

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	骨組特性値に基づく変形増幅機構を有する制振構造の性能評価
Title(English)	Evaluation of Performance of Vibration Control Structure with Deformation Amplification Mechanism Based on Frame Parameters for Control
著者(和文)	細谷佳雅, 佐藤大樹, 石井正人, 佐藤利昭, 北村春幸, 佐々木和彦, 岩崎雄一
Authors(English)	Yoshimasa HOSOYA, Daiki Sato, Masato Ishii, Toshiaki Sato, Haruyuki Kitamura, Kazuhiko SASAKI, IWASAKI Yuichi
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 309-310
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 309-310
発行日 / Pub. date	2016, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

骨組特性値に基づく変形増幅機構を有する制振構造の性能評価

正会員○細谷 佳雅*1 同 佐藤 大樹*2 同 石井 正人*3

制振構造 粘性制震壁 実効変形 同 佐藤 利昭*4 同 北村 春幸*1 同 佐々木 和彦*5
変形増幅機構 骨組特性値 時刻歴応答解析 同 岩崎 雄一*5

1. はじめに

制振構造に用いられるダンパーは、作用する変位や速度により減衰力を発揮するものである。これらのダンパーが高い制振性能を発揮するためには、作用する実効変形を大きく確保することが重要となる。著者らは、制振部材の設置梁にピン接合を設けることで、層間変形を上回る実効変形を確保する変形増幅機構を提案し、応答解析を通してその有用性を確認している²⁾。

本報では、文献 4)の骨組特性値に基づく制振性能評価手法を用いて、変形増幅機構の適用が建物の制振性能に与える影響を検討する。

2. 検討モデルの設定と解析条件

2.1 検討対象建物概要

本報では、純ラーメンの架構に粘性制振壁を適用した V 構造と変形増幅機構を適用してピン接合を設けた P 構造を対象とする。検討対象建物は、全体曲げ変形が卓越しやすい超高層建物を想定し、地上 30 階、高さ 121.5m の 30 層鋼構造建物を用いる。図 2 に軸組図と粘性制振壁・ピン接合の配置箇所を示す。解析は、X 方向を対象とし、剛床を仮定した立体部材モデルで行う。主架構の 1 次固有周期 T_{f1} は V 構造で 4.479s、P 構造で 4.994s である。主架構は弾性とし、構造減衰は T_{f1} に対し 2% の剛性比例型とする。

2.2 粘性制振壁概要

粘性制振壁の粘性減衰力 F_d は、ダッシュポットの速度 V_d の指数乗 α に比例し、次式による。同式で D : 粘性制振壁のせん断隙間 ($D=0.004m$) である。

$$F_d = C_d \cdot V_d, |V_d|/D < 1 (l/s) \tag{1a}$$

$$F_d = C_d \cdot V_d^{0.59}, 1 \leq |V_d|/D (l/s) \tag{1b}$$

第 i 層の付加粘性減衰量 C_{di} は、付加粘性減衰定数 h_d を用いて次式により定め、図 4 のように 5 層ごとの 6 段階分布とする。本報では h_d をダンパー量と称し、検討パラメータとする。

$$C_{di} = \frac{2h_d \cdot K_{fi}}{\omega_{f1}} \tag{2}$$

ここで、 ω_{f1} : 主架構の弾性 1 次固有円振動数、 K_{f1} : 第 i 層の主架構の水平剛性である。

2.3 入力地震動概要

入力地震動は、擬似速度応答スペクトル $pS_v=0.8m/s$ および $1.6m/s$ ($h=5\%$) を目標応答スペクトルとする模擬波 ART HACHI (位相特性: Hachinohe 1968) および模擬波 ART KOBE (位相特性: JMA KOBE 1995) を用いる。

図 5 に擬似速度応答スペクトル ($h=5\%$) を示す。

3. 変形増幅機構を有する制振構造の性能評価

3.1 時刻歴応答解析結果による評価

図 6 に、各構造における ART HACHI 入力時のダンパー量と最大層間変形角 R_{max} および入力エネルギー E に対する粘性制振壁のエネルギー吸収量 dW_p の割合 (エネルギー吸収率) W_p/E の関係について示す。本報では、 $pS_v=0.8m/s$ 入力時の応答に主眼を置き、考察することとする。図 6 (a) の最大層間変形角に着目すると、ダンパー量の小さい場合には、P 構造では V 構造と比較して応答が低減しているが、ダンパー量が大きい場合には V 構

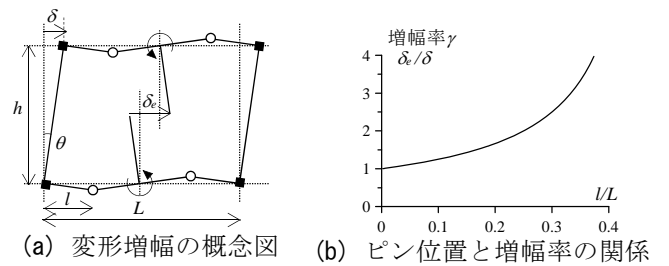


図 1 変形増幅機構概要

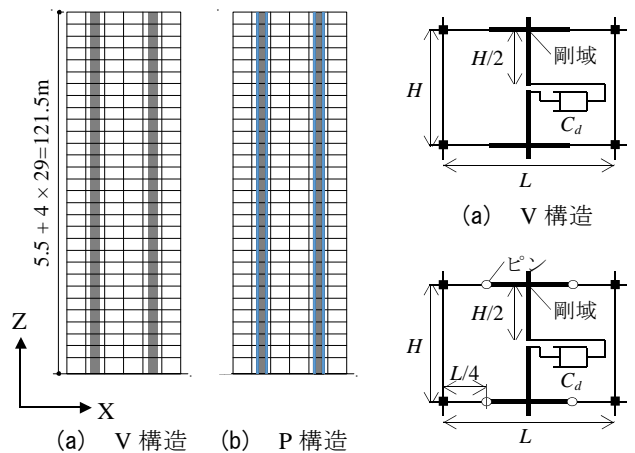


図 2 検討建物概要

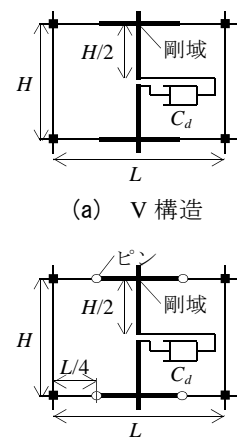


図 3 制振壁のモデル概要

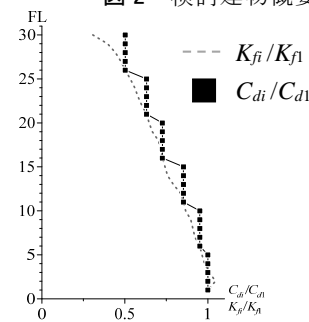


図 4 制振壁の抵抗力分布

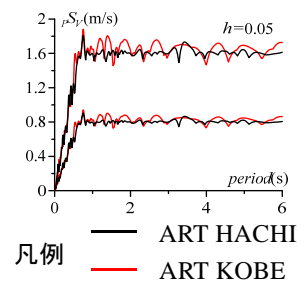


図 5 擬似速度応答スペクトル

造とP構造で同程度の応答を示している。これは、図6(b)に示すように、ダンパー量の増加に伴ってP構造のエネルギー吸収率が減少し、ダンパー量の大きい場合にはV構造を下回るためであると考えられる。以上より、変形増幅機構を適用した場合には、ダンパー量の小さい時には高い応答低減効果を示すが、ダンパー量の増加に伴って制振壁のエネルギー吸収率が低下するため変形増幅機構適用の有無に関わらず同程度の応答低減効果を示すことを確認した。 $pSv=1.6\text{ m/s}$ 入力時の応答解析結果については、 $pSv=0.8\text{ m/s}$ 入力時の応答と同様の傾向が認められる。

3.2 実効変形比と骨組特性値による評価

本報では、状態N解析および状態T解析により求められる骨組特性値 α_N ³⁾と、骨組特性値を用いて文献4)の手法により求められる実効変形比の下限値 α_{es} を制振性能評価指標として用いる。

図7に、各構造における α_N 、 α_{es} および時刻歴応答解析結果から算出した実効変形比 α_e の関係について示す。ここでは、横軸にダンパー量を取り、縦軸に α_N 、 α_{es} および α_e の全層の平均値 $\bar{\alpha}_N$ 、 $\bar{\alpha}_{es}$ および $\bar{\alpha}_e$ とする。図7を見るとV構造、P構造ともに、 α_e がART HACHI入力時とART KOBE入力時で概ね近い値を示しており、実効変形の上限值 α_N および下限値 α_{es} の間の値となっていること確認できる。 α_e に着目すると、ダンパー量の小さい場合にはV構造と比較してP構造で大きな値を示しているが、ダンパー量の大きい場合にはP構造の α_e はV構造と同程度まで低下している。これにより、ダンパー量の増加に伴ってP構造におけるエネルギー吸収率が低下し、図6(b)に示すように、ダンパー量の大きい場合にはV構造を下回ったと考えられる。また、 $pSv=0.8\text{ m/s}$ 入力時と比較して $pSv=1.6\text{ m/s}$ 入力時の実効変形比が大きいと、エネルギー吸収率が高くなっていると考えられる。 α_N に着目すると、V構造では1.0程度であるのに対して、P構造では3.2程度となっており、変形増幅機構を適用することで、架構特性による制振性能が向上している。 α_{es} に着目すると、 α_e と同様にダンパー量の小さい場合にはP構造で大きな値を示しているが、ダンパー量の大きい場合にはV構造とP構造で同程度の値を示している。以上より、変形増幅機構を適用した場合においても、文献4)の制振性能評価手法を用いることで、時刻歴応答解析結果と同様に評価できることを確認した。

4. まとめ

文献4)の骨組特性値に基づく制振性能評価手法を用いて、変形増幅機構の適用が建物の制振性能に与える影響を検討した。得られた知見を以下に示す。

(1) 変形増幅機構を適用した架構においても、文献4)の制振性能評価手法を用いることで、時刻歴応答解析

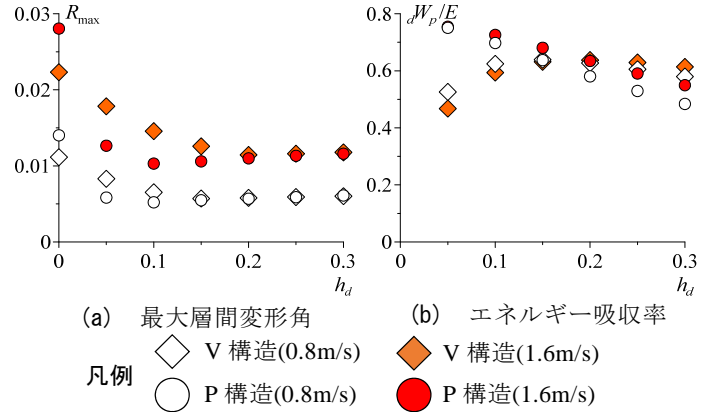


図6 ダンパー量ごとの応答比較

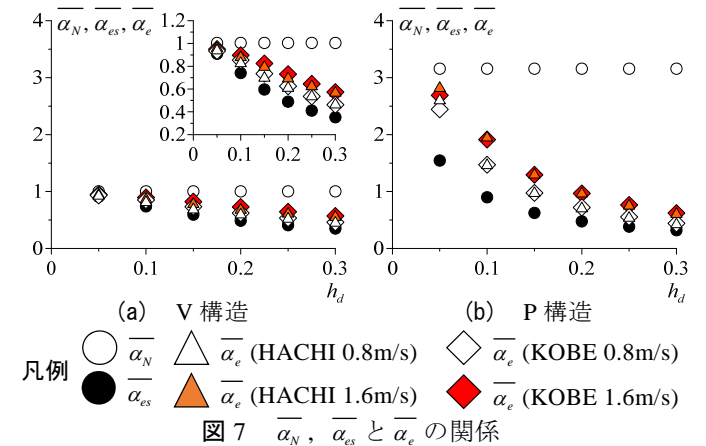


図7 $\bar{\alpha}_N$ 、 $\bar{\alpha}_{es}$ と $\bar{\alpha}_e$ の関係

結果と同様に評価可能であることを確認した。

(2) 変形増幅機構を適用した架構では、ダンパー量が小さい場合には高い制振性能が期待できるが、ダンパー量が大きい場合には、実効変形比が従来の架構と同程度まで低下するため、適切なダンパー量を用いる必要がある。

今後、変形増幅機構と耐震ブレースを併用した場合⁵⁾においても同様の検討を行う。

謝辞

本研究は、日建設計、オイレス工業、東京理科大学北村研究室、東京工業大学佐藤研究室による制振研究会の成果の一部を用いたものです。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築構造技術者協会：応答制御構造設計法，彰国社，2000.12
- 2) 戸張涼太，石井正人，佐藤利昭，北村春幸，吉江慶祐，宮崎充，佐々木和彦，岩崎雄一：変形増幅機構を有する粘性制振壁を設置した制振システムの提案，日本建築学会構造系論文集，第79巻，第706号，1741-1750，2014.12
- 3) 石井正人，笠井和彦：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75巻，第647号，103-112，2010.1
- 4) 渡辺重仁，添田幸平，佐藤大樹，北村春幸，石井正人，吉江慶祐，宮崎充，佐々木和彦，岩崎雄一：粘性制振壁の配置位置及び設置タイプを考慮した超高層建物の性能評価，日本建築学会技術報告集 第19巻，第42号，pp.425-430，2013.6
- 5) 細谷佳雅，後上和也，石井正人，佐藤利昭，佐藤大樹，北村春幸，佐々木和彦，岩崎雄一，吉江慶祐：耐震ブレースを併用した変形増幅機構に対するダンパー特性の与える影響，日本建築学会関東支部研究報告，2016.3

*1 東京理科大学
*3 ㈱日建設計
*5 オイレス工業(株)

*2 東京工業大学
*4 九州大学大学院

*1 Tokyo Univ. of Science *2 Tokyo Inst. of Technology
*3 NIKKEN SEKKEI *4 Kyushu Univ
*5 Oiles Corporation