

1) 科学研究費助成事業

1) - 1 木質混構造を対象とした CLT 各種接合部の構造性能評価手法 【持続可能】

Development of Evaluation Method of Structural Performance for the CLT Connection between CLT to Steel or Concrete Members

(研究開発期間 令和元～3年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

中島昌一 澤田知也
NAKASHIMA Shoichi SAWADA Tomoya

The purpose of this research is to establish a calculation method of characteristic values for CLT drift pinned joints with steel inserted plate. Moment resting tests for CLT leg joints were performed to confirm the suggested initial stiffness based on the beam on elastic foundation theory, yield load based on yield theory and ultimate load considering group shear failure. Specimen consisted of a CLT panel, six steel drift pins and a steel plate. Parameters of the tests were arrangement of drift pins and drift pins pitch. Characteristic values of test results were compared with the calculated values

【研究開発の目的】

鋼板挿入ドリフトピン接合は、集成材構造等において広く使用される。鋼板と丸鋼、スリット加工と先穴加工された木材を組み合わせたシンプルな接合であり、製材や集成材を用いた場合については、構造設計に求められる初期剛性、降伏耐力、最大耐力等の特性値の算定法も確立されている¹⁾。ここでは、母材が CLT の場合の最大耐力、降伏耐力、初期剛性について体系的にまとめた。

最大耐力について、CLT パネルの面内方向の引張やせん断に対する強度や剛性の異方性が小さいこと、ならびにドリフトピンの径長比が小さいことに着目し、集合型せん断破壊が生じる際の最大耐力の算定法を示した。これらの算定法の妥当性を CLT 壁脚部のモーメント抵抗実験により検証した。降伏耐力と初期剛性について、既往の研究をもとに、現在一般的な層構成の CLT を対象に平易な形で算定法をまとめた。

本研究で対象とする CLT は、算定法をまとめるにあたり、異樹種構成等は考慮せず、ラミナは全て同一樹種と仮定した。

【研究開発の内容】

CLT破断による最大耐力は以下のように定義した。

$$P_{uw} = \min(P_{ug}, P_{us}) \quad (1)$$

$$P_{us} = \alpha P_y \quad (2)$$

$$P_{ug} = F_s A_{es} + F_t A_{et} \quad (3)$$

$$A_{es} = l \sum s_i \quad (4)$$

$$A_{et} = l \sum r_i \quad (5)$$

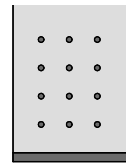


図1 破壊モード

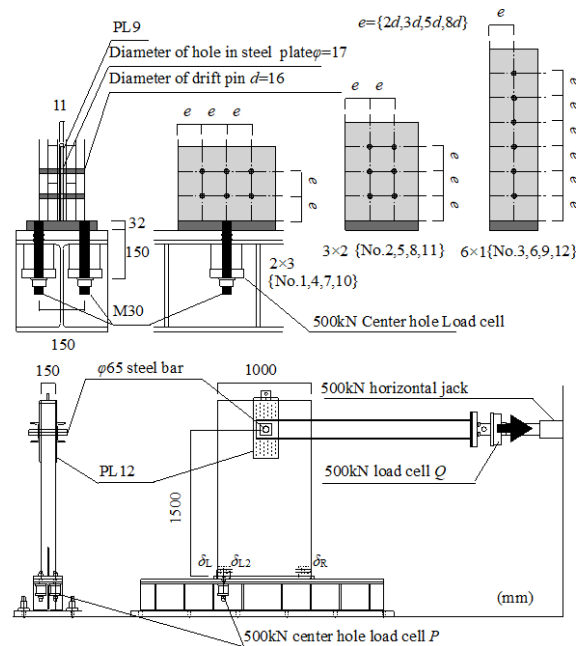


図2 試験体形状とパラメータ

ここで、接合部の P_y は降伏耐力 (kN)、 F_s はCLTの面内せん断強度 (N/mm²)、 F_t はCLTの引張強度

(N/mm²)、 l はスリットによる欠損を考慮したCLTの部材厚、 s_i, r_i はFig.1に示すようにドリフトピン孔による欠損を考慮したドリフトピン間距離である。式(2)降伏耐力は既報²⁾による方法で求める。式(3)は、図1の各モードで計算される最大荷重のうちの最小値とする。初期剛性は、以下の式で近似的に求める。

$$K_{\text{approx}} = \frac{2k_{\text{ave}}d}{\beta} \frac{\sinh(\beta t_{\text{gross}}) + \sin(\beta t_{\text{gross}})}{2 + \cosh(\beta t_{\text{gross}}) + \cos(\beta t_{\text{gross}})} \quad (6)$$

$$k_{\text{ave}} = \frac{t_{\text{net}}}{t_{\text{gross}}} k_0 + \left(1 - \frac{t_{\text{net}}}{t_{\text{gross}}}\right) k_{90} \quad (7)$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k_{\text{ave}}d}{4EI}} \quad (8)$$

ここで、 k_0 はラミナの繊維に平行する方向の支圧剛性 (N/mm³)、 k_{90} はラミナの繊維に直交する方向の支圧剛性 (N/mm³)、 t_{gross} はCLTの厚さ (mm) (スリットの幅を除く)、 t_{net} は直交するラミナのうち少ない方のラミナの厚さの和 (mm) (スリットがある場合はスリットの幅を除く)。

図2に装置、試験体形状を示す。表1に試験体一覧を示す。CLT壁脚部ドリフトピン接合部12種類で、それぞれ1体の計12体である。材料は、CLT (スギ、S60-5-5、ラミナ厚さ30mm、ラミナ幅122mm、部材厚さ150mm、幅はぎ接着なし)、ドリフトピン ($\phi 16$, SS400)、挿入鋼板 (PL9、孔径17mm、SS400)である。ドリフトピン数はいずれの試験体も6本であるが、a配置を矩形配置として、縦方向の本数 n_1 ×横方向の本数 n_2 を2×3、3×2、6×1の3種類とした。端距離、縦方向のドリフトピン間隔、縁距離、横方向ドリフトピン間隔 e は、全て同じとし、ドリフトピン径 d の2倍、3倍、5倍、8倍の4種類とした。

図3に破壊の様子、図4に最大荷重の計算値と実験値の比較、図5に降伏荷重の計算値と実験値の比較、図6に初期剛性の計算値と実験値の比較を示す。 e が小さい場合には、図1のような集合型せん断破壊が生じ、計算による予測と一致した。最大耐力の実験値は、材料強度の平均値を代入して求めた計算値を15%以上下回ることはなかった。降伏耐力の実験値は、降伏理論に基づく降伏耐力の計算値の概ね±15%以内であった。初期剛性の実験値は、弾性床上の梁理論に基づく計算値を、大きく下回った。

表1 試験体一覧

Name	t_{gross} (mm)	d (mm)	n_1	n_2	e (mm)	P_y (kN)
No.1	150	16	2	3	32	162 Mode III
No.2			3	2		
No.3			6	1		
No.4			2	3		
No.5			3	2		
No.6			6	1		
No.7			2	3	48	
No.8			3	2		
No.9			6	1		
No.10			2	3	80	
No.11			3	2		
No.12			6	1		

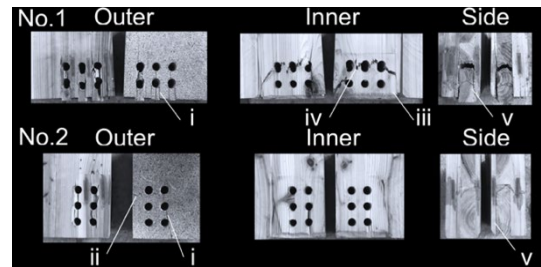


図3 破壊の様子

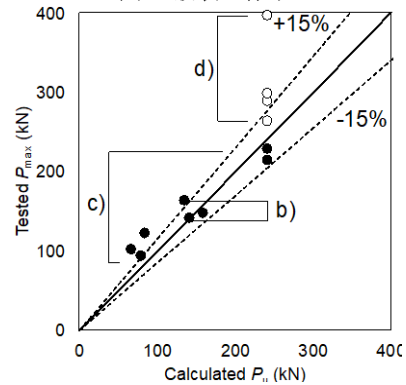


図4 最大荷重の計算値と実験値の比較

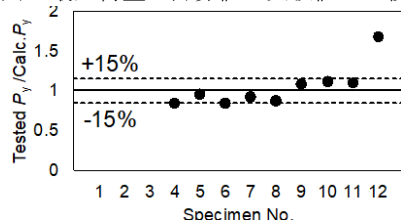


図5 降伏荷重の計算値と実験値の比較

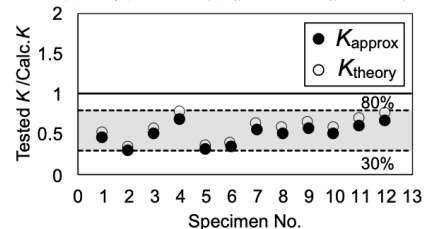


図6 初期剛性の計算値と実験値の比較

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，2006
- 2) 中島昌一：中高層木造建築物の合理的な構造設計技術の開発、平成30年度建築研究所年報第I部1)-9