T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	超高層鋼構造建物の骨組特性値に着目した制振性能評価 ダンパーの配置位置の違い
Title	
著者(和文)	古谷慶, 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	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. 1217-1218
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 1217-1218
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/110009682975

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

Architectural Institute of Japan

21609

日本建築学会大会学術講演梗概集
（北海道） 2013 年 8 月

超高層鋼構造建物の骨組特性値に着目した制振性能評価（ダンパーの配置位置の違い）

正会員○古谷　慶[*1]　佐藤　大樹[*1]　北村　春幸[*1]
石井　正人[*2]　吉江　慶祐[*2]　宮崎　充[*3]
佐々木　和彦[*3]　岩崎　雄一[*3]

制振構造　超高層建物　骨組特性値
ダンパーの配置位置　履歴ダンパー　時刻歴応答解析

1. はじめに

制振構造におけるダンパーの配置位置は，ダンパーに効率良くエネルギー吸収させる上で重要な検討項目の 1 つである。本研究では，骨組特性値を用い作成したせん断モデル [1)]より実効変形比の予測式を示し，時刻歴応答解析を用いずに，その予測値より適切な履歴ダンパーの配置位置の判断を行えることを示した [2),3)]。本報では，評価手法の単純化を図るため，静的解析のみで得られる骨組特性値を評価指標とし，ダンパーの配置位置の違いによる制振性能の差異を捉えられることを示す。

2. 検討対象建物概要および入力地震動

検討対象建物には，図 3 に示す 30 階鋼構造建物 [3)]を採用する。主架構の 1 次固有周期 T_1 は 4.47 s である。履歴ダンパーには，LY225 材（降伏応力度 225 N/mm^2）からなる座屈拘束ブレースを用い，その復元力特性は完全弾塑性型とする [3)]。ダンパーの配置位置には，図 3 に示す 10 種類を用いる。また，第 1 層のダンパー降伏せん断力係数 ${}_d\alpha_{y1}$ をダンパー量と呼ぶ [3)]。骨組特性値による評価の妥当性を確認するため時刻歴応答解析結果との比較を行うが，解析は X 方向を対象とし，剛床を仮定した部材モデルで行う。なお，主架構は弾性状態を保つものとし，構造減衰は主架構の T_1 に対し 2%となる剛性比例型とする。

検討用入力地震動には，長周期領域で擬似速度応答スペクトル S_{pV} (h=5%)が 0.8 m/s で基準化された模擬波を用い，位相特性として，HACHINOHE 1968 EW を採用する。

3. 骨組特性値とダンパーのエネルギー吸収量

3.1 骨組特性値を用いたせん断モデル [1)]

本評価には，図 1(a)に示す実効変形を考慮したせん断モデル [1)]における力学的関係を用いる。図中の擬似ダンパー剛性 K_{dsi} および擬似ブレース剛性 K_{bsi} は次式で表される [1)]。なお，添え字 s はせん断モデルの諸元および応答値を示す。

$$K_{dsi}=\alpha_{Ni}{}^2\cdot K_{di},\quad K_{bsi}=\alpha_{Ni}\cdot K_{dRi} \qquad (1\text{a, b})$$

ここで，K_{di}：第 i 層のダンパー剛性の水平成分である。

式(1)中の骨組特性値の α_{Ni} および K_{dRi} は，主架構のみの弾性部材モデル（状態 N）と，この主架構の制振部材設置箇所に剛性が極端に大きい弾性ばねを設置した（状態 R）2 ケースの静的解析結果から得られ，式(2)によって算出される [1)]。なお，静的解析時の荷重分布は Ai 分布に基づくものとする。

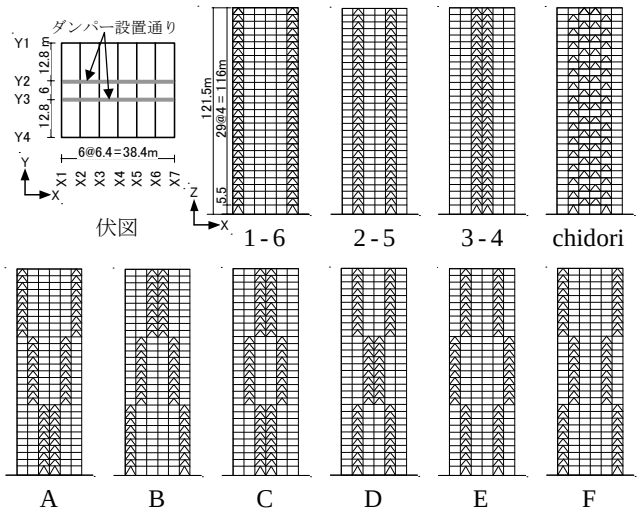
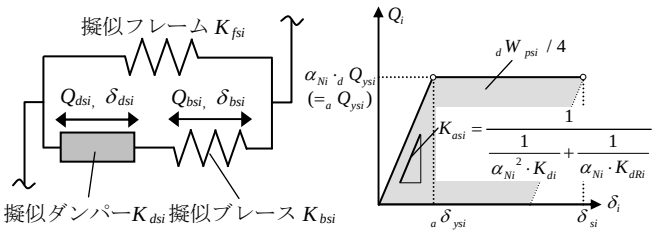


図 1　対象建物の伏図，軸組図およびダンパーの配置



(a) モデル図　(b) 付加系の $Q_i-\delta_i$

図 2 せん断モデル

$$\alpha_{Ni}=\delta_{dNi}/\delta_{Ni},\quad K_{dRi}=Q_{dRi}/\delta_{Ri} \qquad (2\text{a, b})$$

ここで，δ_{di}：制振部材設置箇所の相対変形の水平成分，δ_i：層間変形，Q_{di}：制振部材設置箇所の弾性ばねが負担する軸力の水平成分である。添え字 N，R は，状態 N，R による計算値であることを示す。

α_{Ni} はダンパー量 0 の時の実効変形比に当たるため，その設置箇所における実効変形比の上限値を表し [3), 4)]，K_{dRi} は制振部材設置箇所の架構の曲げ剛性の程度を表す [3)]。

本報において，擬似ダンパーと擬似ブレースの直列系（図 1）を付加系と呼び，添字に a を付ける。

3.2 ダンパーのエネルギー吸収量の算出式

制振性能の評価は，ダンパーが最大変形 δ_{si} の定振幅で吸収できるエネルギー量の 1 ループ分 ${}_dW_{ps}$ ($=\Sigma_d W_{psi}$)より行い，${}_dW_{ps}$ は α_{Ni} および K_{dRi} を用いた次式で表せる。

$${}_dW_{ps}=\sum_{i=1}^{N}\left[4\cdot\alpha_{Ni}\cdot{}_dQ_{yi}\cdot\left\{\delta_{si}-{}_dQ_{yi}\cdot\left(\frac{1}{\alpha_{Ni}\cdot K_{di}}+\frac{1}{K_{dRi}}\right)\right\}\right] \qquad (3)$$

ここで，${}_dQ_{yi}$：ダンパーの降伏せん断力である。

式(3)より，ダンパー量に基づく諸元(${}_dQ_{yi}$，K_{di})および δ_{si}

Evaluation of Vibration Control Performance Focusing on Frame Parameters for Control in High-rise Steel Structural Building

FURUYA Kei, SATO Daiki, KITAMURA Haruyuki, ISHII Masato, YOSHIE Keisuke, MIYAZAKI Mitsuru, SASAKI Kazuhiko and IWASAKI Yuichi

NII-Electronic Library Service

を定めた場合，${}_dW_{ps}$ を大きく確保するには，骨組特性値 α_{Ni} または K_{dRi} を大きな値とする必要があることが分かる。

3.3 様々なダンパーの配置位置における骨組特性値

図 3(a)，(b)に，1-6，2-5 および 3-4 と 2-5，A および B のそれぞれの α_{Ni} および K_{dRi} の高さ方向分布を示す。図 3(a)より，全層に連層配置した場合（以後，全層連層配置）に着目すると，ダンパーを建物の中央近くに配置するほど α_{Ni} および K_{dRi} が大きくなることがわかる。また，上層になるほど，α_{Ni} および K_{dRi} は小さくなっている。図 3(b)より，全層連層配置と 10 層毎に配置位置を変えた場合（以後，部分的連層配置）を比較すると，α_{Ni} は，中層部で同値となるが，上層部・下層部では建物中央近くに配置するほど大きくなっている。K_{dRi} は全層連層配置の 2-5 が最も小さくなり，これは同位置の柱にダンパーが負担した力の反力が集中してしまうためである。

図 4 には，10 種類のダンパーの配置位置における α_{Ni} および K_{dRi} を示す。図中の値は，全層の値の平均値であり，「‾」を付け区別する。図より，縦軸の $\overline{\alpha}_{Ni}$ に着目すると，建物中央近くに配置するほど大きくなっている。全層連層配置に比べ部分的連層配置の方が $\overline{K}_{dRi}$ を大きくすることができ，千鳥配置である chidori が最大値となる。

3.4 骨組特性値とダンパーのエネルギー吸収量との関係

本節では，前節の様々なダンパーの配置位置における骨組特性値と 3.2 節で示したダンパーのエネルギー吸収量 ${}_dW_{ps}$ の算出式（式(3)）より，骨組特性値の違いがダンパーのエネルギー吸収量に与える影響について考察を行う。

図 5 は，式(3)において，全層の層間変形角を 1/100 rad と定め，ダンパー量をパラメータとした時の 1-6，3-4，chidori，A における ${}_dW_{ps}$ の比較結果である。

α_{Ni} および K_{dRi} が大きい場合（1-6 vs chidori）

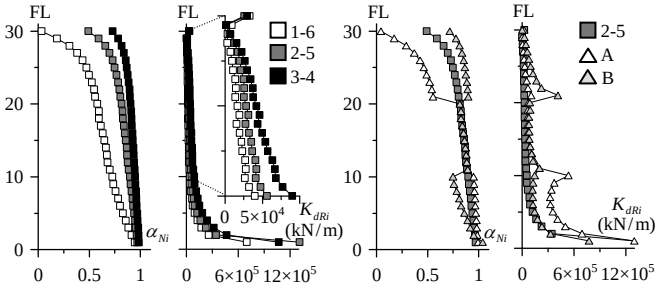
図 5 より，全てのダンパー量において，chidori は 1-6 に比べ ${}_dW_{ps}$ を大きく確保することができることがわかる。また，ダンパー量を増加させた場合，1-6 は ${}_d\alpha_{y1}=0.015$ 以上でほぼ一定の値を取るのに対し，chidori は増加傾向を示す。これより，相対的に α_{Ni} および K_{dRi} が大きい場合は，ダンパーのエネルギー吸収能力が高いとわかる。

α_{Ni} と K_{dRi} のどちらかが大きい場合（3-4 vs A）

図 4 より，A は 3-4 に比べ，$\overline{\alpha}_{Ni}$ が 3 割程度小さく，K_{dRi} が 2 倍程度大きいことがわかる。図 5 より，${}_d\alpha_{y1}=0.005\sim0.015$ では両者の ${}_dW_{ps}$ が概ね同値をとるが，${}_d\alpha_{y1}=0.02$ 以上では A の方が大きくなっている。付加系部において，擬似ダンパー剛性 K_{dsi} より擬似ブレース剛性 K_{bsi} ($=\alpha_{Ni}\cdot K_{dRi}$)が大きい方が，ダンパーに変形が集中し，エネルギー吸収効率が高くなる。これより，ダンパー量を多めに設置する場合は K_{dRi} が大きい配置位置を選ぶ方が良い。

3.5 時刻歴応答解析結果による検証

図 6 に，時刻歴応答解析結果として，ダンパー量をパラメータとした時のダンパーのエネルギー吸収量 ${}_dW_p$ に対する入力エネルギー E の比率を示す。図より，1-6 のエネルギー吸収効率が小さく，ダンパー量を増加させた場合に A および chidori のエネルギー吸収効率が下がりにくいことがわかる。これは，図 5 より行った考察結果と同様である。また，図 7 には，入力倍率を 0.75 倍，1.0 倍，1.5 倍とした際の ${}_d\alpha_{y1}=0.015$ におけるダンパーの配置位置の違いによる ${}_dW_p/E$ の比較結果を示す。入力倍率に関わらず，配置位置の優劣はほぼ変わらないため，本手法のような静的解析のみによる評価は有効であると考える。



(a) 1-6，2-5，3-4　　(b) 2-5，A，B

図 3 α_{Ni} および K_{dRi} の高さ方向分布

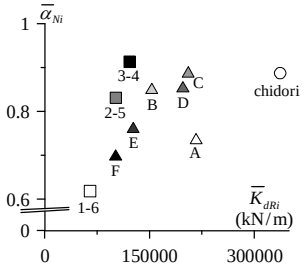


図 4 $\overline{\alpha}_{Ni}$ と $\overline{K}_{dRi}$

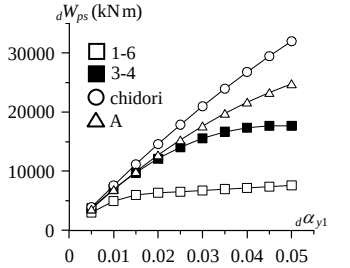


図 5 ${}_dW_{ps}$

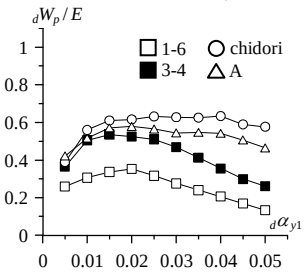


図 6 ${}_dW_p/E$

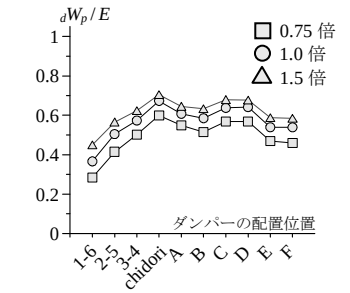


図 7 ${}_dW_p/E$ (${}_d\alpha_{y1}=0.015$)

4. まとめ

本報では，骨組特性値に着目した制振性能評価手法を示し，10 種類のダンパーの配置位置の違いについて評価を行い，その有効性を示した。

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ある。

参考文献

1) 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，Vol.75，No.647，pp103-112，2010.1
2) 古谷慶，他：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 1，2），日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2，pp.773-776，2011.8
3) 古谷慶，他：履歴ダンパーを有する超高層弾性架構の実効変形比に着目した制振性能評価，構造工学論文集，pp197-208，2012.3
4) 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，No.605，pp37-46，2006.7

*1 ㈱佐藤総合計画(元東京理科大学)　*2 東京理科大学　*1 AXS SATOW INC.　*2 Tokyo Univ. of Science
*3 ㈱日建設計　*4 オイレス工業㈱　*3 NIKKEN SEKKEI Ltd.　*4 Oiles Corporation

NII-Electronic Library Service