

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	中低層鋼構造建物における履歴型ダンパー配置と応答性状に関する検討
Title	
著者(和文)	松澤祐介, 栗林晃司, 佐藤大樹, 北村春幸, 山口路夫, 西本晃治
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura, Michio Yamaguchi, Kohji Nishimoto
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, , pp. 759-760
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 759-760
発行日 / Pub. date	2011, 8
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/110009518993

中低層鋼構造建物における履歴型ダンパー配置と応答性状に関する検討

正会員 ○松澤祐介^{*1} 栗林晃司^{*1} 佐藤大樹^{*1}
北村春幸^{*1} 山口路夫^{*2} 西本晃治^{*2}

履歴型ダンパー ダンパー配置
実効変形 時刻歴応答解析 剛性低下率

1. はじめに

耐震安全性は、終局耐力と塑性化変形能力の積（塑性化エネルギー吸収量）により判定している。このことを重点においた耐震計算である、エネルギーの釣合に基づく応答予測法¹⁾（以後、エネルギー法と呼ぶ）が確立されている。2005年にエネルギー法の告示・制定され、ダンパーを有する制振構造が、これまでより容易に設計できるようになった。

制振構造建物を対象に、栗林らはダンパーに有効に働く変形（実効変形）を考慮したエネルギー法を提案している²⁾。実効変形は、架構形状や部材断面、ダンパーの諸元や配置によって異なる。今後、制振構造を普及させるためには、これらが応答に与える影響を検討する必要がある。

本研究では、部材レベルモデルの時刻歴応答解析によってダンパー配置が制振効果に与える影響について検討する。また、文献2)で提案されている β_{ki} （ダンパー剛性低下率）を使って応答値の傾向を捉えられるかの検討を行う。 β_{ki} は、水平方向に縮約した剛性マトリクスから求められる値であり、主架構及びダンパーが弾性の時における実効変形比を表す指標である²⁾。

2. 検討建物、ダンパー諸元及び入力地震動の概要

2.1 検討対象建物概要

検討対象建物は、地上5階、高さ21.3(m)の鉄骨造建物とし、評価対象はX方向とする。図1(a), (b)に、対象建物の基準階伏図と軸組図を示す。ダンパー設置型を図2(a), (b), (c)に示し、1フレーム内にハの字に入れたのをK型、逆ハの字をV型、片流れをZ型とする。また、配置は、図1(b)のZ型モデルの上に示すダンパー架構番号の架構に連層で配置し、中央より5-6, 3-8, 1-10と名付けた3パターンとする。なお、ダンパーは、軸材にLY225材を用いた座屈拘束ブレースを使用する。固有値解析の結果、主架構のみの状態における1次固有周期 T_1 は1.097(sec)である。減衰は主架構の T_1 に対して $h=2\%$ となる剛性比例型とした。主架構は、制振構造の性状を明らかにするために弾性とする。

2.2 ダンパー諸元

ダンパーの降伏層せん断力係数 α_{y1} をパラメータとし、第1層のダンパーの降伏層せん断力 Q_{y1} を以下の式で求める。

$$Q_{y1} = \alpha_{y1} \cdot \sum_{i=1}^N m_i \cdot g \quad (1)$$

ここに、 N :全層数、 m_i : i 層の質量、 g :重力加速度である。各層のダンパーの降伏層せん断力 Q_{yi} はダンパーの実効変形を考察し易くするために、第1層のダンパーの降伏層せん断力 Q_{y1} と同じ値を用いる。本報における α_{y1} はパラメータスタ

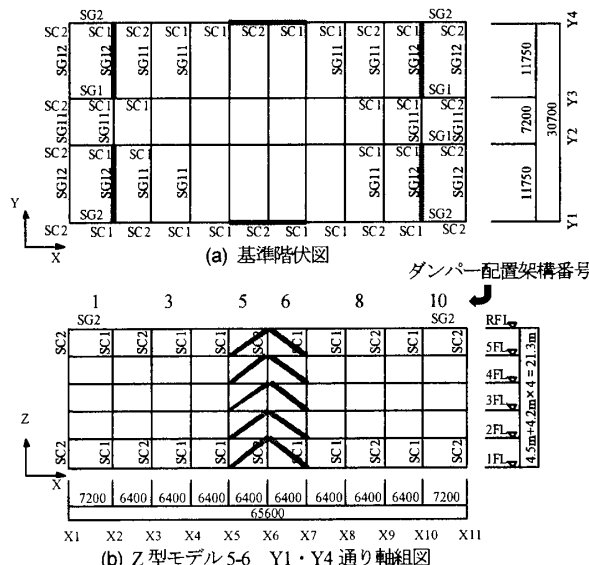


図1 対象建物モデル 単位:(mm) — ダンパー設置位置

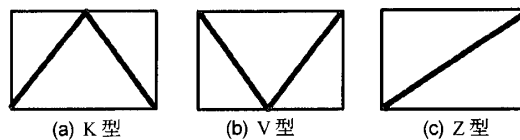


図2 ダンパー設置型

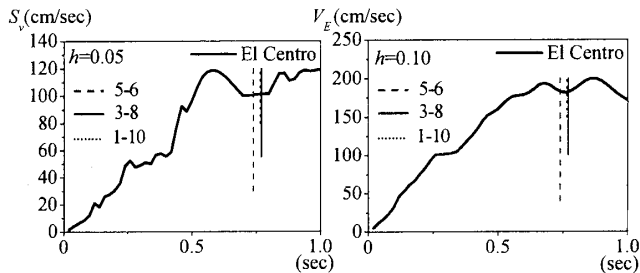


図3 (a) 速度応答スペクトル, (b) エネルギースペクトル

ディの結果、最も効率的に応答を抑えられていた0.08を用いて検討を行う。

本研究で用いるダンパーは、塑性化部と弾性部で構成される。そのため、解析で1本の部材としてモデル化する場合、ダンパー剛性と断面積は、等価剛性及び等価断面積²⁾を用いる。なお、1-10は、5-6および3-8とスパンが異なるためダンパー長さが異なり、Z型は、K型およびV型とダンパー本数が異なるが、層としてダンパー剛性が等しくなるように、ダンパーの塑性化部長さを調整している。

2.3 入力地震動の概要

解析に用いる地震動は、最大速度を50(cm/sec)に基準化し

Examination concerning Arrangement of Hysteretic Dampers and Responsive Condition in Low and Middle-Rise Steel Structural Building
Yusuke Matsuzawa, Koji Kuribayashi, Daiki Sato,
Haruyuki Kitamura, Michio Yamaguchi, Koji Nishimoto

た El Centro 1940 NS (以下 El Centro) を採用する。図 3 (a), (b) に、速度応答スペクトルとエネルギースペクトルを示す。図中に K 型 5-6, 3-8, 1-10 の 1 次固有周期を線で示す。

3. ダンパー配置と設置型が応答に与える影響

3.1 実効変形比 β_{ei} の定義と累積塑性変形倍率の算定

制振構造を考えた場合、柱の軸伸縮により生じる骨組全体としての曲げ変形の影響により、実効変形 $\delta_{max,i}$ は低下する²⁾。実効変形比 β_{ei} とは、層間変形 $\delta_{max,i}$ に対する実効変形 δ_i の比率であり、以下の式で表すことができる。

$$\beta_{ei} = \delta_{max,i} / \delta_i = (\Delta_{max,i} / \cos \theta) / \delta_i \quad (2)$$

ここに、 $\Delta_{max,i}$: i 層のダンパーの軸変形の最大値、 θ : ダンパー取り付け角度、 $\delta_{max,i}$: i 層の層間変形角の最大値である。

ダンパーの累積塑性変形倍率 $s\eta_i$ は次式より算出する。

$$s\eta_i = W_{pi} / (sQ_{yi} \cdot \delta_{yi}) \quad (3)$$

ここに、 W_{pi} : i 層のダンパーの累積塑性歪エネルギー、 $s\delta_{yi}$: i 層のダンパーの降伏層間変形である。

3.2 ダンパー配置の変化による検討

図 4 に各ダンパー配置 K 型の実効変形比 β_{ei} 、層間変形角 R_i 、累積塑性変形倍率 $s\eta_i$ の高さ方向分布を示す。図 4 (a) より、どの設置型でも β_{ei} は 5-6 が最も高いことが分かる。 β_{ei} の値は上層に行く程 5-6 とそれ以外の配置で差が大きくなる。これは 5-6 配置が 3-8, 1-10 と比べて上層での曲げ変形が起きにくいことを意味する。1-10 は他の配置に比べてスパンが長く、よりダンパーが傾いたため、 β_{ei} は 3-8 より僅かに高い値となる。(b) より、 R_i はどの配置でもほとんど変わらないことが分かる。(c) より、 $s\eta_i$ も配置による変化はほとんど見られない。

3.3 ダンパー設置型の変化による検討

図 5 に配置 5-6 の各ダンパー設置型 5-6 の実効変形比 β_{ei} 、層間変形角 R_i 、累積塑性変形倍率 $s\eta_i$ の高さ方向分布を示す。図 5 (a) より、 β_{ei} は V 型が K 型、Z 型と比べて低い傾向にある。図 5 (b) (c) より、 R_i 、 $s\eta_i$ はどの設置型でもほとんど差はない。これより K 型、Z 型は、V 型に比べて僅かではあるがダンパー効率が良い設置型であると言える。

4. ダンパー剛性低下率による最適ダンパー配置評価法

本章では、ダンパー剛性低下率を β_{ki} 使って実効変形比 β_{ei} と同様の評価が可能かを検討する。

4.1 ダンパー低下率 β_{ki} と実効変形比 β_{ei} の比較

図 6 に配置 5-6, 3-8, 1-10 のときのダンパー剛性低下率 β_{ki} と実効変形比 β_{ei} の高さ方向分布を示す。図 6 (a) より、K 型では各層において β_{ei} の大きい配置と β_{ki} の大きい配置が、ともに 5-6, 3-8, 1-10 の順であることが確認できる。図 6 (b), (c) より、V 型、Z 型でも β_{ei} 、 β_{ki} の大きい配置が同じ順であることが分かる。また、 β_{ki} は各配置における β_{ei} の差も各層での確に表現している。なお、5 層において β_{ei} と β_{ki} がほぼ等しくなる点は、ダンパーが塑性化していない箇所にあたる。以上より、配置による制振効果はダンパーの実効変形比 β_{ei} と同様にダンパー剛性低下率 β_{ki} を用いても評価できることがわかる。

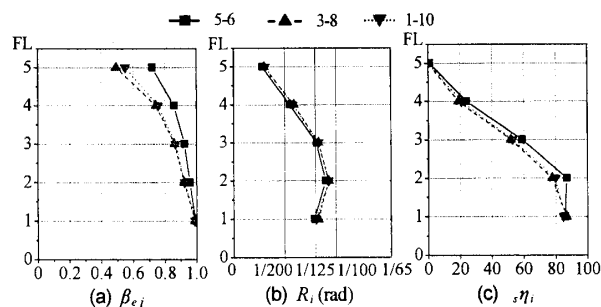


図 4 配置の変化による高さ方向の応答分布 (K 型)

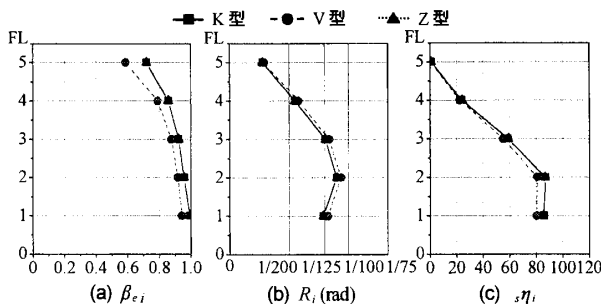


図 5 ダンパー設置型の変化による高さ方向の応答分布 (5-6)

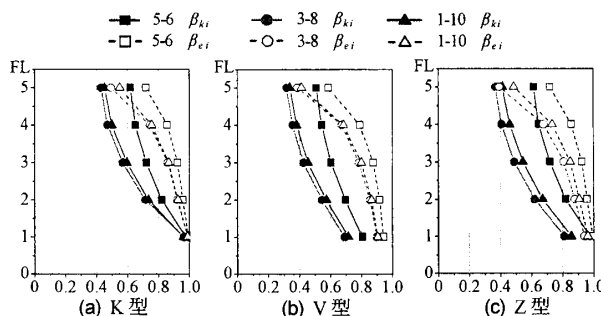


図 6 β_{ki} と β_{ei} の高さ方向の応答分布

5. まとめ

- (1) 中低層建物でのダンパー配置、設置型の違いにより応答値に違いはほとんど見られなかった。本建物モデルは、塔状比も小さく、上層での曲げ変形も僅かであるため、ダンパー配置、設置型の影響が小さかったと考えられる。
- (2) 主架構及びダンパーが弾性の時における実効変形比を表す指標であるダンパー剛性低下率を用いて、実効変形比と同様のダンパー配置、設置型の違いによる影響を評価出来ることを示した。これにより、ダンパー剛性低下率を用いて時刻歴応答解析を行うことなしに、適切なダンパー配置、設置型の検討が可能になる。

謝辞

本研究は新日鉄エンジニアリング株式会社、東京理科大学北村研究室によるエネルギー法研究会の一部を用いたものです。

参考文献

- 1) 秋山宏：エネルギー法の釣合に基づく建築物の耐震設計、技報堂出版 1999.11
- 2) 栗林晃司、佐藤大樹、北村春幸、山口路夫、西本晃治：実効変形を考慮した履歴減衰型制振部材を有する鋼構造建物のエネルギーの釣合に基づく応答予測法、日本建築学会構造系論文集、第 661 号、pp.543-552, 2011.3

*1 東京理科大学 *2 新日鉄エンジニアリング株式会社

*1 Tokyo Univ. of Science *2 NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD.