

# 火災室開口部への放水による水幕形成又は強制給気を行った時の 火災性状変化の検証

飯田 明彦\*, 苫米地 守\*\*, 根本 昌平\*, 玉越 孝一\*, 千葉 博\*\*\*, 山田 常圭\*\*\*\*

## 概 要

消防隊員が火災室に進入する際に曝される、危険要素を把握することは活動安全上重要である。

火災室開口部での送風機による強制給気及び放水による水幕形成を消防活動環境改善方策として考え、消防隊員に影響する、温度・煙・熱流束等の変化を実験から測定した。これらを消防隊員の安全管理の向上に資する検討材料とすることを試みた。

## 1 はじめに

災害現場において、消防隊は常に安全管理を最優先とした活動に留意しているが、特に内部進入は最も危険を伴う行動の一つである。フラッシュオーバー等の急激な燃焼現象でなくとも、火災室内の進入口を開放した時や火災の進展に伴う開口条件の変化が火災室内部に与える影響について検討することは重要である。海外では進入口に対して加圧排煙効果を利用した消防戦術<sup>1), 2)</sup>が検討されており、火災室開口部付近の環境を改善する手段について理解を深める必要性がある。

## 2 目的

本検証では、燃焼空間における開口部の開閉、および送風・放水等の方策による消防活動環境の変化を把握して消防隊員の安全管理対策の向上を目指すとともに、室内の火災性状に及ぼす影響について検証し、シミュレーションへ活用するための数値データの収集を目的とする。可搬式排煙機による送風、ガンタイプノズルによる放水時に水幕形成を行った場合の、区画内の消防活動環境改善効果を検証するための火災実験を実施した。

## 3 実験概要

### (1) 実験日時・場所

実験日時は、平成18年9月28日から10月6日にか

けて、合計10回の燃焼実験(表1)を実施した。

実験場所は総務省消防庁消防大学校消防研究センター、総合消火実験棟内主実験場とし、実験区画を使用した。

### (2) 実験施設

実験区画(図1)は6m×6m×2.3mのものを使用した。火源周囲、床面にはALC板を敷き、壁面及び天井にはステンレス板を内側にして、珪酸カルシウム板を重ねた。給気側に0.9m×1.8m、排気側に1.06m×0.57mの開口部を設定し、実験条件に合わせて開閉した。

### (3) 実験条件等

耐火造共同住宅を想定した火災区画において、定在火災が盛期火災の状況(着火3分後)において、消防活動としての火災室の環境改善方策を実施したときの火災室の火災性状を想定した。可燃物は、「消火器の技術上の規格を定める省令(昭和39年9月17日自治省令第27号)第3条」に規定された第1模型の1号クリブを1つ使用した。また、クリブの着火には、助燃剤として500mlのガソリンを使用した。実施時間は各実験とも着火から10分間とした。

給気側開口部からの消防活動環境改善方策の異なる実験1～3の3系列を軸に、排気側開口部の開閉条件、送風量の異なる強制給気、放水量の異なる水幕形成を組み合わせて実験を行った。

## ア 送風機

実験2で使用した送風機の仕様は表2のとおりで、実験2-1、2-2-1で送風機Aを使用し、実験2-2-2で送風機B(写真1a, b)を使用した。給気側開口部から0.5mの位置に送風機を設置した。実験2においては、着火180秒後から実験終了まで強制給気を実施した。

表1 実験条件

| 実験内容     | 側面開口部:閉鎖                      |                               | 側面開口部:開放                      |                              |                 |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 実験1:自由燃焼 | 実験1-1                         |                               | 実験1-2                         |                              |                 |
| 実験2:送風   | 実験2-1                         |                               | 実験2-2-1                       | 実験2-2-2                      |                 |
|          | 送風量<br>147m <sup>3</sup> /min | 送風量<br>147m <sup>3</sup> /min | 送風量<br>147m <sup>3</sup> /min | 送風量<br>70m <sup>3</sup> /min |                 |
| 実験3:水幕放水 | 実験3-1-1                       | 実験3-1-2                       | 実験3-2-1                       | 実験3-2-2                      | 実験3-2-3         |
|          | 放水量<br>115ℓ/min               | 放水量<br>475ℓ/min               | 放水量<br>115ℓ/min               | 放水量<br>475ℓ/min              | 放水量<br>230ℓ/min |

表2 可搬式排煙機仕様

|      | 定格風量              | 実測風量              | 風速(実測)  | 送風部口径 |
|------|-------------------|-------------------|---------|-------|
| 送風機A | 147m <sup>3</sup> | 151m <sup>3</sup> | 11.8m/s | 520mm |
| 送風機B | 70m <sup>3</sup>  | 72m <sup>3</sup>  | 19.4m/s | 280mm |



a) 送風機A(風量147m<sup>3</sup>) b) 送風機B(風量70m<sup>3</sup>)  
写真1 可搬式排煙機

## イ ガンタイプノズル水幕放水

実験3で使用したガンタイプノズルは、A社製:1720T40型を固定し、ノズル放水口と実験区面の床面から高さ1.0mで開度120°にして放水を行った。ポンプ車での元圧力0.7MPaで一定の放水量を維持するように設定した。

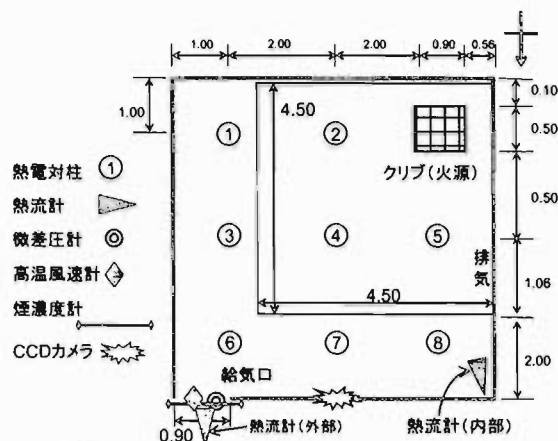


写真2 放水器具(左:ガンタイプノズル 右:放水水中水幕形成)

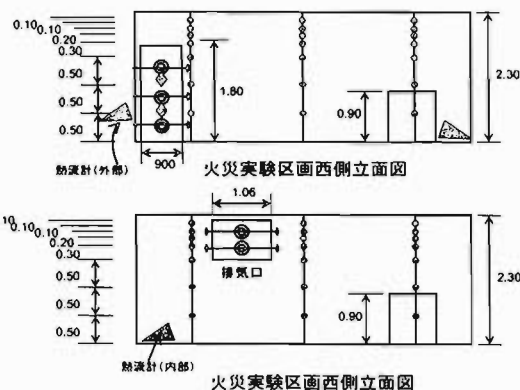
## ウ 測定機の設置

測定は各計測機器の電圧出力を、データロガーを介してAD変換された値としてPCにより記録している。

CADAC21(モデル9201A:E社製)のデータロガーで、温度、差圧、熱流束、酸素濃度、風速、煙濃度の計69点を収録間隔3秒で計測し、GR-3500(K社製)データロガ



a) 平面図



b) 立面図

図1 実験区画(図中、単位はm)

一で温度16点を収録間隔2秒で計測した。

温度変化の測定は、区画内8箇所について、高さ2.2、2.1、2.0、1.8、1.5、1.0、0.5mの7点にK型熱電対(0.32mm)を取付け、合計56点で実施した。(図1)

工業用電子台秤(Z社製FD150IGG-H)を設置し、火源のク립の重量減少速度から発熱速度を算定した。

火災室内部(高さ1m、火源からの距離約5m)と給気開口部付近(高さ0.6m、給気開口部との距離0.40m)の熱の対流成分と放射成分を、熱流束計(M社製64P-5-24)と放射計(M社製64P-4-24)をそれぞれ設置した。噴出流による動圧を微差圧計(V社製DP103)で3点(高さ1.43m、1.03m、0.51m)、開口部における減光係数を煙濃度計で3点(高さ1.37m、0.96m、0.46m)をそれぞれ測定した。

## 4 実験結果

### (1) 自由燃焼実験

本実験において、同一区画において排煙口を開閉(閉鎖:実験1-1、開放:実験1-2)させ、等量の可燃物で自由燃焼させた時の燃焼性状を捉える基礎実験を実施した。各測定項目については以下の結果となった。

### ア 発熱速度

実験1-2は、助燃剤の燃焼が継続する0~60秒においては、着火45秒後程度に発熱速度が最大3MW(図2-1)となり、その後2MWを継続した燃焼となった。ただし、

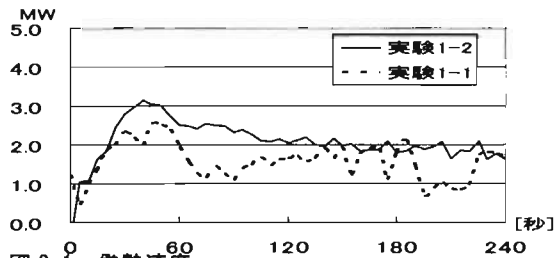


図 2-1 発熱速度

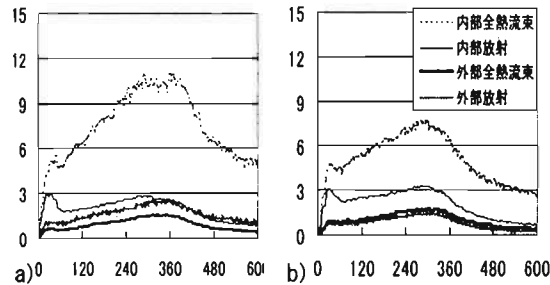


図 2-2 熱流束(左:実験 1-1、右:実験 1-2、横軸:[秒])

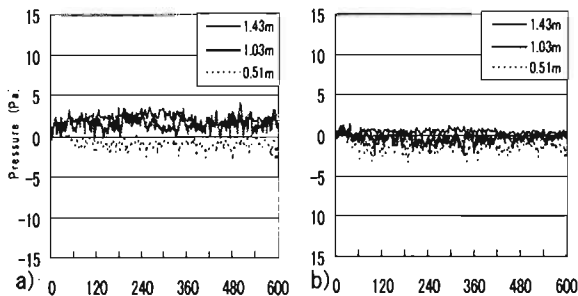


図 2-3 差圧(左:実験 1-1、右:実験 1-2、横軸:[秒])

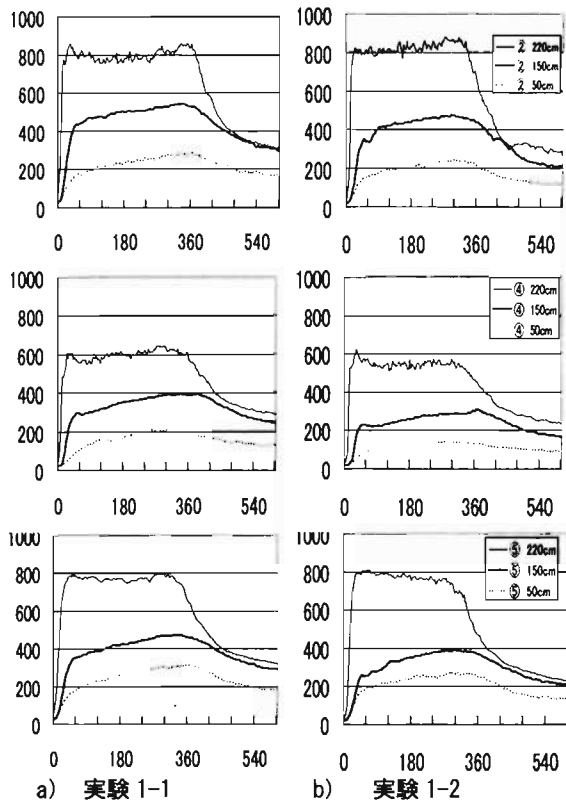


図 2-4 実験 1 : 区画内温度 (熱電対柱)

実験 1-1 は台秤の火炎に対する養生が不十分であったために、ノイズと思われる信号が入り、正確に計測できなかった。

### イ 内部熱流束

実験 1-1 において、クリブから 5m 離れた位置での全熱流束 (図 2-2a) は着火 300 秒後に最大  $11\text{ kW/m}^2$  の値となり、390 秒程度から減少し始めた。放射熱も同様の変化を示し、最大値  $2.8\text{ kW/m}^2$  となった。実験 1-2 において内部全熱流束 (図 2-2b) は着火 300 秒後に最大  $7.6\text{ kW/m}^2$  の値となり、着火開始 300 秒程度から減少し始めた。放射熱は最大値  $3.3\text{ kW/m}^2$  となった後、同様の減少を示した。

### ウ 外部熱流束

実験 1-1 の外部全熱流束 (図 2-2a) は、330 秒後に  $2.5\text{ kW/m}^2$  の最大値をとり、390 秒後から減少し、外部放射熱は、330 秒後に  $1.6\text{ kW/m}^2$  で最大値となり、390 秒後から減少し始める。実験 1-2 の外部全熱流束 (図 2-2b) は、300 秒後に  $1.9\text{ kW/m}^2$  の最大値をとり、330 秒後から減少し始める。外部放射熱は、300 秒後に  $1.4\text{ kW/m}^2$  の最大値をとり、330 秒後から減少し始める。

### エ 差圧

区画内が陽圧になっている状態を正圧(+)、陰圧を負圧(-)とすると、実験 1-1 では、着火後 60 秒ほどで、高さ 1.43m で約 3Pa (図 2-3)、高さ 1.03m で約 1.5Pa、高さ 0.51m で約 -1.0Pa で一定となる。この時、中性帯は高さ 0.51~1.03m の間に位置していると推測される。

同様に、実験 1-2 においては、高さ 1.43m で約 0.5Pa、高さ 1.03m で約 -0.6Pa、高さ 0.51m で約 -1.6Pa となり、中性帯は高さ 1.03~1.43m の間に位置する。

### オ 区画内温度

実験 1-1 及び 1-2 の開口条件の違いにより、実験 1-1 は高さ 2.2m の温度が低下し始める時間が 360 秒以降に対して、実験 1-2 は 330 秒程度となった。クリブ付近の熱電対②、④ (図 2-4 上・中) では、天井面付近で  $800\sim 900^\circ\text{C}$  の範囲内で実験 1-1 と 1-2 ほぼ同様の温度変化を示したが、中層 (1.5m 付近) の温度は実験 1-1 の方が約  $100^\circ\text{C}$  高温側で推移する。他の熱電対では天井面付近で  $400^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$  の範囲、高さ 1.5m 付近で  $200^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$  の範囲、高さ 0.5m 付近で  $150^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$  の範囲と実験 1-1 と 1-2 で多少の温度差が確認された。ただし、実験 1-2 の排気側開口部付近の熱電対⑤から、排気開口部からの排熱が見られ、熱電対⑤ (図 2-4 下) の 2.0m 以上の測定点で温度低下が認められた。

### カ 給気開口部温度

実験 1-1 での 180~300 秒での、各高さにおける温度の平均を取ると、高さ 1.37m で  $335^\circ\text{C}$ 、高さ 0.96m で  $173^\circ\text{C}$ 、高さ 0.46m で  $50^\circ\text{C}$  の値となっている。

実験 1-2 での 180~300 秒での、各高さにおける温度の平均を取ると、高さ 1.37m で  $190^\circ\text{C}$ 、高さ 0.96m で  $47^\circ\text{C}$ 、高さ 0.46m で  $25^\circ\text{C}$  の値となっている。

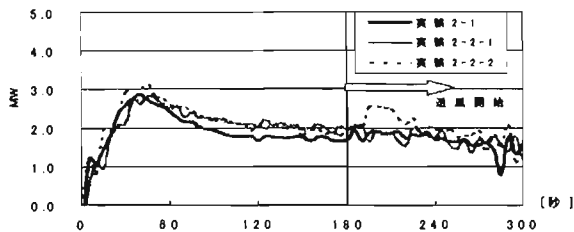


図 3-1 実験 2 系列：各実験の発熱速度（縦軸：[MW]、横軸：[秒]）

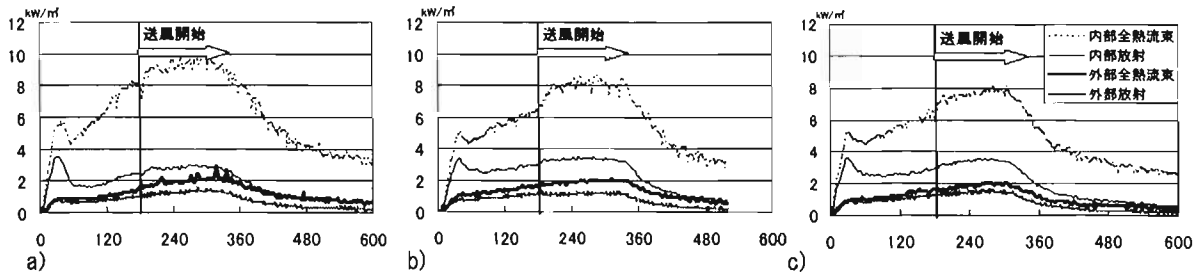


図 3-2 実験 2 系列：区画内外の熱流束（左から実験 2-1、2-2-1、2-2-2、横軸：[秒]）

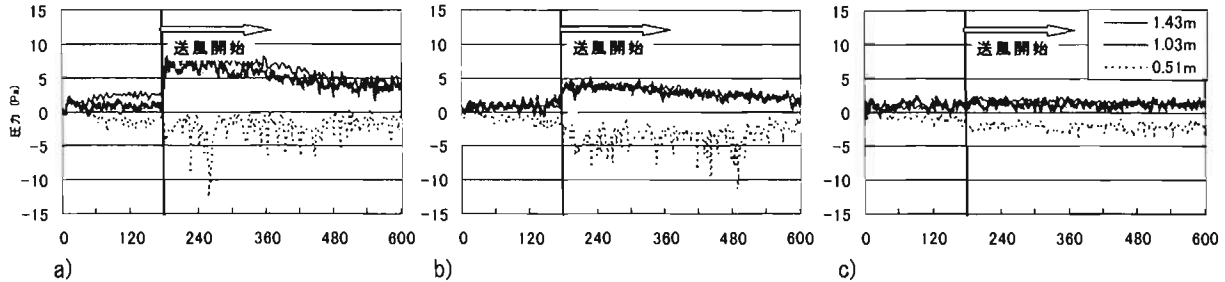


図 3-3 実験 2：給気開口部の差圧（左列から実験 2-1、2-2-1、2-2-2、横軸：[秒]）

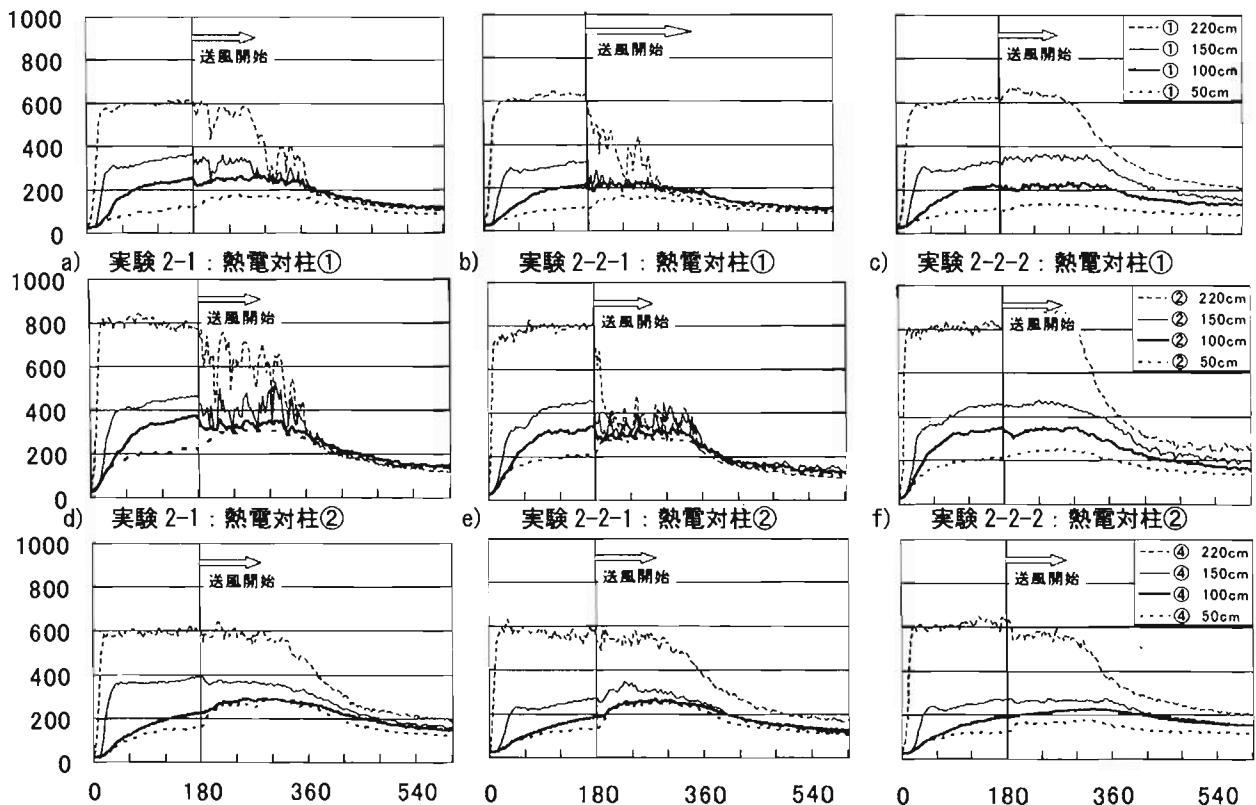


図 3-4 実験 2：区画内温度（縦軸：[°C]、横軸：[秒]）

## (2) 送風実験

前述の設定について測定結果は以下のように示される。

### ア 発熱速度

実験 2-1 は、着火 45 秒後程度に発熱速度 3MW の最大値 (図 3-1) となり、発熱速度 1.8MW を継続した。実験 2-2-1 は、自由燃焼時と同様に発熱速度 2MW を継続するような燃焼となった。実験 2-2-2 は、着火 210 秒後 (送風開始 30 秒後) までは、ほぼ 2MW 一定の発熱速度であったが、2.5MW 程度まで発熱速度が上昇した。実験 2-1 及び実験 2-2-1 は、送風によって燃焼が加速しなかった。

### イ 内部熱流束

クリブから 5m 離れた箇所に設置した熱流束計から、実験 2-1 において、全熱流束は着火 300 秒後に最大値 10kW/m<sup>2</sup>、放射熱は最大値 3.0kW/m<sup>2</sup> (図 3-2) になった。同様に、実験 2-2-1 では、着火 240 秒後に最大値 8.8kW/m<sup>2</sup>、放射熱は最大値 3.5kW/m<sup>2</sup>、実験 2-2-2 では全熱流束は着火 270 秒後に最大値 8.3kW/m<sup>2</sup>、放射熱は、最大値 3.5kW/m<sup>2</sup>となった。いずれの実験ケースでも着火 330 秒後から減少した。

### ウ 外部熱流束

実験 2-1 の外部全熱流束は、330 秒後に 3.0kW/m<sup>2</sup>の最大値 (図 3-2) をとり、350 秒後から減少し始める。外部放射熱は、300 秒後に 1.4kW/m<sup>2</sup>の最大値をとり、350 秒後から減少し始める。実験 2-2-1 の外部全熱流束は、240 秒後に 2.0kW/m<sup>2</sup>の最大値をとり、330 秒後に減少し始める。外部放射熱は、300 秒後に 1.2kW/m<sup>2</sup>の最大値をとり、330 秒後から減少し始める。実験 2-2-2 の外部全熱流束は、300 秒後に 2.1kW/m<sup>2</sup>の最大値をとり、その後から減少し始める。外部放射熱は、300 秒後に 1.5kW/m<sup>2</sup>の最大値に達してから、減少し始める。

### エ 差圧

実験 2-1 においては、高さ 1.43m で送風開始前、約 2.6Pa (図 3-3a) が、着火 180 秒後 (送風開始直後) には約 7.6Pa となった。同様に、高さ 1.03m で送風前、約 0.9Pa の数値が、約 6.4Pa となり、給気開口部上部から濃煙熱気が噴出しているのが確認された。高さ 0.51m では送風前、約-1.6Pa の数値が、約-3.8Pa となった。

実験 2-2-1 においては、高さ 1.43m で送風前、約 1.2Pa (図 3-3b) が、着火 180 秒後 (給気開始直後) には約 3.9Pa となり、同様に高さ 1.03m での送風前の約 1.2Pa の数値が、約 3.6Pa となり、給気開口部上部から濃煙熱気が噴出しているのが確認された。高さ 0.51m で送風前、約-1.6Pa が、着火 180 秒後 (送風開始直後) には約-4.1Pa となった。

実験 2-2-2 においては、高さ 1.43m で送風前、約 1.2Pa (図 3-3c) が、着火 180 秒後 (送風開始直後) には約 1.8Pa、高さ 1.03m では送風前、約 1.0Pa が、着火 180 秒後 (送風開始直後) も約 1.0Pa であった。高さ 0.51m で送風前の約-1.2Pa の数値が、着火 180 秒後 (送風開始直後) には約-1.9Pa となった。それぞれの位置

で数値の増大がみられたが、給気開口部から空気の流入に大きな変化は見られなかった。

### オ 区画内温度

実験 2-1 及び 2-2-1 の開口条件の変化による温度差が見られたのは、送風実施時の風と壁面との衝突点付近の熱電対①・② (図 3-4) であった。実験 2-1 の天井面付近の熱電対②において、強制給気の影響とクリブの燃焼による影響が相互に作用し、400℃~700℃の範囲内で温度が上下した。それに対して実験 2-2-1 の天井面付近の熱電対②においては、送風の影響とクリブの燃焼による影響が相互に作用するものの、300℃~450℃といった天井面の燃焼にしては、低い温度場を示す。更に、実験 2-1 及び 2-2-1 において高さ 0.5m、1.0m において送風直後に 50℃程度の温度上昇が認められた。

実験 2-2-2 においては、自由燃焼の実験 1-2 との温度とほぼ同様の温度場を示すが、送風開始 30 秒後の高さ 0.5m において 30℃程度の温度上昇が認められた。

### カ 給気開口部温度

実験 2-1 で、送風開始前 (着火 180 秒後) と送風開始 60 秒後 (着火 240 秒後) の各高さでの温度に注目すると、高さ 1.37m で 342℃→361℃、高さ 0.96m で 164℃→245℃となり、高さ 0.46m では 41℃→33℃と若干低下した。

同様に、実験 2-2-1 では、高さ 1.37m で 200℃→300℃、高さ 0.96m で 72℃→202℃、高さ 0.46m で 31℃→29℃の値となっている。

実験 2-2-2 では、高さ 1.37m で 200℃→226℃、高さ 0.96m で 52℃→162℃、高さ 0.46m で 32℃→47℃の値となっている。

## (3) 水幕形成実験

前述の設定について以下のように結果を示すが、給気開口部で放水しているため、この部分の温度、差圧は検討しない。

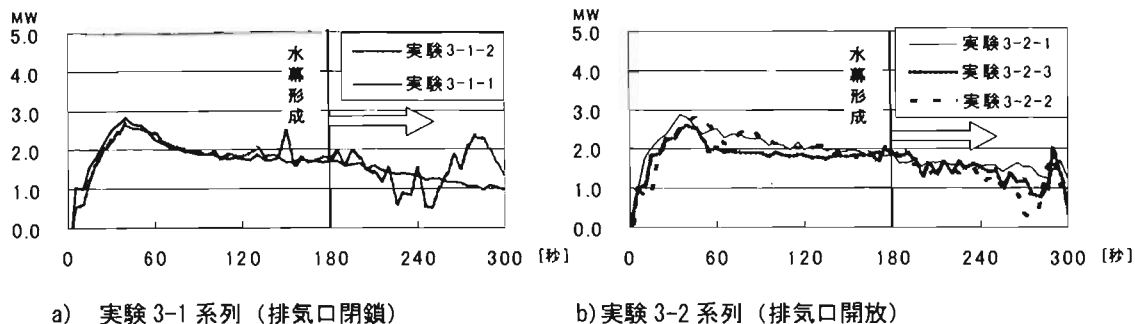
### ア 発熱速度

実験 3-1-1 は、着火から 120~180 秒はほぼ 1.7MW (図 4-1a)、実験 3-1-2 では 1.8MW 程度の発熱速度を継続した。放水開始後 60 秒 (着火 240 秒後) で、それぞれ 1.4~1.5MW にまで低下した後は緩やかに低下した。

実験 3-2-1 は、着火から 120~180 秒はほぼ 1.7MW (図 6-1b)、実験 3-2-2、着火から 120~180 秒はほぼ 1.9~2.0MW 程度の発熱速度を継続した。放水 60 秒後 (着火後 240 秒後) で、1.5~1.7MW にまで低下し、その後は緩やかに低下した。

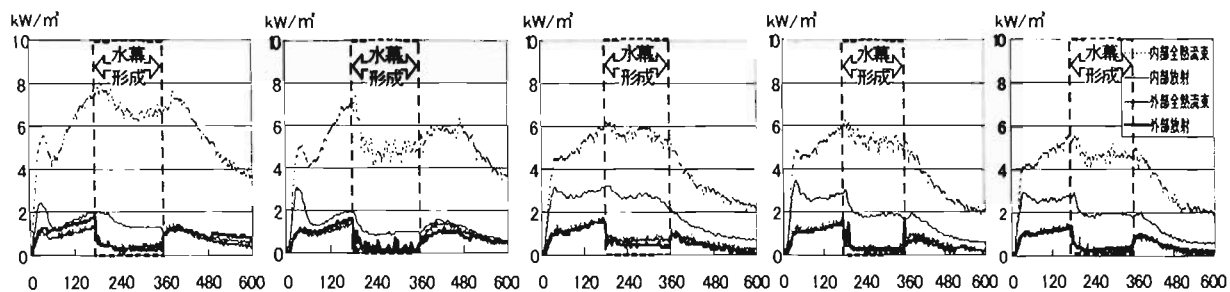
### イ 内部熱流束

クリブから 5m 離れた箇所で測定した全熱流束は、実験 3-1-1、実験 3-1-2 (図 4-2a, b) については、着火 180 秒後に最大値をとり、それぞれ 7.8 kW/m<sup>2</sup>、6.2 kW/m<sup>2</sup>まで達した。着火 180 秒後の放水開始時にはそれぞれ 6.3kW/m<sup>2</sup>、5.2kW/m<sup>2</sup>まで低下した後、このまま推移し、着火 360 秒後 (放水停止直後)、実験 3-1-1 は低下し始



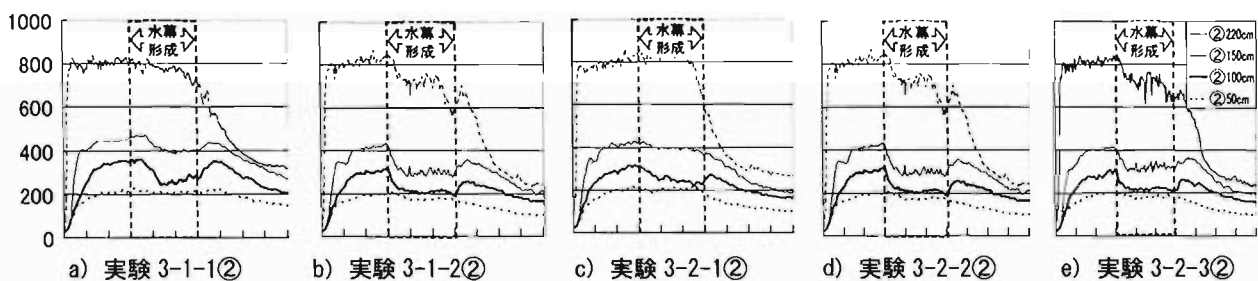
a) 実験 3-1 系列 (排気口閉鎖)      b) 実験 3-2 系列 (排気口開放)

図 4-1 実験 3 : 各実験の発電速度 (縦軸 : [MW]、横軸 : [秒])

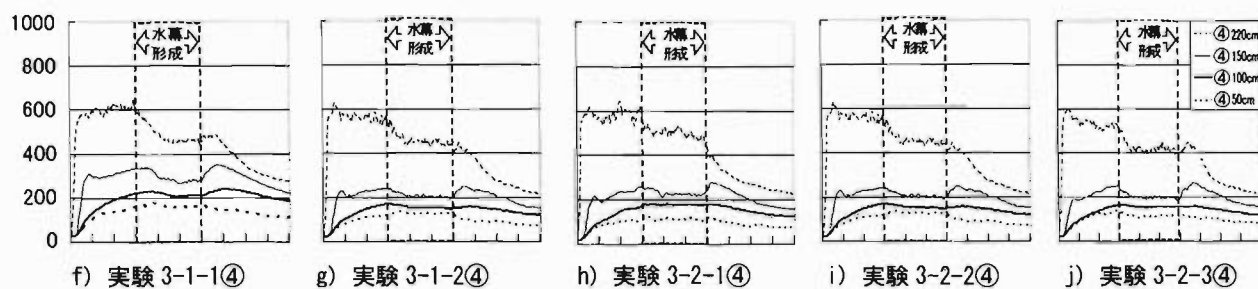


a) 実験 3-1-1      b) 実験 3-1-2      c) 実験 3-2-1      d) 実験 3-2-2      e) 実験 3-2-3

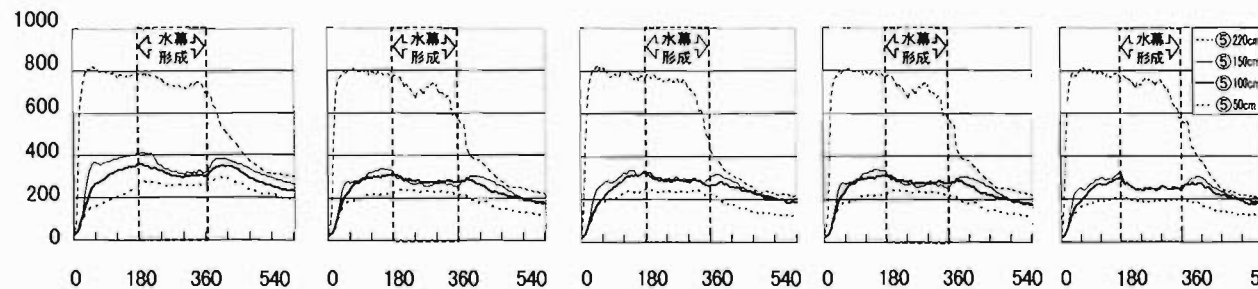
図 4-2 実験 3 : 熱流束 (左から実験 3-1-1、3-1-2、3-2-1、3-2-2、3-2-3、横軸 : 時間[秒])



a) 実験 3-1-1②      b) 実験 3-1-2②      c) 実験 3-2-1②      d) 実験 3-2-2②      e) 実験 3-2-3②



f) 実験 3-1-1④      g) 実験 3-1-2④      h) 実験 3-2-1④      i) 実験 3-2-2④      j) 実験 3-2-3④



k) 実験 3-1-1⑤      l) 実験 3-1-2⑤      m) 実験 3-2-1⑤      n) 実験 3-2-2⑤      o) 実験 3-2-3⑤

図 4-3 実験 3 : 区画内温度 ( a-e) 熱電対柱②、 f-j) 熱電対柱④、 k-o) 熱電対柱⑤)

めたが、実験 3-1-2 は上昇し始めた。この時の放射熱も同様に、それぞれ着火 180 秒後に  $2.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $2.0\text{kW}/\text{m}^2$  の最大値をとり、水幕放水から停止まで、それぞれ  $1.8\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $0.8\text{kW}/\text{m}^2$  で推移し、いずれも放水停止後に上昇し始めた。

実験 3-2-1、実験 3-2-2、実験 3-2-3 (図 4-2c, d, e) の内部全熱流束は、着火 180 秒後に最大値をとり、それぞれ  $6.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $6.2\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $5.6\text{kW}/\text{m}^2$  まで達した。着火 180 秒後の放水開始時にはそれぞれ  $6.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $4.6\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $4.2\text{kW}/\text{m}^2$  まで低下した後、このまま推移し、着火 360 秒後 (放水停止直後) には、いずれも低下し始めた。この時の放射熱は、それぞれ着火 180 秒後に  $3.3\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $3.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $3.0\text{kW}/\text{m}^2$  の最大値をとり、放水から停止まで、それぞれ  $2.5\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.8\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.9\text{kW}/\text{m}^2$  で推移し、放水停止後はいずれも低下し始めた。

#### ウ 外部熱流束

実験 3-1-1 (図 4-2a) の外部全熱流束は、着火 180 秒後に  $1.9\text{kW}/\text{m}^2$  の最大値となり、放水直後に  $0.2\text{kW}/\text{m}^2$  まで減少したが、着火 420 秒後 (放水停止から 60 秒後) には、 $1.2\text{kW}/\text{m}^2$  まで値が上昇した。外部放射も同様に、最大値  $1.3\text{kW}/\text{m}^2$  (着火 180 秒後)  $\rightarrow$   $0.4\text{kW}/\text{m}^2$  (放水直後)  $\rightarrow$   $1.3\text{kW}/\text{m}^2$  (放水停止 60 秒後) の変化を示した。

同様に、実験 3-1-2 (図 4-2b) の外部全熱流束は、着火 180 秒後に  $1.7\text{kW}/\text{m}^2$  の最大値をとり、その後、 $0.2\text{kW}/\text{m}^2$  (放水直後)  $\rightarrow$   $1.0\text{kW}/\text{m}^2$  (放水停止 60 秒後) となった。外部放射は、最大値  $1.3\text{kW}/\text{m}^2$  (着火 180 秒後)  $\rightarrow$   $0.4\text{kW}/\text{m}^2$  (放水直後)  $\rightarrow$   $1.4\text{kW}/\text{m}^2$  (放水停止 60 秒後) の変化を示した。

実験 3-2-1、実験 3-2-2、実験 3-2-3 (図 4-2c, d, e) の外部全熱流束は、着火 180 秒後に最大値をとり、それぞれ  $1.7\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.4\text{kW}/\text{m}^2$  まで達した。着火 180 秒後の放水開始時にはそれぞれ  $0.6\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $0.2\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $0.3\text{kW}/\text{m}^2$  まで低下した。着火 360 秒後 (放水停止直後) には、 $1.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $0.8\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.0\text{kW}/\text{m}^2$  まで値が上昇した。この時の放射熱は、それぞれ着火 180 秒後に  $1.7\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.4\text{kW}/\text{m}^2$  の最大値をとり、放水直後には、それぞれ  $0.6\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $0.2\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $0.3\text{kW}/\text{m}^2$  まで値が減少した。着火 360 秒後 (放水停止直後) には、 $1.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.0\text{kW}/\text{m}^2$ 、 $1.0\text{kW}/\text{m}^2$  まで値が上昇した。

#### エ 区画内温度

実験 3-1-1 及び 3-2-1 の着火 180 秒後に水幕放水の影響が顕著に見られたのは、区画中央部付近の②・④・⑤ (図 4-3) であった。また、実験 3-1-2 及び 3-2-2 では、水幕放水時に区画内全体の温度低下が見られた。自由燃焼時の天井面温度  $800^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$  に対して、 $475\text{l}/\text{min}$  の水幕放水を実施することで  $100^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$  程度の温度低下が見られ、内部に入った水の影響が強く見られた。また実験 3-2-3 においても区画内全体での温度低下が確認された。排気開口部の開口条件の違いによる温度変化の差は、それ程顕著にはならなかった。

#### 4 考察

区画内で自由燃焼実験を実施した実験 1-1、1-2 から、排気口がない時の方が区画内の温度場は、若干高く、給気口の差圧から中性帯が低い位置にあることがわかった。発熱速度は、測定時の都合でノイズが多く入ったが、排煙口がない方が 10%ほど低い傾向が見られた。

強制給気を実施した実験 2 では、実験 1 と比較して、送風開始以降の発熱速度の変化は見られず、燃料支配型の燃焼を継続したものと考えられる。送風機 B (実験 2-2-2) は、区画内の温度場の変化の少なさから、送風機 B の送風量 ( $70\text{m}^3/\text{分}$ ) では内部への影響は小さいと見られる。送風機 A ( $147\text{m}^3/\text{分}$ ) の場合では、温度場には変化が見られた。送風開始と共に、区画上層の温度低下と下層の温度上昇がみられ、区画最深の①、② (図 3-4a, b) で、特にこれが顕著となる。さらに送風開始から開口部から熱気流が噴出 (図 3-2a, b) することから、送風機 A の送風量では区画内の圧力 (図 3-3a, b) を高め、外気を区画深部まで送っていると考えられる。

放水による水幕形成の効果は、給気開口部で計測した熱流束に顕著にあらわれた。いずれも放水中は  $0.4\text{kW}/\text{m}^2$  まで低下し、自由燃焼時には噴出している熱気流を遮断し、水幕に熱量を吸収されたことが理由と考えられる。発熱速度は、実験 1 系列、実験 2 系列を含めたいずれの実験についても 10%程度の違いは生じるものの顕著な違いは認められなかった。

#### 5 まとめ

本実験の設定による結果から、火災区画の開口部に對し講じた環境改善効果は以下のようにまとめられる。今後、実験条件等の検討を重ね、より多くの効果を確認する必要がある。

##### (1) 強制給気による効果

- ア 区画内の発熱速度はほとんど変化しない。
- イ 区画内の温度は、床付近では上昇し、天井付近では低下する傾向がある。
- ウ 給気開口部への送風により、開口部上部から熱気流の噴出量が増大し得る。

##### (2) 放水時の水幕の効果

- ア 区画内の発熱速度はほとんど変化しない。
- イ ある程度、水幕外への対流熱流束・放射熱流束を遮断する。

#### 謝辞

当報告は、総務省消防庁消防大学校消防研究センターとの共同改良検証として実施されたものである。共同研究者及びこれに様々な形で協力いただいた皆様に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) S. Kerber et al. : Effect of Positive Pressure Ventilation on a Room Fire: NISTIR 7213(2005)
- 2) 苫米地ほか: 間接噴霧放水と強制給気による消火戦術の実験的研究(2007): 平成 19 年度日本火災学会研究発表会概要集

# Research on fire behavior with water screen by nozzle stream or positive pressure ventilation in opening of the fire room

Akihiko IIDA\*, Mamoru TOMABECHI\*\*, Shohei NEMOTO\*, Koichi TAMAKOSHI\*

Hiroshi CHIBA\*, Tokiyoshi YAMADA\*\*

## Abstract

Identifying risk factors to which firefighters are exposed when they enter a burning room is important to secure operational safety.

Mechanical air supply with air blowers and water curtain formation by water application from room openings are considered to be some of the measures for improving the fire service environment. For this reason, we conducted a fire test to measure the changes in temperatures, smoke and thermal flux that affect firefighters on burning room opening. We also examined the findings to determine if the data could be used as examination materials for better control of firefighters' safety and applied to fire simulations.