

非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討
その 12・壁の高さ・長さの変化が高耐力壁の特性に与える影響に関する実験的研究

正会員
正会員

○中村 亮太*1
花井 勉*2

飯田 秀年*1
大橋 好光*3

中大規模木造建築 構造用合板 耐力壁試験
軸組構法

1. はじめに

非住宅・中大規模木造の耐力壁として、本事業では一般流通材を用いた軸組構法耐力壁の開発検討を行ってきた。その 10¹⁾で報告したように目標耐力 30kN/m（壁倍率 15 倍相当）で、靱性のある破壊性状となる仕様について、実験等によりその特性を確認した。本報告では実設計を想定し耐力壁の高さや長さが増えた場合の耐力壁の特性に与える影響に関して実施した実験的検討について報告する。

2. 試験計画

本試験でも真のせん断変形角評価で 30kN/m（壁倍率 15 倍相当）の耐力かつ靱性のある破壊性状を目標とした。その 10 で報告した No.43〔構造用合板 18mm 厚（全層カラマツ）を用いた大壁仕様〕及び No.45〔構造用合板 24mm 厚（全層スギ）を用いた真壁仕様〕を標準仕様とし、耐力壁の特性変化を確認するため高さ・長さをパラメータとした（面材釘のピッチは同じ）。標準仕様（No.43,45）の壁長さ 1.0P×壁高さ 3680mm に対し壁長さは 1.5P、2.0P、高さは 2920mm とした。長さ方向の面材割付については大壁仕様の場合は 0.5P+1.0P、0.75P+0.75P、真壁仕様は 0.75P+0.75P とした。大壁、真壁ともに壁面材と床面材にはクリアランス 30mm を設け、真壁は壁面材と各軸材間にもクリアランス 20mm を設ける仕様とした。また、真壁仕様は施工性を考慮し柱側受材勝ちから胴つなぎ材勝ちへ仕様変更した。試験体仕様を表.1 及び図.1 に示す。柱頭及び柱脚にはめり込み補強金物を配置するが、別途検討した結果を反映しせん断力を負担できるよう立ち上がりを追加する改良を施した（図.2）。なお、試験体は各仕様 1 体である。

表.1 試験体仕様

No.	仕様	壁長さ*1	壁高*2 (mm)	壁面材	面材釘*3
43-4	大壁	1.0P	3680	全層カラマツ 18mm 片面	A
47-1	大壁	1.0P+1.0P	3680	全層カラマツ 18mm 片面	A
49-1	大壁	0.5P+1.0P	3680	全層カラマツ 18mm 片面	A
50-1	大壁	0.75P+0.75P	3680	全層カラマツ 18mm 片面	A
52-1	大壁	1.0P	2920	全層カラマツ 18mm 片面	A
45-4	真壁	1.0P	3680	全層スギ 24mm 片面	B
48-1	真壁	1.0P+1.0P	3680	全層スギ 24mm 片面	B
51-1	真壁	0.75P+0.75P	3680	全層スギ 24mm 片面	B
53-1	真壁	1.0P	2920	全層スギ 24mm 片面	B

※1：1P=910mm、※2：横架材芯間距離
※3：A；外周 CNZ75 @ 75mm 2 列千鳥（横方向@200mm 2 列千鳥）
B；外周 CNZ75 @ 50mm 2 列千鳥（横方向@200mm 2 列千鳥）

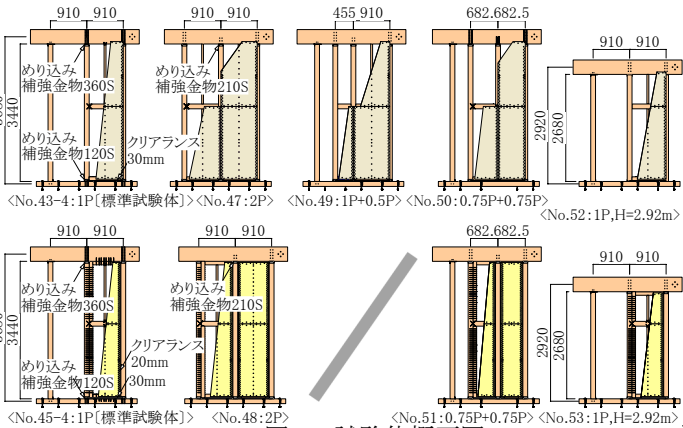


図.1 試験体概要図

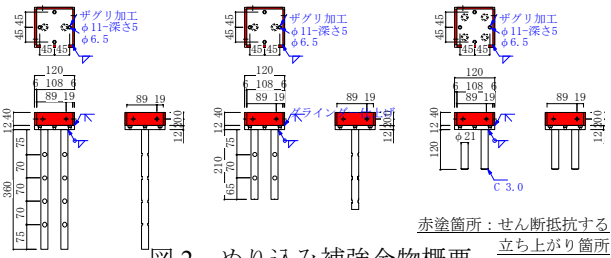


図.2 めり込み補強金物概要

3. 試験方法

試験はタイロッド式試験とする。真のせん断変形角(γ)制御で、1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30rad（1/30radのみ1回、その他は各3回）の正負交番载荷とし、その後単調载荷とした。

4. 試験結果

4.1 結果概要

各試験体の単位壁長さあたりの荷重変形関係を図.3 に示す。グレー本²⁾及び中大規模グレー本³⁾に準拠し、真のせん断変形角で評価した構造特性値を表.2 に示す。グレー本に準拠した評価法では、いずれの試験体も $P_{1/150}$ で耐力が決定し相当壁倍率 15~19 倍程度となった。中大規模グレー本に準拠した場合は $0.2Pu\sqrt{2}\mu^{-1}$ で耐力が決定し相当壁倍率 14~18 倍程度となった。

金物や部材の勝ち負けの仕様変更した点について大壁仕様は耐力、剛性への影響はほぼなかった。真壁仕様は耐力が 10%程高くなった。大壁仕様では影響がなかった点から、材料のばらつきや材の勝ち負けの影響によるものと考えられる。

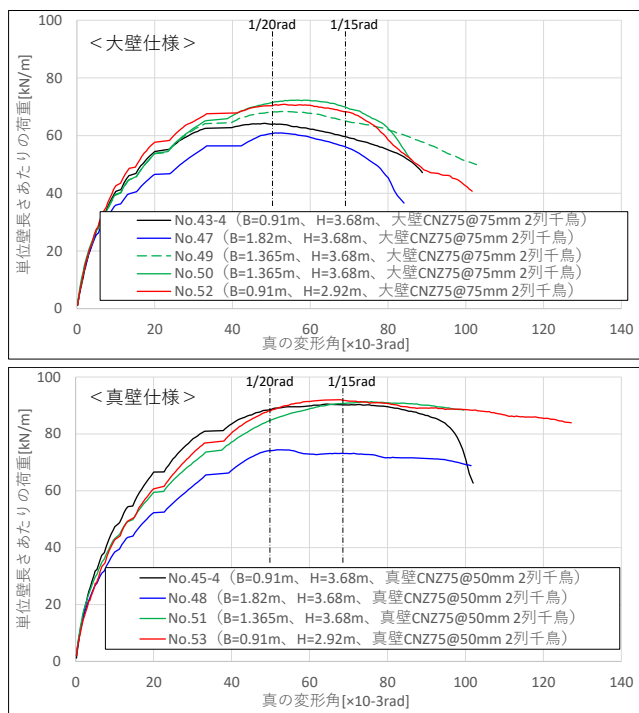


図.3 荷重変形関係

表.2 構造特性値

<大壁仕様>

評価項目\試験体No.	No. 43-4	No. 47	No. 49	No. 50	No. 52
壁長さ (m)	0.91	1.82	1.365	1.365	0.91
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68	3.68	2.92
グレー本準拠: $P_{1/150}$ ^{※1}	32.4	29.5	31.9	32.2	33.3
中大規模グレー本: $0.2P_{0.2\mu-1}$	30.3	27.6	30.1	30.2	31.5
耐力比率 (No.**/No. 43-4) ^{※2}	1.00	0.91	0.98	0.99	1.03

<真壁仕様>

評価項目\試験体No.	No. 45-4	No. 48	No. 51	No. 53
壁長さ (m)	0.91	1.82	1.365	0.91
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68	2.92
グレー本準拠: $P_{1/150}$ ^{※1}	37.3	31.0	34.8	33.3
中大規模グレー本: $0.2P_{0.2\mu-1}$	35.4	29.1	31.9	31.4
耐力比率 (No.**/No. 45-4) ^{※2}	1.00	0.83	0.93	0.89

※1: 壁長さあたりの短期基準せん断耐力 (ばらつき、低減係数は乗じていない) を示す。

※2: グレー本準拠で算出した耐力での比率を示す。

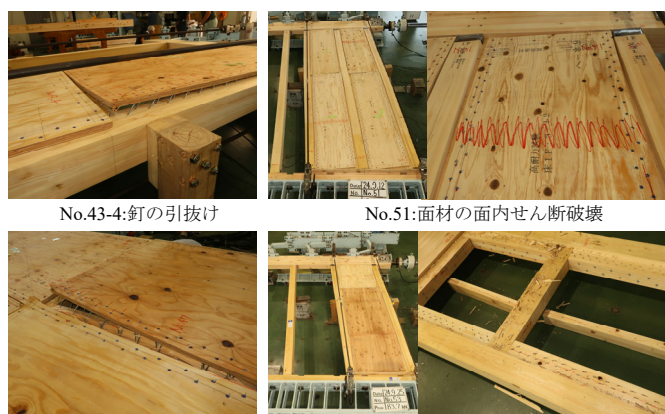


写真.1 破壊性状例

破壊性状は主に釘の引抜け、パンチングアウトであるが、変形角が $1/20\text{rad}$ を超えると大壁では釘の引抜けに伴う柱の割裂、真壁では釘の引抜けに伴う柱側受材の割裂

や面材の面内せん断破壊も確認された (写真.1)。ただし、柱等の割裂や面材の面内せん断破壊による急激な耐力低下 ($1/15\text{rad}$ までは) は認められなかった。

4.2 試験体パラメータと特性値の関係

〔壁長さについて〕: 大壁仕様は、標準仕様に対し長さ 2.0P 試験体は 10%程度、長さ 1.5P 試験体は 2%程度壁長さあたりの耐力が低くなった。1.5P 試験体は面材割付による影響はほぼなかった。耐力は $1.0P \approx 1.5P > 2.0P$ 試験体の順となっており、これは 1P あたりの柱本数が多い仕様ほど高いことがわかる。

真壁仕様は、標準仕様に対し長さ 2.0P 試験体は 17%程度、長さ 1.5P 試験体は 7%程度壁長さあたりの耐力が低くなった。耐力は $1.0P > 1.5P > 2.0P$ 試験体の順で、大壁と同様に 1P あたりの柱本数が多いほど耐力は高くなるが、1P あたりの柱側受材本数が多いほど柱-受材間の変位の影響を受け耐力が低下するものと考えられる。

〔壁高さについて〕: 大壁仕様は、標準仕様に対し高さ 2920mm 試験体は 2%程度耐力が高くなる結果となった。真壁仕様は、標準仕様に対し高さ 2920mm 試験体は 10%程度耐力が低くなる結果となった。標準仕様に対し壁尚の低い仕様の耐力が高かったり低かったりするが、これは文献 4 に「壁高さが 2730mm 以上の試験体では、いずれの壁高さにおいても、各指標値は概ね同じ値となった」とあるように、本報告の高耐力壁においても影響の受けにくい壁高さ範囲であったと考えられる。また、本報告の試験体は壁長さ 1.0P としており、アスペクト比が大きい影響もあったと推察される。

5. まとめ

実験により耐力壁の高さ、長さの変化が特性値に与える影響を確認した。

・1P あたりの柱、受材本数の影響があるため、1P と 2P を包含して評価する場合には 2P で実験し評価をするか、1P の結果に補正をかけることが望まれる。

今後は別途検討している耐力壁の解析モデルにて各パラメータの影響度合いを確認し、耐力壁の適用範囲の検討を進めたい。

なお、本事業は林野庁の「令和 5 年度 木材製品の消費拡大対策のうち CLT 建築実証支援事業のうち CLT 等木質建築部材技術開発・普及事業」のうち「令和 5 年度 (補正) 非住宅・中大規模木造建築用の高耐力壁及び各部要素の開発検討 (継続) 事業」として一般社団法人 木を活かす建築推進協議会が実施したものである。

参考文献

- 1) 大橋好光 他: 非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討 (その 1~11)、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1、2020.9、pp327-334
- 2) 木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2017 年版)、公益財団法人 日本住宅・木材技術センター、2017
- 3) 木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計 (2024 年版)、公益財団法人 日本住宅・木材技術センター、2024
- 4) 林崎正伸 他: 木造軸組耐力壁のせん断性能に与える壁高さ及び壁長さの影響確認実験: その 2 面材耐力壁、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011.8、pp99-100

*1 えびす建築研究所

*2 えびす建築研究所、博士 (工学)

*3 東京都市大学名誉教授・工博

*1 Ebisu Building Laboratory Co.

*2 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.

*3 Prof. Emeritus, Tokyo City Univ., Dr.Eng.