

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	免震建物の耐震性能評価指標の提案に関する基礎的検討 その3 異なる免震層の性能による地震動再現期間の検討
Title(English)	Basic Study on Proposal of Seismic Performance Evaluation Index for Seismic Isolation Building Part3: Examination of Ground Motion Reproduction Period by Different Base Isolation
著者(和文)	清水英, 山下忠道, 犬伏徹志, 佐藤大樹, 高山峯夫
Authors(English)	Suguru Shimizu, Tadamichi Yamashita, Tetsushi INUBUSHI, Daiki Sato, Mineo Takayama
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 807-808
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 807-808
発行日 / Pub. date	2017, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

免震建物の耐震性能評価指標の提案に関する基礎的検討 (その3 異なる免震層の性能による地震動再現期間の検討)

耐震性能メニュー 地震入力倍率 地震動再現期間
応答層間変形角 応答加速度 免震層変形

正会員 ○清水 英*1 同 山下忠道*2
同 犬伏徹志*3 同 佐藤大樹*4
同 高山峯夫*5

$$R_A = R_V = (r/100)^{0.54} \quad (1)$$

1. はじめに

近年、耐震安全性に対する人々の関心の高まりとともに、耐震性能目標を一律とせず、地震の発生頻度と建物の被害状況の組み合わせによって建物の耐震性能を決めるための耐震性能メニューが提案されている。^{1) 2) 3)}

筆者らは、建物の耐震性能を地震動再現期間による統一的な評価方法を提案している。前報⁴⁾では、上部構造が共通の非免震モデルと免震モデルについて、地震動再現期間の算定例を示すとともに、両者の耐震性能の比較を行った。本報では非免震モデルと、異なる免震層の性能を有する免震モデルの耐震性能を地震動再現期間で評価した結果について報告する。

2. 免震モデル

本検討で用いる上部構造の建物諸元、振動解析モデルは前報⁴⁾の非免震モデル(弾性一次固有周期:0.97秒, 5層, $C_0=0.2$)とした。この非免震モデルに、免震周期(T_f)と免震層の降伏せん断力係数(C_y)が異なる3種類の免震層を有する3つの免震モデルを作成した。表1に各免震モデルの免震周期と降伏せん断力係数を示す。

地震応答解析に用いる地震波は、EL CENTRO NS、TAFT EW、HACHINOHE NSの標準3波とし、レベル2地震動としてそれぞれの最大速度を50(cm/s)に基準化した。

表1 免震周期と降伏せん断力係数

	T_f (s)	C_y
免震モデルA	4.0	0.04
免震モデルB	5.0	0.03
免震モデルC	6.0	0.025

3. 評価手順と評価項目クライテリア

本検討の評価手順は、以下の通りとした。

- ①入力地震波を用いて地震応答解析を行い、層間変形角、加速度、免震層変形の最大応答を求める。
- ②地震入力倍率を漸増し、免震モデルの限界状態時での地震入力倍率を求める。
- ③②で求めた地震入力倍率をもとに、(1)式により地震動再現期間を算定する。ここでは、文献5)で示されている地震荷重決定用の加速度応答スペクトルが、(1)式で表される地震動再現期間換算係数の関数で構成されていることから、地震動再現期間換算係数と地震入力倍率を同義と考えることとした。

ここで、

R_A, R_V : 地震動の最大加速度、最大速度の再現期間換算係数
 r : 再現期間 (年)

再現期間換算係数は、 r 年再現期待値の値を100年再現期待値で基準化して求め、文献5)では、再現期待値の推定に際し、地震動の最大速度を40(cm/s)としている。

免震モデルと非免震モデルの評価項目として、層間変形角、免震層の変形、加速度の最大応答値にクライテリアを設けた。なお、本検討では、設計用せん断力において免震装置に作用する引抜き力の検討を行った上で、最大応答せん断力による地震動再現期間の検討を行っていない。本検討による建物モデルは階高が高いこと、曲げ系の変形性能であることから、評価項目クライテリアとしては応答層間変形角の方がより厳しい数値となるものと考えられる。

表2に評価項目クライテリアを示す。このうち、最大応答加速度は屋根を除いた床面の値を評価することとした。

表2 評価項目クライテリア

評価項目	クライテリア
最大応答層間変形角(rad)	1/150
免震層の最大応答変形(cm)	60
最大応答加速度(cm/s/s)	300

4. 免震モデルによる地震動再現期間

図1に各モデルの評価項目クライテリア時の最大応答を、表3に評価項目クライテリア時の地震入力倍率と地震動再現期間を示す。ここで、地震入力倍率は各地震波の最大加速度を40(cm/s)で基準化した入力に対する値としている。

非免震モデルでは、最大応答層間変形角で76~123年、最大応答加速度で22~24年である。非免震モデルのレベル2地震動での応答が、評価項目クライテリアを超えていたため、地震動再現期間が短くなっている。

免震モデルでは、最大応答層間変形角で1,869~15,627年、免震層の最大応答変形で、669~1,028年、最大応答加速度で111~14,566年となっている。免震モデルBとCでは、最大応答層間変形角で免震モデルBがCよりも地震動再現期間が短い。この結果は、免震モデルCがBよりも上部構造に余力があることを示しており、免震モデルCは上部構造の設計を見直す余地があることがわかる。

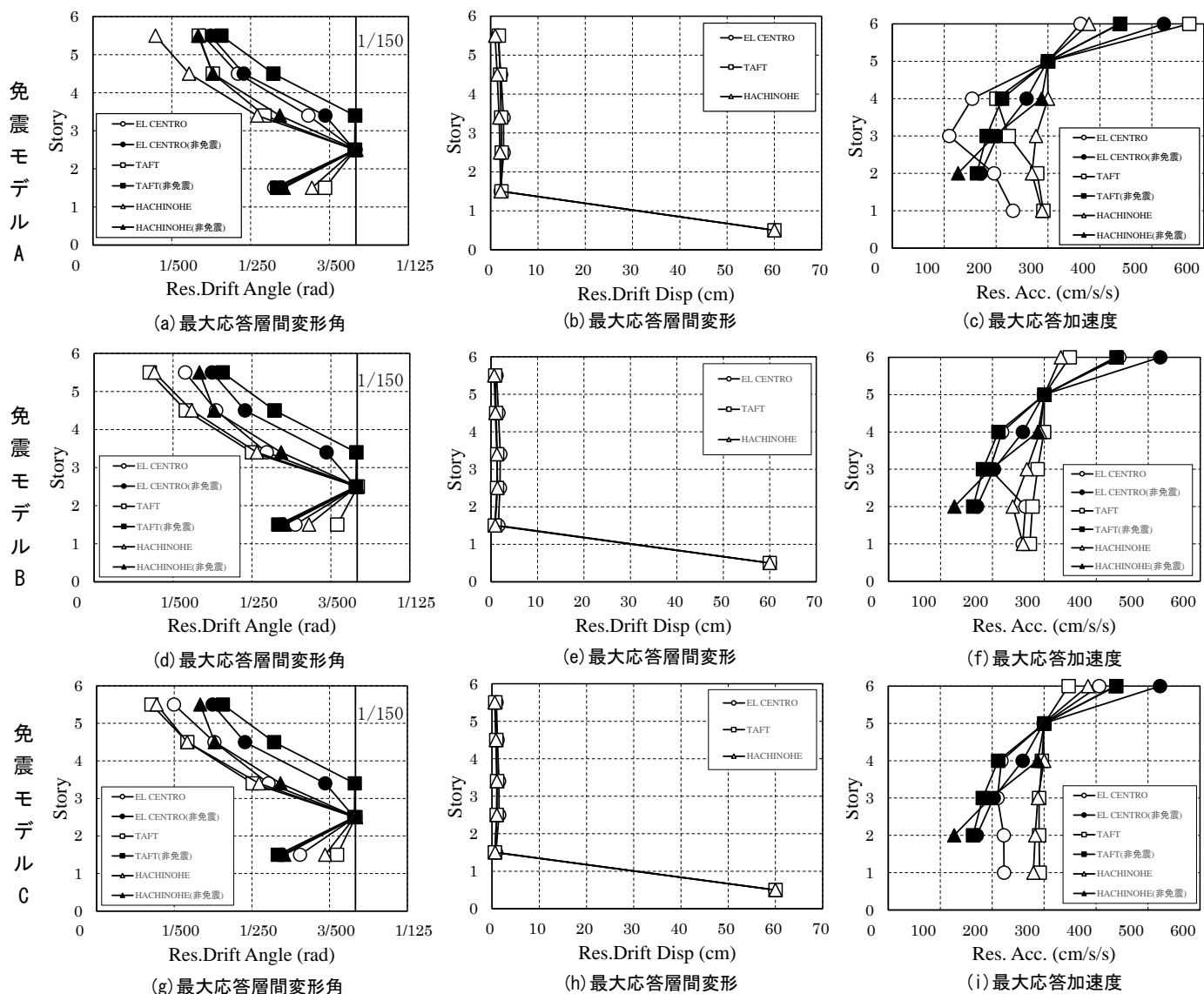


図1 評価項目クライテリア時の最大応答（免震モデル VS 非免震モデル）

表3 地震入力倍率 R_v と地震動再現期間 r

地震波	免震モデル	応答層間変形角 (1/150)		免震層変形 (60cm)		応答加速度 (300cm/s/s)	
		再現期間 換算係数 R_v	再現期間 r	再現期間 換算係数 R_v	再現期間 r	再現期間 換算係数 R_v	再現期間 r
EL CENTRO	A	4.86	1,869	3.21	867	1.06	111
	B	7.55	4,225	3.52	1,028	3.70	1,128
	C	11.13	8,667	3.10	813	6.55	3,248
	非免震	0.86	76	—	—	0.44	22
TAFT	A	10.49	7,768	3.49	1,012	2.95	741
	B	6.21	2,942	3.07	798	6.16	2,899
	C	6.50	3,202	2.89	714	6.43	3,138
	非免震	1.12	123	—	—	0.44	22
HACHINOHE	A	5.14	2,073	2.79	669	4.76	1,798
	B	8.56	5,331	3.11	818	7.63	4,308
	C	15.30	15,627	2.99	760	14.73	14,566
	非免震	0.86	76	—	—	0.46	24

本検討では、上部構造が共通のため、層間変形角は免震モデル C がより大きな地震入力に対する耐震性能を有している。地震動再現期間は、評価項目の中で免震層の最大応答変形が最も短く、免震モデル A~C の限界性能は免震層の変形によって決まる。

これは免震層の性能に比べて、上部構造の性能に比較的余裕があるためと考えられる。

5. まとめ

本報では、非免震モデルと異なる免震層の性能を有した免震モデルの耐震性能を、地震動再現期間で評価した結果について示した。

参考文献

- 1) 日本建築構造技術者協会：JSCA 性能メニュー（解説版），2007
- 2) 日本建築構造技術者協会：安心できる建物をつくるために（解説編），2013
- 3) 日本建築学会：地震リスク評価とリスクコミュニケーション，2011
- 4) 清水英，山下忠道，犬伏徹志，佐藤大樹，高山峯夫：免震建物の耐震性能評価指標の提案に関する基礎的検討 その 1~2，日本建築学会大会学術講演梗概集，2016
- 5) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説，1993

*1 大和ハウス工業(株)

*2 ダイナミックコントロールデザインオフィス

*3 神奈川大学

*4 東京工業大学

*5 福岡大学

*1 Daiwhouse Industry Co., Ltd.

*2 Dynamic Control Design Office

*3 Kanagawa University

*4 Tokyo Institute of Technology

*5 Fukuoka University