

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	超高層免震建物の多点地震動観測記録に基づく上下応答解析手法の提案
Title	
著者(和文)	田部井正樹, 北村春幸, 佐藤大樹
Authors	Haruyuki Kitamura, Daiki Sato
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, , pp. 931-932
Citation(English)	, B-2, , pp. 931-932
発行日 / Pub. date	2009, 8
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/110007978909

超高層免震建物の多点地震動観測記録に基づく上下応答解析手法の提案

正会員 ○田部正樹* 同 北村春幸**
同 佐藤大樹***

超高層免震建物 上下応答 多点地震動観測
立体架構モデル 建物曲げ変形 伝達関数

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、引き抜きによる積層ゴムの損傷が危惧されている。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の検証を不明瞭なものにしている。特に超高層免震建物においては、水平応答による建物の曲げ変位も上下応答に影響すると考えられるため、その影響を考慮した解析を行うことが必要である。本研究は、超高層免震建物の上下応答を高い精度で評価する解析手法の提案を目的とする。

2. 対象建物および観測の概要

対象建物は東京工業大学すずかけ台キャンパス構内に建設された研究棟(名称: J2棟)であり、高さ91.35mで、1階と2階の間に免震層を設けた超高層免震建物となっている。四隅の免震装置に浮き上がりを許容させることで柱脚部の引抜力に対応している。

図1に示すように、免震層は1100~1200mmの天然ゴム系積層ゴム支承と免震用オイルダンパー及び鋼製ダンパーで構成されている。鋼製ダンパーは積層ゴムと一体型のもので別置き型のものを併用している。

地震動観測は1階、免震層、2階、7階、14階、20階で行っており、各観測位置・観測方向は図2に示す。

3. 地震動観測記録の検証

(1) 使用した地震動観測記録

2005年7月から2007年11月の間に観測された約300の地震動のうち、免震層が機能したと考えられる4波を本研究で使用する。表1に本論で用いた地震動を示す。

(2) 加速度の波形性状

図3に示す南北観測点の加速度波形の比較から、観測点の高さに関わらず、水平応答はほぼ同位相で振動しており、上下応答では免震層は近い振動性状を示したが、20階では南北で加速度波形が一致しない場合があった。

(3) 伝達関数

図4より伝達関数は、水平成分で2次、上下成分で1次までが比較的明確にピークを示したが、それ以降では各観測点で異なる傾向を示していることが確認できた。

4. 解析モデル

本研究では、観測記録の検証から得た知見を踏まえ、上下応答解析モデルとして、図5に示すような各階重量

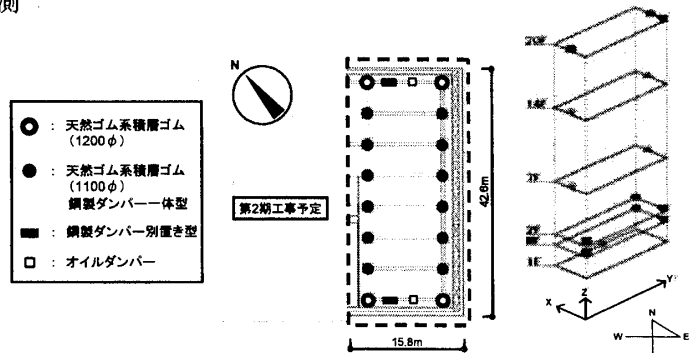


図1 免震装置配置図

図2 観測装置配置図

表1 採用地震動の一覧

年月日	時刻	震源地	20F 最大加速度 gal		
			X	Y	Z
2005/7/23	16:34	千葉県北西部	21.06	12.93	38.65
2005/8/16	11:47	宮城県沖	24.06	17.06	9.55
2006/4/21	2:50	伊豆半島東方沖	5.07	4.66	7.65
2007/7/16	10:13	新潟県中越沖	13.89	8.65	3.18

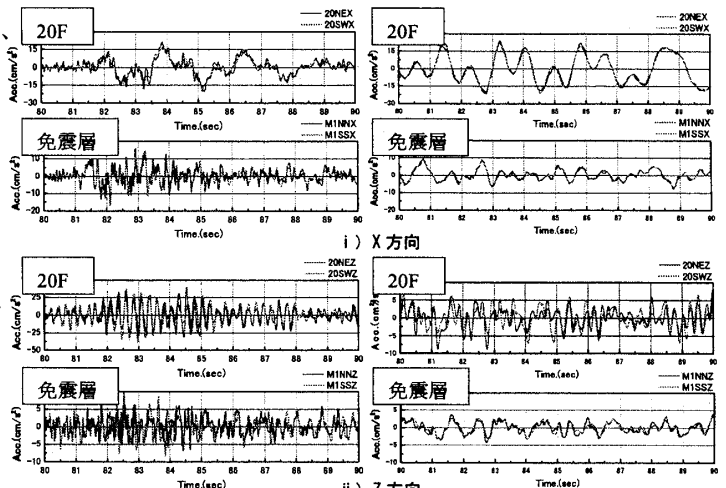


図3 加速度波形の比較

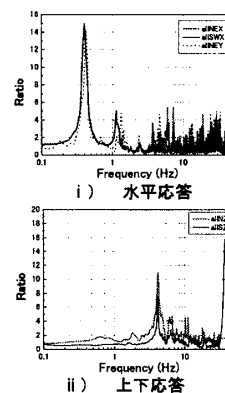


図4 伝達関数の比較

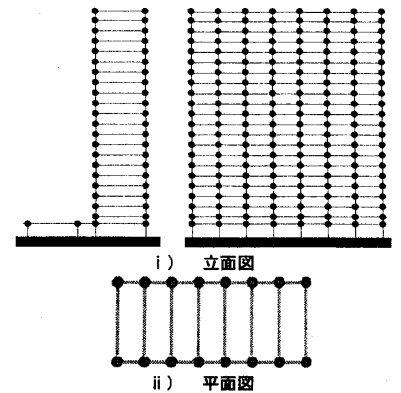


図5 上下応答解析モデル

Modeling Method of Vertical Response Analysis of Base-Isolated Building based on Multi-Points Earthquake Observation Record

TABEI masaki, KITAMURA haruyuki, SATOU daiki

を柱梁接合部に分散させた立体架構モデルを作成した。

4. 建物曲げ変形による上下応答の検証

本研究では、水平応答から生じる上下応答（以降 H-UD 応答）を解析で再現するため、水平応答解析時における上下方向の加速度応答波形を用いる手法を提案する。そのため、観測地点と同一の節点の上下方向変位を使用する。水平応答解析時に上下方向には質量を与えず、自由度のみを与えて解析を行うことで、剛床下における水平応答解析から上下の変位時刻歴応答を出力させた。上下変位応答波形から加速度応答波形を算出するため、振動数領域で変位応答波形の 2 回微分を行った。求めた加速度応答波形を純粋な上下応答解析結果（以降 UD 応答）に足し合わせることで、観測記録の応答性状に近い解析結果を得ることができると考えた。

図 6 に本研究で使用した 4 地震動について、H-UD 応答の伝達関数（建物全体）を示す。図から、X 方向解析の応答は水平の 2 次応答の影響を、Y 方向解析の応答は水平の 3 次応答の影響を受けていることが確認された。このことから、H-UD 応答を考慮した応答解析結果では、2 次、3 次の水平応答影響を再現できると考えられる。

5. H-UD 応答を考慮した解析結果

4 章で述べた手法を用いて上下応答解析を行った。図 7 i) に伝達関数（4 波の平均）の比較を、ii) に加速度波形の比較を示す。また、図 8 には上下応答解析手法ごとの最大変位を比較したものを示す。

i) 伝達関数（4 波の平均）の比較から、H-UD 応答を考慮した解析結果が、水平応答の 1 次、2 次の影響を再現し、より観測記録に近い応答性状を示していることが確認できる。また、建物全体においても上部構造においても同様の傾向が確認できる。

また、ii) 加速度波形の比較では、H-UD 応答を考慮した場合と考慮しない場合では、20F においても免震層においても大きな差が生じなかった。

また、図 8 の最大変位の比較から、変位においては H-UD 応答が UD 応答に比べ大きい値を示しており、UD 応答のみの場合に比べ、H-UD 応答を考慮した場合の最大変位の方が観測記録に近づく事も確認できる。

6. まとめ

本研究では、超高層免震建物の多点地震動観測から上下応答特性についての検証を行い、モデル化手法と超高層免震建物の水平応答が上下応答に与える影響についての検討を行った。

上下応答解析結果から、各階の質量を柱梁接合部に分散させた立体架構モデルを用いることで、観測記録の応答性状に近い解析結果を得ることが出来た。しかし、観測記録の上下応答性状には、水平応答から生じる上下応答（H-UD 応答）の影響が含まれているのに対し、純粋な上下方向の解析による応答（UD 応答）にはその影響が考慮されていないことが確認された。

H-UD 応答を考慮するため、水平応答解析から上下方向の加速度を算出し、UD 応答に足し合わせることでさらに観測記録に近い応答性状を目指した。

H-UD 応答を考慮した上下応答解析を行った結果、水平方向の 1 次応答と 2 次応答の影響が上下応答解析結果に現れ、観測記録に近い応答性状を再現することが出来た。また、H-UD 応答を考慮した場合の最大変位も観測記録に近づくことが確認された。

謝辞

本研究は東京工業大学 21 世紀 COE プログラム「都市地震工学の発展と体系化（代表者：大町達夫教授）」と共同で行ったものであり、JII 棟の地震動観測データを提供して頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 北村春幸, 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 (近畿) pp. 817-818, (1996)
- 2) 柳木孝裕, 加藤朝朗, 寺村彰 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 (関東) pp. 653-654, (1997)
- 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 no. 21269 (2000)
- 4) 黒瀬幸, 北村春幸, 佐藤大樹, 田部正樹: 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 (中国) pp. 321-322, (2008)

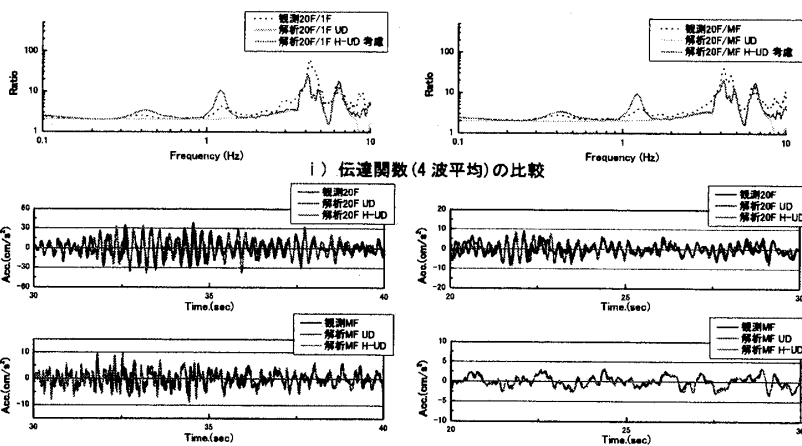


図 7 H-UD を考慮した上下応答解析結果

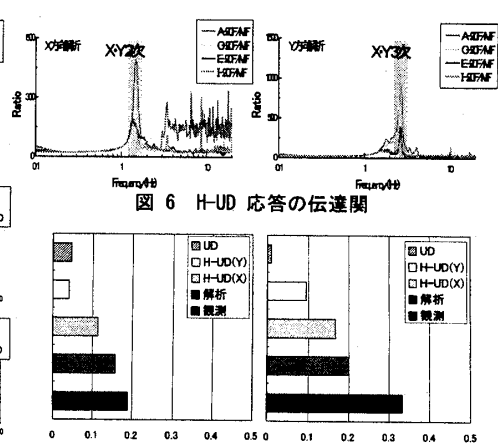


図 8 最大変位の比較

* 関竹中工務店 (元東京理科大学大学院)
 ** 東京理科大学 教授・博士 (工学)
 *** 東京理科大学 助教・博士 (工学)

* Takenaka Corporation ()
 ** Prof., Tokyo University of Science Dr.eng
 *** Assistant Prof., Tokyo University of Science Dr.eng..