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)	間柱型粘弾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2 超高層建物の応答評価
Title(English)	Response evaluation of high rise building considering initial temperature and performance degradation of Stud-type VE damper (Part2 Response evaluation of high-rise building)
著者(和文)	樹下亮佑, 佐藤大樹, 戸張涼太, 安永隼平, 植木卓也, 金城陽介
Authors(English)	Ryosuke Kinoshita, Daiki Sato, 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. 705-706
Citation(English)	, , , pp. 705-706
発行日 / Pub. date	2021, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（東海） 2021 年 9 月

間柱型粘弾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 2　超高層建物の応答評価

正会員　○樹下亮佑*1　同　佐藤大樹*1
同　戸張涼太*2　同　安永隼平*3
同　植木卓也*3　同　金城陽介*3

制振構造　間柱型　粘弾性ダンパー
長周期地震動　超高層建物　温度依存性

1. はじめに

本報その 1 では粘弾性ダンパーの正弦波加振実験を行い，繰り返し加振による性能低下を評価した。本報その 2 では粘弾性ダンパーの初期温度に依存した近似式の作成と，間柱型粘弾性ダンパーを組み込んだ建物モデルで時刻歴応答解析を行い，粘弾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についてまとめる。

2. 粘弾性ダンパーの初期温度を考慮した近似式の作成

その 1 で示した通り，等価せん断弾性率 G_{eq} の低下率は温度基準化エネルギー密度 Ω_θ，等価減衰定数 H_{eq} の低下率はエネルギー密度 Ω での評価が妥当であった。そのため，G_{eq} の低下率 ${}_G\lambda_{\Omega\theta}$ は Ω_θ，H_{eq} の低下率 ${}_H\lambda_\Omega$ は Ω に依存する近似式を作成して繰り返し加振による性能低下を評価する。実験より，${}_G\lambda_{\Omega\theta}$，${}_H\lambda_\Omega$ はある一定の値に収束する傾向を示したので，Ω や Ω_θ のべき乗に反比例してある一定の値に収束する形とし，実験値に対する相対誤差の 2 乗和が最小となるように決定する（式(1)，(2)）。

$$ {}_G\lambda_{\Omega\theta} = \frac{0.074}{\Omega_\theta^{0.595} + 0.070} - 0.056 \qquad (1) $$

$$ {}_H\lambda_{\Omega} = \frac{11.258}{\Omega^{0.585} + 4.194} - 1.684 \qquad (2) $$

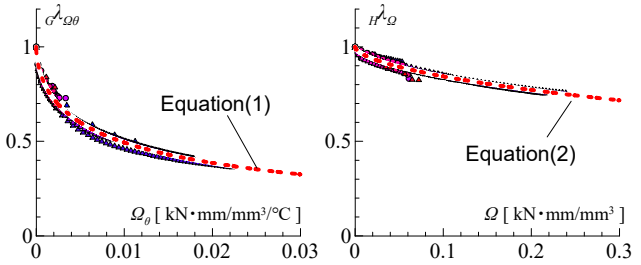
Fig.1 に実験結果のプロットと近似式を示す。近似式は実験結果の概ね中央値付近を通過している。

3. 粘弾性ダンパーの性能低下を考慮した建物応答の検証
3.1 検討対象建物及び入力地震動

検討対象建物は，鉄骨造 50 階建の事務所ビルとする。Fig.2 に検討建物モデルの軸組図と基準階伏図を示す。階高は 1 階 5.5 m，2～50 階 4 m とする。軸組図の赤線，基準階伏図の赤丸は間柱型粘弾性ダンパーの設置位置を示す。Table1 に架構部材の主要断面を示す。X 方向を解析対象とし，主架構は弾性とする。1 次固有周期は 6.82 s であり，構造減衰は主架構のみのモデルの 1 次固有周期に対して減衰定数 $\zeta = 0.02$ となる初期剛性比例型とする。なお，本解析には構造計算プログラムである RESP-D を用いる。また，入力地震動には基整促波である OS1 を使用する。

3.2 時刻歴応答解析結果

式(1)，(2)に示す近似式を用いて粘弾性ダンパーの性能低下を考慮した建物応答についてまとめる。解析の流れとしては，性能低下を考慮しない解析（以後，性能低下なし）を行い，得られたエネルギー吸収量を元に式(1)，(2)より ${}_G\lambda_{\Omega\theta}$ と ${}_H\lambda_\Omega$ を算出し，その値を元に G_{eq} と H_{eq} を初期値から低下させて再度解析を行う [2]（以後，性能低下あり）。${}_G\lambda_{\Omega\theta}$ と ${}_H\lambda_\Omega$ は全層の中でダンパー1 基当たりのエネルギー吸収量が最大となる層の値より算出し，その値を用いて全層一律に低下させている。また，粘弾性ダンパーの初期温度 θ_0 は 10，20，30 ℃とする。Fig.3 に性能低下ありに用いる ${}_G\lambda_{\Omega\theta}$ と ${}_H\lambda_\Omega$ を示す。Fig.3 より，粘弾性ダンパーの初期温度が低いほど ${}_G\lambda_{\Omega\theta}$ が大きく低下した。これは，式



(a) Approximation of ${}_G\lambda_{\Omega\theta}$　(b) Approximation of ${}_H\lambda_\Omega$

Fig.1 Approximation

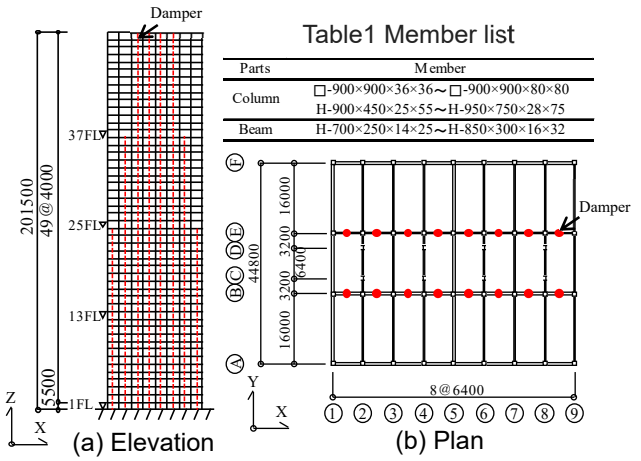


Table1 Member list

Parts	Member
Column	□-900×900×36×36～□-900×900×80×80 H-900×450×25×55～H-950×750×28×75
Beam	H-700×250×14×25～H-850×300×16×32

Fig.2 Elevation and Plan [unit : mm]

Response evaluation of high rise building considering initial temperature and performance degradation of Stud-type VE damper (Part2 Response evaluation of high-rise building)

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

(1)より粘弾性ダンパーの初期温度が低いほど G_{eq} は低下しやすいことと，ダンパー1 基当たりのエネルギー吸収量は初期温度が低いほど大きかったからである。しかし，$_H\lambda_\Omega$ は粘弾性ダンパーの初期温度に関わらず概ね同等の値を示した。これは，エネルギー密度は粘弾性ダンパーの初期温度が低いほど大きいが，H_{eq} は G_{eq} ほど繰り返し加振による性能低下が生じないからである。Fig.4 に時刻歴応答解析より得られた層間変形角，絶対加速度，ダンパー1 基当たりのエネルギー吸収量，Fig.5 に G_{eq}，H_{eq} の温度依存式[3]より算出した θ_0 = 20 ℃のときの G_{eq}（G_{eq}(20℃)）に対する各 θ_0 時の G_{eq}（$G_{eq}(\theta_0)$）の割合（式(3)），θ_0 = 20 ℃のときの H_{eq}（H_{eq}(20℃)）に対する各 θ_0 時の H_{eq}（$H_{eq}(\theta_0)$）の割合（式(4)）を示す。

$$\frac{G_{eq}(\theta_0)}{G_{eq}(20℃)} = -9.029\times10^{-5}\theta_0^2 - 1.668\times10^{-2}\theta_0 + 1.3697 \quad (3)$$

$$\frac{H_{eq}(\theta_0)}{H_{eq}(20℃)} = -2.108\times10^{-4}\theta_0^2 + 5.958\times10^{-3}\theta_0 + 0.9652 \quad (4)$$

ここで，Fig.5 に示す値はダンパーのせん断ひずみ γ_d = 1.0，振動数 f = 0.147（1 次固有周期 6.82 s より算出）のときの値とする。まずは性能低下なしのときの粘弾性ダンパーの初期温度別に比較する。Fig.4 より，初期温度が高いほど層間変形角，絶対加速度は増大し，エネルギー吸収量は減少する。これは，Fig.5 に示す粘弾性ダンパーの温度依存式より，初期温度が高いほど G_{eq} は小さくなり，H_{eq} は同等もしくは小さくなることが原因と思われる。次に，性能低下ありの応答について考察する。Fig.4 より，いずれの初期温度のときでも性能低下ありの応答は性能低下なしよりも増大する。また，$_G\lambda_{\Omega\theta}$ は初期温度が低いほど小さい値であったが，性能低下ありの建物応答を比較すると，性能低下なしと同じく初期温度が高いほど層間変形角，絶対加速度は増大し，エネルギー吸収量は減少する。これは，$_G\lambda_{\Omega\theta}$ は初期温度が低いほど小さいが，温度依存式より算出される G_{eq} の初期値は初期温度が高いほど小さいため，結果として性能低下後も G_{eq} は初期温度が高いほど小さくなるからである（Fig.5(a)の△印）。

4. まとめ

本報その 2 では粘弾性ダンパーの初期温度と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評価についてまとめた。初期温度が低いほど繰り返し加振によって等価せん断弾性率 G_{eq}，等価減衰定数 H_{eq} は低下しやすいが，G_{eq}，H_{eq} の初期値は初期温度が高い方が同等もしくは小さいため，性能低下後も G_{eq}，H_{eq} の絶対値は小さくなり，建物応答も大きくなった。

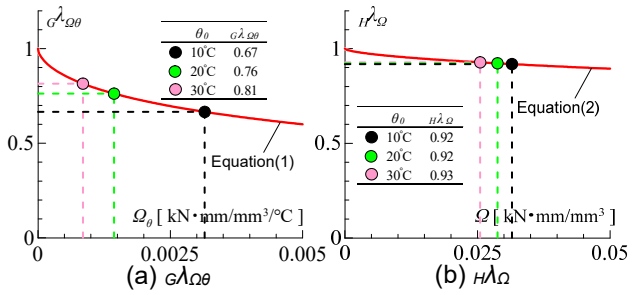


Fig.3 $_G\lambda_{\Omega\theta}$ and $_H\lambda_\Omega$（OS1）

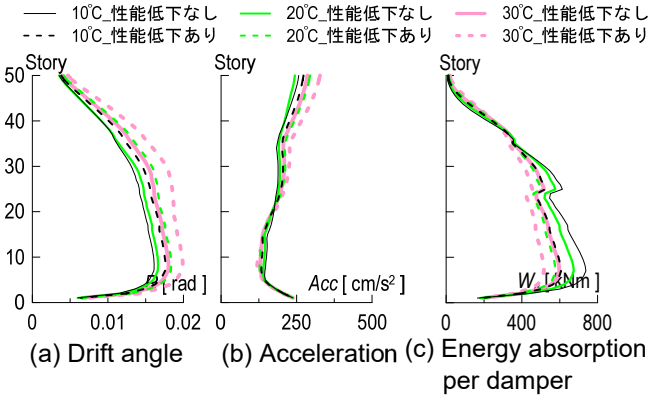


Fig.4 Max response（OS1）

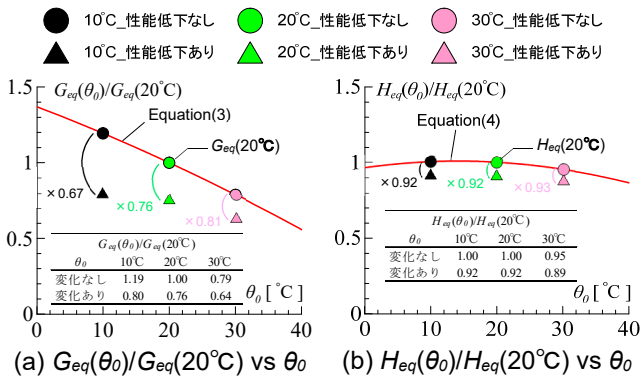


Fig.5 Equation of G_{eq} and H_{eq}

謝辞

本報告は，JFE シビル株式会社，JFE スチール株式会社，東京工業大学 佐藤研究室の共同研究の成果の一部をまとめたものです。また，株式会社ブリヂストンより試験体をご提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。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（JPMJOP1723）によるものです。

参考文献

1) 安永隼平，他 4 名：間柱型粘弾性ダンパーの長周期地震動に対する性能評価　その 2　多数回正弦波加振実験による特性変化の検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.737-738，2019.9
2) 佐藤大樹，他 3 名：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，日本建築学会技術報告集，第 56 号，pp.59-62，2018.2
3) 金城陽介，他 5 名：高減衰ゴムを用いた間柱型粘弾性ダンパー～その 1　実大試験による性能評価～，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.595-596，2017.8

*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