

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2 重ね張り効果、ビスの増打ち効果(前期仕様)

正会員 ○渡辺 貴樹*1 同 大塚 弘樹*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 壁倍率

1. はじめに

本報では前報【その1】に引き続き、前期仕様①～④の試験結果を基に比較、考察を述べる。

2. 試験結果

試験結果の一覧を表1に、試験体の荷重-変形角グラフを図1に示す。最大耐力は仕様③が最も高い値となった。しかし、短期許容せん断耐力 Pa については仕様④よりも高い値となった。これは、仕様③のみ Pa の決定要因が $P_u \times (0.2/D_s)$ となった事に起因すると考えられる。仕様③の試験途中で油圧ジャッキに負荷が生じたため、1/15rad. ではなく 1/25rad. 時点でやむを得ず加力を中止した影響によるものと思われる。その結果 D_s 値が他の仕様よりやや高くなり、決定要因が変わったことで壁倍率が高く算出されたと考えられる。仕様③の加力を他の試験体と同様に 1/15rad. まで行ったら仮定すれば、Pa の決定要因は他仕様と同じく P_y となる。この場合、 $P_a = 22.21kN$ 、壁倍率 = 6.23 倍となり、仕様③はさらに高い水平耐力を有していると考えられる。

3. 損傷状態

建築基準法上で大地震相当とする 1/120rad. 迄は、ほとんど損傷は見られなかった。よって、ここでは目立った損傷が現れ始めた+1/75rad. の3サイクル目以降から最終破壊サイクル終了となる 1/15rad. 時までの破壊挙動や損傷を試験体ごとに示す(図2)。

仕様①：+1/50rad. の1サイクル目から合板の隅角部に縁切れが見られた。また、最終破壊サイクルの 1/15rad. 到達までに釘のパンチングアウトや引き抜けがみられた。

仕様②：最終破壊サイクルの 1/15rad. 到達時に、油圧ジャッキ側の外装材隅角部と土台側の外装材隅角部に亀裂や割裂がみられた。

仕様③：最終破壊サイクルの 1/25rad. 迄は、外装材などに目立った損傷はみられなかった。荷重除荷後も損傷は確認できなかった。(油圧ジャッキへの過負荷のため止むを得ず 1/25rad. で終了した)

仕様④：-1/75rad. の3サイクル目に外装材用ビスの頭が合板の傾きで上下方向へ傾いた。また、-1/50rad. の3サイクル目に間柱が土台から引き抜けた。さらに、最終破壊サイクルの 1/25rad. 時点で、太間柱に釘打ちされている合板の開きがみられた。

損傷を比較すると、外装材を用いた試験体は、合板のみの試験体に対して合板の面外たわみを抑制しているこ

表1 試験結果の一覧

項目	単位	仕様①	仕様②	仕様③	仕様④
Pmax	kN	22.02	34.60	36.85	28.76
Py	kN	12.34	19.58	22.21	16.24
2/3Pmax	kN	14.68	23.07	24.57	19.17
P _{120rad.}	kN	15.88	21.42	24.12	20.07
P _u × (0.2/D _s)	kN	12.43	20.88	20.40	18.01
P _u	kN	18.73	31.75	33.56	25.35
μ (塑性率)		6.01	5.91	5.12	6.81
D _s (構造特性係数)		0.30	0.30	0.33	0.28
P _a (短期許容せん断耐力)	kN	12.34	19.58	20.40	16.24
相当壁倍率	倍	3.46	5.49	5.72	4.55

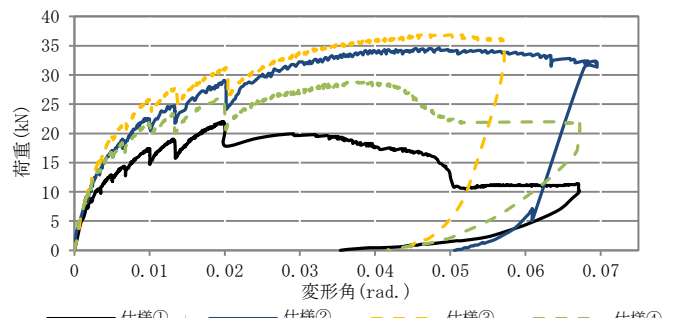


図1 試験体の比較 (荷重-変形角グラフ)



図2 損傷箇所の一例

4. 考察

4.1 ビスの増打ち効果

ビスの増打ち効果について、(仕様①と仕様④の比較)では、外装材用ビスと断熱材用ビスを増打ちした仕様④が仕様①に対して最大耐力、Pa、壁倍率などで上回った。短期許容せん断耐力 Pa で比較すると、仕様④と仕様①の差が 30%ほどであることから合板の上から各部材を固定するビスを増打ちしたことによる増打ち効果は 30%ほどであると考えられる。

4.2 重ね張り効果

外装材と断熱材の重ね張り効果について、(仕様③と仕様④の比較)では、全ての項目で仕様③が仕様④を上回った。Pa の差は 4.16kN(25.6%)であった。断熱材と外装材および、これらを留めつけるビスを施工することで、合板の面外変形を抑制する重ね張り効果は 26%ほどである。

仕様③では加力中の各ビスの動きは見られなかった。しかし、解体時に外装材用ビス、断熱材用ビスがともに曲がっていることが確認された(図 5)。仕様④は断熱材用ビス、外装材用ビスが合板の変形に伴い上下方向へ動いた(図 6)。加力後の観察では、最終的にビス周りの合板が損傷している事が確認された。以上より、断熱材と外装材を重ね張りした事で、加力中の合板の面外変形を抑制することができたと考えられる。また、ビスはせん断に抵抗する要素としても、効果を発揮できたことがビスの曲りから見て取れる。これら重ね張りをした効果により仕様③では耐力を向上することができたと考えられる(図 7、8)。よって重ね張り効果は、25%であると考えられる。

4.3 ビス長さの違いが壁倍率に及ぼす影響について

仕様②(外装材用ビス L=60 mm、図 9)と仕様③(外装材用ビス L=150 mm、図 10)の比較を行った(図 11)。その結果、仕様③は初期剛性が 8%、最大耐力が 6%、Pa と壁倍率が 4%仕様②を上回った。外装材用ビスが、仕様②では縦胴縁に留付けられているのに対し、仕様③では胴縁や断熱材、合板を貫通して躯体に留付けられているため、一体性が増し、面外変形を抑制することになり、高い性能を発揮したと思われる。しかし、エネルギー吸収能力、Ds では仕様②が仕様③に比べて良い値となった。これは仕様③の最終破壊サイクル 1/25rad. 時点でジャッキに負担がか

かり、1/15rad. に至るまで加力することが出来なかったためと考えられる。以上より外装材用ビスは柱に達するまで長い方が望ましい。しかしながら、仕様②でも十分な耐震性能を有している。

5. まとめ

5.1 釘やビスの増打ち効果について

外装材用ビスと補助棧+断熱材用のビスを増打ちしたことで各釘・ビスの耐力負担が軽減され、最大耐力・Pa・壁倍率がそれぞれ 30%程度向上した。この 30%が外装材用ビスと断熱材用ビスの増打ち効果であると考えられる。

5.2 外装材の重ね張り効果について

外装材と断熱材を重ねて施工した場合、面外変形の抑制、部材間の摩擦及びせん断力に対するビスの抵抗力が増すため、最大耐力、Pa、壁倍率が 25%程度向上した。この 25%が外装材の重ね張り効果の影響と言える。

5.3 ビス長さの違いが壁倍率に及ぼす影響について

外装材を留めるビスを長くすることで壁倍率が 4%程度向上した。加力を最終破壊サイクル 1 の/25rad. 時点で中止したため、加力を続けていれば、さらに高い壁倍率となったと考えられる。

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，2008



図 5 仕様③ 解体時の外装材用ビス
図 6 仕様④ 加力中の外装材用ビス
図 7 仕様③ 合板の開き無し
図 8 仕様④ 合板の開き

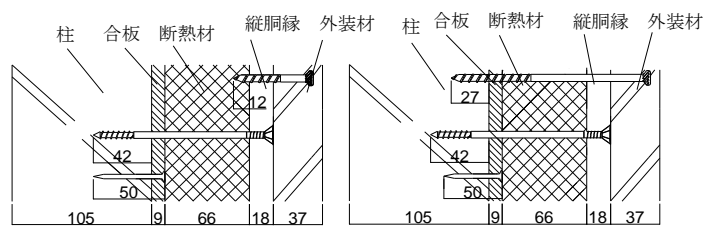


図 9 仕様② 詳細断面図
図 10 仕様③ 詳細断面図

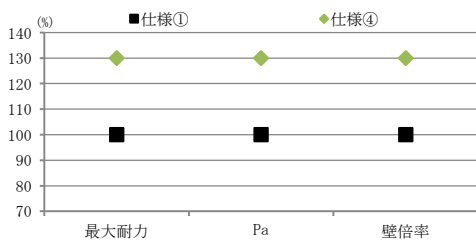


図 3 仕様①と仕様④の比較

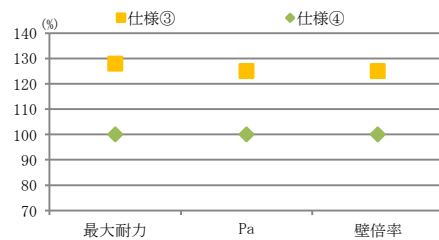


図 4 仕様③と仕様④の比較

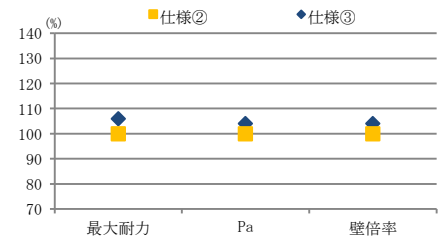


図 11 仕様②と仕様③の比較

*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, M. Eng.
*4 Sakura Kozo Corporation, M. Eng.
*5 Ebisu Building Laboratory
*6 Prof., Nippon Institute of Technology, Dr. Eng.