T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	間柱型履歴ダンパーのモデル化の違いが建物応答に与える影響，その1 間柱型履歴ダンパーのモデル化
Title	
著者(和文)	戸張 涼太, 渡辺泰成, 松井征生, 佐藤利昭, 北村春幸, 佐藤大樹, 宮川和明, 植木卓也, 村上 行夫
Authors	Ryota TOBARI, Toshiaki Sato, Haruyuki Kitamura, Daiki Sato, Kazuaki Miyagawa, Takuya Ueki, Yukio MURAKAMI
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 761-762
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 761-762
発行日 / Pub. date	2015, 9
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf:http://ci.nii.ac.jp/naid/110010005229

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

Architectural Institute of Japan

間柱型履歴ダンパーのモデル化の違いが建物応答に与える影響
その 1 間柱型履歴ダンパーのモデル化

正会員 ○戸張涼太*1 同 渡辺泰成*2 同 松井征生*2
正会員 佐藤利昭*2 同 北村春幸*2 同 佐藤大樹*3
正会員 宮川和明*1 同 植木卓也*4 同 村上行夫*4

間柱型ダンパー 履歴ダンパー せん断ばね
部材レベル モデル化

1. はじめに

構造物の応答評価には適切なモデル化が求められる。特に，制振構造の場合，ダンパーとその周辺架構のモデル化は，建物応答に大きな影響を及ぼすことが予測される。間柱型履歴ダンパーは，上下の梁の剛比の違い等により，反曲点位置が移動し，建物応答に影響を与えると考えられる。しかし，解析では，反曲点位置の移動が考慮されないせん断ばねに置換したモデルが用いられる場合もある。

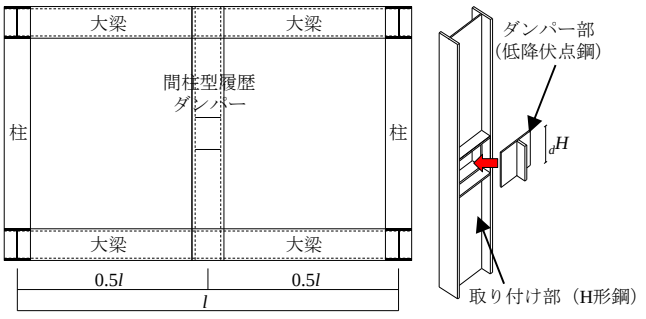
本報では，間柱型履歴ダンパーを，反曲点位置の移動が考慮されないせん断ばねで置換する方法と，反曲点位置の移動が考慮される部材レベルで設定する方法によりモデル化し,モデル化の違いが建物応答に与える影響を明らかにすることを目的とする。

その 1 では，間柱型履歴ダンパーの概要とモデル化について示す。その 2 では，その 1 で示した 2 種類の異なるモデル化の方法を用いた間柱型履歴ダンパーを設置した 10 層の鋼構造建物に対して行った静的増分解析の結果を示し，反曲点位置の移動による影響を明らかにする。その 3 では，告示波を用いた時刻歴応答解析により，間柱型履歴ダンパーのモデル化の違いによる建物応答の違いを明らかにする。

2. 間柱型履歴ダンパーの概要およびモデル化

2. 1 間柱型履歴ダンパーの概要

本報で用いる間柱型履歴ダンパーの概要を図 1 に示す。



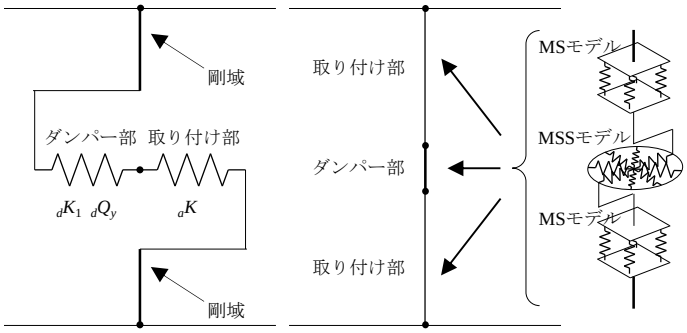
(a) 間柱型履歴ダンパー設置図 (b) 間柱型履歴ダンパー概略図

図 1 間柱型履歴ダンパーの概要

本報では，降伏応力度σ_yが 325 N/mm^2 の H 形鋼のウェブの中央に，σ_yが 225 N/mm^2 の低降伏点鋼の板を設置した間柱型履歴ダンパーを対象とする。図 1(b)に示すように，低降伏点鋼部分をダンパー部，大梁からダンパー部までの部材を取り付け部と呼ぶ。H 形鋼の断面は H - 600 × 300 × 16 × 32，低降伏点鋼の板の高さは 600 mm，板厚は 6 mm とした。

2. 2 間柱型履歴ダンパーのモデル化

本報では，反曲点位置の移動が間柱型履歴ダンパーや周辺架構に与える影響を明らかにするために，間柱型履歴ダンパーを図 2 に示す 2 種類の異なる方法でモデル化する。



(a) ばねモデル (b) 部材モデル

図 2 間柱型履歴ダンパーのモデル化

1つ目は，間柱型履歴ダンパーを取り付け部とダンパー部の 2 種類のせん断ばねの直列ばねとしたモデルである。これをばねモデルと呼ぶ。ばねモデルのせん断ばねは，節点間距離の中央に設置し，大梁からせん断ばねまでは剛域とする。2つ目は，曲げモーメントと軸力を部材端に設置したマルチスプリング(MS)モデル，せん断力を節点間距離の中央に設置したマルチシェアスプリング(MSS)モデルで評価したモデルである。これを部材モデルと呼ぶ。

ダンパー部の降伏せん断力 ${}_dQ_y$，初期剛性 ${}_dK_1$，2 次剛性 ${}_dK_2$ は，

$$ {}_dQ_y = {}_dA_s \frac{{}_d\sigma_y}{\sqrt{3}} \quad (1) $$

$$ {}_dK_1 = \frac{G \cdot {}_dA_s}{{}_dH} \quad (2) $$

$$ {}_dK_2 = \alpha \cdot {}_dK_1 \quad (3) $$

で表される。ここで，${}_dA_s$：ダンパー部のせん断断面積，${}_d\sigma_y$：ダンパー部の降伏応力度，G：せん断弾性係数，${}_dH$：ダンパー部の高さ，α：2 次剛性比(= 0.022)[1]である。

The Effects of Shear Panel Damper Models on Building Responses.
Part 1 On Modelling of Shear Panel Dampers.

TOBARI Ryota, WATANABE Yasunari, MATSUI Masaki
SATO Toshiaki, KITAMURA Haruyuki, SATO Daiki
MIYAGAWA Kazuaki, UEKI Takuya, MURAKAMI Yukio

NII-Electronic Library Service

ばねモデルにおける取り付け部のせん断ばねの剛性 ${}_aK$ は，大梁からダンパー部までの H 形鋼とダンパー部のフランジ部分を線材とし，一端を固定端，もう一端を自由端とした曲げせん断棒の水平方向に縮合した剛性マトリックスにより評価した。剛性マトリックスは，

$$\begin{Bmatrix} P_x \\ P_y \\ M \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{EA}{L} & & \\ & \dfrac{1}{1+2\gamma}\dfrac{12EI}{L^3} & \dfrac{1}{1+2\gamma}\dfrac{-6EI}{L^2} \\ & \dfrac{1}{1+2\gamma}\dfrac{-6EI}{L^2} & \dfrac{1+\gamma/2}{1+2\gamma}\dfrac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} e_x \\ e_y \\ \theta \end{Bmatrix} \quad (4a)$$

$$\gamma = \frac{6EI\kappa}{GAL^2} \quad (4b)$$

を用いた。ここで，P_x：軸方向の力，P_y：せん断方向の力，M：曲げモーメント，E：ヤング係数，A：断面積，I：断面二次モーメント，L：部材長さ，e_x：軸方向の変位，e_y：せん断方向の変位，θ：回転角，κ：形状係数(=1.2)である。

3. フレームモデルによる検討

3. 1 フレームモデルの概要

図 3 に示す 1 層 1 スパンのフレームモデルを用い，ばねモデルと部材モデルの 2 種類のモデル化の差異を確認する。

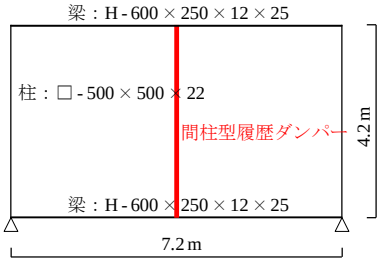


図 3 フレームモデルの概要

スパン長さは 7.2 m，高さは 4.2 m とし，梁には H 形鋼，柱には角形鋼管を用いた。反曲点位置の移動が建物応答に与える影響を小さくするために，上下の梁断面は同一とする。主架構は弾性とした。

3. 2 静的増分解析による検討

前節で示したフレームモデルに対して行った静的増分解析より得られた層せん断力 Q と層間変位 δ の関係を図 4 に示す。梁を剛とし，上下の梁の曲げ変形がダンパー部に与える影響を小さくした場合の結果を併記した。図中の■はばねモデル，▲は部材モデルのダンパーが降伏せん断力 ${}_dQ_y$ に達したときをそれぞれ意味している。

図 4 より，フレームモデルの初期剛性，ダンパー降伏後の 2 次剛性は，ばねモデルと部材モデルに大きな差はなかった。ダンパーが ${}_dQ_y$ に達したときの層間変位は，梁を剛とした場合

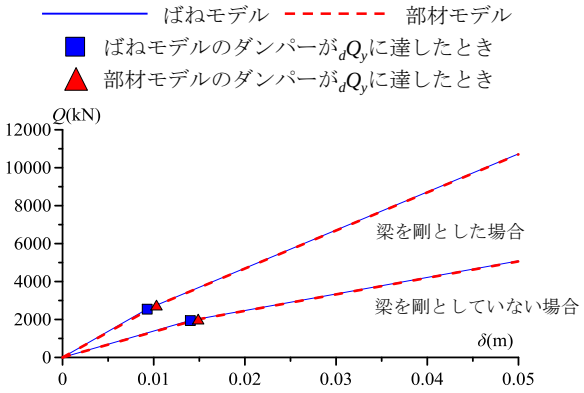


図 4 せん断力と層間変位の関係

においても，部材モデルのほうがばねモデルより大きくなった。これは，部材モデルのダンパー部に曲げモーメントが作用し，ダンパー部が曲げ変形することで，ダンパーに寄与するせん断変形が小さくなったためだと考えられる。

梁を剛とした場合のダンパーが ${}_dQ_y$ に達したときの層間変位は，梁を剛としていない場合と比べて小さいことがわかる。これは，梁を剛とした場合は，上下の梁の曲げ変形が小さく，ダンパーに寄与するせん断変形が大きいこと，フレームモデルの剛性が高くなり，同じ層間変位で負担するせん断力が大きくなったことが原因であると考えられる。

4. まとめ

本報は，間柱型履歴ダンパーを反曲点位置の移動が考慮されないせん断ばねで置換する方法と，考慮される部材レベルで設定する方法によりモデル化を行い，解析を行うことで，モデル化の違いが建物応答に与える影響を明らかにすることを目的とした。その 1 では，以降の検討で用いる間柱型履歴ダンパーの概要とモデル化を示し，1 層 1 スパンのフレームモデルを用いた静的増分解析を行い，上述した 2 種類のモデル化の違いを明らかにした。上下の梁が同一断面のため，反曲点位置が移動しない場合での検討ではあるが，以下に得られた知見を示す。

1) せん断ばねでモデル化した場合と部材レベルでモデル化した場合を比べると，1 層 1 スパンのフレームモデルの初期剛性，2 次剛性共に大きな差はなかった。
2) 部材レベルでモデル化した場合は，ダンパー部の曲げ変形の影響で，ダンパーが降伏せん断力に達する層間変位が，せん断ばねでモデル化した場合に比べて大きくなった。

参考文献

1) 日本免震構造協会：パッシブ制振構造 設計・施工マニュアル 第 2 版, pp.488-491, 2005. 9

*1 JFE シビル
*2 東京理科大学
*3 東京工業大学
*4 JFE スチール

*1 JFE Civil Engineering & Construction Corp.
*2 Tokyo University of Science
*3 Tokyo Institute of Technology
*4 JFE Steel Corp.

NII-Electronic Library Service