

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	履歴減衰型・粘性減衰型制振部材を併用配置した10層フレームの応答特性 その1 実験概要および制振部材諸元の検討
Title	
著者(和文)	小川薫, 佐藤大樹, 佐々木和彦, 宮崎充, 北村春幸, 藤田隆史, 吉江慶祐, 石井正人
Authors	daiki sato, Kazuhiko Sasaki, Mitsuru MIYAZAKI, Haruyuki Kitamura, Takafumi FUJITA
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, , pp. 545-546
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 545-546
発行日 / Pub. date	2008, 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/110007066236

履歴減衰型・粘性減衰型制振部材を併用配置した10層フレームの応答特性

その1 実験概要および制振部材諸元の検討

正会員 ○ 小川 薫^{*1} 佐藤大樹^{*1} 佐々木和彦^{*2} 宮崎 充^{*2}
同 北村春幸^{*1} 藤田隆史^{*3} 吉江慶祐^{*4} 石井正人^{*4}

エネルギー吸収機構 履歴減衰型制振部材 粘性減衰型制振部材
実効変形比 振動台実験

1. はじめに

制振構造におけるエネルギー吸収機構とは、地震時に生じる層間変形および速度を利用してエネルギー吸収を計るものであり履歴減衰型制振部材(HD)、粘性減衰型制振部材(VD)が存在する。これら制振部材を単体あるいは並列に各層に取り付ける際の検討は数多くなされているが、両制振部材を高さ方向に併用する際の検討は数少ない¹⁾。そこで筆者らの一部は、数値解析により40階鋼構造建物を対象とし、両制振部材併用の際の高さ方向における最適配置の提案をした。その最適配置とは下層部にHD、上層部にVDを配置することで、それらを単独で用いる場合よりも制振効果が得られるというものである²⁾。

そこで本研究は、10層フレーム試験体を作成し、振動台実験を行うことによる制振効果の検証、および併用時の応答特性を検討する。本報(その1)では、併用時に制振効果が望める試験体の作成を検討する。

2. 試験体および試験概要

10層フレーム試験体および制振部材の概要を図1に示す。主架構(制振部材無し)の総重量は39.2kNである。平面構成は各層とも1000mm×500mmで、床スラブとして厚さ100mmの鉄板を用いている。階高はそれぞれ380mmである。柱材は板ばねを用いており1~3階、4~6階、7~10階でそれぞれ剛性(板厚)の異なる3種類のものを使用した。制振部材は交互に $\theta=37.8^\circ$ の勾配で配置をし、HDは摩擦型制振部材を、VDは粘弾性型制振部材を使用する。制振部材は1~3階、4~6階、7~10階に異なるものを用いる(3種類)。取付け方、実験ケースの名称・定義を図2に示す。

計測は、 $\Delta t=0.01s$ でサンプリングを行うものとし、加速度計を全階床スラブに、変位計を1, 4, 7, 11階に設置し測定を行う。制振部材は全層、ロードセルと変位計により荷重と変位を測定する。また6, 7階はビデオカメラによる撮影を行い、動画計測ソフトにより変位応答を求める。

実験に用いる入力地震波は、位相特性HACHINOHE EW, JMA KOBE NS, TOMAKOMAI NSを用い、告示の速度応答スペクトルと相似形に $S_v=10, 20, 40cm/s$ の3つの大きさになるよう作成した模擬地震動3波形である。また、どの実験ケースに対しても速度応答スペクトルが一定の

範囲内となるよう告示波の時間軸を1/4に圧縮した。入力地震波および実験ケースを表1に示す。また、主架構の特性把握の為、WhiteNoiseおよび自由振動試験も行う。

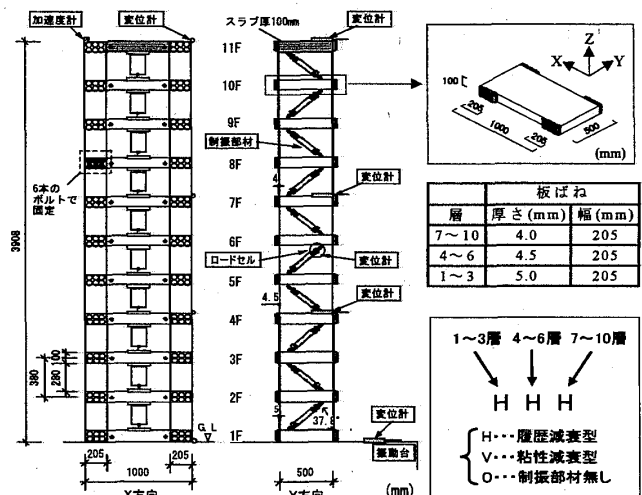


図1 試験体概要

図2 名称定義

表1 入力地震波および実験ケース

位相	$S_v(cm/s)$	地震波名称	時間(s)	最大加速度(cm/s^2)	H+H	H+O	H+V	H+V	V+V	V+H	V+H
HACHI	10	Hachi 10	32.0	153.575	○	○	○	○	○	○	○
	20	Hachi 20		307.150	○	○	○	○	○	○	○
	40	Hachi 40		614.300	○	○	○	○	○	○	○
KOBE	10	Kobe 10	32.0	184.860	○	○	○	○	○	○	○
	20	Kobe 20		369.720	○	○	○	○	○	○	○
	40	Kobe 40		739.440	○	○	○	○	○	○	○
TOMAKO	10	Tomako 10	64.0	182.467	○	○	○	○	○	○	○
	20	Tomako 20		364.934	○	○	○	○	○	○	○
	40	Tomako 40		729.868	○	○	○	○	○	○	○

3. 制振部材諸元の検討

試験体のモデル化を行い、数値解析により実験で用いる制振部材量を検討する。制振部材の性能の評価を行うため主架構の減衰を0%として解析を行う。

HHHにおける i 層の制振部材の降伏応力度 σ_{yi} は、次式で表される。

$$\sigma_{yi} = \beta_i \cdot \sigma_{y1}, \quad \sigma_{y1} = \frac{s Q_{y1}}{\cos \theta} \cdot \frac{1}{A_1} = \frac{Mg}{\cos \theta \cdot A_1} \cdot \alpha_{y1} \quad (1a, b)$$

ここで、 β_i は1層に対する i 層の制振部材量の割合であり、 $s Q_{y1}$:1層の降伏せん断力($=Mg_s \alpha_{y1}$)、 M :主架構総重量、 g :重力加速度、 A_1 :1層制振部材の断面積であり、 A_1 は以下の式で示される。

$$A_1 = \frac{k_{b1} \cdot L_{b1}}{E}, \quad k_{b1} = \frac{k_{h1}}{\cos^2 \theta} \quad (2a,b)$$

ここで、 L_{b1} :1 層の制振部材長さ、 k_{b1} :1 層の制振部材軸剛性、 k_{h1} :1 層の制振部材水平剛性であり、1~3 階で用いる板ばね剛性 k ($=12EI/h$, h :階高、 E :板ばねのヤング係数 $=2.05 \times 10^5 \text{N/mm}^2$, I :板ばねの断面二次モーメント)の 10 倍と定めた。なお、本研究では $k_{bi}=k_{b1}$, $L_{bi}=L_{b1}$ である。

α_{y1} をパラメータとして、式(1)より各層の制振部材の降伏応力度 σ_{yi} を変化させて、ケーススタディを行なう。

次にVVVに対するパラメータの設定であるが、 i 層VDの減衰抵抗力 F_{di} は、粘性係数 D_{C1} , D_{C2} および i 層制振部材の変形速度 v_{di} を用いて以下のように示される³⁾。

$$F_{di} = D_{C1,i} \cdot v_{di} \quad \left(\frac{v_{di}}{d} \leq 1 \right), \quad F_{di} = D_{C2,i} \cdot v_{di}^{0.59} \quad \left(\frac{v_{di}}{d} > 1 \right) \quad (3a,b)$$

$$D_{C1,i} = \beta_i \cdot D_{C1,1}, \quad D_{C2,i} = \beta_i \cdot D_{C2,1} \quad (4a,b)$$

ここで、 d :せん断隙間である。 $D_{C1,1}$, $D_{C2,1}$ は 1 層制振部材の粘性係数であり、次式よりそれぞれ表される³⁾。

$$D_{C1,1} = \frac{4.12 \exp(-0.043T)}{d} \cdot S_1, \quad D_{C2,1} = \frac{4.12 \exp(-0.043T)}{d^{0.59}} \cdot S_1 \quad (5a,b)$$

T :粘性体温度、 S_1 :1 層の制振部材のせん断面積(cm^2)である。制振部材の S_1 をパラメータとして各層の $D_{C1,i}$, $D_{C2,i}$ および F_{di} を変化させることによりケーススタディを行う。本研究では β_i を図 3 に示すようなAi分布における 1, 4, 7 階の値から決定した。

3. 制振部材諸元の検討

検討対象ケースはHHH, VVV, HHV の 3 ケースとする。

図 4 はHHH, VVVに関して、 α_{y1} , S_1 の変化による各層の層せん断力応答の変化を示す。HHHでは、応答層せん断力に極小値が存在するが、VVVでは投入量により応答が単調に減少してしまい極小値が存在しない。

図 5 は、 α_{y1} , S_1 変化による実効変形比の変化を示す。実効変形比とは、層間変形最大値に対する制振部材の水平変形(実効変形)成分最大値の比率である。HHHでは、 α_{y1} の増加につれて実効変形比が低下し、特に上層では顕著である。VVVは全層 S_1 によらずほぼ一定である。よって、上層部にVDを併用することで実効変形比の低下が少なくなり、制振効果の向上が見込まれる。実効変形比が低くなる部材量を選択することで本研究の目的である併用効果が確認しやすい試験体となる。しかし、HHHの 10 層の実効変形比は、 $\alpha_{y1}=0.30$ で最も低減するが、応答層せん断力の上昇を踏まえると(図 4)、HDが過剰投入であると考えられる。そこで本研究では、 $\alpha_{y1}=0.04$ を選択した。 S_1 に関

しては、 S_1 をパラメトリックに変化させることによるHHH, HHV, VVVの応答を検証し、併用効果が見込まれる S_1 を決定する。

図 6 は、 $\alpha_{y1}=0.04$, $S_1=150(\text{cm}^2)$ における、高さ方向に関する各ケースの応答比較を示す。まず層間変形応答は 6 階を除きHHHよりも応答の低減が確認でき、加速度ではHHVの 7~10 階で、VVVに応答が近づいていることも確認できる。またHHVの 10 階での実効変形比がHHHに比べ約 10%改善されている。以上の点を踏まえ、併用効果が確認できる試験体として、 $\alpha_{y1}=0.04$, $S_1=150(\text{cm}^2)$ を実験に投入する部材量と決定した。

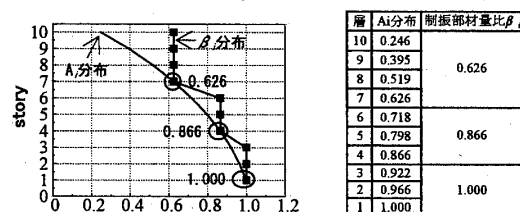


図 3 β_i 分布

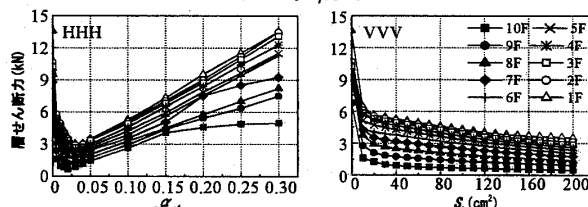


図 4 α_{y1} , S_1 変化による層せん断力応答変化

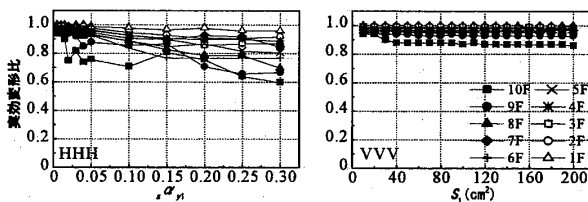


図 5 α_{y1} , S_1 変化による実効変形比変化

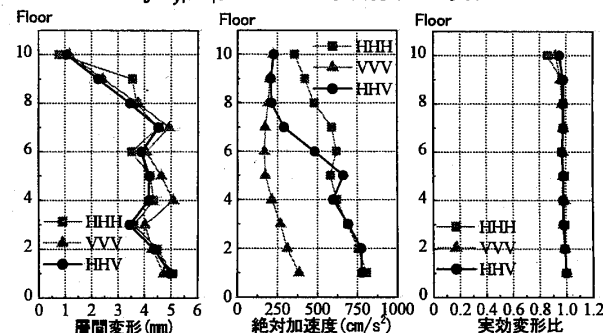


図 6 高さ方向における応答比較

4. おわりに

本報(その 1)では、実験における試験体、制振部材投入量および入力地震動についての概要を述べた。本報(その 2)では実験ケースに基づき試験体の加振を行っていく。

謝辞および参考文献は本報(その 3)で示す。

^{*1} 東京理科大学
^{*2} オイレス工業㈱
^{*3} 東京大学生産技術研究所
^{*4} ㈱日建設計

^{*1} Tokyo Univ. of Science
^{*2} Oiles Corporation
^{*3} Institute of Industrial Science, Tokyo Univ.
^{*4} NIKKEN SEKKEI Ltd.