

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  
その 2：ト型、L型、十字型、T型接合部のモーメント加力試験

正会員 ○粥川 貴斗\*1      正会員 永井 幸太\*1      正会員 森 勇太\*1  
正会員 山根 光\*2      正会員 田中 圭\*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、接合金物(以下、靱性型コネクタ)を用いた場合のモーメント抵抗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<sup>1)2)</sup>。しかし、これまでの靱性型コネクタでは、材せいが600mmを超えると十分な靱性能の確保が難しく、コネクタの座屈による木材の割裂、施工法の問題など、課題が残る結果となった。

そこで、本報では、それらの問題の改善を行い、新たに、ト型接合部、L字型接合部、十字型接合部、T型接合部を想定とした構造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 に靱性型コネクタ形状、図 2 に接合部詳細、図 3～6 に各接合部試験体形状を示す。

試験体の母材には構造用集成材カラマツ(E95-F270)を使用し、接合金物は変形性能を向上させた靱性型コネクタ(M20(SNR490B)、M30(強度区分 8.8)：(株)スクリムテックジャパン製)を圧縮側、引張側に梁せい方向に配置した。ト型試験体およびL型試験体には、それぞれ2本、(外側：580mm、内側：530mm)のコネクタを配置し、T字型試験体及び十字型試験体には、それぞれ1本のコネクタを挿入し、座屈防止用の鋼管(STKM11A:φ27.2)で靱性部を囲むように補剛し、コネクタ端部に箱型金物を接合する機構としている。さらに、繊維直交方向の母材(柱)には全ねじボルト(M30：S45C相当)をそれぞれ1本挿入し、エポキシ樹脂接着剤(AHC-E：(株)ホームコネクタ製)を注入、養生した。接着剤の養生期間は7日間以上とし、これらの工程はすべて事前に工場で養生を完了させた。

試験体の組み立ては、実験直前、梁側の GIR で接合された箱型金物を介して、柱側に埋め込まれた M30 長ナットを高力ボルト(M30：L65mm強度区分 8.8)で緊結した。高力ボルトの締め付けは、トルクレンチを使用し、100N・m で統一した。また、GIR がせん断力を負担しないように、せん断金物を用い、両面を鋼板(SS400)ではさみ、高力ボルト(M12：強度区分 10.9)で緊結し、ボルトの

締め付けは、トルクレンチを使用し、30N・m で統一した。

表 1 試験体リスト

試験体形状	試験体名	樹種	柱断面(mm)	梁断面(mm)	埋め込み長さ(mm)	接合金物本数	せん断金物タイプ	試験体数
ト型	ト 12GS3	カラマツ (E95-F270)	120 × 600	120 × 600	梁(繊維並行方向) : 580 内側 : 530 外側 : 580 柱(繊維直交方向) : 497	梁 : 2本(靱性型)片側 柱 : 2本(全ねじ)	I-3	3体
L字型	L 12GS3		120 × 600	120 × 600	梁(繊維並行方向) : 580 内側 : 530 外側 : 580 柱(繊維直交方向) : 497	梁 : 2本(靱性型)片側 柱 : 2本(全ねじ)	I-3	3体
十字型	十 12GS3		120 × 600	120 × 600	梁(繊維並行方向) : 530 柱(繊維直交方向) : 480	梁 : 1本(靱性型)片側 柱 : 2本(全ねじ)	I-2	3体
T字型	T 12GS3		120 × 600	120 × 600	梁(繊維並行方向) : 530 柱(繊維直交方向) : 480	梁 : 1本(靱性型)片側 柱 : 2本(全ねじ)	I-2	3体

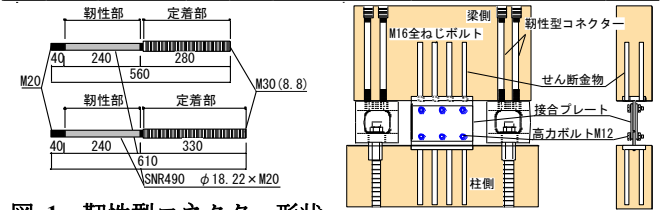


図 1 靱性型コネクタ形状 (mm)

図 2 接合部詳細(mm)

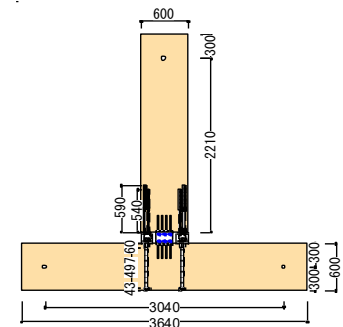


図 3 ト型試験体形状(mm)

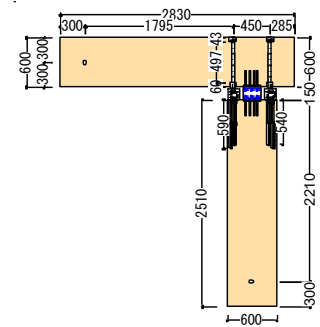


図 4 L字型試験体形状 (mm)

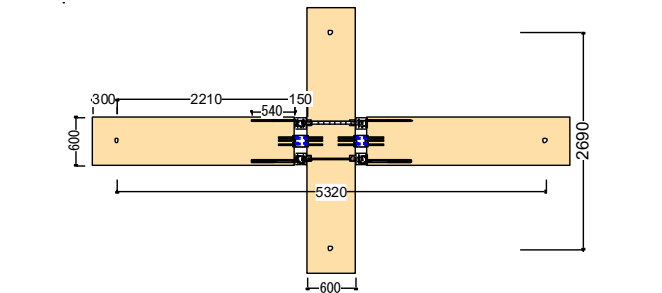


図 5 十字型試験体形状(mm)

Development of Wooden Frame System Using Toughness Connector with Improved Deformation Performance  
Part 2: Moment Loading Tests of Exterior Beam-Column, L-shaped, + -shaped, and T-shaped Joints

KAYUKAWA Takato, NAGAI Kota  
MORI Yuta, YAMANE Hikaru  
and TANAKA Kei

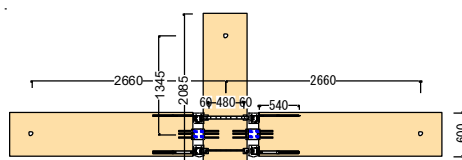


図 6 T 字試験体形状(mm)

## 1. 2 試験方法

加力方法は既往の研究<sup>2)</sup>と同様に行った。

## 1 試験結果

### 2. 1 モーメント-変形角関係(以下、M-θ 関係)

図 7～10 に各接合部の代表的な M-θ 関係を、写真 1～4 に各接合部の代表的な破壊性状を示す。なお、図 9(十字型)および図 10(T 型)の M-θ 関係は、各接合部 1 つあたりの関係である。

ト 12GS3 シリーズでは、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)载荷中、柱のパネルゾーンでのせん断破壊が生じ、耐力の低下が確認された(写真 1 参照)。L12GS3 シリーズでは、すべての試験体で、8 サイクル(1/30rad)で降伏挙動を示し、その後は、9 サイクル(1/15rad)载荷中、柱の引張側定着ボルト位置での割れにより、柱の曲げ破壊が生じた(写真 2 参照)。+ 12GS3 シリーズでは、すべての試験体で、7 サイクル(1/50rad)で降伏挙動を示し、その後は、9 サイクル(1/15rad)载荷中、パネルゾーンでのせん断破壊が生じた(写真 3 参照)。T12GS3 シリーズでは、すべての試験体で、7 サイクル(1/50rad)で降伏挙動を示し、その後は、8 サイクル(1/30rad)载荷中、柱のパネルゾーンでの破壊が確認された。その後 9 サイクル(1/15rad)载荷中、木材の割れの進行により、柱の曲げ破壊に至った(写真 4 参照)。

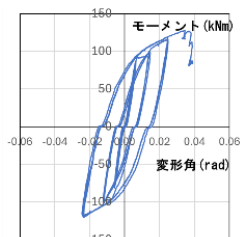


図 7 M-θ 関係 ト 12GS3

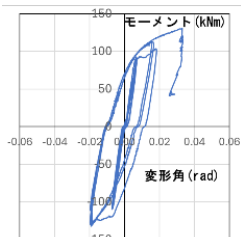


図 8 M-θ 関係 L12GS3

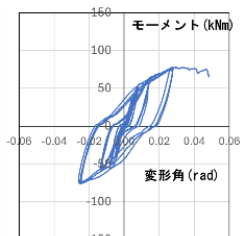


図 9 M-θ 関係 + 12GS3

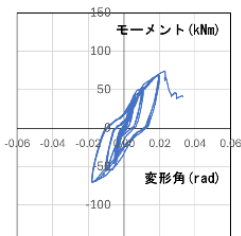


図 10 M-θ 関係 T12GS3



写真 1 破壊性状

ト 12GS3

パネルゾーンでの破壊



写真 3 破壊性状

+ 12GS3

パネルゾーンでの破壊



写真 2 破壊性状

L12GS3

柱の曲げ破壊



写真 4 破壊性状

T12GS3

パネルゾーンでの破壊

## 2. 2 特性値

表 2 に各シリーズ特性値の平均値を示す。ここでの特性値は、完全弾塑性モデルに置換し算出した。回転剛性、降伏耐力、最大耐力は試験体形状によってばらつきが見られた。一方、すべての試験体で、構造特性係数は約 0.4 を示し、高い変形性能を有していることが分かった。

表 2 各シリーズ特性値

試験体名	回転剛性 ( $\times 10^3 \text{ kN.m/rad}$ )	降伏耐力 (kN.m)	降伏耐力時変形角 ( $\times 10^{-2} \text{ rad}$ )	最大耐力 (kN.m)	最大耐力時回転角 ( $\times 10^{-2} \text{ rad}$ )	塑性率 $\mu$	構造特性係数 Ds
ト 12GS3	15.67	87.21	0.83	126.16	3.10	3.75	0.39
L12GS3	19.11	84.12	0.68	118.61	2.56	3.69	0.40
+ 12GS3	8.53	52.14	0.99	78.36	3.53	3.49	0.41
T12GS3	10.19	43.88	0.74	72.15	2.82	3.84	0.40

## 2 まとめ

本報では、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に接合部実験を行った。L 字試験体を除く 3 つの試験体で、パネルゾーンでの破壊が発生するなど、コネクタの伸びよりも木材の破壊が先行する結果となったが、構造特性係数 Ds はすべての試験体で約 0.4 を示し、高い変形性能を有していることが分かった。

## 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) 粥川 貴斗他: 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 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 481-482 2024. 7

\*1 大分大学・大学院生

\*2 (株) えびす建築研究所・修士(工学)

\*3 大分大学・准教授・博士(工学)

\*1 Graduate Student, Oita University

\*2 Ebisu Building Laboratory Co., M. Eng.

\*3 Associate Professor, Oita University, Dr. Eng.