

木造住宅の耐震等級の違いによる地震時応答の差異と継続使用の可否に関する研究

学生番号 B141423 氏名 井上 涼
 研究室 建築構造力学 指導教員 森 拓郎 准教授

1. はじめに

大地震による木造住宅の被害が報告されるたびに、その耐震性の向上の必要性が議論されている。日本の木造住宅は使用期間内に複数回の大地震を被災する可能性があるため、大地震を被災しても使い続けられる住宅について検討しなければならない。そこで、耐震等級の差による実際の耐震性能の違いを検証するため、耐震等級の異なる 3 棟の木造住宅試験体について実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）を用いて震動台実験を実施し、その耐震性能を比較したので報告する。

2. 実験概要

試験体は、7.28m×6.37m の 2 階建て在来軸組構法で建てられた木造住宅である。品確法の耐震等級 1、3、5 相当を上回る試験体（それぞれ、T1、T3、T5 試験体）を用意した。平面計画は全て同一で、耐力壁の仕様を変えることで等級に違いを持たせた。各試験体の壁配置を図 1 に示す。また、各試験体の重量および地震力に対して基準法で求められる必要壁量を用いて算出した壁量充足率を表 1 に示す。T1、T3 試験体は積載重量を付加せず、T5 試験体についてのみ一般的な住宅の積載重量を想定した 0.2kN/m² 相当の重り（計 8.03kN）を 2 階床面に配した。1 階の主加振方向となる Y 方向について、T3 および T5 試験体は、それぞれ T1 試験体の 2.5 倍、3.4 倍の壁量を有している。

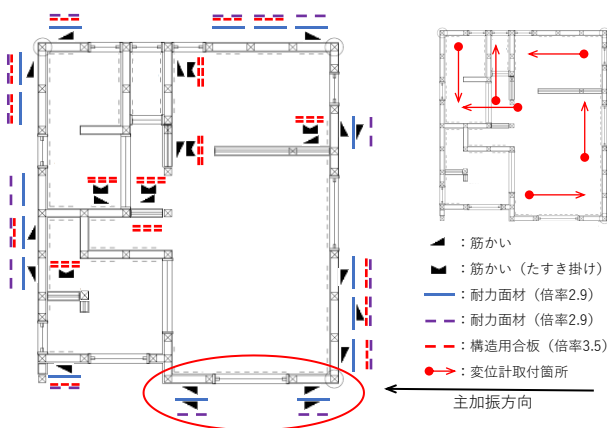


図 1 耐力壁の配置（壁内側から T1、T3、T5 試験体）

表 1 各試験体の重量、地震力に対する壁量充足率

	全重量(kN)	質点重量(kN)		壁量充足率			
		1層	2層	1階		2階	
				X方向	Y方向	X方向	Y方向
T1	164.39	61.51	68.20	1.11	1.11	1.66	1.38
T3	173.94	66.30	70.58	2.65	2.80	4.85	3.51
T5	210.74	85.44	81.57	3.53	3.73	5.27	4.92

3. 実験結果

本稿では、実施した振動実験の内、3 棟の違いが顕著にみられた KiK-net 益城波（前震）105%と KiK-net 益城波（本震）1 回目及び 2 回目（それぞれ加振 1、2、3）の結果に着目して比較する。

固有振動数：各試験体の主加振方向の固有振動数の変化を図 2 に示す。実験前の各試験体の固有振動数は、T1 試験体で 7.1Hz、T3 試験体で 8.0Hz、T5 試験体で 8.3Hz であった。岩本ら¹⁾は、2007 年に建てられた木造 2 階建て戸建住宅の平均固有振動数は 7.3Hz であったと報告している。本研究で用いた試験体はいずれもほぼ変わらない値を示した。T1 試験体は加振 1、2、3 と入力するにつれ大きく低下し、3.1Hz、2.4Hz、1.2Hz と推移した。対して、T3、T5 試験体は加振 1 で 6.9Hz 程度に低下したものの、続く加振 2、3 ではほとんど変化がなかった。

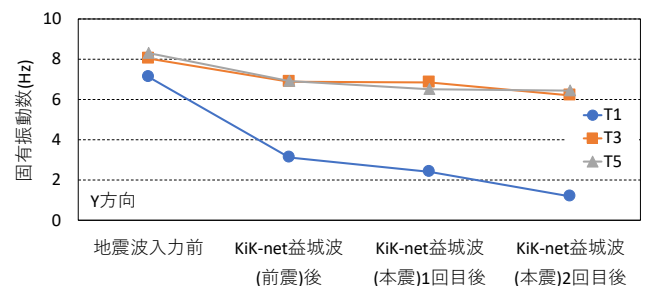


図 2 各試験体 Y 方向の固有振動数の変化

最大層間変形：各試験体の 1 階の主加振方向についての最大層間変形の推移を図 3 に示す。図 3 における損傷区分は、損傷状況から経験最大層間変形角を推定するための調査表（損傷区分）²⁾に則った。T1 試験体は加振 1 で、大破区分となる 107.7mm（約 1/27rad）となった。加振 2 では、164.5mm（約 1/18rad）となり倒壊区分となった。加振 3 では、305mm（約 1/10rad）を記録し

た。一方、T3、T5 試験体は加振 1 では 30mm 程度（約 1/99rad）となった。加振 2、3 についてはわずかに変形が増加したが、いずれも小破区分となり、補修することで十分に継続使用ができる範囲の被害に留まった。T3、T5 試験体を比較すると、壁量の増加率よりも層間変形量の減少率が小さい結果となっており、壁量追加の効果が少しずつ小さくなる傾向がわかった。高強度・高剛性になればなるほど、この傾向が強くなると考えられる。

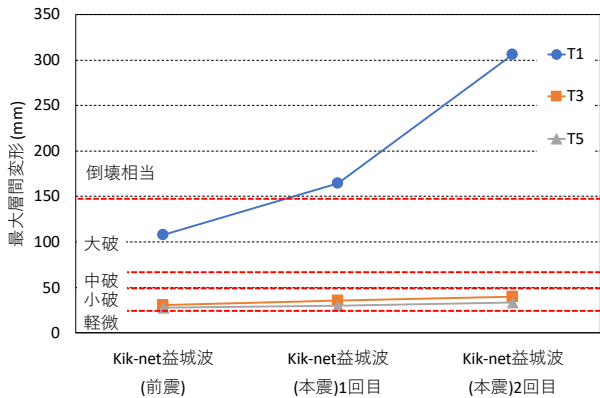


図3 各試験体の1階Y方向最大層間変形の比較

損傷状況: 実験を通して最も大きな損傷がみられた1階LDK南構面(図1丸部)に着目し、加振1、3での各試験体の損傷状況の違いを表2に示す。以下に、同箇所について各試験体の損傷状況を前項と同様に文献²⁾における損傷区分を目安として述べる。T1試験体について、加振1では、石膏ボードのはらみだし、割れが確認できた(表2左上)。損傷区分の評価では、石膏ボード目地が複数破れる程度と示されているが、本実験ではより

大きな被害が見られ、損傷度合いに差があることがわかった。これは、損傷区分の基準が安全側になるように定められているためだと考えられる。加振2では、筋かい耐力壁の筋かいははらみだしと座屈が発生した。損傷区分では石膏ボード目地の大部分の破れとなっており、ここでも実験結果と差が大きい傾向がみられた。加振3では筋かい耐力壁の石膏ボードのせん断破壊が見られ、一部外れている様子が確認できた(表2左下)。一方、T3、T5試験体の内部損傷は、窓枠隅部や石膏ボードの目地におけるクロス破れが確認できる程度の軽微なものであり、実験が進んでも損傷は多少進展する程度であった。

4. まとめ

基準法が定める最低限の耐震性能の住宅は、大地震時に大きな被害を受け、継続的な使用が困難になる可能性があることがわかった。対してT3、T5試験体は、3回に及ぶ大地震を連続で受けても、被害はクロス破れなどの小破に区分される損傷に留まった。十分な耐震性能を保っており、軽微な補修によって継続使用が可能であることがわかった。T3、T5試験体の変形差は想定よりも小さい結果となった。耐力に影響する因子と合わせて解析で追いかけていきたい。

参考文献

- 1) 岩本亮, 川瀬博, 包那仁満都拉: 微動計測に基づいた在来木造住宅の振動特性の地域性および年代変化, 日本建築学会構造系論文集(74), pp.33-39, 2009.
- 2) 木造建築物の被災度区分判定調査表(住宅・非住宅用), 一般財団法人日本建築防災協会, 2016.

表2 加振1、3における各試験体の内部損傷の違い

