ケース, L1,L2 加振)

(Distributions of Maximum Bending Moment during L1, L2 Shaking in All Cases)

る現象が生じていると判断される。

PR基礎, 建物有は, 4ケース共に中杭の曲げモーメントが大きくなる傾向が顕著であるが, PR基礎, 建物無では, 杭頭では中杭だけが小さくなる傾向を示し, ここでも群杭効果と異なる現象が生じていると判断される。

中杭の杭頭部曲げモーメントが左杭・右杭より大きくなっているのは, Fig.10と同様でPR基礎, 建物有の4ケースと, 杭基礎, 建物有, 埋込み有のケースである。これらに共通しているのは, PR基礎底面地盤並びに周辺地盤の上載圧が杭周囲の地盤に加わっているケースであり, 地盤の上載圧が杭の

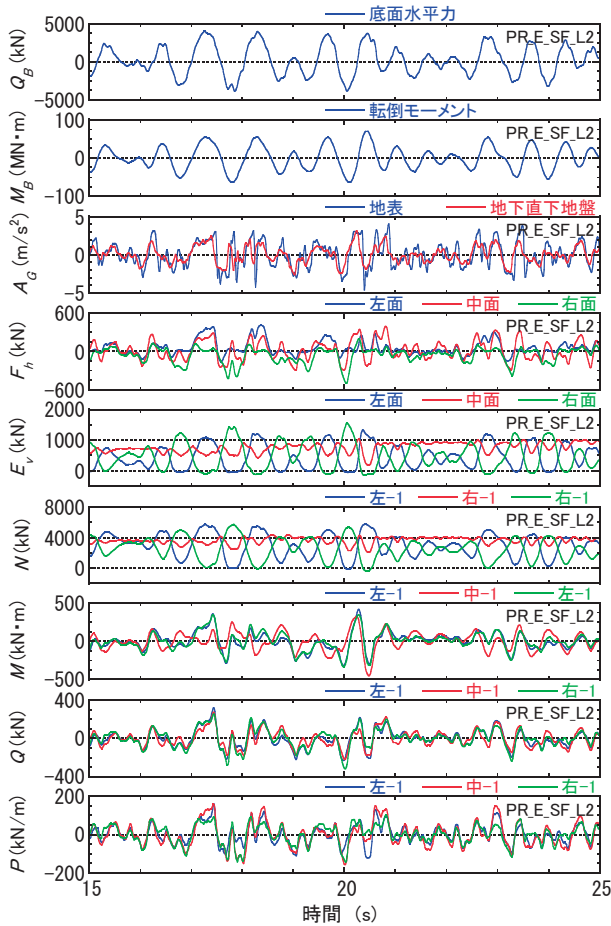


Fig.12 杭及び地下底面の各種時刻歴  
(PR 基礎, 埋込み有, PR\_E\_SF\_L2)  
(Various Time Histories during L2 Shaking in Case  
PR\_E\_SF)

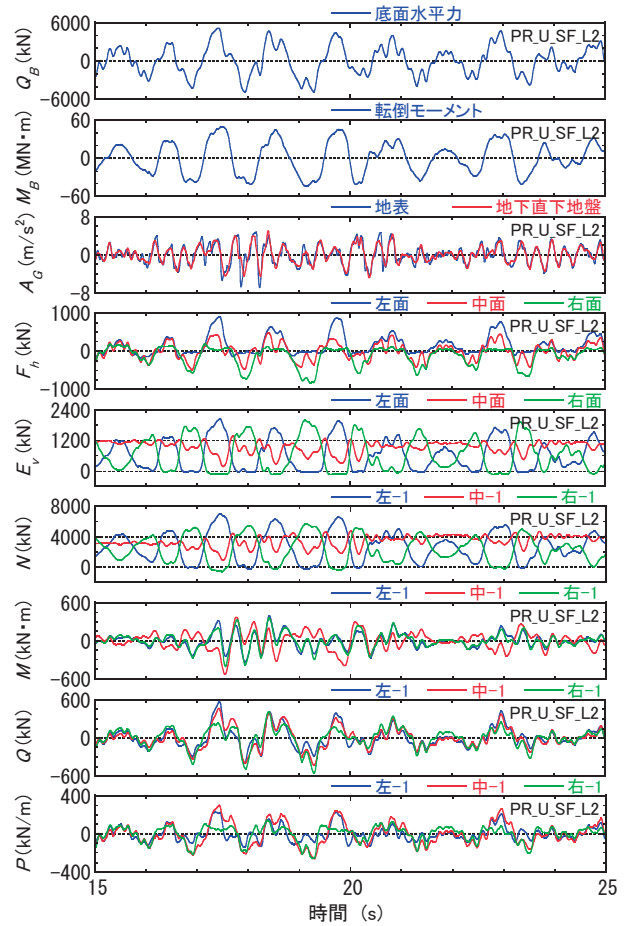


Fig.13 杭及び地下底面の各種時刻歴  
(PR 基礎, 埋込み無, PR\_U\_SF\_L2)  
(Various Time Histories during L2 Shaking in Case  
PR\_U\_SF)

曲げモーメントや地盤反力に影響を与えている可能性が示唆される。

## 2. 各種時刻歴

上載圧の影響を検討するため、建物加速度と質量から算出した基礎底面位置の水平力  $Q_B$ 、転倒モーメント  $M_B$ 、地表及び地下直下地盤の加速度  $A_G$ 、PR 基礎底面で測定している水平摩擦力  $F_h$ 、鉛直土圧  $E_v$  と共に、3本の杭の杭頭軸力  $N$ 、杭頭曲げモーメント  $M$ 、曲げモーメントを深さ方向に1階差分した杭頭せん断力  $Q$ 、2階差分した地盤反力  $P$  の時刻歴波形の主要動付近の10秒間を、PR 基礎、建物有、L2加振の建物有無 (PR\_E\_SF\_L2, PR\_U\_SF\_L2) に関して Fig. 12, 13 に示す。なお、鉛直土圧  $E_v$ 、並びに杭頭軸力  $N$  には自重の影響が含まれている。

Fig. 12 に示した埋込み有のケースでは、杭頭曲げモーメント  $M$  (Fig. 10 と同じ) は、中杭 (赤) の振幅が大きくなる時刻と左杭 (青)、右杭 (緑) の振幅が大きくなる時刻が混在しているが、杭頭せん断力  $Q$  ではやや中杭 (赤) の振幅が小さめで、左杭 (青) や右杭 (緑) の振幅が最も大きくなる時刻

が多い。しかし、地盤反力  $P$  で見ると中杭 (赤) の振幅が大きくなる時刻が多いことが分かる。一方、Fig. 13 に示した埋込み無のケースでも傾向は似ているものの、せん断力や地盤反力では長周期の成分が目立っている。

鉛直土圧  $E_v$  は、左面 (青) と右面 (緑) で交互にほぼ零となり、浮きあがりが生じていることが確認できる。杭頭軸力  $N$  にも浮上りの兆候が確認できる。また、両者は正弦波的にほぼ一定の周期で応答しているが、その他の時刻歴には短周期の時刻歴が重なっていることが分かる。この長周期成分は建物底面の水平力  $Q_B$  や転倒モーメント  $M_B$  の周期と一致し、短周期成分は周辺地盤地表の応答加速度  $A_G$  の周期と一致しているように見える。

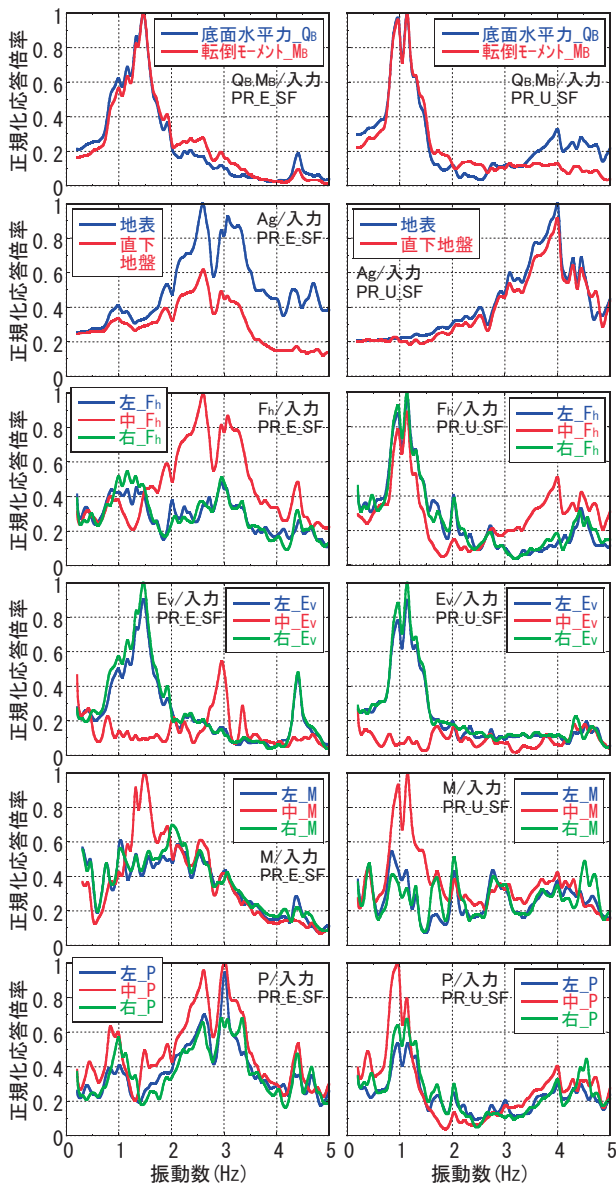
## 3. 周期特性

そこで、底面水平力  $Q_B$ 、転倒モーメント  $M_B$ 、地表及び地下直下地盤の加速度  $A_G$ 、PR 基礎底面で測定している水平摩擦力  $F_h$ 、鉛直土圧  $E_v$  と共に、杭の杭頭曲げモーメント  $M$ 、地盤反力  $P$  の、振動台入力加速度に対するフーリエスペクトル比を Fig. 14 に示す。なお、スペクトル比の分子と分母の物

理量が異なるため、それぞれの図の最大値で正規化して示している。また、杭頭軸力  $N$  は加振前の初期分を除いて算出している。

Fig. 14(a) に示した埋込み有のケースでは、建物の水平応答に依存して生じる基礎底面位置の水平力  $Q_B$  やロッキング応答に依存して生じる転倒モーメント  $M_B$  は 1.5Hz 付近に、地盤の応答加速度  $A_G$  は 2.6Hz と 3.1Hz 付近（両者合わせて 3.0Hz 付近）に卓越 1 次のピークがあると判断される。一方、Fig. 14(b) に示した埋込み無のケースでは、それぞれ 1.0Hz と 4.0Hz 付近あると判断される。

水平摩擦力  $F_h$  は、埋込み有ケースでは中面（赤）が明らか



(a) 埋込み有 PR\_E\_SF (b) 埋込み無 PR\_U\_SF

Fig.14 正規化フーリエスペクトル比の比較  
(PR 基礎, L2 加振)

(Various Normalized Fourier Spectrum Ratios during L2 Shaking in Cases PR\_E\_SF and PR\_U\_SF)

に  $A_G$  に、左面（青）と右面（緑）はピークが低いもののやや  $Q_B$  に依存している。一方、埋込み無ケースではいずれの位置も  $Q_B$  に依存している。鉛直土圧  $E_v$  は、中面（赤）が小さいものの左面（青）と右面（緑）は明らかに  $M_B$  に依存している。杭の曲げモーメントは、中杭（赤）では  $Q_B$  に依存している部分が多いと判断されるが  $A_G$  に依存している成分もある。また、地盤反力は 3 本の杭でほぼ揃い、埋込み有ケースでは  $A_G$  に、埋込み無ケースでは  $Q_B$  に依存している部分が多いと判断される。

このように、PR 基礎の杭応力は、設計上扱う外力となる杭頭慣性力に依存する成分と、地盤変位に依存する成分が別々に生じて重なり合っていると判断される。両者は周期が異なった応答を示しているため、合成された応答は複雑で杭応力の大小関係も複雑になっていると判断される。

#### 4. 杭応力最大値

PR 基礎の建物有、並びに杭基礎の建物有ケースに関して、最大入力加速度に対する 3 本の杭の最大曲げモーメント、最大せん断力、最大地盤反力の関係を Fig. 15 に示す。縦軸は、深さや正負に依らない全体の最大値を示している。

杭基礎に比べて PR 基礎の最大曲げモーメント、最大せん断力、最大地盤反力は小さくなる傾向が認められる。また、中杭（赤）の最大曲げモーメントが左杭（青）、右杭（緑）に比べて明らかに大きくなるのは、PR 基礎の L2 加振、並びに埋込み有の杭基礎であり、その他は概ね群杭効果に従って左杭（青）、右杭（緑）が中杭（赤）より大きくなる傾向が認められる。せん断力や地盤反力では、中杭（赤）が最も大きくなるケースはさらに限られている。今後、解析的な検討を加えて更なる現象把握を進める予定である。

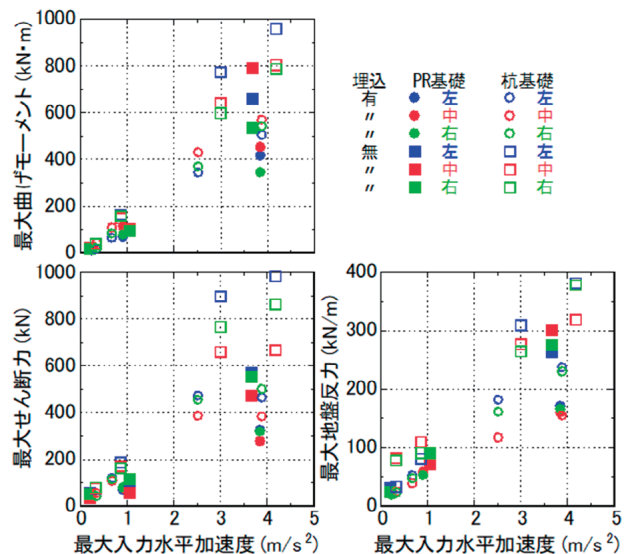


Fig.15 入力に対する最大杭応力の関係

(Relationships between Maximum Pile Stresses and Maximum Input Horizontal Acceleration)

## V. おわりに

埋込み深さと上部構造物の有無が異なるパイルド・ラフト基礎、並びに杭基礎建物模型を対象とした遠心振動台実験を実施し、建物応答と杭応力について報告した。得られた知見は以下のとおりである。

- ① 杭基礎に比べパイルド・ラフト基礎の建物頂部応答は小さくなる傾向が確認できる。
  - ② 杭基礎に比べパイルド・ラフト基礎の杭応力（曲げモーメント、せん断力、地盤反力）最大値は小さくなる傾向が確認できる。
  - ③ 杭位置による杭応力の違いは、周期の異なる建物応答と地盤応答に依存する成分が重なり合っているためと判断される。
  - ④ L2 加振の底面土圧から浮上りが生じていることが確認できる。
- 今後、解析的な検討を加えて更なる現象把握を進める予定である。

## 参考文献

- 1) 鈴木康嗣ほか；地下室など埋込みを有する直接基礎建物の遠心振動台実験に基づく動的応答，鹿島技術研究所年報，第69号，2021.12，pp.58-65.
- 2) 真野英之ほか；水平力を受けるパイルドラフト基礎の遠心模型実験(その1～2)，日本建築学会大会学術講演梗概集(構造I)，2002.8，pp.661-664.
- 3) 濱田純次ほか；パイルド・ラフト基礎の地震時水平抵抗に関する研究，竹中技術研究報告，No.66，2010，pp.43-59.
- 4) 柏尚稔ほか；遠心場振動実験における杭基礎建物の埋込み部の地震応答と水平抵抗，日本建築学会大会学術講演梗概集(構造I)，2017.8，pp.397-398.
- 5) 鈴木康嗣ほか；模型水平載荷試験による群杭の地盤反力～変位関係，日本建築学会構造系論文集，第507号，2013.8，pp.115-122.
- 6) 日本建築学会；建築基礎構造設計指針，2019.

## Dynamic Pile Response of Pile Foundation and Piled Raft Foundation Building with Embedded Basement

*Yasutsugu Suzuki, Takahiko Hidekawa<sup>1)</sup>, Naohito Adachi, Kenji Iwamoto, Hajime Hagiwara, Yohji Utsumi, Yuhji Sako<sup>2)</sup>, Kohji Koyamada<sup>1)</sup> and Hiroyuki Doai<sup>1)</sup>*

There are few experimental approaches focusing on the seismic response of piled-raft foundations with embedded basements, and many points have not been clarified. In this report, we conducted centrifugal shaking table tests using piled-raft foundation models and pile foundation models with the embedding depth in the ground and the weight of the upper building as parameters and investigated the effect of the embedding depth on the seismic stress of piles. The effect of building weight was examined. As a result, it was clarified that the seismic stress of a pile is reduced by the effect of the piled-raft foundation and the effect of the embedding of the pile foundation. In addition, a group-pile effect confirmed in a static loading test was recognized for a pile foundation without an embedded basement, but for a pile foundation with an embedded basement and a piled-raft foundation with or without an embedded basement, it was clarified that the pile stress of the middle pile may be larger than that of the end pile because the influence of the overturning moment and the influence of the ground response overlap.