

## 火災時における建物開口部から噴出する火炎について

Flame spurting from the window of a fire building

平 沢 正 己\*  
 稲 村 武 敏\*\*  
 武 田 松 男\*\*  
 杉 田 直 樹\*\*  
 齋 藤 仁\*\*

## 概 要

今回、耐火造10階建の建物を使用しての実大火災実験を行う機会を得たことから、火災時における建物開口部から噴出する火炎に関するデータを得ることを目的とした火災実験を行った。実験は、4階の一室を火点として、火災時における火災室周辺の外気温度、放射受熱量、放散熱量等を測定した。

We had an opportunity to use a fire-resistant, 10-story building for our full-scale fire tests, and we made fire tests to obtain data on flames which come out from open windows. We started a fire in a room on the 4th floor, and measured the temperature in the atmosphere, heat of radiation, and calorie of radiation outside the fire room.

## 1 はじめに

東京の建築物は、土地の高度利用や都市機能の集約化等により、高密度化するとともに大規模化、高層化が進んでいる。

耐火建物内で火災が発生したとき、その火災室内の温度や火災の進展状況については多くの実験報告がなされている。しかし、建物開口部から噴出する火炎が、火災室周辺の外気におよぼす影響に関する資料は数少ない。

このようなことから、高層建物の消防活動対策のひとつとして、建物開口部から噴出する火炎による火災室周辺の外気への影響に関して調査する必要があると思われる。

今回、耐火造10/1という比較的高さのある建物を使用しての実大火災実験を行う機会を得たことから、耐火建物から出火した場合の開口部からの火炎の噴出が周囲の雰囲気温度等に与える影響についてデータを収集することを目的として実験を実施した。

ここに、建物開口部から噴出する火炎についての実大火災実験の結果を報告する。

## 2 実大火災実験の内容

- (1) 実施日時  
平成7年9月12日 13時45分～14時15分
- (2) 実施場所  
中野区江古田三丁目14番20号  
旧国立療養所中野病院 本館（野方消防署管内）
- (3) 実験建物の概要（図1参照）

| 項 目 | 内 容  |
|-----|--|
| 用 途 | 病 院  |
| 構 造 | 鉄筋コンクリート造<br>地上10階地下1階建（耐火構造）                            |
| 軒 高 | 35.3m  |
| 規 模 | 建築面積：約 2,839m <sup>2</sup><br>延べ面積：約21,368m <sup>2</sup> |

\*防災課 \*\*第一研究室

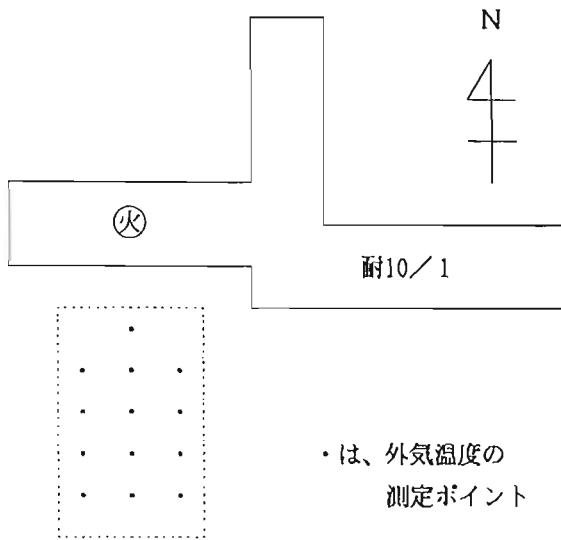


図1 実験建物の配置図

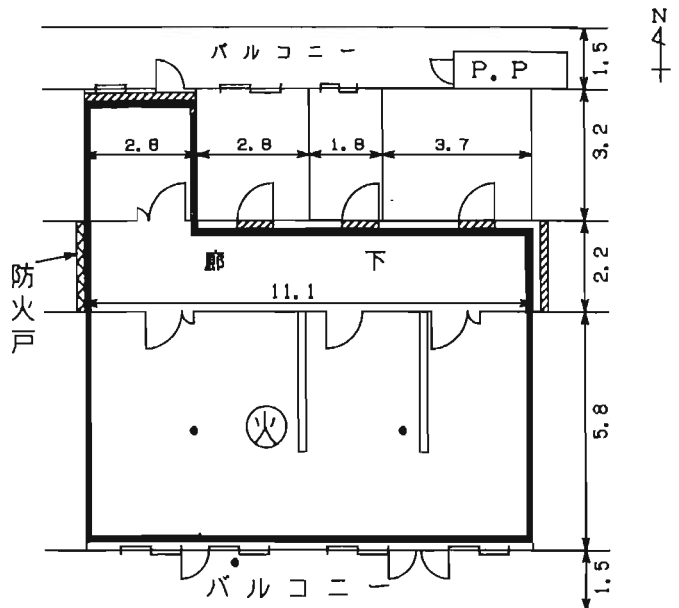


図2-1 火災室平面図

単位：m  
 ●：熱源対の位置  
 〰〰〰：実験用に設けた区画  
 ■：火災室

(4) 火災室の概要 (図2-1、2-2参照)

実験建物の防火区画の関係等から南側の病室、廊下及び北側の一室を合わせた範囲を火災室として設定し、廊下通路及び出入口扉等、その他の部分とは防火戸及び珪酸カルシウム板により区画し、建物内での延焼を防いだ。火点は、南側の病室とした。

火災室の概要は、次のとおりである。

| 項目         | 内容  |                                      |
|------------|---|--------------------------------------|
| 床面積        | 97.8m <sup>2</sup>  |                                      |
| 天井高        | 2.2m  |                                      |
| バルコニーの張出   | 1.5m  |                                      |
| 内部仕上       | 天井、壁  | コンクリート地、モルタル仕上                       |
|            | 床   | コンクリート地、Pタイル張                        |
|            | 出火室と廊下の間仕切りの構造  | 木製合板張<br>〔木製片開扉 1枚〕は開放<br>〔木製両開扉 2枚〕 |
| 開口部・バルコニー側 | 窓<br>アルミサッシの引違い窓<br>・普通ガラス、厚さ3mm<br>・高さ125cm×幅150cm<br>・窓下端の床面からの高さ95cm |                                      |

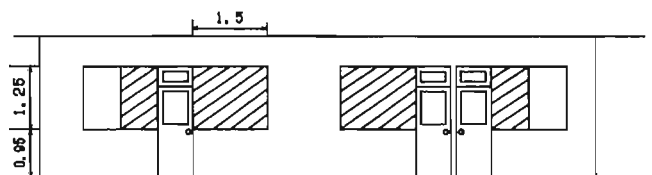


図2-2 火災室立面図

単位：m  
 〰〰〰：開口部

ア 内装及び収容可燃物

火災室内の可燃物の表面積を大きくするために、火災室内の天井、壁面に合板で内装を施した。

天井には、厚さ3mmの普通合板を張り、壁面には厚さ30mm×幅40mmのたる木(杉材)を縦90cm、横110cm間隔に取付け、その上に厚さ12mmの普通合板を張った。

また、収容可燃物として、たんす、食器棚、ふすま等を火災室内の各所に配置した。なお、内装、収容可燃物及び間仕切り壁等の固定可燃物を合わせた可燃物量は、木材換算で約1,500kgであった。

今回の火災荷重は、約15kg/m<sup>2</sup>で他の火災実験と比較するとやや小さい値であり、火災最盛期の継続時間は短くなるが、実験の目的である開口部からの火炎の噴出による外気温度の分布を観測することはできると判断し、このような条件設定のもとで実験を実施した。

イ 開口条件

図2-1、及び2-2に示す南側バルコニーに面した窓を6枚開放した状態で、実験を実施した。

なお、開放した窓の開口面積は、合計5.63㎡である。

(5) 点火方法

杉材の組みクリブにメタノール30mlをしみ込ませ点火し、收容物の家具等に着火させた。

3 測定方法及び測定機器

火災における建物の外気温度分布、受熱輻射量、放散熱量等、次の項目について測定を行った。

(1) 気象

図2-1に示すように実験実施建物屋上に風向・風速計を設置し、観測した。

- 風向・風速計 1基  
(株)佐藤計量器製作所 SKR 180P)

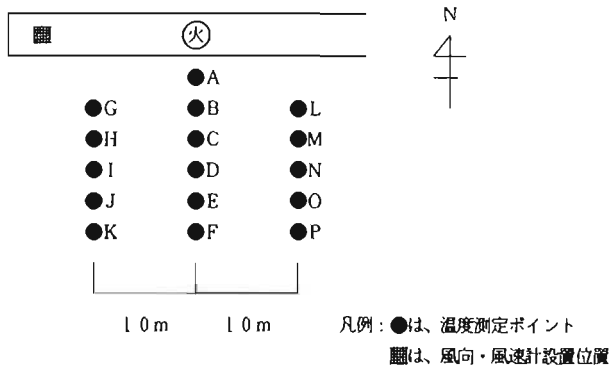


図3-1 実験の設定状況 (平面図)

(2) 温度

JIS C 1602 (熱電対) に規定している0.75以上の精度をもったアルメルクロメル(K)熱電対のφ0.65mmを用いて、図3-1、3-2及び図4-1、4-2に示すようにA~Fの箇所に計36点、G~Pの箇所に計40点、及び火点室内に2点、屋外バルコニーひさし下に1点の合計79点を計測した。計測にあたって、熱電対の接点が輻射熱の影響を受けるのを避けるために、筒状のアルミニウムで覆う対策を施した。

また、これとは別に気温測定用に1点実験建物の近くに熱電対を設定した。

計測は、10秒間隔で行い、データ切替器を介してパーソナルコンピュータで収録した。

- データ収録機 (温度、受熱輻射量共用) 1台  
(YHP 3497A)

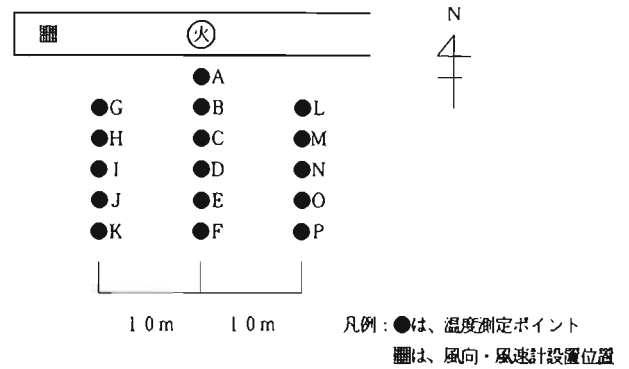


図4-1 実験の設定状況 (平面図)

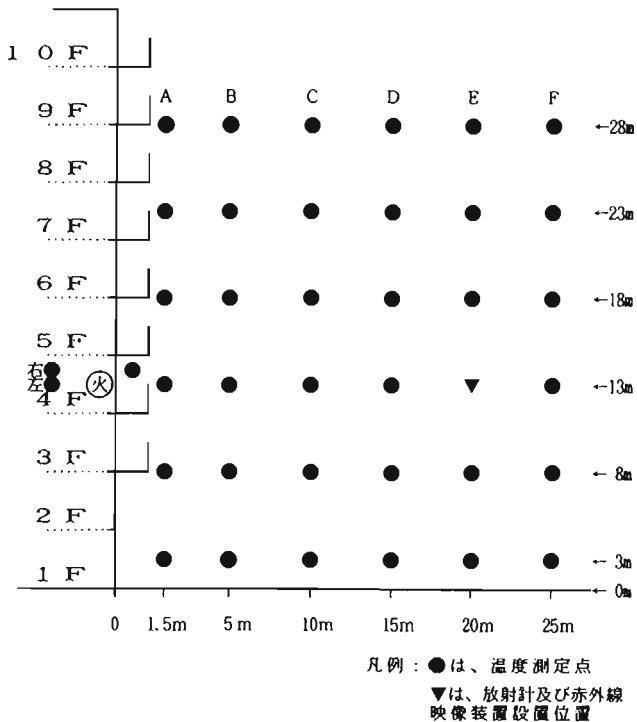


図3-2 実験の設定状況 (立面図)

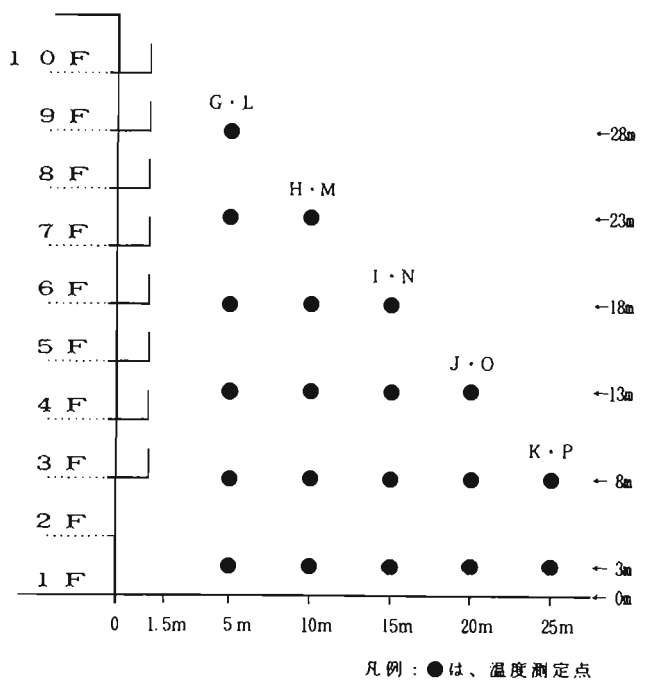


図4-2 実験の設定状況 (立面図)

- パーソナルコンピューター（温度、受熱放射量共用） 1台  
（YHP 332）

(3) 受熱放射量

図3-2に示すEの測定ポイント（高さは、火災室に相当する13mの位置）に1箇所、放射計を設置し受熱放射量を計測した。

- 放射計 1台  
（東京精工 RE-4型）
- データ収録機（温度、受熱放射量共用） 1台  
（YHP 3497A）
- パーソナルコンピューター（温度、受熱放射量共用） 1台  
（YHP 332）

(4) 放散熱量

火災室内及び開口部から噴出する炎、煙の放散熱量を測定するため、受熱放射量の測定と同様に火災室に相当する高さ13mの開口部前方20mの位置に赤外線映像装置を設置し、点火から消火まで撮影を行い、熱画像はビデオテープ及びフロッピーディスクに記録した。

なお、収録した熱画像データは、パーソナルコンピューターで解析を行い、放散熱量のデータとした。

- 赤外線映像装置 1台  
（日本アピオニクス㈱ TVS-2100MII ST）

3 結果及び考察

(1) 気象について

|     |        |
|-----|--------|
| 天 気 | 晴 れ    |
| 気 温 | 28.4°C |
| 風 向 | 北 北 西  |
| 風 速 | 1.5m/s |

風向きは、主に北西から北東寄りの風であった。

目視観測等から、火災室からの煙はほとんど直上に上っており、風向による外気温度への影響は少なかったものと思われる。（写真1参照）

(2) 火災室及び火災室軒下の温度変化について

火災室及び火災室軒下の温度変化を図5に示す。

温度変化及び目視観測の状況は次のとおりである。

ア 点火後、1分30秒過ぎから開口部より火炎の噴出が認められた。

イ 2分過ぎに一時燃焼の衰退から温度の低下が見られた。これは、室内の酸素が燃焼により消費され、開口部からの空気の供給が不足したためと思われる。

ウ 3分過ぎ位から、閉鎖されていた窓ガラス及び扉のガラスが次々と破損、脱落したため開口面積が大きくなり、空気の供給量が増えたため再び火災室温度も上昇した。

エ 5分過ぎから15分にかけて700~800°Cの温度を維持して燃焼が継続している。

オ 15分を過ぎたあたりから、温度は徐々に低下している。これは、火災室内部の可燃物の燃焼が進行して、可燃物の量が減少したことによるものと考えられる。

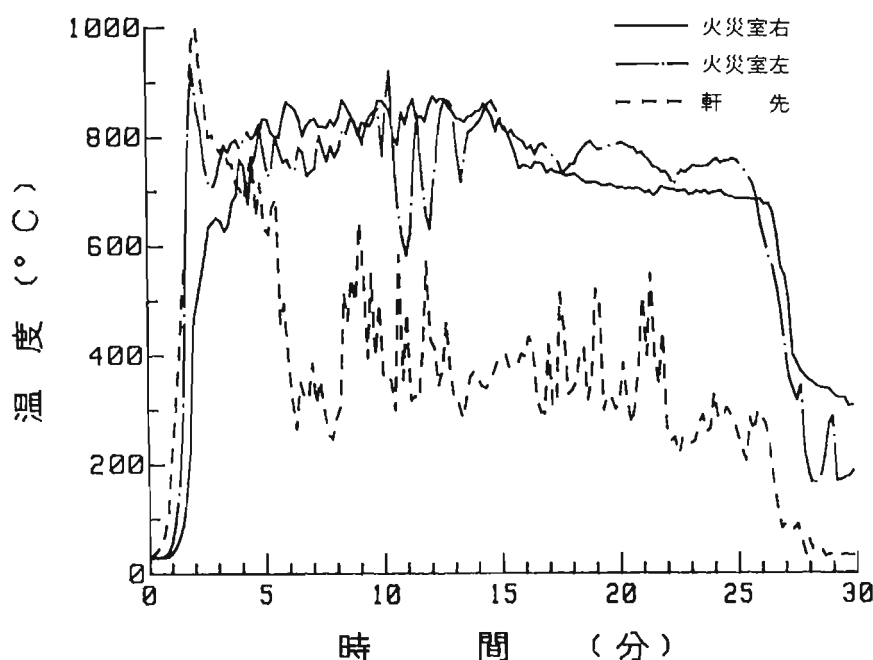


図5 火災室内及び火災室軒下の温度変化

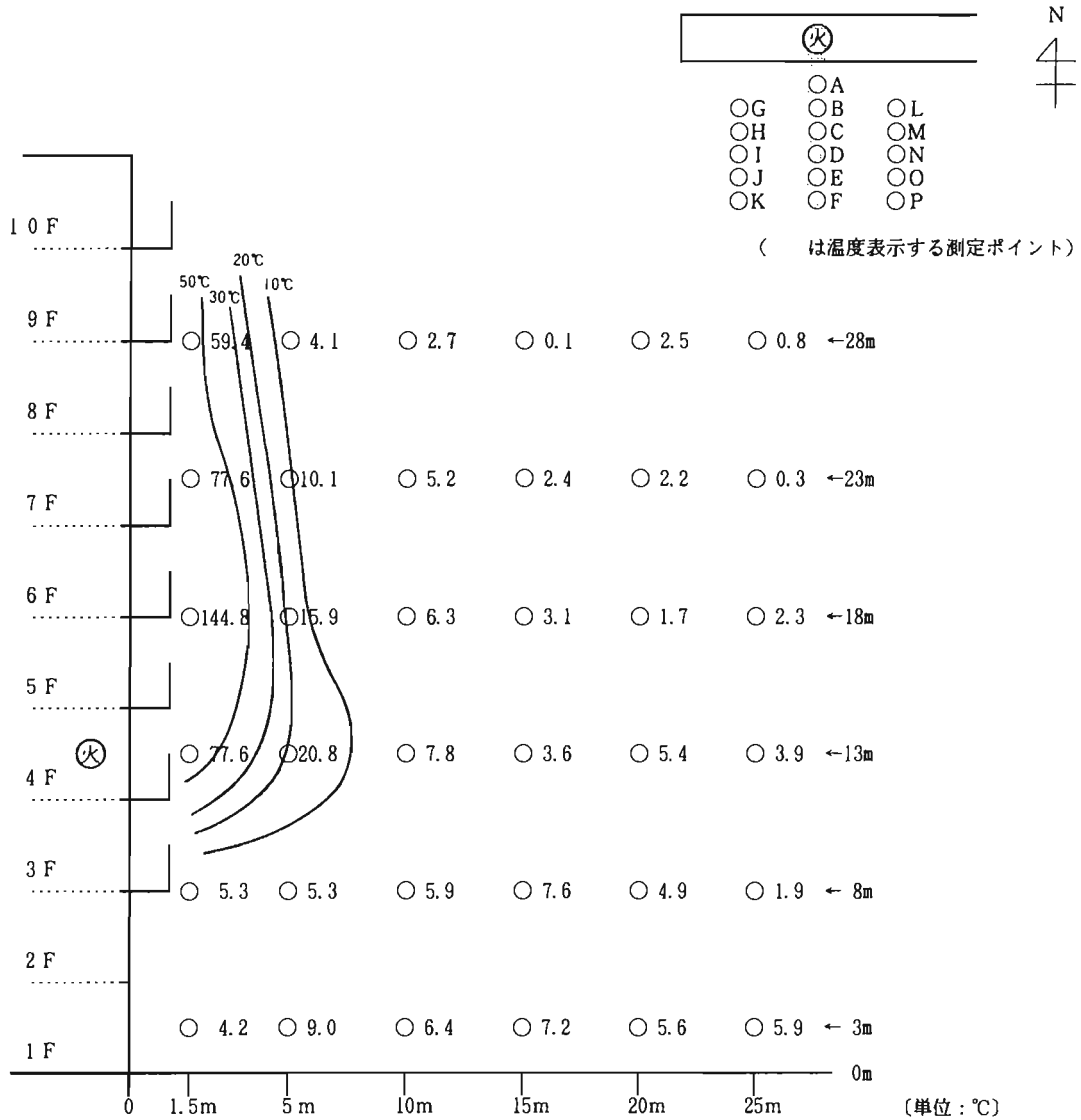


図6 点火後15分50秒における温度上昇値と推定等温線

(3) 火災室周辺外気の温度分布について

火災室正面の測定点(A-3)における最高温度は、点火後15分50秒経過時に106.5°Cを記録している。この時点における気温は、29.0°Cを観測しており、火炎の影響による外気温度の上昇は、77.5°Cとなる。

図6に点火後15分50秒経過時の外気温度の上昇値及び、推定等温線を示した。

なお、温度上昇値は、各測定時分における気温と各測定点での温度との温度差とする。

図6より各測定点の温度上昇値を見ていくと、通常は火点より離れた地点ほど温度上昇は小さくなると考えられるが、数箇所の測定データにバラツキが見られる。これは、各測定点に設定した熱電対の特性や計測状況から生ずるものと考えられる。

推定等温線を見ると、火災室相当の高さ(13m)では、水平方向への火炎噴出が見られ、開口部から10m近くまで約10°Cの温度上昇が見られる。しかし、火災室より上階においては、熱気流が建物壁面に押しつけら

れる傾向が見られる。

(4) 放散熱量と受熱放射量について

赤外線映像装置により撮影した熱画像を解析ソフトウェア「PICED」で処理して、放散熱量を算出した結果は、図7のとおりである。最大値は、点火後10分30秒頃の306.7KWで、点火後5分30秒から15分頃までの間は、250KW以上の状態が継続している。

時間経過に伴う放散熱量の変化と前に述べた火災室の温度変化とを比較すると、火災室内で点火後25分頃まで700°C前後の高温を維持しているのに対し、放散熱量は、17分以降では顕著な低下がみられる。

また、写真2-1及び3-1(赤外線映像は写真2-2及び3-2)からも17分以降は、開口部から噴出する火炎が減少しており、放散熱量の多寡は火災室の温度よりも、開口部から噴出する炎の量に依存する傾向が強いことがうかがえる。

また、受熱放射量の測定結果は、図8に示すとおりである。これは、放散熱量の測定結果に符合する推移

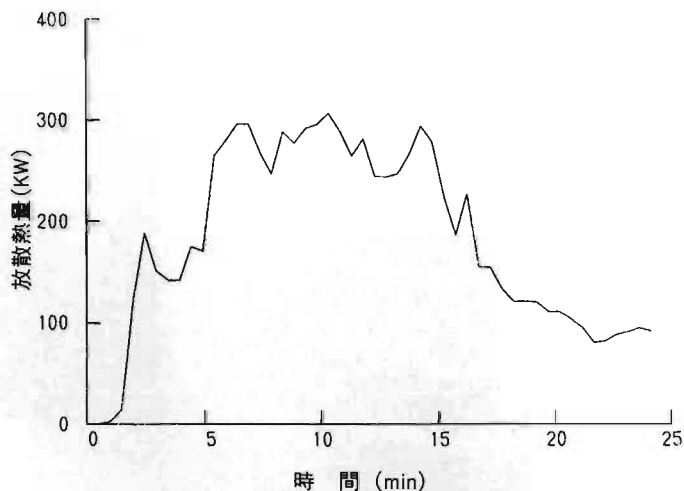


図7 放散熱量の変化

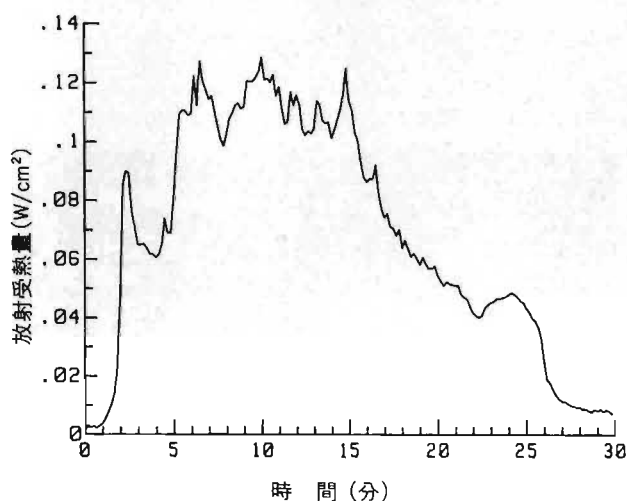


図8 放射受熱量の変化

を示している。受熱放射量は、最大でも約0.13 (W/cm<sup>2</sup>) 程度であった。

#### 4 まとめ

(1) 火炎の噴出が火災室周辺の外気に与える影響について

火災階よりも低い空間でのほし子車等による消防活動には、噴出火炎による影響は少ないと考えられる。しかし、火災階相当の高さより上階では、火炎噴出の影響により付近の雰囲気温度の上昇が見られることから、建物に接近する際には注水態勢等の準備を整えてから活動を行う必要がある。

また、ガラスの破壊等による開口部の拡大は、空気供給を増大させるため、火災室の急激な燃焼につながることを常に考慮する必要がある。

(2) 受熱放射量の人体に与える影響について

人体は、高温雰囲気や強い放射熱にさらされると、代謝が促進され、呼吸が早くなり、発汗量が多くなる

等の身体的変化が現れると同時に熱による痛みや火傷を生ずる。

図9は、Stoollらが実験によって求めた放射熱と耐容時間の関係を表したもので、人体が放射熱を受けたときの耐容時間は、放射熱の2乗に反比例するとされている。

さらに放射計を設置した位置とほぼ同じ場所で計測実施した観測員からは、顔面に熱さを感じたが痛みを伴うものではなかったとの報告がされている。

今回の実験では、設定上の問題から火災室に近い位置での受熱放射量の測定ができなかった。今後は、消防活動の実態を踏まえて火災に近い位置で消防活動を行うことを想定した場所での受熱放射量の測定についても考慮する必要があると考える。

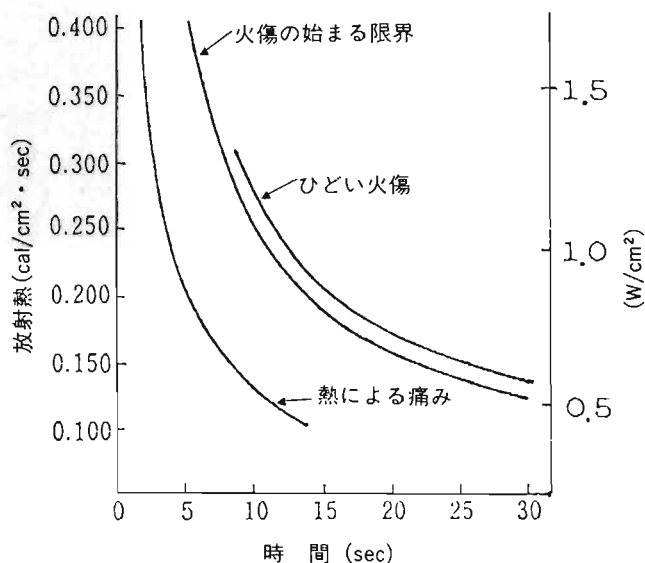


図9 放射熱と耐容時間

おわりに

本火災実験の実施にあたり、ご協力頂いた(株)檜村、(株)日本アビオニクス及び野方消防署の方々に対し、心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1 横井「耐火造火災時に開口部から噴出する火炎」火災Vol.28、No.3 (114) (1978)
- 2 安全工学協会編「安全工学講座1 火災」(昭和58年)





写真1 火災の噴出状況



写真2-1 火災室の状況 (点火後3分)

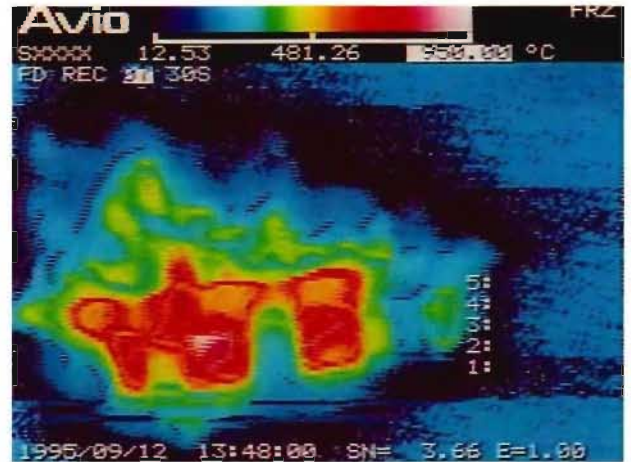


写真2-2 火災室の状況 (点火後3分・赤外線映像)



写真3-1 火災室の状況 (点火後21分)

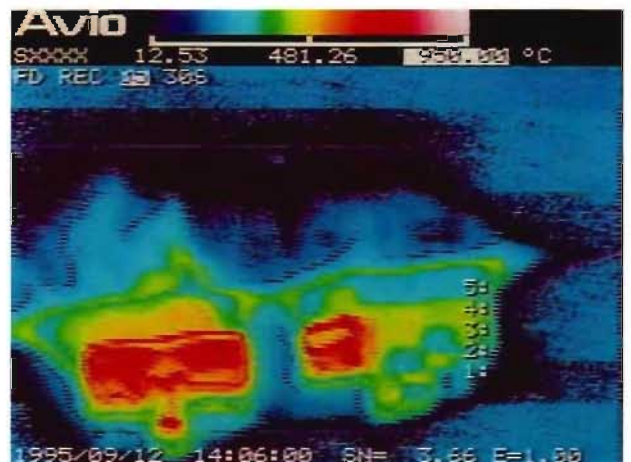


写真3-2 火災室の状況 (点火後21分・赤外線映像)