

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	履歴型制振ダンパーの諸元が鋼構造中層建物の応答に与える影響
Title	
著者(和文)	山口路夫, 栗林晃司, 佐藤大樹, 北村春幸, 西本晃治
Authors	Michio Yamaguchi, daiki sato, Haruyuki Kitamura, Kohji Nishimoto
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, No. , pp. 597-598
Citation(English)	, Vol. B-2, No. , pp. 597-598
発行日 / Pub. date	2010, 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/110008124016

履歴型制振ダンパーの諸元が鋼構造中層建物の応答に与える影響

正会員 ○山口路夫^{*1} 栗林晃司^{*2} 佐藤大樹^{*2}
北村春幸^{*2} 西本晃治^{*1}鋼構造建物 中層建物 履歴減衰型制振部材
時刻歴応答解析 エネルギー

1. はじめに

建築物の耐震安全性は、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）により評価することができ、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）がまとめられている。2005年にエネルギー法の告示が制定され、履歴型ダンパーを有する制振構造の設計法が、明示された。そのため、制振構造の考え方は高層建物を中心に適用されていたが、今後は中低層建物にも広く普及していくことが予想される。

エネルギー法に準じて制振構造を設計する場合、主架構に対するダンパーの剛性、耐力が耐震性能の判定に重要な要素となるが、建物全体に生じる曲げ変形によって、ダンパーに有効に働く変形（以後、実効変形と呼ぶ）が低下する。そのため、ダンパーによる制振効果を適切に評価するためには、ダンパーの実効変形に着目することが重要である。

本報では、履歴型制振部材を有する鋼構造中層建物を対象に、時刻歴応答解析を実施する。ダンパーの耐力比、降伏応力度、塑性化部長さの違いが制振効果に与える影響を最大値と累積値に着目して評価する。

2. 検討対象建物・入力地震動の概要及びダンパーの耐力比分布

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)の鉄骨構造建物とする。梁と柱の代表部材断面を表1に示し、図1に対象建物の基準階伏図と軸組図を示す。基準とする純ラーメン構造は、 $C_0 = 0.2$ の水平地震力に対して許容応力度設計をし、 $D_s = 0.25$ に対して保有水平耐力検討を行う。ただし、ダンパーによる制振効果を期待し、 $C_0 = 0.2$ に対して層間変形角 R_f は1/200を満足していない。フレームの静的解析を行うと、許容応力度 $C_b = 0.185$ で $C_0 = C_b \cdot f_y T_1 = 0.203$ となる。また、弾性限界時ベーク係数 $C_y = 0.235$ で $C_y \cdot f_y T_1 = 0.258$ となる。解析ではX方向のみを対象とした。フレームの状態における1次固有周期 T_1 は1.097(sec)である。減衰はフレームの $f_y T_1$ に対して $h = 2\%$ となる剛性比例型とした。本報では、ダンパーとしてLYP225材の座屈拘束ブレースを用いる。

2.2 解析用入力地震動

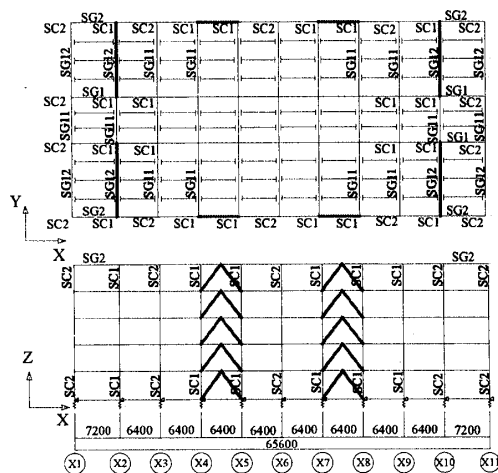
解析に用いる地震動は、最大速度値を0.5(m/sec)に基準化したEl Centro 1940 NSとする。図2(a), (b)に、速度応答スペクトルとエネルギースペクトルを示す。

2.3 ダンパーの耐力比分布

図3(次頁)に、ダンパーの耐力比分布(sQ_{yi}/sQ_{yi})を示す。

表1 対象建物の代表部材断面

	符号	鋼材種類	階	部材
大梁	SG1	SN490B	1-R	HY-600×250×12×22
	SG2	SN490B	1-R	H-600×200×11×17
	SG11	SN490B	1-R	H-800×300×13×26
	SG12	SN490B	1-R	HY-800×300×16×28
柱	SC1	BCR295	5	□-450×450×16
		BCR295	3-4	□-450×450×19
		BCR295	1-2	□-450×450×22
	SC2	BCR295	4-5	□-450×450×16
		BCR295	1-3	□-450×450×19
		BCR295	1-3	□-450×450×19



基準階伏図、Y1・Y4 通り軸組図

図1 対象建物モデル 単位:(mm) — ダンパー設置位置

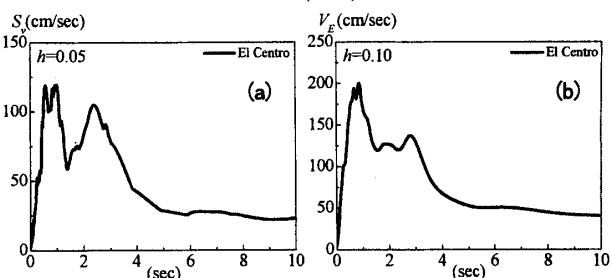


図2 (a) 速度応答スペクトル, (b) エネルギースペクトル

各層のダンパー降伏層せん断力 sQ_{yi} を第1層のダンパーの降伏層せん断力 sQ_{y1} と同じ値を用いたものをtype1とし、各層の sQ_{yi} を第1層の sQ_{y1} を基準としAi分布に基づいた降伏層せん断力分布に従って決めたものをtype2、type1から4,5層のグループを除いたものをtype3とする。なお、本報で用いるダンパーは、塑性化部と弾性部で構成されるため、解析で1本の部材としてモデル化する場合のダンパーの剛性と断面積は、等価剛性 k 及び等価断面積 $A^{(2)}$ を用いる。また、ダンパー量は、type1において第1層のダンパーの降伏層せん断力係数 α_{y1} を変えたパラメ

ータスタディにより応答値が最も低減した、 $\alpha_{y1} = 0.10$ を全ての type において使用する。表 2 に type 別の 1 次固有周期と、次章で検討を行う条件別の 1 次固有周期を示す。

3. ダンパー諸元が応答に与える影響

3.1 ダンパーの耐力比分布の変化による検討

各 type を応答比較することで、ダンパーの耐力比分布の変化が応答に与える影響を検討する。図 4 に、層間変形角 R_i 、実効変形比（層間変形に対するダンパーの実効変形の比）、ダンパーの累積塑性変形倍率 η_i 、フレームの累積塑性変形倍率 η_i を示す。

図 4(a) の R_i では、type1 と type2 で大きな差は確認できないが、type3 は 4.5 層で type1, type2 と比べて値が増大している。図 4(b) の実効変形比より、type2 が type1 に比べて上層でも有効にダンパーが機能していることがわかる。図 4(c) の η_i は type 別で大きな差は出ていない。図 4(d) より、ダンパーなしでは η_i の値が大きいのにに対し、ダンパーを設置することで、全ての type でフレームがほとんど損傷しないことが確認できる。

3.2 ダンパーの降伏応力度の変化による検討

LYP225 材ダンパーの降伏管理幅が、上下約 10% (205~245 (N/mm²)) であるとしたときの応答に与える影響を検討する。type1 でダンパーの降伏応力度 $\sigma_y = 205, 225, 245$ を比較する。ダンパーの断面積 A は変わらないものとし、降伏応力度 σ_y のみを変化させるため、降伏軸力 N_y は変化する。 $\sigma_y = 225$ のときのダンパー量は $\alpha_{y1} = 0.10$ であるが、 $\sigma_y = 205$ の時は $\alpha_{y1} = 0.09$ 、 $\sigma_y = 245$ のときは $\alpha_{y1} = 0.11$ となる。図 5 に、層間変形角 R_i 、実効変形比、ダンパーの累積塑性変形倍率 η_i 、フレームの累積塑性変形倍率 η_i を示す。

図 5(a), (b) および (d) より、 R_i と実効変形比と η_i は σ_y の違いによる影響はほとんど見られない。図 5(c) の 1 層に着目すると、 η_i は $\sigma_y = 225$ に比べて、 $\sigma_y = 205$ で 6% 程度の増加で、 $\sigma_y = 245$ においても 6% 程度の減少している。以上のことから、10% 程度の降伏応力度の違いであれば、最大値及び累積値に与える影響はほとんどないことが確認できる。

3.3 ダンパーの塑性化部長さの変化による検討

前節までは、ダンパー全長 L に対してダンパーの塑性化長さ L_c は $L_c = 0.25L$ としていた。本節では、ダンパーの塑性化長さが応答に与える影響を検討するために、 $L_c = 0.25L$ と $L_c = 0.50L$ を比較する。表 2 にそれぞれの 1 次固有周期を示す。図 6 に、層間変形角 R_i 、実効変形比、ダンパーの累積塑性変形倍率 η_i 、フレームの累積塑性変形倍率 η_i を示す。

図 6(a), (b) より、 R_i と実効変形比は塑性化部長さ別でほとんど差が出ていないことがわかる。図 6(c) の η_i は 1 層では、 $L_c = 0.50L$ に比べて $L_c = 0.25L$ の方が 26% 増加している。図 9(d) の η_i より、 $L_c = 0.25L$ と $L_c = 0.50L$ ではフレームはほとんど損傷していないことが確認できる。

4. まとめ

本報では、鋼構造中層建物に履歴型制振部材を設置したモデ

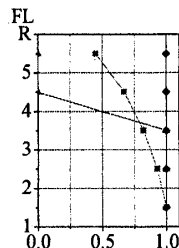


図 3 ダンパーの耐力比分布 (Q_{y1}/Q_{y1})

表 2 1 次固有周期

type	塑性化部長さ	1 次固有周期(sec)
type1	0.25L	0.734
	0.50L	0.759
type2	0.25L	0.749
type3	0.25L	0.782

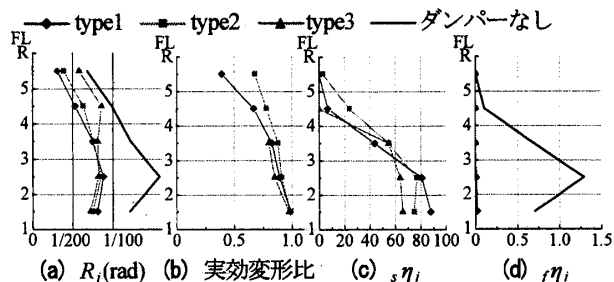


図 4 ダンパー耐力比分布の変化による比較

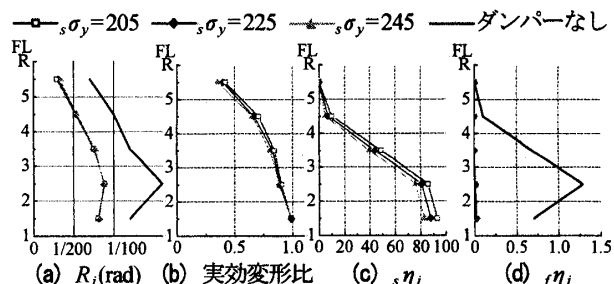


図 5 ダンパーの降伏応力度の変化による比較

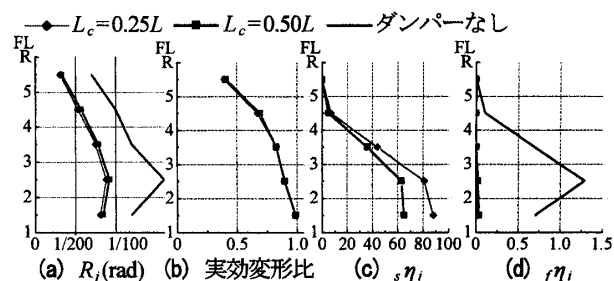


図 6 ダンパーの塑性化部長さの変化による比較

ルの時刻歴応答解析を行うことで、ダンパー諸元の違いが応答に与える影響について、以下の知見を得た。

- ・ LYP225 材のダンパーを用いる場合、降伏応力度 σ_y の上下 10% 程度のずれの影響による、最大値及び累積値への変化は 5% 程度であり、小さい。
- ・ ダンパーの塑性化部長さを $L_c = 0.25L$ から $L_c = 0.50L$ に変えても、最大値の変化は 5% 程度であるが、ダンパーのエネルギー累積値は塑性化部が短いほど大きくなるため、注意が必要である。

参考文献

- 1) 秋山宏：エネルギー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：履歴減衰型制振部材の実効変形を考慮した鋼構造建物のエネルギーの釣合に基づく応答予測法（その 1，その 2），日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2，pp.493-496，2009.8

*1 新日鉄エンジニアリング株式会社

*2 東京理科大学

*1 NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD.

*2 Tokyo Univ. of Science