

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	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 解析手法の提案
Title	
著者(和文)	黒瀬零, 北村春幸, 佐藤大樹, 田部井正樹
Authors	Haruyuki Kitamura, daiki sato
出典 / Citation	日本建築学会大会, Vol. B-2, , pp. 321-322
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 321-322
発行日 / Pub. date	2008, 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/110007066305

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 解析手法の提案

正会員 ○黒瀬零**** 同 北村春幸**
同 佐藤大樹*** 同 田部井正樹*

免震建物 ランダム位相波 立体架構モデル
多質点系モデル 多点入力 応答低減

1. はじめに

本研究ではその1の知見を基に多点入力上下応答解析モデルと多点入力地震波を提案する。更に、解析モデルと地震動の入力方法の違いが免震建物の上下応答に与える影響についての検討を行う。

2. 解析概要

(1) 解析モデル

本研究では、解析モデル下部に付与した加振質点に地震動を入力することで振動解析を行う手法をとっている⁴⁾。特に立体架構モデルは図1に示すように、9つの加振質点M1-M9を配置し、各加振質点に地震動を入力する方法を採用している。図2(a)に各層の質量を柱・梁に振り分けた立体架構モデル[Fr]を、(b)に各層の質量を集約した多質点系モデル[Mm]を示す。上部構造の減衰定数は、1階柱脚を固定とした場合の上下方向の一次振動モードに対して $k=2.0\%$ となるようなレーリー減衰とし、免震層では免震部材ごとに $k=1.0\%$ の内部粘性減衰とした。

立体架構モデルのモード図において東側、西側の観測点付近が卓越したものを図3に示す。また、観測記録から求めたPitから7Fの伝達関数のアンサンブル平均を図4に示す。両者の卓越振動数は概ね一致しており、解析モデルが対象建物の振動性状を捉えることが確認できる。

(2) 入力方法

その1の知見から、上下応答解析における入力手法として、同一平面上での異なる応答を再現できる多点入力を採用する。本研究では以下に示す3種の入力方法を用いて応答解析を行った。

- ・観測波1入力[S]: M1-M9 全ての加振質点に Pit 階東側観測点の観測記録を入力する方法である。
- ・観測波多点入力[M]: M2、M4、M6、M8 に Pit 階各観測点の観測記録を入力し、他の加振質点には隣接する観測点の観測記録を平均した記録を入力する方法である。
- ・ランダム位相波多点入力[R]: その1で確認された高振動数成分における位相の相関性の低下を表現するため、位相成分の10Hz以降を一様乱数に変換したランダム位相波を用いる方法である。M8にPit階東側観測点の観測記録を入力し、M8以外にはM8の観測記録から作成したランダム位相を入力する。これは1地点のみの地震動記録から多点入力による解析を可能とする方法である。

(3) 検討種別

多質点系モデル[Mm]・立体架構モデル[Fr]に対し、観測

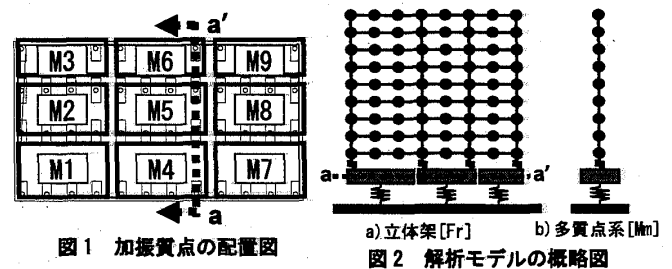


図1 加振質点の配置図

図2 解析モデルの概略図

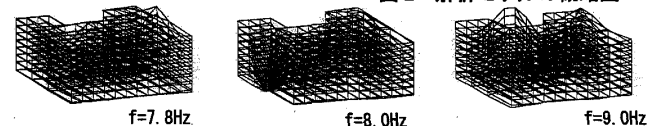


図3 立体架構モデルのモード図

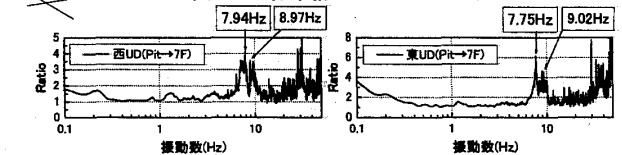


図4 伝達関数のアンサンブル平均 (Pit→7F)

波1波[S]・観測波多点[M]・ランダム位相波多点[R]をそれぞれ入力し上下応答への影響について検討を行う。

3. 解析結果

(1) フーリエスペクトル

7階東西のフーリエスペクトルを図5に示す。建物上下方向の卓越振動数は7.5Hz付近であり、低振動数領域でのピークは入力地震動自体が持つピークといえる。また、多質点系モデル[Mm-S]のピークは観測記録よりも大きな振幅を示したが、立体架構モデル[Fr-S, Fr-M]では観測記録と同等となり、観測記録の振動性状を再現できている。

(2) 加速度の最大値・平均パワ

東側観測点付近の最大加速度と平均パワを図6に示す。フーリエスペクトルと同様に、多質点系モデル[Mm-S, Mm-R]は観測記録よりも大きい値を示している。

立体架構モデルの入力方法で比較すると、観測波1入力[Fr-S]に比べ、観測波多点入力[Fr-M]は上下応答が低減する傾向にある。また、ランダム位相波多点入力[Fr-R]の応答値は観測波1入力[Fr-S]の応答値と殆ど変わらず、ランダム位相波による上下応答への影響は見られなかった。

(3) 加速度の波形性状 図7に立体架構モデルに観測波多点入力させた場合[Fr-M]と観測波1入力させた場合[Fr-S]の加速度と観測記録の波形を示す。東側加速度の波形性状は入力方法の違いによる変化が現れていない。一方、西側加速度の波形性状は観測波1入力[Fr-S]では観測記録と合致せず、観測波多点入力[Fr-M]にすることで波形性状が観測記録と合致した。これは、観測波1入力[Fr-S]と観測波多点入力[Fr-M]では西側の直下に異なる地震動が入力

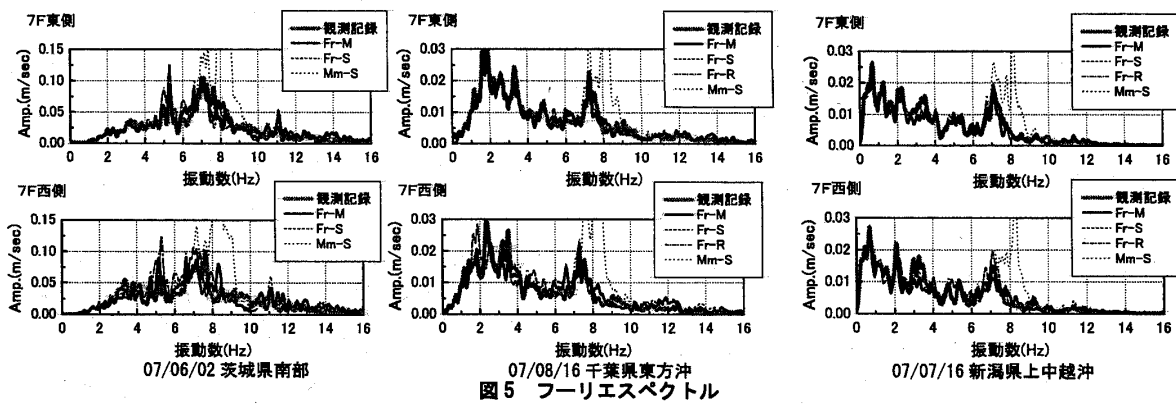


図5 フリーレスポンス

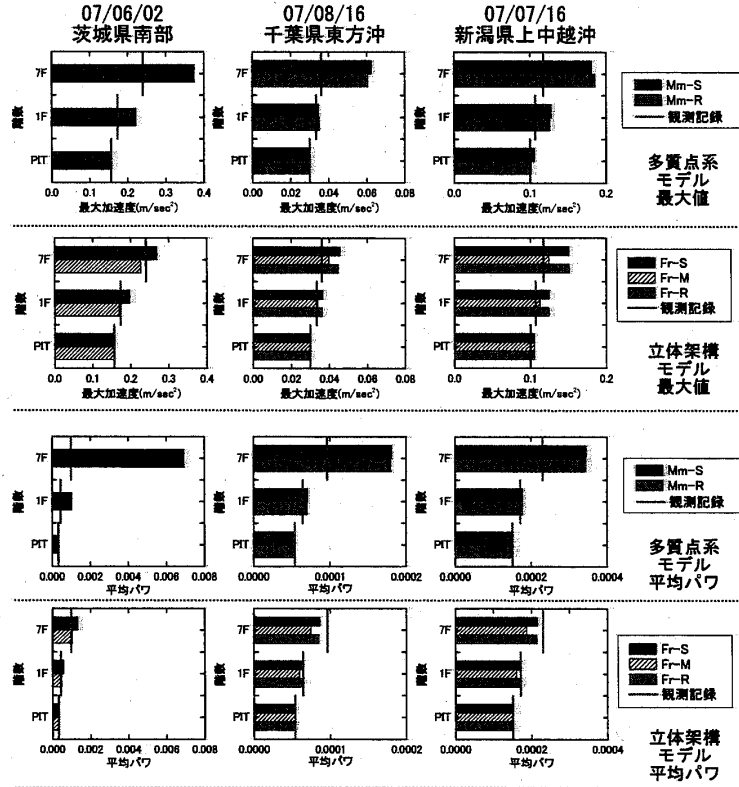


図6 加速度応答の最大値と平均パワ

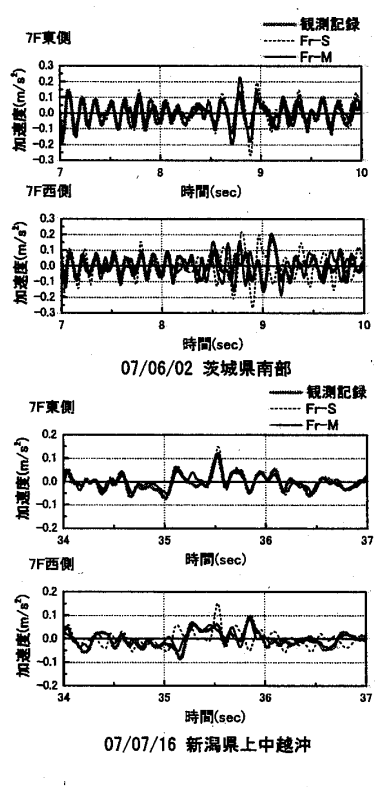


図7 加速度時刻歴波形

されているためであり、入力地震動は直上の波形性状に強く影響する傾向にあると考えられる。波形性状の合致から観測波多点入力[Fr-M]は高い精度で上下応答解析ができていたといえる。

4. まとめ

多点入力による多入力上下応答解析の結果から以下のような知見を得た。

- ・上下応答解析においては、多質点系モデルに比べ、立体架構モデルを用いた解析結果の方が地震動観測記録に近い振動性状を示す。
- ・立体架構モデルへの入力手法として、1点で観測された地震動記録のみを入力する観測波1入力[S]に比べ、多点で観測された地震動記録を入力させる観測波多点入力[M]を用いることで、観測記録を精度良く模擬した応答解析結果を得ることが可能である。

・ランダム位相多点入力による解析結果は、観測波1入力の場合と殆ど変わらず、ランダム位相の上下応答への影響は少ないと考えられる。

これらの知見から、免震建物の上下応答解析を高い精度で行うためには、立体架構モデルを用いた観測波多点入力解析が有効であると言える。また、多点入力用地震動の作成方法の開発が必要である。

謝辞
本研究を進めるにあたり、関清水建設技術研究所、佐藤俊明博士、堀一男博士から御教示を賜りました。本研究は平成16年東京理科大学特定研究助成金(高度化推進対象事業経費[大学院重点特別経費]免震建物一地震系との多点同時地震観測計画)ならびに文部科学省科学研究費補助金・(B)17360275の援助の下、実施致しました。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) 和木孝裕, 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) 北村春幸: 性能設計のための建築振動解析入門, 彰国社(2002)
 - 5) 気象庁・地震動・震度データベース
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html

*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)
****入江三宅建築設計事務所(元東京理科大学大学院)

*Graduate School of Tokyo University of Science
** Prof., Tokyo University of Science Dr.eng
*** Assistant Prof., Tokyo University of Science Dr.eng.
**** Irie Miyake Architects & Engineers