

防耐火構造の比較試験および性能評価の合理化に関する研究

その1 試験方法の提案

正会員 ○豊田 康二*¹ 同 福田 俊之*³
同 水上 点晴*² 同 野中 峻平*⁴

耐火性能
性能評価

耐火試験

熱流束

1. はじめに

近年、リフォーム需要の増加や趣向の多様化に伴い、耐火構造等の大臣認定において仕様変更や仕様拡大に関する要望が増加している。現状、耐火構造等の大臣認定においては、耐火被覆材仕様のわずかな違いであっても、仕様ごとに原則実大2体による耐火試験を行って実験的に性能を確かめる必要がある。仕様が複数ある場合は費用・労力の負担も大きく、このことが開発意欲の低下の要因になりかねない。耐火構造等の性能評価の原則は、仕様の中から耐火性能上最も不利となる仕様において試験を実施し、耐火性能を確認することである。そのため、仕様の優劣を判定するために、合理的に耐火性能を比較する手法が求められる。

本研究では、試験体数の削減や試験体規模の縮小を含め、複数の仕様の耐火性能を合理的に評価するための耐火性能比較手法について検討した。本報では、壁材に対する試験体規模ごとの耐火性能比較手法の提案概要と、壁炉の熱特性を把握するために行った入射熱流束測定結果について報告する。試験方法の概略を図-1に示す。

2. 耐火性能比較手法の概要

壁材を対象に、仕様拡大のための耐火性能比較手法として以下の3つを提案する。

- ①N=3体による実大耐火試験
- ②中規模加熱試験
- ③小規模加熱試験

いずれの試験においても試験体数・規模の削減を意図しており、ばらつきが大きい仕様については対象外とする必要がある。そのため、対象となる壁材は、JISやJAS等の同一規格内かつ同一種類の材料に限っている。

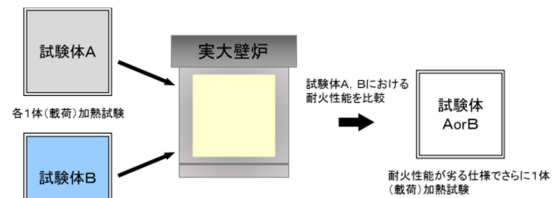
【①N=3体による実大耐火試験】

仕様の異なる実大耐火試験各1体の実験データに基づき優劣判定を行い、不利な結果であった仕様についてさらに1体の実大耐火試験を行う。

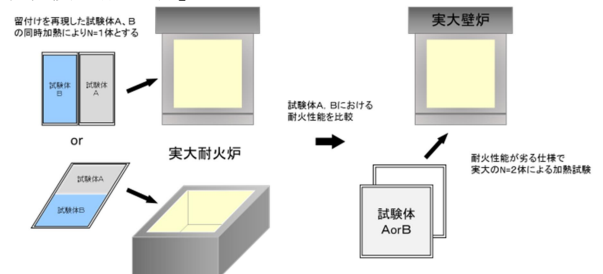
【②中規模加熱試験】

同一試験体内に仕様を張り分けて試験体規模を縮小し、同一加熱による優劣比較を行う。不利な結果であった仕様について改めて2体の実大耐火試験を行う。仕様を張り分けた試験体については、実大の製品寸法や留付けを

【①N=3体の実大耐火試験】



【②中規模加熱試験】



【③小規模加熱試験】

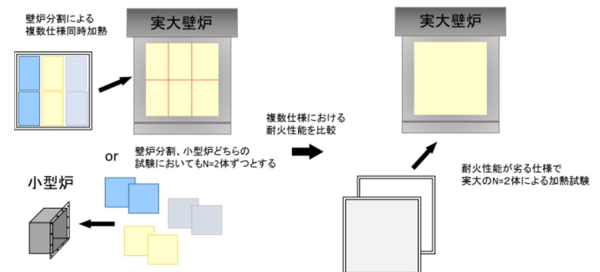


図-1 試験方法概略

再現し、脱落等の影響を把握できるものに限る。なお、載荷加熱試験による比較が困難であるため、非耐力壁や荷重支持部材の炭化で判定する（非損傷性を遮熱性で判定できる）木耐火部材に限る必要がある。

【③小規模加熱試験】

同一試験体に一仕様ごとに2体再現するように複数仕様を張り分けて試験体規模を縮小し、同一加熱による優劣比較を行う。または小型炉を用いて一仕様ごとに2体の試験を実施する。最も不利な結果であった仕様について改めて2体の実大耐火試験を行う。実大製品寸法や留付けを再現しない代わりに、一仕様ごとに2体の試験結果を必要とし、同一留付け方法の仕様に限定する必要がある。

②中規模加熱試験と③小規模加熱試験では、耐火性能（非損傷性・遮熱性・遮炎性）のうち、非損傷性に関する直接的な比較が難しいが、試験体断面内温度（対象材料の裏面温度や荷重支持部材表面温度）のデータを取得することにより、仕様の優劣を総合的に判定することも可能であると考えられる。

これらの試験方法の妥当性確認のための実験を計画し、試験体規模縮小の妥当性の検証に必要となる実大壁炉および小型炉の入射熱流束測定を行った。また、試験体数削減については、削減の代替として試験結果にばらつきが生じた際の安全側評価の基準、すなわち耐火性能の余裕度を設定することで再現性の代替措置とすることを検討した。ばらつきの範囲を把握するために、JIS 規格により製造された材料単体について、小型炉を用いた加熱試験を 20 体行った。これらについては「その 2」で報告する。

3. 入射熱流束測定

実大壁炉分割時に試験体へ入射される熱流束の把握を目的とし、6 機関の実大壁炉 7 基 (A~H) の熱流束測定を実施した。また、小型炉においても実大壁炉と同傾向を比較するため、3 機関の小型炉 (a~c) に対して同様の測定を行った。以下に試験方法及び測定結果を示す。

(i) 試験方法

実大壁炉においては、耐火炉マスクパネル (図-2、3.25m×3.25m) に熱流束計及びプレート温度計 (図-2、シースφ3.2mm、NFC600) を 9~10 点設置して、入射熱流束及びステンレス鋼板の温度を計測した。小型炉においては、マスクパネル (0.9m×0.9m) の中央に熱流束計を 1 点設置し、入射熱流束のみ計測した。加熱は ISO834-1 に準拠するものとし、実大壁炉では 1 時間の加熱後に炉内温度が 160℃以下になるまで、小型炉では 1 時間の加熱終了まで計測を実施した。

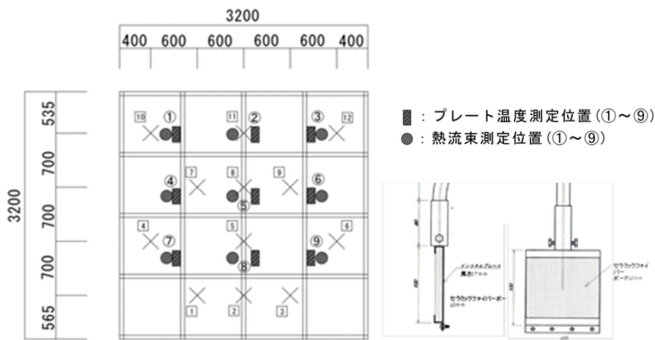


図-2 熱流束計及びプレート温度計位置

(ii) 測定結果

実大壁炉において、加熱炉の炉内温度の測定結果は所定温度までの放冷時間に多少のばらつきはあるが、いずれの炉においても、ISO834-1 の標準加熱曲線によく一致した。熱流束の測定結果は、炉内温度から算定した放射熱流束 (放射率を 1.0 とした) よりも、20~30kW/m² 高くなった (図-3)。小型炉の測定では、炉内温度は加熱温度曲線に一致し、熱流束計による実測値より炉内温度から算定した放射熱流束の値の方が大きく、実大壁炉と同様の傾向を示した (図-4)。よって、実大炉における加熱特性の影響は小さく、また実大壁炉分割による複数仕様の同時加熱を行う試験方法と、小型炉で 1 仕様ごと加熱する試験方法の差異が及ぼす影響は小さい。小規模および中規模加熱試験での試験体規模縮小は可能であると考えられる。

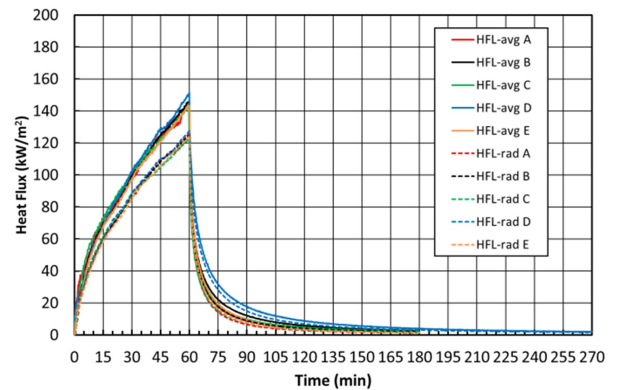


図-3 入射熱流束比較 (実大壁炉)

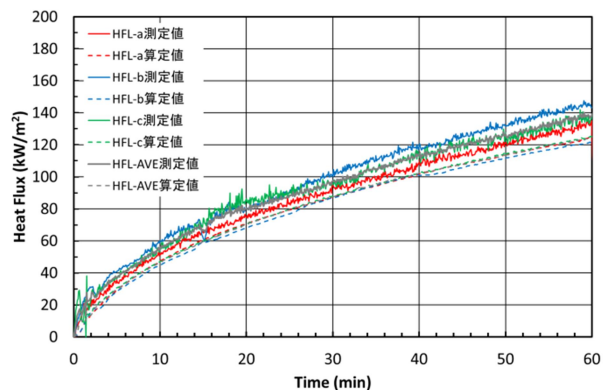


図-4 入射熱流束比較 (小型炉)

【謝辞】

本研究は、平成 28 年度国土交通省基準整備促進事業「F6:防耐火性能に関する性能評価の合理化検討委員会」の一環として実施した。

*1 (一財)日本総合建築試験所・博士(工学)
 *2 国土交通省国土技術政策総合研究所・博士(工学)
 *3(一財)建材試験センター・博士(工学)
 *4(一財)ベターリビング

*1 General Building Research Corporation of Japan, Ph. D
 *2 National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr. Eng.
 *3 Japan Testing Center for Construction Materials, Dr. Eng.
 *4 Center for Better Living