

噴霧ノズルの研究開発（第2報）

原 聡*, 矢ヶ崎 孝**, 下重 美佐男*, 日比 康友*

概 要

昭和 57 年度に採用されたフォグガンは、噴霧粒子の気化潜熱による冷却効果を利用した消火ノズルであり、消火効果の向上による水損防止の観点から、現在においても広く活用されている。

本研究は、更に消火効果を向上させ、水損防止を図ることのできるノズルの開発を目的とし、昨年度の研究成果を踏まえ、フォグガンと少流量の噴霧ノズルを一体化させた試作噴霧ノズルを開発したので、その概要と検証実験結果等を報告するものである。

1 はじめに

消防隊が消火活動する上で必要不可欠な装備である消火用のノズルは、火災時の燃焼実態に応じて使いわけ、火災による燃焼と消火時に生ずる水損に係るトータル損害の軽減を図ることを目的として様々な種類のものが開発され有効に活用されている。

本研究開発は、トータル損害の更なる軽減を目的として、消火ノズルの改良による消火効果の向上を目指すものである。

昨年度の研究結果は、既存ノズルと比較して噴霧粒子径が均一化した少流量の噴霧ノズルを3種類試作し、放水散布状況、噴霧粒子径の測定及び基礎消火実験を実施し、その特性を把握してきた¹⁾。

今回の研究開発のポイントは、昨年度試作したノズルの研究結果を踏まえ、特に最近各方面で研究されているミストによる消火効果の向上と併せて、既存ノズルの消火特性を併用してその相乗効果を狙うものである。現在活用しているフォグガンの上部に少流量の噴霧ノズルを取り付けたものを試作し、基本的な操作性、放水性状、消火性能を確認したのでその概要について報告する。

2 最近における建物火災の状況

新しい噴霧ノズルを開発する目的の1つに、「水損防止」が挙げられる。消火の即効性と水損防止は相反する問題であり、全ての火災状況で水損を防止できるノズルの開発は困難だと考える。

そこで、平成7年から平成11年までの東京消防庁管内の建物火災（焼損床面積50㎡未満）のデータを分析し、火災の規模と放水量の関係について検討してみた。

(1) 火災件数

平成7年から平成11年までの建物火災（焼損床面積

50㎡未満）の件数は、表1に示すとおり16,564件であり、その内11,598件（全建物火災の71%）がぼや火災（焼損床面積1㎡未満で焼損表面積1㎡未満の火災及び収容物みの火災）である。

また、ぼや火災以外の建物火災では、0㎡から10㎡未満の火災が全建物火災の（18%）3,064件あり、ぼや火災と合わせると全体の約9割を占めている。（表1、図1参照）

(2) 放水量

ぼや火災以外の焼損床面積0㎡から50㎡未満の火災1件当たりの放水量は、焼損床面積が大きくなるに従い増大するが、単位床面積当たりの放水量で見ると、10㎡から50㎡未満で0.4~0.5m³であるのに対し、0㎡~10㎡未満では1.5m³と約3倍になっている。（表1、図2参照）

表1 焼損床面積別火災件数等

（平成7年～平成11年までの東京消防庁管内のデータより）

	火災件数	放水量 (m ³)	焼損床面積 (m ²)	火災1件当たりの放水量 (m ³)	単位床面積当たりの放水量 (m ³)
ぼや	11,598	0	0	0	0
0~10㎡未満*	3,064	5,579	3,818	1.8	1.5
10~20㎡未満	714	4,033	9,141	5.6	0.4
20~30㎡未満	515	5,922	11,862	11.5	0.5
30~40㎡未満	387	6,373	12,709	16.5	0.5
40~50㎡未満	286	5,727	12,270	20	0.5
合 計	16,564	27,634	49,800		

* 焼損床面積1㎡未満で焼損表面積1㎡以上含む

以上のことから、建物火災の約9割は焼損床面積が10㎡未満の小規模火災であり、単位焼損床面積当たりの放水量を見ても、焼損床面積10㎡以上の火災の約3倍の放

* 第三研究室 ** 秋川消防署

水量となっていることが判った。

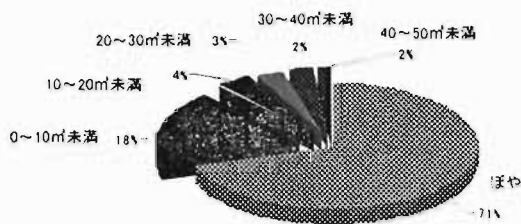


図1 焼損床面積別建物火災件数の割合

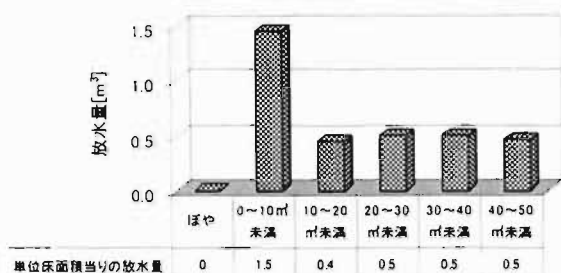


図2 単位焼損床面積当りの放水量

3 試作ノズルの概要

水損防止を目的としたノズルを開発するうえで、前記2の検討結果からも小規模火災専用のノズルを開発することが有効であることが判る。しかし、小規模火災といえども火災である以上状況の変化は考えられ、このような場合には既存のノズルが必要となる。

これらのことを総合して考えると、既存のノズルの性能は維持したまま、新たに、水損防止用のノズルを組合せたノズルの開発が有効と考えられることから、既存のフォグガンと少量噴霧ノズル（以下「副ノズル」という）を組合せた試作ノズルを製作したので、その概要を報告する。

試作ノズルの外観及び仕様諸元については、写真1及び表2、3に示すとおりである。

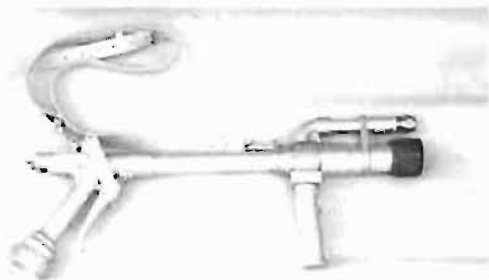


写真1 試作ノズルの外観

(1) 特長

このノズルは、従来のフォグガンの放水口上部に、消

表2 試作ノズルの仕様

本体質量	3.0Kg
大きさ	645 mm×260 mm
主要部材質	アルミ合金
ホース結合部	40 mm消防ねじ式
放水切替方法	把手部回転式（同時放水可能）

表3 試作ノズルの諸元

	フォグガン部	副ノズル部
最大放水量 (概圧力1.5MPa)	200L/min (ストレート)	50L/min
最大使用圧力	1.5MPa	1.5MPa
最大放水射程	27 m (直状)	約6 m
噴霧放水角度 (4段階)	30度~70度	70度 (固定)
噴霧粒子径	200~300 μm	150~200 μm



写真2 フォグガンストレートと副ノズルからの同時放水



フォグガンで放水時

副ノズルで放水時

写真3 フォグガン放水と副ノズル放水の切替え状況

防科学研究所報 36号（噴霧ノズルの研究開発第1報）¹⁾で報告した副ノズルを取付け、従来のフォグガンの放水（ストレート及び噴霧4段階）に加え、副ノズルからの少量噴霧放水を可能としたものであり（写真2参照）、次のような特長がある。

ア 火災規模に適応した放水が行え、水損防止が期待できる。

イ 放水は、フォグガン部及び副ノズル部からそれぞれ単独または同時に行える（写真2、3参照）。

ウ 副ノズル部からの放水は、自衛噴霧放水としても活

用できる。

エ 現行のポンプ車で活用できる。

(2) 放水切替方法

フォグガン部の放水方法は、従来どおりのレバー式である。

副ノズル部の放水方法は、フォグガンの把手部分を、銃身を軸に60度回転することにより行う構造とした。また、把手部の軸を中心に90度回転するとロックが解除され、戻すとロックされる構造とした。(図3参照)

これにより上記(1)で述べたように、フォグガンの放水と副ノズルからの放水が同時に行えると共に、副ノズルからの誤放水を防止できる。

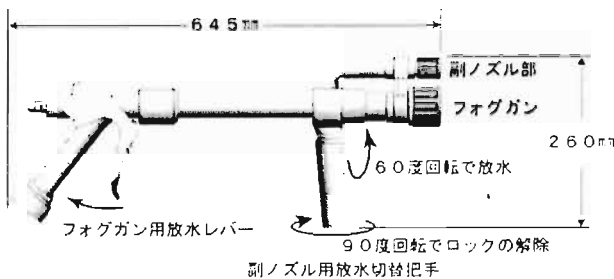


図3 試作ノズルの概要

(3) 放水圧力及び放水量

最大使用圧力は、従来のフォグガンと同じ1.5MPaであり、フォグガン部の放水量も従来のフォグガンと同じ約200L/min(1.5MPa時)である。

副ノズル部の放水量は50L/min(1.5MPa時)と、フォグガンの1/4である。

(4) 噴霧放水時の展開角度

フォグガン部の噴霧放水時の噴霧角度は、1段目70度、2段目50度、3段目40度、4段目30度の4段階切替式であるのに対し、副ノズル部は70度固定である。

(5) 噴霧粒子径

フォグガン部の噴霧粒子径が約200 μ m、これに対し副ノズル部の噴霧粒子径は約150 μ mと小径になっている。なお、噴霧粒子径の測定方法及び測定結果については、第1報で報告しているので本報では省略する。

(6) 最大放水射程

フォグガン部のストレート放水で約27mである。これに対し、副ノズル部で放水した場合は約6mである。

4 消火実験

試作ノズルの副ノズル部は、水損を抑制するため少量噴霧放水(50L/min)としている。そのため、実際に燃焼物を消火した場合の消火効果について検証する必要がある。

この実験では、既存のフォグガン(噴霧放水)と試作ノズルの副ノズル部からの放水について、杉の気乾材(以下「クリブ」という。)を利用した消火模型(消火器の

技術上の規格を定める省令に定められた第1模型)を燃焼材として、フォグガンと副ノズルそれぞれの消火性能を、火災模型内部の温度変化を測定し確認した。

(1) 実験日及び場所

平成12年1月14日(金)

東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室

(2) 実験項目

消火第1模型を燃焼させた時の、各ノズルの消火性能確認。

(3) 使用資器材等

ア 消火第1模型(杉クリブ900 \times 35 \times 30 井桁状26段積144本)

イ 助燃剤(ガソリン0.5L)

ウ オイルパン

エ K型熱電対(3本)

オ データロガー(TDS601A 東京測器研究所製)

カ フォグガン

キ 副ノズル

ク ϕ 40mm消火ホース(1本)

ケ 消防ポンプ車

(4) 実験方法等

ア 図5に示すとおり、オイルパンの上に架台を設置しその上に消火模型を設定する。

イ 熱電対は、放水開始方向から見て上下左右共に中央部分の、手前側、中央、裏側の3点に取り付けた。(図4、5参照)

ウ オイルパンには、助燃剤のガソリンを0.5L入れ、点火棒を使用して点火した。

エ 点火の10秒前から測定器をスタートさせ、点火から3分後に放水を開始した。

オ 放水は目視により消炎するまでとし、放水終了後5分間測定を継続した。また、再燃した場合はその時点で測定を中止した。

カ 放水方向は、火災模型の周囲を回り込みながら行う方法と、一方向(熱電対の手前側)からのみ行う方法の2通り実施した。

キ 放水距離は、火災模型から2mとした。

ク フォグガンは噴霧放水(30度)とした。

ケ ポンプ車からの送水圧力は1.5MPaとした。

(5) 実験結果

測定結果を図6～9に示す。

回り込みながら消炎した場合、フォグガンでは放水開始から20秒で消炎し、副ノズルでは60秒で消炎した。

(図6、7参照)

また、放水方向を一定方向から固定した場合は、フォグガンでは放水開始から10秒後に一旦消炎したが、その8秒後に再燃している。

一方副ノズルでは、火災模型の手前から中央付近までは消炎するが、裏側部分が消炎せず消火不能であった。

(図8、9参照)

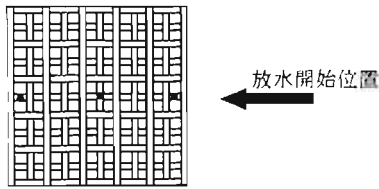


図4 消火模型を真上からみた状況

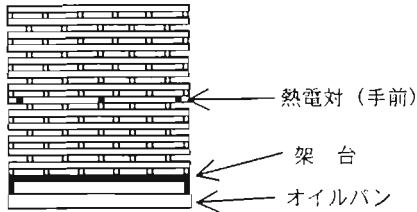


図5 消火模型設定状況 (側面)

(6) 考察

ア 今回使用した火災模型のような3次元の火災では、両ノズル共に放水方向を固定せずに各面に対して放水することにより、短時間で消火することができ、トータルの放水量を削減し消火効果を上げることができる。

イ 放水方向を固定した場合は、両ノズル共に噴霧粒子が手前から中央付近までは到達しているが、気化蒸発やクリブの障害により裏側まで到達していないため、裏側部分から再燃するものと思われる。

以上のことから、今回使用した火災模型（2単位）程度の火災であれば、燃焼物の四方から消火することにより、副ノズルでも消火可能である。しかし、実際の火災現場では燃焼物に対し、四方から放水することは困難である。したがって、フォッグガンのストレート放水や噴霧放水と共に副ノズルを、火災の状況に合わせて使用することにより消火水の抑制が図れるものと考えられる。

5 放水時の衝撃加速度測定実験

ノズルから放水する場合、放水開始時に後方への衝撃力を感じる。放水時の衝撃力は、消火活動時の取扱性及び安全管理の面から考えても、ノズルを開発するうえで重要なポイントとなる。

本実験では、フォッグガン及び副ノズルの放水開始時に発生している衝撃加速度を、加速度変換器を使用して測定した。

(1) 使用資器材等

- ア 試作ノズル ----- 1器
- イ φ40 mm×20 m消火用ホース ----- 1本
- ウ 加速度変換器（協和電業製 AS100A 100G） --- 1個
- エ データ変換機（協和電業製 DAA-110A） ----- 1台
- オ 送水ポンプ（当研究所設置固定ポンプ） ---- 1台

(2) 実験条件等

- ア 放水圧力
1.5MPa
- イ 測定間隔
1 ms
- ウ 加速度変換器取付け位置
把手部根本（写真4、図10参照）

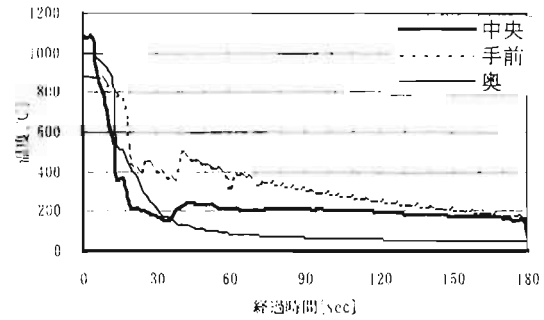


図6 フォッグガンで回り込みながら消火した場合の温度変化

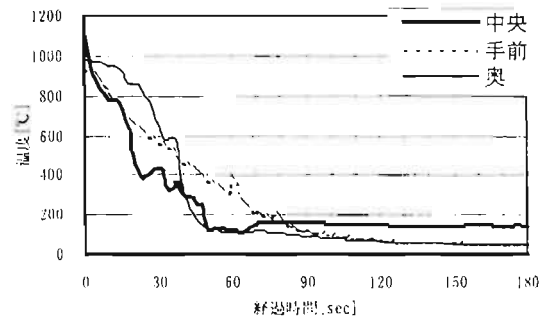


図7 副ノズルで回り込みながら消火した場合の温度変化

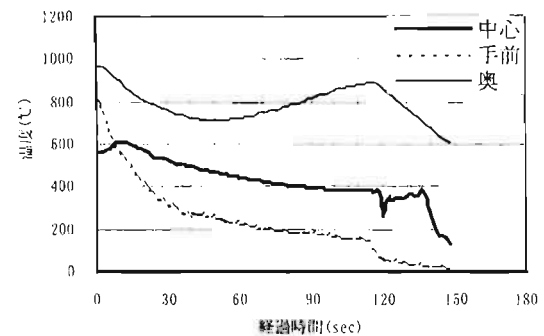


図8 フォッグガンで正面（固定）から消火した場合の温度変化

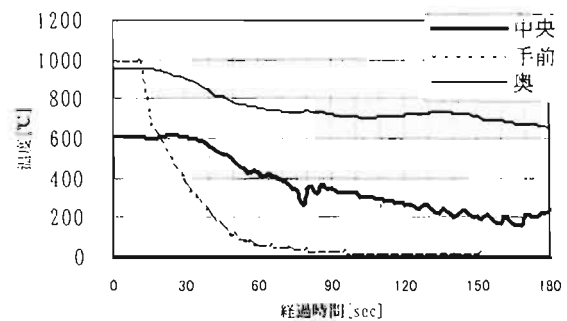


図9 副ノズルで正面（固定）から消火した場合の温度変化



写真4 加速度変換器取付け状況

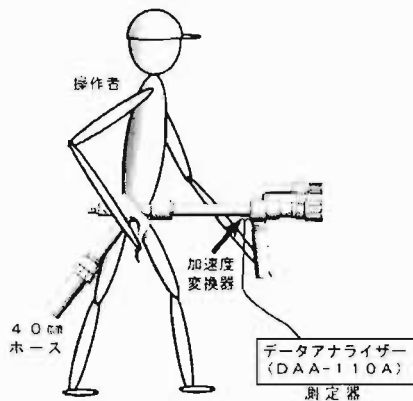


図10 測定機器設定状況



写真5 実験時の状況

エ 放水方法

消火活動時と同様に人間が保持してレバー操作する
(写真5参照)

オ 測定方法 測定開始から放水と停止を保持者のレバー操作で各3回繰り返し、加速度変換器からの信号をデータアナライザーに取込み記録する。

(3) 測定結果

測定結果は、表4、及び図11、12のとおりである。

フォグガンで放水する場合の最大値は13.9G、最低値が12.3Gであり、測定値に大きなばらつきはなく平均すると13.2Gである。これに対し副ノズルでは、最大値が2.7G、最低値が1.8Gであり、こちらもばらつきは少なく平均で2.3Gであった。

以上のことから、副ノズルから放水する時に発生する衝撃加速度は、フォグガンストレート放水時の約1/6であることが判った。

表4 測定値

	フォグガン	副ノズル
1回目	13.9G	2.5G
2回目	13.4G	2.7G
3回目	12.3G	1.8G

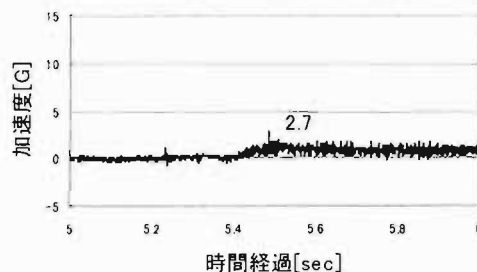


図11 副ノズルで放水時の衝撃加速度

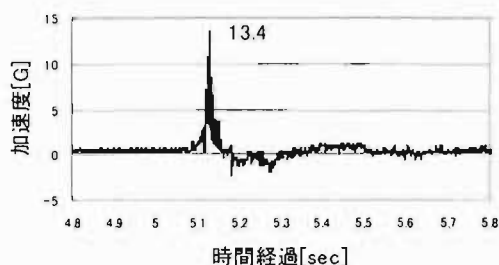


図12 フォグガンで放水時の衝撃加速度

6 まとめ

実火災のデータ分析と試作ノズルによる検証実験から次のことが判明した。

- (1) 当庁管内の建物火災のうち50㎡未満の火災では、10㎡未満の小規模火災の件数が約9割を占めている。
- (2) 副ノズルで2単位の火災模型(クリブ模型)を消火した場合、放水方向を固定せず回り込みながら放水することにより、消火が可能である。
- (3) 試作ノズルを既存のフォグガンと組合せることにより、一つの放水器具で火災状況に合った放水を行い、トータル的な水損の抑制が可能となる。
- (4) 副ノズルから放水時の衝撃加速度は、フォグガンストレート放水時の1/6と少なく、安全性と取扱性に優れている。

7 おわりに

今回の消火実験では、大空間での火災模型を使用した実験であり、実火災現場の建物状況や燃焼物の状況等条件が異なることから、1室程度の小空間での消火実験を行い、実用化に向けた検証を行う予定である。

[参考文献]

- 1) 矢ヶ崎孝ほか4名：噴霧ノズルの研究開発(第1報)、消防科学研究所報 Vol.36、P.85、Sep.1999

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF FOG NOZZLE (SERIES 2)

Satosi HARA*, Takashi YAGASAKI**, Misao SHIMOJU*, Yasutomo HIBI*

Abstract

In 1982, we adopted fog guns, which were characterized by the cooling effect produced from the latent heat of fog's vaporization. The tools have been used widely for their effectiveness on water damage prevention.

Our purpose is to develop the fog nozzle which has higher effect on fire extinguishing and water damage prevention.

On the basis of the 1999 study, we developed a fog gun prototype combined with a fog nozzle of a little water flow type.

We report the outline of our development and the results of its experiments.

* Third Laboratory ** Akigawa Fire Station