

在来木造住宅の外張り断熱工法が外壁の耐震性能に及ぼす影響に関する研究

その1 試験体概要および実験概要

正会員 ○大塚 弘樹*1 同 渡辺 貴樹*1
 準会員 吉田 将宜*2 正会員 大西 郷*3
 同 伊東 柁彦*4 同 飯田 秀年*5
 同 鶴林 雅代*5 同 那須 秀行*6

外張り断熱工法 重ね張り効果 増打ち効果
 面内せん断試験 押さえ効果 壁倍率

1. はじめに

外張り断熱工法は、壁内空間の活用、壁体内結露による木材の腐朽を比較的容易に防ぐことができ、建物の高断熱化に相まって、より普及が進みつつある。この外張り断熱工法を施した場合、外装材や断熱材を施工することで壁の耐力が向上する効果(重ね張り効果と呼ぶ)があると考えられる。重ね張り効果には外装材や断熱材による合板の面内変形を抑制する効果(押さえ効果と呼ぶ)と、これらの部材を固定するためのビス等が合板の面内変形を抑制する効果(増打ち効果と呼ぶ)が考えられ、水平耐力の増加が期待できるが、これら効果の定量的な評価はなされていない。

本研究は2部構成とし、初めに実験により断熱材及び外装材の押さえ効果、断熱材用ビス及び外装材用ビスの増打ち効果などが耐力壁の水平耐力に及ぼす効果を定量的に明らかにする。次にその耐力増分に対する各構成部材の負担割合の分析を行い、各部材が許容水平耐力の上昇にどの程度寄与するかを検証することを目的とした。

2. 実験概要

断熱材、外装材及びこれらを留めつけるビス等が異なる仕様の面材耐力壁を用いた面内せん断試験を行い、押さえ効果と増打ち効果の確認、各構成部材の違いが破壊性状や壁倍率に及ぼす影響の検証を行った。

3. 試験体のパラメータ

試験体の寸法は H2796mm×W3120mm とし、構法は在来軸組構法とした。実験は前期(仕様①~④。表1)、後期(仕様⑤~⑨。表2)に分けて実施しており、前期の結果を参考に後期の仕様を決定した。各仕様の概要を以下に示す。

- 仕様①：躯体に合板のみ施工した、前期標準仕様
- 仕様②：仕様①に加えて縦胴縁・補助棧を介して断熱材を施工し、外装材を縦胴縁に固定
- 仕様③：仕様②で用いた外装材用ビスを L=150mm に変更し外装材を合板及び躯体に直接固定
- 仕様④：仕様①に加えて断熱材用ビス、外装材用ビスのみを増打ち
- 仕様⑤：躯体に合板のみを施工した、後期標準仕様*
- 仕様⑥：仕様⑤に加えて断熱材用ビスのみを増打ち
- 仕様⑦：仕様⑥に加えて断熱材(t20mm)を施工
- 仕様⑧：仕様⑦の断熱材の厚さのみを変更(t20mm→t66mm)
- 仕様⑨：仕様⑧に加えて、外装材用ビスのみを施工

*実験時期が異なるため仕様①と同じ仕様⑤を実施し、比較検証した

表1 前期仕様① - ④試験体一覧

仕様	仕様①	仕様②	仕様③	仕様④
構造用合板	t9mm (大壁 N50@150)			
断熱材	—	t66mm	t66mm	—
縦胴縁	—	18×45mm	18×45mm	18×45mm
補助棧	—	66×50mm	66×50mm	66×50mm
断熱材用ビス	—	L=135mm	L=135mm	L=135mm
外装材用ビス	—	L=60mm	L=150mm	L=150mm
備考	標準仕様	重ね張り効果確認	ビス長さ影響確認	増打ち効果確認

表2 後期仕様⑤ - ⑨試験体一覧

仕様	仕様⑤	仕様⑥	仕様⑦	仕様⑧	仕様⑨
構造用合板	t9mm(大壁 N50 釘@150mm)				
断熱材	—	—	t20mm	t66mm	t66mm
縦胴縁	—	—	18×45mm	18×45mm	18×45mm
補助棧	—	—	20×50mm	66×50mm	66×50mm
断熱材用ビス	—	L=110mm	L=110mm	L=135mm	L=135mm
外装材用ビス	—	—	—	—	150mm
備考	標準仕様	断熱材用ビス検証	断熱材押さえ効果	断熱材押さえ効果	外装材用ビス増打ち効果

4. 供試材

梁はベイマツ、壁柱、太間柱、間柱、土台、補助棧、縦胴縁はスギを用いた。断熱材にはフェノールフォーム保温材を、外装材には薄形 ALC パネル(t37mm)を用いた。各供試材の詳細を表3に示し、各試験体の詳細断面図を図1に示す。

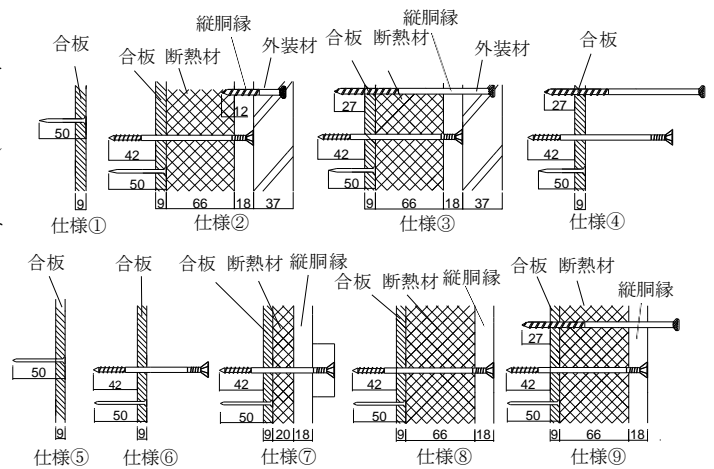


図1 試験体の詳細断面図

表 3 供試材の詳細一覧

部材名 (樹種、等級など)	寸法
梁 (ベイマツ)	105×180-3120 (mm)
壁柱 (スギ)	105×105-2511 (mm)
太間柱 (スギ)	45×105-2511 (mm)
間柱 (スギ)	30×105-2511 (mm)
補助棧 (スギ)	20×50-1820, 66×50-1820 (mm)
縦胴縁 (スギ)	18×45-2616 (mm)
土台 (スギ)	105×105-2500 (mm)
合板 (構造用合板特種 2 級)	910×2616(t=9) (mm)
断熱材 (JIS A 9511 フェノールフォーム保温材)	910×1820(t=20, 66) (mm)
外装材 (JIS A 5416 薄形 ALC パネル)	606×1820(t=37) (mm)
ホールダウン金物 (JIS G313 SPHC) タナカ : S10A01-03	6.0×40×345 (mm)
ホールダウン金物用 (JIS G313 SPHC) 柱頭ボルト	M16, L=420mm
ホールダウン金物用 (JIS G313 SPHC) 柱脚ボルト	M16, L=350mm
角座金 (JIS G313 SPHC)	80×80×9t (mm)
アンカーボルト (中ボルト・強度区分 4.8)	M16 L=165mm
断熱材用ビス (FV6×110M、FV6×135M)	L=110mm、135mm
外装材用ビス (丸ネジ)	L=150mm

5. 試験体製作

断熱材及び外装材の施工は、メーカーが定める施工標準に則り行った。また、増打ち効果を確認するためにビスのみを打込んだ試験体では、ビスの打込み深さを同一とした。

6. 実験方法

本実験では、日本工業大学内にある加力フレーム試験機 (H3800×W8000mm) を用いて「JIS A 1414-2」に準じた面内せん断試験 (日本式) を行った。油圧ジャッキを用いて試験体に正負交番繰り返し荷重を加えた。各層間変形角ごとに 3 回の繰り返し水平加力を行った後、1/15rad. まで引き壊した。試験体の高さから算出した層間変形角ごとの変形量を表 4 に示す。

荷重の測定には 300kN 用ロードセルを用いた。変位計は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 2008 年度版」に準じて設置し、想定される変位量に応じて 4 タイプを使い分けた (表 5)。また、本実験では外張り断熱を施した外装材と躯体の変位量の差異を確認するため、外装材の上部及び下部 (上端、下端よりそれぞれ 100mm の位置) に変位計を独自に設置した。

7. まとめ

本報では試験体の概要および試験体の製作、面内せん断試験の概要について報告を行った。【その 2】、【その 3】では面内せん断試験から得た測定値や試験体の破壊性状をもとに、各パラメータが許容水平耐力へ与える影響について考察し報告を行う。

参考文献

- [1] 杉山英男: 木質構造 第 4 版 共立出版株式会社, 2008
- [2] 一般財団法人 日本規格協会: JIS A 1414-2 建築用パネルの性能試験方法 第 2 部: 力学特性に関する試験, 一般財団法人建材試験センター, 2010
- [3] 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 2008 年度版 日本住宅・木材技術センター, pp. 565-568, 2008

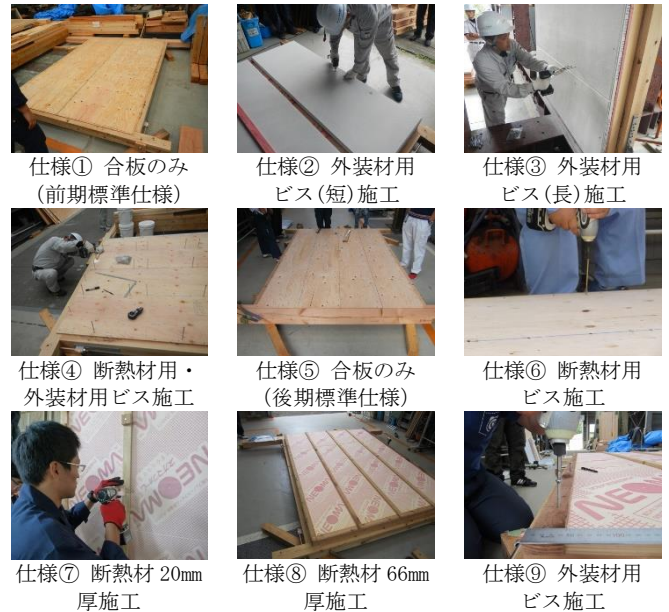


図 2 試験体製作の様子

表 4 層間変形角ごとの変形量

層間変形角 (rad.)	1/600	1/450	1/300	1/200	1/150	1/100	1/75	1/50	最終破壊
変形量 (mm)	4.42	5.90	8.85	13.27	17.69	26.54	35.38	53.07	引き壊し*
繰り返し回数 (回)	3	3	3	3	3	3	3	3	—

*1 1/15rad. (176.90mm) を最終目標とした

表 5 計測項目と測定器一覧

CH	計測	変位	変位計受け材	測定器	単位	係数
0	荷重	—	—	データロガー 300kN 用	kN	-0.1498
1	柱-鉛直変位 (加力機側)	絶対変位	アングル+プラス板	CDP50	mm	-0.005
2	柱-鉛直変位	絶対変位	アングル+プラス板	CDP50	mm	0.005
3	土台-鉛直位 (加力機側)	絶対変位	アングル+プラス板	CDP50	mm	-0.005
4	土台-鉛直位	絶対変位	アングル+プラス板	CDP50	mm	0.005
5	土台-水平変位	絶対変位	アングル+プラス板	SDP100	mm	0.02
6	梁-水平変位	絶対変位	—	DP1000E	mm	-0.1
7	PB-水平変位 (下部)	絶対変位	プラス板	SDP100	mm	-0.02
8	PB-水平変位 (上部)	絶対変位	—	DP500B	mm	0.1

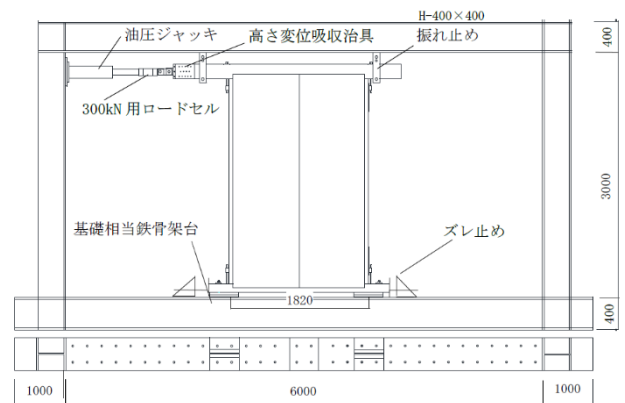


図 3 加力フレーム試験機

- *1 旭化成建材 修士(工学)
- *2 日本工業大学 工学部 建築学科
- *3 日本工業大学大学院 建築デザイン学専攻 博士課程 修士(工学)
- *4 さくら構造 修士(工学)
- *5 えびす建築研究所
- *6 日本工業大学 工学部 教授・博士(工学)

- *1 Asahi Kasei Construction Materials Corporation, M. Eng.
- *2 Undergraduate Student, Nippon Institute of Technology.
- *3 Graduate Student, Nippon Institute of Technology.
- *4 Sakura Kozo Corporation, M. Eng.
- *5 Ebisu Building Laboratory
- *6 Prof., Nippon Institute of Technology, Dr. Eng.