

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	1970年代を想定した超高層建物の長周期地震動に対する応答特性と制振補強 その2 鋼製・粘性ダンパーを用いた制振補強
Title	
著者(和文)	加藤翼, 佐藤大樹, 助村浩太郎, 北村春幸, 石井正人, 吉江慶祐, 宮崎充, 佐々木和彦, 岩崎雄一
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura, Mitsuru MIYAZAKI, Kazuhiko Sasaki, IWASAKI Yuichi
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 819-820
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 819-820
発行日 / Pub. date	2013, 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/110009682776

1970年代を想定した超高層建物の長周期地震動に対する応答特性と制振補強

その2 鋼製・粘性ダンパーを用いた制振補強

			正会員	○加藤 翼 ^{*1}	同	佐藤 大樹 ^{*1}	同	助村 浩太郎 ^{*2}
			同	北村 春幸 ^{*1}	同	石井 正人 ^{*3}	同	吉江 慶祐 ^{*3}
超高層建物	制振補強	長周期地震動	同	宮崎 充 ^{*4}	同	佐々木 和彦 ^{*4}	同	岩崎 雄一 ^{*4}
鋼製ダンパー	粘性ダンパー	時刻歴応答解析						

1. はじめに

本報その2では、制振補強として鋼製ダンパーおよび粘性ダンパーを全層に連層配置し、その応答特性の把握および両ダンパーの制振性能の違いの評価を行う。

2. ダンパー概要

ダンパー配置は、鋼製、粘性ダンパーともに YA~YD 通りの全層に連層配置する(その1, 図1)。鋼製ダンパーには、降伏応力度 225N/mm²の座屈拘束型ブレースを用い、塑性化部の長さは全体の1/4とする⁸⁾。復元力特性は、完全弾塑性型である。本報では、鋼製ダンパーの投入量として、第1層のダンパーの降伏せん断力係数 ${}_d\alpha_{y1}$ を用いる。粘性ダンパーには、鋼管型粘性せん断ダンパー⁹⁾を用い、ダンパー速度と抵抗力の関係を図1に示す。本報では、粘性ダンパーの投入量として、第1層のダンパーのせん断力係数 ${}_d\alpha_1$ を用い、第1層の層間変形角が $R_1=1/100\text{rad}$ に達した時の軸方向速度 ${}_0V_{d1}$ でのダンパー荷重用いて、 ${}_d\alpha_1$ を定義する。各層のダンパー荷重は、鋼製、粘性ダンパーともに Ai 分布に基づく設計用層せん断力比分布をもとに5段階分布とした(図2)。

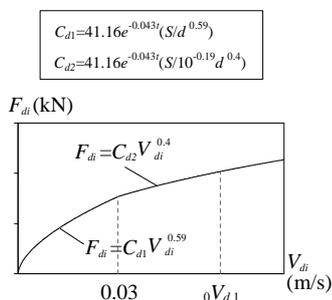


図1 粘性抵抗力

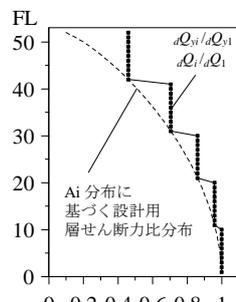


図2 ダンパーの荷重比分布

3. 時刻歴応答解析に基づく応答評価

本章では、時刻歴応答解析結果より鋼製ダンパー設置モデル(以降, HD)と粘性ダンパー設置モデル(以降, VD)における応答特性の把握および両ダンパーの制振性能の評価を行う。なお、入力地震動は、本報その1で示した、KANTOを用いる。

3.1 ダンパー量による検討

ダンパー量 ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.003 \sim 0.020$ を用いて、両ダンパーの制振効果の検討を行う。検討項目は、最大層間変形角 R および梁の累積塑性変形倍率 ${}_c\eta$ の全層における最大値とし、その解析結果を図3に示す。図3(a)の最大層間変形角 R に着目すると、 ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.006$ 以上のダンパー量においては、両モデルともに、ダンパー量の増加に伴い

変形が低減する傾向にあることが確認できる。図3(b)の梁の累積塑性変形倍率 ${}_c\eta$ に着目すると、HD, VD において、ダンパー量の増加に伴い ${}_c\eta$ が低減している。しかし、3.2mモデルのHDにおいてのみ、 ${}_d\alpha_{y1} = 0.010$ で ${}_c\eta$ が底打ちとなり、それ以上のダンパー量においては、増加する傾向にあることを確認した。

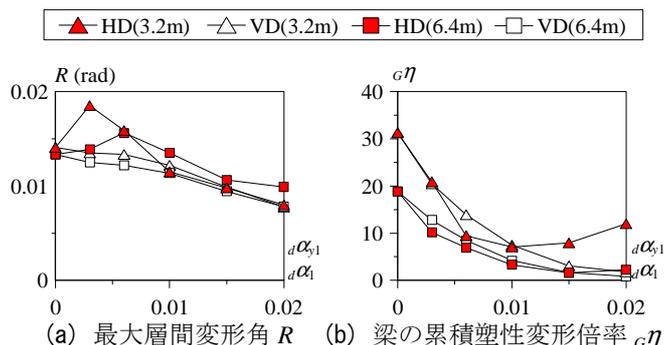


図3 ダンパー量による検討 (KANTO)

3.2 高さ方向分布

応答性状の高さ方向分布を示し、各モデルの応答特性を把握する。ダンパー量は、性能比較のため両モデルで同じダンパー量を採用する。本報では、両モデルで最大変形が最小となる ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.020$ と、3.2mモデルのHDにおいて、梁の損傷が最も抑えられる ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.010$ を採用する。検討項目は前節と同様、最大層間変形角 R 、梁の累積塑性変形倍率 ${}_c\eta$ とし、その解析結果を図4(次頁)に示す。なお、図中の破線は安全限界値を示す(その1)。図4(a)の最大層間変形角 R に着目すると、両モデルともに制振補強を施すことにより、変形が大きく抑えられ、 ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.020$ においては、全層で $R=1/100$ 以下に収まることを確認した。HD, VD で比較すると、HDの方が小さな変形を示す層が多く見られる。しかし、6.4mモデルについては、下層部においてHDがVDを上回る変形を示す結果となった。図4(b)の梁の累積塑性変形倍率 ${}_c\eta$ に着目すると、6.4mモデルについては、HD, VDともに梁の損傷を大きく低減しており、弾性範囲に留まっている層も多く見られる。3.2mモデルについても、制振補強を施すことで、全層で ${}_c\eta=13.5$ 以下に収まることを確認した。しかし、HD, VD で比較すると、 ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.010$ では、同程度の値を示しているのに対して、 ${}_d\alpha_{y1} = {}_d\alpha_1 = 0.020$ においては、HDにおける損傷が増大し、VDの方が小さな応答値を示しており、最大値を比較すると、VDはHDの15%程度の値となることを確認した。以上より、

3.2m モデルにおいては、梁の損傷低減効果に鋼製ダンパーと粘性ダンパーで大きな差が生じる結果となった。

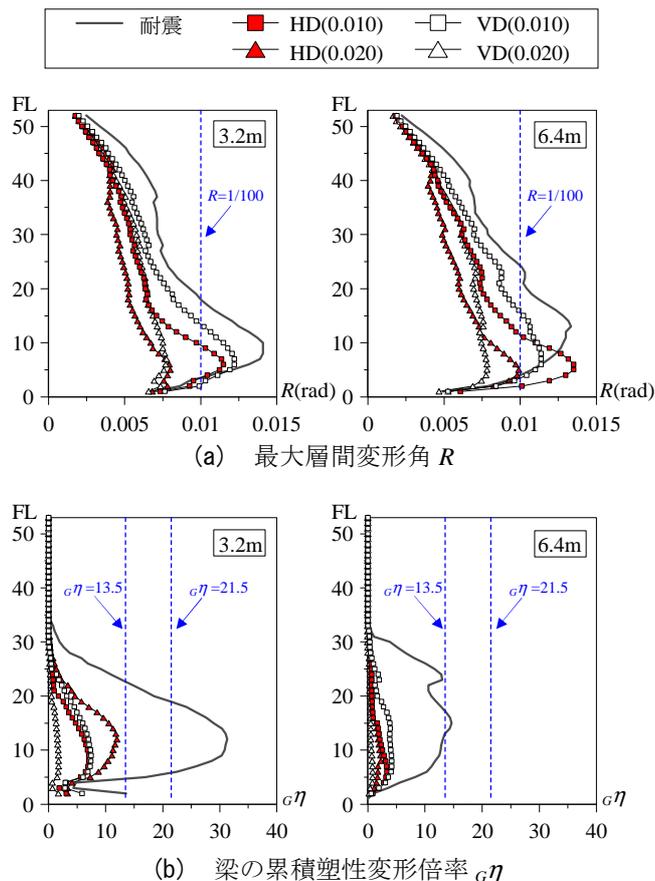


図4 高さ方向分布 (KANTO)

3.3 平面方向分布

前節の検討を踏まえ、3.2m モデルの HD, $d\alpha_{y1} = 0.020$ において $g\eta$ が最大となった第 12 層に着目し、ダンパー設置による梁の損傷特性を把握する。各モデルの第 12 層, YA 通りにおける $g\eta$ の平面方向分布を図 5 に示す。図 5 より, HD においては, ダンパー設置箇所の両端の梁 (以降, 境界梁) に損傷が集中しており, ダンパー量の増加に伴う梁の損傷の増大は, 境界梁における損傷が増大していることを確認した。一方, VD においては, 境界梁への損傷集中の程度は小さく, 耐震モデルに比べて全体的に梁の損傷が抑えられていることが分かる。

柱間隔の違いに着目すると, 鋼製ダンパー設置による境界梁への損傷集中は, 6.4m モデルに比べ, 3.2m モデルの方が顕著であり, $d\alpha_{y1} = 0.020$ における最大値を比較すると, 3.2m モデルは, 6.4m モデルの約 6.7 倍の応答値を示している。これは, 本報その 1 で述べた通り, 弾性限時の層間変形角が, 3.2m モデルの方が小さく, 梁に損傷が累積しやすいことが原因であると考えられ, 特に 3.2m モデルにおいては, ダンパー設置による境界梁への損傷集中に注意が必要であると言える。

HD, VD における梁の損傷分布の違いについては, 主架構とダンパーのせん断力の発生タイミングの違いが原

因であると考えられる。図 6 に, 3.2m モデルの HD, VD における主架構およびダンパー 1 本当たりのせん断力比 fQ/fQ_{max} , dQ/dQ_{max} の時刻歴位相を示す。ここで, fQ , dQ : 主架構およびダンパーのせん断力, fQ_{max} , dQ_{max} : 主架構およびダンパーの最大せん断力である。図 6(a) の HD について見ると, 主架構とダンパーの位相が一致しており, 同タイミングでせん断力の最大値が発生していることが分かる。これが, 梁に大きな負荷を与え, 境界梁の損傷集中を引き起こしている原因であると考えられる。図 6(b) の VD について見ると, 主架構とダンパーの位相がずれている事が確認できる。これは, 変形に依存する鋼製ダンパーとは異なり, 粘性ダンパーは, 速度に依存して力を発生させるためである。

以上より, 3.2m モデルの様な柱間隔の短い建物に対して, 大きなダンパー量を投入する場合, 鋼製ダンパーは, 境界梁への損傷集中が懸念されるため, 粘性ダンパーの方が効果的であると考えられる。

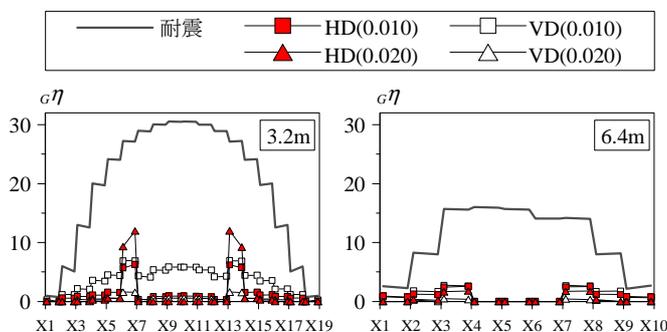


図5 $g\eta$ の平面方向分布 (第 12 層)

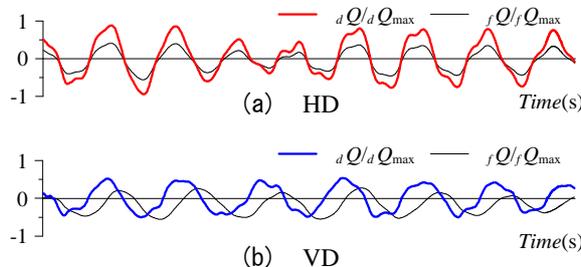


図6 せん断力比の時刻歴位相 (3.2m モデル)

4. まとめ

柱間隔の異なる超高層建物モデルに制振補強として, 鋼製ダンパーおよび粘性ダンパーを全層に連層配置し, その応答特性を把握および両ダンパーの制振性能の評価を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 鋼製ダンパーおよび粘性ダンパーを用いて制振補強を施すことにより, 安全限界値として定めた値以下の応答値に抑えることが出来た。
- 2) 鋼製ダンパーを連層配置することで, 特に 3.2m モデルにおいて, ダンパー設置箇所の両端の梁に損傷が集中する傾向にあることを確認した。

参考文献 本報その 3 にまとめて記載する。

*1 東京理科大学
*3(株)日建設計

*2 前田建設工業
*4 オイレス工業(株)

*1 Tokyo Univ. of Science
*3 NIKKEN SEKKEI Ltd.

*2 MAEDA Corporation
*4 Oiles Corporation