

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

木質系構造 柱部材 鋼材温度  
耐火性能 耐火被覆 燃え止まり

正会員 白岩 昌幸\* 同 川合 孝明\*\*\*  
同 遊佐 秀逸\*\* 同 並木 勝義\*\*\*\*  
同 増田 秀昭\*\*\* 同 斉藤 春重\*

1. はじめに

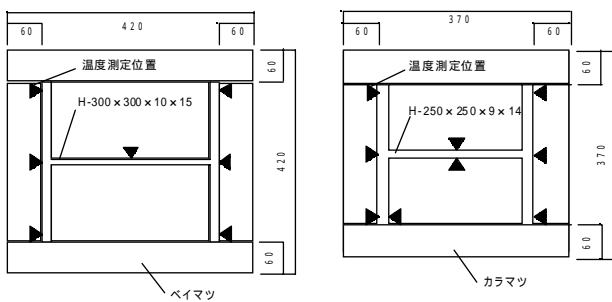
本研究は、木質系部材を耐火建築物の要件である耐火構造として用いるため、柱部材の耐火性能実験を行い、その耐火性能について検討したものである。その 8 では燃え止り部材の非荷加熱及び荷加熱試験の 1 時間加熱実験について述べるものである。

2. 試験体

試験体は、柱部材の H 形鋼材に木集成材を密実に被覆した木質系構造部材である。試験体の概要を表 - 1 に、断面形状及び鋼材温度測定位置を図 - 1 に示す。試験体の種類は、非荷加熱試験用と荷加熱試験用の 2 種類各 1 体である。また、木集成材は前者にあってはベイマツ、後者はカラマツ材を用い、鋼材までの被覆厚さは 60 mm とした。なお、各試験体の含水率は 8.0 ~ 11.0% の範囲である。

表 - 1 試験体の概要

試験体記号	柱断面寸法 (mm)	長さ (m)	樹種	芯材断面 (mm)	実験条件
A	420 × 420	1.0	ベイマツ	H-300 × 300 × 10 × 15	非荷加熱
B	370 × 370	3.3	カラマツ	H-250 × 250 × 9 × 14	荷加熱



試験体記号 A

試験体記号 B

図 - 1 試験体の断面形状及び鋼材温度測定位置

3. 実験方法

(1) 加熱方法

加熱は四面加熱炉を用い、ISO/834 に規定する耐火標準加熱曲線に従って実施した。また、加熱温度は試験体面から 100mm 離れた位置にシース熱電対及びプレート温度計を均等に 16 点配置し測定し制御した。

(2) 設置方法

実験方法を図 - 2 に示す。非荷加熱用試験体は、試験体が炉の中央部になるように架台を用いて垂直に設置した。荷加熱用試験体は球座を介して装置下部の荷装置に試験体を垂直に設置し油圧ジャッキで軸力を加えるようにした。なお、各試験体ともに木口面にはけい酸カルシウム板等の耐火被覆材を用い木口面からの燃焼防止に配慮した。

(3) 加熱時間及び放冷

加熱時間は 60 分とし、加熱終了後は加熱時間の 3 倍の 180 分間炉内放冷した後、非荷試験体は炉から取り出し、荷のそれは炉の扉を開放することによって鋼材温度が安定するまで自然放冷し実験を終了した。

(4) 鋼材温度及び軸方向収縮変位量

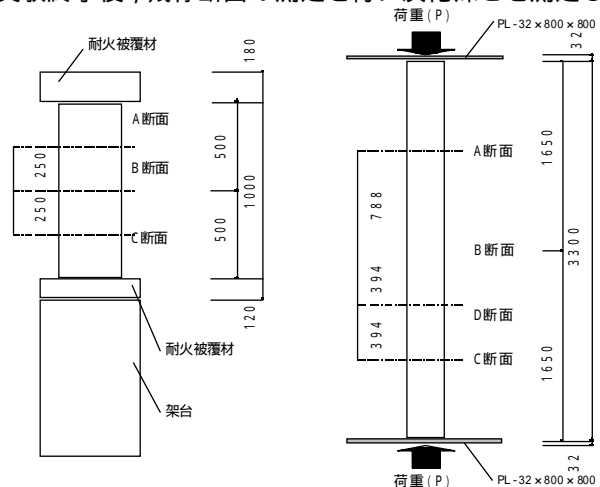
鋼材温度は、非荷加熱用試験体は 3 断面、合計 17 点について測定した。荷加熱用試験体は 4 断面、合計 19 点について測定するとともに、試験体荷点の軸方向収縮変位量を 2 点測定した。

(6) 荷荷重

荷加熱用試験体の荷荷重は柱材の長期 (座屈) 許容応力度に相当する荷重 (1221kN) を荷した。なお、荷は最大軸方向の伸びを確認した後、軸方向の収縮の推移が一定量になるまで荷を継続した。

(5) 炭化深さ

実験終了後、残存断面の測定を行い炭化深さを測定した。



試験体記号 A

試験体記号 B

図 - 2 実験方法及び鋼材温度測定位置

#### 4. 実験結果

##### (1) 非載荷加熱試験（試験体記号 A）

実験結果の一覧を表 - 2，鋼材温度測定結果を図 - 3 に示す。鋼材温度の最高値は，加熱終了後の自然放冷中にピークに達し，断面 C フランジ端部で130，平均は115であった。

炭化状況を図 - 4 に示す。平面部の炭化深さは28～30mmであった。また，実験後の観察でコーナ部分の鋼材が一部露出していた。

##### (2) 載荷加熱試験（試験体記号 B）

実験結果を表 - 2 に，鋼材温度測定結果及び軸方向変位測定結果を図 - 5 及び図 - 6 に示す。鋼材温度の最高値は加熱終了後の自然放冷中にピークに達し，断面 D のフランジ端部で162，平均は128であった。

柱部材の変形性状は，加熱終了直後から軸方向の伸びが始まり最大3mmに達した後，徐々に収縮した。この時，伸び及び収縮速度は0.1mm/分以下であった。

炭化状況を図 - 4 に示す。平面部の炭化深さは35～51mmであった。また，実験後の観察でコーナ部分の鋼材が一部露出していた。

#### 5. まとめ及び考察

実験の結果，各試験体の鋼材温度は，放冷中に一部が散発的に上昇したが，最高及び平均ともに木材の工学的危険温度260を大きく下回っていた。また，実験後の観察において鋼材の一部が露出していたが，鋼材温度を著しく上昇させるものではなかった。

柱の変形性状は，鋼材平均温度の変化と対応して軸方向変位が変化したが，変形速度は，伸び，収縮共に0.1mm/分以下で終始安定していた。

これらの結果を「防耐火性能試験・評価業務方法書」による耐火構造の判定基準に照らし合わせた場合，鋼材温度（最高温度450以下，最高平均温度350以下），最大軸方向収縮変位量（ $h/100=33\text{mm}$ ），最大軸方向収縮速度（ $3h/1000=9.9\text{mm/分}$ ）の規定値を満たしていることから本実験の仕様は，耐火構造としての耐火性能を満足しているものと考えられる。ただし，本実験では，規定の試験時間（炉内放冷）終了時に赤色する残じんが確認され，再燃することはなかったものの，その後も長時間に渡り残じんが残る状態（くすぶり）が認められたので，これら現象の取扱いについては今後の検討を要するといえる。

#### 《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4）柱部材の耐火性能試験：2004年度日本火災学会研究発表会梗概集，2004年5月
- 2) 財団法人 建材試験センター：「防耐火性能試験・評価業務方法書」

表 - 2 実験結果の一覧

試験体記号	加熱時間 (分)	最高温度 ( ) ( )	最大平均温度 ( ) ( )	最大伸び (mm)	最大軸方向収縮速度 (mm/分)
A	60	130 (325分)	115 (151分30秒)	-	-
B	60	162 (370分)	128 (154分)	3.0	0.1以下

( )内の時間は加熱終了後からの時間を示す。

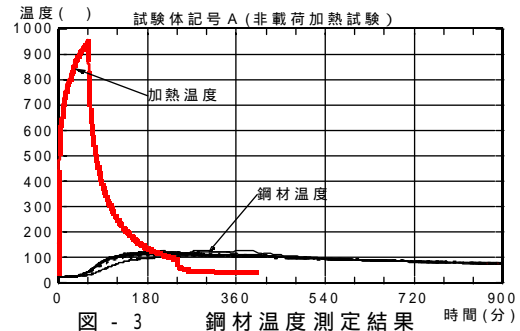
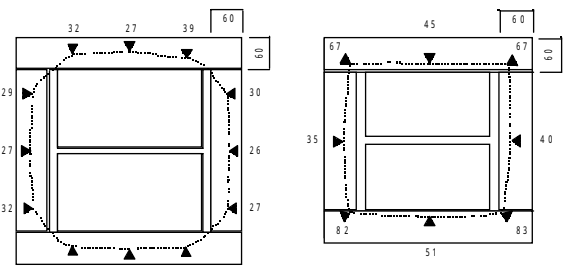


図 - 3 鋼材温度測定結果



試験体記号 A

試験体記号 B

図 - 4 炭化状況

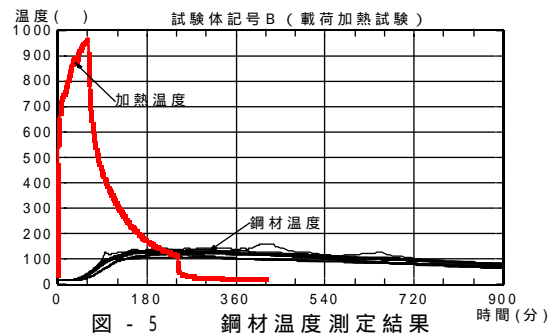


図 - 5 鋼材温度測定結果

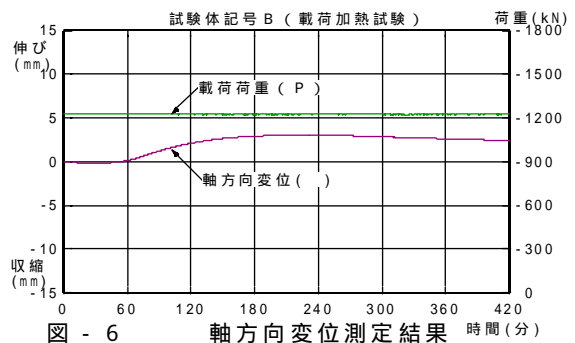


図 - 6

軸方向変位測定結果 時間(分)

\* (財) 建材試験センター

\*\* (財) ベターリビング筑波建築試験センター・工博

\*\*\* 独立行政法人 建築研究所

\*\*\*\* 三重県科学技術振興センター

\* Japan Testing Center for Construction Materials

\*\* Tsuba Building Testing Laboratory, The Center for Better Living, Dr. Eng.

\*\*\* Building Research Institute

\*\*\*\* Mie prefectural Science and Technology Promotion Center