

火災時の熱ふく射によるガラス張り建築物の 延焼防止に関する実験研究

宮川 保之

Experimental Studies on Prevention of Spreading of Fire to Glazed Buildings by Flame Radiation

Yasuyuki Miyakawa

Abstract

In the event a glazed building absorbs flame radiation from an adjacent building there is danger that glass panes will be cracked and the fire will spread to this building. This paper describes the examination of heat destruction of glass panes by fire flame radiation. Furthermore, the experimental results of a water sprinkling system which protects the glass panes from fire flame radiation are reported. The experiments are performed by varying water quantity or the temperature of water in the sprinkling system.

概 要

ガラス張り建築物が近接するビル火災の火災の熱ふく射を受ける場合にはガラス面が破壊し、延焼する危険性がある。本研究はガラス張り建築物が火災ふく射を受けた時のガラスの熱破壊の状態を検討するとともに、その防止策の一つとしてガラス面にドレンチャー設備を設置し、水を散水した時の効果について種々、実験条件を変えて実大実験を行なったものである。

1. はじめに

一般に建物に使用されているガラスは熱に弱く、隣接あるいは対向する建物が火災になった場合には、火災は勿論のこと、火災より生じる熱ふく射によっても破損し延焼する危険性がある。この防止法としては次のような方策が考えられる。

(1) ガラス表面に長波長反射率の高いフィルムなどを貼りつけ火災ふく射をカットする。

(2) 火災時には遮熱板（シャッター）などを下ろす。

(3) 火災時にはガラス面に散水する。

以上の方法の中で今回は(3)の方法に基づくドレンチャーシステムの防熱性能に関して実大試験を行なった。試験体としては最近、増加している展望用ガラス張りエレベーターを考え、火災ふく射熱量、散水水量、散水水温、ガラス内部換気量などを変化させた場合のガラス本体の温度分布、エレベーターかご内の室内環境などに関して検討を加えた。

2. 実験装置

2.1. 試験体本体

ガラス張りエレベーター本体は実大とし図-1に示すように高さ方向に3モジュール分（高さ約4.6m）を取り出して製作した。各部の建築的な仕様は実物に等しくしている。ガラスの仕様としては外側の外壁に相当する部分は10mm厚の網入りガラスと6.8mm厚の線入りガラスの二重になっており、内部のエレベーターには、10mm厚の網入りガラスがはめこまれている。また散水用のパイプは試験体最上部に設置されており試験体のガラス全面を受けもっている。実際の建物においてはガラス面の横桟2~3段ごとに散水パイプが設置されることになる。

2.2. 火災発生装置

火災発生装置の火災は実際の火災火災に近いものでなければならぬ。一般に完全黒体面からのふく射能は波長と温度によってかわり、次式に示すプランクの法則で

表わすことができる¹⁾。

$$E_{b\lambda} = \frac{C_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{C_2/\lambda T} - 1} \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $E_{b\lambda}$: 波長 λ のときのふく射量, C_1, C_2 : 定数,
 T : 絶対温度 (°K),

実際の火災からのふく射量 E は火災のふく射率を ε とすると次式で表わせる。

$$E = \varepsilon \cdot E_{b\lambda} \dots\dots\dots(2)$$

式(2)を用いて計算した各火災温度における波長別のふく射量とガラスの透過率を表わしたものが図-2である。実際の火災において窓面より吹き出す火災の平均温度は約 840°C 程度と言われている。火災発生装置による火災温度がこの値より大きく異なれば、ガラス面を透過するふく射量も実際とは違ったものとなる。

今回、試作した火災発生装置は図-3に示すようにオイルバーナーの火災を立上げ、燃焼空気量を調整するこ

とにより所定の火災温度が得られるようにしたものである。装置の前面にはセラミック製のビーズが一定の間隔で積層されており、火災が必要以上に前面に出ることを防止するとともに、均一なふく射量が得られるように工夫されている。

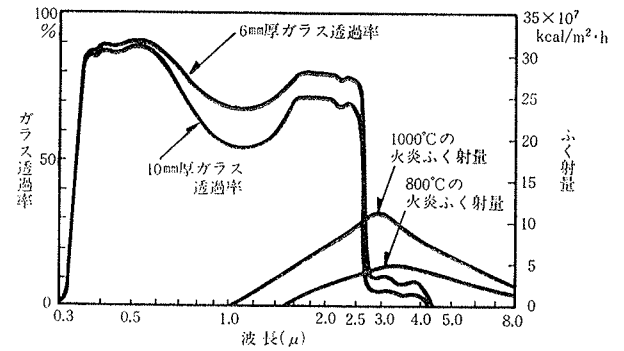


図-2 波長別火災ふく射量およびガラスの透過率

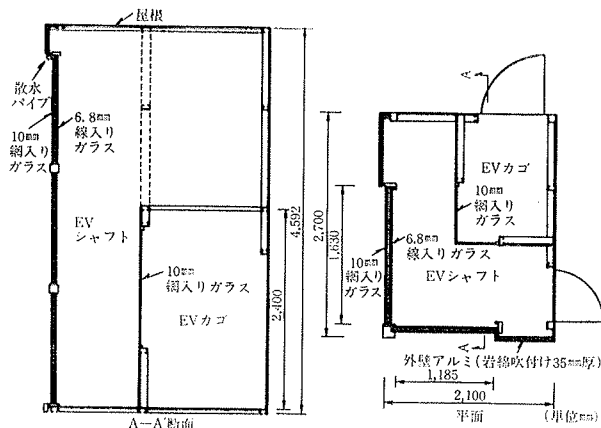


図-1 試験体本体断面および平面

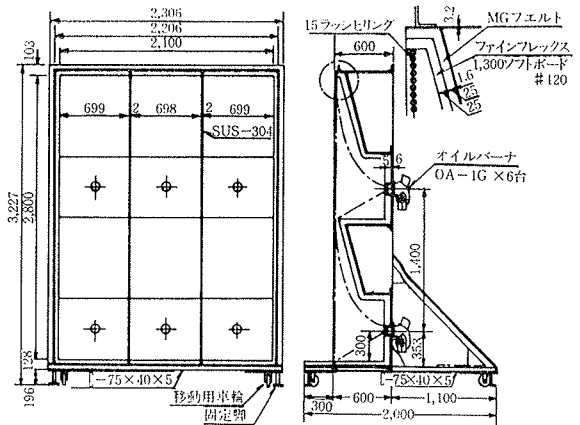


図-3 火災発生装置詳細

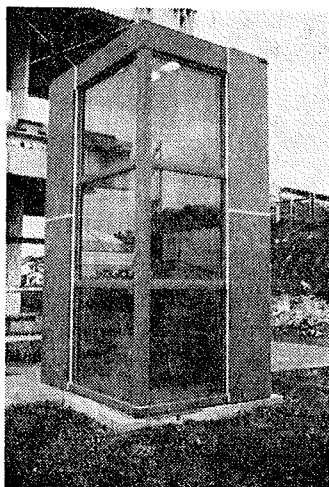


写真-1 試験体本体外観

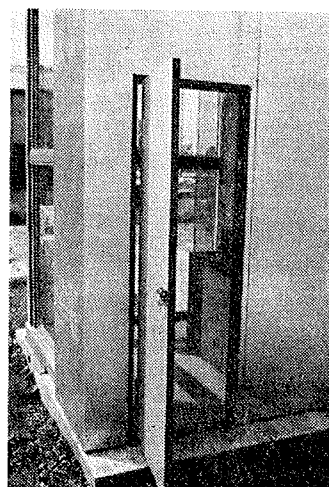


写真-2 試験体本体内部状況

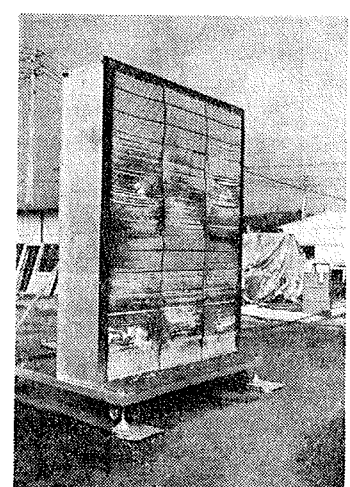


写真-3 火災発生装置外観(燃焼中)

2.3. 実験システム

実験システムを図-4に示す。火炎発生装置の位置を変えることによりガラス面へのふく射熱量を任意にコントロールすることができる。エレベーターシャフト内は夏期においては透過日射を除去するため強制換気を行なうのが一般的であり、本実験でも試験体屋根面に設置した排気ファンによってこの換気量を再現している。また外部風が強い場合も再現するため大型ファンを設置した。

3. 実験方法

3.1. 実験内容

実験の内容は大別すると次の二つに分けられる。

(1) 散水ヘッダーの性能

- ヘッダーの形状（ヘッダー径、散水穴数）による影響
- ヘッダーの部分的な目づまりによる影響
- 強風下における水膜飛散の状況

(2) 火炎ふく射を受けた時の室内の温度上昇

- 散水水量を変化させた場合
- 散水水温を変化させた場合
- シャフト内の換気の有無
- ガラス面へのふく射熱量を変化させた場合
- 外部風速が大きい場合

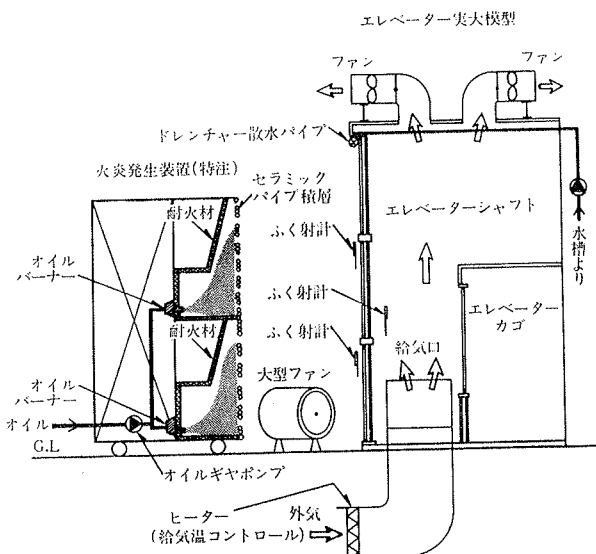


図-4 実験システム図

3.2. 火炎ふく射受熱の実験時における初期温度分布

火炎ふく射受熱実験に先立ち、日射の影響分を加味して各部の初期温度分布を仮定する必要がある。本試験体の火炎ふく射を受けるガラス面が西面に位置しているとして夏期におけるガラス面への到達日射量を $600 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$ に設定する。また今回の二重ガラスの反射、吸収、透過の特性は図-5に示す通りである。

図-5に示される各数値を用いて算出した透過日射量をシャフト内、エレベーター内の熱平衡式に組み入れて各々の室温を計算すると図-6のようになる。図-6の温度分布が実験時において最大日射を想定した場合の火災発生前の初期温度分布である。

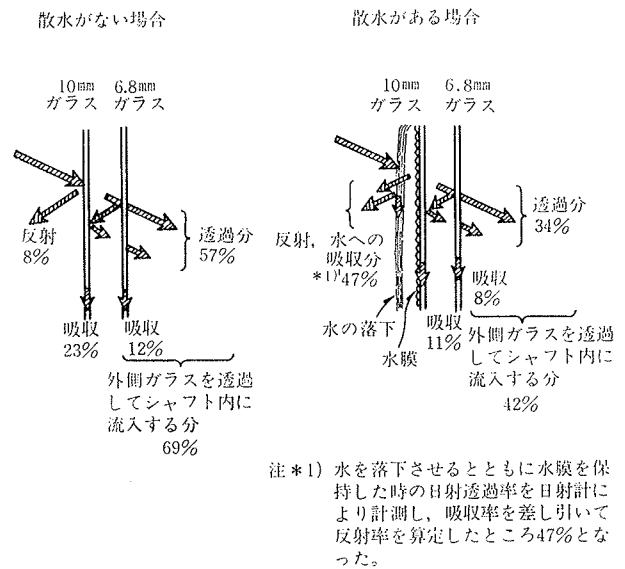


図-5 二重ガラスの反射、吸収、透過特性

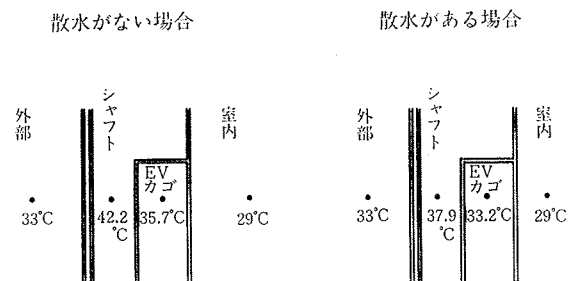


図-6 最大日射を想定した場合の火災発生前の初期温度分布

4. 実験結果

4.1. 散水ヘッダーの性能実験結果

試作した散水ヘッダーの形状、仕様は表-1に示す通りである。一連の実験から判明したことは次の通りである。

(1) 流量を変化させて水膜の状態を観察した結果、いずれのタイプも上から下までガラス全面にわたって良好な水膜が形成された。

(2) 水平、上向き30°の散水角度の違いはほとんど見られない。いずれも良好である。

(3) ヘッダーの径が大きい方が流量を多くした場合でも流れの均一性は高い。

(4) 外部風速が15~20 m/s程度までならば水膜はそれほど飛散せず安定して流れる。しかし横横を乗り越える時に、ある程度水が吹きとばされるため水量は少な目となるが内部の室温上昇にはほとんど影響を与えない。

(5) 散水穴総数の1/4程度まで目づまりさせた状態でも均一な水膜が得られている。

(6) 以上の結果から、いずれのタイプも良好であるが、あえて最良のタイプを選ぶならば(E)である。

4.2. 火炎ふく射を受けた時の室内の温度上昇

ヘッダー パイプ 形状	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
内 径	19mm	19mm	25mm	25mm	25mm
散水角度	水平	上向き30°	水平	上向き30°	水平
散 水 穴 ピ ッ チ	30mm	30mm	30mm	30mm	15mm

(散水穴径は6mmφ)

表-1 試作した散水ヘッダーの形状、仕様

各種、条件を変えて行なった散水実験結果を一覧表にして表-2に示す。実験時の散水水温は危険側を考え、いずれも多少、高目としている。いずれの実験ケースにおいても火災発生1時間後のエレベーター内の室温の上昇は3.5°C以下であり全く安全であることがわかる。火炎ふく射の大半は散水によりカットされ内部に流入する熱量はわずかである。散水流量は設計流量(70~80 l/min)の半分程度まで減らしても室内の温度上昇にはほとんど影響がない。またシャフト内の換気もほとんど影響がないことも判明した。

次に散水がない場合の実験結果を図-8に示す。着火1時間後には外側ガラス表面温度は130°C近くにまで達しているがガラス周囲に軽度のひびが発生する程度である。ガラスのひび割れを防止し、また本実験ケース以上の火炎ふく射に備えるために散水システムが必要となる。

5. おわりに

一連の実験より今回の散水システムは非常に効果があることが判明した。今後、ガラス張り建築物に本システムが数多く設置されることを望む次第である。なお本研究を行なうにあたり東京理科大学 星野昌一教授に御指

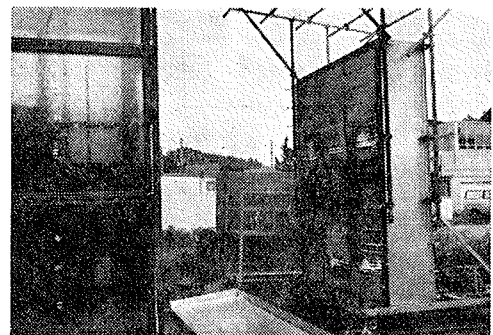


写真-4 火炎ふく射受熱実験の状況 (ガラス面への到達ふく射量 5,000kcal/m²・h の場合)

実 験 ケ ー ス	ガラス面への ふく射熱量	散 水 流 量 (火炎に面する ガラス面での 流 量)	散水 水温	シャフト内換気 (シャフト内、初期室温)	E V 内 冷 房	E V 内 初 期 室 温	火災発生1時間後の E V 内 室 温 (温度上昇分)
1	3,000Kcal/m²・h	73 l/min	34.5°C*	なし (34°C)	なし	33.3°C	35.8°C(2.5°C)
2	"	"	25.6°C	なし (33.2°C)	なし	33.1°C	34.7°C(1.6°C)
3	"	"	28.1°C	あり (33.2°C)	なし	33.2°C	34.0°C(0.8°C)
4	"	"	28.4°C	あり (38.0°C)	なし	33.1°C	35.1°C(2.0°C)
5	"	43 l/min	28.2°C	あり (38.0°C)	なし	33.1°C	34.9°C(1.8°C)
6	"	32 l/min	28.8°C	なし (35.0°C)	なし	33.3°C	35.1°C(1.8°C)
7**	"	73 l/min	29.9°C	なし (34.1°C)	なし	33.1°C	33.8°C(0.7°C)
8	5,000kcal/m²・h	73 l/min	29.8°C	なし (34.6°C)	なし	33.3°C	36.8°C(3.5°C)

*通常の散水温度よりかなり高めの水温を想定

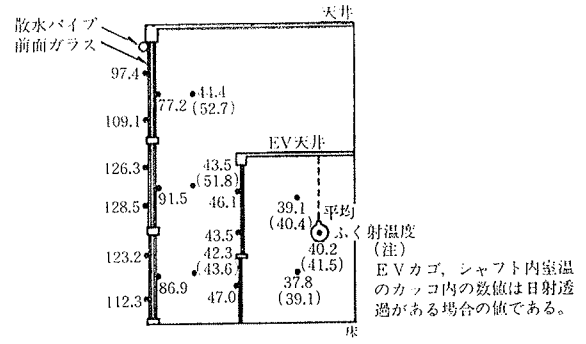
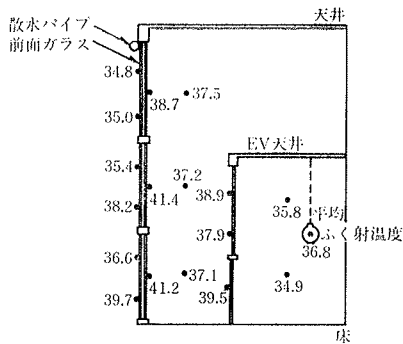
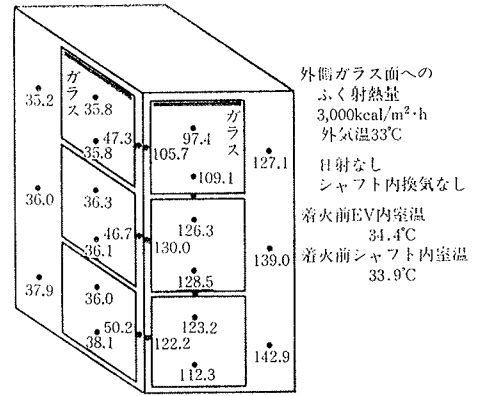
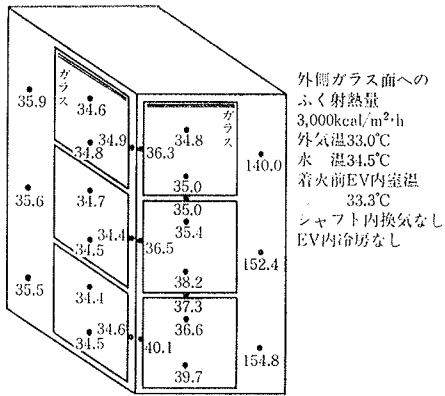
**ガラスの下半分、外部風速20m/s

表-2 火災時において散水がある場合の実験結果一覧

導をいただいた。また近畿日本鉄道(株)ターミナル開発局の関係各位および当社本店建築設計第二部山田浩氏に謝意を表します。

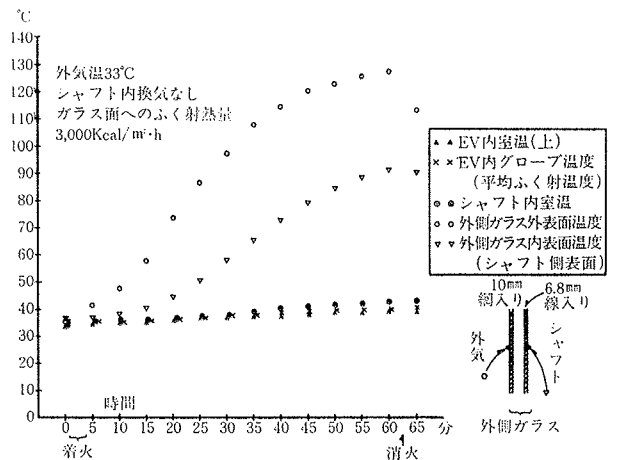
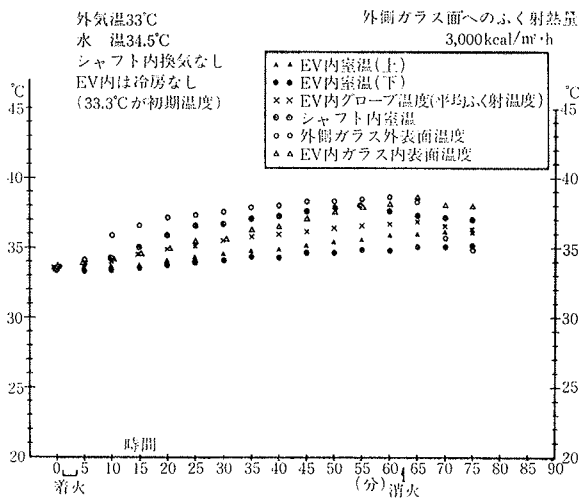
参考文献

- 1) 木村建一：建築設備基礎理論演習，学献社
- 2) 日本火災学会：火災便覧(新版)，共立出版



図一七 散水がある場合の火災ふく射受熱1時間後の各部温度分布 (表一2の実験ケース1)

図一八 散水がない場合の火災ふく射受熱1時間後の各部温度分布



図一九 散水がある場合の火災ふく射受熱による各部温度変動 (表一2の実験ケース1)

図一〇 散水がない場合の火災ふく射受熱による各部温度変動