

公益財団法人 建築技術教育普及センター 令和5年度調査・研究助成
洋風木造建築に用いられる木造軸組架構の耐震性能評価法の検証

香川大学 宮本慎宏

1. はじめに

洋風木造建築の耐震性能評価を行うためには、筋交いや仕上げ材などを併用した木造軸組架構の耐震性能評価が重要である。本研究では、洋風木造建築に用いられる木造軸組架構の耐震性能評価法の構築を目的とし、洋風木造建築の壁仕様を再現した試験体を用いた静的載荷試験を行い、筋交いや仕上げ材などの各耐震要素の足し合わせが成立するか検討する。

2. 静的載荷実験概要

試験体(図1)は、筋交い試験体、漆喰試験体、モルタル試験体および各耐震要素を併用した併用試験体の各1体ずつ、計4体とした。柱、間柱にはスギ、桁および筋交いにはマツ、土台にはヒノキ、込み栓にはカシをそれぞれ用いた。柱、土台および筋交いは120mm角、間柱は40×120mm、桁は120×180mmとした。柱頭柱脚接合部の仕様は長ほぞ込栓、筋交い端部は柱、桁および土台に突き付けとし、N150の釘3本を用いて柱に接合した。柱頭柱脚接合部の破断を防止するため、載荷装置側の柱に筋交い試験体は柱頭と柱脚の2か所、併用試験体は柱脚のみに短期許容引張耐力30kNのホールダウン金物をそれぞれ設置した。漆喰試験体は木枠30×60mmとし、6×36mmの木摺り板を9mm間隔で配置し、その上から漆喰を2回塗りとした。モルタル試験体は木枠30×83mmとし、9×90mmのラス板を90mm間隔で配置し、その上からモルタルを3回塗りとした。各試験体とも土台の端部から100mmの位置にM16アンカーボルトを用いて載荷装置に固定した。載荷方式はタイロッド式とし、1/600~1/50radまで正負3回ずつの交番載荷とし、終局は正方向に1/10radまでの片引きとした(図2)。

3. 実験結果と考察

各試験体の破壊性状(図3、図4)と荷重変形角関係(表1、図5)より、筋交い試験体の正方向載荷では、載荷装置側の柱頭ほぞのせん断変形(図3(a))が大きく進行したことにより、+1/100rad付近で最大荷重約36kNを示した。負方向載荷では筋交いの引き抜け(図3(b))により、-1/100rad付近で最大荷重約6.4kNを示した。+1/50rad時に柱頭のホールダウン金物が柱と接触したため載荷を中止した。漆喰試験体は、+1/300rad時にひび割れが生じ始め、+1/150rad時に漆喰のはらみ出しと柱の浮き上がりが生じ、正方向載荷では+1/150rad付近で最大荷重約9.3kN、負方向載荷では-1/150rad付近で最大荷重約7.2kNを示した。+1/75rad時にひび割れが大きく進展し、

荷重が大きく低下した。モルタル試験体は、-1/100rad時にモルタルのはらみ出しが生じ、正方向載荷では+1/100rad付近で最大荷重約12.8kN、負方向載荷では-1/100rad付近で最大荷重約14.8kNを示した。モルタルにひび割れは生じなかった。併用試験体は、正方向載荷では筋交いの圧縮力の鉛直成分によって桁へのめり込み(図4(b))や柱脚ほぞの端抜け(図4(c))が生じたため、+1/50rad付近で最大荷重約72.1kNを示した。負方向載荷では-1/75radでモルタルと漆喰のはらみ出し(図4(a))が生じたため、-1/100rad付近で最大荷重約25.4kNを示した。1/50radの2サイクル目で荷重が急激に低下したため、載荷を中止した。

漆喰のひび割れ発生状況を比較すると(図6)、併用試験体の方が細かなひび割れが多かった。筋交いの桁に対するめり込み量を比較すると、併用試験体の方が大きかった。これはホールダウン金物の設置位置が異なること要因として考えられる。

4. 各耐震要素の足し合わせの検討

筋交い試験体、漆喰試験体、モルタル試験体の荷重変形角関係の包絡線を足し合わせた結果と併用試験体の包絡線を比較すると(図7)、正方向載荷では+1/100rad、負方向載荷では-1/50radまでは併用試験体の方が荷重は小さくなった。これは柱頭柱脚接合部の負担荷重を重複して評価していることが要因として考えられる。また、正方向載荷では+1/100rad以降で併用試験体の方が荷重は大きくなった。これは筋交い試験体の柱頭ほぞのせん断変形の進行が要因として考えられる。

5. まとめ

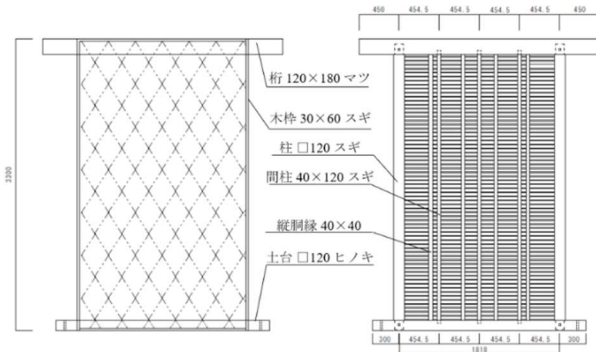
本研究では筋交い、木摺り漆喰、モルタルの各耐震要素を併用した木造軸組架構の静的載荷試験を行い、各耐震要素単体を足し合わせた結果と併用試験体の荷重変形角関係の包絡線を比較した。その結果、柱頭柱脚接合部の負担荷重を重複して評価していることが要因で正方向は+1/100rad、負方向は-1/50radまでは併用試験体の方が荷重は小さくなったものの、概ね各耐震要素の足し合わせが成立することを示した。

参考文献

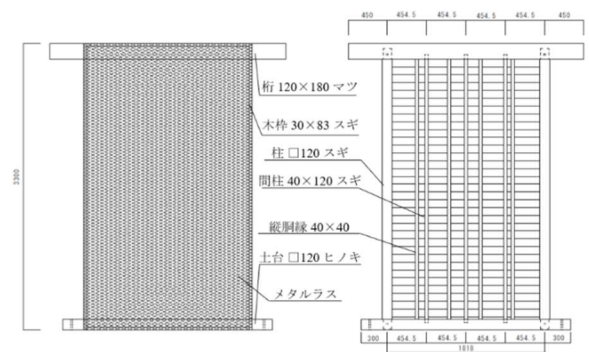
1)公益財団法人日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)，pp.300-301，2017.03

謝辞

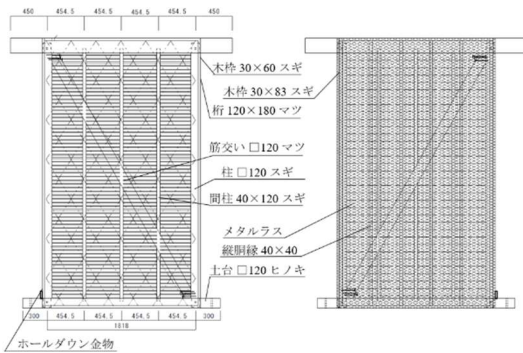
本研究は、公益財団法人建築技術教育普及センターの令和5年度調査・研究助成を受けて行われた。実験の実施に当たっては、愛媛県林業研究センターおよび香川大学宮本研究室の岡本裕貴氏をはじめとする学生諸氏から多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。



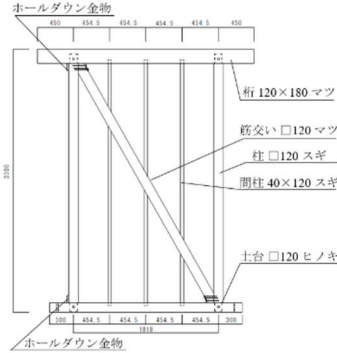
(a) 漆喰試験体



(b) モルタル試験体



(c) 併用試験体



(d) 筋交い試験体

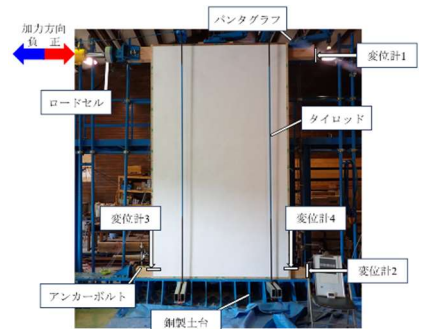


図2 荷重装置

図1 試験体図面



(a) ほぞのせん断変形



(b) 筋交いの引き抜け



(a) 漆喰のはらみ出し



(b) 筋交いのめり込み



(c) ほぞの端抜け

図3 筋交い試験体の破壊性状

図4 併用試験体の破壊性状

表1 特性値一覧¹⁾

試験体名	荷重方向	降伏変形角(rad)	降伏荷重(kN)	初期剛性(kN/rad)
筋交い	正方向	7.91×10^{-3}	39.8	4.85×10^3
	負方向	1.16×10^{-3}	3.73	2.42×10^3
漆喰	正方向	1.47×10^{-3}	5.46	3.36×10^3
	負方向	1.41×10^{-3}	4.02	2.57×10^3
モルタル	正方向	3.51×10^{-3}	10.2	2.86×10^3
	負方向	4.17×10^{-3}	9.22	2.21×10^3
併用	正方向	7.28×10^{-3}	46.3	5.69×10^3
	負方向	2.16×10^{-3}	14.8	5.52×10^3

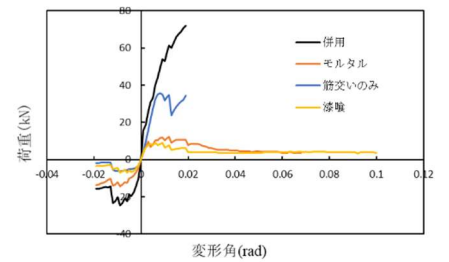
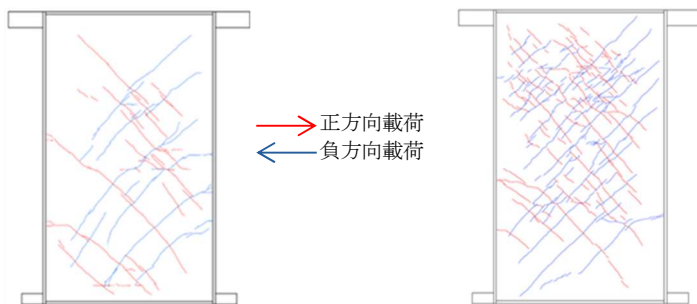


図5 各試験体の荷重変形角関係



(a) 漆喰試験体 (1/50rad 荷重終了後)

(b) 併用試験体 (1/50rad 荷重終了後)

図6 ひび割れ図

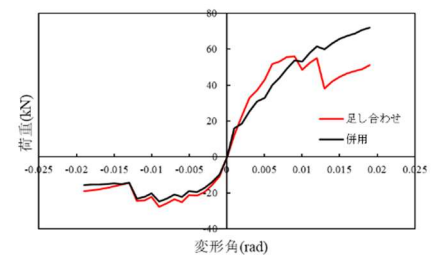


図7 足し合わせの比較