

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	間柱型粘弹性ダンパーの初期温度と性能低下を考慮した超高層建物の応答評価 その5 応答予測を用いた建物応答の評価
Title(English)	Response evaluation of high rise building considering initial temperature and performance degradation of Stud-type VE damper (Part5 Response evaluation using response prediction)
著者(和文)	樹下亮佑, 佐藤大樹, Alex Shegay, 戸張涼太, 安永隼平, 植木卓也, 金城陽介
Authors(English)	Ryosuke Kinoshita, Daiki Sato, Alex Shegay, Ryota Tobari, Jumpei Yasunaga, Takuya Ueki, Yosuke Kaneshiro
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 483-484
Citation(English)	, , , pp. 483-484
発行日 / Pub. date	2022, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

間柱型粘弹性ダンパーの初期温度と性能低下を考慮した超高層建物の応答評価

その5 応答予測を用いた建物応答の評価

正会員	○樹下亮佑 ^{*1}	同	佐藤大樹 ^{*2}
同	戸張涼太 ^{*3}	同	安永隼平 ^{*4}
同	金城陽介 ^{*4}		

間柱型粘弹性ダンパー 長周期地震動
性能低下 等価線形化 超高層建物
応答予測

1. 序

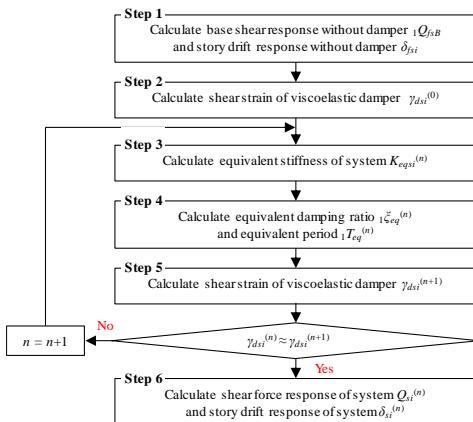
本報その4では、粘弹性ダンパーの繰り返し加振による性能低下を考慮した超高層建物の応答を、時刻歴応答解析を用いて評価した。本報その5では、精算手法の応答を安全側に評価できる簡易手法の建物応答を、時刻歴応答解析を行わずに予測することで、粘弹性ダンパーの性能低下を考慮した建物応答を簡易的に評価する手法を示す。

2. 応答予測の手順

予測には、本報その4のFig.3に示すせん断モデルを用いる。本報では、ダンパーと擬似プレースを合わせて付加系、擬似フレームと付加系を合わせてシステムと称する。以下、予測の手順¹⁰⁾をFig.1に示すステップごとに概説する。

Step1 主架構の1次応答ベースシア、層間変位の算出

まず、主架構の1次等価質量₁ M_{eqf} と、主架構の1次固有周期₁ T_f 、1次構造減衰 ζ_{dsi} に対応する加速度応答スペクトルの値 $S_a(T_f, \zeta_{dsi})$ から、主架構の1次応答ベースシア₁ Q_{fsB} を算出



₁ Q_{fsB} : 主架構の1次ベースシア ₁ M_{eqf} : 主架構の1次等価質量 ₁ $S_a(T, \zeta)$: 周期 T , 減衰定数 ζ の加速度応答スペクトル値

δ_{fsi} : 主架構の層間変位 K_{fsi} : 擬似フレーム剛性

B_s : ベースシアに対する各層の層せん断力の比 m : 質量

β_f : 主架構のみの刺激係数 u_f : 主架構の固有モード

$D_h(\xi)$: 減衰定数 ξ の応答低減率^{11,12)} γ_d : せん断ひずみ d_{dsi} : 厚さ

δ_{dsi} : ダンパー・トリリニアの変位 F_{dsi} : ダンパー・トリリニアの荷重

A_{dsi} : 面積 K_{dmsi} : ダンパー・トリリニアの m 次剛性

G_{dm} : ダンパー・トリリニアの m 次せん断弾性率

$\lambda_{dqs}, \lambda_{dgs}$: 等価せん断弾性率の温度、振動数補正係数¹³⁾

$\delta_{dmsi}, \gamma_{dmsi}$: ダンパー・トリリニアの第 n 折れ点変位、ひずみ

K_{amsi} : 付加系トリリニアの m 次剛性 K_{as} : 擬似粘弹性プレース剛性 K_{eq}, K_{eqf}, K_{eqs} : システム、付加系、ダンパーの等価剛性 α_{dsi} : 等価せん断弾性率のひずみ補正係数¹³⁾

G_{deg} : 振動数 0.33Hz, ひずみ 1.0, 温度 20°C の等価せん断弾性率 ₁ ζ_{eq} : 1次等価減衰定数 ₁ T_{eq} : 1次等価周期 β : 定常振動の1次等価減衰定数を積分平均値に変換する係数 f : 振動数 K_{deqs}^* : 温度、振動数、性能低下による剛性変化を考慮した、ひずみ 1.0時のダンパーの等価剛性 W_{si} : システムの弾性ひずみエネルギー ΔW_{si} : 1サイクルの吸収エネルギー¹⁴⁾

Q_s : システムの層せん断力 δ_s : システムの層間変位 ₁ Q_{fsB} : システムの1次ベースシア ₁ M_{eq} : システムの1次等価質量

Fig.1 Flowchart of response prediction method and equation of each step

Response evaluation of high rise building considering initial temperature and performance degradation of Stud-type VE damper (Part5 Response evaluation using response prediction)

Ryosuke Kinoshita, Daiki Sato, Alex SHEGAY,
Ryota Tobari, Jumpei Yasunaga,
Takuya Ueki, Yosuke Kaneshiro

Step3 システムの等価剛性の算出

$\gamma_{dsi}^{(n)}$ より粘弹性ダンパーの等価剛性 $K_{deqsi}^{(n)}$ および付加系の等価剛性 $K_{aeqsi}^{(n)}$ を算出する。また、 K_{fsi} と $K_{aeqsi}^{(n)}$ の和により、システムの等価剛性 $K_{eqsi}^{(n)}$ を算出する。

Step4 システムの1次等価減衰定数、1次等価周期の算出

$K_{eqsi}^{(n)}$ より得られるシステムの弾性ひずみエネルギー $W_{si}^{(n)}$ と粘弹性ダンパーの1サイクルのエネルギー吸収量 $\Delta W_{si}^{(n)}$ より、システムの1次等価減衰定数 $\zeta_{eq}^{(n)}$ を算出する。ここで、 $\Delta W_{si}^{(n)}$ はFig.4より算出し、性能低下を考慮する場合はFig.4中の g'_{p1} , g'_{p2} , g'_v を変化させる¹⁵⁾。また、 $K_{eqsi}^{(n)}$ よりシステムの1次等価周期 $T_{eq}^{(n)}$ を算出する。

Step5 新たな粘弹性ダンパーのせん断ひずみの算出

$\gamma_{dsi}^{(n)}$ からダンパーによる付加減衰および周期変動を考慮し、新たな粘弹性ダンパーのせん断ひずみ $\gamma_{dsi}^{(n+1)}$ を算出する。 $\gamma_{dsi}^{(n)} \approx \gamma_{dsi}^{(n+1)}$ となるまでStep3~5の計算を繰り返す。

Step6 システムの応答層せん断力、層間変位の算出

安定した γ_{dsi} が得られた後、 ${}_1Q_{fsB}$ からダンパーによる付加減衰、周期変動、1次等価質量の変動を考慮し、システムの1次応答ベースシア ${}_1Q_{sb}^{(n)}$ を算出する。また、 ${}_1Q_{sb}^{(n)}$ よりシステムの層せん断力 $Q_{si}^{(n)}$ 、層間変位 $\delta_{si}^{(n)}$ を算出する。

本報では、性能低下を考慮する場合は簡易手法の時刻歴応答解析に用いる $G\lambda_{Q\theta}$, $H\lambda_Q$ を用いて以上の計算を行う。

3. 予測精度の検証

時刻歴応答解析結果と予測結果を比較し、予測精度を検証する。建物モデルは本報その4と同様である。Fig.5に層間変形角の高さ方向分布を示す。粘弹性ダンパーの初期温度は10, 30°Cとし、入力地震動は20 modelにはSZ1, 50 modelにはOS1を入力した場合の結果を示す。Fig.5より、粘弹性ダンパーの性能低下の有無に関わらず、本予測手法は時刻歴応答解析結果を精度よく予測できている。また、粘弹性ダンパーの性能低下による建物応答の増大を再現できていることがわかる。Fig.6に横軸を解析値、縦軸を予測値とした場合の層間変形角の比較を示す。Fig.6より、本報の検討範囲では、建物モデル、粘弹性ダンパーの初期温度、粘弹性ダンパーの性能低下の有無によらず、本予測手法は時刻歴応答解析結果を概ね誤差20%以内で予測できる。

4. 結

本報その5では、粘弹性ダンパーの性能低下を考慮した建物応答を予測する手法を示した。また、本報の検討範囲では、時刻歴応答解析結果を概ね誤差20%内で予測可能であった。今後の課題として、粘弹性ダンパーのエネルギー吸収量の予測手法の確立が挙げられる。

謝辞および参考文献は本報その4にまとめて示す。

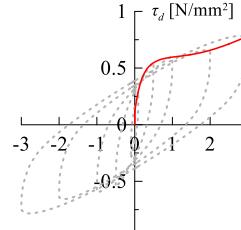


Fig.2 Skeleton curve

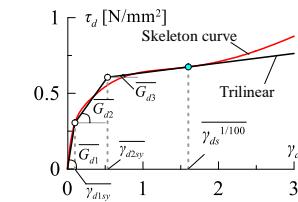


Fig.3 Trilinear model

粘弹性ダンパー1サイクルのエネルギー吸収量

$$\Delta W_{si}^{(n)} = Ad_{si} \cdot d_{dsi} \left(E_{1i}^{(n)} + E_{2i}^{(n)} + E_{3i}^{(n)} + E_{4i}^{(n)} \right)$$

Nonlinear spring considering damage (component 1)

Plastic component considering damage (component 2)

Plastic component considering damage (component 3)

Maxwell component (component 4)

ΔW_{si} : 粘弹性ダンパー1サイクルの吸収エネルギー¹⁴⁾

$E_1 \sim E_4$: 要素1~4³⁾の1サイクルのエネルギー密度¹⁴⁾

$\theta_p, a_p, l_1, l_2, v$: 不変な材料定数³⁾

g'_{p1}, g'_{p2}, g'_v : 粘弹性ダンパーの初期温度および $G\lambda_{Q\theta}, H\lambda_Q$ によって変化する材料定数^{3,15)}

Fig.4 Energy absorption of viscoelastic damper considering performance deterioration

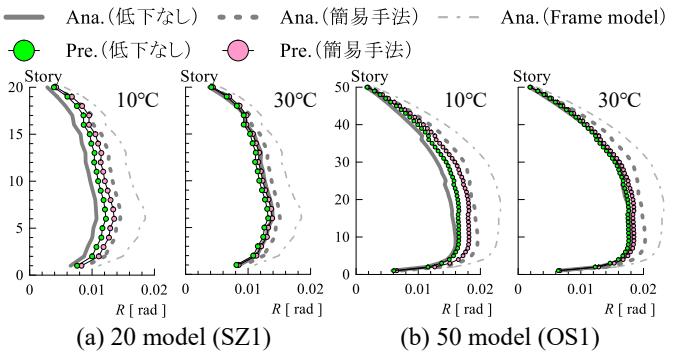


Fig.5 Drift angle

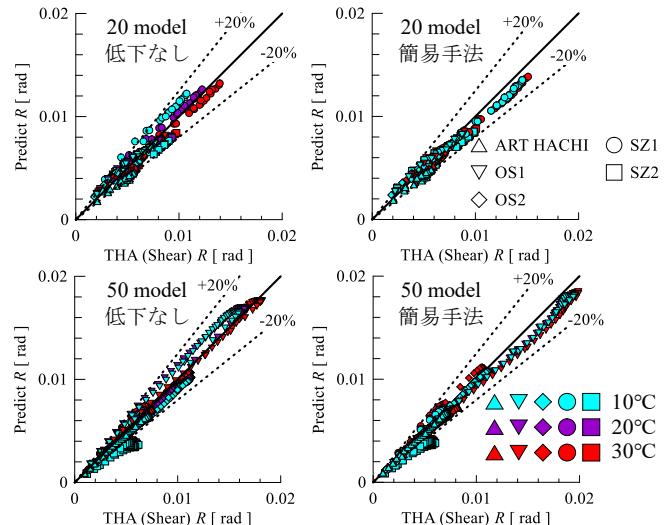


Fig.6 Comparison of drift angle

*¹ 元東京工業大学

*² 東京工業大学

*³ JFE シビル株式会社

*⁴ JFE スチール株式会社

*¹ Former Tokyo Institute of Technology

*² Tokyo Institute of Technology

*³ JFE Civil Engineering & Construction Corporation

*⁴ JFE Steel Corporation