

変形性能を向上した靱性型コネクタを用いた木質ラーメン工法の開発
— 柱脚接合部のモーメント加力試験 —

正会員 ○ 粥川 貴斗*1 正会員 澤野 太地*1
正会員 田中 圭*2 正会員 山根 光*3

GIR 接着剤 モーメント抵抗性能

はじめに

近年、中規模木造ラーメン構造ビルを想定し、その柱・梁接合部に、靱性型コネクタを用いた場合のモーメント抵抗接合部の性能を明らかにすることを目的とした構造実験が行われてきた¹⁾。しかし、これまでの靱性型コネクタでは、金物の伸び量は最大 20mm であり、柱や梁の材せいが 60mm を超えると十分な靱性能の確保が難しく、変形性能 1/30rad をクリアすることが困難な状況にある。そこで本研究ではさらに変形性能を向上した靱性型コネクタの開発を行い、接合部にこのコネクタを用いた場合のモーメント抵抗接合部の性能を明らかにするため接合部実験を行ったので報告する。

1 試験概要

1.1 試験体

表 1 に試験体リスト、図 1 に試験体形状、図 2 に靱性型コネクタ形状、図 3 にせん断金物形状を示す。試験体の母材はすべて集成材とし、スギ (E65-F225)、ヒノキ (E95-F270)、カラマツ (E95-F315)、オウシュウアカマツ (E105-F300) を用いた。接合金物は変形性能を向上させた靱性型コネクタ (M20、M30 : (株) スクリムテック ジャパン製) を用い、引張側、圧縮側のそれぞれ 2 本の計 4 本配置し、外側に 590mm、内側に 540mm 埋め込む設計とした。また、接合金物がせん断力を負担しないように、せん断金物両面を鋼板ではさみ、普通ボルト (M12 : 強度区分 4.8) で緊結した。基礎と試験体の固定は、高力ボルト (M30 : 強度区分 10.9) で基礎と緊結し、締め付けはトルクレンチを用いて行い 200N・m で統一した。充填用接着剤はエポキシ樹脂接着剤 (AHC-E : (株) ホームコネクタ製) を用い、養生期間は 7 日以上とした。

表 1 試験体リスト

試験体名	樹種	試験体断面	接合金物本数	接合金物埋込み深さ	せん断金物本数	せん断金物埋込み深さ	試験体数
C12AS1	スギ(E65-F225)	120×450	4本	外側: 590 内側: 540	2本	250	1体
C12AS2	ヒノキ(E95-F270)						1体
C12AS3	カラマツ(E95-F315)				3体		
C12AS4	オウシュウアカマツ(E105-F300)	1体					
C12CS3	カラマツ(E95-F315)	120×600	3本	1体			
C12ES1	スギ(E65-F225)	120×750	4本			1体	
C12ES3	カラマツ(E95-F315)					3体	
C12ES4	オウシュウアカマツ(E105-F300)					1体	

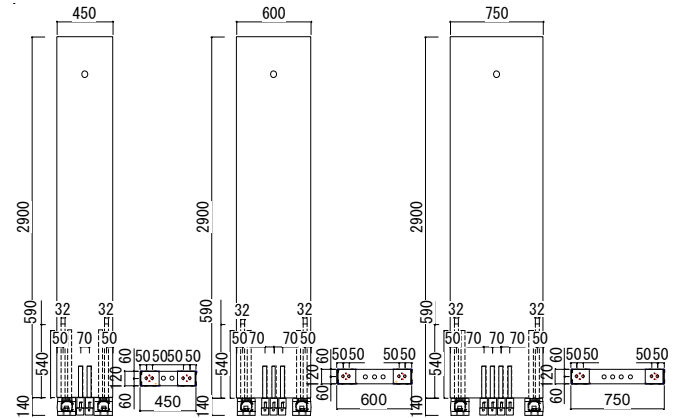


図 1 試験体形状 (mm)



図 2 靱性型コネクタ形状 (mm)



図 3 せん断金物形状 (mm)

1.2 試験方法

加力方法は正負交番・同一履歴 3 回繰り返した。それぞれ繰り返し履歴は「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」²⁾に準拠し、みかけの変形角が 1/450~1/30rad とし、その後は 1/15rad まで引ききりとした。加力は 500kN 複動油圧ジャッキ ((株) 理研精機 : D5-500) により行った。

2 試験結果

2.1 モーメント・接合部回転角

図 4~8 に代表的なモーメント・接合部回転角関係、写真 1~5 に代表的な破壊性状を示す。

試験体断面が 120×450 の試験体 (C12AS) に関して、すべての試験体で、7 サイクル (みかけの変形角 1/50rad) で降伏挙動を示し、その後は 9 サイクル (1/15rad) まで引き切り実験は終了した。

試験体断面が 120×600 の試験体 (C12CS3) に関して、6 サイクル (1/75rad) で降伏挙動を示し、その後は 9 サイクルまで引き切り実験は終了した。

試験体断面が 120×750 (C12ES) に関して、すべての試験体で、6 サイクルで降伏挙動を示した。その後、C12ES1 について、7 サイクル 2 回目 Push 時に引張側の内側コネクタ位置で割裂が生じ、3 回目 Pull 時に圧縮側で割裂が試験体上部まで増大し荷重が低下したため実験は終了した。C12ES3 について、8 サイクル (1/30rad) 2 回目でコネクタの座屈による割裂がみられた。それに加え、No.2 の試験体では 8 サイクル 1 回目 Push 時に圧縮側のせん断キー位置で割裂がみられた。C12ES4 について、8 サイクル 2 回目 Pull 時に圧縮側の内側コネクタ位置で割裂が生じ、3 回目 Pull 時に圧縮側で割裂が試験体上部まで増大し荷重が低下したため実験は終了した。

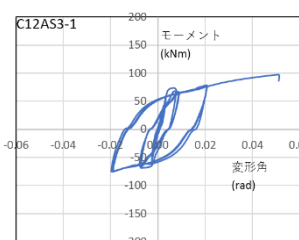


図 4 M-θ 関係

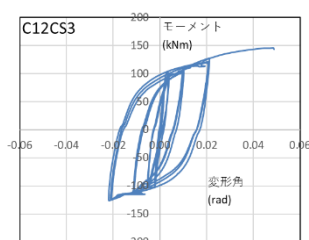


図 5 M-θ 関係

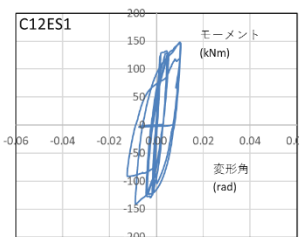


図 6 M-θ 関係

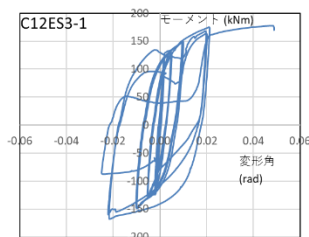


図 7 M-θ 関係

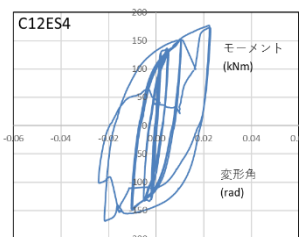


図 8 M-θ 関係



引ききり

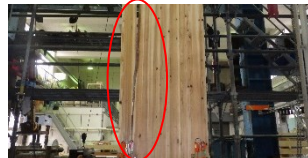
(C12AS3-1)

写真 1 破壊性状



割裂 (コネクタ位置)
(C12CS3)

写真 2 破壊性状



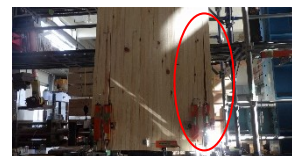
割裂(試験体上部)
(C12ES1)

写真 3 破壊性状



座屈による割裂破壊
(C12ES3-1)

写真 4 破壊性状



割裂(コネクタ位置)
(C12ES4)

写真 5 破壊性状

2. 2 構造特性係数

図 9 に構造特性係数 D_s を示す。ここでの構造特性係数 D_s は、完全弾塑性モデルに置換し算出した塑性率を用いた。すべての試験体で構造特性係数 D_s は 0.3 以下を示し、従来の GIR 接合を用いたモーメント抵抗接合部¹⁾と比べ高い変形性能を示したといえる。

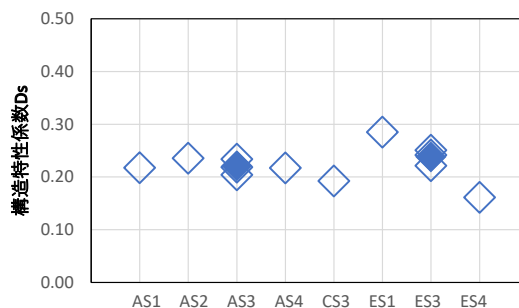


図 9 構造特性係数

3 まとめ

本論では変形性能を向上した靱性型コネクタの開発を行い、接合部にこのコネクタを用いた場合のモーメント抵抗接合部の性能を明らかにするため接合部実験を行った。試験体断面 120×750 の試験体では、1/30rad まで達することができたが、座屈による割裂が生じたことから、柱せいの大きい場合、引張で伸びた接合金物が圧縮で座屈し、集成材を割裂させてしまうことが分かった。今後は変形性能を制御しているボルト部分に座屈補剛をする等の改善が必要である。

謝辞

本研究は国土交通省 (令和 5 年) 「住宅・建築生産性向上促進事業 (うち、住宅生産技術イノベーション促進事業)」による助成を受けて実施したものです。

参考文献

- 1) 澤野太地他: 接合金物と接着剤を併用した木材接合法の強度発現機構に関する研究 (その 25) 靱性型コネクタを用いて直接接合した柱・梁接合部モーメント抵抗性能 日本建築学会九州支部研究報告第 62 号, pp.401-404 2023.3
- 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

*1 大分大学・大学院生
*2 大分大学・准教授・博士 (工学)
*3 (株) えびす建築研究所・修士 (工学)

*1 Graduate Student, Oita University
*2 Associate Professor, Oita University, Dr. Eng.
*3 Ebisu Building Laboratory Co., Mr. Eng.