

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	粘性ダンパーの性能低下を考慮した簡易応答評価手法の妥当性 - 主架構弾性・弾塑性時における解析・検討 -
Title(English)	Validity of Simplified Response Evaluation Method considering Performance Degradation of Viscous Dampers
著者(和文)	岡田亮佑, 佐藤大樹
Authors(English)	Ryousuke Okada, Daiki Sato
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 377-378
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 377-378
発行日 / Pub. date	2018, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

粘性ダンパーの性能低下を考慮した簡易応答評価手法の妥当性 —主架構弾性・弾塑性時における解析・検討—

長周期地震動
超高層建物

粘性ダンパー
性能低下

時刻歴応答解析
応答評価手法

正会員 岡田亮佑*1 同 佐藤大樹*2

1. はじめに

近年、南海トラフ地震による長周期地震動が三大都市圏（関東、中京圏、大阪圏）等で発生することが予想されており、長周期地震動が固有周期の比較的長い超高層建築物などへ及ぼす影響が懸念されている。これに対し、国土交通省は、2016 年 6 月に技術的助言を通知し、設計用長周期地震動として基整促波（CH1 等）¹⁾を策定した。一方、本研究で対象とする粘性ダンパーは温度依存性を持ち、長周期地震動の作用を受ける場合、長時間の繰り返しでダンパーの性能が大きく低下する可能性がある²⁾。

文献 3)では、粘性ダンパーの性能低下を考慮できる応答評価手法を示し、その妥当性を超高層制振建物の時刻歴応答解析により検討している。しかし、主架構が弾性範囲を超える応答となる場合においても、主架構を弾性とした検討に留まっている。

本報では、文献 3)で提案されている応答評価手法について、主架構弾塑性とした場合での妥当性を検討する。

2. 入力地震動と解析モデル概要

入力地震動は基整促波の中でも入力エネルギーが比較的大きい CH1 を採用する。図 1(a), (b)に擬似速度応答スペクトル $\rho S_v(h=5\%)$ 、エネルギー Spektral $V_E(h=10\%)$ をそれぞれ示す。

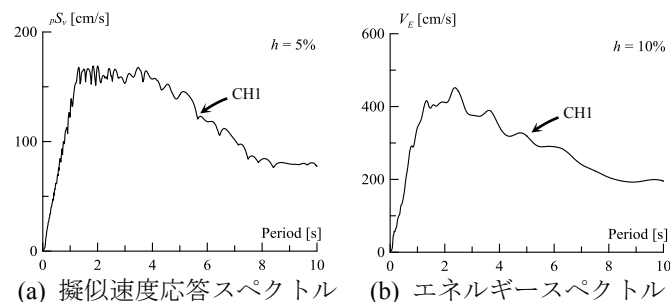


図 1 地震動スペクトル

解析対象とする粘性ダンパーの概要と配置計画、および建物モデルは文献 3)における設定と同様とする。ここで粘性ダンパーの配置は、V100, V150 の 2 つとし、V100 ではレベル 2 相当の地震動である ART HACHI において層間変形角 $R=1/100$ 以内、V150 では $1/150$ 以内に収まるように粘性ダンパーを配置している。なお、主架構は弾性と弾塑性それぞれの場合による解析を行う。主架構弾塑性とした解析における各層の復元力特性の設定は、静的増分解析結果から降伏に達する層（1F～13F）をバイリニア型、達しない層を弾性型とする。なお、バイリニア型では層間変形角 $R=1/50$ までの面積等価とするが、 $R=1/50$ に達しない層は解析終了時までとする。

3. 時刻歴応答解析結果

3. 1 層間変形角

図 2 に時刻歴応答解析より得られた層間変形角の最大値を示す。特性値低下を考慮せず解析を行ったもの（以降、考慮なし）と粘性係数をステップごとに低下させ解析を行ったもの（以降、精算手法）の結果を比較する。図 2(a)より、主架構弾性時では V150 においても確認できるが、特にダンパー量の少ない V100 において、繰り返しによる粘性ダンパーの性能が低下することで、精算手法が考慮なしに比べて層間変形角が大きく増大していることが分かる。一方、図 2 (b)より主架構弾塑性時では、ダンパーの性能低下による建物への影響は少ない。

次に考慮なしの解析より得られた地震終了時におけるダンパーのエネルギー密度 $\Omega^{(n)}$ （累積エネルギー吸収量を粘性体容量で除したもの）から実験式を用いて特性値低下を評価し、粘性係数の初期値 $C_d^{(0)}$ をあらかじめ低下させ、再度解析を行ったもの（以降、簡易手法）と精算手法を比較する。図 2 より、主架構弾塑性化の考慮の有無に関わらず、応答の大きい層では、精算手法は考慮なしと簡易手法の間に位置するような応答となる。一方、応答の比較的小さい上層では簡易手法による評価が精算手法に比べ危険側の評価となることも確認できる。

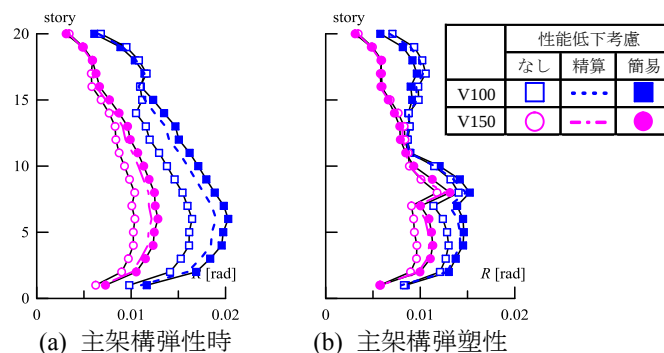


図 2 層間変形角の高さ方向分布

3. 2 絶対加速度

図 3 に解析より得られた絶対加速度の最大値を示す。考慮なしと精算手法の結果を比較する。図 3 より、主架構弾塑性化の考慮の有無、ダンパー配置に関わらず精算手法が考慮なしに比べて応答が殆ど変化していない。次に簡易手法と精算手法の結果を比較する。殆どの層で簡易手法による評価が精算手法より危険側となり、応答を過小評価している。簡易手法による層間変形角の評価では精算値である精算手法より殆どの層で安全側に評価できたが、絶対加速度では危険側の評価となる層が多く確認された。

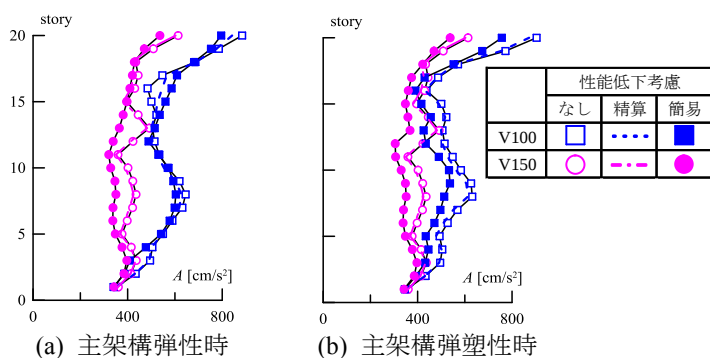


図3 絶対加速度の高さ方向分布

3. 3 全体架構の層せん断力

図4に解析より得られた全体架構の層せん断力の最大値を示す。考慮なしと精算手法の結果を比較する。図4(a)より、層間変形角と同様に、主架構弾性時ではV100,V150において、精算手法が考慮なしに比べて応答が増大していることが分かる。一方、図4(b)より主架構弾塑性時では、ダンパーの性能低下による建物応答への影響は少ないことが分かる。次に簡易手法と精算手法の結果を比較する。図4(a)より、主架構弾性時では応答の大きい層において、精算手法は考慮なしと簡易手法の間に位置するような応答となる。一方、図4(b)より主架構弾塑性時では、応答が殆ど変わらないことが確認できる。

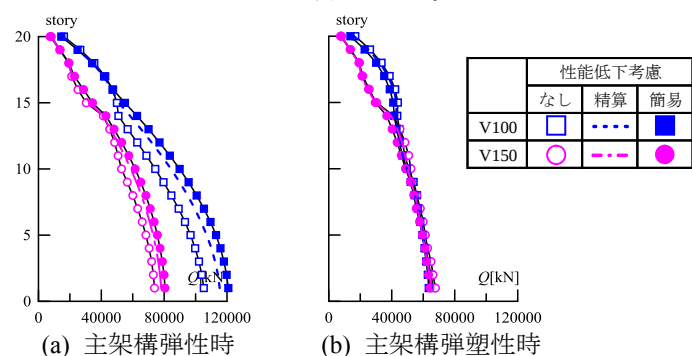


図4 全体架構の層せん断力の高さ方向分布

4. 簡易応答評価手法の妥当性

本章では、簡易手法による各層の応答結果を精解値である精算手法の結果で除したものの（以降、安全率）を用いて簡易手法による評価の妥当性を検討する。図5～7に縦軸を各応答での安全率、横軸を簡易手法による各層の最大層間変形角としたものを示す。ここで、右添え字にSが付くものを簡易手法、Aが付くものを精算手法による応答結果とする。図5(a),(b)より層間変形角では、主架構弾性化の考慮の有無、ダンパー量に関わらず、 $R_s \geq 1/100$ の範囲において殆どの層で安全側の評価となる。主架構弾性時と弾塑性時を比較すると、 $R_s \leq 1/100$ の範囲において、弾性時に比べ弾塑性時では危険側の評価が多く見られる。図6(a),(b)より絶対加速度では、V100,V150において殆どの層で危険側の評価となり、特に $R_s \leq 1/100$ の範囲では最

も危険側の評価となる層で安全率 A_s/A_A は0.74となった。図7(a),(b)より全体架構の層せん断力では、主架構弾性時では、 $R_s \geq 1/100$ の範囲においてほぼ全ての層で安全側の評価となる。一方、主架構弾塑性時では $R_s \geq 1/100$ の範囲において安全率 Q_s/Q_A は1.0程度であることが確認できる。

図5～7より、各応答での安全率を確認すると、応答が大きい場合（ $R_s \geq 1/100$ ）で簡易手法は比較的に安全側の評価に近づく事が分かった。しかし、絶対加速度では特に主架構弾塑性時において、応答の大きい層でも危険側の評価が確認できることから、簡易応答評価手法による絶対加速度の評価では注意が必要である。本報では、紙面の都合上CH1入力時のみの結果を示したが、他の地震動³⁾入力時においてもCH1と同様の傾向である事を確認している。

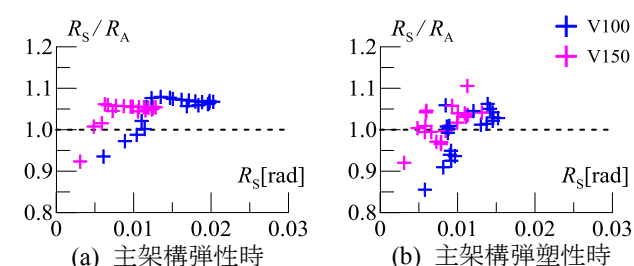


図5 安全率 (R_s/R_A) と簡易手法による最大層間変形角

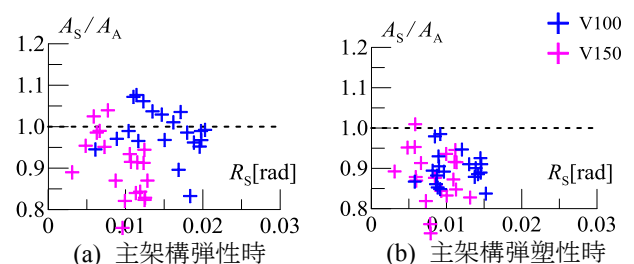


図6 安全率 (A_s/A_A) と簡易手法による最大層間変形角

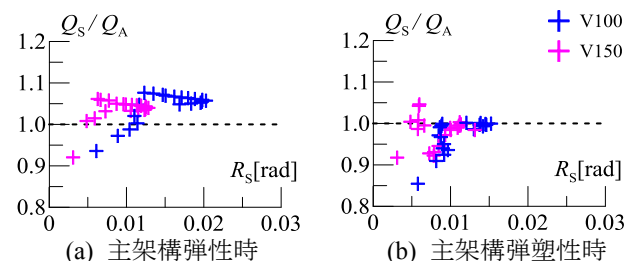


図7 安全率 (Q_s/Q_A) と簡易手法による最大層間変形角

5. まとめ

本報では、文献3)で示されている粘性ダンパーの性能低下を容易に考慮できる簡易応答評価手法について、主架構の塑性化を考慮した場合での妥当性の検討を行った。

参考文献

- 1) 建築研究所:長周期地震動対策に関わる技術資料・データ公開特設ページ, <http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/lpe/index.html> (2017.6.30)
- 2) 笠井和彦, 佐藤大樹, 松田和浩, 長山祥:長時間正弦波加振実験による4種の実大制振ダンパーの動的特性の変化および簡易評価手法の提案, 構造工学論文集, Vol.63B, pp.275-283, 2017.3
- 3) 佐藤大樹, 長山祥, 笠井和彦, 松田和浩:長周期地震動時における粘性ダンパーの性能低下を考慮した制振構造建物の応答評価, 日本建築学会大会技術報告集, 24(56),59-62, 2018.2

*1 東京工業大学 大学院生

*2 東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所
准教授 博士(工学)

*1 Graduate Student, Tokyo Institute of Technology

*2 Assoc. Prof., FIRST, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.