

開口部付き壁の熱放射量に関する実験的検討

正会員	○村岡 宏*1	同	道越真太郎*6
同	吉岡英樹*2	同	出口嘉一*7
同	鍵屋浩司*3	同	大宮喜文*8
同	森田 武*4	同	遊佐秀逸*9
同	宮本圭一*5	同	長谷見雄二*10
		同	萩原一郎*2

開口部	熱流束	網入ガラス
熱放射	透過率	防火設備

1. はじめに

建物外壁の延焼のおそれのある部分に設置される開口部は防火設備とする必要があるが、防火設備は遮熱性能まで法的に要求されていないことや、要求耐火時間が外壁部分と異なることから、火災性状によってはこの開口部が延焼防止上の弱点となる可能性がある。

そこで、本報では外壁の防火設備として一般的に使用されている網入ガラスの開口部を有する壁の加熱実験を行い、非加熱側のガラス表面温度、非加熱側への透過熱放射量を実測することによって、網入ガラス開口部の遮熱性能に関する基本特性について検討を行った。

2. 試験体

今回、加熱実験を行った試験体は表1に示す5種類である。Case1は開口部のない防火構造の外壁を想定した試験体であり、残りの4体は幅1.8m、高さ2.4mの各種網入ガラス開口部が取り付けられた耐火構造の外壁を想定した試験体である。図1に開口付き試験体の寸法を示す。

3. 実験方法

実験は東京理科大学火災科学研究センター内の壁用耐火試験炉を用いた。加熱はISO834の標準加熱温度曲線に従い、防火構造の外壁では、加熱側の石膏ボードが著しく破損した時点で、網入ガラス開口部付き壁では網入ガラスが脱落した時点で加熱を終了した。

測定項目は壁内部温度・壁表面温度(24点)、ガラス非加熱側表面温度(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)であり、それぞれ1秒間隔で記録した。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)。

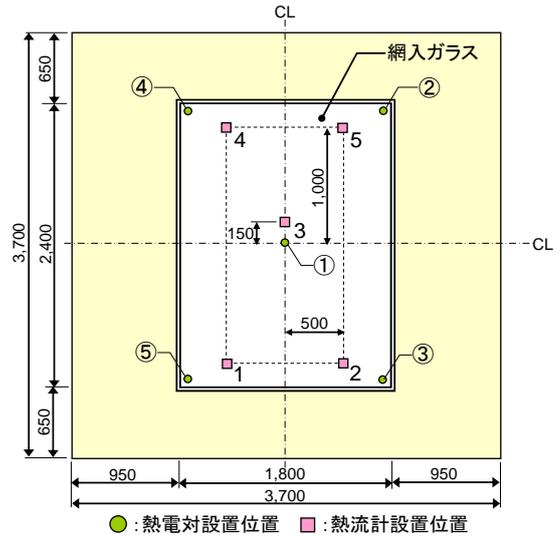


図1 開口付き試験体寸法及び測定位置図

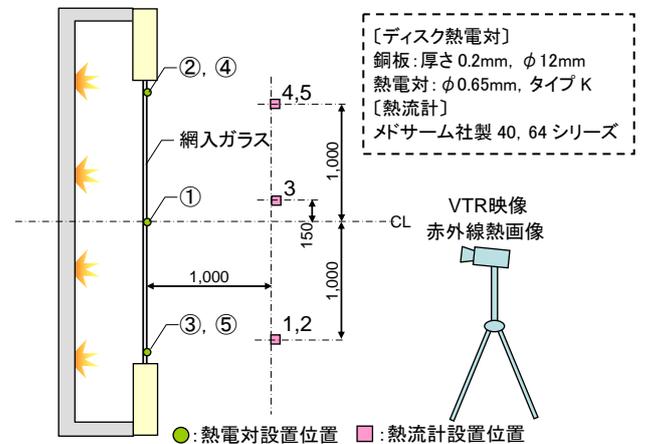


図2 測定位置図

表1 試験体一覧

Case	試験体種類	ガラス厚さ	ワイヤー仕様	壁仕様
1	防火構造の外壁*1	-	-	加熱側: 石膏ボード(9.5mm) 非加熱側: 石膏ボード(12.5mm)+ガルバニウム鋼板(0.3mm), 下地: 軽量鉄骨
2	磨き網入ガラス開口部付き耐火構造壁*2	6.8mm	菱形 (線間隔約20mm)	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	はつしも網入ガラス開口部付き耐火構造壁*2	6.8mm	菱形 (線間隔約20mm)	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
4	磨き網入ガラス開口部付き耐火構造壁*2	10mm	菱形 (線間隔約20mm)	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
5	はつしも網入ガラス開口部付き耐火構造壁*2	6.8mm	角形 (線間隔約13mm)	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

*1: 屋内側からの加熱を想定している。なお、Case1のみ載荷加熱(載荷荷重94.4kN)を行った。

*2: 屋内側からの加熱を想定している。サッシはスチール製とし、サッシを含まないガラス面の寸法は幅1.8m、高さ2.4mである。

Experimental Study on Heat Radiation from Walls with Opening

MURAOKA Ko, YOSHIOKA Hideki, KAGIYA Koji, MORITA Takeshi, MIYAMOTO Keiichi, MICHIKOSHI Shintaro, DEGUCHI Yoshikazu, OHMIYA Yoshifumi, YUSA Shu-itsu, HASEMI Yuji, HAGIWARA Ichiro

4. 実験結果及び考察

表2に各ケースの実験結果を示す。防火構造の外壁では加熱17分後に加熱側の石膏ボードが著しく破損・脱落したため、加熱を中止した。網入ガラス開口部付き壁では全てのケースで加熱30分後までガラスが脱落することなく、遮炎性能を有することを確認した。

網入ガラスの種類による入射熱量（透過熱放射量）の差に着目すると、ガラス厚さの条件が異なるCase2及び4では入射熱量にほとんど差がなく、ガラス表面仕上げが異なるCase2及び3では入射熱量に差が生じた。（「磨きガラス」と比較すると表面に凹凸がある「はつしもガラス」の入射熱量の方が若干大きい。）

図3にCase3におけるガラス表面温度の推移を示す。ガラス表面温度が上昇するに従って、ディスク熱電対をガラス面に接着したアルミテープが剥がれたため、いくつかの測定点では実験途中で表面温度が欠測した。また、図4にCase5における非加熱側の入射熱量の推移を示す。

網入ガラス開口部からの放射熱の低減効果を明らかにするため、入射熱量の実測値をガラスが無いと仮定した場合の入射熱量の推定値で除した値（放射低減率）を算出した。放射低減率の時間的推移を図5に示す。また、各ケースにおける放射低減率ならびにガラスの透過率の算定結果を表3に示す。各ケースにおける網入ガラスの放射低減率は加熱と共に単調増加し、加熱25分後からガラスが脱落するまでの間はほぼ一定値（≒0.5）となる。

5. まとめ

本検討で得られた知見を以下に示す。

- 1) 防火構造の壁を屋内側から標準加熱した場合、遮炎性能を維持できる時間は20分弱であった。
- 2) スチールサッシの網入ガラスが遮炎性能を維持できる時間は少なくとも30分以上あることが判明した。
- 3) 網入ガラスがある場合、非加熱側の放射受熱量は、網入ガラスが無い場合と比較して半分程度に低減する。

謝辞

本実験にあたり、増田秀昭氏（独立行政法人建築研究所）の協力を得た。記して謝意を表する。

付記

本報告は国土交通省平成20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。

表3 各ケースにおける加熱30分後の放射低減率及び網入ガラス透過率の算定結果（単位：kW/m²）

Case	入射熱実測値 (X)	ガラスが無い場合の推定入射熱 (Y) *1	ガラス表面からの放射による推定入射熱 (Z) *2	放射低減率 (X/Y)	透過率 τ *3
2	14.7	30.4	12.6	0.483	0.069
3	17.3	32.9	12.0	0.526	0.161
4	15.0	32.1	10.3	0.468	0.146
5*4	10.1	21.8	4.7	0.463	0.248

*1: 炉内平均温度、及び各熱流計から開口部を見たときの形態係数から算定した熱流計1, 2, 4, 5における放射受熱量の平均値

*2: ガラス表面平均温度の実測値、各熱流計からガラス面を見たときの形態係数、及びガラスの放射率から算定した熱流計1, 2, 4, 5における放射受熱量の平均値

*3: 理論的には $Y \times \tau + Z = X$ となるため、表中のX, Y, Zから逆算した値

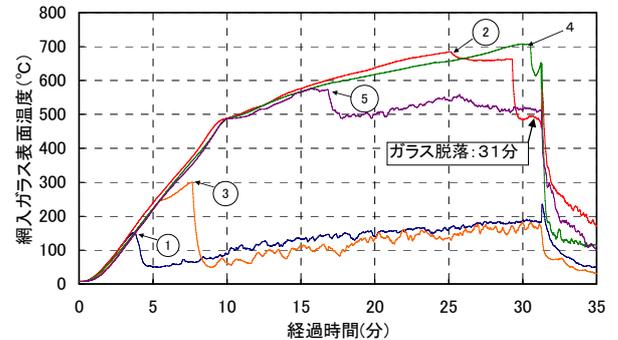
*4: Case5についてはガラス表面温度が15分程度までしか実測できなかったため、加熱15分後の実測値・算定値を示している。

*1 株式会社大林組	*6 大成建設株式会社	*1 Obayashi Corporation	*6 Taisei Corporation
*2 独立行政法人建築研究所	*7 株式会社竹中工務店	*2 Building Research Institute	*7 Takenaka Corporation
*3 国土交通省国土技術政策総合研究所	*8 東京理科大学	*3 National Institute for Land and Infrastructure Management	*8 Tokyo University of Science
*4 清水建設株式会社	*9 財団法人ベターリビング	*4 Shimizu Corporation	*9 The Centre for Better Living
*5 鹿島建設株式会社	*10 早稲田大学	*5 Kajima Corporation	*10 Waseda University

表2 実験結果一覧

Case	加熱時間*1	30分後の入射熱量 (熱流計3)	30分後の入射熱量 (熱流計1, 2, 4, 5の平均値)
1	17分	—	—
2	34分	21.4kW/m ²	14.7kW/m ²
3	31分	24.9kW/m ²	17.3kW/m ²
4	39分	21.8kW/m ²	15.0kW/m ²
5	33分	23.2kW/m ²	16.1kW/m ²

*1: 外壁においては石膏ボードが著しく破損・脱落するまでの時間、開口付き壁においては網入ガラスが軟化して自重を支えきれなくなり、スチール枠から外れて脱落するまでの時間とみなしてよい。



※丸囲み数字は熱電対が剥がれた時間を表す（数字は熱電対番号）。

図3 非加熱側ガラス表面温度 (Case3)

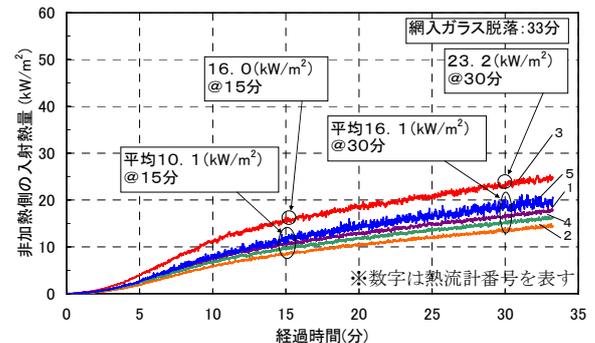


図4 非加熱側の入射熱量 (Case5)

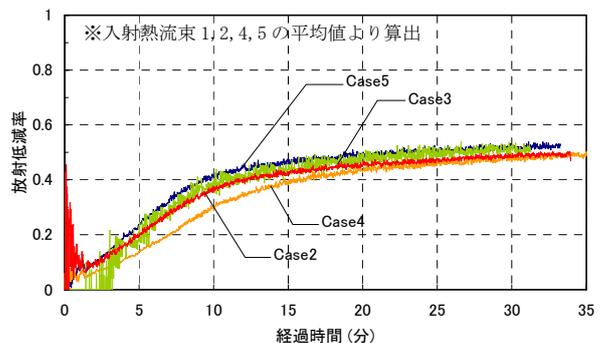


図5 放射低減率の時間的推移