

面材に開口を有する木造耐力壁の耐震性能

その1 実験概要および実験結果

正会員 ○山崎 和浩*1
同 井戸田秀樹*2
同 花井 勉*3
同 石井 渉*4

在来軸組木造 面材耐力壁 開口部
耐震改修 壁倍率 載荷実験

1. 序論

在来軸組工法に基づく面材耐力壁では、構造用合板などの面材に開口部を有しないことを前提として壁倍率が定められている。しかし、耐震改修の現場では換気扇やエアコンのダクトなど、比較的小さな開口を持つ壁を補強対象にせざるを得ない場合が多く、より効率的な耐震改修工事の実現のためには面材に開口を持つ耐力壁の壁倍率評価が強く求められている。

開口壁の耐震性能に関する研究は、従来枠組み壁工法を対象としており、窓や出入り口など軸組の一部に面材が貼られていないタイプのものが研究対象となっていた^{1)~3)}。そのため、換気扇やエアコンのダクトのように面材自体に開口を有する耐力壁についてはほとんど情報が得られていないのが現状である。

このような現状を踏まえ、本研究では面材が不完全な形で施工される木造耐力壁の性能評価実験を行い、より合理的かつ経済的な耐震改修工事の促進に貢献できる基礎データの提供を行う。本報その1では、まず実験概要と実験結果について述べる。

2. 面材が不完全に施工される事例

木造住宅の耐震改修工事現場でのヒアリングにおいて、面材が不完全な形で施工される場合として、次のような事例の存在を確認した。

- 合理的かつ経済的な補強のため、天井や床を撤去せずに室内側から壁面を補強することにより面材が梁および土台と接合されておらず、面材の上下に開口を有するもの
- 設備配管、換気扇等の壁面貫通によって面材に開口部を有するもの。
- 柱端部の接合金物の存在、あるいは補強対象壁面に直交するはりや土台の存在により、隅角部に面材の欠損を有するもの
- 壁内の設備配管等の存在により、胴縁を用いて補強のための面材を軸材から離して設置するため、面材が柱、はり、土台に直接接続されていないもの。

表1 試験体一覧

試験体番号	試験体タイプ	面材欠損率 α	備考	試験体数
B	基本タイプ	0	面材に開口無し	3
M-1	面材がはり及び土台に取り付かないタイプ	0.19	天井、床を撤去せずに施工	3
M-2		0.33	面材1枚で施工	1
M-3		0.63	より小さい面材1枚で施工	1
M-4		0.34	押入の内壁面に施工	3
M-5		0.33	面材1枚を土台だけに連結	1
M-6		0.19	土台と梁を面材までかさ上げ	3
M-7		0.00	壁体内の設備回避のため胴縁使用	1
R-1	面材に四角の穴があるタイプ	0.07	柱梁隅角部に矩形孔	1
R-2		0.06	換気扇仕様	3
R-3		0.06	柱との接合部分に矩形孔	1
R-4		0.10	軸材から離れた位置に矩形孔	1
R-4a		0.10	試験体R-4の裏棧なし	1
R-5		0.10	軸材に接した位置に矩形孔	1
R-5a	0.10	試験体R-5の裏棧なし	1	
R-6	0.20	軸材から離れた位置に複数の矩形孔	1	
R-6a	0.20	試験体R-6の裏棧なし	1	
C-1	面材に円形の穴があるタイプ	0.00	設備配管用の孔	3
C-2		0.05	柱材に接する位置に円形孔	1
C-3		0.11	面材中央に円形孔	1
C-4		0.11	面材角部に円形孔	1
F	面材なしタイプ	1	フレームのみ	1

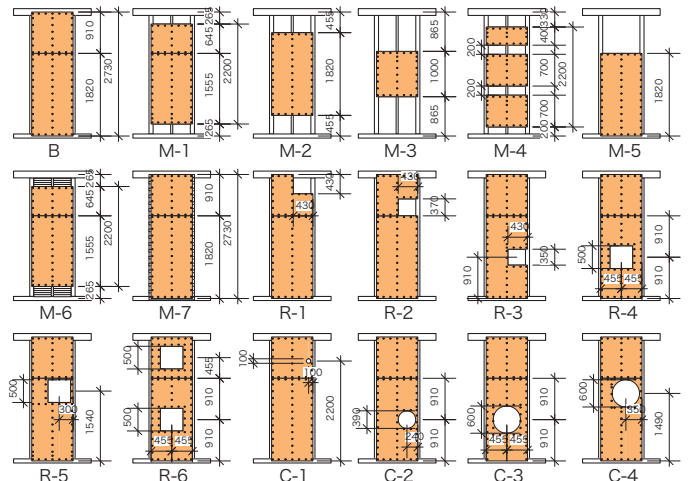


図1 面材の開口形状と配置

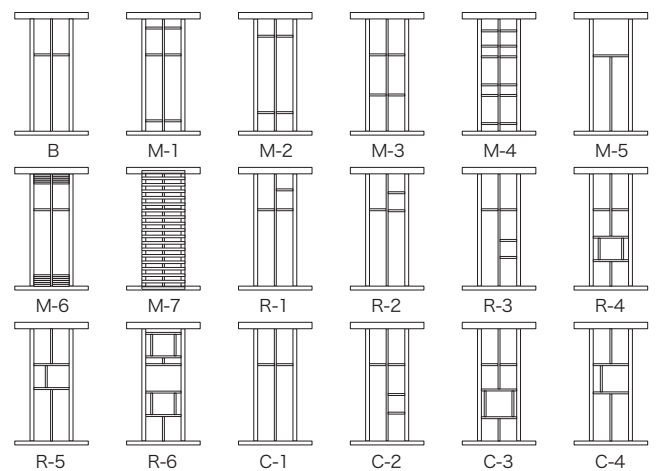


図2 間柱および裏棧

3. 試験体概要

前章で示したような事例の存在を考慮し、表1の5タイプの試験体を用意した。いずれの試験体も壁長さは910mm、軸材の樹種は土台がヒノキ、柱とはりはスギである。断面は土台、および柱が105×105mm、はりが105×150mm、間柱および裏棧が105×45mmである。面材は厚さ9mmの構造用合板を使用し、N50釘を150mmピッチで軸材および裏棧に手打ちで打ち込んだ。

- ・ **Bタイプ試験体**：面材に開口を有さない一般的な面材補強仕様の試験体である。
- ・ **Mタイプ試験体**：面材の上下がはりおよび土台に達しておらず、前章のa)あるいはc)の事例に対応する試験体である。面材の上下に存在する開口部の大きさをパラメータとし、M-1-M-7の7体を計画した。なお、M-6試験体は土台やはりに半割の軸材をビス2本でかさ上げし、面材との応力伝達を図ったものである。
- ・ **Rタイプ試験体**：面材に矩形の開口部を有する試験体である。開口形状を正方形とし、その大きさと位置をパラメータとした。面材を切り欠いた開口部分にはすべて裏棧を設けた。また、比較のため用意した裏棧のない試験体は末尾にaをつけて表示した。
- ・ **Cタイプ試験体**：面材に円形の開口部を有する試験体であり、開口部の大きさと位置に応じて4体試験体を計画した。開口部には形状に応じた裏棧を設けた。
- ・ **Fタイプ試験体**：面材を貼らない軸材のみの試験体である。

試験体は土台をアンカーボルトで鋼製の土台に固定し、梁端部をジャッキで水平に載荷した。境界条件はホールダウン金物を用いた柱脚固定式⁴⁾である。載荷プログラムは同一変位繰り返し数3回の漸増繰返し載荷とした。

4. 実験結果

M, R, Cの各タイプの結果と破壊性状について考察する。各試験体の初期剛性、および最大耐力と面材欠損率 α （欠損している面材面積の割合）との関係を図3, 4に示す。

Mタイプ試験体では面材の面積低下に伴って剛性、耐力ともに低下し、M-3試験体では最大耐力がM-1の半分程度であった。破壊性状はいずれの試験体も面材釘の抜け、あるいは頭抜けであった。繰返し載荷による釘の破断はほとんど観察されなかった。また、面材の面外座屈も全く観察されなかった。初期剛性の低下は、Rタイプ、Cタイプ試験体でも同様に観察された。

かさ上げタイプ試験体（M-6）は、かさ上げ材によって柱の上下端部が回転拘束され、面材の取り付く柱の端部で曲げ破壊が生じた。

Mタイプが面材の面積に比例して耐力が低下したのに対し、Rタイプで、およびCタイプでは開口による耐力低下はほとんどみられなかった。破壊性状はMタイプと同様、面材釘の抜け、あるいは頭抜けである。R-4およびR-6試験体では開口隅角部での面材の割れが一部の試験体

で観察されたが、裏棧を設けた試験体では面材の面外座屈はみられなかった。裏棧を設けないR-4a, R-5a, R-6a試験体では、最大耐力を迎える前に開口部近くで面材の面外座屈が観察された。

なお、本実験では柱脚固定式の境界条件を採用したため、柱脚と柱頭に設置されたホールダウン金物の曲げ拘束によってBタイプの試験体の約10%の最大耐力が確認された。載荷プログラムの範囲内では耐力の低下は観察されなかった。

5. 結論

面材に開口部を有する在来木造耐力壁の性能評価実験を行った。本研究で得られた結論は以下の通りである。

- 1) M, R, Cいずれの試験体でも、面材欠損率の増加に伴って初期剛性の低下が見られた。最大耐力に関しては、Mタイプ試験体、および裏棧を設けないRタイプ試験体で低下が見られた。
- 2) いずれの試験体も破壊性状は面材釘の抜け、あるいは頭抜けである。釘の破断はほとんどみられなかった。
- 3) 開口の大きいRタイプ試験体の一部において、開口隅角部での面材の割れが観察されたが、裏棧を設けた試験体では面材の破壊や面外座屈はほとんど観察されなかった。

謝辞

本実験は、愛知建築地震災害軽減システム研究協議会（会長：相山女学園大学、小野徹郎教授）の活動の一環として実施した。貴重なご意見を賜った関係各位に感謝申し上げる。

〔参考文献〕

- 1) 林 勝朗：木質系壁式工法住宅のせん断耐力評価法に関する研究（その3、縦スリット型開口壁の Q_{max} , γ_B , 非弾性域での任意 Q'_{γ} の推定式の提案）、日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）、pp.2251-2252, 1981年9月。
- 2) 杉山英男, 井上尚子：水平荷重を繰り返し受ける枠組み壁工法開口壁の挙動の理論解析（第1報, 第2報）、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、構造III, pp.85-88, 1996年9月。
- 3) 宮沢健二：せん断パネル理論による木質面材釘打ち有開口耐力壁の略応力解析法、日本建築学会構造系論文集、第487号、113-120, 1996年9月。
- 4) 在来軸組木造住宅の許容応力度設計法、日本住宅木材技術センター、2001。

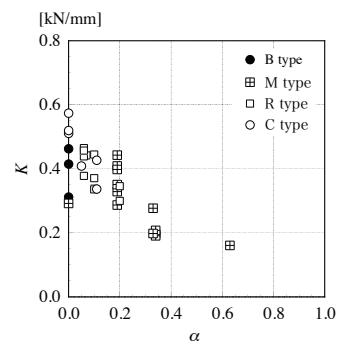


図3 初期剛性

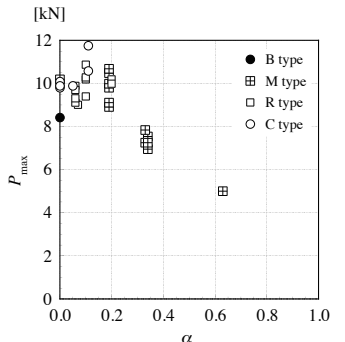


図4 最大耐力

*1 清水建設（株）
 *2 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 准教授 工博
 *3 （株）えびす建築研究所 代表取締役 博士（工学）
 *4 （株）日本システム設計

*1 Shimizu Corporation
 *2 Assoc. Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
 *3 President, Ebisu Building Laboratory, Dr. Eng.
 *4 Nihon System Sekkei