

滑り基礎構造建物の地震応答性状に関する研究  
 ー基礎の検討と構造種別が異なる滑り基礎構造建物の地震応答性状ー

A Study on Seismic Response of Sliding-Foundation-Buildings with Different Types of Construction

Part 1 Consideration of foundation and seismic response of the sliding-foundation-buildings with different types of construction

○山田遊耶<sup>1</sup>, 中西三和<sup>2</sup>, 安達洋<sup>3</sup>, 北嶋圭二<sup>4</sup>

\* Yuya Yamada<sup>1</sup>, Mitsukazu Nakanishi<sup>2</sup>, Hiromi Adachi<sup>3</sup>, Keiji Kitajima<sup>4</sup>,

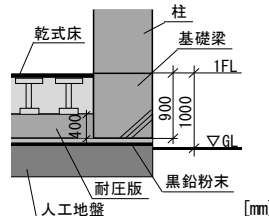
Abstract: This paper is concerned with the seismic response characteristics of the sliding-foundation-building. Time history response analyses are conducted to investigate seismic response of the sliding-foundation-buildings with different types of construction. As a result, the reduction in response was confirmed in all types of structures considered.

1. はじめに

滑り基礎構造は、免震構造の応答低減効果を低コストかつ容易な施工で実現可能な構造であり、その効果は実験により確認されている<sup>1)</sup>。滑り基礎構造を適用する中層建物の構造種別は、先行研究<sup>2)</sup>で検討対象としてきた純ラーメンRC造だけでなく、鉄骨造(以下、S造)や木造なども存在する。本来、建物の構造種別に関わらず、滑り基礎構造が幅広く中層建物に適用されることが望ましいが、これまでにS造や木造などの建物の検討は行われていない。そこで本研究では、構造種別が異なる滑り基礎構造建物を対象に地震応答解析を実施し、各建物の応答性状を明らかにし、滑り基礎構造の汎用性を高めることを目的とする。本報では、構造種別が異なる5棟の建物に対し1方向および2方向同時入力の地震応答解析を実施し、滑り基礎構造の応答低減効果について記す。

2. 基礎の検討

滑り基礎構造はGLより上に人工地盤を設けて、その上にべた基礎の建物を設置するため、中層建物を対象とすると基礎梁せいが大きくなり、1FLが高くなる。1FLが高いと建物の出入りが不便になるため、1FLをGLから1mの高さに抑えることを目標とした。Fig.1に基礎詳細図を示す。検討の結果、人工地盤の上面をGLから100mmとし、基礎梁せいを900mmに抑えて設計した。また、耐圧版の厚さは400mmとし、1階床は施工を考慮し乾式床とした。Fig.1 Detail drawing of foundation



(以下、RC造(壁付))の2棟、S造建物は純ラーメンS造(以下、S造(純ラーメン)), 鉛直ブレース付きS造(以下、S造(ブレース付))およびS造(純ラーメン)の鋼材料を約7%減らした純ラーメンS造(以下、S造(タイプB))の3棟、計5棟とした。ただし、柱や梁の断面は各構造種別で異なる。Fig.2にRC造とS造の基準階伏図・軸組図、Table 1に建物諸元を示す。

3.2 解析概要

滑り基礎は弾性滑り支承(鉛直ばねと多方向せん断ばね<sup>4)</sup>)でモデル化した。鉛直ばねは、圧縮の軸剛性をほぼ剛、引張は0とした。多方向せん断ばねの滑り出し耐力は、

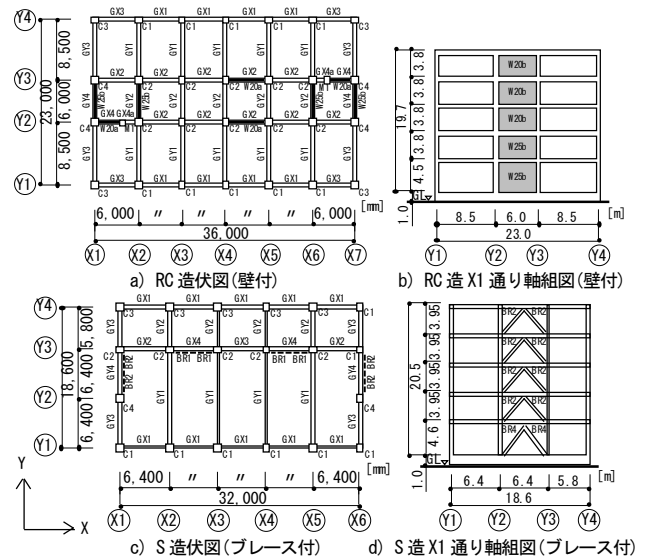


Fig.2 Framing plan and framing elevation

Table 1 Building specifications

構造種別	RC造(純ラーメン)		RC造(壁付)		S造(純ラーメン)		S造(ブレース付)		S造(タイプB)	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
加力方向	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
固有周期 [sec]	0.52	0.48	0.34	0.34	0.91	0.87	0.82	0.79	0.95	0.91
塔状比	0.6	0.9	0.6	0.9	0.7	1.2	0.7	1.2	0.7	1.2
質量比	2.8		2.6		2.4		2.4		2.0	
基準階W/A [kN/m <sup>2</sup> ]	11.7		11.2		9.4		9.3		7.5	
上屋全重量 [MN]	49.8		47.5		27.8		28.8		23.7	
ベースシア係数CB	0.41	0.42	0.57	0.60	0.31	0.49	0.40	0.45	0.36	0.45
偏心率	0.000	0.000	0.001	0.002	0.043	0.000	0.138	0.000	0.083	0.000

3. 検討対象建物の時刻歴応答解析

3.1 建物概要

検討対象建物は、文献<sup>3)</sup>に示されているRC造とS造の5階建て事務所ビルを参考にし、RC造建物は純ラーメンRC造(以下、RC造(純ラーメン))と耐震壁付きRC造

1 : 日大理工・院(前)・海建 2 : 日大理工・元教員(上席研究員)・海建 3 : 日大名誉教授 4 : 日大・教員・海建

Table 2 Input seismic motion

年	名称	原記録に乗ずる係数	最大加速度 [cm/sec <sup>2</sup> ]		最大速度 [cm/sec]		最大変位 [cm]	
			NS	EW	NS	EW	NS	EW
			-	BCJ-L2	1.00	355.7	50.0	38.5
1940	EL-CENTRO	1.43	489.3	50.0*	54.6	12.4	29.0	
1952	TAFT	2.82	431.4	496.9	43.2	50.0*	16.3	19.2
1958	HACHINOHE	1.52	351.0	276.0	50.0*	54.9	14.7	15.0

\*は強震方向(X方向)入力の意味する。

変動する軸力に対して0.15の摩擦係数で滑るように設定した。時刻歴応答解析は、Newmark-β法(β=0.25)を用い、積分時間間隔Δt=0.001secとした。減衰は瞬間剛性比例型とし、減衰定数をRC造は3%、S造は2%とした。入力地震動は、模擬地震波BCJ-L2と観測波3波の強震方向(以下、X方向)の最大速度を50m/sに基準化した計4波とした。Table 2に入力波諸元を示す。

3.2 時刻歴応答解析結果

a) 最大応答値 Fig.3に、各建物に対する1方向および2方向同時入力時のX方向の最大応答値(各階の加速度、各層の層間変形角、層せん断力)を示す。なお、基礎固定時(1方向入力)の最大応答値も併せて示す。

Fig.3より、滑り基礎構造建物は、RC造だけでなくS造も基礎固定時に対して応答が低減されていることが確認できる。また、滑り基礎構造建物の1方向入力と2方向同時入力時の応答に顕著な差は生じなかった。なお、質量比にて決まる基礎板加速度は、図中に赤点線で示した想定値<sup>2)</sup>と概ね一致することが確認できた。

b) 上屋の挙動 Table 3に応答低減率(滑り基礎構造建物の4階床相対変位/基礎固定時の4階床相対変位)を示す。Table 3より、滑り基礎構造建物の応答は、基礎固定時と比較すると、RC造は5~7割程度、S造は3~5割程度低減されていることが確認できる。Fig.4に、EL-CENTRO波入力時のX方向の1層層せん断力-4階床相対変位関係を示す。Fig.4より、基礎固定時は著しい弾塑性挙動をしているが、滑り基礎構造建物はRC・S造ともに概ね弾性挙動をしていることがわかる。

4. まとめ

滑り基礎構造建物は、RC造とは異なる構造種別であるS造の場合においても、基礎固定時と比較して応答が低減されることを確認した。

5. 参考文献

- 1) 北嶋圭二ほか：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、B-2
- 2) 北嶋圭二、森川葵ほか：黒鉛を摩擦材とした滑り基礎構造建物の地震応答性状に関する研究(その1~3)、日本建築学会大会、B-2、pp.438-443、2023
- 3) 日本建築防災協会、構造設計・部材断面集 初版、2007.6
- 4) 構造システム：任意形状立体フレーム弾塑性解析プログラム「SNAPver7」

Table 3 Response reduction rate

入力波	RC造(純ラーメン)		RC造(壁付)		S造(純ラーメン)		S造(ブレース付)		S造(タイプB)	
	1方向	2方向	1方向	2方向	1方向	2方向	1方向	2方向	1方向	2方向
BCJ-L2	0.47	0.40	0.26	0.21	0.76	0.44	0.54	0.42	0.71	0.50
EL-CENTRO	0.46	0.34	0.16	0.15	0.71	0.75	0.73	0.67	0.71	0.66
TAFT	0.50	0.31	0.52	0.39	0.55	0.49	0.38	0.41	0.54	0.49
HACHINOHE	0.40	0.29	0.34	0.21	0.70	0.54	0.53	0.49	0.70	0.50
平均値	0.46	0.33	0.32	0.24	0.68	0.56	0.54	0.50	0.66	0.54

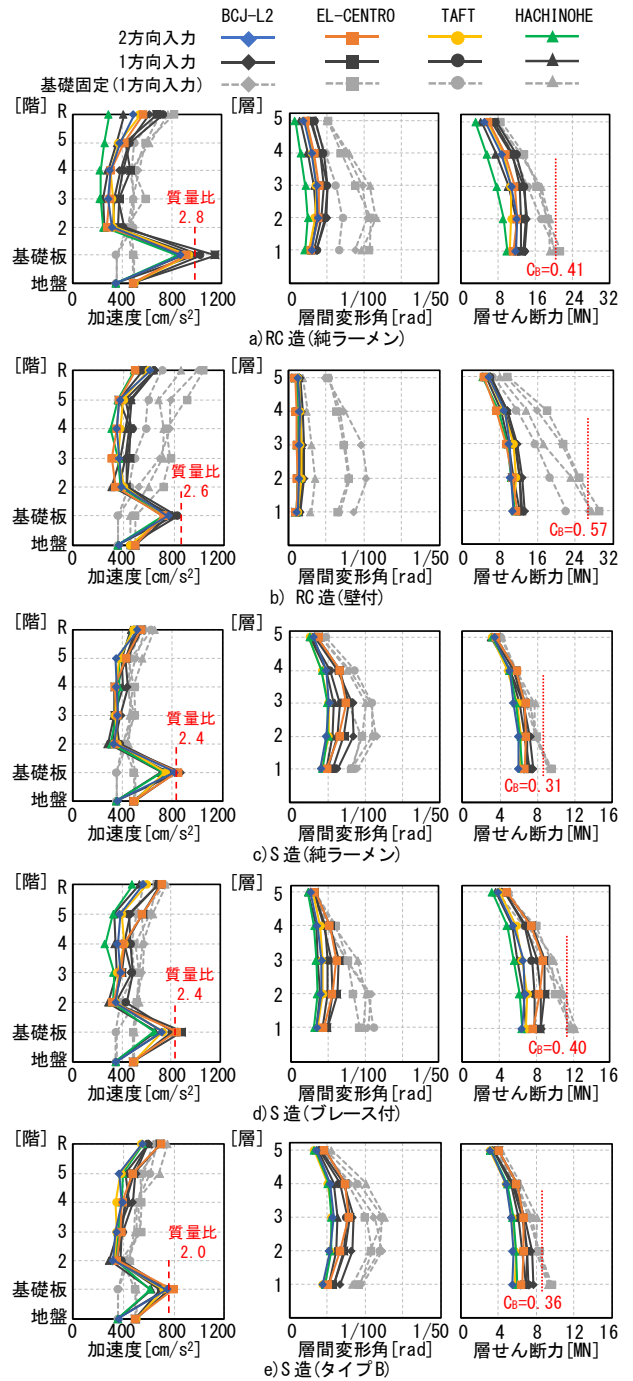


Fig.3 Maximum response value (X direction)

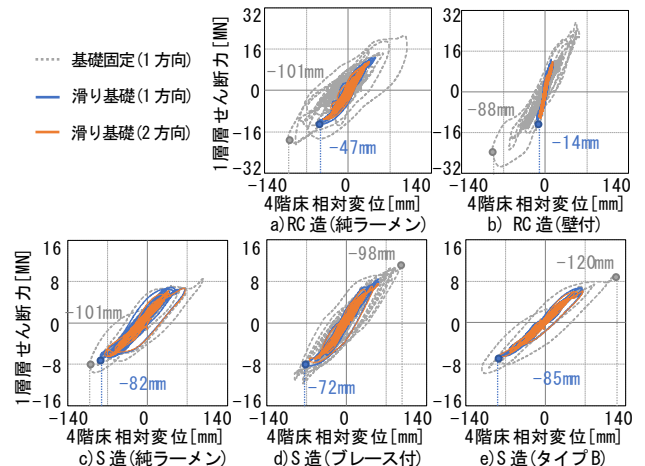


Fig.4 Load-displacement relationship (Input wave : EL-CENTRO)