

先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業
「強震応答実験装置を用いた構造物の耐震性能把握手法の確立」
利用成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日

防災研究所長 殿

[利用代表者]

氏 名 横山 重和

職 名 課長

所属機関名 積水ハウス株式会社総合住宅研究所

所在地 京都府木津川市兜台 6 - 6 - 4

電 話 0774-73-1123

F A X 0774-73-1181

E-mail アドレス yokoyan@gz.sekisuihouse.co.jp

利用目的	鉄骨造 3 階建住宅向けに開発した制震システムの性能検証を行う為、振動台による加振実験を実施する。 また、制震の効果をわかりやすくユーザーに伝える為に、実験状況の撮影を実施し、記録する。
利用形態 (該当する項目を■にし てください)	<input type="checkbox"/> トライアルユース <input checked="" type="checkbox"/> 成果公開利用 <input type="checkbox"/> 成果非公開利用
利用期間	2016 年 1 月 18 日 ~ 2016 年 1 月 29 日
試験体仕様 (大きさ・重量)	寸法： W : 4500 x D : 2500 x H : 3400 1 層 重量： 16.9ton (うち錘重量 12.5ton) 試験体数 : 3 体 (鉄骨のみ 1 体、外壁内装有 2 体)
加振内容	加振波 告示波 (レベル 2) × 25%、50%、75%、100%、150% JMA 神戸波 100%、JR 鷹取波 100% ホワイトノイズ (20gal)

次項に続く

<p>実験結果の概要と 実験により得られ た成果</p>	<p>1. 制震システムの挙動に関して 躯体のみの制震試験体により、制震ダンパーの挙動の確認を行い、中地震から極大地震まで正常に機能することが確認できた。 サーモカメラによるダンパー部の撮影を行い、ダンパーが変形を吸収したことによる温度上昇の様子を記録し、ユーザーに分かりやすく伝える映像が得られた。サーモカメラによる撮影において、わかりやすい映像とするためには、試験体の温度均質にすること、背景の温度を均質にし、かつ、試験体と若干の温度差を与えることが、ポイントである。</p> <p>2. 制震システムの性能について 内外装を取り付けた制震と耐震の試験体を比較した加振により、制震の効果を確認した。中地震から極大地震のまで加振の大きさ、また、地震波の種類に関わらず、耐震の試験体に対して、最大変形が1/2に低減できることが確認できた。また、繰り返しの発生する大地震においても効果があることが確認できた。 内外装の損傷状況の映像に記録し、制震建物の場合、耐震建物と比較して、内装材などの損傷が低減されていることが確認できた。</p>
<p>社会、経済への波及効果の見通し</p>	<p>制震住宅の普及</p>
<p>発生した発明・著作物など (特許名称・出願番号・出願人,雑誌掲載資料)</p>	<p>なし</p>
<p>その他</p>	<p>なし</p>

- 1) 実験終了後、速やかに(原則1ヶ月以内に)提出下さい。
 提出先:京大防災研究所 社会防災研究部門・都市空間安全制御分野
 (E-mail:ito@zeisei.dpri.kyoto-u.ac.jp)
- 2) 文部科学省への評価報告が求められています。
 知的財産権等の成果の追跡調査にもご協力宜しくお願い致します。

利用成果報告書

1. はじめに

本実験では、以下の内容を目的とする。

鉄骨造 3 階建住宅向けに開発した制震システムの性能検証を行う為、振動台による加振実験を実施する。制震の効果をわかりやすくユーザーに伝える為に、実験状況の撮影を実施し記録する。

2. 実験方法

2.1. 実験内容

試験体は、躯体のみの制震、内外装の制震及び耐震の合計 3 体である。

躯体のみの制震試験体では、制震柱の挙動の確認及びサーモカメラによる発熱状況の確認が狙いである。内外装材の制震及び耐震では、耐震と制震の性能比較および内外装材の損傷状況の確認が狙いである。

試験体は、3 階建て住宅の 1 階部分を想定した。試験体の上部には、2, 3 階部分の固定荷重および積載荷重に相当する錘を積載した。試験体寸法は、長辺方向（加振方向）4.5m、短辺方向 2.5m である。

躯体は、梁勝ちタイプの純ラーメン構造で、柱断面は H-259×100×6×9、梁断面は H-250×125×6×9 である。制震装置は、粘弾性ダンパーを用いた間柱型である。加振は 1 方向としているため、加振方向のみに柱及びダンパーを配置し、直交方向はブレースを配置することで、加振方向への影響を極力少なくした。今回の加振総重量は最大 16.9ton で、加振の大きさを考慮すると振動台の能力の限界に近い大きさである。

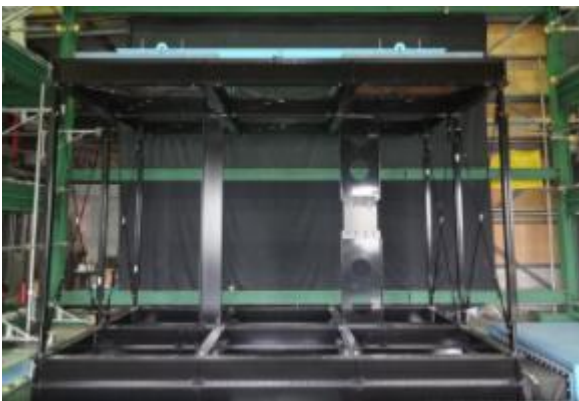


図 2-1 躯体のみ試験体



図 2-2 内外装有試験体

2.2. 加振パターン

使用した加振波の一覧を表 2-1 に示す。告示波は、2 種地盤における極まれに発生する地震をとし、継続時間は 60 秒で、位相は乱数位相とした。今回の試験体の入力レベルは数種類に変化させて実施した。100%が告示で定められたレベルで、その 25%~150%で加振を行った。なお、入力レベルが大きくなると変位が振動台の限界値を超える可能性があったため、試験体への入力の影響がない周期 2 秒以上の成分については漸減させた。

また、実際に観測された地震波として、兵庫県南部地震の JMA 神戸波（NS 方向）と JR 鷹取波（EW 方向）を採用した。

加振は、すべて 1 方向加振とした。また試験体の特性確認の為に、ホワイトノイズ（20gal）による加振を実施した。

表 2-1 加振地震波一覧

加振波	最大加速度 (cm/s ²)	時間 (秒)	備考
告示波	-607.9	60.0	2sec 以上の長周期 cut
JR 鷹取	656.9	40.95	JR 鷹取 EW 原波
JMA 神戸	-818.0	40.94	JMA 神戸 NS 原波

3. 研究結果

3.1. 加振データ

本試験による加振データを表 3-1～表 3-3 に示す。表中の土台部加速度は、試験体の土台梁に取付けた加速度計より、小屋部加速度は試験体上部の梁に取付けた加速度計から得られた値である。

表 3-1 加振データ 制震（躯体のみ）

		告示	25%	告示	50%	告示	75%	告示	100%	告示	150%-1
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
振動台加速度	cm/s ²	149.3	-134.3	299.6	-256.1	429.0	-372.4	537.8	-501.8	864.0	-769.1
土台部加速度	cm/s ²	148.6	-146.4	292.2	-263.5	427.1	-390.5	524.8	-520.5	849.2	-758.8
小屋部加速度	cm/s ²	224.9	-204.1	435.2	-386.6	615.4	-531.4	770.2	-710.1	1055.2	-966.6

表 3-2 加振データ 制震（外内装有）

		告示	25%	告示	50%	告示	75%	告示	100%	告示	150%-1
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
振動台加速度	cm/s ²	142.5	-136.5	307.5	-266.6	454.9	-393.4	583.9	-515.6	868.1	-788.3
土台部加速度	cm/s ²	143.6	-145.0	307.2	-277.1	450.8	-398.4	577.2	-521.9	875.8	-787.5
小屋部加速度	cm/s ²	202.6	-177.1	375.1	-340.4	618.5	-529.1	831.0	-706.3	1159.9	-1084.4

表 3-3 加振データ 耐震（外内装有）

		告示	25%	告示	50%	告示	75%	告示	100%	告示	150%-1
		最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値
振動台加速度	cm/s ²	148.1	-135.4	270.0	-262.9	399.8	-376.9	528.4	-505.5	854.3	-796.5
土台部加速度	cm/s ²	152.9	-145.7	281.4	-265.6	402.0	-391.2	509.7	-529.1	836.3	-789.6
小屋部加速度	cm/s ²	234.9	-226.4	453.6	-466.0	730.1	-711.7	963.5	-968.9	1283.9	-1316.3

3.2. 実験結果

耐震建物と制震建物の比較を行い、制震の効果を確認する。試験体は共に内外装材有である。

図 3-1 に小屋部の応答加速度の比較を示す。制震としても、応答加速度はあまり低下しないことが確認できる。

図 3-2 に層間変形の比較を示す。地震波の入力レベル及び種類によらず、制震の効果により概ね 1/2 に低減されている。また、繰り返し大地震レベルの加振を行ってもその効果が維持されていることも確認できる。設計時に想定した制震化により変形を 1/2 にする効果が得られることが示された。

加振後の内外装材の状況を図 3-3,3-4 示す。写真はともに告示波 100%後である。耐震の試験体では、仕上げのクロスに軽微な切れが見られたが、制震の試験体では、クロスに切れや浮きは確認されなかった。

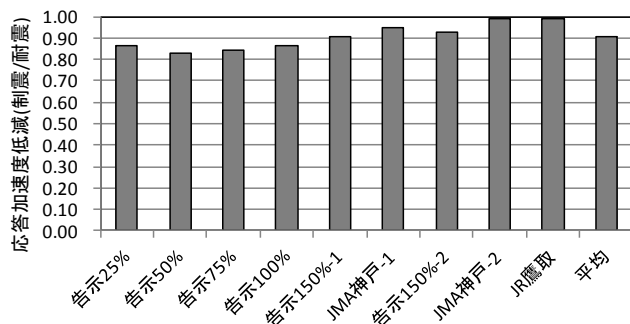


図 3-1 応答加速度の低減率

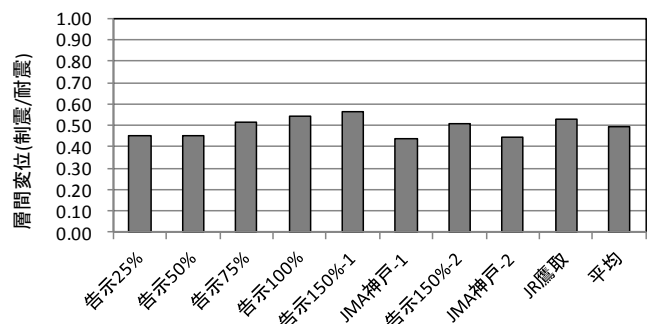


図 3-2 層間変位の低減率



図 3-3 加振後の状況（耐震）

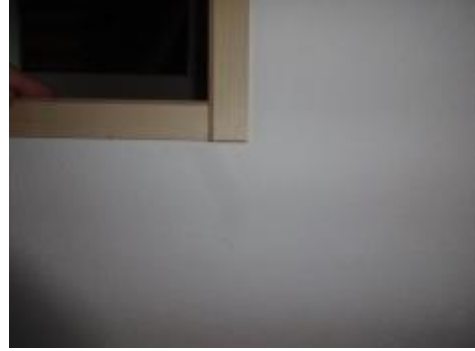


図 3-4 加振後の状況（制震）

4. まとめ

本振動台実験により、以下の成果が得られた。

今回開発した制震システムを搭載した住宅は、地震時の層間変形を概ね 1/2 に低減できることが確認できた。また、地震波の種類及び入力レベルが異なってもその効果が発揮できることが示された。本制震装置は、震度 6 強~7 クラスの地震に相当する加振を繰り返し受けても安定した性能を示すことが確認できた。

制震の変形低減効果により、地震時の建物の損傷が低減されることで、万一被害を受けた場合においてのその復旧費用は抑えることが可能になる。住宅の制振化は、もしもの備えとなるとともに、ユーザーの被災時の負担を軽減すること可能であり、効果的である。