

## 間接消火による基礎実験について

根本 昌平\*, 玉越 孝一\*, 菅原 洋一\*\*

### 概 要

東京消防庁が採用しているフォグガンとガンタイプノズルの放水器具を使って、間接消火の基礎実験を行った。この基礎実験は、7畳間ほどの実験室で直接消火ではない水蒸気と湯気による間接消火の影響を確認したものである。

結果は、ガンタイプノズルとフォグガンでは区画内の隅における消火能力に違いがあった。放水状況は、放水による空気の流入が、室内の温度を下げ、酸素濃度を即座に上昇させた。

### 1 はじめに

東京消防庁では、昭和57年からフォグガンを導入している。フォグガンは、高圧で細かい噴霧（粒子系150～300 $\mu$ m）を発生させ、水を気化しやすく、少ない水量で消火効率を上げる目的で当庁装備部が設計開発した。

その後、平成16年からは、特別消火中隊が編成され、ガンタイプノズルを導入することになった。ガンタイプノズルは、市販されているもので、放水量の範囲が広く、展開することによって細かい噴霧の放水も可能である。

このように東京消防庁では、細かい噴霧で消火するノズルが、現在2種類あり、それぞれの放水器具の特性を把握し評価する必要となった。

### 2 実験の目的

フォグガン及びガンタイプノズルを使用した、間接消火の効果について確認する。



写真1 フォグガン (東消式 T-200 型, YONE株)



写真2 ガンタイプノズル (1720T4, AkronBrassCompany)

注：特別消火中隊は、他社製のガンタイプノズルも使用している。

### 3 間接消火について

第2次世界大戦中、メリーランド州ボルチモア市フォートマックヘンリーの米国沿岸警備隊消防学校の教官達は、大規模な燃料油火災の研究を行っていた。この研究の目的は、商船又は軍艦の機関室に起こる大規模な油火災を有効に鎮圧消火するための実用的な消火方法を見つけることにあった。1943年に、密閉室内の油火災は、直接燃焼面に注水しなくても消火できることがわかり、「間接攻撃法」を確立した。1944年には、輸送船の機関室（総容積2407 $\text{m}^3$ ）を使った燃料油18925～26495リットルを燃焼させ消火実験を行った。放水条件は、ノズル圧力0.689MPaで636リットル/min、431リットル/min、227リットル/minで噴霧放水により消火した。この時、米国沿岸警備隊の消防学校教官であったLloyd Laymanは、実験を重ね「間接注水と大気置換の理論」を確立した。Lloyd Laymanは、第二次世界大戦後1947年に、パーカースブルグ署長に着任し、この「間接攻撃法」を建物火災へと広めた。

東京消防庁は、この「間接攻撃法」を昭和30年ごろから、職員に周知してきており、「Layman 戦法」としても知られている。

今回行う実験は、「間接攻撃法」であるが、燃焼物に直接放水せず、水蒸気や湯気の影響だけで消火効果を確認する消火方法としたことから、これを「間接消火」と定義した。

#### 4 実験日時及び場所

##### (1) 日時

平成 18 年 3 月 13 日

##### (2) 場所

東京消防庁消防科学研究所 燃焼実験棟  
(東京都渋谷区幡ヶ谷 3-5-11)



写真3 燃焼実験棟



写真4 0.5単位クリブ

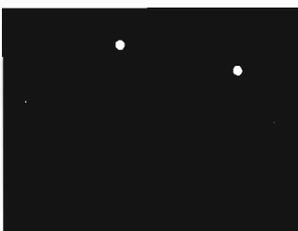


写真5 2単位クリブ

#### 5 実験設定

燃焼実験棟内の移動実験室は、縦3.6m×横3.3m×高さ2.1mの鉄骨造で壁、天井、床をALC(厚さ50mm)+SUS(厚さ0.6mm)で仕上げた。室内の可燃物は、火源として2単位クリブを高さ30cmの台座に置き、その対角線角に高さ150cmの台座に0.5単位クリブを載せた。2単位クリブの正面には、30cm離れた位置に衝立(1000×1500mm、SUS厚さ0.6mm)を置き、放水が直接当たらないようにした。これは、熱源である\*2単位クリブが放水により直接消火させないためと、燃焼を継続させることによって室内を高温に保たせ、放水により水蒸気を発生させ易い環境を作るためである。

また、室内には、内装材として合板(1820×910×9.9mm)3枚を立てかけた。開口部は、片扉(1800×900mm)を開けた。

実験開始は、0.5リットルのガソリンを助燃剤とし、オイルパンに注ぎ着火した。

※：2単位クリブとは、「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)」に基づく普通火災に対する第1模型である。

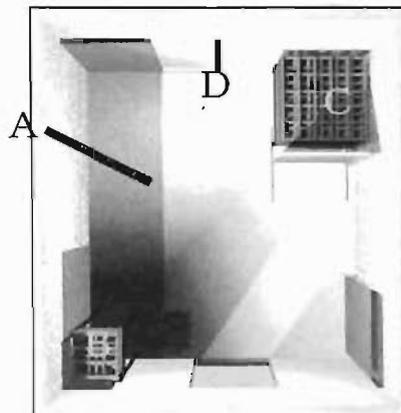
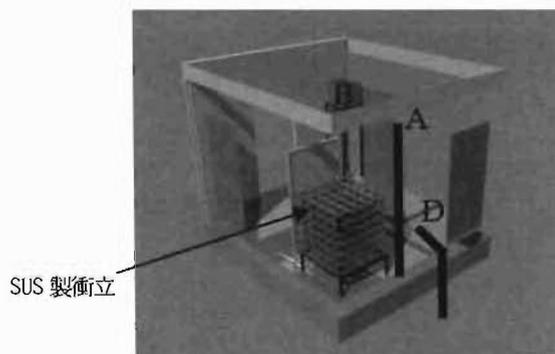


図1 上部からの配置状況



測定箇所

A シース熱電対 20点 (床から10cm~200cm)

B シース熱電対 1点 (0.5単位クリブ上部 床から190cm)

C シース熱電対 1点 (2単位クリブ上部 床から135cm)

D ガス採取 1点 (酸素 床から135cm)

図2 側面からの配置状況

#### 6 放水条件

##### (1) 放水量及び展開角度

放水は、ノズル元圧1.5MPaとし、実験に使用するフォグガンの放水量を基準とし、放水した結果から160リットル/minとした。

展開角度は、東京消防庁で行った過去の実験を参考に開度30度とした。ガンタイプノズルは流量切替を230に合わせた。

##### (2) 放水時間

過去の実験から2単位クリブの最盛期を考慮し着火後3分で消火開始し2分間放水することにした。

(3) 放水体系等

放水体系は、燃焼実験室前に配置した2 t 水槽に部署し普通ポンプ自動車から65mm (3m) +40mm (20m) を延長し、放水器具に接続した。

放水の目標は、移動実験室の開口部直前から衝立及び2 単位クリブ上部に目掛けておこなった。

7 計測機器及び設定

(1) 温度

図2で示すAの箇所に床から10 cmから200 cmの間、10 cm間隔に、20点 (シーセ熱電対・アルメルクロメル) 20点、2 単位クリブと0.5 単位クリブ上部にK 熱電対(アルメルクロ、素線0.64mm、ガラスカール被覆) を設定した。

(2) 酸素

図2で示すDの箇所に床から135 cmの地点で銅管により1点 (酸素) を設定した。

(3) 流量計

流量計は、65 mmホースと40 mmホースの間に1点設定した。

(4) 計測機器

表1のとおり

表1 計測機器

名称	メーカー	型式	設定等
データロガー	江藤電気(株)	9201ACADAC21	-
パーソナルコンピュータ	NEC(株)	PC-LH30003F	計測間隔 3秒
CCDカメラ	(株)塚本電気	PEC-CM42	-
DVカメラ	ソニー	DCR-VX2000NTSC	SPモード
ビデオレコーダー	松下(株)	NV-HX11	標準
酸素濃度測定機	横河電機(株)	OX61	0-25%
流量計	愛知時計電機(株)	TAV60V-30UUEFIX10	0-1000 ℓ/min

8 実験結果

(1) 測定結果

図3から6のとおり

(2) 消火状況

写真6から13のとおり

9 考察

(1) 放水状況

放水量は、表2より、フォグガンよりガンタイプノズルが24 ℓ/min 多く、フォグガンの放水量に対して約7.4%増加した。フォグガンの放水は、放水直後、吹き返しにより、湯気が防火帽に付随したしころの両脇から進入し、正面を向くことが困難であった。このため、斜め右に引き放水を実施した。

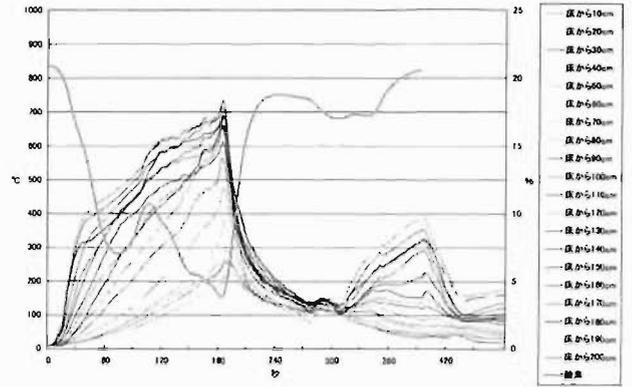


図3 室内 (A点) の温度と酸素 (フォグガン)

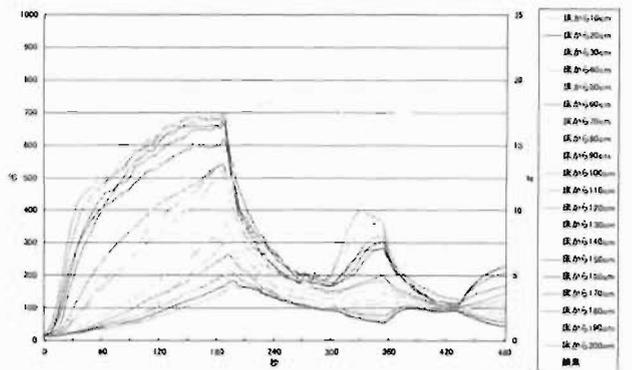


図4 放水による室内 (A点) の温度と酸素 (ガンタイプノズル)

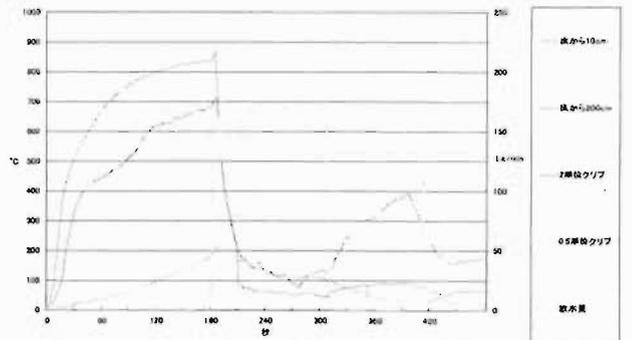


図5 放水によるクリブの温度 (フォグガン)

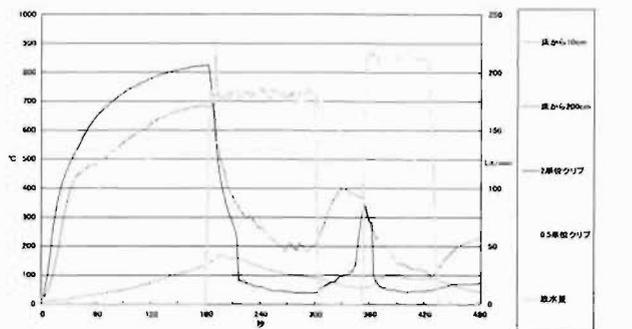


図6 放水によるクリブの温度降下 (ガンタイプノズル)

フォグガンでの消火実験



写真6 放水開始直後



写真7 放水20秒後



写真8 放水30秒後



写真9 放水終了直後

ガンタイプノズルでの消火実験



写真10 放水開始直後



写真11 放水20秒後



写真12 放水30秒後



写真13 放水終了直後

ガンタイプノズルの場合は、放水直後、湯気の吹き返しがあったが正面を向いて放水を行うことが可能であった。映像より放水者が湯気に包まれる様子から湯気の発生状況は、ガンタイプノズルよりフォグガンの方が多く発生したことを確認した。(写真7, 8, 11, 12 参照)

表2 放水状況

経過	フォグガン	ガンタイプノズル
平均放水量	161リットル/min	182リットル/min
放水した水量	328リットル	352リットル
放水時間	122秒	116秒

## (2) 温度状況

表3のとおり、フォグガンの場合は、放水終了後、床から10cmが103℃で200cmが129℃であり、その差は26℃だった。ガンタイプノズルは、床から10cmが91℃で200cmが202℃であり、その差は、115℃であった。この温度差は、ガンタイプノズルが0.5単位クリブを消火できなかった影響と考えられる。

表3 室内(A点)の温度

単位:℃

経過	フォグガン		ガンタイプノズル	
	床から10cm	床から200cm	床から10cm	床から200cm
放水開始直前	190	694	140	681
放水開始	201	712	143	684
放水20秒後	189	262	162	397
放水30秒後	163	176	158	343
放水終了	103	129	91	202

表4 酸素濃度

単位:%

経過	フォグガン	ガンタイプノズル
放水開始直前	3.8	7.5
放水開始	3.8	7.7
放水20秒後	13.8	15.4
放水30秒後	16.9	17.2
放水終了	17	18

## (3) 酸素状況

放水直前の酸素濃度は、表4のとおり3.8%(フォグガン)、7.5%(ガンタイプノズル)だったが、放水を実施すると、その直後から酸素濃度が上昇し30秒後にはフォグガン及びガンタイプノズルともに17%以上になった。これは、放水と同時に室内に空気を流入させ、燃焼を継続するための十分な酸素を供給していたことを示した。(図3、4参照)

## (4) クリブの消火状況

### ア 2単位クリブ

2単位クリブは、フォグガン及びガンタイプノズルの放水により、火炎の抑制をしたが、消火は、できなかった。このことは、燃焼する2単位クリブの中心までに、水蒸気や湯気が十分に到達できなかったと考えられる。(図5、6 表5、写真9、13参照)

### イ 0.5単位クリブ

0.5単位クリブは、フォグガンで消火することができたが、ガンタイプノズルでは、消火することが出来なかった。ガンタイプノズルの放水は、放水による空気の流入により0.5単位クリブを燃焼させていたことが映像(写真13参照)から確認された。

表5 クリブの消火結果

種別	フォグガン	ガンタイプノズル
2単位クリブ	燃焼	燃焼
0.5単位クリブ	消火	燃焼

## 10 まとめ

今回の実験は、ガンタイプノズルとフォグガンの間接消火による消火効果を確認した。フォグガンを基準にした同程度の放水量では、区画の隅における消火能力においてガンタイプノズルよりフォグガンが火炎の抑制に効果があった。

また、放水は、室内に空気を流入させ、酸素濃度を即座に上昇させたことから、火炎の抑制は、水蒸気や湯気による冷却消火によるものと確認した。

## 11 おわりに

実験は、7畳間ほど1室だけで実施したが、連続した居室においても、実験設定を変え間接消火の影響について確認していく必要があると考える。

また、今回は、放水量をフォグガンを基準に実施したが、ガンタイプノズルは、放水圧力を上昇させると噴霧も細くなる特徴があることから、この点についても今後、検討したい。

## 参考文献

- 「東京消防」昭和58年3月号東京消防庁
- 「屋内火災の消火戦術」昭和36年東京消防庁翻訳(Attacking and Extinguishing Interior Fires) Lloyd Layman NFPA INTERNATIONAL 1955

# On Basic Experiments on Indirect Firefighting

Shohei NEMOTO\*, Kouichi TAMAKOSHI\*, Youichi SUGAWARA\*\*

## Abstract

We carried out basic experiments on indirect firefighting using such water discharging devices as the fog gun or the gun-type devices which the Tokyo Fire Department adopted. These basic experiments, carried out in a lab the size of 7 tatami mats, confirmed the efficacy of indirect firefighting using only water vapor and steam.

The results showed that the fog gun is more effective than the gun-type for indirect firefighting. As for water discharging conditions, the air flow caused by the discharged water decreased the room temperature and increased oxygen concentration in an instant. The efficacy of indirect firefighting is also confirmed to be greatly influenced by the opening ratio and burning conditions inside the room.