

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	履歴ダンパーを有する制振建物の実効変形比に着目した性能評価 その1 部材構成モデルとせん断モデルの応答評価
Title(English)	Performance evaluation of passively controlled structure building with hysteretic damper based on effective damper deformation (Part 1:Response evaluation of material model and shear model)
著者(和文)	樹下亮佑, 澤侑弥, 佐藤大樹, 戸張涼太, 吉永光寿, 安永隼平, 金城陽介
Authors(English)	Ryosuke Kinoshita, Yuya Sawa, Daiki Sato, Ryota Tobari, Mitsutoshi Yoshinaga, Jumpei Yasunaga, Yosuke Kaneshiro
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 925-926
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 925-926
発行日 / Pub. date	2020, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

履歴ダンパーを有する制振建物の実効変形比に着目した性能評価

その1 部材構成モデルとせん断モデルの応答評価

正会員 ○樹下亮佑*1 同 澤侑弥*1 同 佐藤大樹*1 同 戸張涼太*2
同 吉永光寿*2 同 安永隼平*3 同 金城陽介*3

超高層建物 鉄骨構造建物 制振構造
履歴ダンパー 実効変形比 塑性率

1. はじめに

制振構造はダンパーの粘性減衰、塑性履歴エネルギーの消散により、建物の振動エネルギーを軽減させ、建物の振動および主架構の損傷を低減させるものである¹⁾。石井・笠井は状態N/R解析より得られる骨組特性値から作成できる実効変形比を考慮したせん断モデル化手法の提案を行った²⁾。古谷らは、骨組特性値を用い、30層鉄骨構造建物において、時刻歴応答解析を行うことなく、有効な制振部材の配置形式および投入量の判断を行える制振性能評価指標の提案を行った³⁾。また、戸張らは中層から超高層のアスペクト比の異なる建物の応答低減効果について検討し、文献3)の制振性能評価を複数の建物にも適用しその有効性を確認した⁴⁾。

本報では高い制振効果を得るために重要な検討項目である実効変形比に着目した性能評価を目的とする。せん断モデルでの実効変形比の検討の妥当性を確認するため、本報その1では複数の地震動レベルでの部材構成モデルとせん断モデルの応答比較、実効変形比の精度検証を行う。

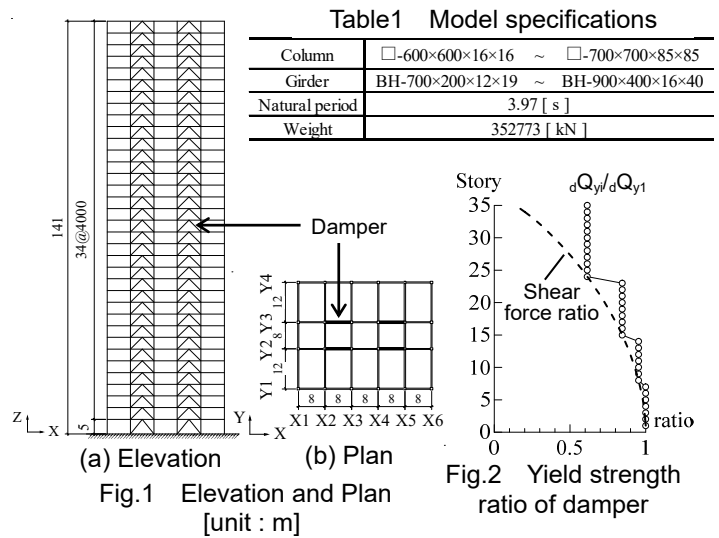
2. 解析モデル

2.1 部材構成モデル (Mモデル) 概要

検討対象建物は35階建ての鉄骨構造建物とする⁴⁾。解析はRESP-Dを用いて行う。Fig.1(a)に検討建物の軸組図、(b)に基準階図を示す。Table1に建物諸元を示す。主架構のみの1次固有周期は3.97sである。本報では主架構は弾性とし、構造減衰は1次固有周期に対して、2%となる初期剛性比例型とする。また、X方向のみ検討を行う。

2.2 ダンパーモデル化概要

高さ方向のダンパー配置はFig.1に示すように連層配置とする。ダンパーは履歴型ダンパーとして座屈拘束ブレースを用い、塑性化部と弾性部で構成される。部材長さ L_d に対して、塑性化部 $L_d/3$ 、塑性化部断面積 A_d に対して弾性部断面積 $2A_d$ とする。塑性化部にはLY225材を用い完全弾塑性とする。第1層のダンパー降伏層せん断力 ${}_dQ_{y1}$ を基準とし、地震層せん断力係数の高さ方向分布(A_i 分布)に基づく設計用層せん断力分布をもとに4段階とする⁴⁾。なお、ダンパー量は ${}_d\alpha_{y1} = 0.005 \sim 0.03$ の計6種とする。



2.3 S^(NR)モデル概要

主架構バネ (擬似フレーム剛性 K_f) は弾性としてモデル化する。以下に、 $S^{(NR)}$ モデルのダンパーモデル化概要を示す。状態N/R解析より、状態Nの実効変形比 α_N 、擬似ブレース剛性 K_{bs} および擬似ダンパー剛性 K_{ds} の骨組特性値²⁾を得る。状態N解析より、 i 層 j 番目の付加系における相対変形水平成分 $\delta_{dN,(i,j)}$ と i 層の層間変形 δ_{Ni} を用いて $\alpha_{N,(i,j)}$ が得られる。

$$\alpha_{N,(i,j)} = \delta_{dN,(i,j)} / \delta_{Ni} \quad (1)$$

擬似ブレース剛性 $K_{bs,i}$ は状態N/R解析により算出できる。状態Rの i 層 j 番目の付加系の負担軸力の水平成分 $F_{dR,(i,j)}$ と i 層の層間変形 $\delta_{R,i}$ で剛性 $K_{dR,(i,j)}$ (式(2))を各付加系設置箇所について計算し、 i 層のダンパー総数を $N_{d,i}$ とすると、擬似ブレース剛性 $K_{bs,i}$ を得られる。

$$K_{dR,(i,j)} = F_{dR,(i,j)} / \delta_{R,i}, \quad K_{bs,i} = \sum_{j=1}^{N_{d,i}} \alpha_{N,(i,j)} \times K_{dR,(i,j)} \quad (2,3)$$

擬似ダンパー剛性 $K_{ds,i}$ はMモデルのダンパー剛性水平成分 $K_{d,(i,j)}$ を用いて算出できる (式(4))。

$$K_{ds,i} = \sum_{j=1}^{N_{d,i}} (\alpha_{N,i})^2 \times K_{d,(i,j)} \quad (4)$$

Fig.3(a)~(c)にそれぞれ α_N , K_{bs} , K_{ds} の高さ方向分布を示す。

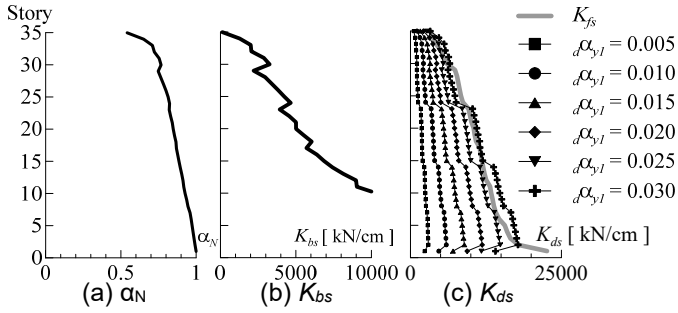


Fig.3 Frame parameters for control

3. 入力地震動概要

ART HACHINOHE (位相特性: HACHINOHE1968EW, 以下, ART HACHI) を使用する。Fig.4(a)に速度応答スペクトル($h = 2, 5, 10\%$), (b)にエネルギースペクトルを示す。ART HACHI の 0.2~2.0 倍波の計 10 波を入力地震動として時刻歴応答解析を行う。

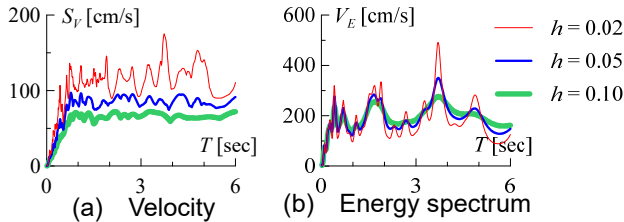


Fig.4 Earthquake spectrum

4. 時刻歴応答解析結果

4.1 応答比較

Fig.5 に M モデルと S^(NR)モデルの応答比較を示す。層間変形角と層せん断力は概ね一致することがわかる。しかし、地震動レベルとダンパー量の増加に伴い S^(NR)モデルは M モデルよりも大きく評価される。絶対加速度におい

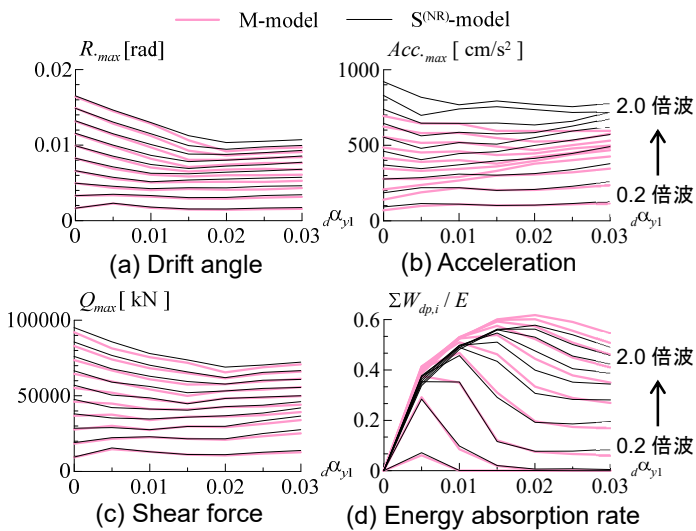


Fig.5 Response comparison between M-model and S^(NR)-model

ては 0.4 倍波までは一致するがそれ以降は M モデルよりも大きな応答を示した。ダンパーのエネルギー吸収率も 0.4 倍波までは一致するがそれ以降は M モデルより小さく評価されることが確認できる。

4.2 実効変形比の比較

実効変形比 (α_e) の定義を以下に示す。Mモデルの α_e は i 層のダンパーの最大変形の水平成分 $\delta_{d,max,i}$, i 層の最大層間変形 $\delta_{max,i}$ とすると式(5a)より得られる。また, S^(NR)モデルの α_e は i 層の擬似ダンパーの最大変形 $\delta_{ds,max,i}$, 擬似フレームの最大変形 $\delta_{fs,max,i}$ とし, 式(1)の $\alpha_{N,i}$ を用いて式(5b)より得られる。

$$\alpha_{e,i} = \delta_{d,max,i} / \delta_{max,i} \quad (5a)$$

$$\alpha_{e,i} = \alpha_{N,i} \times (\delta_{ds,max,i} / \delta_{fs,max,i}) \quad (5b)$$

Fig.6 に各地震波における M, S^(NR)モデルの α_e の関係を示す。概ね全てのダンパー量, 地震動レベルで α_e の差は ±10% 程度である。 α_e が 1 に近いほど精度が良く, 0 に近づくにつれ M モデルよりも小さくなる傾向を示した。

○ 20%wave △ 40%wave □ 60%wave ▽ 80%wave ◇ 100%wave
● 120%wave ▲ 140%wave ■ 160%wave ▼ 180%wave ◆ 200%wave

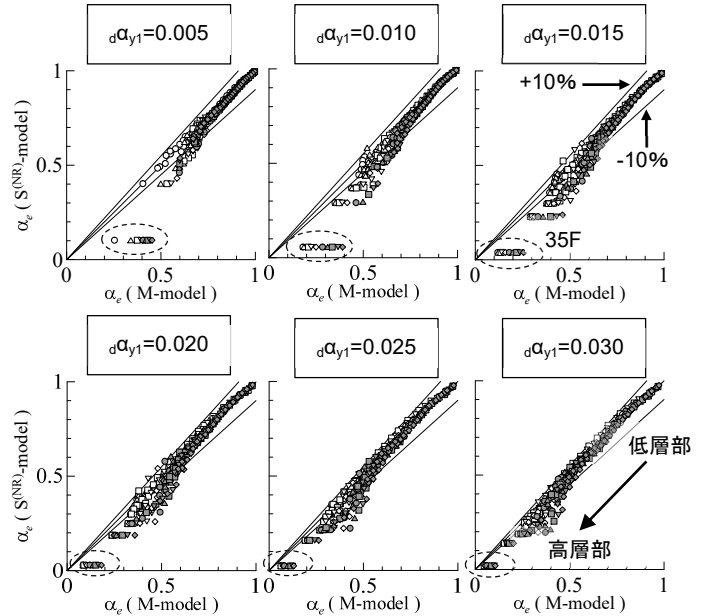


Fig.6 Relationship between α_e of M-model and S^(NR)-model

5. まとめ

M および S^(NR)モデルの応答比較を行った。最大層間変形角, 層せん断力は概ね一致するが, 地震動レベル, ダンパー投入量の上昇に伴い, 誤差を示した。また, 実効変形比の比較において, ±10% 程度の誤差であり, せん断モデルを用いた実効変形比の検討の妥当性を確認した。

本報その 2 では, 塑性率に着目した検討を行う。謝辞および参考文献はその 2 にまとめて記す。

*1 東京工業大学

*2 JFE シビル株式会社

*3 JFE スチール株式会社

*1 Tokyo Institute of Technology

*2 JFE Civil Engineering & Construction Corporation

*3 JFE Steel Corporation