

偏心を有する三階建木造丸太組構法住宅の実物大振動台実験

正会員 ○住田幸大*1 同 伊藤嘉則*2
同 林崎正伸*2 同 大橋好光*3

ログハウス 木造丸太組構法 三階建
偏心 実物大振動台 実大建物挙動

1. はじめに

本研究は、3階建て木造丸太組構法住宅に、錘を積載し、重量偏心させた試験体で、次元振動台による実物大振動台試験を行い、試験体の耐震性の確認と、各部の動的挙動の把握及び各部損傷の確認を目的としている。

2. 試験体

(1) 試験体形状

写真1に試験体の全景(北西側及び南東側)を示す。

本試験体は、3階建て丸太組み構法住宅で、平面形状は桁行5.3m、梁間4.3m、床面積22.79㎡の長方形平面である。また、全ての階において平面形状、立体形状ともに同じであり、高さは2.7mである。

壁要素は、スギ材(E70, 幅110mm×高さ90mm)によるログ材を水平に重ねて構成したログ壁で、その上端部に2本さねを有している。ログ材間の接合は、ラグスクリー(径:φ13mm, 材質SS400)タイプのダボを用いている。



写真1 試験体全景(左:北西側 右:南東側)

(2) 試験体重量

表1に建物重量及び地震力を示す。

積載重量は、2階床:17.6kN、3階床:12.35kN、小屋床:10.58kNとなるよう積荷した。それぞれ、1階の偏心率が0.3となるように、建物の耐力要素となる剛性をダボ本数から算出し、錘を配置した。当試験体では、各階Y2構面に集中させて鋼板(221N/枚)を並べている。

表1 各階重量及び地震力

階	Wi[kN]	Σ Wi[kN]	α _i	A _i	C _i	Σ Qi[kN]
3	52.65	52.65	0.32	1.41	0.28	14.81
2	54.42	107.07	0.65	1.16	0.23	24.94
1	57.06	164.13	1.00	1.00	0.20	32.83

3. 実験概要

(1) 入力波

試験体に振動台で地震動を想定した振動を入力した。実験に使用した入力波を表2に示す。試験体の剛性や振動特性を調べるため各地震波入力前後に、ステップ波加振とランダム波加振を1回ずつ行った。

表2 実験に用いた入力波

加振内容	入力レベル(%)	目標入力加速度(Gal)
日本建築センター波レベルI	33	69
JMA神戸海洋波(NS成分)	50	409
JMA神戸海洋波(NS成分)	100	818
JMA神戸海洋波(NS成分)	100	818
SWEEP波(6Hz→1Hz)	-	400

(2) 測定方法

試験体の挙動や破損状況を目視で観察するとともに、建物中央部、主要な耐力壁線上の加速度及び層間変位を測定した。また、ログ材間の相対上下方向変位・ログ壁の上下方向変位及び水平方向変位・ログ壁の上下方向変位測定している。その他、ダボの軸ひずみ、振動台と土台間での水平方向変位を測定した。

4. 実験結果

(1) 損傷状況

SWEEP波加振3.7Hz～1Hzの観察では、1階ログ壁の脚部で、ログ材間の水平ずれ及びログ壁全体がロッキングする様子が見られ、同時に加振平行方向の開口付近で、ログ材間の開きが生じた。加振直交方向には目立った損傷は見られなかった。

加振終了後、ログ材間での水平ずれ、ダボの引き抜け、ダボ頭のログ材へのめり込み、さねの破損が生じた。

(2) 振動特性

図 1 にステップ波加振から得られた固有振動数と減衰定数の変遷を示す。

同図のステップ波加振から得られた固有振動数は地震波入力前から、SWEEP 波加振後を比較すると、ほとんど変化を示さなかった。

また、減衰定数においては、JMA 神戸海洋波 100%-1 回目加振後以外はほとんど変化しなかった。JMA 神戸海洋波 100%-1 回目加振後に測定した減衰定数は、50%加振後と比べ、約 7%減少している。

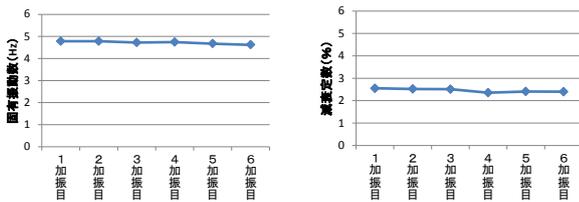


図 1 ステップ波加振から得られた固有振動数と減衰定数の変遷

(3) 水平方向変位

図 2 に各地震波での、最大変位時の累加ログ水平方向変位を示す。

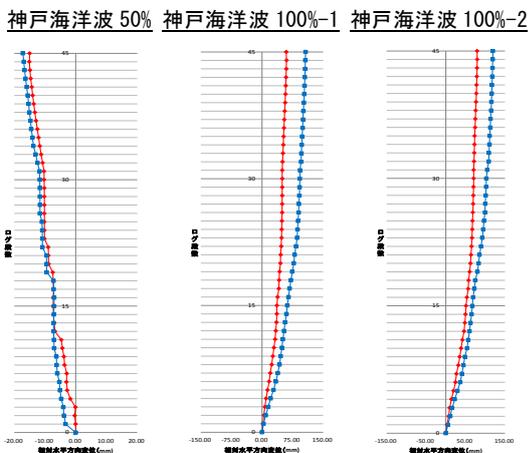


図 2 各地震波での、最大変位時の累加ログ水平方向変位

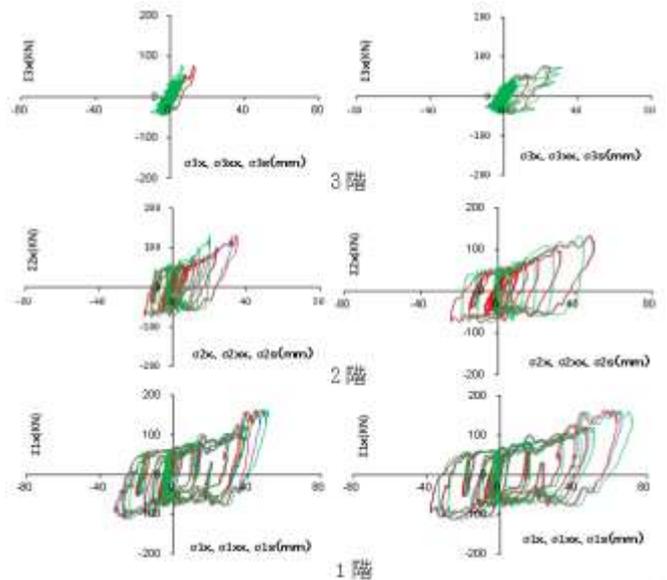
Y1 構面と、錘を積荷した Y2 構面では、ねじれは起きずほぼ同じ位相で振動した。変位量については、JMA 神戸海洋波 100%-1 回目の最大時で、Y2 構面は Y1 構面の約 1.8 倍の変位を示した。

(4) 層間変位

図 3 は JMA 神戸海洋波 100%-2 回目の層間変位曲線を

示している。

1 階と 3 階では見かけの層間変位、真の層間変位での差はあまり見られなかった。しかし、2 階において、層間変位に比べ累加ログ水平方向変位がやや小さい。これは、2 階部分でロッキングが生じたためと考えられる。



— 見かけの層間変位 : σ_{ix}
 — 真の層間変位 : σ_{ixx}
 — 累加ログ水平方向変位 : $\Sigma \sigma_{is}$

図 3 各階毎の層間変位-荷重曲線 (JMA 神戸海洋波 100%-2 回)

5. まとめ

大地震を想定した神戸海洋気象台波 100%の地震波を与えても、倒壊に至るような大きな損傷は見られず、0.3 偏心率を有する当試験体は優れた耐震性を示した。

層間変形角、水平方向変位においては、錘を載せた Y2 構面は、最大で約 2 倍の変位を示した。

応答加速度、上下方向変位については、偏心の影響は少なかった。

[謝辞]

本振動台実験は、ログハウス協会によって実施されたものである。また、本研究を進めるにあたり、株式会社アールシーコアの原田喜秀氏、(有)レン構造設計事務所 二連木清氏、白石一三氏の協力を得ました。

*1 東京都市大学大学院・工学研究科建築学専攻 修士課程
 *2 建材試験センター
 *3 東京都市大学 教授・工博

*1 Graduate Student, Dept of Arch, Grad School of Eng. Tokyo City University
 *2 Japan Testing Center for Construction Materials
 *3 Professor, Dept of Architectural Engineering, Tokyo City University