

遮炎性能を有する耐熱強化ガラスの性能判定基準 ～その5 発生熱応力に影響を及ぼす要因 概要～

耐熱強化ガラス 温度差 表面応力
開口面積 かかり代 サッシ材質

正会員 ○久田 隆司*¹ 正会員 鈴木 一幸*²
佐藤 明憲*³ 西川 晋司*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

防火設備の一部材である耐熱強化ガラスにおいては、JISを有する網入板ガラス(JIS R 3204)のような明確な基準が無い。そのため耐熱強化ガラスの性能を判定するための基礎データを取得する実験的研究を進めている。前報¹⁾²⁾[日本建築学会 2012~2013 年度大会「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~その4」]においては耐熱強化ガラスの単板をはじめとして、複合品(耐熱強化ガラスで構成された複層ガラス、Low-E 複層ガラス、合せ複層ガラス)に関して整理し、JIS 規格を有する網入板ガラスとの比較評価について報告した。本報では継続的な実験として、火災時における耐熱強化ガラスの熱応力に影響を及ぼす要因について整理したので報告する。

2. 実験目的

耐熱強化ガラスを用いた防火設備において、火災によるガラスの熱割れは、ガラス表面とエッジ部分との間に発生する温度差(以下、 ΔT と称す)による熱応力が、ガラスが保有する強度を上回ることによりガラスが破損する現象であり、前報では主にガラス品種や構成の異なる試験体で、ガラスの保有する強度を表面応力とみなしてガラス面内に発生する ΔT を把握する評価結果について報告した。しかしながら、ガラス入の防火設備には多種多様な仕様があり、「大小様々なガラス開口面積」や「ガラスかかり代」等といったパラメータも遮炎性能に影響すると考えられる。多様なサッシに嵌めこまれる耐熱強化ガラスの遮炎性能を検証する上では、これらのパラメータを含めた影響を確認する必要がある。

そこで本実験では、耐熱強化ガラスの「ガラスかかり代」「ガラス開口面積」「サッシ材質」の違いによってガラス面内に発生する ΔT をはじめとした耐熱強化ガラスの温度性状を把握することを目的とする。

3. 耐熱強化ガラスの表面応力と温度差 T の関係

前報において、加熱による耐熱強化ガラスの ΔT を把握し、表面応力(ガラスの保有強度)の違いによって破損の有無を確認した。表面応力と温度差 ΔT の関係性としてまとめたグラフを図1に示す。図に示すように ΔT が高いほどガラスに発生する熱応力が大きくなるため、より高い表面応力を有するガラスが必要となる。また複層ガ

ラスになると、単板と比較して空気層の断熱性能によって加熱側の耐熱強化ガラスの ΔT が高くなり、Low-E 複層ガラスにおいては、空気層の断熱性能に加えて Low-E ガラスの遮熱効果も加わるため、更に ΔT が高く推移する結果となる。結果として、Low-E 複層ガラスの耐熱強化ガラスは190MPaを超える表面応力が必要となる。

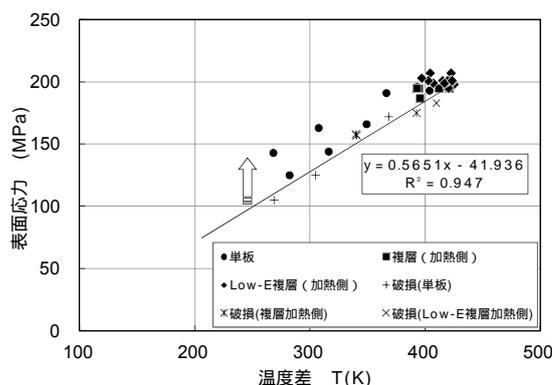


図1 表面応力と温度差 T の関係

4. 実験方法

“かかり代”と“開口面積”が異なるガラスを準備し、各条件において、ガラスに発生する ΔT を把握する実験を行った。試験体のガラスは耐熱強化ガラスの単板、複層ガラス、Low-E 複層ガラスを用いて、ガラスの表面応力・Low-E ガラスの垂直放射率を事前に把握した上でガラス温度を測定し、それぞれのガラスについてその温度性状を確認することとした。また Low-E ガラスについては日射遮蔽型の $\varepsilon = 0.05 \pm 0.02$ の垂直放射率の Low-E 膜を使用した。(垂直放射率 ε : JIS R 3106 で定義)

4.1 実験装置

本実験は日本板硝子(株)の壁用耐火試験炉を使用し、ISO834の標準加熱温度曲線に沿って実験を行った。

試験体仕様図を図2に示す。かかり代は図に示す通り、ガラスが枠のみこまれている部分とし、枠変形の影響を無くすために JIS R 3204 の網入板ガラス防火試験方法に準拠して鉄製 L アングル(以下、鉄枠と称す)でガラスを固定し、サッシ材質の違いによる枠は、同じ断面のアルミの L アングル(以下、アルミ枠と称す)と、汎用品のアルミサッシを用いた。

表 1 実験条件

品種	No	加熱側 ¹	表面応力 ² MPa	空気層 (mm)	非加熱側 ¹	表面応力 ² MPa	垂直 放射率 ^ε	かかり代 mm	開口面積 WH	枠	検証項目
単板	1	耐熱強化5ミリ	170(163)	-	-	-	-	7	1.2m×2.4m	鉄枠	かかり代
	2	耐熱強化5ミリ	170(166)	-	-	-	-	10	1.2m×2.4m	鉄枠	
	3	耐熱強化5ミリ	190(191)	-	-	-	-	15	1.2m×2.4m	鉄枠	
	4	耐熱強化5ミリ	190(196)	-	-	-	-	20	1.2m×2.4m	鉄枠	
	5	耐熱強化5ミリ	190(193)	-	-	-	-	25	1.2m×2.4m	鉄枠	開口面積
	6	耐熱強化5ミリ	170(171)	-	-	-	-	7	0.8m×0.8m	鉄枠	
	7	耐熱強化5ミリ	170(170)	-	-	-	-	7	1.0m×1.5m	鉄枠	
	8	耐熱強化5ミリ	170(172)	-	-	-	-	7	1.2m×2.4m	鉄枠	サッシ材質
	9	耐熱強化5ミリ	170(170)	-	-	-	-	7	1.2m×2.4m	鉄枠	
	10	耐熱強化5ミリ	170(171)	-	-	-	-	7	1.2m×2.4m	アルミ枠	
	11	耐熱強化5ミリ	140(143)	-	-	-	-	7	1.2m×2.4m	アルミサッシ	
透明 複層	12	耐熱強化5ミリ	190(195)	A12	強化4ミリ	130(132)	-	13	1.2m×2.4m	鉄枠	かかり代
	13	耐熱強化5ミリ	190(195)	A12	強化4ミリ	190(195)	-	15	1.2m×2.4m	鉄枠	
	14	耐熱強化5ミリ	190(195)	A12	強化4ミリ	190(195)	-	18	1.2m×2.4m	鉄枠	
Low-E 複層	15	耐熱強化6.5ミリ	180(183)	A12	Low-E3ミリ	-	0.05±0.02	11	1.2m×2.4m	鉄枠	かかり代
	16	耐熱強化6.5ミリ	200(199)	A12	Low-E3ミリ	-	0.05±0.02	13	1.2m×2.4m	鉄枠	
	17	耐熱強化6.5ミリ	200(201)	A12	Low-E3ミリ	-	0.05±0.02	15	1.2m×2.4m	鉄枠	
	18	耐熱強化6.5ミリ	200(201)	A12	Low-E3ミリ	-	0.05±0.02	18	1.2m×2.4m	鉄枠	
	19	耐熱強化6.5ミリ	200(208)	A12	Low-E3ミリ	-	0.05±0.02	13	0.9m×2.1m	鉄枠	開口面積
	20	耐熱強化6.5ミリ	200(201)	A12	Low-E3ミリ	-	0.05±0.02	13	1.2m×2.4m	鉄枠	
	21	網入板ガラス6.8ミリ	-	A12	Low-E5ミリ	-	0.05±0.02	13	1.2m×2.4m	鉄枠	参考試験 サッシ材質
	22	網入板ガラス6.8ミリ	-	A12	Low-E5ミリ	-	0.05±0.02	13	1.2m×2.4m	アルミ枠	
	23	網入板ガラス6.8ミリ	-	A12	Low-E5ミリ	-	0.05±0.02	13	1.2m×2.4m	鉄枠(参考)	

1 ガラス厚みは呼称値。 2 表面応力は呼称値(目標値)、()内は実測値

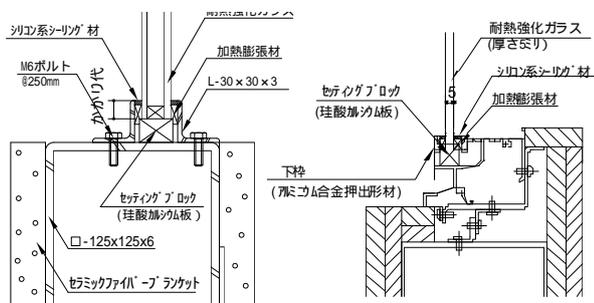


図 2 試験体仕様図 (左図:鉄枠・アルミサッシ 右図:アルミサッシ)

4.2 実験条件

実験条件を表 1 に示す。

4.3 温度測定点

ガラスの温度測定は、K 熱電対(φ0.32mm)をセラミック系の接着剤でガラスに接着して計測した。ΔT はガラス表面とエッジ部の温度の差とした。

$$\Delta T_{\text{加熱側}} : \bar{T}_{①-③} - \bar{T}_{④-⑦}$$

$$\Delta T_{\text{非加熱側}} : \bar{T}_{⑩} - \bar{T}_{⑧-⑪}$$

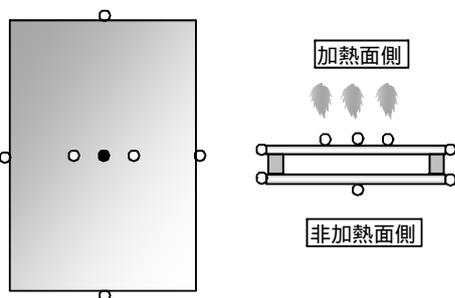


図 3 温度測定点図(例:複層ガラスの場合)

4.4 放射熱流束測定点

本実験では、ガラスを通して放出される放射熱流束について、試験体面中央から 1m 離れた位置で放射熱流計によって測定し、各条件においてガラスを通して放出される熱流束を確認した。

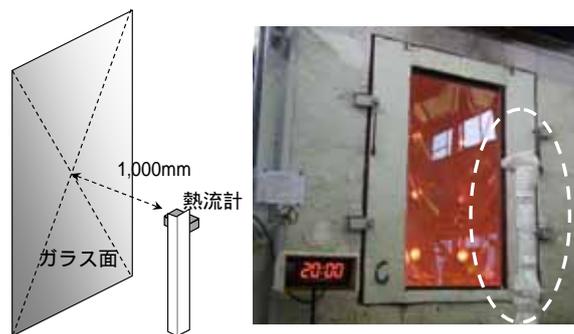


図 4 放射熱流束の測定

それぞれの実験結果について、次報で報告する。

参考文献

- 鈴木一幸他:「遮炎性能を有する耐熱強化ガラスの性能判定基準～単板耐熱強化ガラス～」日本建築学会学術講演梗概集 2012 .9
- 鈴木一幸他:「遮炎性能を有する耐熱強化ガラスの性能判定基準～複合品評価と網入板ガラスとの比較～」日本建築学会学術講演梗概集 2013 .9

*1 日本板硝子株式会社 博士(工学)

*2 日本板硝子株式会社

*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. ,Dr. Eng.

*2 Nippon Sheet Glass Co., Ltd.

*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