

実大規模試験体の載荷加熱試験と中規模試験体の加熱試験を組み合わせた  
耐火被覆鋼柱の耐火性能試験・評価

1. 適用範囲

1. 1. 防耐火構造の種類

耐火構造(1・2・3時間)の主要構造部のうち、荷重支持部に鋼材を用いた柱を適用対象とする。

1. 2. 耐火被覆材の種類

加熱による物理形状の変化が起きず、材料の熱的特性によって断熱効果が得られる「非反応系材料」を適用対象とする。加熱により化学反応を起こし物理形状および熱的特性が変化することで断熱効果が得られる「反応系材料」は対象外とする。なお、耐火被覆の工法として、壁との合成耐火は適用外とする。

2. 耐火性能試験

2. 1. 試験体選定

試験体は、載荷加熱試験用の実大試験体と加熱試験(熱容量試験)用の中規模試験体を、必要な耐火被覆厚さが包含されるように選定する。選定方法の概略を図1に示す。

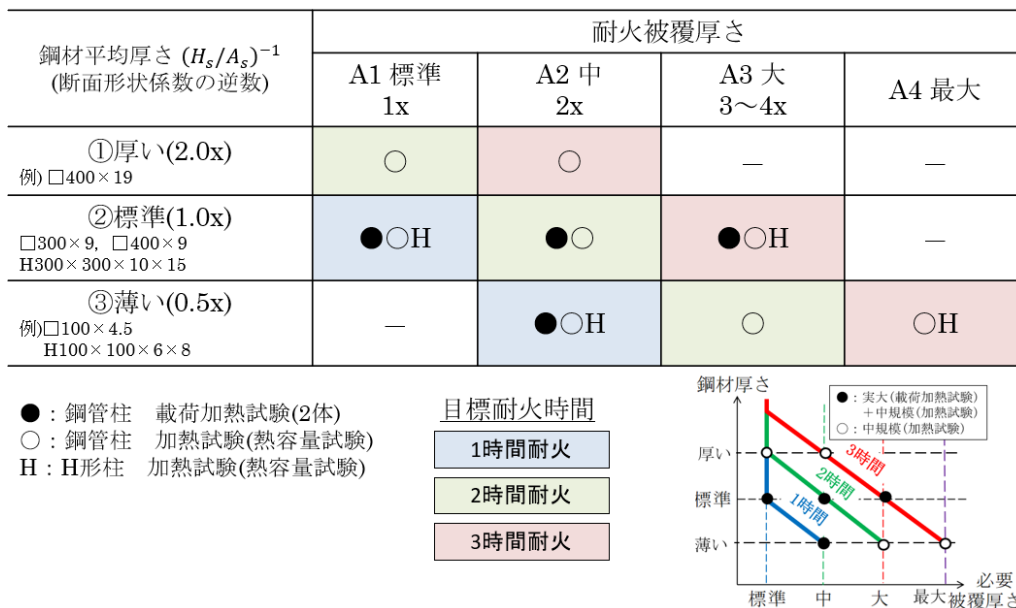


図1 試験体選定方法の概略

2. 1. 1. 鋼材

- ・載荷加熱試験用の試験体は、□-300~400×9を標準断面(②)として、全体座屈温度が極小となる幾何学的な細長比が20~50となるように、試験炉の条件に応じて設定する。
- ・中規模試験体の平均的な鋼材厚さ(断面形状係数  $H_s/A_s$ の逆数)は、標準断面(②)を基準として、3水準以上(①、②、③)設定する。ここで、 $H_s$ ：鋼材の加熱周長、 $A_s$ ：鋼材の断面積。
- ・鋼材の最小外形寸法が300mmを下回る場合、載荷加熱試験体(③)を追加する。

## 2. 1. 2. 耐火被覆

- ・耐火被覆の材料、工法は同一のものとする。比重が異なる場合は最小のものを選定する。
- ・耐火被覆厚さ(A1～A4)は、鋼材厚さに応じて、2～3水準以上を設定する。
- ・標準断面の載荷加熱試験体には、標準の厚さ(②-A1)、大の厚さ(②-A3)の耐火被覆を選定する。
- ・鋼材厚さ最小の載荷加熱試験体には、中の厚さ(③-A2)の耐火被覆を選定する。

## 2. 2. 試験方法

### 2. 2. 1. 中規模試験体の加熱試験

- ・中規模試験体の形状および温度測定位置は、参考資料 1)の 5.2.1 節および参考資料 2)の 12 頁を参照。
- ・複数体炉内に配置し、全試験体の平均鋼材温度が 550℃以上に達するまで加熱を継続する。

### 2. 2. 2. 実大試験体の載荷加熱試験

- ・実大試験体の形状および温度測定位置は、参考資料 1)の 5.2.2 節および参考資料 2)の 13 頁を参照。
- ・実大試験体の載荷加熱試験方法は、各評価機関の定める「防耐火性能試験・評価業務方法書」に準ずる。

## 3. 耐火性能の評価

### 3. 1. 評価の概要

一連の耐火試験によって得られた加熱時間と鋼材温度の関係を整理し、耐火性能検証法による集中熱容量法を用いて、所定の必要耐火時間を満足する耐火被覆厚さと鋼材平均厚さの関係を一覧表としてとりまとめる。

- ・鋼材平均温度：鋼材に設置した熱電対の平均温度とする。ただし、明らかに異常値であることが明らかなる場合はそれを除く。
- ・基準温度到達時間：標準加熱曲線に沿った加熱時の鋼材平均温度が基準温度(470℃)に達する時間とし、これを耐火時間として扱う。ただし、加熱終了後の温度上昇性状を考慮して、放冷中に 500℃に達しないことが明らかなる場合には、500℃を上限に基準温度を増加させることができる。(参考資料 2)の 15～20 頁参照)

### 3. 2. 耐火性能評価の手順

以下の(1)～(5)の手順で耐火性能を評価する。詳細は参考資料 1)の 6.2 節および参考資料 2)の 27～34 頁を参照。

- (1)得られた試験データ(鋼材平均温度の時間推移)を用いて、部材温度上昇係数 $h$ と温度上昇遅延時間 $t_z$ を試験体毎に同定する。原則、150℃と 550℃の 2 点で試験データと一致するように $h$ と $t_z$ を決定する。
- (2)試験体毎に同定した部材温度上昇係数 $h$ を用いて、被覆厚さ毎に最小となる熱抵抗係数 $R$ を求める。
- (3)上記で求めた $t_z$ と $R$ を用いて耐火性能検証法の温度上昇式により計算し、被覆厚さ毎の“鋼材平均厚さと基準温度到達時間の関係”を求める。計算結果一例を図 2 に示す。実線は、各条件での計算値プロットに対する被覆厚さ毎の線形近似式である。このとき、必ず線形近似の結果が試験データよりも安全側となっていることを確認すること。
- (4)平均鋼材厚さと基準温度到達時間の関係を表す傾き $S_{d_i}$ と切片 $t_{fr,t_{50}}$ について、それぞれ平均被覆厚さの関数とした補間折線式を作成する。
- (5)(4)で求めた関係式を用いて各耐火時間を満足する $A_s/H_s$ と $A_i/H_i$ の関係を求め、表形式で整理する(図 3)。

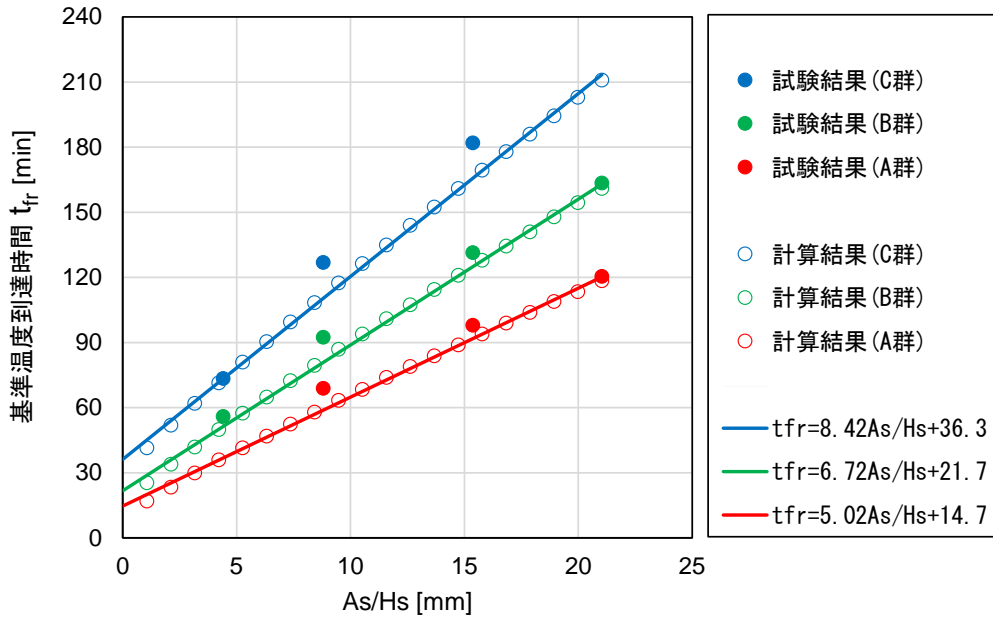
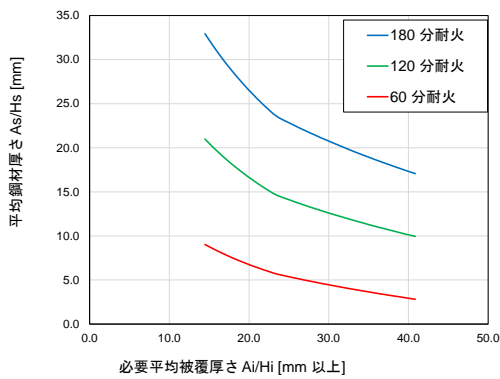


図2 被覆厚さ毎の“鋼材平均厚さと基準温度到達時間の関係”の計算結果一例



60分耐火		120分耐火		180分耐火	
平均鋼材厚さ As/Hs [mm]	必要平均被覆厚さ Ai/Hi [mm以上]	平均鋼材厚さ As/Hs [mm]	必要平均被覆厚さ Ai/Hi [mm以上]	平均鋼材厚さ As/Hs [mm]	必要平均被覆厚さ Ai/Hi [mm以上]
9.0	14.5	21.0	14.5	32.9	14.5
8.4	15.8	19.8	15.8	31.2	15.8
7.8	17.1	18.7	17.1	29.6	17.1
7.3	18.4	17.7	18.4	28.1	18.4
6.8	19.8	16.8	19.8	26.8	19.8
6.4	21.1	16.0	21.1	25.5	21.1
6.0	22.4	15.2	22.4	24.4	22.4
5.6	23.7	14.5	23.7	23.4	23.7
5.4	25.0	14.1	25.0	22.8	25.0
5.1	26.4	13.7	26.4	22.2	26.4
4.9	27.7	13.3	27.7	21.7	27.7
4.6	29.0	12.9	29.0	21.2	29.0
4.4	30.3	12.5	30.3	20.6	30.3
4.2	31.6	12.2	31.6	20.1	31.6
4.0	33.0	11.8	33.0	19.7	33.0
3.8	34.3	11.5	34.3	19.2	34.3
3.6	35.6	11.1	35.6	18.7	35.6
3.4	36.9	10.8	36.9	18.3	36.9
3.2	38.2	10.5	38.2	17.9	38.2
3.0	39.5	10.2	39.5	17.5	39.5
2.8	40.9	9.9	40.9	17.1	40.9

注) 平均鋼材厚さが表の中間の値の場合は、その間の平均被覆厚さは厚い方の数値以上とする。

図3 各耐火時間を満足する $A_s/H_s$ と $A_i/H_i$ の関係のグラフ(左)および一覧表(右)の計算例

なお、同一の被覆材を用いた認定を既に取得している場合には、認定取得者は本評価方法による認定範囲(図3)もしくは既認定を使用できることとする。

### 参考資料

- 1) 実大規模試験体の载荷加熱試験と中規模試験体の加熱試験を組み合わせた耐火被覆鋼柱の耐火性能試験・評価方法(詳細)
- 2) パッケージ型評価試験の補足資料

以上