

遮炎性能を有する耐熱強化ガラスの性能判定基準

その1 単板耐熱強化ガラスの試験概要

耐熱強化ガラス 温度差 表面導入圧縮応力度
 かかり代 鉄枠 アルミサッシ

正会員 鈴木 一幸^{*1} 正会員 久田 隆司^{*2}
 佐藤 明憲^{*3} 田原 雅貴^{*4}
 正会員 渡部 紀夫^{*5} 正会員 遊佐 秀逸^{*6}
 正会員 金城 仁^{*7}

1. はじめに

建築物の外壁の開口部において、延焼のおそれのある部分(建築基準法 第2条六号)には、主に開口部からの延焼防止目的として遮炎性能(建築基準法施行令第109条の2)を有する防火設備が用いられる(図1)。その防火設備に用いられるガラスについては、下記のような防火ガラスが使用される。

- (1) 網入板ガラス：JIS R 3204¹⁾に規定され、フロート板ガラスの中に鉄製網を入れることにより、火災時にガラスが破損しても網がガラス破片の脱落を防止し、遮炎性能を有している。防火ガラスで最も普及しているガラス。
- (2) 耐熱板ガラス

耐熱強化ガラス：フロート板ガラスに特殊な熱処理を加えた超強化ガラスであり、火災時の急激な温度上昇によって生じる熱応力と比較してガラスが保有する強度が上回るため、ガラスが破損せずに遮炎性能を有するガラス。

低膨張ガラス：フロート板ガラスに対し、ソーダ・石灰を減らし、主に硼酸を用いた硼珪酸ガラスに特殊な熱処理を加えたガラスであり、線膨張率がフロート板ガラスの1/3程度のため、火災時の急激な温度上昇に対してガラスに発生する応力が低く抑えられることにより、ガラスが破損せずに遮炎性能を有するガラス。

結晶化ガラス：特殊な金属酸化物を含有する組成のガラスを用い、熱線膨張率がほぼゼロであり、火災時の急激な温度上昇に対して熱応力が発生しないため、ガラスが破損せずに遮炎性能を有するガラス。

防火ガラスの中で、耐熱強化ガラスは防火設備等のガラス部材として、網入板ガラスに次いで数多く使用されている。しかし、耐熱強化ガラスにはJIS規格が無いため、遮炎性能を担保するための明確な基準がない。

そこで本報では、ガラスが保有する強度が遮炎性能を有する防火ガラスの性能判定基準の代用特性となり得ると仮定し、耐熱強化ガラスにおける基礎実験を行ったので報告する。

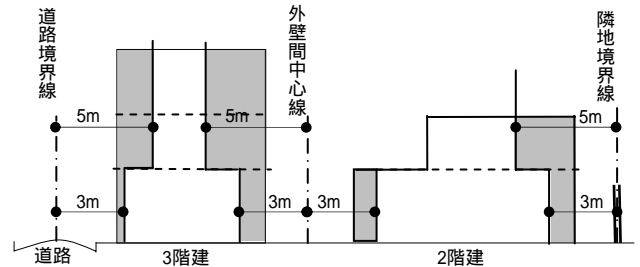


図1 延焼のおそれのある部分

2. 実験目的

耐熱強化ガラスを用いた防火設備については、下記のように破損貫通、もしくは軟化・脱落によって遮炎性能が満たせない場合がある。

- 加熱で発生する熱応力による破損(熱割れ)
- 枠の変形に起因するガラスの破損
- ガラスの軟化・脱落

今回は破損貫通の要因のひとつである「熱割れ」に着目する。熱割れは、ガラス表面とエッジ部分との間に発生する温度差 ΔT による熱応力が、ガラスが保有する強度(エッジ強度と表面導入圧縮応力度)を上回ることにより、ガラスが破損する現象である。本実験では、エッジ強度を一定とし、表面導入圧縮応力度(以下、表面応力と称す)を、ガラスが保有する強度(=代用特性)とみなして検証していくこととした。

火災時の加熱によって耐熱強化ガラスに発生する熱応力は式1の通りである。

$$\sigma = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \quad \dots (式1)$$

σ : 発生応力(MPa) α : ガラスの線膨張率()

ΔT : ガラス温度差() E : ガラスのヤング率(MPa)

ここで、 α と E を一定とすると、熱割れを起こす発生応力は温度差 ΔT に依存する。

本実験は、火災時の加熱によって耐熱強化ガラスに発生する温度差 ΔT を把握し、性能判定基準の代用特性とみなした表面応力との関係性を明らかにすることを目的とする。

3. 実験内容

各条件において、ガラスに発生する温度差 ΔT を把握する実験を行った。実験に際しては、試験体となるガラス

の表面応力を事前に把握した上でガラス温度を測定し、温度差 ΔT を確認した。以下に検証項目の概略を示す。

【実験 1：表面応力の影響(100～170MPa)】

表面応力が異なるガラスにおいて、発生する温度差 ΔT を確認し、表面応力との関係性を検証する。

【実験 2：ガラスかかり代の影響(7～25mm)】

ガラスかかり代の深さを変えることにより、温度差 ΔT の変化の度合いを比較検証する。

【実験 3：枠材質の違いの影響(鉄とアルミ)】

鉄枠とアルミサッシとの違いによる、枠変形の影響と温度差 ΔT を比較検証する。

4. 実験 1,2：表面応力・ガラスかかり代の影響

4.1 試験装置(実験 1,2)

本実験は日本板硝子(株)の壁用耐火試験炉を使用し(図 2)、ISO834²⁾の標準加熱温度曲線に沿って実験を行った。



図 2 壁用耐火試験炉 写真(日本板硝子株)

4.2 試験体仕様(実験 1,2)

試験体仕様を表 1 及び図 3 に示す。試験体に用いたガラスは耐熱強化ガラス 5 ミリとし、枠変形の影響を無くするため、JIS R 3204 の網入板ガラス防火試験方法に準拠し、鉄製の L アンクルでガラスを固定した。

表 1 試験体仕様 (実験 1,2)

ガラス	耐熱強化ガラス 5 ミリ
サッシ枠	鉄枠
開口寸法	W1,200mm × H2,400mm

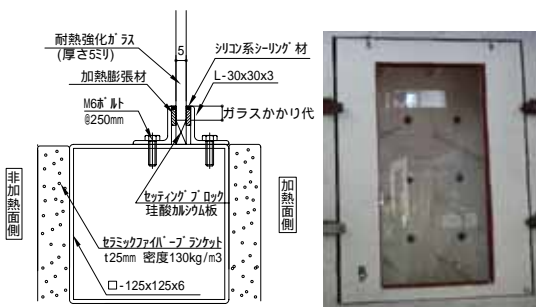


図 3 試験体仕様図・試験体写真

温度測定は K 熱電対(φ0.32mm)をセラミック系の接着剤でガラスに接着させて計測した。

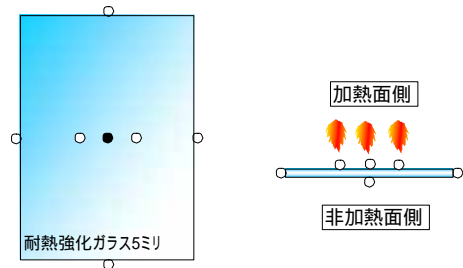


図 4 温度測定点図

5. 実験 3：枠材質の違いの影響(鉄とアルミ)

5.1 試験装置(実験 3)

試験装置は、実験 1,2 と同じ耐火試験炉、及び(財)ベターリビングの壁用耐火試験炉(図 5)の 2 つの試験炉において実験を行った。



図 5 壁用耐火試験炉 写真(ベターリビング)

5.2 試験体仕様(実験 3)

試験体仕様を表 2 及び図 6 に示す。温度測定は実験 1,2 と同様とした(図 4)。

表 2 試験体仕様 (実験 3)

ガラス	耐熱強化ガラス 5 ミリ
サッシ枠	アルミサッシ
開口寸法	W1,200mm × H2,400mm

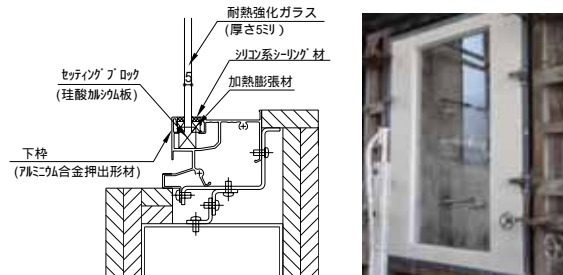


図 6 試験体仕様図・試験体写真

参考文献

- 1) JIS R 3204 網入板ガラス及び線入板ガラス
- 2) Fire-resistance tests Elements of building construction (ISO/FDIS 834-1)

*1 日本板硝子株式会社

*2 日本板硝子株式会社 博士(工学)

*3 旭硝子株式会社

*4 セントラル硝子株式会社

*5 板硝子協会

*6 一般財団法人ベターリビング 工学博士

*7 一般財団法人ベターリビング

*1 Nippon Sheet Glass Co., Ltd.

*2 Nippon Sheet Glass Co., Ltd. ,Dr. Eng.

*3 Asahi Glass Co., Ltd.

*4 Central Glass Co., Ltd

*5 Flat Glass Manufacturers Association Japan

*6 The Centre for Better Living ,Dr Eng.

*7 The Centre for Better Living