

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	高さ方向で耐力・剛性の不連続な高層鋼構造建物の制振補
Title	
著者(和文)	橋本奨吾, 佐藤大樹, 北村春幸, 長江拓也, 佐野剛志
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura, TUYOSHI SANO
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 943-966
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 943-966
発行日 / Pub. date	2012, 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/110009654849

高さ方向で耐力・剛性の不連続な高層鋼構造建物の制振補強

正会員○橋本奨吾*1 同 佐藤大樹*1 同 北村春幸*1
同 長江拓也*2 同 佐野剛志*3

超高層建物 鋼製ダンパー 部分配置
剛性 耐力 損傷集中

1. はじめに

近年、技術の発達と都市の高密化によって、高層建物の在り方も異なり、多様な用途を持つ高層建物が増加している。中でも、下層に事務所や商業施設、上層に住居やホテルで構成される複合用途の高層建物が増加している。このような高層建物は、高さ方向で用途が異なるため、それに伴う架構形式の違いによる耐力や剛性の変化が考えられる。商業施設や事務所は、長スパンで構成される場合が多く、ホテルや住居は、短スパンで構成される場合が多い。そのため、上層のホテル・住居部分は下層の商業施設や事務所に比べて耐力・剛性が大きくなることが予想される。本報では、上層の耐力・剛性が大きいことが、建物の応答に与える影響を把握すると共に、入力する地震動による応答特性の違いを把握することを目的とする。

2. 対象建物と検討用地震動の概要

対象建物は、高さ 80.5m の 21 層鋼構造建物とする¹⁾。図 1 に、建物概要を示す。固有値解析の結果、主架構の状態における 1 次固有周期 T_1 は、2.41 秒である。ここで、複合用途の高層建物を想定し、10～21 層の階高を 3.8m から 3m としたモデルを作成したところ、階高 3.8m の時にに対し、層剛性が約 1.4 倍になることを確認した。そこで、本研究では、10～21 層の耐力・層剛性を 1 倍、1.2 倍、1.4 倍したモデルについて検討を行う。耐力を増大させるために主架構の F 値を上げ、層剛性を増大させるために部材のヤング係数を上げることとする。主架構のみのモデルを耐震モデルとし、1～9 層に制振部材を設置したモデルを制振モデルとする。耐力・層剛性を、各倍率とした際の 1 次固有周期 T_1 と弾性限界時のベースシア係数 C_b を表 1 に示す。

検討用地震動は、 $S_v=160\text{cm/s}$ に基準化した ART-HACHINOHE (以降 ART-HACHI160)、長周期地震動の三の丸波²⁾ (以降 C-SAN) および直下型地震の JMA KOBE 1995 NS (以降 JMA KOBE) を使用する。図 2 にスペクトル図を示す。灰色で示す範囲は、本報での耐震および制振モデルの周期帯を表す。

3. 耐震モデルの応答性状

本節では、上層の耐力・層剛性を増大させた場合に応答に与える影響を確認する。図 3(a)～(c)に、各地震動を入力した際の耐震モデルにおける層間変形角 R を示す。図 3(a), (b)より、ART-HACHI160 および C-SAN 入力時において、上層の耐力・層剛性を増大させることで、上層の変形が小さくなり、下層の変形が大きくなる傾向がある。特に、耐力・層剛性を 1.4 倍とした場合、下層の層間変形角が大きくなる傾向がある。図 3(c)より、JMA KOBE 入力時において、上層の層間変形角が大きくなる傾向が見られた。しかし、耐力・層剛性を 1.4 倍とした場合に、上層と下層の層間変形角が同程度となった。図 4(a)～(c)に、梁の塑

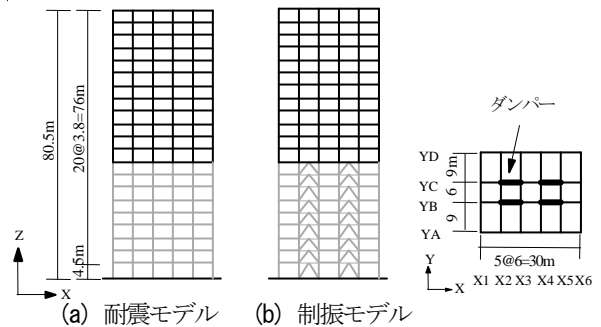


図 1 建物概要

表 1 耐震モデルの固有周期 T_1 とベースシア係数 C_b

耐力・層剛性倍率	1	1.2	1.4
1次固有周期(s)	2.41	2.33	2.28
ベースシア係数	0.2	0.2	0.2
$C_b \cdot T_1$	0.47	0.46	0.44

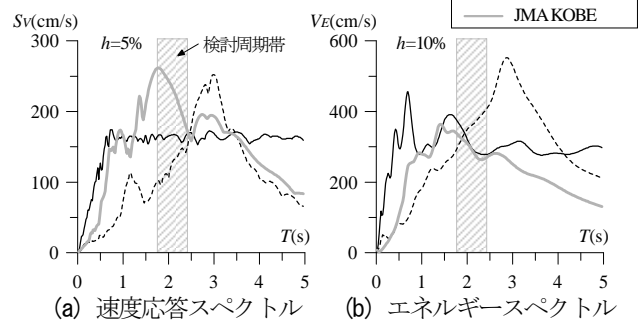


図 2 検討用地震動のスペクトル

性率 $G\mu$ を示す。図 4(a), (b)より、層間変形角と同様に、ART-HACHI160 および C-SAN 入力時において、上層の耐力・層剛性を増大させることで、下層の $G\mu$ が大きくなる傾向がある。C-SAN 入力時において、上層の耐力・層剛性を 1.4 倍にすることで、4層の $G\mu$ は約 50% 増加した。また、上層の耐力・剛性を 1.2 倍にすることで、上層の塑性化を概ね防ぐことが出来た。一方、図 4(c)より、JMA KOBE 入力時では、耐力・層剛性 1.2 倍の時でも塑性化が見られ、上層を弾性範囲とするためには、上層の耐力・層剛性を 1.4 倍にする必要があった。

4. 制振モデルの応答性状

制振モデルの応答について検討する。なお、ダンパーの降伏せん断力 Q_{yi} は、以下の式より算出する。

$$Q_{yi} = \alpha_{yi} \cdot \sum_{i=1}^n m_i \cdot g \quad (1)$$

ここで、 Q_{yi} :ダンパーの降伏せん断力、 α_{yi} :ダンパーの降伏せん断力係数、 n :層数、 m_i : i 層の質量、 g :重力加速度である。本報における α_{y1} は、パラメータスタディの結果、最も効率的

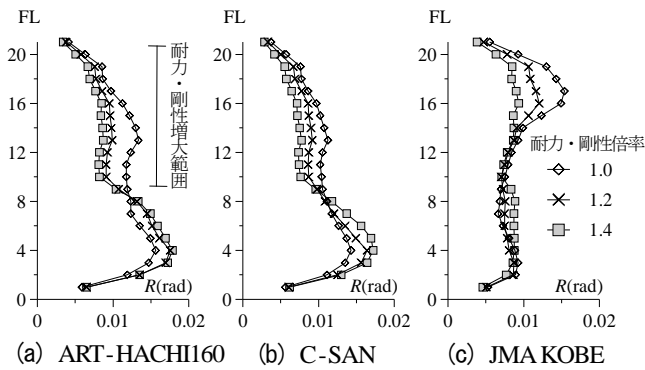


図3 層間変形角 (耐震モデル)

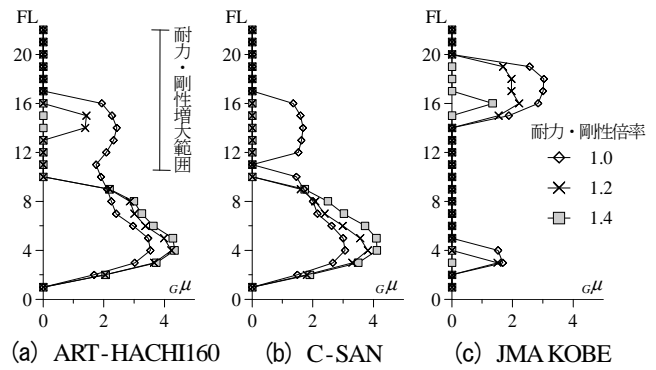


図4 梁の塑性率 (耐震モデル)

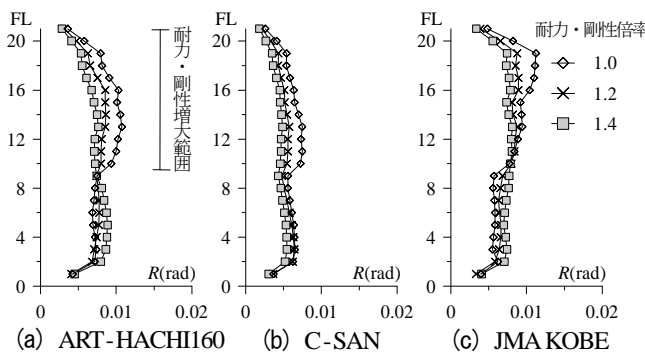


図5 層間変形角 (制振モデル)

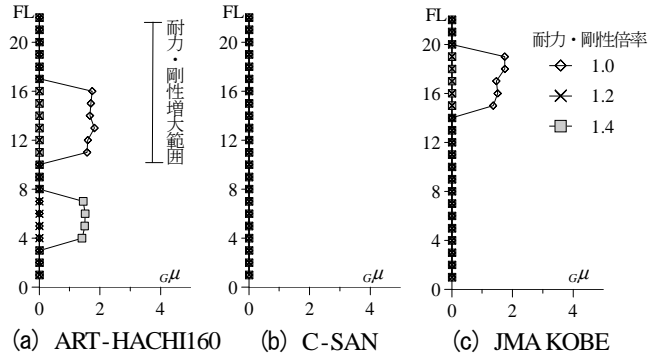


図6 梁の塑性率 (制振モデル)

に応答を抑えられた 0.06 を用いることとする。図 5(a)~(c)に、各地震動を入力した際の層間変形角 R を示す。高さ方向の分布形状に着目すると、耐震モデルの場合には、地震動による変形の特徴にバラつきがあったが (図 3)、制振モデルの場合には、バラつきが小さいことがわかる (図 5)。下層部分に制振部材を設置することで、ART-HACHI160 および C-SAN 入力時では下層の変形が抑えられ、JMA KOBE 入力時では上層の変形が低減していることが分かる。図 6(a)~(c)に梁の $G\mu$ を示す。どの地震動においても、上層の耐力・剛性を 1.2 倍することで梁の塑性化が見られなくなる。図 7(a)~(c)に、ダンパーの累積塑性変形倍率 $d\eta$ を示す。図 7(a)~(c)より、ダンパーの累積塑性変形倍率は、ART-HACHI160 および C-SAN 入力時では、JMA KOBE 入力時と比べて約 3 倍の値を示した。図示はしないが、ダンパーの塑性率 $d\mu$ は本報で用いた 3 種類の地震動を入力した場合、大きな差は見られなかった。

5. まとめ

多様な用途を持つ高層建物を想定して、上層の耐力・層剛性を増大させた場合の応答特性を把握し、入力する地震動による応答特性の違いを検討し、以下の知見を得た。

- 1) ART-HACHI160 および C-SAN 入力時においては、耐力・層剛性を増大させることで、下層に損傷が集中する傾向があり、JMA KOBE 入力時においては、下層の損傷集中は見られず、上層の損傷を低減する効果が大きいことを確認した。
- 2) 下層のみにダンパーを設置することで、下層の変形を抑えると共に上層の変形を抑えることが出来た。

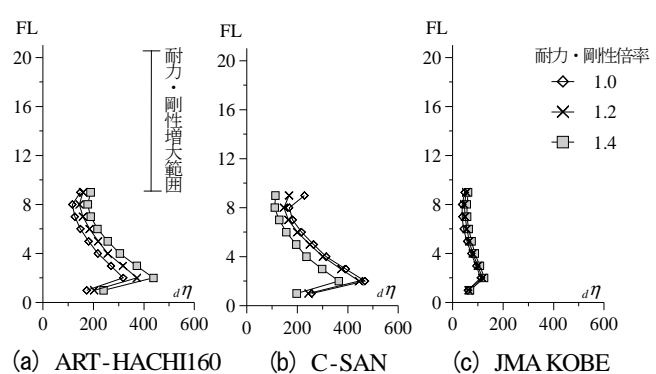


図7 ダンパーの累積塑性変形倍率 (制振モデル)

3) 下層部分にダンパーを設置した本モデルに、ART-HACHI160, C-SAN および JMA KOBE を入力した場合では、上層の耐力・層剛性を 1.2 倍することで 主架構の損傷を概ね防ぐことが出来た。

謝辞

本研究は、社団法人日本鉄鋼連 2011 年度「鋼構造研究・教育助成事業」による「一般テーマ研究助成」(研究代表者: 佐藤大樹) によって実施いたしました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 島田侑, 佐藤大樹, 長江拓也, 北村春幸, 福山國夫, 梶原浩一, 井上貴仁, 中島正愛, 斎藤大樹, 福和伸夫, 日高桃子: 超高層建物の下層階に部分配置する履歴型ダンパーの効果と影響に関する検討長周期地震動を想定した耐震改修, 日本建築学会構造系論文集, 第 75 巻, 第 649 号, pp.549-557, 2010.3
- 2) 愛知県建築住宅センター: 名古屋三の丸地区における地域特性を考慮した耐震改修のための基盤地震動の作成 (概要版), (財) 愛知県建築住宅センター耐震構造委員会設計用入力地震動検討部会, pp.1-48, 2004.6

Tokyo University of Science
Hyogo EERC, NIED
OBAYASHI Corporation

- *1 東京理科大学
- *2 独立行政法人 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
- *3 株式会社 大林組