

実大木造住宅の振動台実験手法に関する研究
その41 ログハウス試験体の概要と固有振動数

ログハウス 実大振動実験
固有振動数

正会員 ○小野寺 元*¹ 正会員 大橋 好光*²
正会員 川上 修*³ 正会員 伊藤 嘉則*³
正会員 赤城 立也*³ 正会員 林崎 正伸*³

1. はじめに

本報(その41~43)は、2階建て木造丸太組構法住宅に関する実大振動実験である。

近年、木造軸組構法住宅及び枠組構法住宅に関しては、実大振動実験が数多く実施され、その性能も明らかになりつつある¹⁾。しかし、木造丸太組構法住宅に関する実大振動実験は、著者らが知る限り皆無である。

丸太組構法住宅は、ログ材を水平に積み上げるという特異な構法を用いられることから、木造軸組構法住宅と比べ、階数などに設計上の制約がある。2003年には、丸太組構法に関する技術基準解説書が発行²⁾されたが、性能表示による耐震等級が取得できない状況にあり、用途の多様化により告示の拡大が望まれている。

このような背景のもと本研究は、木造丸太組構法住宅について実大振動試験を行い、試験体の耐震性を確認するとともに、各部の動的挙動の把握及び損傷の確認を目的とした。これらから、耐震等級取得への可能性及び告示の拡大などに対する基礎資料の取得を試みた。

2. 試験体

2.1 試験体概要

写真1に試験体の全景を、図1に試験体の平面を示す。

試験体は、標準的な2階建て丸太組構法住宅である。平面形状は、梁間方向及び桁行方向ともに7.28mの正方形で、内部には、一部を除き壁要素がないプランである。床面積は、1階及び2階ともに53m²、述べ床面積106m²であり、2階にはバルコニー(6.62m²)を有している。

壁要素は、すぎ材(E70)による1本のログ材を水平に積み重ねて構成したログ壁である。ログ材の断面は、幅110mm×高さ180mm(最上段、最下段の一部は、幅110mm×高さ90mm)であり、その上端部分には、2本さねを有している。これらログ材を、土台から軒高まで全20段(1階:15段、2階:5段)積み上げている。

ログ材間の接合は、ラグスクリュー(径:φ13mm、長さ:300mm(全段用)及び210mm(半段用)、材質:SS400)タイプのダボを用いて各列100mm幅の千鳥打ちにより緊結し、通しボルトを用いていない。ダボのねじ部長さは、50mmとなっている。

2.2 建物重量及びダボ量充足率

表1に建物重量(ΣWi)、地震力(ΣQi)及びダボ量充足率を示す。建物重量は、想定した建物から内外装仕上材、間仕切り壁などを含めた重量を算出し、これに地震力算定



写真-1 試験体全景 (試験体南東)

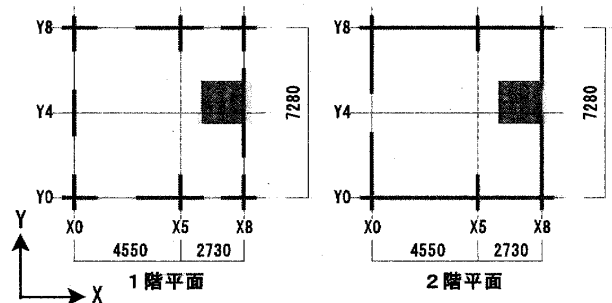


図1 試験体平面

表1 建物重量及びダボ量充足率

階	方向	ΣWi kN	ΣQi kN	ダボ1本の 降伏せん断耐力 (Qy) kN	だぼ本数 本	ダボ 降伏せん 断耐力 (ΣQy) kN	だぼ量充足率 (ΣQy/ΣQi)
2	X	58.3	15.200	6.91	8	55.3	3.64
	Y				10	89.1	4.55
1	X	184.9	37.000		12	82.9	2.24
	Y				11	76	2.05

用の積載荷重(600N/m²)を加えた不足分の重量(66.2kN)の鋼板(221N/枚)を、2階床上に搭載した。

ダボ量充足率は、ログ材間の緊結に使用したダボの降伏せん断耐力を算出²⁾し、地震力(表1中のΣQiで、C₀=0.2時)に対する比とした。なお、本試験体の1階のダボ量充足率は、X方向の方が高くなっている。

3. 実験概要

試験体に地震動を想定した振動を与え、試験体の挙動や破損状況などを目視で観察するとともに、加速度、層間変位、ログ材の浮き上がり及び水平ずれを測定した。

Study on Shaking Table Tests Method of Full Scale Wooden Dwelling House

Part41 Outline and Natural Frequency Test for log construction

ONODERA Hajime, OHASHI Yoshimitsu, KAWAKAMI Osamu, ITOU Yoshinori et al.

加振プログラムは、表2の通りで、建築センター波レベル1の1/3縮小波（以下、BCJ波と略す）のX方向及びY方向加振、神戸海洋気象台によるJMA神戸波100%及び150%（3軸加振により、Y方向NS成分入力）である。

また、試験体の固有振動数を把握するために、地震波加振の前後にステップ加振（振動台の振幅±1mmの矩形波を4波～5波）をX方向及びY方向のそれぞれについて行った。

表2 加振プログラム

加振内容	入力レベル	目標入力加速度 Gal	加振方向
ステップ加振	-	-	X方向 Y方向
ランダム波加振	-	30	X方向 Y方向 Z方向
建築センター波レベル1	33%	69	X方向
建築センター波レベル1	33%	69	Y方向
ステップ加振	-	-	X方向 Y方向
兵庫県南部地震 (神戸海洋気象台)	100%	X:617 Y:818 Z:332	3軸
ステップ加振	-	-	X方向 Y方向
兵庫県南部地震 (神戸海洋気象台)	150%	X:925 Y:1227 Z:498	3軸
ランダム波加振	-	30	X方向 Y方向 Z方向
ステップ加振	-	-	X方向 Y方向

4. 振動特性

図2に、ステップ加振より得られた固有振動数の変遷を示す。同図において、試験開始時の固有振動数は、X方向及びY方向ともに約6.9Hz(0.15sec)であった。すなわち、ダボ量充足率の違いによる固有振動数の差が見られない。本試験体の壁長さの実長さは、Y方向の方がX方向より1.3倍長く、ダボ量充足率よりは、むしろ、壁実長の方が影響していることが分かる。

固有振動数は、その後のJMA神戸波100%加振後まで、概ね同じ値で推移した。従って、基準法に定める中地震及びJMA神戸波100%による大地震を受けても、耐力上問題となる損傷が生じなかったと言える。

一方、JMA神戸波150%加振後には、固有振動数の低下が若干見られた。同加振終了後には、ログ間の水平方向すべりなどを始めとする残留変位が生じた。しかし、これらも、固有振動数の変化に大きな影響は与えていなかった。

なお、実験開始前及び終了後には、ステップ加振の他にランダム波加振を行った。同加振から得られた固有振動数（図2中の白抜き）は、試験開始時及び終了時ともにステップ加振から得られた値と違いが見られなかった。これは、両加振時の層間変形角は、1層で約1/10000rad～1/5000radと極めて小さな応答だったためと考えられる。

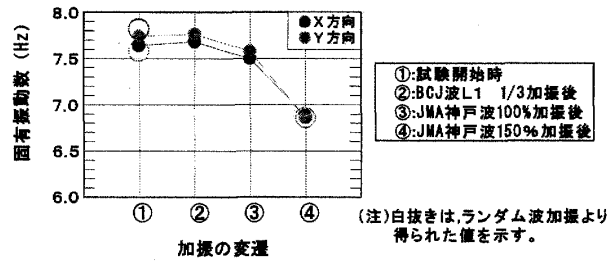


図2 固有振動数の変遷

図3には、JMA神戸波100%及び150%加振時の小屋床中央位置で計測した応答加速度のフーリエ変換により得られたスペクトル比（振動台に対する比）を示した。なお、同加振における最大応答倍率は、Y方向1.1倍、X方向1.4倍とX方向の方が大きい傾向にあったが、いずれも2階床との応答差は小さく、剛体なる並進振動の挙動を示していた。

図3によると、Y方向(NS成分)は5.4Hz及び6.3Hzに1, 2次のモードが見られた。更に、150%加振時では、6.3Hz以降も高次のモードが認められる。一方、X方向(EW成分)は、1次の卓越振動数が明確になっていない。これらY方向とX方向との違いは、2階床梁の配置が全てX方向と平行方向になっていること、直交壁がX方向にはないことなどが影響したものと考えられる。

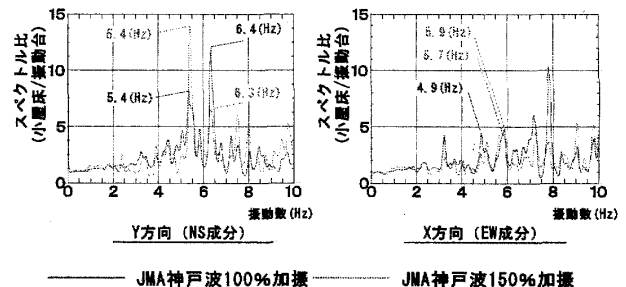


図3 固有振動数の変遷
(注) 1. スペクトル比は、入力加速度(振動台)に対する応答加速度(小屋床)それぞれのフーリエスペクトル比を示す。
2. 本データは、平滑化(バンド幅0.3Hz)して得られたものである。

参考文献

- 坂本功, 大橋好光ほか: JR 鷹取波加振による軸組工法木造住宅の実大振動実験(その1～その8), 日本建築学会大会, pp153～pp168, 1997
- 国土交通省国土技術政策総合研究所ほか: 丸太組構法技術基準及び設計・計算例, 2003

謝辞

本振動台実験は、(財)建材試験センターが行っている「木質構造建築物の振動試験研究会(委員長:坂本功慶應義塾大学教授)」の一環として、日本ログハウス協会の協力を得て実施したものである。実験の際には、オールシーコアの原田喜秀氏、TALO インターナショナルの岡田等氏の協力を得ました。その他、関係各位には深く感謝致します。

*1 ハウスプラス住宅保証

*2 武蔵工業大学 工学部 教授・工博

*3 建材試験センター

Houseplus Corporation, Inc.

Musashi Institute of Technology, Dr. Eng

Japan Testing Center for Construction Materials