

木質複合構造の耐火性能に関する研究

(その4) 燃え止まり梁部材の載荷加熱試験

Fire resistance of hybrid wooden structure (IV)

Experiments on loaded fire resistance of self-charring-stop wooden beam structure

遊佐秀逸¹⁾, 増田秀昭²⁾, 並木勝義³⁾,
岡村義徳⁴⁾, 川合孝明²⁾, 山本幸一⁴⁾

Shuitsu Yusa, Hideaki Masuda, Yoshitomo Namiki,
Yoshinori Okamura, Taka-aki Kawai, Koichi Yamamoto

要旨：木質系耐火構造を開発するため、鋼製梁を木材で耐火被覆した仕様について、大断面梁部材 1 体及び小断面梁部材 2 体による実大試験体での載荷加熱試験を実施して検討を行った。前者（試験体 No. 1）は、H 形鋼 400×200×8/13 に厚さ 60mm のカラマツ集成材被覆したもの、後者（試験体 No. 2, 3）は、H 形鋼 150×75×5/7 に厚さ 60mm のベイマツ集成材被覆したもの 1 体、及び H 形鋼 150×75×5/7 に厚さ 60mm のカラマツ集成材被覆したもの 1 体を使用した。試験の結果、全試験体に於いて燃え止まり性状を示し、試験体 No. 1 の鋼材温度の最高値は 117℃平均 115℃及び試験体 No. 2 の鋼材温度の最高値は 150℃並びに試験体 No. 3 の鋼材温度の最高値は 140℃であった。これらの結果から本実験の仕様は「防耐火性能試験・評価業務方法書」による耐火 1 時間構造としての判定基準の鋼材温度等の規定値を満足させる結果であり、耐火 1 時間の性能を有していると考えられた。

はじめに

本研究は、木質系部材を耐火建築物の要件である耐火構造として用いるため、梁部材について耐火性能実験を行い、その耐火性能について検討した。本報告では鋼製梁を木材で耐火被覆した燃え止まり梁部材について、大断面梁部材 1 体及び小断面梁部材 2 体による実大試験体での載荷加熱試験を実施した結果について報告する。本報告は平成 16 年度日本火災学会研究発表会（遊佐ら 2003, 増田ら 2003, 川合ら 2003, 遊佐ら 2004, 増田ら 2004）及び 2004 日本建築学会大会（北海道）（白岩ら 2004, 増田ら 2004, 岡村ら 2004）で発表した内容を改変したものである。

試験体

試験体は、表-1 に示すように SS400 の H 形鋼 400×200×8/13 に厚さ 60 mm のカラマツ集成材を密実に被覆したもの、H 形鋼 150×75×5/7 に厚さ 60 mm のベイマツ集成材又はカラマツ集成材を密実に被覆したものを試験した。試験体の作製は鋼材の表面にエポキシ樹脂接着剤をプライマーとして塗布した後、集成材作製に用いたのと同様のレゾルシノール系接着剤を用いて接着した（並木ら 2002）。集成

-
- 1) 財団法人 ベターリビングつくば建築試験センター 4) 財団法人 日本建築総合試験所
2) 独立行政法人 建築研究所
3) 三重県科学技術振興センター林業研究部

材の密度及び含水率を表-2 に、試験体の仕様及び試験体の形状、寸法を表-1 及び図-1 に示す。

表-1. 試験体の仕様

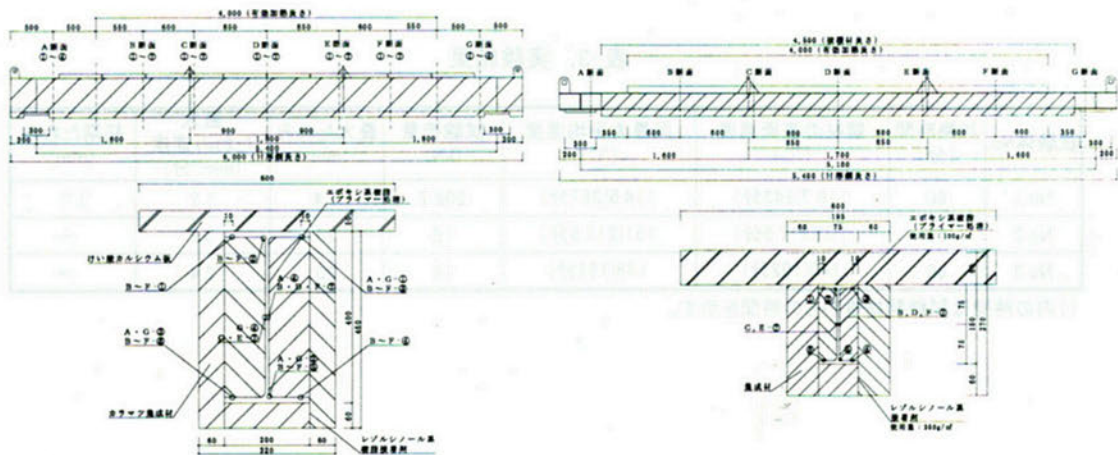
No.	仕 様		
	心材断面	被 覆 材	試験体長さ (m)
No.1	H形鋼 400×200×8/13	カラマツ集成材60mm	6.0
No.2	H形鋼 150×75×5/7	ベイマツ集成材60mm	5.5(4.5)※
No.3	H形鋼 150×75×5/7	カラマツ集成材60mm	5.5(4.5)※

※()内は被覆長さ

表-2. 密度及び含水率

樹 種	密度(g/cm ²)	含水率(%)
カラマツ	0.56	11.5
ベイマツ	0.51	12.8

※測定日時:2003年2月



試験体 No. 1

試験体 No. 2, 3

図-1. 試験体の形状、寸法

実験方法

燃え止まり梁部材の荷重加熱試験は独立行政法人建築研究所及び(財)日本建築総合試験所の水平炉を用い、部材に長期許容靱応力が生ずるように荷重しながら、ISO834に規定する加熱曲線により加熱する方法で実施した。

(1) 加熱時間及び放置

加熱は、試験面の加熱温度がISOに規定する標準加熱温度曲線に沿うようにプレート温度計により制御し、60分加熱の後、180分間炉内に放置した。試験体のたわみは、加力点及び中央部の変位6点を変位計を用いて測定した。

(2) 載荷荷重

載荷荷重はそれぞれの試験体の使用鋼材に対する長期許容曲げ応力度が、下フランジに生じるように載荷荷重を算出し、試験体 No. 1 は 202.7kN、試験体 No. 2, 3 は 16kN とした。

実験結果

実験結果を表-3 に示す。又、試験体 No. 1~No. 3 の加熱温度及び鋼材温度測定結果を図-2 に、たわみ量測定結果を図-3 に示す。

試験体 No. 1 の鋼材温度の最高値は加熱終了後の放置中にピークに達し、断面 B~F の下フランジ部で 240 分時に 117℃であった。平均は炉内放置中の 267 分時に 115℃であった。たわみは、加熱終了直後から急速に増大し、最大 7 mm に達した後、徐々に減少した。

試験体 No. 2 及び試験体 No. 3 の鋼材温度の最高値は、いずれも中央部断面の下フランジ部で、試験体 No. 2 では約 150℃、試験体 No. 3 では約 140℃であり、いずれも 240 分以前であった。たわみは、鋼材温度と概ね対応して増加しており、中央部で試験体 No. 2 では最大約 24 mm、試験体 No. 3 では最大約 18 mm であった。これらは ISO の最大たわみ判定値 163 mm を大幅に下回っている。

表-3. 実験結果

試験体No.	加熱時間 (分)	鋼材の表面温度 (°C)	同最大平均温度 (°C)	試験荷重 (kN)	最大たわみ (mm)	最大 たわみ速度 (mm/分)	初期たわみ (mm)
No.1	60	116.7(243分)	114.5(267分)	202.7	7.4	1.2	7.0
No.2	60	153(211.5分)	151(211.5分)	16	25	3.2	—
No.3	60	140(192分)	138(191分)	16	20	2.4	—

()内の時間は試験開始後からの時間を示す。

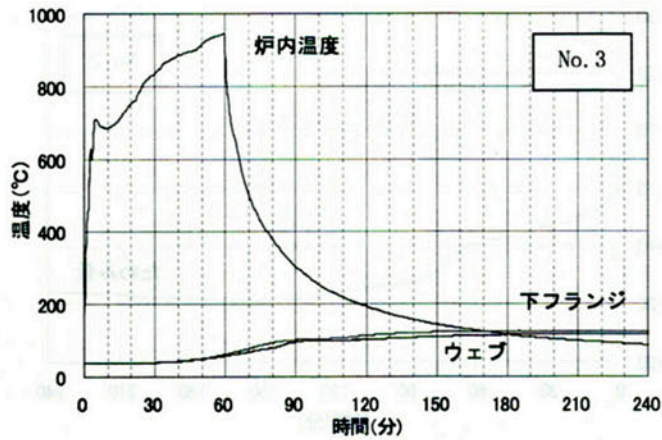
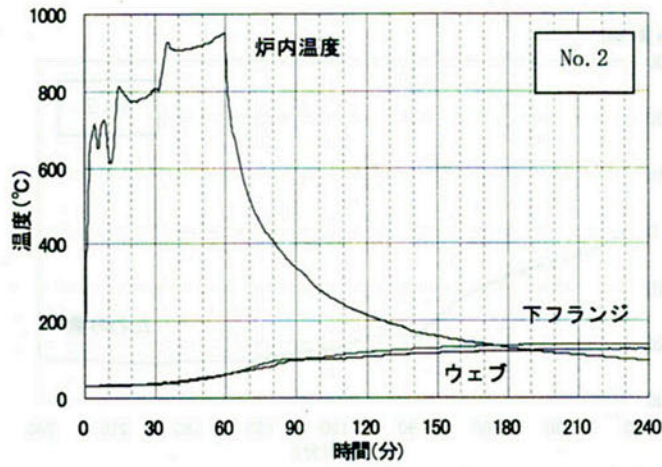
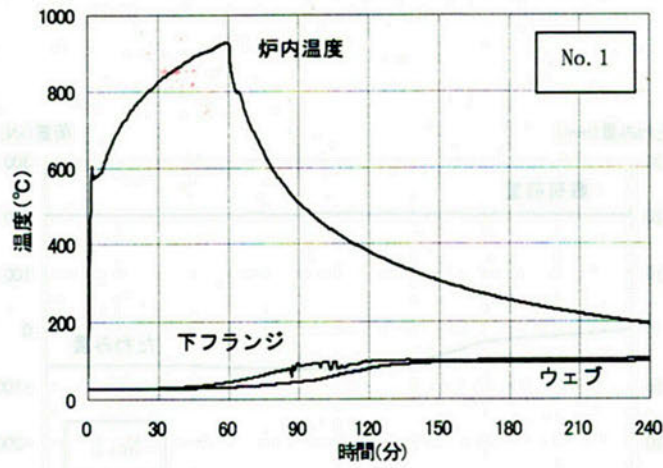


図-2 . 加熱温度及び鋼材温度測定結果

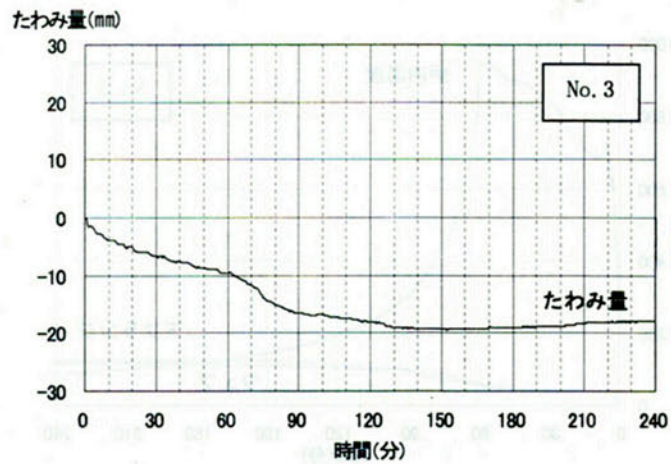
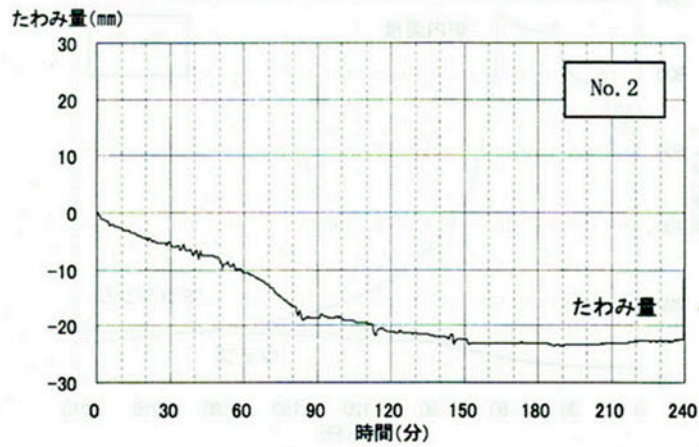
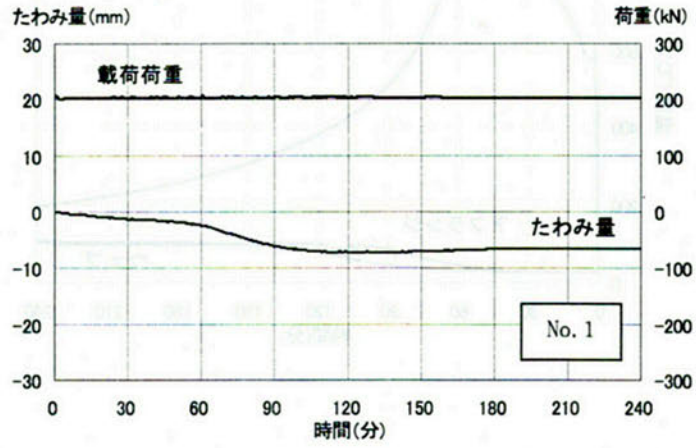


図-3. たわみ量測定結果

考察

実験の結果、試験体 No. 1 の鋼材温度は、最高及び平均ともに 120℃以下であり、その近辺の木材にはほとんど変化が生じないと考えられる。

試験体 No. 2 の鋼材温度は、試験体 No. 1 の最高及び平均（ともに 120℃以下）と比較すると、20～30℃高くなっている。これは断面積が小となった影響と考えられる。最大たわみは、試験体 No. 1 の 7 mm に対して、試験体 No. 2 で 24 mm、試験体 No. 3 で 18 mm となっており、2～3 倍大きくなっている。従って、集成材燃焼時にたわみが加わると下フランジ被覆部に亀裂等が生じ易くなり、燃え止まり性状上は不利と考えられるが、今回の断面仕様では 1 時間の耐火性能は十分有していると思なせる。

これらのことから鋼材温度の測定結果、最大たわみ量、最大たわみ速度等を勘案すると、今回行った試験体 No. 1, 2, 3 の仕様は、耐火構造としての耐火性能を充分満足しているものと考えられる。

燃え止まりに関しては、前報柱部材の考察がほぼそのままあてはまると考えられる。

おわりに

今回の研究で実大規模の荷重加熱試験により、木質複合構造でベイマツ集成材及びカラマツ集成材で H 形鋼を被覆した燃え止まり梁部材に対して、1 時間耐火構造の性能を明らかにすることができた。実際の建物に用いる場合は、柱部材等と同様に大臣認定を取得する必要がある。

文献

- 川合孝明・遊佐秀逸・増田秀昭・上杉三郎・並木勝義. 2003. 木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（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. 平成 15 年度日本火災学会研究発表会概要集, 114-117.
- 増田秀昭・遊佐秀逸・川合孝明・大塚健二・上杉三郎. 2003. 木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その 2）木製柱を耐火被覆した仕様について. 平成 15 年度日本火災学会研究発表会概要集, 110-113.
- 増田秀昭・遊佐秀逸・川合孝明・並木勝義. 2004. 木質系構造の耐火性能に関する研究（その 9）大断面梁部材の荷重加熱試験. 2004 年度大会（北海道）日本建築学会学術講演梗概集, 139-140.
- 並木勝義・伊藤 久・佐藤暢也・片岡福彦. 2002. 木材被覆鋼材の耐火性能. 第 52 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 401.
- 岡村義徳・遊佐秀逸・増田秀昭・川合孝明・山本幸一・並木勝義. 2004. 木質系構造の耐火性能に関する研究（その 10）小断面燃え止まり梁部材の荷重加熱試験. 2004 年度大会（北海道）日本建築学会学術講演梗概集, 142-142.
- 白岩昌幸・遊佐秀逸・増田秀昭・川合孝明・並木勝義・斉藤春重. 2004. 木質系構造の耐火性能に関する研究（その 8）燃え止まり柱部材の耐火性能. 2004 年度大会（北海道）日本建築学会学術講演梗概集, 137-138.
- 遊佐秀逸・増田秀昭・川合孝明・上杉三郎・並木勝義. 2003. 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. 平成 15 年度日本火災学会研究発表会概要集, 106-109.
- 遊佐秀逸・増田秀昭・川合孝明・上杉三郎・並木勝義・斉藤春重. 2004. 木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その 4）柱部材の耐火性能試験. 平成 16 年度日本火災学会研究発表会梗概集, 28-31.
- 遊佐秀逸・増田秀昭・川合孝明・上杉三郎・並木勝義. 2004. 木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その 5）梁部材の荷重加熱試験. 平成 16 年度日本火災学会研究発表会梗概集, 32-35.



プライマー塗布した鋼材



接着状況



完成した試験体



炉内へ設置した状況



試験前と試験後

写真-1. 試験体 No. 1

木質部と鋼材の接合部における接合剤の硬化状況



プライマー塗布した鋼材と接着用集成材



接着状況



完成した試験体



設置作業の状況



試験体 No. 2 試験前と試験後

試験体 No. 3 試験前と試験後

写真-1. 試験体 No. 2, 3