

木質系構造の耐火性能に関する研究

その23：H形鋼柱構造のスギ材被覆による1時間耐火性能試験

正会員 田坂 茂樹* 同 遊佐 秀逸**
同 並木 勝義***

木質系構造 耐火構造 載荷加熱試験
鋼材温度 集成材 スギ

1. はじめに

本研究では、前報で報告されたスギ材をH形鋼柱の耐火被覆材として耐火建築物に用いるため、実大試験体を用い1時間の載荷加熱試験を実施して耐火性能の検討を行なったものである。これまでのカラマツ集成材被覆の燃え止まり性状とは異なり、被覆材自体は燃え尽きてしまうが、H形鋼柱の温度を一定以上に上昇させず、結果として非損傷性を確保する工法である。

2. 試験体

試験体は表-1及び図-1に示すようにH形鋼(SS400 H-250 × 250 × 9 × 14)にスギ集成材(厚さ60mm)と強化石膏ボード(厚さ15mm)を被覆し、コーナー部はスギ集成材と強化せっこうボードの間にステンレス鋼板(厚さ0.1mm)を補強被覆したものである。また、試験体の長さは3500mm、有効加熱長さは3000mmとし、上下端部は木口より燃焼しないようにセラミックファイバーにより被覆した。

スギ集成材を厚さ20mm毎に水性高分子イソシアネート系接着剤(300g/m²)を用いて積層させ、被覆材とした。試験時の含水率はスギ集成材10.3%(105)、強化せっこうボード0.36%(40)であった。また、比重はスギ集成材0.43(気乾時)、強化せっこうボード0.77(気乾時)であった。

鋼材の温度上昇を把握するため、鋼材表面には上、中、下部の三断面においてフランジ4点、ウェブ1点の合計15点の熱電対(type-K, 0.65mm)を設置した。

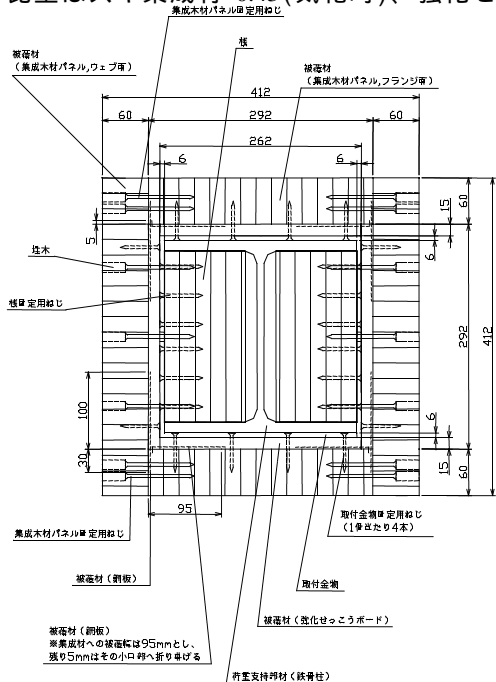


図-1 試験体断面図(寸法単位:mm)

表-1 試験体の概要 (寸法単位:mm)

試験体	鋼材	断面寸法	長さ	被覆材
A, B	H-250 × 250 × 9 × 14	412 × 412	3500	スギ集成材 厚60 せっこうボード 厚15

3. 試験方法

(1)加熱及び放冷

加熱は(財)日本建築総合試験所の柱加熱炉を用い、指定性能評価機関が定めた業務方法書⁷⁾(以下、方法書と呼ぶ)に従いISO 834に規定する標準加熱温度曲線により1時間加熱試験を実施した。加熱温度は試験体の表面から100mmの位置で測定した。1時間の加熱終了後、鋼材温度及び軸方向収縮量全てが下降曲線を示し、かつ目視により試験体全面において火気がなくなった時点を試験終了とし、その時点まで載荷を続行する等加熱終了時の状態に維持し、測定を続けた。

(2)載荷方法

試験は荷重支持部材であるH形鋼柱の長期許容圧縮応力度($f_c=131.04N/mm^2$)と有効断面積(9143mm²)から算出した試験荷重(1199kN)をかけた状態で放冷時を含め試験終了時まで実施した。

(3)測定

測定は加熱温度及び試験体の鋼材温度、軸方向収縮量、試験状況の目視観察を試験終了時まで続けた。軸方向収縮量は試験体底部の端部4カ所において変位計を用いて測定した。

4. 試験結果

鋼材温度及び軸方向収縮量の測定結果を表-2に、目視観察記録(試験体A)を表-3に示す。また、加熱温度測定結果を図-2, 5に、軸方向収縮量測定結果を図-3, 6に、鋼材温度測定結果を図-4, 7に示す。鋼材温度の最高は試験体A: 512(試験開始後567分)、試験体B: 553(試験開始後489分)、平均は試験体A: 431(試験開始後562分)、試験体B: 439(試験開始後482分)を示している。方法書に規定された載荷を行わない場合の鋼材温度の規定値(最高450、平均350)を100近く超えているが試験荷重を支持し続けている。鋼材温度性状は、上、中、下部において時間のずれを生じ、最高および平均温度とも上部が高い温度を示した。

軸方向収縮量及び収縮速度は、加熱中にはほとんど変化が見られなかったが、加熱終了後に鋼材温度が上

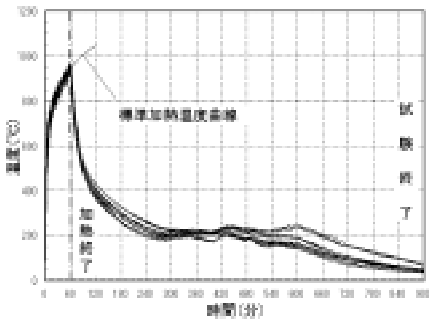


図 - 2 加熱温度測定結果(試験体 A)

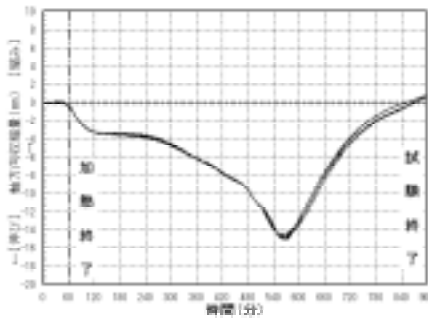


図 - 3 軸方向収縮量測定結果(試験体 A)

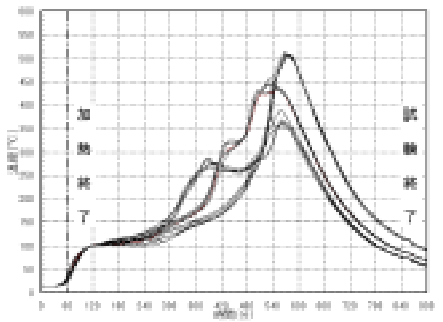


図 - 4 鋼材温度測定結果(試験体 A)

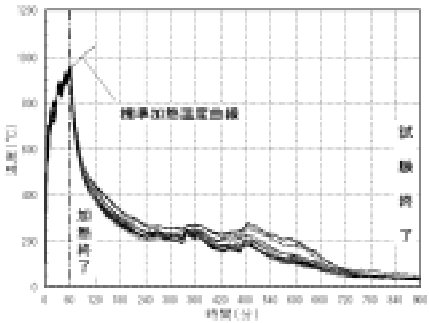


図 - 5 加熱温度測定結果(試験体 B)

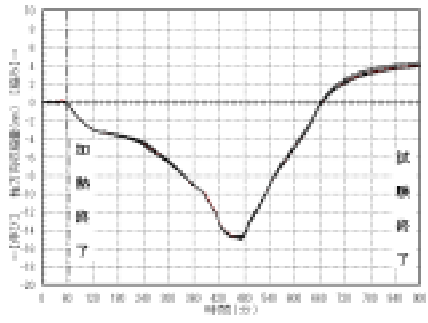


図 - 6 軸方向収縮量測定結果(試験体 B)

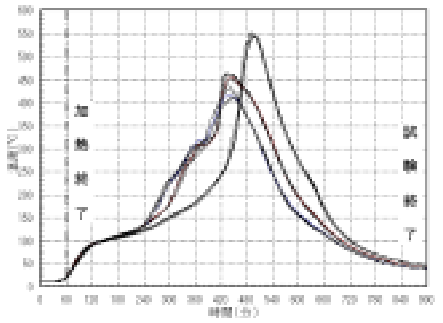


図 - 7 鋼材温度測定結果(試験体 B)

表 - 2 測定結果

試験体	最大収縮量(mm)	最大収縮速度(mm/分)	鋼材温度(°C)	
			最大	平均
A	0.7	0.3	512	431
B	4.2	0.5	553	439

表 - 3 目視観察結果(試験体 A)

試験開始後(分)	目視観察結果
0	加熱開始
3	表面スギ材に着炎。この間、燃焼盛ん
60	加熱終了
80	スギ材の残炎収まる この間、残じんあり
900	試験終了
試験終了後	スギ集成材はすべて焼失、強化石膏ボードは脱落、コナ-部スチール鋼板は残存

昇するにつれ膨張し始めた。また 540 分以後、鋼材温度が下降するとともに収縮し始め、試験開始後 900 分の時点(全ての可燃物が燃え尽きた時点)で最大軸方向収縮量 0.7 ~ 4.2mm(方法書規定値 $H/100=35\text{mm}$)、収縮速度 0.3 ~ 0.5mm/分(方法書規定値 $3H/1000=10.5\text{mm/分}$)を示したが、方法書の規定値を大きく下回った。試験終了時には被覆材のスギ集成材は全て燃え尽き、その下層の強化石膏ボードも脱落していた。また、内部被覆材固定材(スギ集成材)もすべて焼失していた。

5. 考察

今回の試験では、荷重支持部材である H 形鋼にスギ集成材および強化せっこうボードを被覆した鋼柱は加熱終了後に可燃物である被覆材および被覆材固定材で

あるスギ集成材は全て燃え尽きるが、その時点で方法書に示す最大軸方向収縮量及び収縮速度の規定値を下回り、1 時間耐火性能が充分にあることが確認できた。

今後、さらに鋼材の形状、寸法および被覆材の厚さ、樹種について検討を進める必要がある。

今回の試験は、農林水産省委託事業「平成 17 年度先端技術を活用した農林水産研究高度化事業-スギ・ヒノキ材を使用した耐火性複合構造材の開発-」研究の一環として実施されたものである。

謝辞

本研究の実施に当たり協力いただきました株式会社ジャパンテクノメイト片岡福彦様、中川祐樹様、石膏ボードに関する予備実験にご協力いただきましたチヨダウーテ株式会社開発本部の皆様方に対し、感謝の意を表します。

(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) 増田秀昭、遊佐秀逸他；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：2003年度日本火災学会研究発表会概要集，2003年5月
- 3) 川合孝明、遊佐秀逸他；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：2003年度日本火災学会研究発表会概要集，2003年5月
- 4) 川合孝明、遊佐秀逸他；木質系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、2003年度大会(東海)日本建築学会学術講演梗概集，2003年9月
- 5) 並木勝義、伊藤久他；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，2002年4月
- 6) 遊佐秀逸、増田秀昭他；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まり性状、2005年度大会(近畿)日本建築学会学術講演梗概集，2005年9月
- 7) 日本建築総合試験所制定 防耐火性能試験・評価業務方法書

* (財)日本建築総合試験所
 ** (財)ベターリビング
 *** 三重県科学技術振興センター

* General Building Research Corporation of Japan
 ** Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living
 *** Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center