

防火戸用耐熱結晶化ガラス／ファイアライト

電気硝子建材(株)

浅井喜代志

Fire Proof Glass／Firelite

Asai Kiyoshi

Electric Glass Building Materials Co., Ltd.

1. はじめに

1988年3月、日本電気硝子が当時の乙種防火戸（現在の防火設備）用ガラスとして、ファイアライト（当初はネオセラムという名称で販売）を市場に紹介した時点では、防火戸用のガラスといえば、“網入りガラス”と“ガラスブロック”しか存在しなかった。

当時、甲種防火戸（現在の特定防火設備）に関しては認定試験の方法や規定もなく、法律で指定された構造を満たすものだけが甲種防火戸とされ、現在と比較すると、防火区画が必要とされる開口部のデザインは、かなりの制約があったといえる。

その後、1990年6月30日より、改正された建設省の告示が施行され、甲種防火戸に関しても試験方法（1時間加熱）、および評価方法が

規定され、試験に合格すれば個別認定品として認められることになった。

1時間の加熱試験に対しても、全く性能的に問題の無いファイアライトは、甲種防火戸用ガラスとして、先駆け的な存在であり、高い評価を頂いている。

20年を経過した現在では、ガラス入り特定防火設備は、建築材料として欠かせない存在になっており、ファイアライト以外のガラスも防火戸用ガラスとして、実績をかさねている。

2. 防火戸用ガラス

現行の制度では、ガラス単体では防火設備／特定防火設備としての認定を受けることはできない為、いずれの場合にもサッシやその他の副資材と一体でしか認定は受けられない。

ファイアライト以外の主だった防火戸用ガラスとしては、以下のガラスがあげられる。

1) 網入り板ガラス

板ガラス（ソーダ石灰ガラス）の中に金属製網が入っており、火災時にガラスが破損した場

合でも金属製網がガラスを保持し、脱落を防止することで防火性能を確保するガラス。ガラスの中に熱膨張係数の異なる金属製網が入っているため、熱割れをおこすことがある。端部に関しては、防錆処理をする事が必要。

2) 耐熱強化ガラス

建築用板ガラスとして通常使用されているフロートガラス（ソーダ石灰ガラス）に、特殊な物理強化処理と特殊なエッジ加工を施し防火性能を高めた強化ガラス。強化ガラスの為、安全ガラスの基準を満たしているが、通常フロート板ガラスと比べると反射映像の歪みや、透視ひずみが大きくなることもある。稀にはあるが、ガラス内部のキズや異物が原因で、自然破損する事がある。

3) 低膨張防火ガラス

ソーダ石灰ガラスに比べ熱膨張係数の低いホウケイ酸ガラスに熱処理したガラス。内部応力が通常の物理強化ガラスよりも小さいため、自然破損することは無く、破損時には通常のガラスと同様の割れ方をする。熱処理を加えているため、通常フロート板ガラスに比べると反射

映像の歪みや、透視ひずみは大きくなる。

4) 積層ガラス

耐火間仕切壁にも使用される“遮熱性”のある積層ガラス。けい酸ソーダ層と、フロート板ガラスを交互に多層合わせした“合わせタイプ”や、含水ゲルをガラス間に充填した“複層タイプ”がある。紫外線や高温の影響により、細かな発泡が生じることがあるため、内装使用に限定され、室内温度も40℃～50℃以下に制限される。

5) ガラスブロック

サイズ等の限定はあるが、二重積の場合には耐火構造の外壁（非耐力壁）としての使用や、また、鉄材で補強されたものは耐火30分の屋根材としても使用できる。サイズやデザインによって、認定内容が異なる場合がある。

3. ファイアライトの特徴と防火性能

ファイアライトは、1990年に甲種防火戸の試験認定制度がスタートして以降、その高い耐熱性能を評価して頂き、25社を超える鋼製建具メーカーに特定防火設備用ガラスとして採用

表1

		ファイアライト	フロートガラス
可視光透過率	5mm厚	87	89
	8mm厚	85	88
屈折率 n_D		1.54	1.52
熱膨張係数 ($\times 10^{-7} / K$, 30-750℃)		- 4	88
比熱 ($J / g \cdot K$) 25℃		0.71	0.76
熱伝導率 ($W / m \cdot K$) 25℃		1.51	0.76
密度 ($10^3 kg / m^3$)		2.5	2.5
平均破壊応力 (MPa)	面内	49	49
	エッジ	35	35
許容応力 (MPa)	面内	25	25
	エッジ	18	18
ヤング率 (GPa)		88	74
ポアソン比		0.24	0.22
モース硬度		7.0	6.5
ビッカース硬度		700	550

されている。

以下に、ファイアライトの特徴と、防火性能について説明する。

1) ファイアライトの特徴

防火戸用ガラスとして、他のガラスと大きく異なるファイアライトの特徴は、熱による伸び縮みがほとんど無く、特定防火設備の試験での温度（最高 945℃）では、ガラス自体が軟化していないことがあげられる。

材質的には、再加熱処理をしてガラスに微細結晶を析出させたりチウムアルミノシリケート系結晶化ガラスであり、約 70% の負の熱膨張係数を有する微細な結晶相と、約 30% の正の熱膨張係数を有するガラス相が複合した材料である。

加熱試験に際しては、結晶相とガラス相の伸びが相殺され、試験体におけるガラスの熱変形がほとんどないため、フレームとの取り合いの影響に対しての考察が容易に判断できる。

また、ガラス自体がほとんど伸び縮みしないため、ガラスが部分的に加熱された場合でも、熱割れを起こす心配はない。

また、負の熱膨張係数を有する結晶の大きさは約 30 nm で、可視光の波長（400～700 nm）に比べて非常に小さいため、結晶による光の散乱がほとんど生じず、透明でクリアな視界が確保できる。

表 1

2) ファイアライトの防火性能

ファイアライトは、建築基準法に定められた防火設備／特定防火設備用ガラスとして使用されている。また、米国においては UL 規格の防火認定も取得している。

UL 規格では、火災時における消火活動による放水の影響を考慮し、加熱試験の直後に放水試験を行い著しい欠陥が生じないことが要求されるが、ファイアライトは、その高い耐熱性と耐熱衝撃性により、単板ガラスで UL 規格に合格している。

消防研究所、東京大学、(株)イー・アール・エス、日本電気硝子による共同研究“防火ガラス実火災検証比較試験”においては、実際の火災を想定しガラス面に加熱をしたところ、ガラス全体が均一に加熱される場合と違い、他社のガラスでは早い時間に熱割れが確認されたが、ファイアライトに関しては、熱割れは生じなかった。

実際の火災時には、防火認定試験時のようにガラス面全体の温度が均一に上がることは無く、ガラス面が部分的に高い温度に晒される。その場合でも、ファイアライトは熱割れを起こすことはなく、高い防火性能を確保できる。

4. ファイアライトの展開

耐熱性、耐熱衝撃性に優れたファイアライトは、防火性能に関しては他のガラスに勝る性能を有している。しかしながら、日常生活においては、人体のガラスへの衝突や、地震などの災害時のガラスの破損に対し、重大な障害を防ぐために、安全ガラスの機能を要求する声が高まっていることも事実であり、ファイアライトでも安全ガラスへの展開として種々の合わせガラスでの認定取得を進めている。

合わせガラスが防火性能を有するためには、中間膜が難燃性であることに加え、熱分解しにくいことが要求される。一般的な合わせガラスに用いられる PVB (PolyVinylButyral) を防火ガラスの中間膜に使用すると、200℃ 以上の加熱によって熱分解し、ガラスエッジ部やクラックが入った部分から非火災室側にガスが噴出し輻射熱で着火したり、熱分解ガスが 2 枚のガラスの間に溜まりガラスが破裂したりするなど、防火ガラスの機能が損なわれる。

ファイアライトに使用する中間膜は難燃性の特殊フッ素樹脂を使用しており、熱分解温度も 400℃ 以上と高く、分解ガスにも着火しないため、ガラスの防火性能を損なうことなく合わせガラス化する事ができる。

衝撃安全性を高めるために、2 枚のファイア

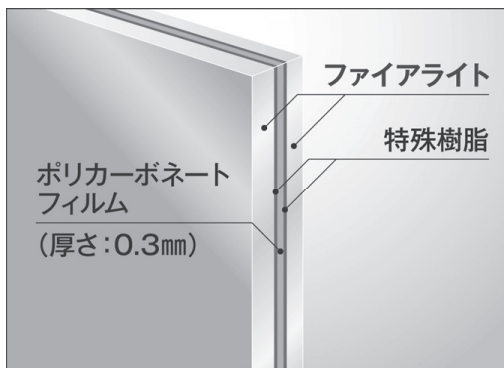
ライトを中間膜によって接着した合わせガラスに関しては、UL規格をクリアし、1995年よりアメリカ向けに出荷をしている。

日本国内でも、2009年に嵌め殺し窓に組み込んだタイプの認定を受け、特定防火設備用に出荷をしている。

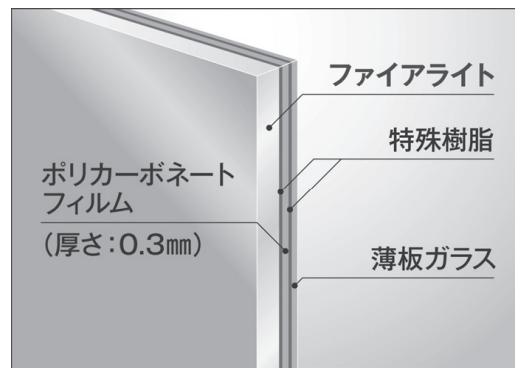
また、既に国内の認定試験に合格しており、2011年10月現在では認定番号待ちのものとして、ファイアライトとファイアライトの間にポリカーボネート (Polycarbonate) フィル

ムを挟み特殊樹脂で貼り合わせたタイプや、軽量化のためにファイアライトと薄板ガラスをポリカーボネートフィルムで挟み特殊樹脂で貼り合わせたタイプなどがあり、実用化の目処がたっている。

この仕様変更により、コストダウンのみならず、特殊樹脂を着色することにより、合わせガラスの色調に変化をもたせることも可能になり、デザイン面での広がりにも寄与できるものと期待している。



ファイアライトセーフティー



ファイアライトセーフティースリム



加熱試験写真



衝撃試験写真

5. 終わりに

ファイアライトは、防火戸用ガラスの中でも優れた耐熱性・耐熱衝撃性を有する材料であり、防火戸に限らず、今後は耐火壁、屋根材への展開も考えている。

特に屋根材に関しては、30分の加熱試験は、1㎡以内ごとに区分された中央部に、65kgのお

もりで載荷された状態で行われるため、他の防火戸用ガラスにとっては過酷な試験となるが、ファイアライトに関しては性能的には、特に問題は無いと考える。

また、耐火間仕切りへの展開も考えており、“防火”に関する分野に関しては、今後も幅広い展開を考えている。