

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	在来軸組構法住宅を対象とした1層木質制振架構の捩れ応答実験
Title(English)	
著者(和文)	山崎 義弘, 笠井 和彦, 坂田 弘安
Authors(English)	Yoshihiro Yamazaki, Kazuhiko Kasai, Hiroyasu Sakata
出典(和文)	日本地震工学会大会学術講演, Vol. , No. , pp. 322-323
Citation(English)	, Vol. , No. , pp. 322-323
発行日 / Pub. date	2009, 11

在来軸組構法住宅を対象とした1層木質制振架構の振れ応答実験

○山崎義弘¹⁾・笠井和彦²⁾・坂田弘安³⁾

- 1) 正会員 東京工業大学 人間環境システム専攻, 神奈川県横浜市緑区長津田町4259, yamazaki.y.ai@m.titech.ac.jp
 2) 正会員 東京工業大学 建築物理研究センター, 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259, kasai@serc.titech.ac.jp
 3) 正会員 東京工業大学 建築物理研究センター, 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259, hsakata@serc.titech.ac.jp

1. 序

近年、木造戸建住宅を対象として、地震時のエネルギー吸収能力を高めた制振壁の開発や、性能検証などの研究¹⁾が活発に行われている。しかし、これらの研究の多くは、部材を平面的に均等に配置した建物を想定することが多い。元来、日本の家屋は南面に開口が多く、剛性偏心が生じやすいことを考慮すれば、制振壁の設置位置の決定には細心の注意が必要であろう。

そこで本論では、剛性偏心した木造住宅を対象とし、様々な配置で制振壁を設置した実大試験体の振動台実験を行ない、応答性状の違いを述べる。とりわけ、質量中心の並進変位と回転角の間の位相差に着目し、各試験体の減衰力発現メカニズムと制振壁の消費エネルギーの関係を考察する。

2. 実験概要

図1に示すように、試験体は短辺(x方向)が1820 mm、長辺(y方向)が2730 mm、階高が2730 mmの1層とし、y方向正側に剛性中心が偏心した一軸偏心建物で、x方向に地震入力を与えた。質量には偏りがなく、過去の実験¹⁾と同様の概念に基づき、12 kNの錘を積載した。

耐力壁や制振壁は建物の四周に配置し、加振方向の1構面は全面開口にすることで剛性を低下させた。この構面の壁を「柔側壁」、反対の構面の壁を「剛側壁」と呼ぶ。また、直交する2構面の壁を「直交壁」と呼ぶ。基礎的な研究として、水平構面は剛床仮定が成立するものとした。本論では、試験体が概ね線形挙動であった、JMA神戸波NS成分の最大加速度を0.2gに基準化した波を入力した時の結果を検討対象とした²⁾。

実験に用いた耐力壁と制振壁の仕様を図2に示す。耐力壁は構造用合板を釘で接合したもので、柔側壁には垂れ壁を、剛側壁と直交壁には全面壁を用いた。制振壁は粘弾性ダンパーを付加したもので、柔側壁には開口を設けた方杖型制振壁を、剛側壁と直交壁にはK型制振壁を用いた(詳細は文献2を参照されたい)。

試験体の一覧を図3に示す。非制振のNo.1に対し、No.2, No.3, No.4はそれぞれ柔側壁、剛側壁、直交壁を制振化した。No.1は、事前に行った各耐力壁の静的載荷実験より算出した1/200 rad. 時の割線剛性を用いて計算した結果、偏心率 $R_{ex} = 0.56$ であった。

計測用鉄骨フレームからの相対変位から試験体各部の変位を幾何学的に求め、基礎梁下部に設置したせん断型ロードセルで計測されるせん断力と試験体下

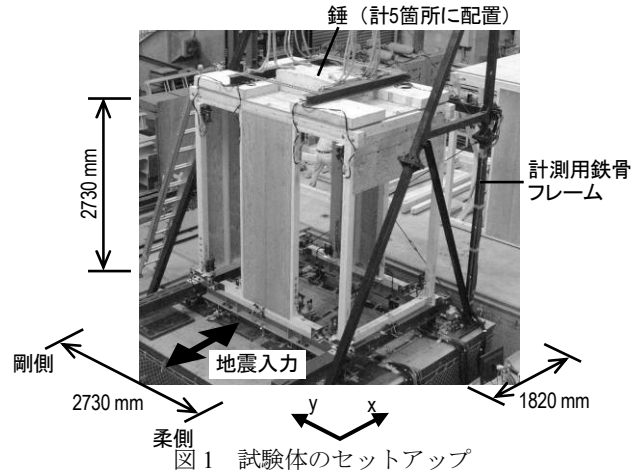


図1 試験体のセットアップ

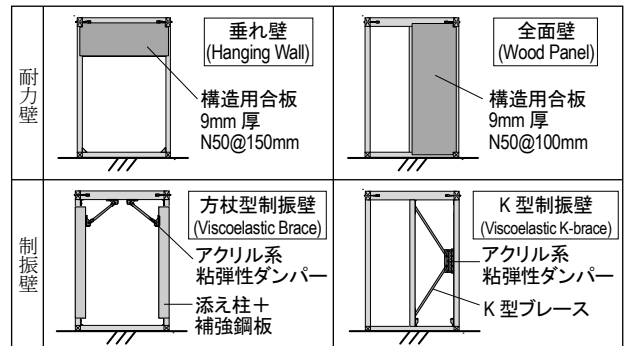


図2 実験に用いた耐力壁・制振壁

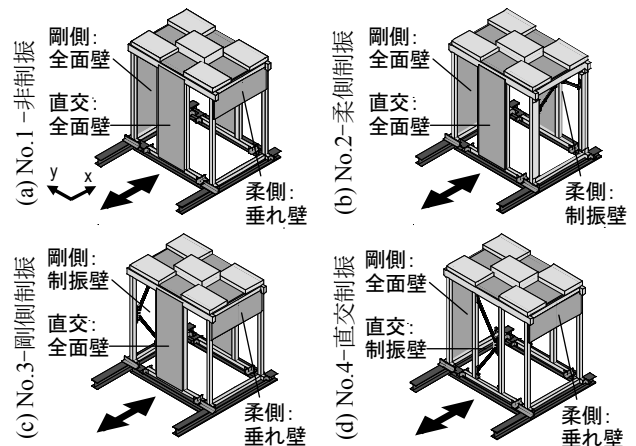


図3 試験体一覧

部の慣性力の差から、各壁のせん断力を求めた。

3. 実験結果

層せん断力-変位関係を図4に示す。ここに、層せん断力 F_x とは柔側壁と剛側壁の(x方向)せん断力和であり、変位は図5に示すように質量中心(=図心)の変位 u_x と、剛性中心の変位 u_{xs} の2種を定義する。なお、質量

中心から剛性中心までの偏心距離 e_y は、各壁の最大変形時の割線剛性を用いて試験体毎に算出した(表1)。

剛性偏心 e_y が大きいNo.1, No.4は、 F_x-u_{xs} 関係に比べて F_x-u_x 関係の剛性が低いが、No.4の F_x-u_x 関係は太い楕円型の履歴形状となり、直交壁の制振化によって並進運動に減衰が付加されたことが分かる。また、No.1, No.2は、 F_x-u_x 関係と F_x-u_{xs} 関係の楕円の太さが同程度であるが、No.3は F_x-u_x 関係の方が楕円が若干細い。

これらの現象は、図6に示す質量中心の並進変位 u_x と回転角 θ の位相差に起因する。No.1, No.2は u_x と θ がほぼ同位相であるのに対し、No.3は剛側の制振壁の粘性力により u_x に対して θ の位相が早まり、No.4は直交壁の粘性力により θ の位相が遅れている。

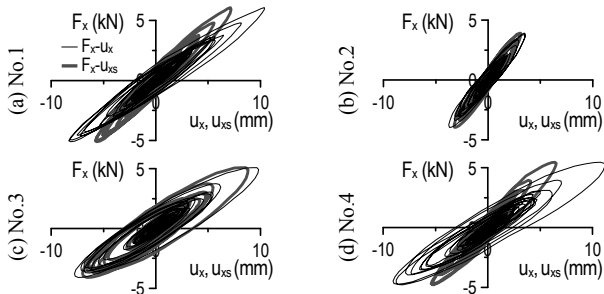


図4 層せん断力-変位関係

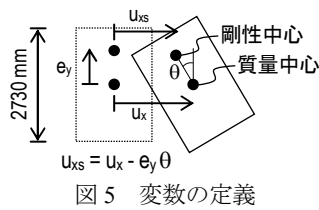


図5 変数の定義

試験体	e_y (mm)
No.1	976
No.2	665
No.3	608
No.4	1007

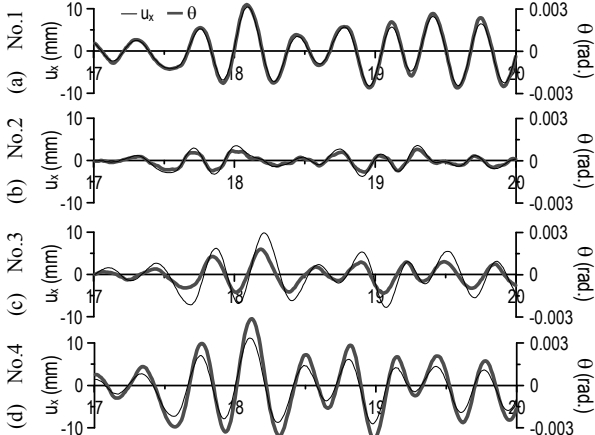


図6 質量中心の並進変位 u_x と回転角 θ の時刻歴

次に、各壁が与えるモーメントを比較する。図7に示すように、 x, y 方向の壁が与える z 軸回りのモーメントをそれぞれ M_{zx}, M_{zy} のように表わす。剛性偏心によって θ と逆向きの M_{zx} が生じ、これと慣性モーメント $I\ddot{\theta}$ が回転運動の外力に相当し、 M_{zy} が抵抗する。

$M_{zx}-\theta$ 関係および $M_{zy}-\theta$ 関係を図8に示す。No.1に比べてNo.2, No.3は、振れが収まったことで M_{zx}, M_{zy}, θ ともに小さくなった。しかしNo.3は、 x 方向に制振壁を設置しているにもかかわらず、 $M_{zx}-\theta$ 関係は細い楕円形状である。これは、モーメントの釣り合いを担う y

方向の耐力壁が、多くのエネルギーを消費できず、 x 方向の個々の壁がエネルギーを消費しても M_{zx} はエネルギーを消費せずに発現するためである。逆に、No.4は $M_{zy}-\theta$ 関係が太い楕円形状となり、釣り合いを保つために $M_{zx}-\theta$ 関係も太い楕円形状となる。つまり、 M_{zx} がエネルギーを与え、 M_{zy} で消費することで、並進運動のエネルギーの一部を、回転運動で消費している。

最後に、入力エネルギー(各壁のせん断力-変形関係の履歴面積の総和)に対する、各壁が消費したエネルギーの割合を図9に示す。No.1に比べて他の試験体は、制振壁のある構面で多くのエネルギーを消費し、No.2, No.3はそれぞれ制振壁で約60, 70%を、No.4は直交壁であるにも関わらず約50%を消費した。因みに、ホワイトノイズ加振より求めた1次固有周期 T_1 と入力エネルギーの速度換算値 V_e の関係を図10に示すが、周知のように、短周期領域では T_1 と V_e が概ね比例関係にある。K型制振壁が全面壁に比べて微小変形時の剛性が低く、No.3, No.4の T_1 が長くなったが、制振壁に付加する粘弾性ダンパーの量を増やすことで短周期化し、入力エネルギーを低減させることも可能であろう。

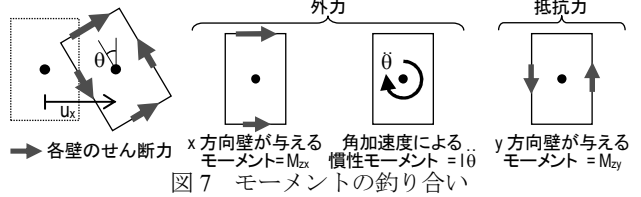


図7 モーメントの釣り合い

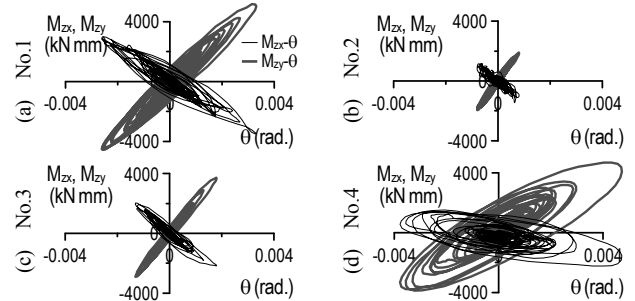


図8 モーメント-回転角関係

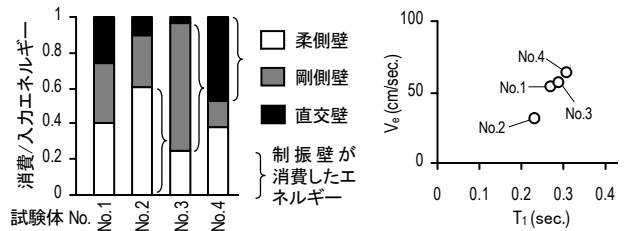


図9 入力エネルギーに対して 図10 固有周期と入力各壁が消費したエネルギーの割合 エネルギーの速度換算値

4. 結

様々な配置で制振壁を設置した試験体の振動台実験により、それぞれの応答性状を考察した。

参考文献

- 笠井和彦, 和田章, 坂田弘安他3名: 変位依存ダンパーをもつ木質架構の振動台実験, 日本建築学会構造系論文集, 第594号, 101-110, 2005年8月
- 山崎義弘, 笠井和彦, 坂田弘安他1名: 財産保持に優れた制振住宅に関する開発の経過報告(その2)一軸偏心した1層木質制振架構の振動台実験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1分冊 pp.485-486, 2009年8月