

事業主団体研究開発事業の取組み報告 等価壁量を有する木質フレームの開発

古本 勝則 九州ポリテクカレッジ 建築施工システム技術科 (九州職業能力開発大学校)

1. はじめに

都市部の住宅においては、狭小な敷地に3階建て 住宅を建設し、1階部分に駐車スペースを確保した 住宅計画が見られるが、これらは壁量が不足すると いう問題があった。そこで、ALU建築システム研究 所(団体:木構造研究会)では、接着剤と特殊ボル トの接合具を用いることで、開口部でありながら耐 力壁として壁量を有する木質フレームを開発してい る。しかし、接着剤の注入における施工性や硬化期 間における温度管理の問題を抱えている。これらの ことから接着剤を用いないラグスクリュー型接合具 を開発し、木質フレームのせん断耐力を検証すると ともに、施工性の向上を目指すものである。

2. 試験方法の概要

2.1 ラグスクリューの引抜試験

(1) 試験体と試験方法

10

32

35

予備試験として市販ラグスクリューとベイマツ材

を用い、含水率と気乾比重の測定を行い、単調加力 の載荷方式で引抜試験を行った(図1)。

- ・ベイマツ:105×105×300 (mm)
- ・ラグスクリュー:L=180, 210, 270, 300 (mm)
- ・挿入深さ 繊維方向: 20, 40, 60, 80, 120, 150, 180 (mm) 直角方向:20.40.60.80 (mm) ・試験体数:各6個 計66個

2.2 接合具開発と引抜試験

(1) ラグスクリュー型接合具の開発

接合具はネジ部径28mm, 軸径21mmのラグスクリ ュー型接合具にM16の六角ボルトを挿入して緊結す る方法とし、柱材の断面(120×240)と引抜耐力を 考慮して図2の形状とした。



(2) 試験体と試験方法

試験体は欧州赤松集成材を使用し,試験方法はラ グスクリューの引抜試験と同様に行った(図3)。

- ・欧州赤松集成材 (E120) : 120×240×350 (mm) 120×240×450 (mm)
- ・接合具:ネジ部径28mm

ネジ部長さ100, 200 (mm)

- ・挿入方向:繊維方向,繊維に直角方向
- ・ネジ部の挿入深さ:50, 100, 150, 200 (mm)
- ・試験体数:各6個 計48個



図3 接合具引抜試験



図4 曲げ試験

2.3 接合具を用いた曲げ試験

(1) 試験体と試験方法

試験体は柱に梁を15mmの大入れとし、4セット のラグスクリュー型接合具を用いて接合した。試験 方法は、試験体の柱材を水平加力装置内にM16の座 付ボルト4本で固定し、柱心から1,500mmの位置で 梁材に水平力を加え、(財)日本住宅・木材技術セン ターの火打ち材接合部の面内せん断試験方法に準じ て行った(図4)。

・欧州赤松集成材 (E120):柱120×240×1,200 (mm) 梁120×360×1,500 (mm)

·試験体数:3体

2.4 接合具を用いたフレームせん断試験

試験体と試験方法

試験体は、ラグスクリュー型接合具8セットを用 いて柱材と梁材を門型に接合した梁スパン2,610mm, 3,520mmの2種類とした。試験方法は、試験体を壁 せん断試験装置内に柱脚金(カナイ(株)THD-30)4セ ットで固定し、柱脚から2,793mmの位置で水平力を 加え、(財)日本住宅・木材技術センターの面内せん 断試験の方法(柱脚固定式)に準じて行った(図5)。 ・欧州赤松集成材(E120):柱120×240×3,000(mm)

梁120×360×2,400, 3,310 (mm)

・試験体数:各3体 計6体



図5 フレームせん断試験

3. 試験結果と考察

3.1 ラグスクリューの引抜試験結果と考察

各挿入深さにおける短期基準接合耐力Ptを、日本 住宅・木材技術センターの仕口・継手の評価方法に 準じて評価し、ベイマツ比重を0.53(測定値)とした 木質構造設計規準の式と比較すると図8となる。繊 維に直角方向は木質構造設計規準の式を適用でき, 繊維方向はその75%を上回ることが確認できた。

3.2 接合具の引抜試験結果と考察

ラグスクリュー型接合具の引抜試験も同様に評価 し、アカマツ比重0.53(建築材料用教材:日本建築学 会)とした木質構造設計規準の式と比較すると図11 となる。繊維に直角方向では規準式とほぼ一致して おり、繊維方向はその75%を上回っている。接合具 仕様での最大荷重の平均で比較すると,繊維方向 200mmで72.5kNとなり、繊維に直角方向150mmで 58.4kNとなった。



万能試験機とデータロガー 写真1

写真3 繊維方向引抜破壊

3.3 接合具を用いた曲げ試験結果と考察

3回の正負交番載荷における終局側の最初の荷 重-真のせん断変形角曲線を包絡処理すると図12と なる。これらから、短期基準モーメントを求めると 表1となった。

試験体TB-1は,固定座金として6×54×54を使用 したためめり込みを生じ,柱のせん断破壊を示した。 TB-2とTB-3は固定座金に9×120×120を使用した ので,柱のせん断は生じず,梁材の割裂と同時に引 抜きで破壊を示した(写真6,写真7,写真8)。

また,短期基準モーメントMoは,割裂による急激 な耐力低下により,塑性率が低くなったため構造特 性係数Dsが大きくなり,14.464kNmとなった。

引抜試験結果より,柱側接合具での引抜破壊を想 定していたが,柱のせん断や梁の割裂が生じ,接合 具の接合剛性が高いことを示している。



写真4 接合状況(材をカット)



写真5 曲げ試験

Mmax (kNm) Mmax * 2/3 (kNm) My (kNm) M150 (kNm) Mu * (0.2/Ds) (kNm)

23.652

26.016

16.817

22.162

4.777

0.216

0.471

0.898

19.912

14.464

13.697

23.129

22.058

19.628

5.164

0.263

0.471

0.876

17.195



図12 曲げモーメント―真の変形角曲線



写真6 TB-1 せん断破壊



試験体名

TB-1

TB-2

TB-3

平均(Av)

標準偏差(SD)

変動係数(CV)

ばらつき係数

平均×ばらつき係数

短期基準モーメントMo

K 値 (n=3)

42.825

48.945

34.065

41.945

写真7 TB-2割裂破壊



写真8 TB-3割裂後の梁側引抜

表1 曲げ試験結果

28.550

32.630

22.710

27.963

4.986

0.178

0.471

0.916

25.615

14.136

20.553

13.996

16.229

3.746

0.231

0.471

0.891

14.464

3.4 接合具を用いたフレームせん断試験結果と考察 短期基準せん断耐力Poは, 6.042kNと6.641kNにな り,スパン2,610mmでは壁倍率1.18倍,壁量3.08m, スパン3,520mmでは壁倍率0.96倍,壁量3.38mとなっ た。破壊性状は,曲げ試験のせん断破壊と同様に, 柱の変形が進み,すべての試験体で柱頭部のせん断 破壊を生じた。ここでも接合剛性が高いことを示し ている(表2,表3,写真10,写真11,写真12)。



図13 荷重--見かけのせん断変形角曲線 (スパン2,610mm)



図14 荷重-見かけのせん断変形角曲線 (スパン3,520mm)



写真10 載荷側柱のせん断破壊



写真11 柱のせん断破壊



写真9 フレームせん断試験

表2 フレームせん断試験結果(スパン2,610mm)

試験体名	Pmax(kN)	Pmax *2/3(kN)	Py(kN)	P120(kN)	$\mathrm{Pu} \boldsymbol{\ast} (0.2/\mathrm{Ds}) (\mathrm{kN})$		
F15-1	20.660	13.773	13.152	6.807	5.560		
F15-2	22.000	14.667	17.813	11.144	11.090		
F15-3	21.100	14.067	16.268	7.051	5.867		
平均(Av)	21.253	14.169	15.745	8.334	7.506		
標準偏差(SD)		0.455	2.374	2.437	3.108		
変動係数(CV)		0.032	0.151	0.292	0.414		
K 値 (n=3)		0.471	0.471	0.471	0.471		
ばらつき係数		0.985	0.929	0.862	0.805		
平均×ばらつき係数		13.954	14.626	7.187	6.042		
短期基準せん断耐力Po	6.042						
壁倍率	1.18						

表3 フレームせん断試験結果 (スパン3,520mm)

試験体名	Pmax(kN)	Pmax * 2/3(kN)	Py(kN)	P120(kN)	$\mathrm{Pu} \boldsymbol{*} \left(0.2/\mathrm{Ds} \right) \left(\mathrm{kN} \right)$		
F2-1	24.550	16.367	16.706	9.473	9.109		
F2-2	23.300	15.533	17.111	8.397	5.856		
F2-3	21.040	14.027	15.371	6.993	7.264		
平均(Av)	22.963	15.309	16.396	8.288	7.410		
標準偏差(SD)		1.186	0.910	1.244	1.631		
変動係数(CV)		0.077	0.056	0.150	0.220		
K 値 (n=3)		0.471	0.471	0.471	0.471		
ばらつき係数		0.964	0.974	0.929	0.896		
平均×ばらつき係数		14.750	15.967	7.702	6.641		
短期基準せん断耐力Po	6.641						
壁倍率	0.96						



写真12 柱のせん断破壊

技能と技術

4. 施工手順

プレカットで下穴を開け、以下の手順で施工した。

- ① 柱に電動レンチで接合具を挿入する(写真13)。
- ② 梁に電動レンチで接合具を挿入する(写真14)。
- ③ M16六角ボルトを挿入する(写真15)。
- ④ 手動のレンチで締め付ける(写真16)。
- ⑤ 柱脚金物を挿入する(写真17)。
- ⑥ 柱脚金物にドリフトピンを打ち込む (写真18)。

5. おわりに

今回開発した木質フレームとすでに開発されてい る接着剤を用いたまぐさ形式のフレーム(ALU建築 システム研究所)を比較すると、壁量が1mほど少 なくなった。これは横架材が1本となり、横架材と 柱脚までの距離が長くなったためと思われる。今回 開発した木質フレームは、すべて柱のせん断破壊を 示しており、塑性率が低くなることで壁量が決定さ れている。施工性としては、接合具の挿入段階で梁 材が割れたため,ネジ切用に改良した接合具で一度 ネジを切った後に接合具を挿入した。また,下穴の 加工精度により接合具挿入精度が決まり,部材の組 立が困難となった。

今後の課題は,施工性の向上として挿入時の割れ 防止と下穴加工における誤差吸収の検討が必要であ る。壁量を向上させるには,靭性に富んだ柱側接合 具での引抜で抵抗させることにより,塑性率を大き くすることが考えられる。

[謝辞]

本研究をすすめるに当たり,接合具の試作品を製 作していただいた生産技術科の西原邦男助教授,な らびに,試験治具を作成していただいた建築施工シ ステム技術科の奥屋和彦教授に感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 『木造軸組工法の許容応力度設計』,日本住宅・木材技 術センター.
- 2) 『枠組壁工法建築物構造計算指針』,日本ツーバイフォ ー建築協会.
- 3)『木質構造設計規準·同解説(第2版)』,日本建築学会.
- 4) 『木質構造建築読本』, 木質構造研究会編.



写真13 柱の接合具挿入



写真16 六角ボルト締付け



写真14 梁の接合具挿入



写真17 柱脚金物挿入



写真15 六角ボルト挿入



写真18 ドリフトピン打ち込み