

木質系中空集成材の力学的特性に関する基礎的研究

- 中空部へモルタルを充填した接合部の曲げ特性に関する検討 -

A Study of Dynamical Characterization of Laminated Timber with Box Section

- Bending Characterization of Joints and Case Filled with Ordinarily Mortar -

平野 修也¹, 清水 五郎², 中田 善久²*Syuya Hirano¹, Goro Shimizu², Yoshihisa Nakata²

Abstract: This paper presents about dynamical characterization of laminated timber with box section joints filled with ordinarily mortar. Hardened mortar has high resistance to fire, and besides, there is strength of structural member. Therefore, it's expected that box timber beam filled with mortar becomes fireproofing, and filling mortar reinforces structural timber joints. As a results of repeating loading test, box timber beam filled with mortar is superior to its reinforced structural hardware in bending characterization.

1. はじめに

木質系部材を用いて耐火建築物を構築する際には、燃えしろや燃え止まりを考慮した断面設計が必要となる。木質構造の接合部は、金物補強に依存するのが主流となっているが、木質部の炭化により断面欠損が進行した場合、接合金物に延焼拡大し、十分な耐火性を保持できないことが懸念される。

一方、著者らは、中空部を有する集成材(以下、中空集成材と称する)の載荷実験を行い、中立軸近傍の応力負担が少ないことに着目し、合理的な断面設計に関する検討を行ってきた¹⁾。接合部については、PC 鋼棒を中空に挿入し母材へプレストレスを導入した載荷実験を行った²⁾が、耐火性に関する検討は行われていない。

そこで、中空集成材に耐火性を付与する手法として、中空部へのモルタル充填を提案する。これは、炭化による木質部の断面欠損に対して、健全なモルタル部分の耐火性に期待する複合的な方法である。本報告では、まず、モルタル充填が接合部の曲げ特性にどのような影響を及ぼすか、一般的な金物補強による場合と比較検討することを試みた。

2. 実験概要

2.1. 使用材料

試験体の作製に用いた主な材料を表 1 に示す。

2.2. 曲げ試験体

試験体は、継手の無い一本物の部材(無継手部材)と中央部に継手を設けた部材(継手部材)を用いた。後者には比較的簡素な腰掛け継ぎを施し、エポキシ系接着剤を塗布して圧縮し、7 日間養生した。腰掛け継手の接合方法(図 1)は、六角ボルトによる緊結、それにひら金物で継手曲げ引張側を補強したもの、中空部へのモルタル充填の 3 種類とした。モルタルの養生期間は材

齢 28 日超とし、継手部材の載荷試験直前に円柱供試体(50 × 100mm)によって圧縮強度を確認した。試験体断面および継手の形状寸法は、表 2 の通りである。

2.3. 載荷試験

試験体の支点間距離 L を 1890mm とし、中央部の応力分布が純曲げとなる 3 等分点 2 点載荷試験に供した(図 2)。漸増式の変位制御返し載荷を実施し、目標となる変形角 δ/L を 1/600, 1/400, 1/300, 1/250, 1/200, 1/150 に設定した。モルタル充填した継手部材は、破壊性状を把握すべく、終局に至るまで載荷を行った。

表 1 使用材料

使用材料	品質・規格・形状寸法
集成材	ﾊﾞｲﾏｯ 構造用集成材(甲種1級)
接着剤	エポキシ系 2液混合タイプ
六角ボルト	Zﾏｰｸ金物 M12×240mm 2本
角座金	Zﾏｰｸ金物 w4.5×40×40mm 4枚
ひら金物	Zﾏｰｸ金物 SM-12 4枚
溶接金網	JIS G 3551 4.0mm
1:2 モルタル	W/C=50% 載荷試験時強度=36.3N/mm ²

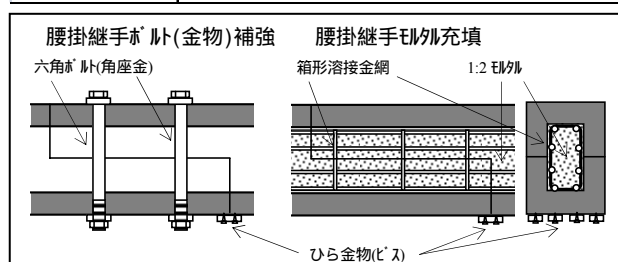


図 1 継手部材の接合方法

表 2 試験体断面および継手の形状寸法

無垢断面	中空断面	継手(腰掛け継ぎ)

1: 東部建材協同試験所

2: 日大理工・教員・建築

3. 実験結果・考察

3.1. 荷重変形関係

荷重試験から得られた荷重変形曲線を基に、曲げ荷重 P と剛性 K の関係を図 3 に示す。継手部材の曲げ耐力は、無継手部材の 2~4 割程度に留まるが、繰返し荷重によって剛性が低下することに起因するものと推測される。六角ボルトによる補強では、継手引張側の接着面が剥れてきたので、ひら金物で補強し荷重試験に供したところ、耐力・剛性共に微増する結果となった。ひら金物は、変形角 $1/300$ で留めつけたビスが抜け、並列した 4 枚のうち両縁の 2 枚の応力負担が大きいことを示すひずみデータが得られた。

金物補強のみでは変形角 $1/300$ 超のたわみに耐えられない危険性が懸念されたため、試験体の中空にモルタルを充填し補強を試みたところ、若干の剛性低下は避けられないが、変形角 $1/200$ まで曲げ耐力は増加する傾向を示した。これは、継手の接着面が曲げ引張側で剥がれた後は、充填モルタルと箱形溶接金物が耐力保持に有効であることを示唆するものである。

3.2. 破壊性状

図 4 に示した繰返荷重による曲げ荷重 P と部材中央たわみ δ の関係から、モルタルを充填した継手の破壊性状について考察する。既述の通り、変形角 $1/300$ でひら金物のビスが抜け始めた後、 $1/250$ 付近で継手付け根から軸方向にひび割れ(図 5)が生じたが、 $1/200$ の変位制御荷重の履歴には影響は認められなかった。その後、変形角 $1/150$ の履歴では緩やかな耐力低下が認められ、木質部継手の剥離から微量のモルタル粉が落ちた。さらに部材がたわみ、箱形溶接金網が曲げ引張で降伏する度に履歴は急降下することから、接合部の靱性は補強筋に大きく依存するものと推察される。

4. まとめ

本実験の範囲で得られた知見を以下に示す。

- 1) 中空集成材の中空に溶接金網を挿入し、モルタルを充填した接合部は、ボルトや金物による補強に比べて、曲げ変形能が優れている。
- 2) 腰掛継手にモルタルを充填した接合部は、より太径の補強筋や異形鉄筋を用いることで、高い靱性を付与できる可能性がある。

5. おわりに

軸組では曲げ応力負担の少ない個所に継手を設けるため、本実験結果よりもモルタル充填継手は優位となるが、せん断耐力に対する検証も行われる必要がある。

今後は、2 時間耐火試験を通じて、中空モルタル集成材の耐火性を検証する予定である。

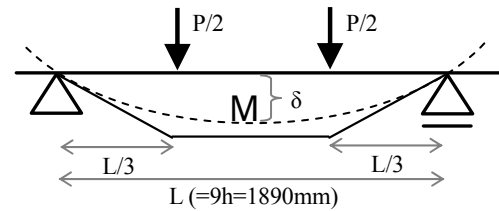


図 2 3 等分点 2 点荷重試験の概要

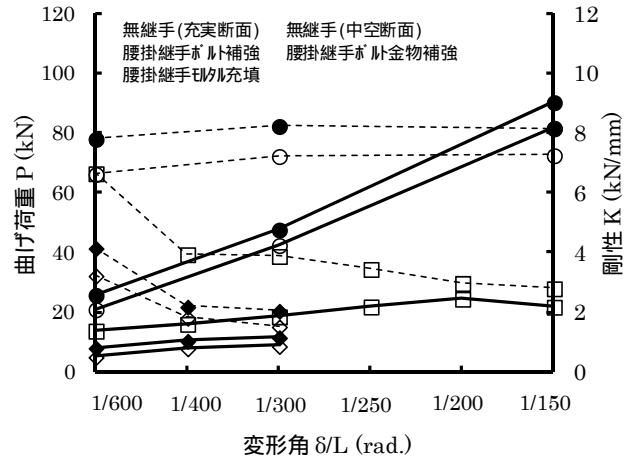


図 3 繰返し荷重による耐力と剛性の推移

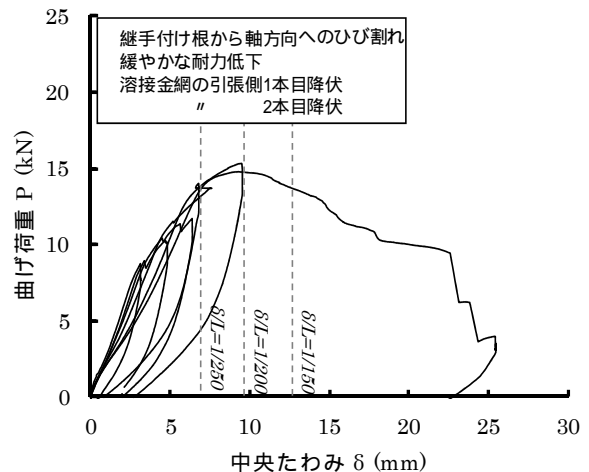


図 4 モルタル充填した腰掛継手の破壊性状



図 5 腰掛継手の付け根からのひび割れ

【謝辞】実験の推進に際して、日本大学理工学部建築学科中田研究室の大学院生坂本君・宮部君から多大な協力を頂きました。ここに深謝の意を記します。

【参考文献】1) 木質系箱形集成材の性能に関する基礎的研究 日本建築学会学術講演梗概集 A-1 材料施工, pp.955-956, 2004 2) 木質系箱形集成材の力学的性状ならびにプレストレスによる性能の向上に関する基礎的研究 日本建築学会学術講演梗概集 A-1 材料施工, pp.1057-1058, 2007