

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	多点同時地震動観測記録に基づく免震建物の3次元応答解析手法に関する研究
Title	
著者(和文)	福田優輝, 佐藤大樹, 北村春幸
Authors	Yuuki Fukuda, daiki sato, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, No. , pp. 257-258
Citation(English)	, Vol. B-2, No. , pp. 257-258
発行日 / Pub. date	2010, 9
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf: http://ci.nii.ac.jp/naid/110008123846

多点同時地震動観測記録に基づく免震建物の3次元応答解析手法に関する研究

正会員 ○福田 優輝*
同 佐藤 大樹**
同 北村 春幸***

免震建物 多点同時地震動観測 上下応答解析
立体架構モデル 伝達関数 位相差

1. はじめに

免震構造で用いられる積層ゴムは上下方向の許容引張応力度は許容圧縮応力度に比べると極めて小さく、積層ゴムに作用する軸力を性格に評価する必要がある。一方、上下動の時刻歴応答解析で一般的に用いられる多質点系モデルは、建物の観測記録に対して過大な応答結果を与える傾向にあり^{1)~3)}、積層ゴムに作用する引張力を適切に評価するには十分でない。

本報は、黒瀬ら⁴⁾の用いた低層免震建物を対象に、田部井ら⁵⁾が超高層免震建物において有効性を示した、水平振動に伴う上下動を考慮した解析を適用し、水平振動が上下動に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 対象建物および観測システムの概要

対象建物は東京理科大学野田地区講義棟であり、2003年竣工の鉄筋コンクリート構造、地上7階建ての基礎免震建物である。1階床下の免震層(PIT)には、天然ゴム系積層ゴム(NRB)34基、鉛プラグ入り積層ゴム(LRB)10基、弾性滑り支承(SLR)4基、鋼材ダンパー(SD)22基が配置されている。地震動観測は図1(a)の通り、西側に2成分加速度計(UD・NS成分)を、東側には、3成分加速度計(UD・NS・EW成分)を、7F、1F、免震PITに取り付けている。また2006年10月より、免震PIT、1F基礎梁に一成分加速度計(UD成分)が、南側と北側に計4台設置され、現在加速度UD成分の観測は東西南北で行われている。

3. 地震観測記録の検証

表1に使用した地震動を示す。対象建物で観測された約200の地震動のうち、対象建物からの震源距離、規模が異なる4波を選定した。

図2にPITでの加速度観測記録を示す。図2(a)、(b)を比較すると、NS方向では位相が東西の観測点間で一致しているが、UD方向では位相が東西間で、ずれていることが確認できる。

図2(c)に伝達関数(建物全体)を示す。7~10Hzに多数のピークが存在しており、また東西の観測点間では伝達の特性が異なることが窺える。

図3に免震層履歴曲線を示す。せん断力・変位の算出には、免震層層間変位の観測記録、建物全重量を用い、等価剛性は最小二乗法を用いて算出した。図3(a)(b)より、免震層は、弾性滑り支承が滑り始める9.7mmまで弾性範囲であるが、変形が小さい程、水平剛性が設計値に対して高くなっていることが確認できる。

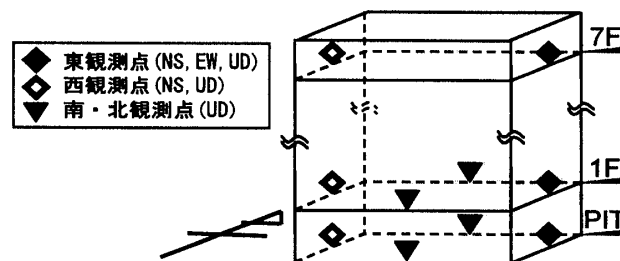


図1 観測点の配置図

表1 地震動観測記録

震源地	観測日	震源深さ(km)	M	対象建物からの距離(km)	PIT最大加速度(gal)		
					EW	NS	UD
新潟県上中越沖	2007/7/16	17.0	6.8	223	20.36	14.91	10.01
岩手県内陸南部	2008/6/14	8.0	7.2	356	7.13	8.48	3.96
福島県沖	2008/7/19	32.0	6.9	277	3.28	5.12	2.15
千葉県北西部	2009/8/21	64.0	4.2	20	1.57	1.45	0.82

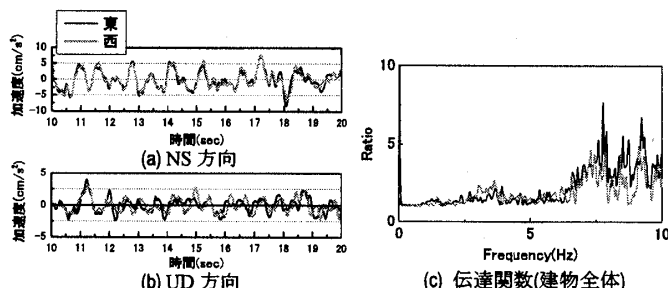


図2 加速度波形、伝達関数の比較(岩手県内陸南部)

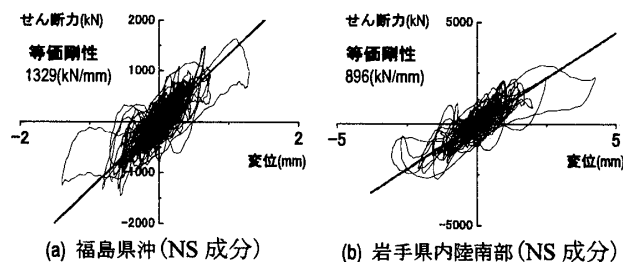


図3 免震層履歴曲線の比較

4. 解析諸元

3章より、対象建物での上下方向地震動について、入力される地震動は観測点間で異なることが、また柱毎に伝達特性が異なるという、文献⁴⁾と同様の知見が得られた為、上下応答解析には文献⁴⁾と同様の入力方法(図4)、および立体架構モデル(図5)を用いることとする。解析は、図4に示す9つの質点にそれぞれ異なる加速度を入力し行う。また解析モデルは、図5に示すように、柱梁端部および大スパンの梁を2分または3分する点に質量を振

り分けるモデルとしている。詳細は、文献⁴⁾による研究を参照されたい。

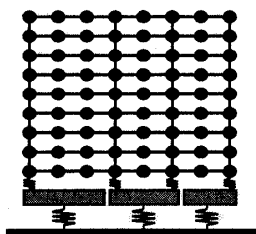


図4 解析モデルの概略図

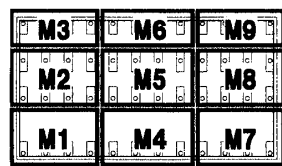


図5 加振質点の配置概略図

水平応答解析モデルは3章より、微小変形時において、免震層の剛性が変位に依存して変化することが確認された為、本解析においても剛性の変位依存を考慮したモデル化を行う。免震層の復元力特性は、図6に示すような0.1、0.5、および1.0mmで剛性が変化するマルチニア型とした。併せて、本解析に用いた剛性と設計値の比較を示す。全免震装置をそれぞれモデル化し、剛性が表2に示す値となるよう調整した。0.1mmまでの剛性は、観測記録と解析結果の伝達関数が一致するよう決定し、0.5、1.0mmでの剛性は免震層最大変形が0.5、1.0mm付近の地震動の平均を用いた。なお、降伏耐力は設計値を用いており、降伏後の剛性は設計値と同じとしている。減衰は、上部構造は3.0%の剛性比例、免震層は0.0%とした。

5. 解析結果

図6 免震層復元力特性

本報では、水平振動に伴う上下動を考慮した上下応答解析を行う為、文献⁵⁾の用いた手法を適用するものとする。以下解析手法の概要を示す。

上下方向に質量を与えずに水平応答解析を行い、上下方向の変位応答を出力する。変位応答を2階微分することで加速度応答に変換し、上下応答解析時に得られる上下方向の加速度応答に足し合わせ、水平振動を考慮した上下応答解析手法としている。概略図を図7に示す。解析手法の詳細は、文献⁵⁾を参照されたい。

図8に水平応答解析結果(NS方向)を示す。図9(a)、(b)から、解析モデルが精度良く観測記録を模擬していることが分かる。またEW方向でも同様の結果が得られた。

図9に、上下応答解析結果を示す。水平振動に伴う上下動を考慮した上下応答解析をH-UD解析、上下応答のみを考慮した上下応答解析をUD解析と表現し、双方の比較・検証を行う。図9(a)、(b)から、どちらも精度良く観測記録を模擬していることが確認できる。以上の比較から、対象建物では、文献⁴⁾の行った上下応答のみを

考慮した解析であっても、精度良く上下応答を模擬可能な解析手法であることが確認できた。

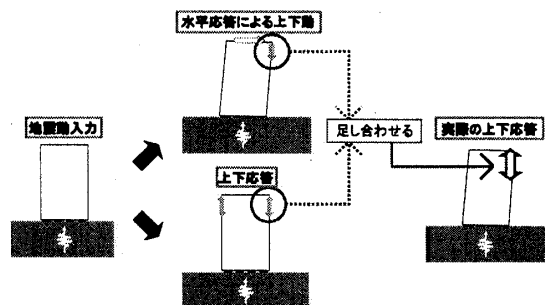


図7 水平振動に伴う上下動を考慮した上下応答解析概略

6. まとめ

本報は、観測記録から地震時の上下・水平応答の特性について検証を行い、水平振動が上下応答に与える影響について比較・検討を行った。

上下応答解析結果より、本報の対象建物はSRC造低層免震建物である為、水平動による建物の全体曲げ変形が上下動に影響を与える要素は少なく、水平振動が上下動に与える影響は微小であることを確認した。

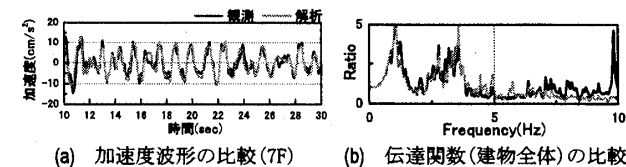


図8 水平応答解析結果(岩手県内陸南部NS方向)

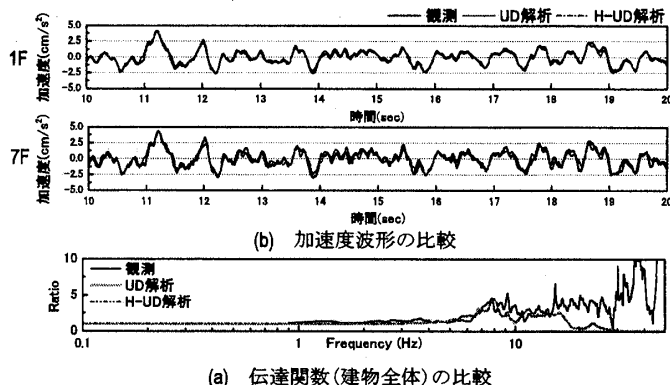


図9 上下応答解析結果(岩手県内陸南部)

参考文献

- 1) 北村幸幸, 楊志勇, 多田英之: 免震建物の鉛直地震応答に関する一考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, pp.817-818, 1996.9
- 2) 柚木孝裕 他: 免震建物の上下応答特性に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, pp.653-654, 1997.9
- 3) 瓜生満, 近藤俊成, 橋村宏彦: 免震構造物の上下動地震応答特性に関する研究(その8) 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, pp.537-538, 2000.9
- 4) 黒瀬等, 北村幸幸, 佐藤大樹, 田部井正樹: 多点地震動観測記録に基づく免震建物の上下応答解析のモデル化手法(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, pp.321-322, 2008.9
- 5) 田部井正樹, 北村幸幸, 佐藤大樹: 多点地震動観測記録に基づく超高層免震建物の上下応答に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2, pp.931-932, 2009.8
- 6) 北村幸幸: 性能設計のための建築振動解析入門, 彰国社(2002)

*東京理科大学

**東京理科大学 助教・博士(工学)

**東京理科大学 教授・博士(工学)

* Tokyo University of Science

**Assistant Professor, Tokyo University of Science Dr.Eng.

**Professor, Tokyo University of Science Dr.Eng.