

開口部付き壁の熱放射量に関する実験的検討

その2：各種防火設備認定品の加熱実験

開口部 熱流束 耐熱ガラス
熱放射 窓シャッター 防火設備

正会員 ○村岡 宏*1 同 出口嘉一*7
同 吉岡英樹*2 同 大宮喜文*8
同 鍵屋浩司*3 同 野口貴文*9
同 森田 武*4 同 遊佐秀逸*10
同 西村光太*5 同 長谷見雄二*11
同 中村正寿*6 同 萩原一郎*2

1. はじめに

前報¹⁾では例示仕様の防火設備である網入りガラス開口部を有する壁の加熱実験を行ない、網入りガラスがある場合の非加熱側の放射受熱量は網入りガラスがない場合と比べて半減することを確認した。

本報では市場に多く供給されていると考えられる代表的な防火設備の認定品から4種類を抽出し、屋内側からの加熱実験を行なうことで、外壁開口部に用いられる各種防火設備の遮熱性能に関する検討を行った。

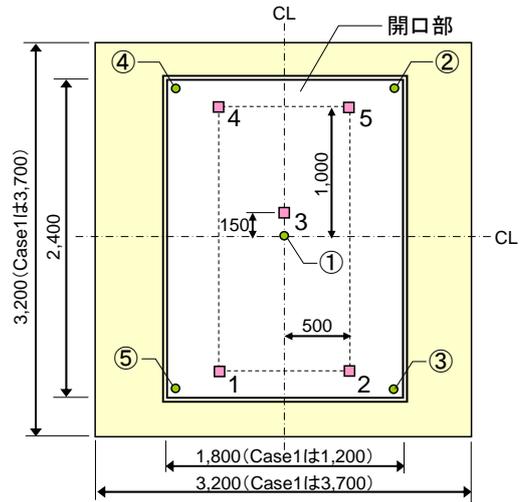
2. 試験体

表1に加熱実験を行った試験体の一覧を示す。Case1は特定防火設備(令112条第1項)の認定品と同等の性能を有する耐熱ガラス試験体(写真1参照)、Case2~4は防火設備(法第64条に基づく準遮炎性能を有するもの)の認定を取得している各種試験体である。なお、窓シャッターについては通常窓ガラスに併設するものであるが、実験では窓シャッター単体を加熱した(写真2参照)。

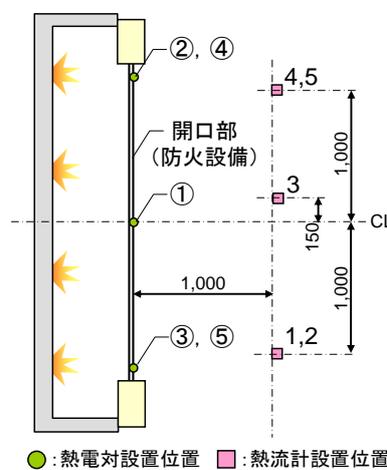
3. 実験方法

Case1は東京理科大学火災科学研究センターの壁用耐火試験炉、Case2~4は(財)ベタリビングつくば建築試験研究センターの壁用耐火炉を用いて実験を行なった。加熱はIS0834の標準加熱温度曲線に従い、開口部の防火設備、あるいは開口部周囲の耐火構造壁が破損・脱落するまで加熱を継続した。

測定項目は炉内温度、防火設備の非加熱側表面温度(5点)、ガラス面から非加熱側に1m離れた位置における熱流束(5点)とした。また、加熱中の試験体全体の赤外線熱画像、VTR映像についても記録した(図2参照)。



●:熱電対設置位置 □:熱流計設置位置
図1 開口付き試験体寸法及び測定位置図



●:熱電対設置位置 □:熱流計設置位置
図2 測定位置図



写真1 試験体 (Case1)



写真2 試験体 (Case2)

表1 試験体一覧

Case	試験体種類	開口部寸法 (mm) *1	開口部仕様	壁仕様
1	耐熱ガラス開口部付き耐火構造壁	H2,400 × W1,200	耐熱結晶化ガラス: 厚さ5mm サッシ: スチール製	加熱側及び非加熱側: 繊維混入ケイ酸カルシウム板 (25mm) 2枚貼り 下地: 軽量鉄骨
2	窓シャッター付き耐火構造壁	H2,400 × W1,800	スラット: スチール製, 厚さ0.35mm 座板: アルミ製, 厚さ1.5mm	加熱側及び非加熱側: 繊維混入ケイ酸カルシウム板 (25mm) 2枚貼り 下地: 軽量鉄骨
3	単板ガラス開口部付き耐火構造壁	H2,400 × W1,800	網入りガラス: 厚さ6.8mm サッシ: アルミ製	加熱側: 石膏ボード (12.5mm) 3枚張り+セパミックウール (20mm) 非加熱側: 石膏ボード (12.5mm) 3枚張り 下地: 軽量鉄骨
4	複層ガラス開口部付き耐火構造壁	H2,400 × W1,800	網入りガラス (屋外側): 6.8mm フロートガラス (屋内側): 6mm*2 サッシ: アルミ製	加熱側: 石膏ボード (12.5mm) 3枚張り+セパミックウール (20mm) 非加熱側: 石膏ボード (12.5mm) 3枚張り 下地: 軽量鉄骨

*1: ガラス開口部についてはサッシを含まないガラス部の寸法、窓シャッターについてはスラット部のみの寸法である。

*2: 2枚のガラス間の空気層の厚さは6mm

Experimental Study on Heat Radiation from Walls with Opening
Part 2 Fire Resistance Tests of Fire Prevention Equipments accredited by Ministry of MLIT

MURAOKA Ko, YOSHIOKA Hideki, KAGIYA Koji, MORITA Takeshi,
NISHIMURA Kouta, NAKAMURA Masatoshi, DEGUCHI Yoshikazu,
OHMIYA Yoshifumi, NOGUCHI Takafumi, YUSA Shu-itsu,
HASEMI Yuji, HAGIWARA Ichiro

4. 実験結果及び考察

表2に実験結果の一覧を示す。Case1の耐熱ガラスでは60分以上、Case2の窓シャッターでは40分以上の加熱でも試験体の破損・脱落は無かった。但し、窓シャッターでは加熱20分過ぎに10秒以上の発炎が観測された。

一方、Case3の単板ガラスでは約40分後、Case4の複層ガラスでは約35分後に網入りガラスが脱落した。Case2~4は屋外加熱のみを想定して認定を取得している試験体であるが、今回の実験から屋内加熱においても法で要求される遮炎性能を有することを確認した。ちなみに、Case4において屋内側のフロートガラスは加熱2分半後にクラックが発生し、加熱約6分後に大半が脱落した。

図3に各ケースにおける放射受熱量の推移を示す。Case1, 3, 4の受熱量は加熱25分後よりほぼ同じ値となるが、Case1はCase3, 4に比べて開口面積が小さいことを考えると、耐熱結晶化ガラスを透過する単位面積当たりの熱流量は、網入りガラスのそれよりも大きいと言える。また、Case3の単板ガラスとCase4の複層ガラスでは加熱後8分程度までは受熱量の差が現れているが、Case4の加熱側フロートガラスの脱落により、10分以降の受熱量実測値はほぼ同じ値で推移している。

防火設備からの放射熱の低減効果を明らかにするため、受熱量の実測値を防火設備が無いと仮定した場合の受熱量の推定値で除した値（放射低減係数）を算出した。各ケースにおける放射低減係数の時間的推移を図5に示す。また、加熱30分後の各ケースにおける放射低減係数の算定結果を表3に示す。今回の実験では各ケース共に放射低減係数は加熱25分後よりほぼ一定となり、加熱30分後ではCase1の耐熱結晶化ガラスで0.58、網入りガラスで0.44、窓シャッターで0.29の値となった。

5. まとめ

今回実施した各種防火設備の試験体では各ケース共に放射低減係数は加熱25分後よりほぼ一定となった。

また、加熱開始25分以降の各試験体の放射低減係数は耐熱結晶化ガラスで約0.6、単板ガラス（網入りガラス）、及び複層ガラス（網入りガラス+フロートガラス）で共に約0.5、窓シャッターで約0.3の値をとることを確認した。

表2 実験結果一覧

Case	加熱時間*1	遮炎性能を有する時間	加熱後30分における熱流計1, 2, 4, 5の実測値		加熱後30分における熱流計3の実測値
			最大値	平均値	
1	60分	60分以上	13.2kW/m ²	9.8kW/m ²	17.4kW/m ²
2	40分	20分20秒*2	8.7kW/m ²	7.3kW/m ²	13.1kW/m ²
3	40分18秒	40分18秒	13.1kW/m ²	11.7kW/m ²	22.0kW/m ²
4	35分12秒	35分12秒	13.2kW/m ²	11.7kW/m ²	21.6kW/m ²

*1: Case3, 4ではガラスが脱落して開口が開いた時点で加熱を終了した。
*2: シャッターボックスより10秒以上の発炎が観測されたことによる。

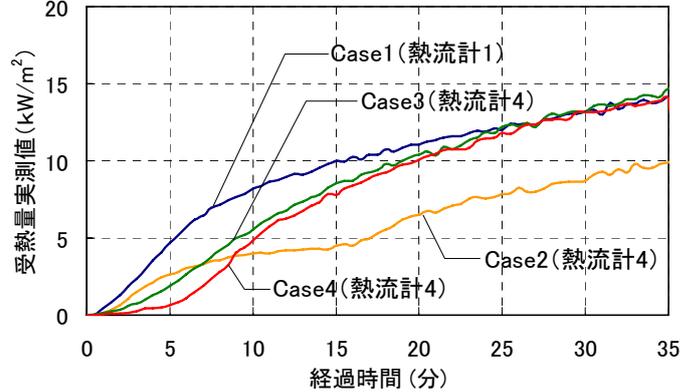


図3 受熱量実測値の時間的推移

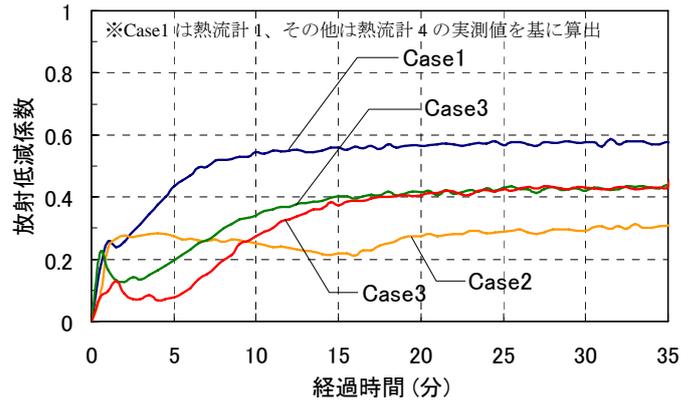


図4 放射低減係数の時間的推移

付記

本報告は国土交通省平成21年度建築基準整備促進補助金事業「防火・避難対策等に関する実験的検討—防火・避難対策における部材・材料等の防耐火性能に関する調査—」における共同研究の成果の一部をまとめたものである。

参考文献

1) 村岡宏, 吉岡英樹, 鍵屋浩司, 森田武, 宮本圭一, 道越真太郎, 出口嘉一, 大宮喜文, 遊佐秀逸, 長谷見雄二, 萩原一郎: 開口部付き壁の熱放射量に関する実験的検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009.8

表3 各ケースにおける加熱30分後の受熱量実測値及び放射低減係数の算定結果

Case	受熱量実測値 (X1) *1	防火設備がない場合の推定受熱量 (Y1) *2	受熱量実測値 (X2) *3	防火設備がない場合の推定受熱量 (Y2) *4	炉内平均温度	放射低減係数 (X1/Y1)	放射低減係数 (X2/Y2)
1	13.2kW/m ²	22.8kW/m ²	17.4kW/m ²	40.3kW/m ²	855.2℃	0.579	0.431
2	8.7kW/m ²	29.9kW/m ²	13.1kW/m ²	48.0kW/m ²	834.6℃	0.290	0.273
3	13.1kW/m ²	31.3kW/m ²	22.0kW/m ²	50.2kW/m ²	847.2℃	0.421	0.438
4	13.2kW/m ²	30.5kW/m ²	21.6kW/m ²	49.0kW/m ²	840.3℃	0.432	0.440

*1: 熱流計1, 2, 4, 5のうちの最大値 *2: 炉内平均温度、及び熱流計1, 2, 4, 5から開口部を見た形態係数より算定した放射受熱量（放射率は1.0で計算）
*3: 熱流計3の実測値 *4: 炉内平均温度、及び熱流計3から開口部を見た形態係数より算定した放射受熱量（放射率は1.0で計算）

*1 株式会社大林組

*2 独立行政法人建築研究所

*3 国土技術政策総合研究所

*4 清水建設株式会社

*5 鹿島建設株式会社

*6 大成建設株式会社

*7 株式会社竹中工務店

*8 東京理科大学

*9 東京大学

*10 財団法人ベターリビング

*11 早稲田大学

*1 Obayashi Corporation

*2 Building Research Institute

*3 NILIM, MLIT

*4 Shimizu Corporation

*5 Kajima Corporation

*6 Taisei Corporation

*7 Takenaka Corporation

*8 Tokyo University of Science

*9 The University of Tokyo

*10 The Centre for Better Living

*11 Waseda University