

3) - 2 耐火試験でのバリエーション認定の合理化に関する研究 【安全・安心】

Study on Rationalization in Fire Resistance Test and its Evaluation Method

(研究開発期間 平成 27~28 年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

成瀬友宏
NARUSE Tomohiro

野中峻平
NONAKA Shunpei

In the long history of prescriptive fire safety design, the database of structural fire resistance (FR) ranked by FR test has been compiled. In these test, the specimen size is specified to the real scale since the scale effect on FR performance is too much complicated by the combination of mechanical and thermal responses. However the small change and variation of the material specification is increased by diversification of personal value, functionalization of the building element and the demand of housing renovation, and it is non-economical if full-scale FR test is required in each cases. Therefore, small-scale and elemental FR test is introduced in this research as a cost-effective evaluation method for extended application of FR test results.

【研究開発の目的及び経過】

通常の耐火試験に供する試験体の大きさは、原則として、実際のものと同じと規定されている。構造体の耐火性能は、力学的挙動や温度上昇が相互に作用し、構造体も多種多様な材料が積層して構成されているものが多く、部分的な性能の確認では実大試験の代替は不可能であると考えられているためである。一方で、実大規模の試験体による試験には費用がかさむため、防耐火部材の開発においては、小規模の試験体を用いた実験を行い、必要な防耐火被覆厚の目安が得られれば非常に有効である。また、構成材料にいくつかのバリエーションを有する場合、最終的な耐火性能の確認は実大試験で行うにしても、バリエーションにおける優劣の判定をする上では、材料単体の材料試験で合理的に評価する可能性が考えられる。

【研究開発の内容】

仕様拡張の合理的評価には伝熱工学等の工学的な知見の活用が不可欠であり、最も単純な1次元の熱伝導の仮

定が導入しやすい壁を対象に、防火被覆材単体での性能試験方法について提案を行った。またその活用方法として、耐火性能のクライテリアに対する余裕度をもとに、N数の削減および試験体規模の縮小とバリエーションの拡張適用範囲をトレードオフ可能とする評価手法を提案した。

【研究結果】

1) 遮熱性および高温時収縮性同時測定試験方法の開発
まず強化せっこうボード (GB-F(V)) を用いて 1 時間耐火を有する木質壁の防火被覆仕様について、防火性以外の防水性・防カビ性を付与した強化せっこうボード (GB-F-S-MR) の性能を確認した。図 2 に示すように耐火試験の結果からは両被覆材が同等の性能を持つと考えられ、今後このような優劣・同等性判定を簡易に行う手法として、図 1 に示す試験装置を用い、加熱中の一般

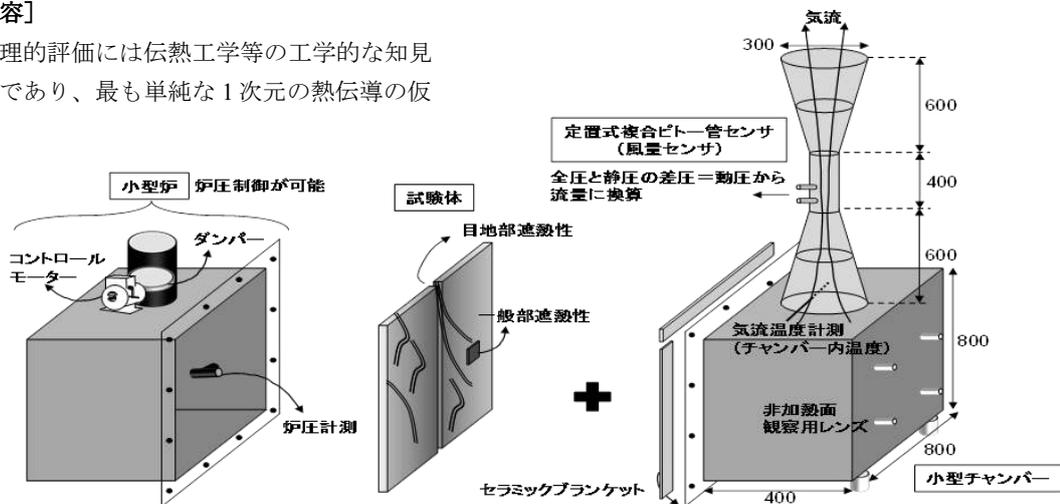


図 1 小型炉を用いた遮熱性及び高温時収縮性同時測定試験の概要

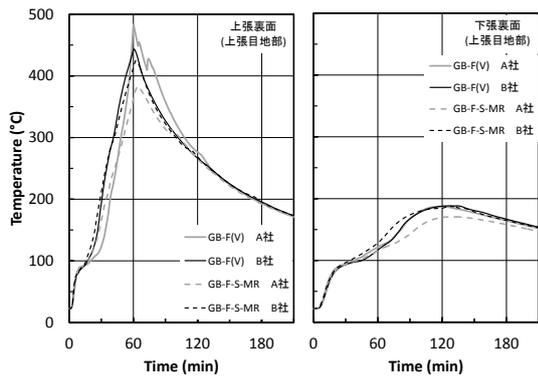


図 2 耐火試験による同等性の確認（遮熱性）

	A 社		B 社		平均	標準偏差	
	GB-F(V)	GB-F-S-MR	GB-F(V)	GB-F-S-MR			
遮熱性	一般部	26.8	31.3	26.5	29.2	28.5	2.0
	目地部	34.8	38	34.9	37	36.2	1.4
高温時収縮性	40.3	50.3	54.1	58.2	50.7	6.7	

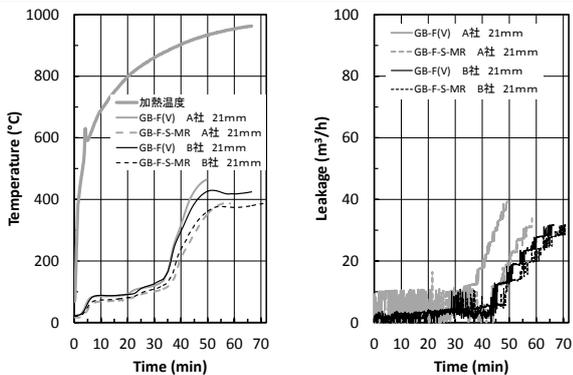


図 3 被覆材単体の遮熱性と高温時収縮性（漏気量）

部の裏面温度上昇(K)（遮熱性）、目地部と亀裂発生部の高温時収縮性を測定するため非加熱面への漏気量(m³/h)を測定した。材料単体の実験結果より、図 2 に示すとおり一般部の遮熱性には大きな差は見られず、部材としての耐火試験と同様の結果が得られた。高温時収縮性については図 3 に示すとおり、目地部等を通じた漏気量に若干の差が見られた。

2) バリエーション拡張のトレードオフに必要な余裕度の算定

上記の差を有意と見なすか否か、更には材料試験でバリエーション拡張を許容するための余裕度の設定について、統計処理が可能な N=20 体の材料単体試験（GB-F-S-MR 15mm）を実施し、材料条件（比重）および加熱条件（ISO 加熱に対する温度時間面積比で代表）と耐火性能

表 1 耐火性能の平均と標準偏差

	一般部遮熱性(分)	漏気量 20m³/h 到達時間(分)	一般部遮熱性(分)	比重 (kg/m³)	温度時間面積比
平均	21.2	30.1	21.2	0.801	1.022
標準偏差	1.1	2.6	1.1	0.019	0.015

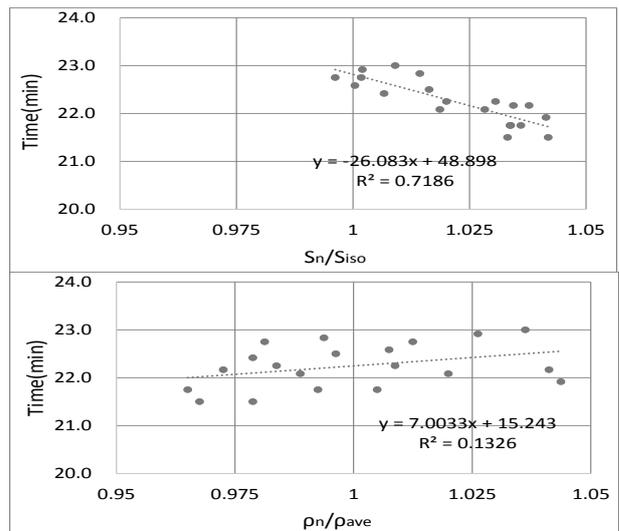


図 4 試験条件および材料条件と遮熱性のばらつきの相関性

との関係を図 4 に示す。なお、Sn と Siso は各試験と標準耐火熱曲線の温度時間面積、 ρ_n と ρ_{ave} は各材料と平均の比重をそれぞれ示す。表 1 より遮熱性および高温時収縮性のばらつきは最大 9%程度生じた。漏気量のばらつきは遮熱性より大きく、被覆材端部の直角具合や施工精度にも影響を受けると考えられる。また図 4 より遮熱性のばらつきを及ぼす影響因子については、試験条件との相関性の方が高いことが分かる。これらの結果をもとに、耐火性能評価の合理化手法として、一定の余裕度を有する防火被覆仕様に対して、バリエーションの拡張に必要な N 数の削減と、優劣・同等性判定に小型材料試験を採用した性能評価手法の提案を行った^{1~4)}。

本研究の一部は、平成 27~28 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。

【参考文献】

- 1) 水上, 耐火試験における小型材料試験の活用に関する研究, 日本火災学会大会梗概集, 2017
- 2) 豊田, 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, 日本建築学会大会梗概集, 2017
- 3) 福田, 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 2 N=3 体ルールと再現性への影響因子について, 日本建築学会大会梗概集, 2017
- 4) 野中, 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 3 材料単体の遮熱性及び高温時収縮性同時測定試験, 日本建築学会大会梗概集, 2017