

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	下部構造に制振装置を組み込んだ超高層中間免震建物の応答特性
Title(English)	Response characteristics of a high rise mid-story isolation building with a vibration damping device incorporated in a lower structure
著者(和文)	添田幸平, 佐藤大樹
Authors(English)	Kohei Soeta, Daiki Sato
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 643-644
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 643-644
発行日 / Pub. date	2017, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

# 下部構造に制振装置を組み込んだ超高層中間免震建物の応答特性

正会員 ○添田 幸平\*<sup>1</sup> 同 佐藤 大樹\*<sup>2</sup>

超高層 中間免震 制振構造  
粘性ダンパー 摩擦ダンパー 慣性質量ダンパー

## 1. はじめに

超高層建物に中間免震を適用する事例が増えている。一般に、免震層より下階（以後、下部構造と称す。）の加速度応答は、大きくなる傾向がある<sup>1)</sup>。加速度が大きいと居住性が悪化するため、本報では、下部構造の応答加速度をダンパーで低減することを試みる。また、以下の点に着目するために、3種のダンパーを用いる。

- ①摩擦ダンパー：卓越周期を短くする効果
- ②オイルダンパー：付加減衰による効果
- ③慣性質量ダンパー：卓越周期を長くする効果

## 2. 検討概要

### 2.1 建物概要およびダンパー概要

検討対象建物は、図1に示す地上25階の超高層鋼構造建物である。建物の用途はオフィスを想定する。主架構の1次固有周期 $T_{f1}$ は2.9sec ( $\approx 0.027H$ )である。

免震層の位置は、5階と6階の間、10階と11階の間、15階と16階の間の3パターンとし、それぞれ5M、10M、15Mモデルと称する。免震層は積層ゴムおよび鋼材ダンパーから構成され、復元力を以下のように設定する。

- ・降伏後剛性(2次剛性 $K_2$ )：上部構造を剛体とみなし、免震周期が5.0sec
- ・初期剛性 $K_1$ ： $K_2/K_1=0.1$
- ・降伏せん断力係数 $\alpha_y$ (上部構造の重量に対して) $=3.5\%$

振動解析モデルは、各階1質点の25質点系等価せん断モデルとする。ダンパー設置位置の周辺架構の曲げ変形は弾性バネをダンパーと直列結合することで表現し<sup>2),3)</sup>

(図2)、各諸元を図3に示す。本報ではX方向のみを対象とする。主架構は弾性状態を保つものとし、上部構造および下部構造の構造減衰は各々の1次固有周期に対して2%となる剛性比例型とする。

ダンパーは下部構造のY2およびY3通りに各層4基ずつ、連層配置する。下部構造に配置するダンパーは、摩擦ダンパー(FD)、オイルダンパー(OD)、慣性質量ダンパー(MD)の3パターンである。形状はシアリンク型とする。

FDは一律1500kN級/基(滑り荷重:1500kN/基)、VDは一律1500kN級/基(リリース荷重:1200kN/基、最大荷重:1500kN/基)とする。MDは一律1500kN級/基(滑り荷重:1500kN/基)とし、かつFDによる下部構造の1次固有振動数が短くなった分、長くなるように調整した慣性質量 $m_{ds}$ (5M:1150ton, 10M:3500ton, 15M:8000ton)とする。なお、周期を長くする効果に着目するため粘性項は無視する。

### 2.2 入力地震動概要

検討用入力地震動には、観測波3波、告示3波の計6波を用いる。地震動の大きさは極めて稀に発生する地震動レベルである。図4に加速度応答スペクトル( $h=5\%$ )を示す。

### 3. 最大加速度応答について

図5に各ケースの最大加速度応答を示す。なお、告示波については3波平均を示す。ダンパー無しの状態(ISO)の応答も重ねて示す。

- ・FDの最大加速度はいずれもISOの最大加速度より小さくなっている。免震層の位置が低いほど、最大加速度が大きく、 $1000\text{cm/s}^2$ を超える場合がある。
- ・MDは10MのEl Centro以外は、免震層直下階近傍の加速度低減効果があることが確認できる。また、免震上部の加速度低減効果もあることが確認できる。
- ・ODは加速度の大きい免震層直下階近傍の加速度低減効果があることが確認できる。

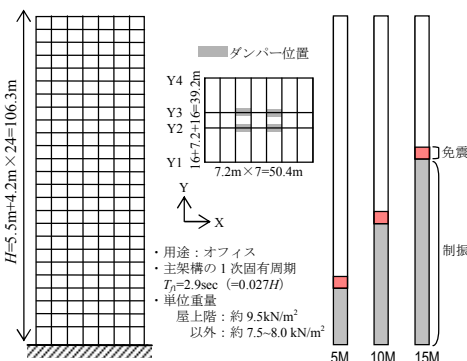


図1 建物概要

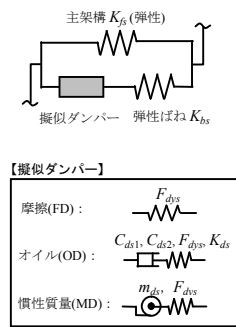


図2 解析モデル

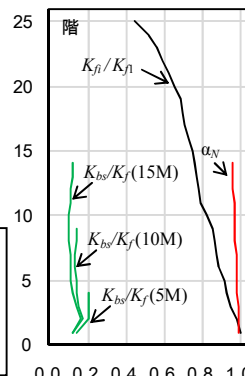


図3 建物諸元

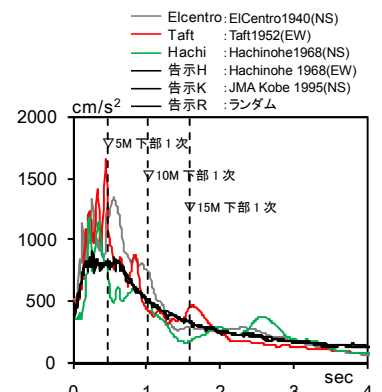


図4 加速度応答スペクトル(h=5%)

Response characteristics of a high rise mid-story isolation building with a vibration damping device incorporated in a lower structure

SOETA Kohei, DAIKI Sato

#### 4. 応答特性

下部構造のうち、居住性が最も悪いと考えられる、免震階の直下階（5M：4階，10M：9階，15M：14階）の加速度フーリエ振幅スペクトルを図6に示す。紙幅の都合上，告示Kのみ示す。

- ・FD は卓越周期が短くなっているが，下部構造における高次の振動数において応答が増幅することが確認できる。
- ・MD は卓越周期が長くなることにより応答が低減していることが確認できる。
- ・OD は付加減衰効果により，広域な周期帯で，応答が低減していることが確認できる。

#### 5. おわりに

下部構造に制振装置を組込んだ超高層中間免震建物の応答特性について示した。免震層が上層ほど，下部構造の卓越周期帯が増え，応答制御が困難となる。広域な周期帯で加速度低減効果のある付加減衰が，加速度低減に優れていると考えられる。

##### 参考文献

- 1) 山下ら：中間階に免震装置を設置した建物における免震層の上部-下部構造の応答の連成と制御に関する研究，日本建築学会構造系論文集，第591号，2005.5
- 2) 石井ら：多層制振構造の時刻歴解析に用いるせん断棒モデルの提案，日本建築学会構造系論文集，第64号，2010.1
- 3) 添田ら：履歴型・粘性型ダンパーを直列連層配置した鋼構造超高層建物の簡易モデル作成手法，関東支部研究報告集，2012.3

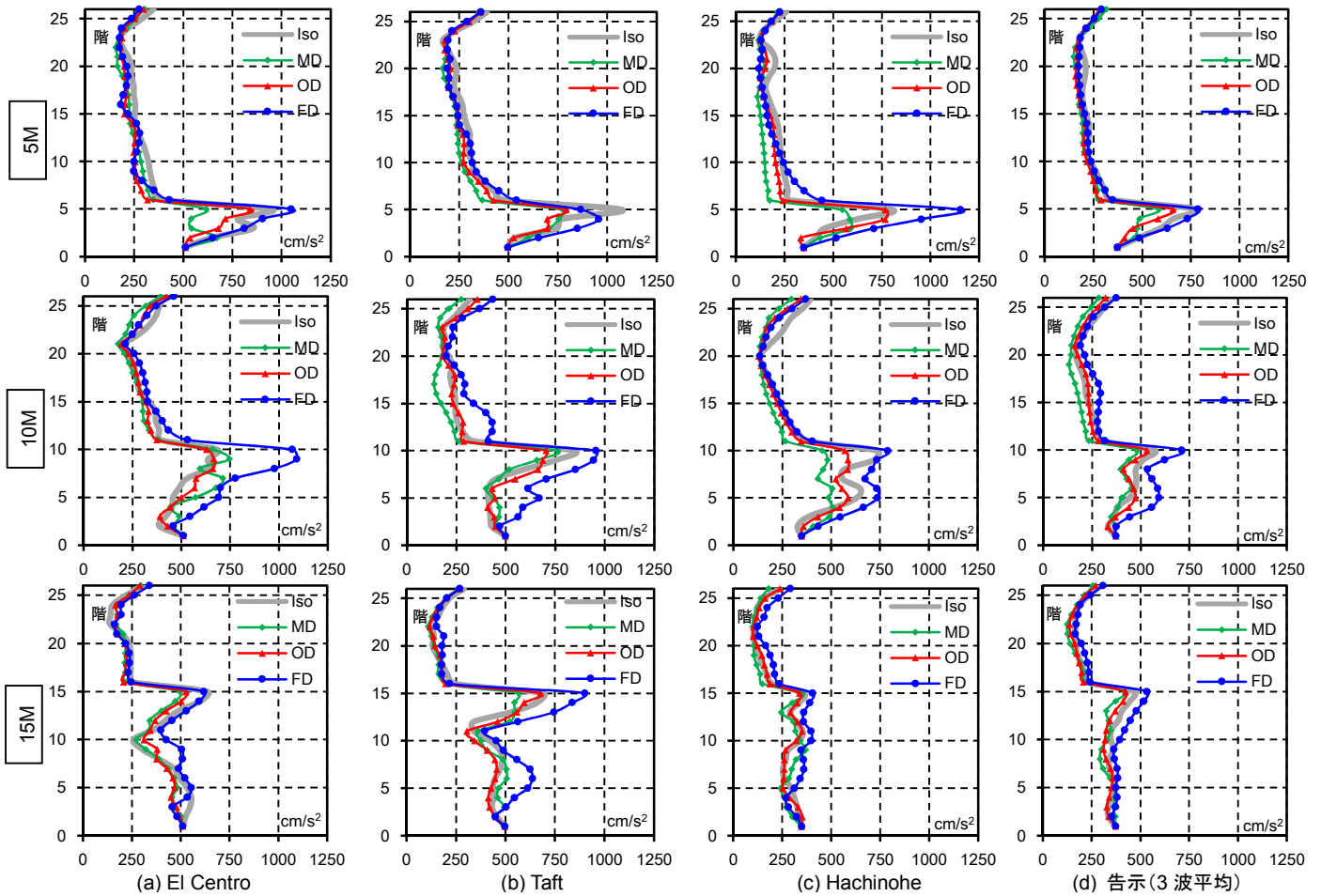


図5 最大加速度応答の高さ方向分布

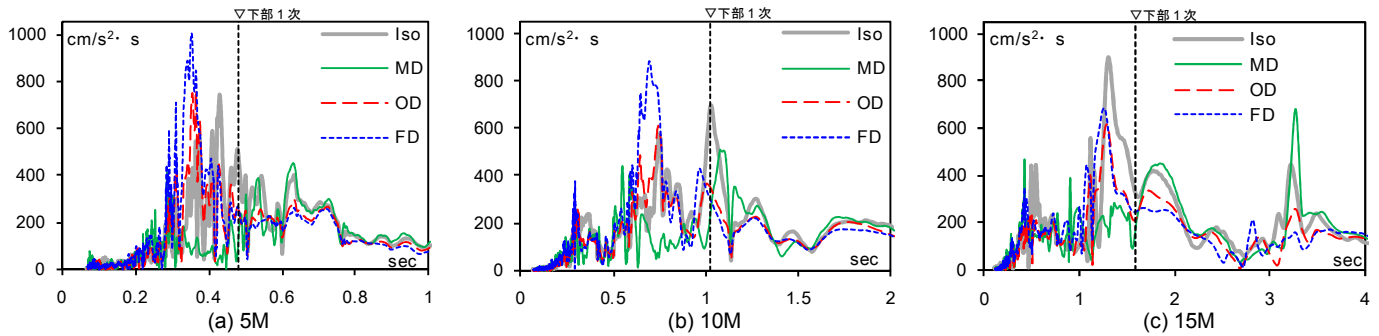


図6 免震階直下階における加速度フーリエ振幅スペクトル(告示K)

\*<sup>1</sup> 久米設計  
\*<sup>2</sup> 東京工業大学

\*<sup>1</sup> KUME SEKKEI  
\*<sup>2</sup> Tokyo Institute of Technology