

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

Dynamic Response of Spread Foundation Building with Embedded Basement on Centrifuge Shaking Table Test

鈴木康嗣 秀川貴彦¹⁾ 安達直人
 岩本賢治 萩原一 内海耀司
 酒向裕司²⁾ 古山田耕司¹⁾ 土合博之¹⁾

要 約

地震時における地下埋込み部周面や底面に作用する土圧や摩擦抵抗は、実験的なアプローチが少なく不明な点が多い。本報告では、埋込み深さをパラメータとした地下室を有する建物模型の遠心振動台実験を実施し、建物の動的応答に及ぼす埋込み深さの影響を評価するとともに、地下室前後面、側面、及び底面に働く土圧や摩擦抵抗と水平変位の関係、並びにそれらから評価した抵抗モーメントと回転角の関係について検討した。その結果、埋込みが深いほど地下室の水平変位や回転角は小さくなるが、建物頂部加速度は逆に大きくなり埋込み深さの影響で建物応答が異なること、前後面土圧と相対変位の関係は、建築基礎構造設計指針の設計式の極限をクーロン受働土圧とした場合と概ね整合することなどが明らかになった。

目 次

- I. はじめに
- II. 遠心振動台実験
- III. 建物応答
- IV. 地下部の土圧・摩擦抵抗
- V. おわりに

I. はじめに

地下室などの埋込みを有する建物の地震時挙動を高い精度で評価するには、埋込み部の土圧・摩擦抵抗を適切に評価した動的相互作用モデルによる検討が重要である。しかし、既往研究において埋込み部の動的応答に着目した実験的なアプローチ^{1)~6)}は少ない。地震時の水平力に対しては、地下部底面の摩擦抵抗、前後面土圧抵抗や側面摩擦抵抗が、回転抵抗に対しては、底面土圧抵抗や前後面摩擦抵抗が主な抵抗要素と考えられるが、それらを個別に扱った実験はあるものの、全ての土圧・摩擦抵抗を同時に測定した実験は見当たらず、建物の動的応答に及ぼす土圧・摩擦抵抗の影響は明らかにされていないのが現状である。また、地下部の土圧・摩擦抵抗は、地盤の非線形性の影響を強く受けるため、実験的な研究が重要であると判断される。

そこで本報告では、埋込み深さをパラメータとし、地下室周面や底面の土圧・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・摩擦抵抗に関して検討した結果を報告する。

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、50g 場における相似則を Table 1 に、実験に用いた地盤と建物模型の諸元を 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、その上に建物模型を設置した後、埋込み部の地盤を同様に作製した。建物模型は上部(RF+2F)と地下部(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、地下部は剛体とした。地下部の周面と底面には紙やすりを貼り付けており、1g 場で実施した摩擦試験から摩擦係数 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、それを反映した値となっている。

実験では、建物模型の水平・鉛直加速度、水平・鉛直変位、

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 : 直接基礎, 埋込み効果, 土圧, 摩擦力, 動的応答, 遠心振動台実験

Keywords : spread foundation, embedded effect, earth pressure, friction force, dynamic response, centrifuge shaking table test

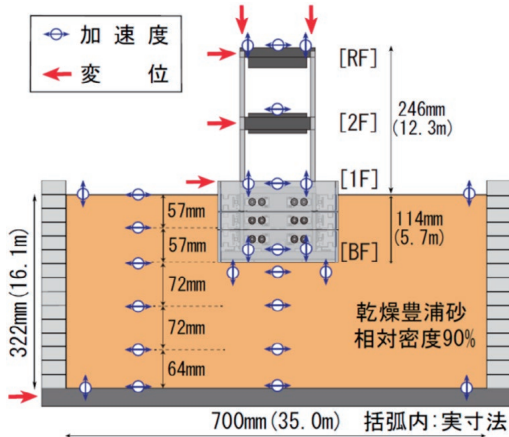


Fig.1 実験モデルと計測装置の配置
(Test Model and Arrangement of Measuring Devices)

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 ³	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 ³
平均粒径	0.162mm
乾燥密度	1.60g/cm ³
最大密度	1.645g/cm ³
最小密度	1.335g/cm ³
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*1	質量	5.5kg	674ton*1
質量(下)	4.5kg	504ton*1	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)

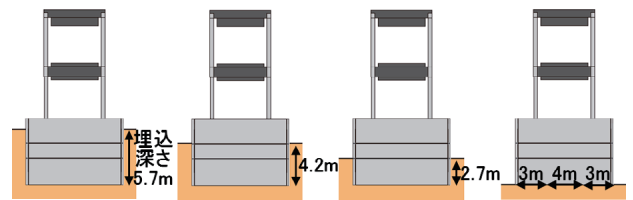
地盤の水平・鉛直加速度と共に、地下部(埋込み部)底面の土圧・加振方向の水平摩擦抵抗、地下部前後面(Fig.1の左側が後面、右側が前面)の土圧・鉛直摩擦抵抗、側面の土圧・水平摩擦抵抗を、2方向ロードセル⁵⁾により底面は加振方向に3分割(後側, 中央, 前側)して、前後面と側面は3深度(上段, 中層, 下段)で測定した。

実験ケースはTable 4とFig.2に示す埋込み深さを変えた直接基礎モデル4ケースである。Fig.2には底面の分割幅を併記している。各モデルの加振前(初期)における鉛直荷重分担率は、遠心加速度を1gから50gに増加させた際の土圧・摩擦係数より算出した。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3レベル(微小

Table 4 実験ケースの一覧
(List of Test Cases)

実験ケース*1	埋込深さ(m)	相対密度(%)		底面荷重分担(%)	側面荷重分担(%)	入力波	
		支持地盤	周辺地盤			名称	1g場換算最大加速度(m/s ²)
R_E3	5.7	91	89	96	4	告示八戸EW位相	0.2, 0.8, 3.7
R_E2	4.2	92	92	95	5		0.2, 0.8, 3.3
R_E1	2.7	92	91	97	3		0.2, 1.0, 4.0
R_E0	0	92	-	100	-		0.2, 1.0, 3.6

*1) 基礎形式_埋込み有無
基礎形式 R: 直接基礎(上部建物有)
埋込み有無 E3~E0: 埋込み深さ



(a) R_E3 (b) R_E2 (c) R_E1 (d) R_E0

Fig.2 実験ケースと埋込み深さ
(Test Cases and Embedded depth)

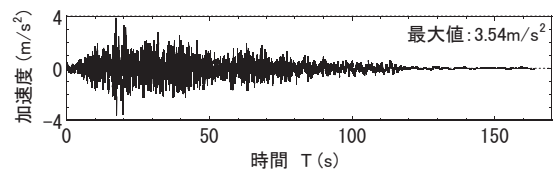


Fig.3 振動台入力加速度時刻歴

(Input Acceleration Time History on the Shaking Table)

(L0), レベル1相当(L1), 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。

III. 建物応答

埋込みが最も深いR_E3のL2加振80秒間の水平加速度時刻歴をFig.4に示す。建物屋上(RF)と地表(GL)で水平加速度が大きくなっていることが分かる。

全ケースのL0加振の振動台入力に対する建物屋上(RF)と周辺地盤地表(GL)のフーリエスペクトル比をFig.5に示す。建物連成系の卓越一次振動数は、埋込み深さの増加に従って拘束効果が増すため増大し、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下し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20~25倍程度で、モデルによる有意な差はないと判断される。

埋込みが最も深いR_E3と埋込みが無いR_E0の振動台入力に対する建物屋上(RF)のフーリエスペクトル比を、3加振レベルで比較してFig.6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ある。

L2加振の建物と地盤の最大水平加速度分布をFig.7に示

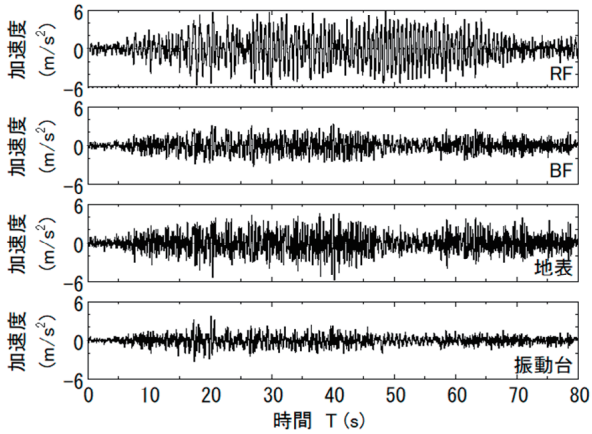


Fig.4 水平加速度時刻歴の例 (R_E3, L2 加振)
(Example of Horizontal Acceleration Time Histories during L2 Shaking in Case R_E3)

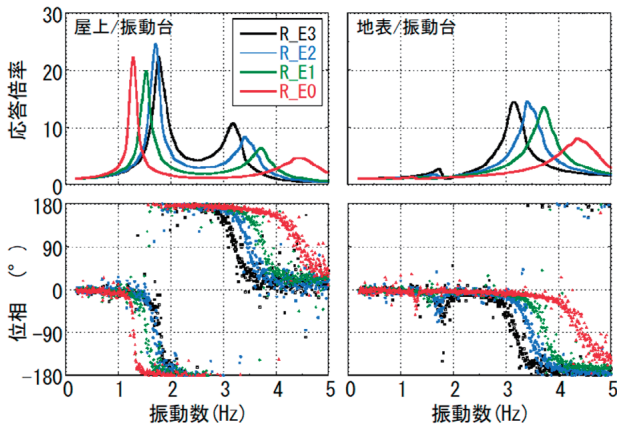


Fig.5 フーリエスペクトル比 (L0 加振)
(Fourier Spectrum Ratios during L0 Shaking)

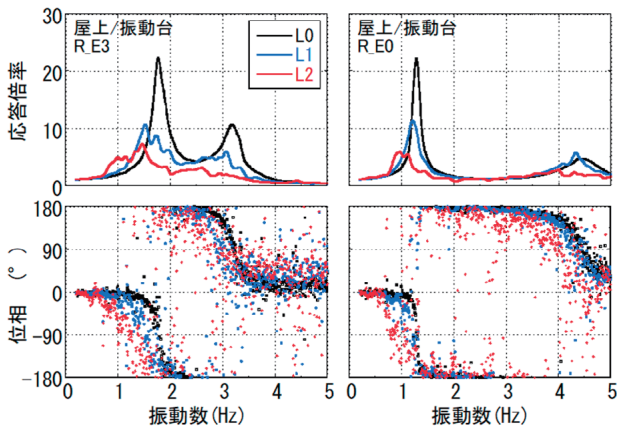


Fig.6 フーリエスペクトル比 (L0~L2 加振)
(Fourier Spectrum Ratios during L0, L1 and L2 Shaking)

す。振動台の最大入力加速度が一定にならなかった影響があるが、いずれの周辺地盤も地表で増幅し、地下部直下地盤の最大加速度は、埋込みが浅いほど大きくなる傾向が認められる。また、この順番に地下底部の最大加速度が並んでいるが、

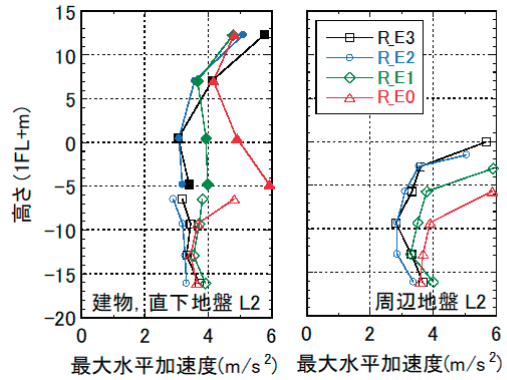


Fig.7 最大水平加速度分布 (L2 加振)
(Distributions of Maximum Horizontal Accelerations during L2 Shaking)

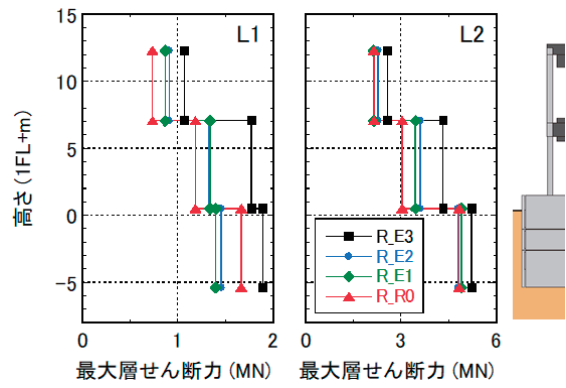


Fig.8 最大層せん断力分布 (L1, L2 加振)
(Distributions of Maximum Story Shear Forces during L1 and L2 Shaking)

埋込み深さにより建物の応答特性が変わるため、建物屋上では埋込みが深いほど最大加速度が逆に大きくなる傾向が認められる。

建物模型の質量と応答加速度から算出した、L1, L2 加振の最大層せん断力分布を Fig. 8 に示す。上部建物では埋込みが深いほど層せん断力が大きくなっているが、L1 加振の地下部では逆転しているケースも認められる。

建物屋上 (RF)、地盤地表 (GL) の最大水平加速度、並びに地下底部と周辺地盤の相対変位、地下底部 (BF) の最大回転角と最大入力水平加速度の関係を Fig. 9 に示す。屋上の最大加速度は、埋込みが深くなるほど大きくなる傾向が認められるが、地表では埋込み深さの影響は小さい。一方、地階の最大相対変位や最大回転角は、埋込みが浅いほど大きくなる傾向が L2 加振で顕著である。

IV. 地下部の土圧・摩擦抵抗

1. 埋込み部に作用する土圧・摩擦抵抗

埋込みが最も深い R_E3 における L2 加振の地下部周面と底面の土圧・摩擦合力について、代表的な 10 秒間の時刻歴を

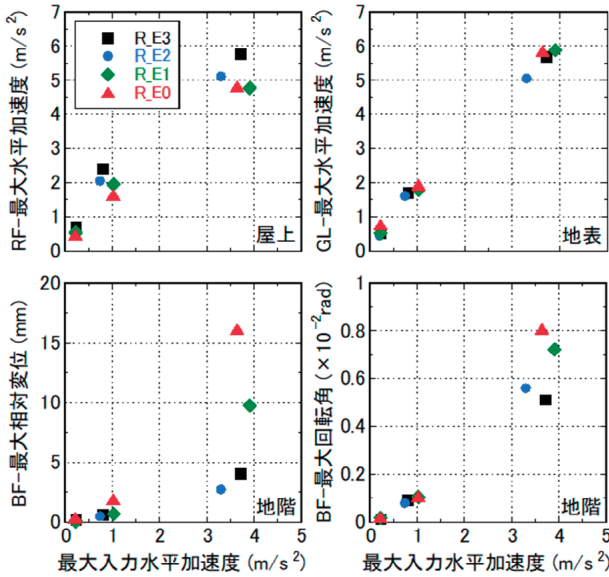


Fig.9 入力に対する最大応答値の関係

(Relationships of Maximum Response Values to Maximum Input Horizontal Acceleration)

Fig. 10 に示す。Fig. 10 には、地下部前面（後面）3 深度の水平土圧合力を青線（赤線）で、側方両面 3 深度、計 6 点の水平摩擦力と底面 3 点の水平摩擦力を黒線で、前面（後面）3 深度の鉛直摩擦力と底面前側（後側）の鉛直土圧合力を青線（赤線）で示している。なお、土圧・摩擦力には加振前の初期値を含んでいる。地下部前後面の水平土圧合力と鉛直摩擦力、並びに底面鉛直土圧合力は、青線同士と赤線同士は同位相であるが青線と赤線が逆位相であり、建物の水平動とロッキング動がほぼ同位相で生じていることが分かる。前後面水平土圧合力には、地震時主働土圧合力と判断される頭打ち傾向が認められ、前後面鉛直摩擦力にも地下部の浮上りに抵抗する側で頭打ちの傾向が認められる。L2 加振では底面鉛直土圧合力の最小値側がほぼ零となっており、浮上りが生じていると判断される。また、黒線で示した側面水平摩擦力には短周期成分が含まれているものの、全面の青線とほぼ同位相である。一方、底面水平摩擦力は短周期成分が卓越して他の時刻歴との関連性は希薄である。これは、底面深度がロッキング動の回転中心に近いと判断される。

2. 前後面土圧抵抗

埋込みが最も深い R_E3 の地下部前後面に作用する水平土圧合力と、地下部と周辺地盤の相対変位の関係を、後面と前面に分けて Fig. 11 に示す。各深さの地下部変位は地下部 1 階と地階の加速度記録を、地盤変位は対象深度の地盤の加速度記録を 2 階積分して求め、各土圧計測中心深度の値を線形補間により評価し、その差から地下部と周辺地盤の相対変位を算出している。図中の黒線、青線、赤線はそれぞれ L0, L1, L2 加振の結果である。地下部と周辺地盤の相対変位の増加に

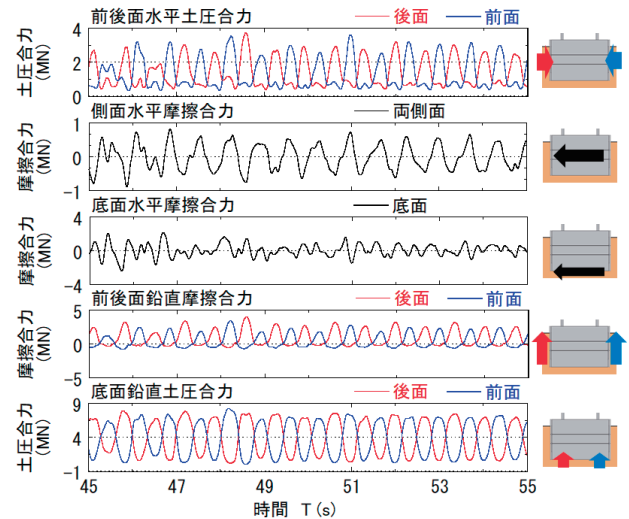


Fig.10 土圧合力・摩擦力の時刻歴例 (R_E3)
(Example of Time Histories of Total Earth Pressure and Total Friction during L2 Shaking in Case R_E3)

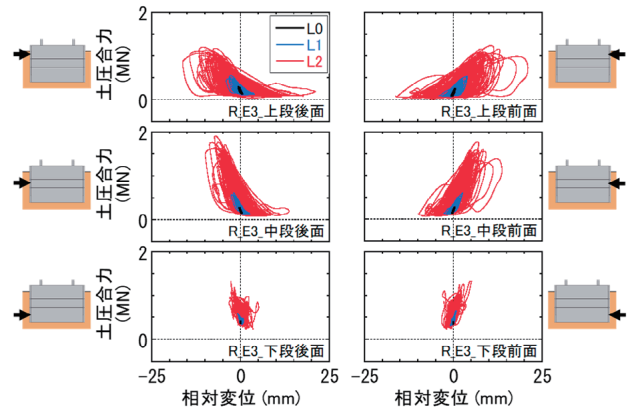


Fig.11 前後面水平土圧合力と相対変位の関係 (R_E3)

(Relationships between Total Horizontal Earth Pressure and Relative Displacement at the Front and Rear Surfaces in Case R_E3)

伴い、主働側では L1 加振時から土圧合力に頭打ちの傾向が認められる。また、受働側では水平土圧が増大し、L2 加振では明らかな三角形の履歴形状を示している。

埋込みが有る R_E3~R_E1 の前後面に作用する水平土圧合力と、地下部と周辺地盤の相対変位の関係を Fig. 12 に示す。水平土圧は加振開始時を零点とした前面と後面の差である。また、文献⁴⁾並びに建築基礎構造設計指針⁷⁾の評価式を併記している。文献⁴⁾はクーロンの、建築基礎構造設計指針⁷⁾はランキンの受働土圧を極限とし、受働土圧に至る相対変位はいずれも根入れ深さの 5%を採用している。前後面土圧合力と相対変位の関係は、いずれも紡錘形に近い履歴特性を示し、各ケースの最も浅い層ほど相対変位が大きい。受働土圧をク

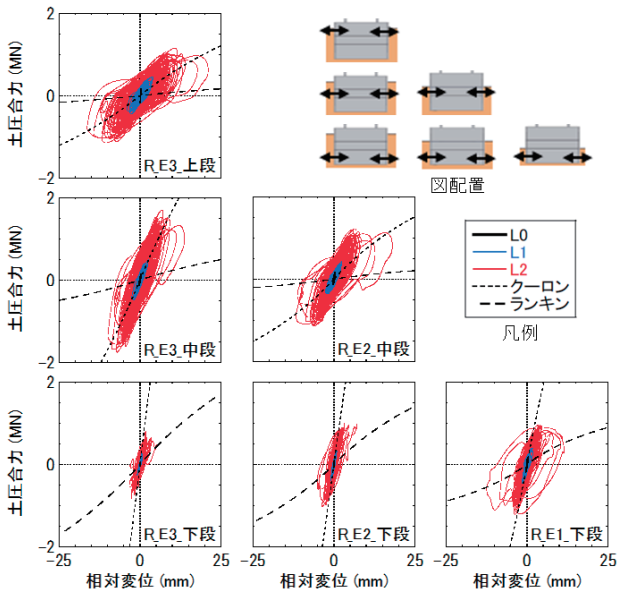


Fig.12 前後面水平土圧合力と相対変位の関係 (R_E3~R_E1)

(Relationships between Total Horizontal Earth Pressure and Relative Displacement at the Front and Rear Surfaces in Cases R_E3, R_E2, and R_E1)

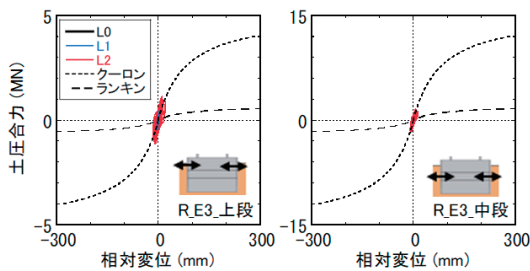


Fig.13 前後面水平土圧合力と相対変位の関係 (R_E3)

(Relationships between Total Horizontal Earth Pressure and Relative Displacement at the Front and Rear Surfaces in Case R_E3)

一ロンとした評価式は、R_E3の上段やR_E2の中段のような浅い層では黒線のL0加振に比べて初期の傾きが小さいが、それ以外の傾きは概ね一致する傾向が認められる。一方、受働土圧をランキンとした評価式は、各深度で明らかに傾きが小さく地震時土圧を過少評価している。

埋込みが最も深いR_E3の上段と中断の前後面水平土圧合力と、地下部と周辺地盤の相対変位の関係を拡大してFig.13に示す。受働土圧に至る相対変位は285mm(埋込み深さ5.7mの5%)と大きいため、今回の実験結果は評価式の初期部分にとどまっていることが分かる。

3. 側面・底面摩擦抵抗

埋込みが有るR_E3~R_E1の地下部側面水平摩擦合力と、

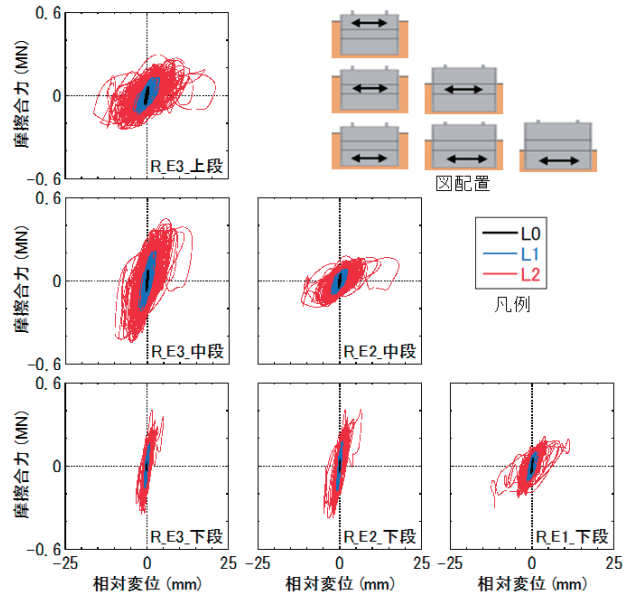


Fig.14 側面水平摩擦合力と相対変位の関係 (R_E3~R_E1)

(Relationships between Total Horizontal Friction and Relative Displacement at the Side Surfaces in Cases R_E3, R_E2 and R_E1)

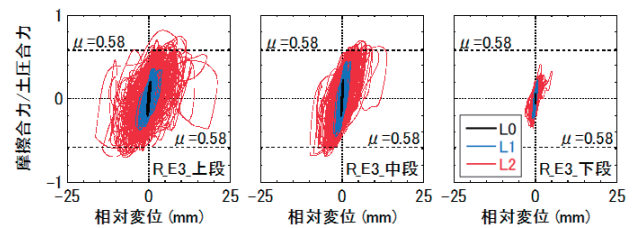


Fig.15 側面摩擦合力/土圧合力と相対変位の関係 (R_E3)

(Relationships between Total Side Friction / Earth Pressure and Relative Displacement in Case R_E3)

地下部と周辺地盤の相対変位の関係を Fig. 14 に示す。L2 加振各ケースの浅部では、摩擦合力に頭打ちの傾向が認められ、滑りが生じていると推測される。埋込みが最も深い R_E3 の地下部側面の水平摩擦合力と土圧合力の比と、地下部と周辺地盤の相対変位の関係を Fig. 15 に示す。上段と中段は摩擦係数 μ (0.58, Table 3 参照) をやや超えている部分があるものの、概ね摩擦係数で滑っていると判断される。

全ケースの地下部底面水平摩擦合力と、地下部底面と周辺地盤の相対変位の関係を Fig. 16 に示す。R_E0~R_E2 では、埋込みが浅いほど地下部と地盤の相対変位が大きくなるとともに、摩擦合力も大きくなる傾向が認められる。一方、R_E2 より埋込みが深い R_E3 は、相対変位も摩擦合力も逆に大きくなっている。これは、R_E3 や R_E2 のロッキング動の回転中心が底面深度付近にあるためと判断され、傾きが逆になっている部分も認められる。

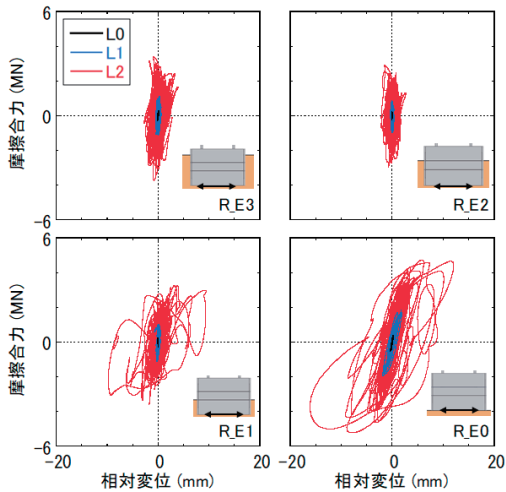


Fig.16 底面水平摩擦合力と相対変位の関係 (全ケース)

(Relationships between Total Friction and Relative Displacement at the Basement Bottom in All Cases)

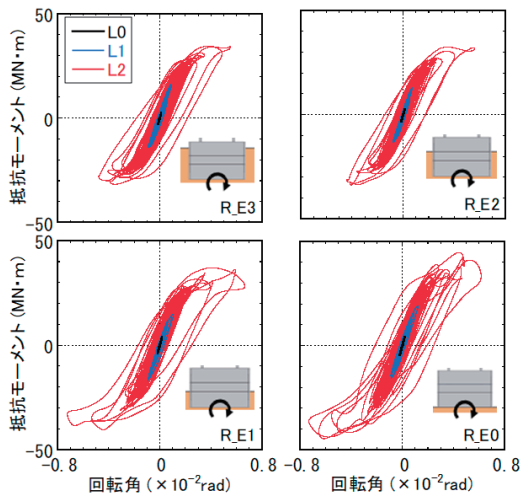


Fig.17 底面鉛直土圧合力から求めた抵抗モーメントと地下底面回転角の関係 (全ケース)

(Relationships between Total Resistance Moment obtained from Vertical Earth Pressure and Rotational Angle at Basement in All Cases)

4. 回転抵抗

全ケースの地下部底面前側と後側の鉛直土圧合力とその距離 (7m) から求めた抵抗モーメントと、地下部回転角の関係を Fig. 17 に示す。なお、抵抗モーメントの算定において中央の土圧合力は考慮していない。埋込みが浅いほど抵抗モーメントが大きくなる傾向があり、いずれも抵抗モーメントに頭打ち現象が認められる。

埋込みが有る R_E3~R_E1 の地下部前面と後面の鉛直摩擦合力とその距離 (10m) から求めた抵抗モーメントと地下部回転角の関係、並びに地下部前後面土圧合力、側面摩擦合力

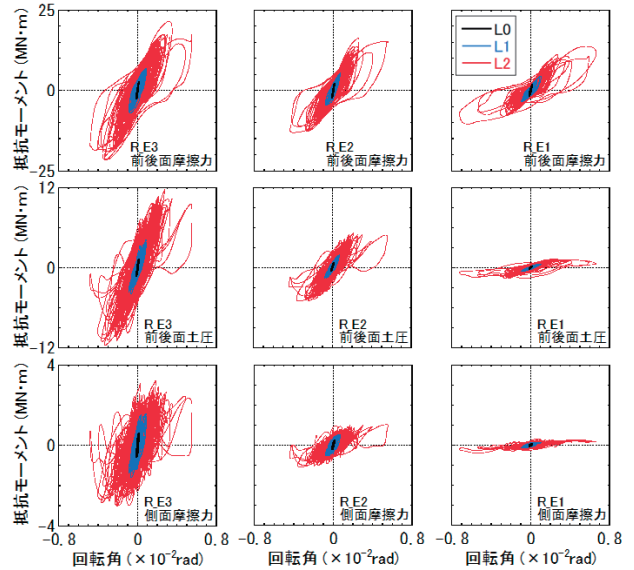


Fig.18 前後面鉛直摩擦合力・水平土圧合力、側面水平摩擦合力から求めた抵抗モーメントと地下底面回転角の関係 (R_E3~R_E1)

(Relationships between Resistance Moment obtained from Total Vertical Friction and Total Horizontal Front-Rear Earth Pressure, Total Horizontal Side Friction and Rotational Angle at Basement in Cases R_E3, R_E2 and R_E1)

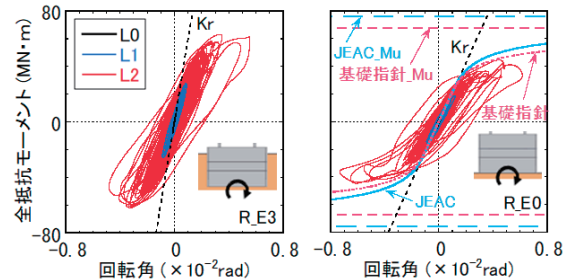


Fig.19 全抵抗モーメントと回転角の関係 (R_E3, E0)
(Relationships between Total Resistance Moment and Rotational Angle at Basement in Cases R_E3 and R_E0)

と地下部底面からの距離 (上中下段 : 4.95m, 3.45m, 1.35m) から求めた抵抗モーメントの合計を Fig. 18 に示す。いずれも埋込みが深いほど抵抗モーメントが大きくなり、前後面鉛直摩擦合力の影響が最も大きい。

埋込みが最も深い R_E3 と埋込みが無い R_E0 の全抵抗モーメントと地下部回転角の関係を Fig. 19 に示す。同図の R_E0 には、原子力施設に用いられている JAC⁸⁾ と建築基礎構造設計指針⁷⁾ の最大転倒モーメント M_u の評価式、並びに JAC の抵抗モーメントと回転角の関係式 (初期回転地盤ばねは L0 加振 (黒線) から評価し、最大転倒モーメントは JAC と建築基礎構造設計指針で評価) を併記している。埋込みが深い R_E3 の抵抗モーメントは埋込みが無い R_E0 より大きくなり、埋込みにより回転抵抗が増すことが明らかである。また、

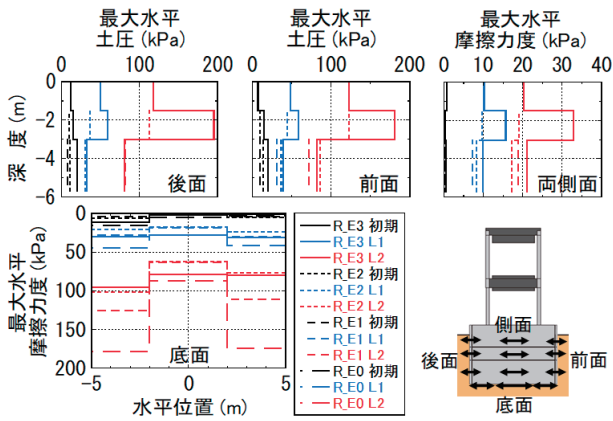


Fig.20 水平方向最大抵抗力分布

(Distributions of Maximum Horizontal Resistance Forces)

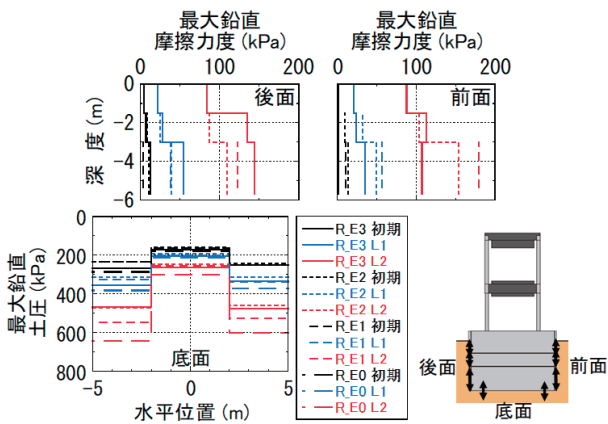


Fig.21 鉛直方向最大抵抗力分布

(Distributions of Maximum Vertical Resistance Forces)

JEACの評価式は、実験結果の上限と概ね整合しており、最大転倒モーメントとして建築基礎構造設計指針の値を用いた方がより整合すると判断される。

5. 最大抵抗値

地下部に働く単位面積当たりの土圧と摩擦力の、加振前(初期)及びL1, L2加振時の最大値をまとめて、水平方向をFig. 20に、鉛直方向をFig. 21に示す。前後面および側面の初期値は、地盤の上載圧に依存して深度方向に大きくなる傾向が認められるが、片側に偏っているものもある。Fig. 20に示した底面水平摩擦力度の初期値は片側に偏っているが、差は小さい。また、Fig. 21に示した底面鉛直土圧の初期値は中央よりも両側が大きくなり、埋込み深さによる差は小さい。

L1, L2加振では、Fig. 20に示した前後面水平土圧と側面水平摩擦力度は中段で最も大きくなる傾向が認められる。これは、地盤の上載圧は下段ほど大きいが、ロッキング動の影響で水平変位は上段ほど大きくなり、両者の影響度合いによる結果と判断される。一方、Fig. 21に示した前後面鉛直摩擦力度は、上載圧に従って下段ほど大きくなる傾向が認められ

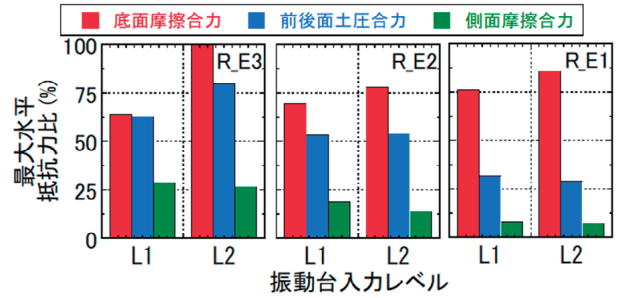


Fig.22 最大水平抵抗力の分担率 (R_E3~R_E1)

(Shearing Ratios of Maximum Horizontal Resistance Forces in Cases R_E3, R_E2 and R_E1)

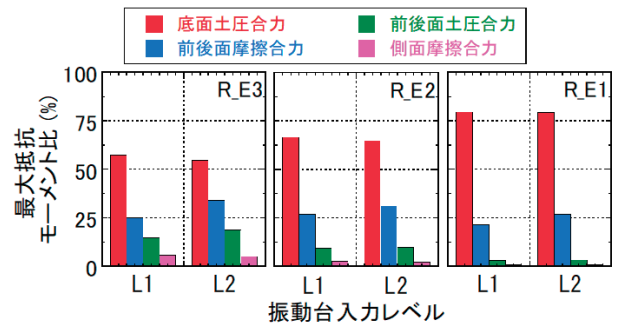


Fig.23 最大抵抗モーメントの分担率 (R_E3~R_E1)

(Shearing Ratios of Maximum Resistance Moments in Cases R_E3, R_E2 and R_E1)

る。Fig. 20に示した底面水平摩擦力度とFig. 21に示した底面土圧は、ロッキング動の影響を受けて明らかに両側で大きくなっている。

6. 抵抗値の分担率

埋込みが有る R_E3~R_E1の全水平抵抗に対する底面摩擦力、前後面土圧合力、側面摩擦力の分担率をFig. 22に示す。なお、各最大値が同時に生じるわけではないので、その和は100%を超えている。分担率は底面摩擦力が最も大きく、側面摩擦力が最も小さい。また、埋込みが最も深い R_E3, L2加振では、ロッキング動の回転中心が地下部底面付近にあるため、底面摩擦力が前後面土圧合力や側面摩擦力と逆位相になることがあり、各最大値の合計が200%を超えている。なお、底面摩擦力はL1加振に比べてL2加振の方がやや大きくなる傾向が認められる。

同様に、全抵抗モーメントに対する各抵抗モーメントの分担率をFig. 23に示す。いずれのケースでも底面土圧合力の分担率が最も大きくなっており、埋込みが浅くなるとその傾向はさらに顕著である。

V. おわりに

埋込み深さを変えた直接基礎建物模型を対象とした遠心振動台実験を実施し、建物応答と地下部の水平・回転抵抗に

ついて報告した。得られた知見は以下の通りである。

- ① 応答加速度は、周辺地盤ではいずれのケースでも地表で増幅し、それに依存して地下部底面やその直下地盤では埋込みが浅いほど大きくなる。一方、建物屋上では埋込みが深いほど大きくなる。
- ② 埋込み深さが増すと地下部の水平抵抗だけでなく、回転抵抗が増加する。
- ③ 地下部に作用する底面土圧合力、前後面土圧合力並びに前後面鉛直摩擦合力は、前面と後面が逆位相であるがそれぞれの前面同士と後面同士は同位相で生じる。
- ④ 地下部前後面の土圧合力と相対変位の関係は、前後面別々では三角形の履歴特性を示すが、両者の和は紡錘形となる。ランキン受働土圧による評価式は前後面土圧合力を過少評価し、クーロン受働土圧による評価式は一部表層で小さいがそれ以外では概ね整合する。
- ⑤ L2 加振の底面土圧合力から浮上りが生じていることが確認でき、JEAC の浮上り評価式と概ね整合する。
- ⑥ 本実験モデルでは、水平抵抗は地下部各抵抗要素の中で底面摩擦合力の影響が、抵抗モーメントでは底面土圧合力の影響が最も大きい。

今後、実験から得られた埋込み部の土圧や摩擦抵抗の特性を適切に評価した動的相互作用モデルによる解析的検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 川上綾太ほか：深い根入れの直接基礎に作用する地震時土圧に関する検討，日本建築学会大会学術講演梗概集(構造I)，2017.8，pp.403-404.
- 5) 田村修次ほか：直接基礎の根入れに作用する地震時土圧(その1～2)，日本建築学会大会学術講演梗概集(構造I)，2018.9，pp.553-556.
- 6) 鈴木康嗣ほか：埋込みを有するパイルド・ラフト基礎の動的応答(その1～4)，日本建築学会大会学術講演梗概集(構造I)，2019.9，pp.559-566.
- 7) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，2019.
- 8) 原子力規格委員会：原子力発電所耐震設計技術規定 JEAC4601-2015，社団法人日本電気協会，2015.

Dynamic Response of Spread Foundation Building with Embedded Basement on Centrifuge Shaking Table Test

Yasutsugu Suzuki, Takahiko Hidekawa¹⁾, Naohito Adachi, Kenji Iwamoto, Hajime Hagiwara, Yohji Utsumi, Yuhji Sako²⁾, Kohji Koyamada¹⁾ and Hiroyuki Doai¹⁾

There are few experimental approaches focusing on the earth pressure and frictional resistance acting on the underground walls and bottoms of a basement during an earthquake, and there are many unclear points. In this paper, we conducted centrifuge shaking table tests on a building model with the embedding depth as a parameter, and we evaluated the effect of the embedding depth on the dynamic response of the building and its influence on the front and rear, sides, and bottom surface of the basement. The relationships between the earth pressure, frictional resistance, and horizontal displacement and those between the resistance moment and the rotational angle obtained from them were investigated. It was found that, the deeper the embedding depth, the smaller the horizontal displacement and rotation angle of the basement, but on the contrary, the more the acceleration at the top of the building increases, and the building response becomes complicated due to the influence of the embedding depth. It was clarified that the relationship between the front and rear earth pressure and the relative displacement is almost consistent with the design equation of the “Recommendations for Design of Building Foundations” based on Coulomb’s passive earth pressure.