

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	超高層建物における実効変形比に着目した制振性能評価(その2)制振効果の評価指標の提案
Title	
著者(和文)	添田幸平, 佐藤大樹, 北村春幸, 古谷慶, 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. 775-776
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 775-776
発行日 / Pub. date	2011, 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: <a href="http://ci.nii.ac.jp/naid/110009519001">http://ci.nii.ac.jp/naid/110009519001</a>

超高層建物における実効変形比に着目した制振性能評価  
その2 制振効果の評価指標の提案

正会員 ○添田 幸平<sup>\*1</sup> 同 佐藤 大樹<sup>\*1</sup> 同 北村 春幸<sup>\*1</sup>  
同 古谷 慶<sup>\*1</sup> 同 石井 正人<sup>\*2</sup> 同 吉江 慶祐<sup>\*2</sup>  
同 宮崎 充<sup>\*3</sup> 同 佐々木 和彦<sup>\*3</sup> 同 岩崎 雄一<sup>\*3</sup>

超高層建物 制振構造 履歴ダンパー  
ダンパー配置 部材モデル 時刻歴応答解析

1. はじめに

ダンパー量・配置を決定する上で、ダンパーの実効変形比を多く確保することが重要になる。本報その1では、架構剛性の異なる3つの架構を用いて、ダンパー量・配置を変化させたときの応答性状の違いについて示した。本報その2では、ダンパー量・配置を決定する上で重要となる実効変形比を、骨組特性値および擬似ブレース剛性<sup>2)</sup>から予測できることを示し、その精度についても検証する。また、実効変形比の予測値と応答との対応関係についても検討する。

2. 実効変形比の予測値

2.1 骨組特性値<sup>1),2)</sup>の算出

骨組特性値 $\alpha_N$ および擬似ブレース剛性 $K_{bs}$ は、主架構のみの弾性部材モデル(状態N)と主架構の制振部材設置位置に剛性が極端に大きい弾性バネを挿入した(状態R)2ケースの静的解析結果から式(1)によって得られる<sup>2)</sup>。

$$\alpha_N = \frac{\delta_{dN}}{\delta_N}, K_{dR} = \frac{F_{dR}}{\delta_R}, K_{bs} = \alpha_N \cdot K_{dR} \quad (1)$$

ここで、 $\delta_d$ :ダンパー設置箇所の相対変形の水平成分、 $\delta$ :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、右下の添え字NおよびRは、状態Nおよび状態Rの計算値であることを示す。

骨組特性値 $\alpha_N$ はダンパー量0における実効変形比のため実効変形比の上限値に当たり、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し、せん断棒モデルではダンパーと直列に配置される(図1)。

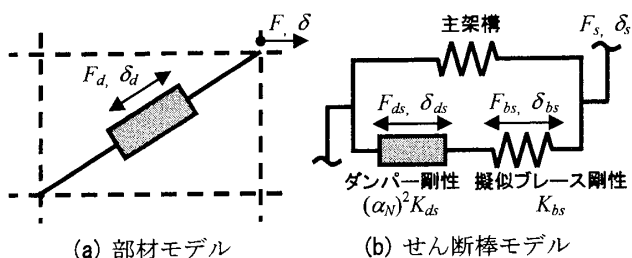


図1 部材モデルとせん断棒モデルの対応

せん断棒モデルと部材モデルの対応関係<sup>2)</sup>を以下に示す。 $\alpha_N$ を用いて、式(2)より部材系のダンパーの水平変位 $\delta_d$ と水平力 $F_d$ を、せん断棒モデルのダンパーの水平変位 $\delta_{ds}$ と水平力 $F_{ds}$ に変換することができる。添え字sはせん断棒モデルを示す。

$$\delta_d = \alpha_N \cdot \delta_{ds}, F_d = F_{ds} / \alpha_N \quad (2a, b)$$

2.2 ダンパーが弾性時の実効変形比 $\alpha_{es}$

部材モデルのi層の実効変形比の予測値 $\alpha_{es}$ は、図1(b)のせん断棒モデルの関係から、式(3)を用いて算出する。

$$\alpha_{es} = \frac{\delta_d}{\delta} = \frac{\alpha_N \cdot \delta_{ds}}{\delta_{ds} + \delta_{bs}} = \frac{\alpha_N}{1 + \delta_{bs} / \delta_{ds}} = \frac{\alpha_N}{1 + (F_{ds} / K_{bs}) / \{F_{ds} / (\alpha_N^2 \cdot K_{d1})\}} = \frac{\alpha_N}{1 + (\alpha_N^2 \cdot K_{d1}) / K_{bs}} \quad (3)$$

ここで、 $K_{d1}$ はダンパーの水平方向の1次剛性である。

式(3)より、 $\alpha_{es}$ はダンパー1次剛性、骨組特性値 $\alpha_N$ および擬似ブレース剛性 $K_{bs}$ から算出できる。また、 $\alpha_{es}$ は $\alpha_e$ の下限値を示す。

予測した実効変形比 $\alpha_{es}$ の精度を確認するために、 $\alpha_{es}$ と部材モデルにおける応答解析結果から算出した実効変形比 $\alpha_e$ を図2に示す。なお、式(3)の精度を確認するため、部材モデルにおけるダンパーは弾性としている。B37Hのダンパー量 $s\alpha_{y1}=0.015$ における $\alpha_e$ および $\alpha_{es}$ を示す。図2より、1~25層において $\alpha_{es}$ とダンパー弾性時の $\alpha_e$ との誤差は16%以内に収まり、予測値の精度は良好である。次に、ダンパーの塑性変形を考慮したときの $\alpha_e$ を用いた全層における $\alpha_{es} / \alpha_e$ とダンパーの塑性率 $\mu_d$ の関係を図3に示す。なお、B37Hの $s\alpha_{y1}=0.005 \sim 0.05$ における値を示す。

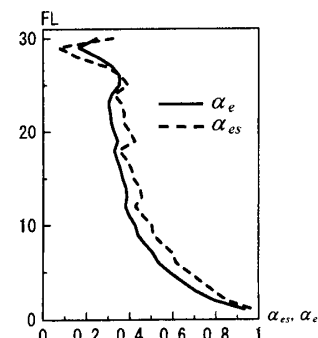


図2 ダンパー弾性時の $\alpha_e$ と $\alpha_{es}$  (B37H,  $s\alpha_{y1}=0.015$ )

図3より、ダンパーの塑性率 $\mu_d$ が1より小さい範囲では、1~3層および25~30層で精度が悪く、誤差20%以内に収まっていないことが確認できる。 $\alpha_{es} / \alpha_e$ が概ね1を下回ることが確認できる。塑性率 $\mu_d$ が1より大きい範囲では、ばらつきが大きいことが確認できる。これ

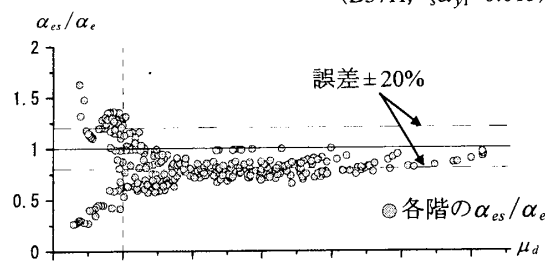


図3  $\alpha_{es} / \alpha_e$ と $\mu_d$ の関係 (B37H,  $s\alpha_{y1}=0.005 \sim 0.05$ )

は $\alpha_{es}$ がダンパーの塑性化を考慮しない値のためである。また、 $\alpha_{es}/\alpha_e$ が1を概ね下回ることから、ダンパーが弾性時の実効変形比 $\alpha_{es}$ は $\alpha_e$ の下限値を示すことがわかる。

### 3. 実効変形比と応答値の関係

図4に架構の違いによる $\alpha_N$ 、 $\alpha_{es}$ 、 $\alpha_e$ およびダンパー非設置時の層間変形 $\delta_N$ に対するダンパー設置時の層間変形 $\delta$ の比率 $\delta/\delta_N$ を示す。図5にダンパー配置の違いによる $\alpha_N$ 、 $\alpha_{es}$ 、 $\alpha_e$ および $\delta$ を示す。

#### 3.1 $\alpha_N$ 、 $\alpha_{es}$ および $\alpha_e$ の関係

図4(a)~(c)より、 $\alpha_N$ は上限値を示し、 $\alpha_{es}$ は下限値を示すことから、 $\alpha_e$ が $\alpha_N$ と $\alpha_{es}$ の間に収まることが確認できる。また、 $\alpha_{es}$ は $\alpha_e$ の傾向を捉えることができ、架構の違いによる $\alpha_e$ の差が小さいことおよび上層部のダンパー効率が低減することを $\alpha_{es}$ から確認することができる。図5(a)~(c)より、架構別同様、ダンパー配置の違いによる $\alpha_e$ が $\alpha_N$ と $\alpha_{es}$ の間に収まることが確認できる。また、 $\alpha_{es}$ は $\alpha_e$ の傾向を捉えることができている。 $\alpha_e$ の下限値である $\alpha_{es}$ はダンパーの塑性化を考慮しない値であるため、地震波の大きさに依存することなく、ダンパー効率の最低ラインを知ることができる。

#### 3.2 $\alpha_{es}$ と応答値の関係

架構別・ダンパー配置別における層間変形と $\alpha_{es}$ との対応関係について、図4、5の(a)および(d)から検討を行う。図4の $\alpha_{es}$ と $\delta/\delta_N$ より、架構別において、 $\alpha_{es}$ が大きいほど、層間変形の低減量が大きくなるとは限らないことが確認できる。図5の $\alpha_{es}$ と $\delta$ より、ダンパー配置別において、 $\alpha_{es}$ が大きいものほど、層間変形の低減量が大きいことが確認できる。以上より、ダンパー配置別における層間変形の低減量の評価順序は $\alpha_{es}$ から捉えることができる。

### 4. まとめ

ダンパー量・配置を決定する上で重要となる実効変形比の下限値を、骨組特性値および擬似ブレース剛性から予測し、その精度を確認した。また、その予測値は応答解析結果から得た実効変形比の傾向を捉えることができ、有効性を示した。

#### 謝辞

本研究は、(株)日建設計、オイレス工業(株)、東京理科大学北村研究室による共同研究の成果の一部を用いたものです。

#### 参考文献

- 1) 笠井和彦, 岩崎啓介: 様々な形式の制振構造における自由度縮約法と水平バネ系への変換法, 日本建築学会構造系論文集, 第605号, pp.37-46, 2006.7
- 2) 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

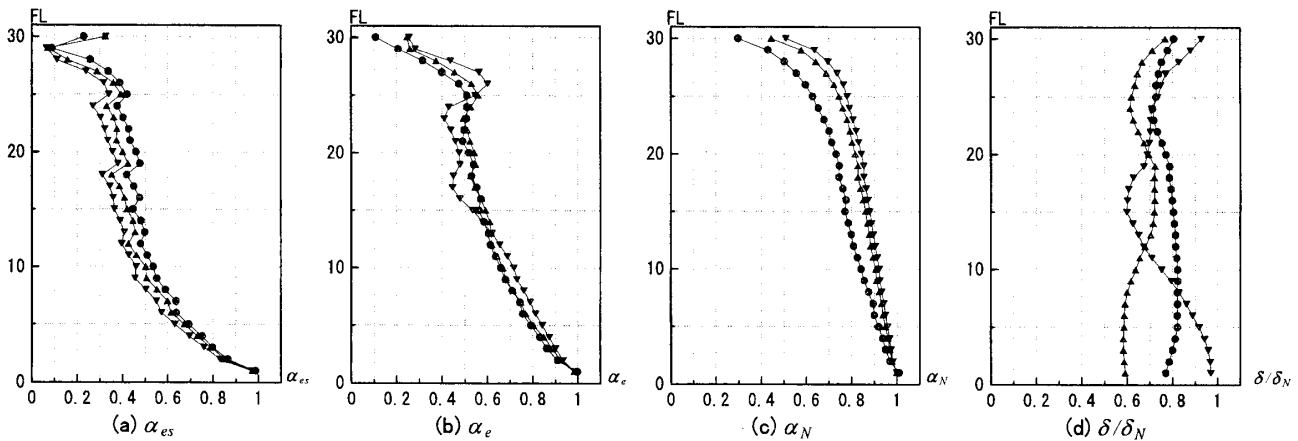


図4  $\alpha_N$ 、 $\alpha_{es}$ および $\alpha_e$ と応答値 - 架構別 (配置B,  $s\alpha_{y1}=0.015$ )

● B30H ▲ B37H ▼ B44H

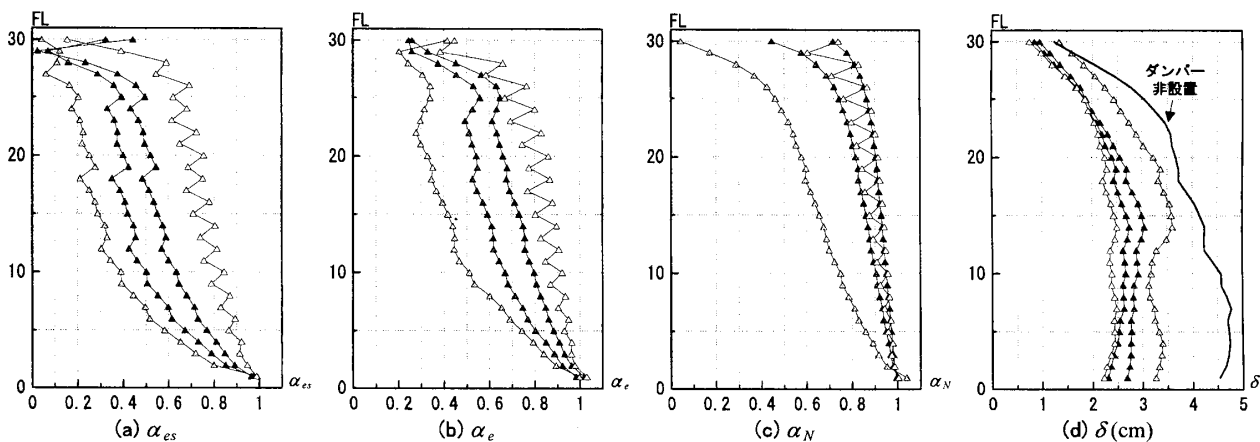


図5  $\alpha_N$ 、 $\alpha_{es}$ および $\alpha_e$ と応答値 - 配置別 (37H,  $s\alpha_{y1}=0.015$ )

▲ A37H ▲ B37H ▲ C37H ▲ D37H

\*1 東京理科大学  
\*3 オイレス工業株

\*2 日建設計

\*1 Tokyo Univ. of Science  
\*3 Oiles Corporation

\*2 NIKKEN SEKKEI Ltd.