

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	粘性制震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 その2 静的解析に基づく制振性能評価
Title	
著者(和文)	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
Authors	Kohei Soeta, 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. 913-914
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 913-914
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/110009654834

粘性制震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
その2 静的解析に基づく制振性能評価

超高層建物 制振構造 粘性制震壁 正会員○渡辺 重仁^{*1} 同 添田 幸平^{*2} 同 佐藤 大樹^{*3}
ダンパー配置 部材モデル 時刻歴応答解析 同 北村 春幸^{*3} 同 石井 正人^{*4} 同 吉江 慶祐^{*4}
同 宮崎 充^{*5} 同 佐々木 和彦^{*5} 同 岩崎 雄一^{*5}

1. はじめに

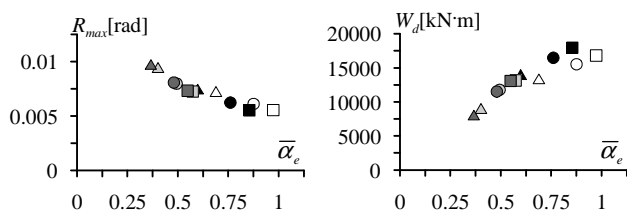
制振建物の制振性能を評価する方法として、古谷ら¹⁾により静的解析結果から得られる骨組特性値²⁾および実効変形比に基づく制振性能評価方法が提案されている。この方法は、骨組特性値により、ダンパー設置状況別の実効変形比(層間変形に対するダンパー変形の水平成分の割合)の上下限値を定め、これを制振性能評価指標として最適なダンパー設置状況を判断するものである。しかし、古谷らの報告はブレース型の履歴ダンパーを設置した超高層建物を対象としている。

本報その2では、上記の骨組特性値に基づく制振性能評価方法を粘性制震壁を設置した超高層建物に適用する。

2. 実効変形比 α_e と制振性能との関係

その1で得られた応答解析結果について、実効変形比と応答との関係を示す(図1)。入力地震波はART-HACHIとし、ダンパー量は $\beta=1.0$ とする。横軸に示す α_e は、ダンパーのエネルギー吸収量の総和が概ね90%を占める1~20層の実効変形比の平均値である。応答は最大層間変形角 R_{max} および制震壁のエネルギー吸収量の総和 W_d について検討する。

R_{max} に着目すると、 α_e が大きな値を示すダンパー設置状況ほど R_{max} は低減している。 W_d では、 α_e が大きな値を示すダンパー設置状況ほど W_d は大きな値を示している。以上より、 α_e の大きな値を示すダンパー設置状況ほど制振性能は高い。さらに α_e の大小関係よりダンパー設置状況別の制振性能の優劣を捉えることができるといえる。ここでは、ART-HACHIを入力した、 $\beta=1.0$ での結果を示しているが、本報では、いずれのダンパー量においても同様の傾向を示し、さらに、ART-KOBEを入力した場合においても同様の傾向を示すことを確認している。



タイプ	Center	Chidori	Inside	Outside
1-6	△	▲	△	▲
2-5	○	●	○	●
3-4	□	■	□	■

図1 α_e と応答との関係 ($\beta=1.0$)

3. 骨組特性値に基づく制振性能評価指標の算出

3.1 骨組特性値 α_N および擬似ブレース剛性 K_{bs} の算出

骨組特性値 α_N は付加系設置箇所における相対変形の水平成分の層間変形に対する比であり、擬似ブレース剛性

K_{bs} はダンパー設置箇所の架構の曲げ剛性を表現する。 α_N および K_{bs} は、主架構のみの弾性部材モデル(状態N)と主架構のみの弾性部材モデルの各節点の水平変位を固定して、ダンパー設置位置に外力を作用させる(状態T)の2ケースの静的解析結果から得られ、式(1a,b,c)により算出される²⁾。

$$\alpha_N = \frac{i \delta_{dN}}{i \delta_N}, K_{bs} = \alpha_N^2 \cdot K_{aT}, K_{aT} = \frac{i F_{dT}}{i \delta_{dT}} \quad (1a, b, c)$$

ここで、 δ_d :ダンパー設置箇所の相対変形の水平成分、 δ :層間変形、 F_d :ダンパー設置箇所の弾性バネが負担する軸力の水平成分、右下の添字NおよびTは、状態Nおよび状態Tの計算値であることを示す。なお本報では、状態Tにおいてダンパー設置位置に作用させる外力は、全層一律分布とする。

図2に示すように、せん断モデルにおいて K_{bs} はダンパーと直列に配置される。ここで、図中の添字sはバネ系の要素であること示す。

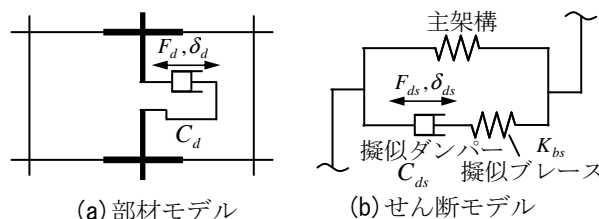


図2 部材モデルとせん断モデルの対応

3.2 せん断モデルの実効変形比 α_{es}

3.1節で述べた手法により作成したせん断モデル(図2(b))における定常振動時の実効変形比 α_{es} は、 α_N および K_{bs} を用いて式(2)および(3)より算出される。

$$\alpha_{es} = \frac{\delta_{d,max}}{\delta_{max}} = \frac{\alpha_N \cdot \delta_{ds,max}}{\delta_{max}} = \frac{\alpha_N}{\sqrt{1 + (C_{ds1} \cdot \omega_1 / K_{bs})^2}} \quad (2)$$

$$C_{ds1} = \alpha_N^2 \cdot C_{d1} \quad (3)$$

ここで、 C_{ds1} :バネ系でのダンパーの1次粘性係数、 C_{d1} :ダンパーの1次粘性係数(その1図1(c))とする。 ω_1 :主架構の1次固有円振動数である。

4. 骨組特性値に基づく性能評価

4.1 α_N , K_{bs} および α_{es} の高さ方向分布

図4に α_N , K_{bs} および α_{es} の高さ方向分布を示す。図3(a)にはCenterにおける制震壁の配置位置別の分布を、図3(b)には2-5配置における設置タイプ別の高さ方向分布を示す。なお、 α_{es} のダンパー量は $\beta=0.25, 2.0$ の2ケースとする。図3(a)より、 α_N は1-6, 2-5, 3-4配置の順に大きくなっていく。 α_N は上層ほど減少し、その傾向は制震壁を外側のスパンに配置するほど顕著である。 K_{bs} は、 α_N と同様に1-6,

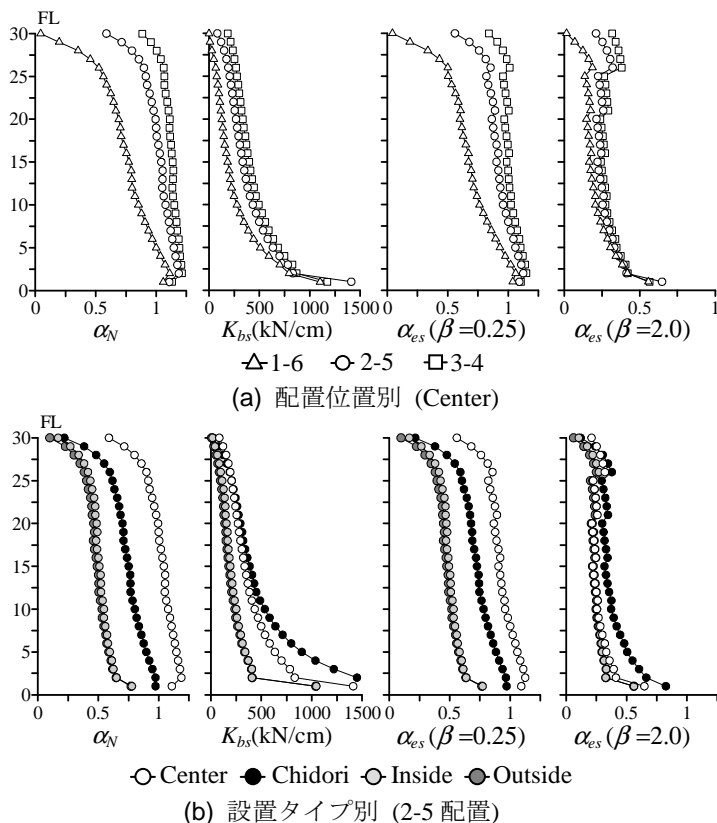


図3 α_N および α_{es} の高さ方向分布

2-5, 3-4 配置の順に大きくなっている。 α_{es} は α_N および K_{bs} と同様にダンパー量にかかわらず、1-6, 2-5, 3-4 配置の順に大きな値を示す。図 3(b)より、 α_N は Outside, Inside, Chidori, Center の順に大きくなっている。 α_N はいずれの設置タイプにおいても上層ほど減少している。 K_{bs} は Outside, Inside, Center, Chidori の順に大きくなっており、Chidori において制震壁設置箇所の大梁が回転しにくいことが表現されている。 $\alpha_{es}(\beta=0.25)$ は α_N と同様に Outside, Inside, Chidori, Center の順に大きくなっており、 $\alpha_{es}(\beta=2.0)$ は K_{bs} と同様に Outside, Inside, Center, Chidori の順に大きくなっていることが確認できる。

4.2 制振性能評価指標と応答解析結果との関係

図 4 に設置タイプごとの α_e (ART-HACHI および ART-KOBE), α_{es} および α_N の関係について示す。ここでは、横軸にダンパー量 β をとり、縦軸は α_e , α_N および α_{es} の1~20層の平均値 $\bar{\alpha}_e$, $\bar{\alpha}_N$ および $\bar{\alpha}_{es}$ とする。いずれの設置タイプにおいても、 $\bar{\alpha}_e$ (ART-HACHI および ART-KOBE)は $\bar{\alpha}_N$ および $\bar{\alpha}_{es}$ の間の値となることが確認できる。 $\bar{\alpha}_{es}$ が $\bar{\alpha}_e$ を下回る原因は $\bar{\alpha}_{es}$ が定常振動を仮定しており、さらに制震壁の粘性抵抗力の2次勾配を考慮していないためである。なお、 α_N および α_{es} はそれぞれ α_e の上限値および下限値を示すことを確認している³⁾。また、各設置タイプにおいて $\bar{\alpha}_N$ および $\bar{\alpha}_{es}$ の幅に着目すると、Centerは他の設置タイプに比べて、幅が広い β により $\bar{\alpha}_e$ が大きく変化する傾向が $\bar{\alpha}_N$ および $\bar{\alpha}_{es}$ から判断できる。

4.3 骨組特性値に基づく制振性能評価

図 5 に、入力地震波を ART-HACHI とした応答解析結果

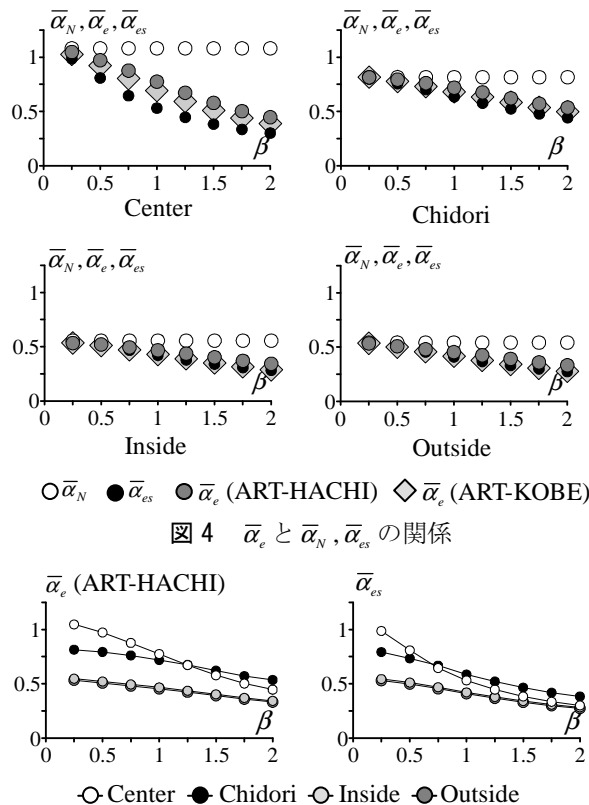


図4 $\bar{\alpha}_e$ と $\bar{\alpha}_N$, $\bar{\alpha}_{es}$ の関係

図5 $\bar{\alpha}_e$ および $\bar{\alpha}_{es}$ に着目した制振性能評価

α_e に着目した制振性能評価と、 α_{es} に着目した制振性能評価を示す。ここでは、横軸にダンパー量 β をとり、縦軸は α_e および α_{es} の1~20層の平均値 $\bar{\alpha}_e$ および $\bar{\alpha}_{es}$ とする。図 5より、ダンパー量の少ない範囲では Inside, Outside, Chidori, Center の順に $\bar{\alpha}_e$ および $\bar{\alpha}_{es}$ は大きな値を示している。ダンパー量の増加に伴う $\bar{\alpha}_e$ および $\bar{\alpha}_{es}$ の減少傾向は Center において顕著であり、ダンパー量の多い範囲で $\bar{\alpha}_e$ および $\bar{\alpha}_{es}$ は Outside, Inside, Center, Chidori の順に大きくなっている。以上より、 $\bar{\alpha}_e$ と $\bar{\alpha}_{es}$ の傾向は概ね対応しており、 α_{es} に着目した制振性能評価は α_e に着目した評価と同等の結果となる。本報では、ART-KOBE を入力した場合においても、以上のような傾向が得られ、骨組特性値に基づく制振性能評価は有効であることを確認している。

5. おわりに

本報その2では、粘性制震壁を設置した超高層建物に対して、骨組特性値により得られる実効変形比の上限値のおよび下限値を指標とした、制振性能評価を適応した。加えて、実効変形比の上下限値と時刻歴応答解析結果との関係を示すことで、その有用性を示した。

参考文献

- 古谷慶, 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: 骨組特性値に基づく超高層制振建物の性能評価 その1, 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, PP.775-778, 2011.8
- 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647号, pp.103-112, 2010.1
- 渡辺重仁, 添田幸平, 佐藤大樹, 北村春幸, 吉江慶祐, 石井正人, 宮崎充, 佐々木和彦, 岩崎雄一: 粘性壁ダンパーを設置した超高層建物の性能評価 その1, 2, 日本建築学会関東支部研究報告集, 2012.3

*1 東京工業大学 (元東京理科大学)

*2 久米設計 (元東京理科大学) *3 東京理科大学

*4 日建設計 *5 オイレス工業

*1 Tokyo Institute of Technology

*2 Kume Sekkei *3 Tokyo Univ. of Science

*4 NIKKEN SEKKEI *5 Oiles Corporation