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)		
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	

北村

宣崎

春幸*1

充*3

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)

正会員〇古谷

慶^{*1}

石井 正人*2

佐々木 和彦*3

佐藤

吉江

岩崎

大樹*1

慶祐*2

旆-

制振構诰	招高層建物	日 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	ĩ
ダンパーの配置	(20周)首)と(A) 骨位置	履歴ダンパー	- 時刻歴広答解析

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4.47sである。履歴ダ ンパーには、LY225材(降伏応力度225N/mm²)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。

$$K_{dsi} = \alpha_{Ni}^{2} \cdot K_{di}, K_{bsi} = \alpha_{Ni} \cdot K_{dRi}$$
 (1 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。

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



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 $_{d}W_{ps}(=\Sigma_{d}W_{psi})$ より 行い、 $_{d}W_{ps}$ は α_{Ni} および K_{dRi} を用いた次式で表せる。

$${}_{d}W_{ps} = \sum_{i=1}^{N} \left[4 \cdot \alpha_{Ni} \cdot_{d} Q_{yi} \cdot \left\{ \delta_{si} -_{d} Q_{yi} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{Ni} \cdot K_{di}} + \frac{1}{K_{dRi}} \right) \right\} \right]$$
(3)
ここで、 ${}_{d}Q_{yi} : ダンパーの降伏せん断力である。式(3)より、ダンパー量に基づく諸元({}_{d}Q_{yi}, K_{di})および \delta_{yi}$

FURUYA Kei, SATO Daiki, KITAMURA Haruyuki, ISHII Masato, YOSHIE Keisuke, MIYAZAKI Mitsuru, SASAKI Kazuhiko and IWASAKI Yuichi 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、「一」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 $_{d}W_{nx}$ 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 $_{d}W_{ps}$ 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。

$\alpha_{Ni} \ge K_{dRi}$ 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、 $_d\alpha_{y1}$ = 0.005~0.015 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。

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
- 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
- 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)
- *³ ㈱日建設計

*² 東京理科大学 *⁴ オイレス工業㈱ *¹ AXS SATOW INC. *³ NIKKEN SEKKEI Ltd.

- *² Tokyo Univ. of Science
 *⁴ Oiles Corporation
- Liu. * Offes Co