

交差単板積層圧密接着接合部材を用いた木質ラーメン構法の開発 Development of Moment Frame Structural System of Compressed Cross Lapped Joint

性能制御システム学研究室

小島 慎平

Structural Performance Control Laboratory

KOJIMA Shimpei

1. はじめに

近年、循環利用が可能な資源として木材への関心が高まり、2010年には公共建築物等木材利用促進法が施行されるなど、建築物の木造化・木質化が推奨されている。一方で、木質ラーメン架構では、柱梁接合部の耐力が部材耐力に比べて大幅に小さいことや、剛性が低く変形量が過大になることなどが構造上の課題となっている。これらの課題の解決を目的に、野田ら¹⁾は交差単板積層圧密接着接合部材（以下、「単板積層圧密部材」）からなる柱梁接合部を考案したが、柱梁部材との接合方法を踏まえた性能向上に関する検討までは至っていない。そこで本研究では、単板積層圧密部材を用いた接合形式の耐力・剛性および変形能力を実験的に検討し、多様な木造建築へ対応できる接合部の提案を目的とする。

2. 実験計画

2.1. 試験体計画

本実験では継手部の靱性向上を目的とした継手破壊試験体と、仕口部の強度向上を目的とした仕口破壊試験体の性能評価実験を行う。試験体諸元を表1に、各試験体の概要図を図1に示す。LVLの柱・梁を、鋼板添板ドリフトピン接合を用いて仕口接合した在来型の試験体 J-P、靱性能の向上の確認を目的として、仕口部に T 型の単板積層圧密部材を、継手部に鋼板添板ドリフトピン接合を用いた提案型の試験体 LJ-P、単板積層圧密部材の強度向上を目的として、仕口部に T 型の単板積層圧密部材を用い、継手部を LVL および鋼板で外側から挟み込み、接着剤を用いて補強した提案型の試験体 LJ-G とした。また圧縮・せん断・曲げの材料試験によって得られた材料特性を表2に示す。

2.2. 加力・計測計画

本試験は、接合部の構造性能を評価することを目的とした静的載荷実験である。加力は、油圧ジャッキを用いて行い、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30rad.の変形角（水平変位/加力点高さ）に対し、各2サイクルの正負交番繰り返し載荷試験を行った。加力装置の概要図を図2に示す。

3. 実験結果

正負交番繰り返し載荷試験によって得られた、各試験体のせん断力-変形角関係と最大耐力時の試験体の様子を図3に、せん断力-変形角関係の包絡線を図4に示す。試験体 J-P は +1/50rad.加力途中からドリフトピンが LVL にめり込みをはじめ、+1/15rad.で最大耐力を迎えた。試験体 LJ-P は、+1/50rad.加力時に最大耐力を迎えると同時に単板積層圧密部材側で脆性的な曲げ破壊を起こし、急激に耐力が低下した。比較的剛性の高い単板積層圧密部材側にドリフトピンのめり込みは見られなかった。試験体 LJ-G は、+1/150rad.加力途中に最大耐力を迎え、仕口部で脆性的な破壊を起こした。実

表1 試験体諸元

試験体名	仕口接合	継手接合
試験体 J-P	鋼板添板ドリフトピン接合	-
試験体 LJ-P	交差単板積層圧密接着接合	鋼板添板ドリフトピン接合
試験体 LJ-G	交差単板積層圧密接着接合	鋼板接着接合

試験体名：○-○
① ②

①：使用部材（従来型：J 交差単板積層圧密接着接合部材：LJ）
②：接合形式（鋼板添板ドリフトピン接合：P 鋼板添板接着接合：G）

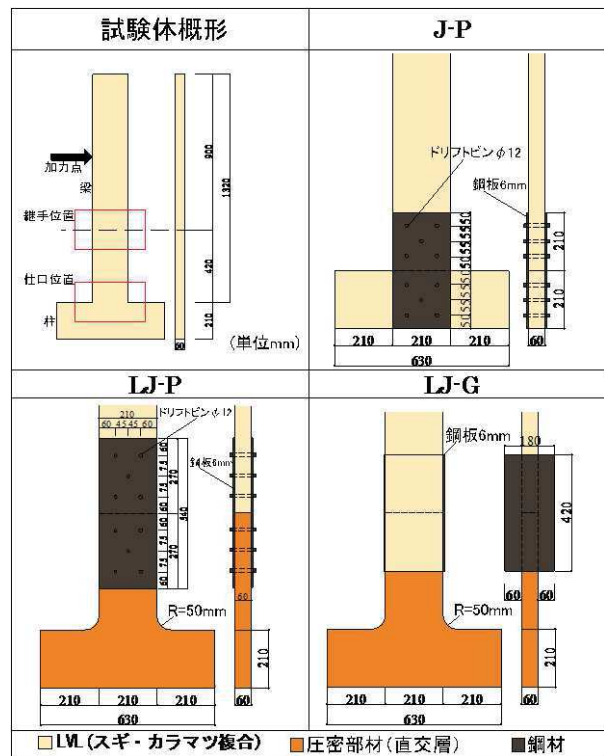


図1 試験体概要図

表2 材料特性 (n体の平均値)

	平均最大応力 N/mm ²	せん断試験片 ↑加力点	圧縮試験片
圧縮(n=3)	57.0		
せん断(n=5)	5.8		
曲げ(n=12)	46.8		

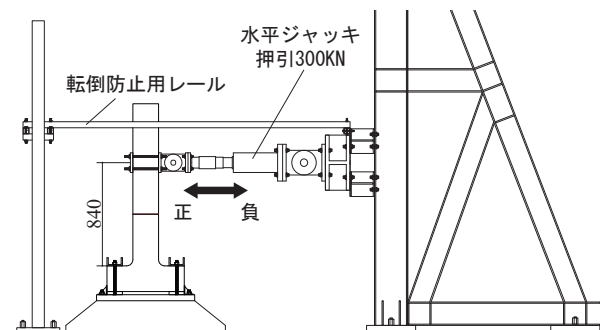


図2 加力装置概要図

験結果から計算した接合部での曲げ強度は 21.64N/mm^2 であり、単板積層圧密部材の材料試験から得られた曲げ強度の約 46% となった。一方で母材である LVL の基準曲げ強度 (25.2N/mm^2) に対して約 86% の接合強度となり、従来の接合形式 (50%) より高い接合効率が発揮された。また実験値と計算値の比較図を図 5 に示す。試験体 J-P の実験値は、ドリフトピンの LVL へのめり込みを先行させる破壊モードを想定した文献 2) の計算値より高くなった。回転中心が梁端部に移動し回転半径が増大したため、実験値が高くなったと考えられる。また、試験体 LJ-P では継手部での破壊を意図したが、高剛性を有する単板積層圧密部材側で脆性的な破壊となったため、実験値が計算値を約 2 割下回る結果になったと推定できる。試験体 LJ-G では想定通り仕口部で破壊を起こしたが、実験値が計算値より低く、接着剤の含浸や圧縮の養生が不十分であったことが影響していると考えられる。

4. 提案型接合形式の構造性能評価

本章では、文献 3) をもとに、载荷試験から得られた荷重-変形関係を完全弾塑性モデルに置換し、各接合形式の構造性能について検討を行った。基準耐力の比較図を図 6 に、各試験体の特性値を表 3 に示す。試験体 J-P はドリフトピンの LVL へのめり込みと、梁・柱部材間のめり込みによりエネルギー吸収が起き、塑性率 (μ) が高くなり、基準耐力が向上した。試験体 LJ-P は単板積層圧密部材の脆性的な破壊を起こしたため、塑性率 (μ) が低くなり、基準耐力が低くなった。試験体 LJ-G は剛性が試験体 J-P の約 2 倍、試験体 LJ-P の 5.4 倍となり、高い剛性向上が見られたが、単板積層圧密部材の破壊となったため、脆性的な破壊を示した。

5. まとめ

単板積層圧密部材を用いた提案型接合形式の T 型試験体に対し、正負交番繰り返し载荷試験を行い、剛性・強度・破壊性状について以下の知見を得た。

- 1) 試験体 LJ-G の母材の公称曲げ強度に対する接合効率は約 86% となり、R を加えた単板積層圧密部材を用いることで、一般的な接合形式よりも高い接合効率が発揮されることが確認された。
- 2) 単板積層圧密部材を木質部材の接合部に用いることで接合部の剛性が 3~5 倍程度と大幅に向上する。
- 3) 単板積層圧密部材を有する接合部に靱性を与える場合、剛性の高い木材側ではなく、接合具の方でエネルギー吸収をさせることが有効であることが明らかになった。

参考文献

- 1) 野田康信：「高剛性接合部の開発とその木質ラーメン架構への応用」2013
- 2) 日本建築学会：「木質構造接合部設計マニュアル」
- 3) 財) 日本住宅・木材技術センター：「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」

表 3 各試験体の特性値

試験体名	降伏耐力 Py	最大耐力 Pmax	終局耐力 Pu	基準剛性	塑性率 μ	(2/3)Pmax	(0.2/Ds)Pu
	[kN]	[kN]	[kN]	[N/mm]	-	[kN]	[kN]
試験体 J-P	4.58	8.71	7.77	331.82	2.388	5.81	3.02
試験体 LJ-P	2.78	11.79	8.31	930.50	1.474	7.86	2.32
試験体 LJ-G	8.35	10.10	9.22	1795.67	1.101	6.73	2.02

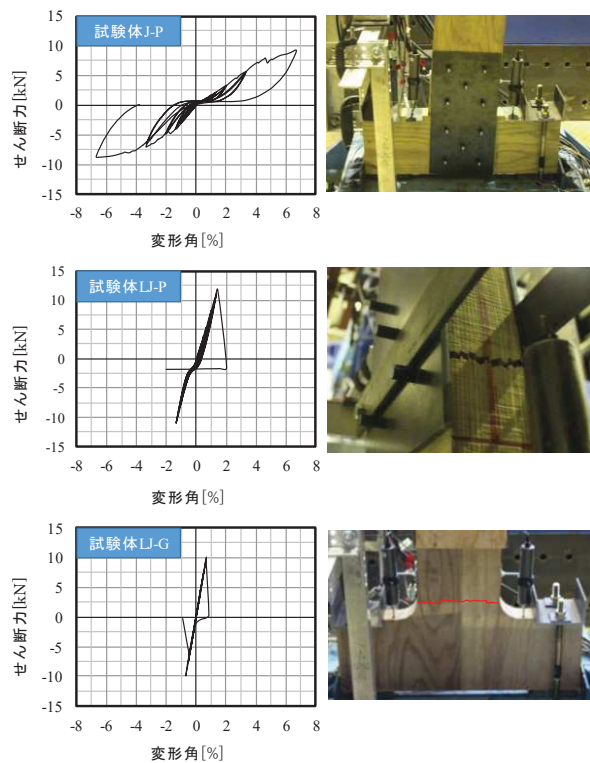


図 3 せん断力-変形角関係と最大荷重時の様子

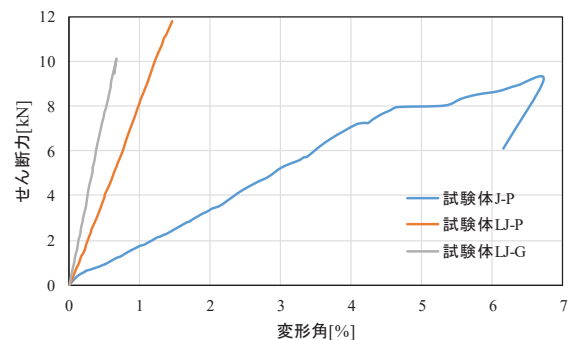


図 4 せん断力-変形角関係の包絡線

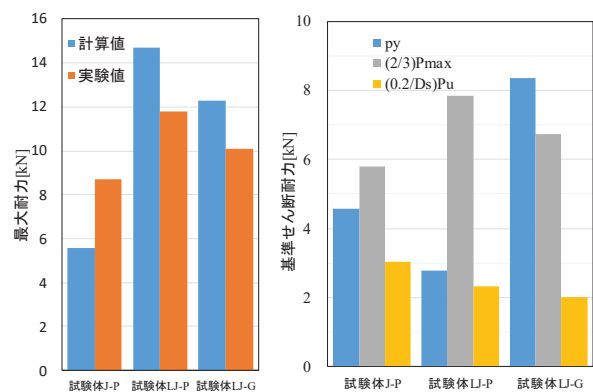


図 5 実験値と計算値の比較 図 6 基準耐力の比較