

テーパ付き滑り基礎構造建物の応答性状に関する研究

その4 時刻歴応答解析による応答性状の検討

Study on Seismic Response of the Sliding-Foundation-Buildings with Tapered Specimen

Part4 Analytical Study on Seismic Response

○沖野貴久¹, 関口聖也¹, 北嶋圭二², 中西三和², 安達洋³

* Takahisa Okino¹, Seiya Sekiguchi¹, Keiji Kitajima², Mitsukazu Nakanishi², Hiromi Adachi³

Abstract: Analytical Study

1. はじめに

本研究は、コンクリート製の人工地盤上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”¹⁾に関するものである。前報(その1~3)²⁾では、テーパ付き滑り基礎構造建物の加振実験を実施し、テーパ基礎による片流れ・残留変位抑制効果と応答低減効果を確認するとともに時刻歴応答解析による実験結果の再現性を確認した。

本報では滑り基礎構造建物の時刻歴応答解析を行い、地震動の入力倍率を上昇させた場合の基礎構造建物の応答性状について確認する。また、上屋の構造種別や階数が異なることを想定して基礎板と上屋の質量比を変化させ

た場合の滑り基礎構造建物の応答性状について検討する。

2. 入力倍率を上昇させた場合

Table 1 に解析モデル諸元, Table 2 に各入力倍率に対する入力地震動諸元を示す。解析は、固定基礎(FX-B)と滑り基礎モデル(TP-B)に対し実施する。地震動の入力倍率は実験を行った 500cm/sec²程度を 1.0 倍とし、1.5, 2.0 倍に上げて解析を実施し、滑り基礎構造建物の応答低減効果を確認する。

解析結果 Fig.1 に El Centro 波入力時の固定基礎構造建物(FX-B)と滑り基礎構造建物(TP-B)の上屋の層せん断力一層間変

	固定基礎 FX-B	滑り基礎 TP-B
解析モデル		
上屋		
剛性: Kf [N/mm]	6.9	-
周期: T [sec]	0.31	-
履歴特性	-	弾塑性
基礎		
摩擦係数: μ	-	0.15

入力波(倍率)	加速度 [cm/sec ²]			変位 [mm]
	速度 [cm/sec]	変位 [mm]		
El Centro	1.0倍	497	43	55
	1.5倍	745	64	83
	2.0倍	993	85	110
Taft	1.0倍	570	46	73
	1.5倍	856	69	110
	2.0倍	1141	92	147
Kobe	1.0倍	528	62	80
	1.5倍	792	93	121
	2.0倍	1056	124	161

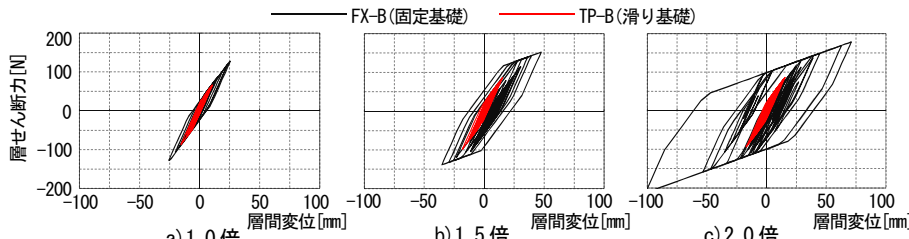


Fig. 1 Q-δ Relation of the Building

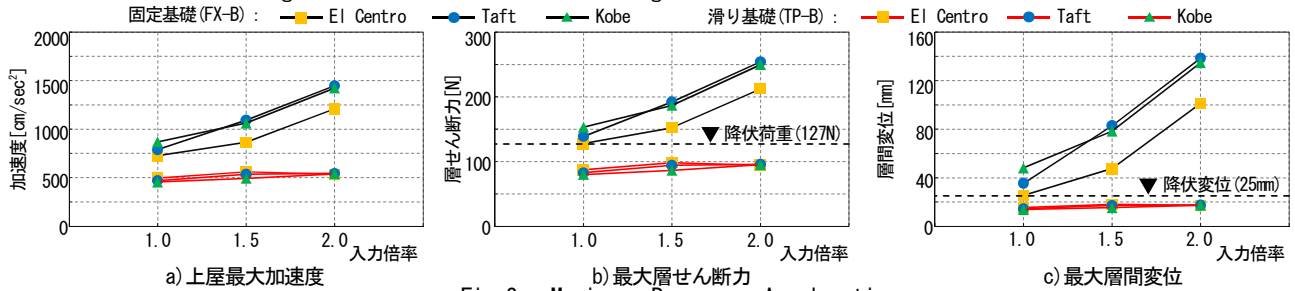


Fig. 2 Maximum Response Acceleration

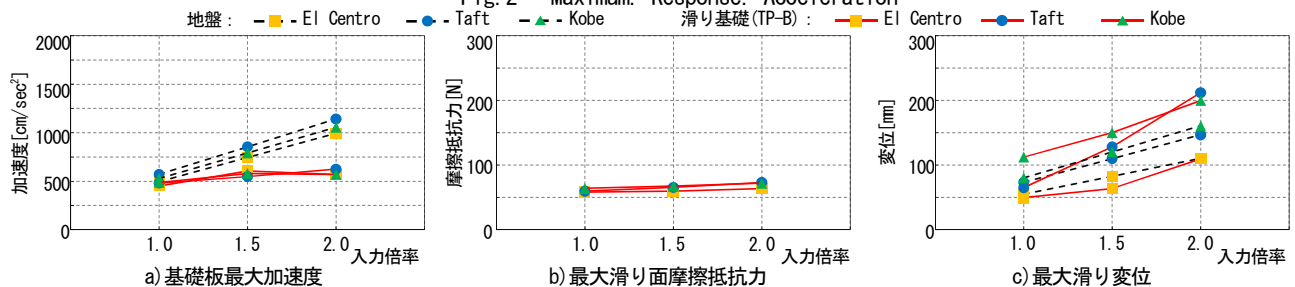


Fig. 3 Maximum Response Acceleration

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

位関係を示す。入力倍率が上昇すると固定基礎建物(FX-B)の応答が増大しているのに対し、滑り基礎建物(TP-B)の応答はほぼ一定で、入力倍率の影響を受けていないことがわかる。Fig.2には、各地震動入力時の上屋の最大応答値をFX-BとTP-Bと比較して示す。いずれの入力波に対しても、固定基礎建物(FX-B)の応答は入力倍率の上昇に伴い増大しているのに対し、滑り基礎建物(TP-B)の応答はほぼ一定で降伏荷重に達しておらず、滑り基礎構造の顕著な応答低減効果が確認できる。

Fig.3には、TP-Bのa)地盤と基礎板の最大加速度、b)基礎底滑り面の最大摩擦抵抗力、c)地盤最大変位と基礎板の最大滑り変位を示す。a)より地盤最大加速度が上昇しても基礎板最大加速度は上昇していないこと、b)より基礎底滑り面の最大摩擦抵抗力はほぼ一定であること、c)より基礎板の最大滑り変位は地盤変位の上昇に伴い増大していることが確認できる。

3. 質量比を変化させた場合

解析は、前章の検討と同様に、固定基礎 (FX-B)と滑り基礎モデル(TP-B)に対し実施する。なお、本検討では比較を容易にするため上屋の固有周期が変化しないように基礎板の質量のみを増減させて質量比を変化させた。また、固定基礎モデルでは基礎板の質量は応答結果に影響を及ぼさないため、質量比 1.0 の場合のみ実施した。Table 3 に滑り基礎モデルに対する解析変数(質量比)の一覧を示す。

解析結果 Fig.4 に各地震動入力時の質量比を変化させた場合の FX-B

Table3 Analysis Model

	上屋振動 TP-B						
解析モデル							
M ₂ [kg]	18						
M ₁ [kg]	9	13	14	19	25	28	38
M ₁ +M ₂ [kg]	27	30	32	37	43	46	55
M ₁ /M ₂	0.5	0.67	0.75	1.0	1.33	1.5	2.0

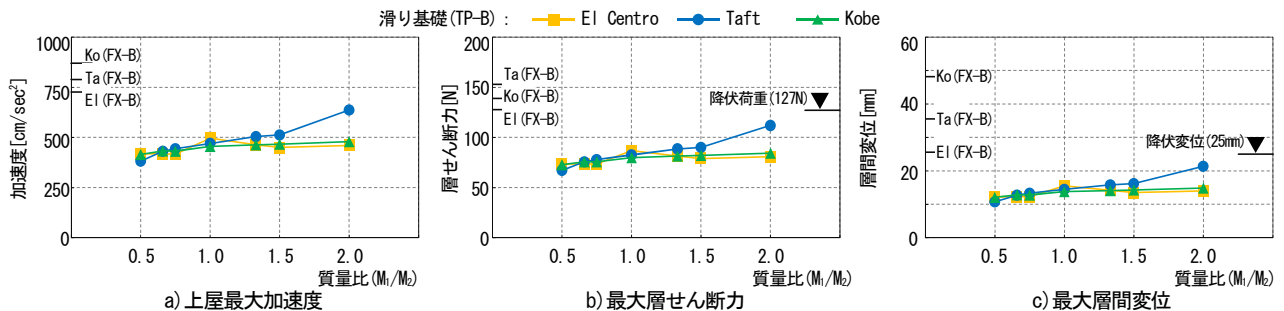


Fig. 4 Maximum Response Acceleration (Parameter Mass Ratio)

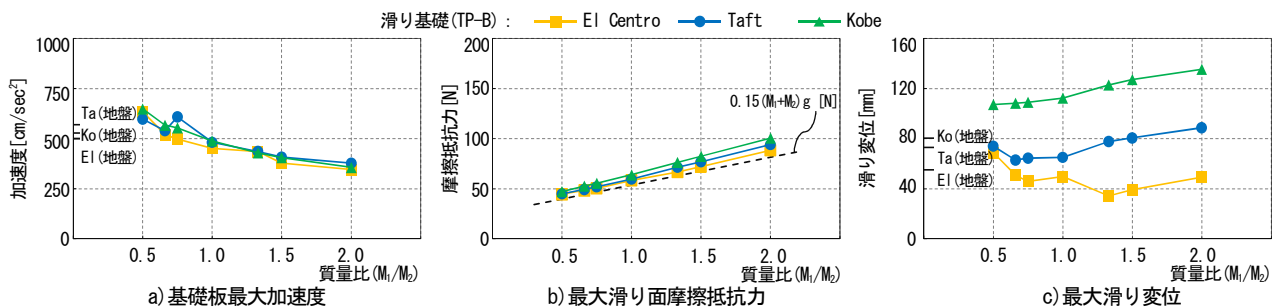


Fig. 5 Maximum Response Acceleration (Parameter Mass Ratio)

と TP-B の最大応答値を示す。上屋の最大応答加速度、最大層せん断力および最大層間変位は、いずれも質量比の上昇に伴い右上がりの傾向は若干あるものの、Taft の質量比 2.0 を除くと、さほど質量比の影響が顕著であるとはいえない。また、Fig.4 b), c)より質量比 2.0 の Taft 入力時であっても、降伏荷重および降伏変位には達しておらず、滑り基礎構造建物の上屋は弾性範囲にとどまっていることが確認できる。

Fig.5 には、基礎板の挙動を確認するために、a)基礎板の最大加速度、b)基礎底滑り面の最大摩擦抵抗力、c)地盤最大変位と基礎板の最大滑り変位を示す。Fig.5 a)より、基礎板の最大応答加速度は質量比の上昇に伴い右下がりとなり減少しているが、これは、上屋と基礎板の自己釣合いのモード(2 次モード)の影響によるものと考えられる。Fig.5 b)より、基礎板の摩擦抵抗力は質量比の上昇に伴い右上がりとなり上昇している。図中の黒破線は、上屋と基礎の総重量に滑り面の摩擦係数 0.15 を乗じた摩擦抵抗力を示したものであり、総重量の上昇に伴い摩擦抵抗力が上昇していることがわかる。なお、解析結果が摩擦係数 0.15 の摩擦抵抗力より若干大きいのは、テーパーによる 2 次剛性の影響である。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 入力倍率が上昇しても滑り基礎建物の応答はほぼ一定で、入力倍率の影響を受けないことから、想定以上の大地震動が作用した時に、滑り基礎構造の応答低減効果が顕著に発揮される。
- 質量比の上昇に伴い滑り基礎構造建物の上屋の応答は若干上がる傾向はあるものの、質量比の影響は顕著ではない。

【参考文献】その 5 にまとめて示す。