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)	履歴型ダンパーを有する超高層建物における塑性化予測の効率的な縮 約質点数 その2 塑性化予測の比較
Title(English)	Reduced efficiency of degree of freedom for plasticization prediction in high-rise buildings with hysteretic dampers Part. 2 Comparison of plasticization prediction
著者(和文)	平塚紘基, 佐藤大樹, 田中英之
Authors(English)	Koki Hiratsuka, Daiki Sato, Hideyuki Tanaka
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 57-58
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 57-58
発行日 / Pub. date	2020, 9

履歴型ダンパーを有する超高層建物における塑性化予測の効率的な縮約質点数 その2 塑性化予測の比較

正会員	○平塚	紘基*1	同	佐藤	大樹*1
同	田中	英之*2			

超高層制振建物	履歴型ダンパー	風応答解析
時刻歴解析	縮約モデル	

1. はじめに

前報その1では、非制振モデルおよび付加系を設置した 制振モデルを対象に、固有値・応答値の比較を行い、縮 約数の違いによる影響について検討を行った。その結果、 30 質点(30DOF)と20 質点(20DOF)の精度が高いもの の、10 質点(10DOF)と5 質点(5DOF)において精度が 低下することが明らかになった。

本報その2 では,60 質点制振モデルの解析結果と縮約 後制振モデルにおける塑性化予測の比較を行い,予測精 度が高く,効率的な検討を行うことができる縮約質点数 を提案する。

2. 付加系の塑性化予測手法

2.1. 制振モデル弾性時における層せん断力

制振モデル弾性時における風荷重算出条件は,地表面 粗度区分III,建物地点は東京($U_0 = 36m/s$, $U_{500} = 40m/s$) であり,小地形の影響,季節係数および風向係数は考慮 しない。モード,減衰定数,固有振動数は制振モデルの 値とする。制振モデルの減衰定数*ξ*,*ζ*^s,は次式より得られ る。(以下「'」は,縮約後の算出式を表す)

$$\xi_{s} = \left({}_{1}\omega_{f} / {}_{1}\omega_{s} \right) \cdot \xi_{f}, \quad \xi_{s}' = \left({}_{1}\omega_{f}' / {}_{1}\omega_{s}' \right) \cdot \xi_{f}' \qquad (1)(a,b)$$

ここで、 ξ_{f} 、 ξ'_{f} : 非制振モデルの減衰定数、 $1\omega_{f}$ 、 $1\omega'_{f}$: 非制振モデルの1次固有円振動数、 $1\omega_{s}$ 、 $1\omega'_{s}$: 制振モデル の1次固有円振動数を表す。また、制振モデル弾性時の風 方向層せん断力 $w_{D}Q_{si}$ 、 $w_{D}Q'_{si}$ および風直交方向層せん断力 $w_{L}Q_{si}$ 、 $w_{L}Q'_{si}$ は、縮約前の質点数 N,または縮約後の質点 数 N'を用いて式(2),(3)で表される。

$$_{WD}Q_{si} = \sum_{j=i}^{N} W_{sDj}$$
, $_{WD}Q'_{si} = \sum_{j=i}^{N'} W'_{sDj}$ (2)(a,b)

$$_{WL}Q_{si} = \sum_{j=i}^{N} W_{sLj}$$
, $_{WL}Q'_{si} = \sum_{j=i}^{N'} W'_{sLj}$ (3)(a.b)

ここで、 W_{sDj} 、 W'_{sDj} :風方向におけるj層の風荷重、 W_{sLj} 、 W'_{sLj} :風直交方向におけるj層の風荷重を表す。なお、風荷重の算出には、建築物荷重・同解説に基づき、AIJ-Wind(ver.1)⁴)用いた。

2.2. 制振モデル降伏層せん断力

制振モデルの降伏層せん断力 Q_{syi}, Q'_{syi} は以下の算定式 を用いて算出する。

$$Q_{syi} = Q_{fi} + Q_{ayi}$$
, $Q'_{syi} = Q'_{fi} + Q'_{ayi}$ (4)(a,b)

ここで、 Q_{fi} 、 Q'_{fi} : 付加系降伏変位(δ_{ayi} 、 δ_{ayi})時の非制 振モデルの層せん断力、 Q_{ayi} 、 Q'_{ayi} : 付加系降伏層せん断 力を表し、それぞれ次式より求められる。

$$Q_{fi} = k_{fi} \cdot \delta_{ayi}, \quad Q'_{fi} = k'_{fi} \cdot \delta'_{ayi}$$
(5)(a,b)

$$Q_{ayi} = k_{ai} \cdot \delta_{ayi}$$
, $Q'_{ayi} = k'_{ai} \cdot \delta'_{ayi}$ (6)(a,b)

ここで、 k_{fi} 、 k'_{fi} : 非制振モデルの剛性、 k_{ai} 、 k'_{ai} : 付加系の剛性を表す。

2.3. 予測手法概要

Fig. 1(a)~(c)にα_{dy1}=0.01~0.04 における wDQ'si, wLQ'si お よびQ'syiの高さ方向分布(20DOF)を示す。塑性化予測は, Fig.1よりQ'syi (Qsyi) が wDQ'si, wLQ'si (wDQsi, wLQsi) を下 回ると塑性化するという予測となる。この手法を他の質 点数においても適用し, 60DOF~5DOF までの予測結果と, 60DOF の時刻歴応答解析結果を比較し,予測の精度を検 討する。



3. 予測結果と解析結果の比較

Fig. 2(a)(b)に風方向,風直交方向における解析結果と予 測結果を比較したものを,Fig.3にFig.2(a)中にあるA,B の付加系履歴曲線を示す。図中に示すピンク色の線は, 解析結果における付加系が弾性状態(Ela)か塑性状態

Reduced efficiency of degree of freedom for plasticization prediction in high-rise buildings with hysteretic dampers Part. 2 Comparison of plasticization prediction.

(Pla)を判断する線となっており、予測結果がピンク色の線上にある場合、予測結果が解析結果と一致していることを表す。なお、解析結果は、12波中、6波以上で付加系が塑性化している場合、塑性状態と判断した。

3.1. 結果の一致, 不一致による差異

まず初めに、風方向と風直交方向の予測精度について 比較していく。風方向では、予測において塑性化する層 の範囲が解析結果において塑性化する層の範囲よりも小 さく評価されているのがわかる。これは、AIJ-windにて算 出した制振モデル弾性時の層せん断力が、時刻歴応答解 析の結果よりも小さく評価されていることが原因として 考えられる。しかし、Fig. 3(a)(b)より、予測と解析結果が 一致した高さ(B)の付加系履歴曲線と、予測と解析結果が 一致しない高さ(A)の付加系履歴曲線を比較すると、予測 範囲以上の塑性化の程度は小さく、概ね弾性状態と判断 できる。風直交方向では、予測において塑性化する層の 範囲が解析結果において塑性化する層の範囲よりもわず かに大きく評価されているが概ね一致していることが確 認できる。

3.2. ダンパー量による差異

次に、ダンパー量ごとの比較を行う。風方向において、 ダンパー量が増えるごとに予測結果と解析結果の誤差が 大きくなっていることがわかる。特に $\alpha_{dy1} = 0.04$ における 誤差が大きくなっており、ほとんどの層が一致していな いことが確認できる。風直交方向においては、 $\alpha_{dy1} = 0.01$, 0.02, 0.04 全てのパターンで概ね一致しており、風方向に 比べ精度が高いことがわかる。

3.3. 縮約質点数による差異

最後に縮約質点数ごとに比較を行う。風方向において, $\alpha_{dy1} = 0.01, 0.02$ の場合では縮約質点数の違いによる予測 の変化は見られないものの, $\alpha_{dy1} = 0.04$ の場合は, 10DOF および 5DOF の全層で付加系が塑性化しない予測となって おり,精度が低下していることが確認できる。風直交方 向においては, $\alpha_{dy1} = 0.01, 0.02, 0.04$ 全てのパターンで, 縮約質点数の違いによる予測の変化がないことがわかる。

4. まとめ

本報その2 では,60 質点制振モデルの時刻歴応答解析 結果と縮約後制振モデルにおける塑性化予測手法による 結果の比較を行い,予測精度について検討を行った。そ の結果,本検討モデルにおいては,20DOF に縮約した上 で検討することが望ましいと考えられる。

謝辞



参考文献

- 佐藤大樹,他5名:履歴型ダンパーを有する超高層制振建物の 風応答時における累積損傷分布予測,日本建築学会構造系論文 集, Vol.81, No.728, pp.1635-1645, 2016.10
- 2) 平塚紘基,他2名:履歴型ダンパーを有する超高層制振建物の 塑性化および累積損傷分布予測 その1,その2,日本建築学 会関東支部報告集,2020.3
- 佐藤大樹,他2名:粘弾性ダンパーの振幅依存性が風応答に与える影響,日本建築学会構造系論文集,No. 635, pp. 75-82, 2001.1
- 4) 日本建築学会荷重運営委員会 http://news-sv.aij.ov.aij.or.jp/kouzou/s10/AIJ_Wind.html(2019.6.7 参 照)

*¹Tokyo Institute of Technology*²Takenaka Corporation

本研究の一部は,JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プロ グラムによるものです。ここに記して感謝の意を示します。

^{*1}東京工業大学

^{*2}株式会社 竹中工務店