B-10

剛性および重量を偏心させた滑り基礎構造建物の２方向振動台実験

Bi-Directional Shaking Table Tests of the Sliding-Foundation-Buildings with Eccentric Stiffness and Weight

○水橋秀至[1]，　黒沼亜美[1]，　北嶋圭二[2]，　中西三和[2]，　安達洋[3]

*Shuji Mizuhashi[1], Ami Kuronuma[1], Keiji Kitajima[2], Mitsukazu Nakanishi[2], Hiromi Adachi[3]

Abstract: The seismic response of eccentric sliding-foundation buildings under bi-directional input has not yet been fully elucidated. In this paper, a two-way shaking table test was carried out using a large specimen to investigate the seismic response characteristics of an eccentric sliding foundation structure building.

１．はじめに

本研究は，コンクリート製の人工地盤と基礎板の間に，安価で摩擦係数の小さな摩擦材(黒鉛粉末)を塗布することにより，大地震時に建物へ入力される加速度が低減される“滑り基礎構造”に関するものである。先行の研究[1]-[3]により，滑り基礎構造の地震応答低減効果については確認されている。また，去年の研究[4]では，剛性偏心および重量偏心した滑り基礎構造建物の２方向振動台実験を実施し，図心位置での加速度低減効果について確認されている。しかし，２方向同時入力を受ける滑り基礎構造建物の，剛性偏心と重量偏心による上屋の捩れ挙動への影響や，偏心の影響に関しては十分に解明されていない。そこで本報では，２方向同時入力を受ける剛性偏心および重量偏心させた滑り基礎構造建物と固定基礎建物を比較し，地震応答性状を確認することを目的とする。

２．実験概要

Fig.1 に試験体概要図示す。去年の研究[4]では，基礎板が 1,800mm×1,800mm，上屋は幅 1,500mm×1,500mm，厚さ 50mm，重量 8.0kN のベース鋼板 1 枚と幅 1,500mm×1,500mm，厚さ 25mm，重量 3.7kN の鋼板 3 枚の総重量 19.1kN で構成された試験体に対し，実験を行った。実験は，日本大学理工学部大型構造物試験センターの２方向振動台を使用した。計測項目は，地盤・基礎板・上屋の絶対変位と加速度である。絶対変位は画像センサー（VENUS 3D）にて，加速度は上記の画像センサーと動ひずみ計（DRA-30A）に接続した加速度計にて測定した。本報では，去年得られた実験結果から無偏心試験体の N-B0/0，剛性偏心試験体の S-B12/8，重量偏心試験体の W-B0/0，W-B12/12 の 3 タイプ 4 試験体に対して，固定基礎と滑り基礎の比較，検討を行う。Table 1 に試験体諸元を示す。X・Y 方向の固有周期は，X・Y 方向それぞれに 1 方向入力した時の上屋加速度と基礎板加速度のフーリエ振幅比から求めた。また，θ(捩れ)の周期は，自由振動時に上屋の E・W 構面に設置した 2 台の加速度計で計測した上屋加速度の差の時刻歴を，フーリエ変換して求めた。Fig.2 に振動台加速度の応答スペクトルを示す。青が Y 方向固定基礎，赤が Y 方向滑り基礎の応答スペクトルを示している。黒の破線が Y 方向の上屋固有周期を示す。また，参考のため，N-B0/0 の図には X 方向滑り基礎の応答スペクトルも緑色で示す。入力加振波は，観測地震波(2011 東北地方太平洋沖地震:K-Net 郡山(以下，郡山))とした。

Table 1 Specimen of specimen

試験体		名称	偏心率	周期[sec]			捩り剛性
				X方向	Y方向	θ	[×10⁴kNm]
無偏心	ブレース無し	N-B0/0	0.00	0.45	0.44	－	0.00
剛性偏心	偏心率(低)	S-B12/8	0.39	0.46	0.35	0.35	0.39
重量偏心	ブレース無し	W-B0/0	0.17	0.48	0.48	0.31	0.17
	ブレース有り	W-B12/12	0.24	0.48	0.20	0.47	0.24

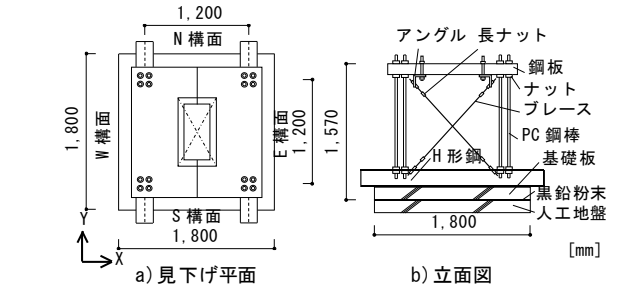

Fig.1 Specimen overview

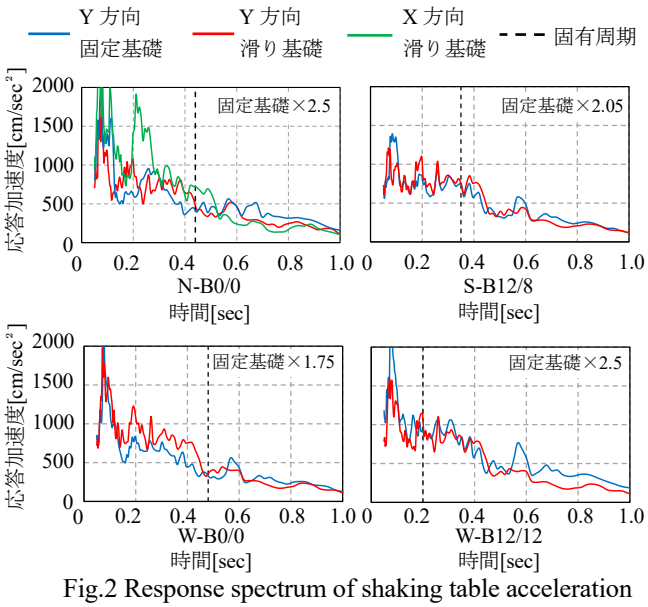

Fig.2 Response spectrum of shaking table acceleration

１：日大理工・院・（前）海建、２：日大理工・教員・海建、3：日大名誉教授

滑り基礎試験体に対しては，郡山 140%の地震波で加振を行った。固定基礎試験体に対しては，郡山 80%の地震波で加振した。X 方向は，応答値を 1.75 倍し郡山 140%入力と合わせた。しかし，Y 方向は振動台の変位制御が不安定だったため，地震波に差が生じた。そのため，郡山 80%の Y 方向入力に関しては応答値を N-B0/0 を 2.5 倍，S-B12/8 を 2.05 倍，W-B0/0 を 1.75 倍，W-B12/12 を 2.5 倍した。

３．実験結果

Fig. 3 に実験結果の一例として，S-B12/8 の図心位置の上屋加速度，層間変位と上屋捩れ角の時刻歴を示す。青が固定基礎，赤が滑り基礎を示す。上屋加速度，層間変位，上屋捩れ角全ての結果において，滑り基礎が固定基礎より低減していることがわかる。以下では実験結果の最大値について比較する。

1) 上屋加速度と層間変位　Fig.4 に図心位置の上屋加速度と層間変位の最大値を示す。青が固定基礎，赤が滑り基礎を示す。棒グラフは応答加速度を，折れ線グラフは層間変位で，丸が図心位置を，三角が層間変位が最大となる構面位置を示す。a)の X 方向応答値では，全ての試験体で加速度が固定基礎より滑り基礎の方が半分以上低減している。b)の Y 方向応答値では，W-B0/0 以外の試験体で加速度が固定基礎より滑り基礎の方が低減している。また，滑り基礎では，X 方向応答値，Y 方向応答値ともに全ての試験体で加速度が 400cm/sec²程度で一定である。X 方向の最大層間変位は，全ての試験体で滑り基礎が固定基礎を下回っていることが確認できる。滑り基礎では，層間変位が 20mm 程度で一定であることも確認できる。Y 方向の層間変位は，固定基礎と滑り基礎で N-B0/0 では同程度，その他の試験体では滑り基礎が固定基礎を下回っていることがわかる。構面位置の層間変位は，X 方向では図心位置と同程度である。しかし，Y 方向は図心位置よりも構面位置の方が大きく，固定基礎が滑り基礎より若干大きく生じている。

2) 上屋捩れ角　Fig.5 に上屋捩れ角の最大値を示す。青が固定基礎，赤が滑り基礎，灰色が捩り剛性を示す。Fig.5 より無偏心試験体である N-B0/0 以外の試験体で滑り基礎より固定基礎の上屋捩れ角が下回っていることがわかる。N-B0/0 試験体の上屋捩れ角が固定基礎より滑り基礎のほうが大きくなっている。これは，2 方向同時入力の影響により基礎板に回転が生じたため，建物に回転成分が入力され，上屋に捩れ振動が生じたためである。また，偏心率の低い W-B0/0 が偏心率の高い W-B12/12 より上屋の捩れ角が大きく生じてしまっている。これは，W-B12/12 の捩り剛性が大きいことが原因である。S/B12/8 の捩り剛性とも比較すると，捩り剛性の大きい W-B12/12，S-B12/8，W-B0/0 の順に上屋捩れ角が小さくなっている。そのため，上屋捩れ角の大きさは捩れ剛性の大きさによる影響が大きいと考える。

４．まとめ

剛性偏心および重量偏心させた滑り基礎構造建物と固定基礎建物の比較を行い，以下の知見を得た。

・偏心した試験体において，滑り基礎は固定基礎に比べ，図心位置での上屋の加速度と変位は低減する。

・剛性偏心および重量偏心した滑り基礎構造建物は，上屋の捩れを低減する。

５．参考文献

[1] 北嶋，波田ほか：黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造に関する研究(その 1～8)，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造 2，2012～2015
[2] 北嶋，沖野ほか：テーパー付き滑り基礎構造建物の加振実験(その 1～7)，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造 2，2016～2018
[3]北嶋，関口ほか：力学的相似則を適用させた滑り基礎構造建物の振動台実験(その 1～5)，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造 2，2018～2019
[4]北嶋ほか：剛性および重量を偏心させた滑り基礎構造建物の 2 方向振動台実験，日本建築学会大会，構造 2，2021

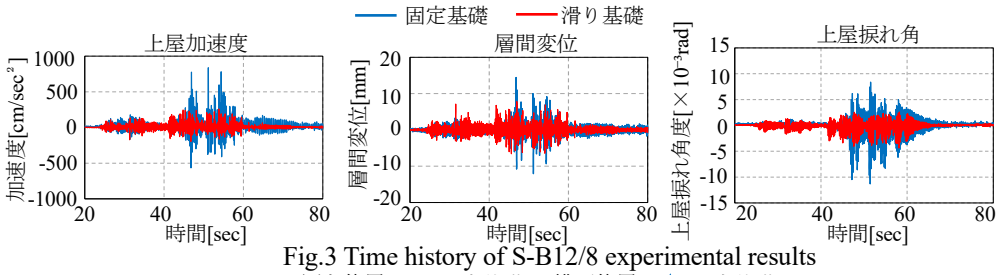

Fig.3 Time history of S-B12/8 experimental results

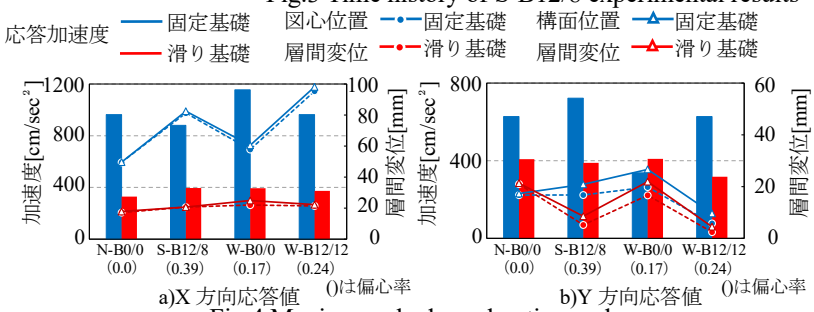

Fig.4 Maximum shed acceleration and maximum shed interlayer displacement

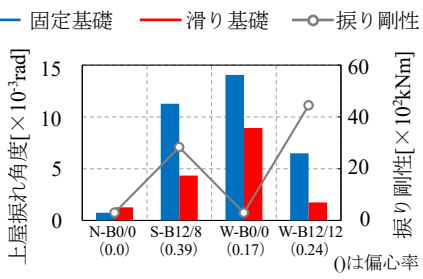

Fig.5 Maximum shed twist angle