

木質系構造の耐火性能に関する研究  
その7 - 2時間耐火性能を有する柱部材試験 -

鋼構造 火災 耐火被覆  
発泡 熱膨張 集成材

正会員 大塚 健二\*4  
同 遊佐 秀逸\*1  
同 増田 秀昭\*2  
同 川合 孝明\*2  
同 齋藤 春重\*3  
同 戸野 正樹\*4  
同 並木 勝義\*5

1. はじめに

本報告は、木質系2時間耐火構造の開発に関し、鋼製柱を木材、発泡黒鉛シートで耐火被覆した仕様について、火災時の耐火性並びに火災終了後の構造の非損傷性を確保する目的から実験に基づいて検討したものである。本報告では、鋼製柱耐火構造試験時の標準試験体である H-300×300×10/15 の鋼材及びそれより小断面である H-250×250×9/14 を集成材及び発泡黒鉛シートで被覆した仕様について報告する。

2. 試験方法

2.1 耐火被覆材の仕様

発泡黒鉛シートは熱膨張性黒鉛、充填材、樹脂成分等を主成とし、厚さ数mm程度の極めて薄い厚さで施工され、火災時の火炎及び熱気流等に曝されると200近辺の温度環境で発泡して厚い断熱層を形成する。施工時の柔軟性に富むとともに、ガラスクロス層が挿入され強度が補われており、火災時の気流に曝されても崩れることなく断熱層が保持される。(写真1参照)

(b)集成材

集成材はカラマツ集成材で、含水率は11.2%、比重は0.51のものを使用した。

(c)木片・炭・セメント材

木片・炭・セメント材はスギ間伐材の製紙用チップと、炭(粉粒炭)をセメントで成型した材料で、軽量化が図れると共に、釘やビスが容易に施工できる材料である。

2.2 試験体及び試験方法

試験に供した柱部材は、先に記した鋼材に、発泡黒鉛シート(厚み1.5mm)及び集成材(厚み60mm)、木片・炭・セメント材で被覆した。発泡黒鉛シート及び集成材は集成材の接着に用いられているレゾルシノール系接着材にて接着した。木片・炭・セメント材は、鋼材表面にエポキシ系プライマーを塗布した後、流し込み成形した。被覆仕様の一覧を表1に示す。試験は建築研究所水平加熱試験炉、積水化学工業水平加熱試験炉及び、建材試験センター柱載荷加熱試験炉を用い、ISO834に準拠し、耐火2時間加熱後、6時間炉内に放置し、一昼夜放置した。また、H-300×300の試験体は無載荷とし、H-250×250の試験体に関しては載荷加熱試験を行った。H型鋼には、被覆を施工する前に熱電対を配して、鋼材の温度履歴を測定した。



写真1 発泡黒鉛シートの発泡前後

3. 結果及び考察

3.1 ウェブ部の被覆材の違いによる特性

耐火試験結果の一覧を表2に、仕様1の鋼材温度データを図2に、試験前後の写真を写真2に示す。試験中、表面のカラマツ集成材は100分過ぎより落下が認められ、同時に発泡黒鉛シートが発泡し断熱層を形成した。仕様1のウェブにカラマツ集成材を挿入したタイプでは、後追い終了時点において、鋼材の平均温度が350を上回ることなく、発泡黒鉛シートの脱落も見られなかったが、燻焼が認められた。さらに、26時間後には、鋼材平均温度が350を超えた。これは、ウェブのカラマツ集成材が燻焼したためである。次に、仕様2のウェブに木片・炭・セメント材を挿入したタイプでは、仕様1と比較し平均温度が大幅に下回るとともに、燻焼は認められなかった。写真2に試験後の状態を示す。仕様2において、燻焼が生じなかったのは、木片・炭・セメント材が、カ

表1 被覆仕様一覧

仕様	鋼材サイズ	試験体長(mm)	発泡黒鉛シート貼付		ウェブ挿入部材	試験炉
			ウェブ	フランジ		
1	H-300×300	1000	2重	2重	カラマツ集成材	建築研究所
2	H-300×300	1000	2重	2重	木片・炭・セメント	積水化学工業
3	H-300×300	1000	1重	1重	木片・炭・セメント	積水化学工業
4	H-250×250	3300	1重	2重	木片・炭・セメント	建材試験センター

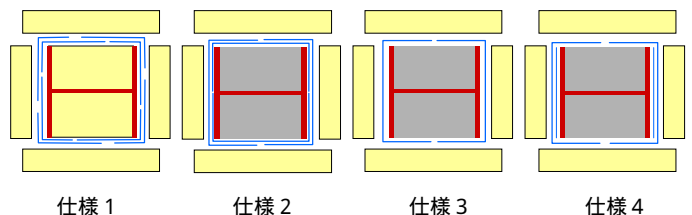


図1 各被覆仕様の模式図

Fire resistance on hybrid wooden structure.

Part7, Experimented results on 2hour fire resistance for column

OTSUKA Kenji, YUSA Shuitsu, MASUDA Hideaki,  
KAWAI Taka-aki, SAITO Harushige, TONO Masaki,  
NAMIKI Yoshitomo

表2 試験結果一覧

仕様	燻焼の有無	平均温度( ) (記録時間(分))	最高温度( ) (記録時間(分))
1	有り	386(2114)	574(2080)
2	なし	221(161)	400(140)
3	なし	317(148)	529(145)
4	なし	245(159)	354(139)

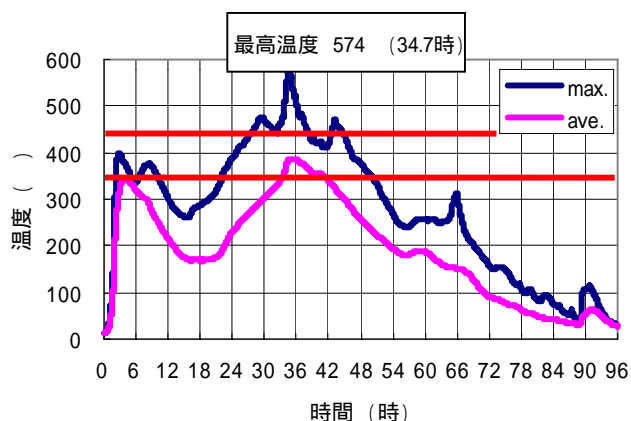


図2 仕様1の試験時の鋼材温度



写真2 仕様1の試験前後の写真



写真3 仕様2の試験後の写真



写真4 仕様3の試験後の写真

ラマツ集成材に比較して防火性が高く、燻焼にまで至らなかったためと考えられる。

- \*1 財団法人 ベターリビング 工博
- \*2 独立行政法人 建築研究所
- \*3 財団法人 建材試験センター
- \*4 積水化学工業(株) F.P.事業推進部
- \*5 三重県科学技術振興センター 林業研究部

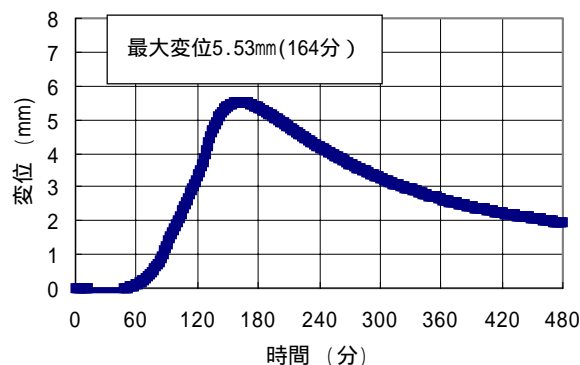


図3 仕様4の試験時の変位



写真5 仕様4の試験前後の写真

3.2 発泡黒鉛シートの被覆仕様による特性  
仕様3では、現場の施工性を考慮して、発泡黒鉛シートの貼付を1重にした。写真4に試験後の写真を示す。試験後、ウェブ部の発泡黒鉛シートが開き、木片・炭・セメントが露出していたが、鋼材平均温度は350を下回った。これらの結果より、発泡黒鉛シートの仕様をフランジ部が2重、ウェブ部が1重とし、載荷加熱試験を実施した。なお、フランジ部を2重にするのは、鉄骨の温度上昇を抑制するためである。試験は建材試験センターの柱載荷加熱試験炉を使用し、載荷荷重は1221kNで載荷加熱試験を実施した。試験時の変位を図3に、試験前後の写真を写真5に示す。結果、鋼材は座屈せず、且つ鋼材の平均温度も350以下となり、燻焼も認められなかった。

#### 4. まとめ

H型鋼に発泡黒鉛シート及び、木片・炭・セメント材にて被覆した仕様について、耐火2時間の性能を有することが検証された。

#### 5. 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: 菅原進一東京大学名誉教授)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。

- \*1 Center for Better Living Dr.Eng.
- \*2 Building Research Institute
- \*3 Japan Testing Center for Construction Materials
- \*4 Sekisui Chemical Co., Ltd F.P. Materials Department
- \*5 Mie prefectural Science and Technology Promotion Center