

1) 科学研究費助成事業

1) - 1 大型木造建築物における柱梁接合部のせん断耐力評価法に関する研究【持続可能】

Study on Estimating Shear Strength for Beam to Column Joints for Timber Structures

(研究開発期間 令和5~7年度)

材料研究グループ 秋山 信彦
Dept. of Building Materials and Components AKIYAMA Nobuhiko

Generally, the large shear force is applied to the beam-to-column joint. Although the shear strength evaluation of the beam-to-column joint is very important, the evaluation method is not proposed in the timber structure. Therefore, in this study, we conducted the bending tests and finite element analysis for the three types of glulam beam-to-column joint with the different stress transmission mechanisms to confirm the stress distribution and shear strength.

【研究開発の目的】

脱炭素社会実現に貢献するため大型建築物への木造化が推進されており高耐力の柱梁接合部の実現も見込まれている。これまで、住宅などの低層建築物における木質構造の柱梁接合部は耐力がせん断破壊するほど高いことが多くなかったため、せん断耐力の評価方法は十分に検討されずマニュアルや指針類等に示されてこなかった。

本研究では未整備となっている木造柱梁接合部のせん断耐力評価技術の確立を目的として検討を行った。

【研究開発の内容】

- ①代表的な接合法による実大集成材接合部を対象としたせん断強度に関する検討
- ②要素実験によるせん断強度の検討
- ③FEM 解析によるせん断応力度分布等の検討

【研究開発の結果】

- ①代表的な接合法による実大集成材接合部を対象としたせん断強度に関する検討

集成材柱梁接合部について応力伝達機構によって大別すれば、せん断抵抗型、軸抵抗型：全長定着タイプ、軸抵抗型：端部定着タイプの3種に整理される(図1)。これらの代表的な接合法である、スクリー接合、LSB接合、引きボルト接合を用いた柱梁接合部を対象として実大実験を実施し、せん断強度に関する実態性能把握等を行った(表1、図2)。その結果、繊維直交方向の圧縮応力が大きくなる接合法ほどせん断強度が高めの傾向にあること、スクリー接合は繊維直交方向の伝達分によるせん断強度評価(式[3])が妥当であること、引きボルト接合では材端部(T、L形)で材中間部(十字、ト形)に対し強度低下しないこと等が確認された(図3、4)。

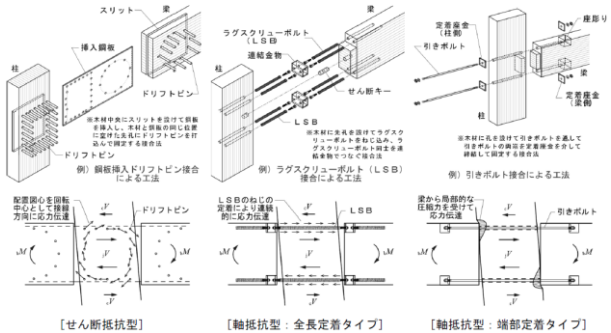


図1 対象とする接合法の応力伝達機構の整理

表1 試験体仕様

接合法	接合仕様	接合形状	接合具		柱側面めり込み	対称等級集成材	N			
			径	木部定着						
LSB接合	LSB	十字形	35mm	ボルト全長	370	-	510	105	450	3
	LSB h24	十字形	35mm		370	-	532	105	240	3
	LSB d45	十字形	45mm		370	-	503	135	450	3
	LSB	T形	35mm		370	-	530	105	450	3
LSB接合+柱側面めり込み	LSB+e	十字形	35mm	ボルト全長	370	○	518	105	450	3
	LSB+e h24	十字形	35mm		370	○	544	105	240	3
LSB+e	T形	35mm	370		○	527	105	450	3	
引きボルト接合	Bt	十字形	2-M16	ボルト片側端部	370	○	520	105	450	3
	Bt 560	十字形			560	○	504	105	450	3
	Bt 740	十字形			740	○	497	105	450	3
	Bt	T形			370	○	501	105	450	3
	Bt	T形			370	○	504	105	450	3
	Bt	L形			370	○	501	105	450	3
鋼板添え板スクリー接合	スクリー0	十字形	8mm	配置0	370 ¹⁾	-	536	90	450	3
	スクリー1	十字形		配置1	370 ¹⁾	-	541	90	450	3
	スクリー2	十字形		配置2	370 ¹⁾	-	537	90	450	3

*1 繊維直交方向の配列間距離、*2 $p_{ave,N=3}$ 同試験体シリーズの3体の平均密度

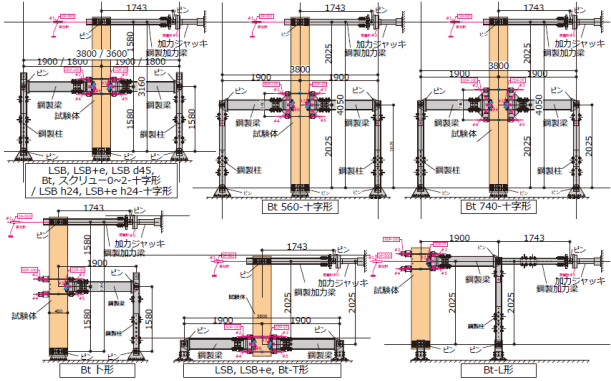


図2 試験セットアップ

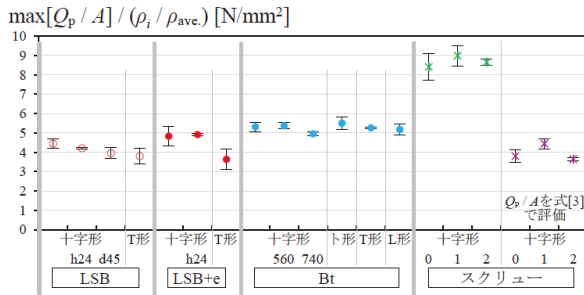


図3 実大接合部実験による平均せん断強度

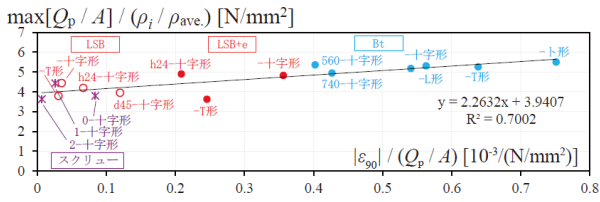


図3 繊維直交方向圧縮ひずみとせん断強度の関係

②要素実験によるせん断強度の検討

実大実験で示唆された圧縮応力とせん断強度の関係を検証するため、実大サイズのせん断強度を得るために既往研究において提案された実大いす型せん断試験とそれを背中合わせにした試験体形状による軸力導入せん断試験（図4）を要素実験として実施した。その結果、軸力0kNのせん断強度は実大いす型せん断試験による値と概ね対応すること、軸力導入せん断試験において圧縮応力の増大に応じてせん断強度は増大傾向にあること等が確認された（図5）。

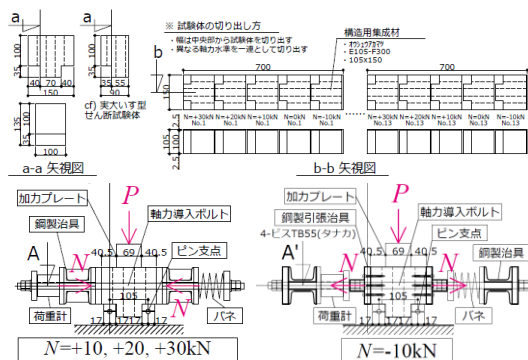


図4 軸力導入せん断試験の概要

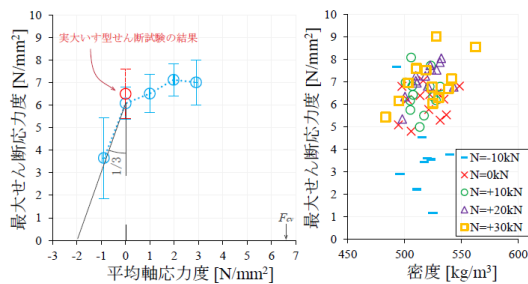


図5 要素実験によるせん断強度

③FEM解析によるせん断応力度分布等の検討

柱梁接合部における接合部パネルの応力度分布を把握するため FEM 解析を実施した（図6）。その結果、材中央断面のせん断応力度の平均値に対する最大値の比率は接合部パネルのアスペクト比 l_x/h が大きいほど増大し、その増大率は l_x/h が 0.82~2.47 の範囲で端部定着タイプが 1.21~1.50、全長定着タイプが 1.31~1.47 であること、材軸上の圧縮応力度は l_x/h が 0.82 ではパネル端とパネル中央で同程度であるが、比率が大きくなるにつれパネル端とパネル中央で差異が大きくなること等を確認した。

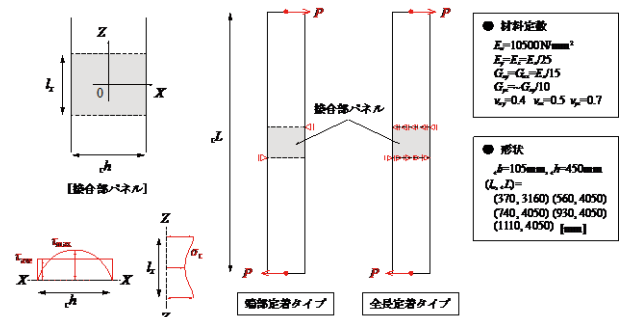


図6 FEM解析の概要

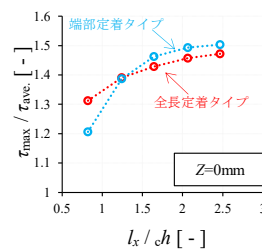


図7 せん断応力度の最大値/平均値

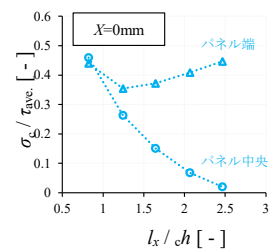


図7 圧縮応力度のパネル端とパネル中央の差異

①②③の成果は、中高層木造建築物の耐震性能の確保に必要な合理的な設計のためのマニュアルや指針類等の整備の際に根拠資料として活用される予定である。また、論文等の学会発表によって、社会的・学術的に広く公表された。

【参考文献】

- 1) 秋山信彦ほか：木造柱梁接合部の各種接合機構におけるせん断強度の把握，第74回日本木材学会大会研究発表要旨集，H15-05-1100，2024
- 2) 秋山信彦ほか：木造柱梁接合部のせん断強度に関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅲ，7月，2026（予定）