

木質ラーメン架構を対象とした接着剤とドリフトピンを併用した鋼板挿入型柱梁接合部の構造性能に関する実験的研究
その2 実験結果と構造性能の評価

正会員 ○熊谷 太希*1 同 小笠原 絢香*1
同 増子 寛*2 同 青木 浩幸*2
同 前田 匡樹*3

木質ラーメン構造 鋼板挿入型接合部 ドリフトピン
接着剤 静的載荷試験

1. はじめに

本報では、その1で示した接着剤とドリフトピンを併用した鋼板挿入型梁端接合部の実験結果を示し、同じくその1で示した評価方法による計算値と実験より得られた各種特性値を比較しその有用性を検討する。

2. 実験結果

2.1. 荷重-変形角関係及び破壊性状

図-1及び図-2に荷重-変形角関係、写真-1に最終破壊性状を示す。接着を用いない試験体 G3 は変形角 0.5%付近までは、木材とピン間のガタによりほとんど耐力が上昇せずピンのような挙動を示した。変形角 3.0%付近で急激な耐力低下が見られ、ドリフトピンに沿って集成材繊維方向の木材の割裂とドリフトピンの曲げ降伏が生じた。接着剤を用いた試験体は、接着のない試験体と比較して初期剛性、耐力が大きく上昇した。柔らかい接着剤を使用した試験体 G3-A は変形角 1.0%で木材に繊維方向の割裂が生じ最大耐力に到達した後、G3 と同じようなドリフトピン抵抗機構に移行し、変形角 3.5%時に割裂が進展し再度急激な耐力低下して破壊した。硬い接着剤を使用した試験体 G3-B は変形角 1.15%時に最大耐力に達し、ドリフトピン孔に沿った割裂に加え、ガセットプレート上端に沿った繊維直交方向の木材の割裂が見られ、梁端の木材側で脆性的な破壊が生じ、接合部は破壊しなかった。

試験体 G4、G5 は G3 と同じように変形角 0.5%付近まではピンのような挙動を示し、鋼板埋め込み長さが大きい分耐力は高くなったが破壊状況は G3 と同様になった。接着剤を使用した試験体はドリフトピンのみの試験体に比べ、初期剛性と最大耐力が大きく向上し、接合部プレート端の位置で木材が曲げ破壊した。木材の曲げ破壊であったため、破壊性状は変形性能に乏しい脆性的なものになったが、木材の曲げ強度以上の接合部耐力を発揮した。

以下の①～③に破壊性状を分類し、図-3に実験終了時のひび割れ図を示す。ドリフトピン抵抗機構により破壊した試験体は、繊維方向の割裂が見られ、接着面積が大きく接着強度が強くなると、ガセットプレート上端に沿った繊維直交方向の木材の割裂が見られた。以上より、G3-A 以外の接着剤を使用した試験体は集成材の曲げ破壊で耐力が決まり、部材の曲げ耐力を上回る耐力を有する接合部が実現できた。

- ① ドリフトピン (DP) に沿った割裂 (DP 接合部の降伏)
- ② GPL 端部に沿った割裂 (木部の脆性的な破壊)
- ③ 1 と 2 の混合型の破壊

2.2. 従来型接合部との構造性能の比較

実験結果より完全弾塑性モデルを作成し、図-4に従来型接

合部試験体に対する提案型接合部試験体の各種特性値 (初期剛性、終局耐力、塑性率) の比を示す。提案型試験体の初期剛性、終局耐力は従来型試験体を大きく上回る一方で、接着層の強度の上昇により接合部耐力が大きくなることで、集成材の曲げ破壊が起き、接合効率の高い接合部とすることができた。一方で、木材が曲げ破壊すると変形性能に乏しい脆性破壊となるため、ガセットプレートに切り欠きを設けることで先行降伏させ、靱性のある接合部とするなどの構法も今後検討する必要があると考えられる。

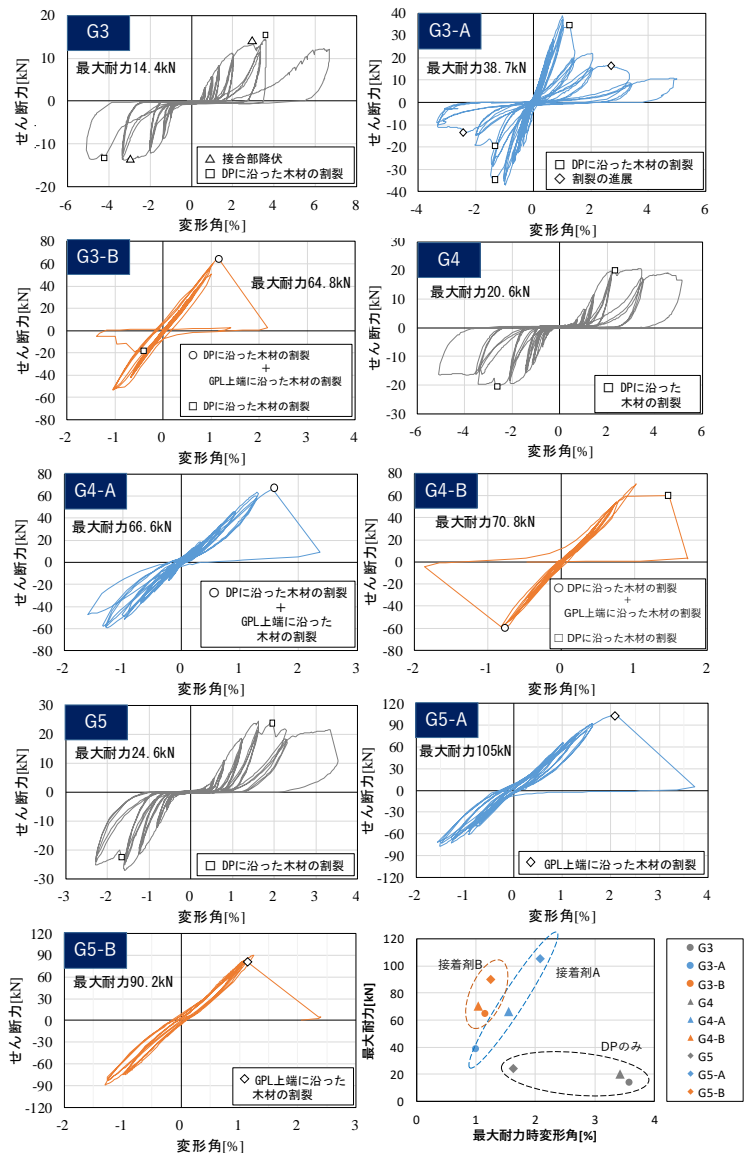


図-1 荷重-変形角関係

3. 計算値と実験値の比較

下式を用いて算出した提案型試験体の弾性限界時トルク計算値 T_y に対する、最大モーメント実験値 M_{max} 及び全塑性時トルク計算値 T_p の比を図-5 に示す。

・弾性限界時トルク $T_y = k_2 b a^2 \cdot \tau_{max}$
 (k_2 は辺長比により決まる定数)

・全塑性時トルク $T_p = 1/6 \cdot a^2 (3b - a) \cdot \tau_{max}$

G3-B を除く提案型試験体は、接着面が弾性限界から全塑性状態へと向かう塑性域において、最大モーメント M_{max} を迎えていることが分かった。したがって、提案型接合部の接着面のねじりの弾性限界時を曲げ耐力下限値と評価できる。

本研究により提案した接合部は、本来接着強度のみならず母材や鋼板の強度や接着界面で被着体と界面のどちらで降伏しているかなども合わせて考慮する必要があるため提案の耐力評価方法の有用性の検討は、今後の課題となる。

4. まとめ

木質ラーメン構造の梁端部における要素実験を行い以下の知見を得た。

- 1) 接着剤を併用することで、接合部の剛性、耐力が上昇し、接合部は破壊せず母材の強度を 100% 発揮させることができた。しかし、母材破壊になると脆性的な破壊性状になるため、鋼板を先行降伏させるなど、強度が高く靱性のある接合部へとさらに発展させていく必要がある。
- 2) 接着層のせん断応力度分布を仮定しねじりモーメントを考えると、提案型接合部の耐力は、接着面が弾性限界から全塑性状態へと向かう途中で最大耐力を迎えており接着面のねじりの弾性限界時を曲げ耐力下限値と評価できる。

・謝辞

本研究で使用した木材、接着剤の準備や試験体製作で、物林(株)勝田幸仁朗氏、及び、アイカ工業(株)平子武史氏、福尾隼大氏に多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

・参考文献

- 1) 日本建築学会 木質構造接合部設計マニュアル
- 2) Jan Francu, Petra Novackova, Premysl Janicek : Torsion of a non-circular bar, Engineering MECHANICS, Vol19, No.1, P45-60,2012
- 3) 桑村仁：建築力学-塑性論とその応用

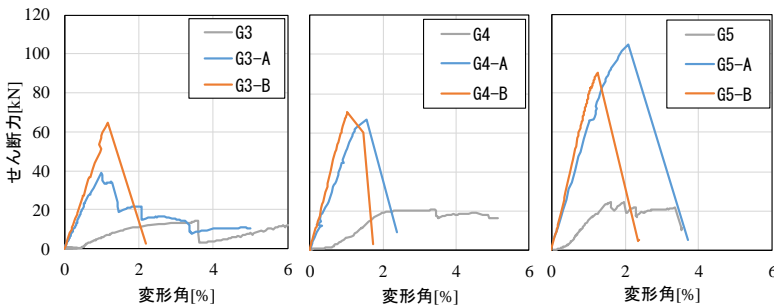


図-2 包絡線の比較

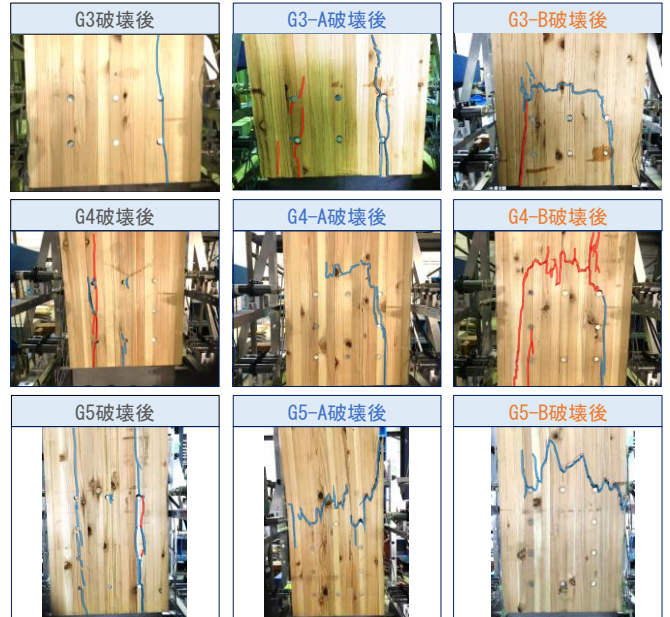


写真-1 最終破壊性状

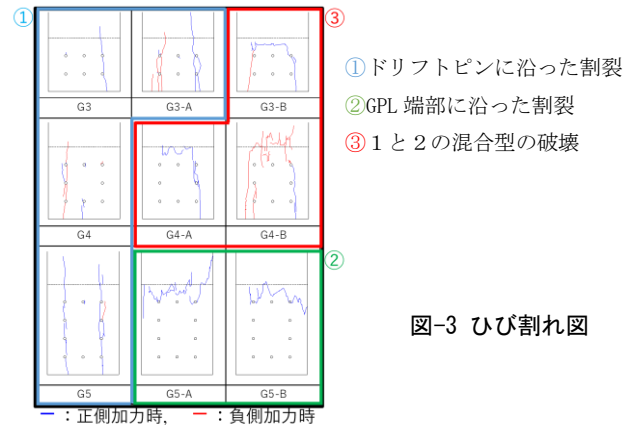


図-3 ひび割れ図

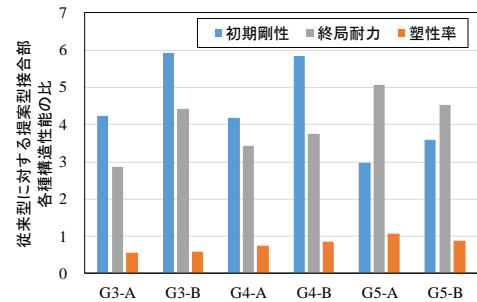


図-4 従来型と提案型の比較

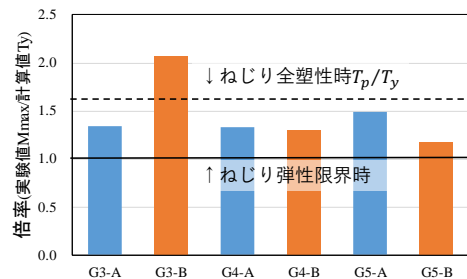


図-5 提案型接合部の実験値と計算値の比較

*1 東北大学大学院工学研究科 博士前期課程
 *2 株式会社熊谷組 建築事業本部 建築技術統括部
 *3 東北大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

*1 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku University
 *2 Architectural Management Div. KUMAGAI GUMI CO., LTD.
 *3 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku University, Dr. Eng.