

木質系構造の耐火性能に関する研究  
その14：鋼材被覆型部材における  
ボルト接合部の燃え止り性状

木質系構造 耐火性能 耐火構造  
鋼材被覆型 ボルト接合部 燃え止り

正会員 ○遊佐 秀逸\* 同 増田 秀昭\*\*  
同 川合 孝明\*\*\* 同 上杉 三郎\*\*\*\*  
同 並木 勝義\*\*\*\*\*

1. はじめに

燃え止り部材は、H形鋼等の鋼材を集成材の中を含む仕様である。実際に建物を建てる場合は、柱・梁等の接合部が生ずるのが一般的である。本報は現場での施工を対象とし、これまでに燃え止りが確認されている H150、H250、及び H300 の鋼材に対するボルト接合部について、ボルト部座彫りの有無等が燃え止り性状に及ぼす影響について調べた。

2. 実験方法

2.1 試験体

試験体の仕様を表1に示す。被覆に用いた集成材の樹種はカラマツであり、その密度は約0.56kg/cm<sup>3</sup>、含水率は12.9%である。集成材の製作、及び鋼材と集成材の接着にはこれまでと同様にレゾルシノールを用いた。試験体概要を図1に示す。集成材の一般部の被覆厚さはこれまでに燃え止りが確認されている60mmとした。ボルト接合部のボルトナット位置の被覆は、基本的に座彫り有り、なしの2種類ともあらかじめいくつかのパーツに分けて製作し、接着剤を塗布してLクランプ等で固定する方法を採った。座彫りなし仕様は、概ねボルト頭部までの被覆厚とし、座彫りをする手間を省いたものであり、座彫り有り仕様と比べて被覆厚が薄くなり、内部空間は多くなっている。H150は座彫りなしのみ、H250は座彫り有り及びなし、H300は座彫り有りのみとした。

2.2 加熱方法

試験の方法は、長さ1mの柱モデル部材を建築研究所の水平炉に設置し、各指定性能評価機関が定める業務方法書に規定する耐火構造の試験方法に準拠する試験を基本とした。すなわち、ISO 834に規定する標準加熱曲線に従って1時間の加熱を行い、加熱終了後送気状態で自然燃焼条件で180分の間炉内に放置して耐火性能を確認する方法を採った。試験時間は合計240分となる。加熱温度はISO 834に規定するプレート温度計により測定した。ここでは、炉内から試験体を取り出した後も部材の温度測定を継続して実施した。

3. 実験結果

試験した4仕様はすべて燃え止った。炉内温度、及び試験体の鋼材部温度の測定結果を図2～4に示す。

4仕様の中で最も断面積の大きいH300座彫り有りでは、一般部の最高鋼材温度は約155℃、接合部ボルト位置で約

表1 試験体仕様

No.	仕様		試験体長さ (m)	備考
	芯材 形鋼断面	被覆材 樹種		
1HCJ-1	H300×300×10/15	カラマツ集成材60mm	1.0	座彫りあり
1HCJ-2	H250×250×9/14	カラマツ集成材60mm	1.0	座彫りなし
1HCJ-3	H250×250×9/14	カラマツ集成材60mm	1.0	座彫りあり
1HCJ-4	H150×75×5/7	カラマツ集成材	1.0	座彫りなし

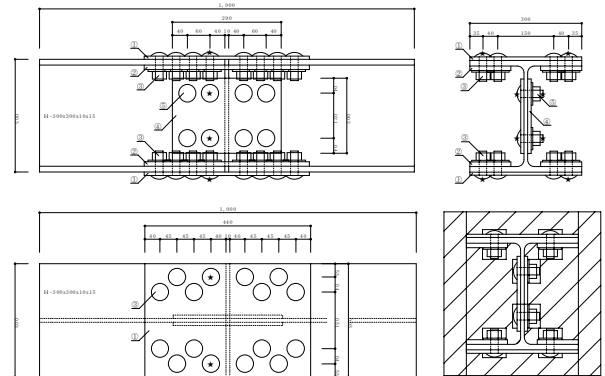


図1 試験体概要

表2 実験結果

No.	仕様			備考	試験結果	鋼材温度から推定した非炉内残存能力の有無	試験に関するコメント
	芯材 形鋼断面	被覆材 樹種	試験体長さ (m)				
1HCJ-1	H300×300×10/15	カラマツ集成材60mm	1.0	座彫りあり	1時間耐火性能あり(燃え止まる)	有 (155.2℃)	
1HCJ-2	H250×250×9/14	カラマツ集成材60mm	1.0	座彫りなし	1時間耐火性能あり(燃え止まる)	有 (132.6℃)	
1HCJ-3	H250×250×9/14	カラマツ集成材60mm	1.0	座彫りあり	1時間耐火性能あり(燃え止まる)	有 (184.8℃)	240分時点で、火気残存有り。
1HCJ-4	H150×75×5/7	カラマツ集成材	1.0	座彫りなし	1時間耐火性能あり(燃え止まる)	有 (281.1℃)	

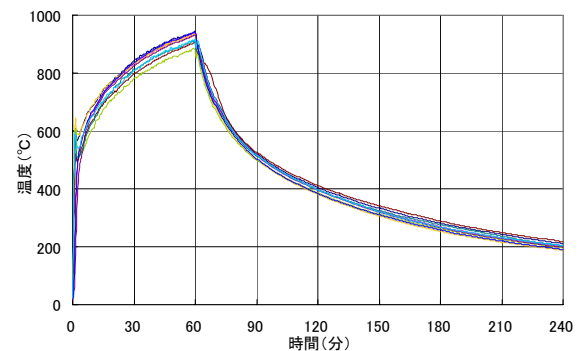


図2 炉内温度測定結果

135℃であった。H250の座彫り有りでは、一般部約185℃、ボルト位置で約160℃であり、座彫りなしでは、一般部、ボルト位置とも約130℃であった。H150座彫りなしでは、

一般部約 280℃、ボルト位置で約 220℃であった。

鋼材温度が最も高くなったのは、断面積の最も小さい H150 の約 300℃弱であった。これは、以前に実施した加熱試験の約 175℃と比べると 100℃程度高くなっているが、この理由として、座彫りなしの被覆厚が薄くなったことによるものと考えられる。ただし、鋼材に長期許容応力を加えた時の限界温度約 500℃と比べるとかなり余裕がある結果となっている。

今回の結果から、ボルト接合部において一般部と同様な 60 mm被覆厚でボルトナット部分を座彫りして被覆厚を減じても、燃え止り性状が確保されることが明らかとなり、さらに、座彫りをせずにボルト部分を中空にしても同様な性状を示すことが概ね確認されたといえる。これは、実際の施工時に、工期、作業コストの点で極めて有用であろう。

燃え止りという性状に関して、これまでに他の研究者による報告も含めて整理すると表 3 及び表 4 のようになる。要するに、集成材又は製材に鋼材の挿入を行わない場合、カラマツ、スギ、ケヤキで 20 分以上の加熱時間では燃え止らず、これは断面寸法を大きくしても（最大 550 mm）同様だと思われる。鋼材を挿入した場合は、H150×75 以上、断面寸法 270 mm～420 mmで1時間加熱しても燃え止ることが確認されている。

#### 4. まとめ

今回の結果では、H形鋼集成材被覆の工法でボルト部座彫り有無とも接合部なしと同様の燃え止り性状を示した。

#### 5. 今後の課題

ボルト接合部の燃え止り性状が概ね確認されたが、今後は今回とは異なる断面寸法の鋼材、カラマツ以外の樹種等に関するデータ蓄積をすることが望まれる。

#### 《参考文献》

- 1)遊佐秀逸,増田秀昭他；木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その1）耐火構造の実験的確認方法 2003 年度日本火災学会研究発表会概要集,2003 年 5 月
- 2)川合孝明,遊佐秀逸他；同上（その3）鋼製柱を木質系材料で耐火被覆した仕様について
- 3)山口純一,村岡宏他；大断面木材の加熱実験,平成 14 年度日本火災学会研究発表会概要集,2002 年 5 月
- 4)須藤昌照,山田誠他；木質系構造部材の燃え止りに関する研究,日本建築学会大会学術講演梗概集,2003 年 9 月

#### 【謝辞】

本研究は「木質複合建築構造技術の開発」（委員長：坂本功東京大学教授）防火分科会（主査：菅原進一東京理科大学教授）における研究の一環として実施されたものである。関係各位に深甚なる謝意を表す。

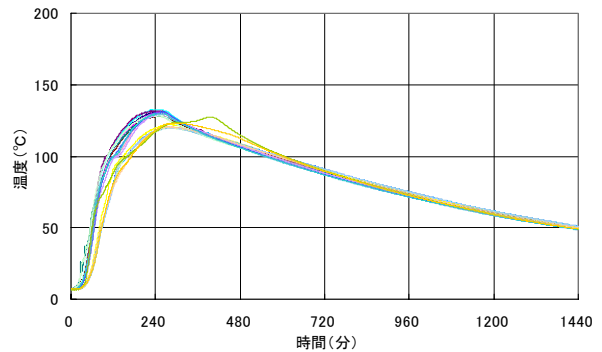


図 3 鋼材温度 40h 測定結果(H250 座彫り有り)  
(フランジ部、ウェブ部、フランジボルト部、ウェブボルト部)

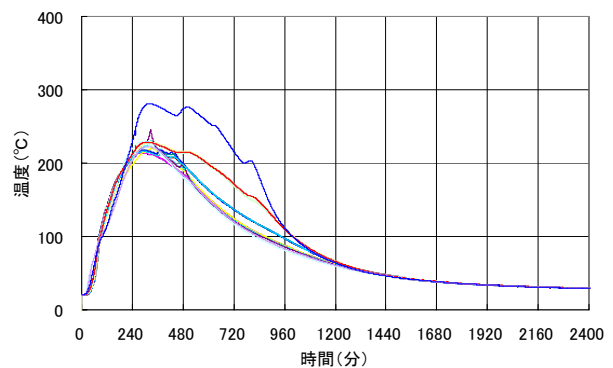


図 4 鋼材温度 40h 測定結果(H150 座彫りなし)  
(フランジ部、ウェブ部、フランジボルト部、ウェブボルト部)

表 3 燃え止り性状の整理（その1）

試験体	断面寸法	ISO 834 加熱時間 (分)	現象	備考
カラマツ集成材	120×120	15	燃え止る	須藤ら
	240×240		燃え止る	同上
スギ集成材	120×120	15	燃え止る	同上
	240×240		燃え止る	同上
スギ製材	120×120	15	燃え止る	同上
	240×240		燃え止る	同上
カラマツ集成材	240×240	20	燃え止る	同上
スギ集成材	240×240	20	燃え止らず	同上
カラマツ集成材	360×360	30	燃え止らず	同上
	450×450	30	燃え止らず	同上
			燃え止らず	同上
スギ製材	360×360	30	燃え止らず	同上
ヒバ製材	150×150	45	燃え止らず	山口ら
ペイマツ	550×550	60	燃え止らず	同上
ケヤキ	φ300	60	燃え止らず	同上

表 4 燃え止り性状の整理（その2）

試験体	断面寸法	ISO 834 加熱時間 (分)	現象	備考
H300×300×10/15+カラマツ集成材60mm	420×420	60	燃え止る	遊佐ら
H300×300×10/15+ペイマツ集成材60mm	420×420	60	燃え止る	同上
H300×300×10/15+ペイマツ集成材60mm	420×420	60	燃え止らず	同上
H250×250×9/14+カラマツ集成材60mm	370×370	60	燃え止る	同上
H150×75×5/7+カラマツ集成材60mm	270×270	60	燃え止る	同上
H150×75×5/7+ペイマツ集成材60mm	270×270	60	燃え止る	同上
H75×75×5/7+カラマツ集成材60mm	195×195	60	燃え止らず	同上
H100×50×4/6+カラマツ集成材60mm	220×220	60	燃え止らず	同上
ペイマツ	550×550	120	燃え止らず	山口ら
H250×250×9/14+ウェブ:不燃資材+発泡黒鉛シート1.5mm×2+カラマツ集成材60mm	376×376	120	燃えつきるが耐火性能有	大塚ら

\*財団法人 ベターリビング筑波建築試験センター  
 \*\*独立行政法人 建築研究所  
 \*\*\*株式会社 エーアンドエーマテリアル  
 \*\*\*\*独立行政法人 森林総合研究所  
 \*\*\*\*\*三重県科学技術振興センター

\* Tsukuba Building Testing Laboratory, The Center for Better Living  
 \*\* Building Research Institute  
 \*\*\* A & A Material Co. Ltd  
 \*\*\*\* Forestry and Forest Research Institute  
 \*\*\*\*\* Mie prefectural Science and Technology Promotion Center