

噴霧ノズルの研究開発 (第1報)

矢ヶ崎 孝*, 大原 義雄*, 米田 雅一*, 橋本 剛**, 日比 康友*

概 要

消防隊が行う消火活動は、ホースの先端に取り付けられたノズルによる放水が基本となっている。昭和57年度に採用されたフォッグガンは、マンション火災等で比較的小区画の火災現場に活用されており噴霧粒子の気化潜熱による冷却効果を利用したもので現在においても広く使用されている。

本研究は、水損防止対策を目的とするもので、放水の噴霧粒子径と消火効果との関係を実験により把握しより消火効果を向上させた噴霧ノズルを開発するものである。第一段階として、3種類の噴霧ノズルを試作・検証したので結果について報告する。

1 はじめに

消防隊が消火活動するうえで必要不可欠な装備である放水用ノズルの研究開発の歴史は古く、消防科学研究所においても昭和44年ごろから展開式のノズル¹⁾などが研究開発され活用されている。しかし、消火活動においては、放水による水損が生じ、状況により損害が焼損を上回ることも考えられる。放水による消火形態をとっている以上、水損そのものを皆無にすることは不可能に近い問題ではあるが、昭和57年、消火の3要素である窒息消火、冷却消火、燃焼物体の除去のうち、冷却消火方法の改善に着目し、水損防止を図る目的でフォッグガンが開発され、大きな効果をもたらし現在でも活用している。

本研究は、17年の実績のあるフォッグガンの噴霧放水をベースとして、噴霧粒子径と消火効果との関係を探り、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指すものである。本年は、3種類の噴霧ノズルの試作と噴霧粒子径の測定などを行ったので紹介する。

2 消火用ノズルの種類と水損

(1) 消火用ノズルの種類

ノズルは、管そうによって整流された水流をさらに増速し、圧力水頭を速度水頭に効率よく変換してその放水射程を大きくとることを目的とする器具である。放水(注水)の形態を大きく分類すると棒状(直状)放水と噴霧

放水とに分けられる。棒状放水は、放水射程を大きくとることと、又は、燃焼物体等の破壊などを目的に使用される場合がある。後者の噴霧放水は、送水された水を微粒子状にするとともに拡散させて効率よく広範囲に放水できるもので、放水射程や放水反動力は棒状注水と比較して小さいものの、冷却消火効果、窒息消火効果が高く、また、排煙効果も得られる。特に、高圧噴霧放水においては油火災、電気火災等にも有効であると言われ現在火災実態別に多種の噴霧ノズルが開発され広く活用されて

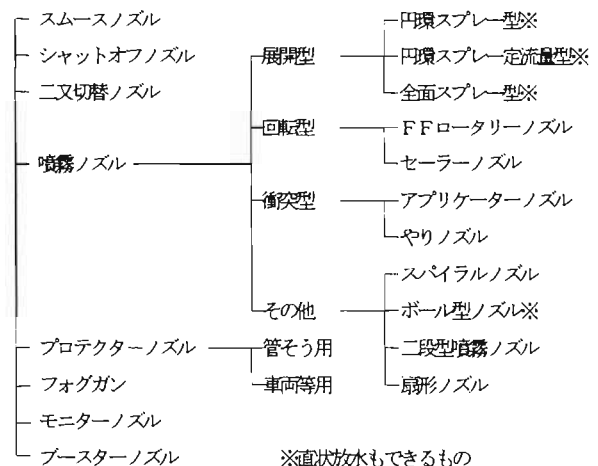


図1 現用ノズルの分類

* 第三研究室 ** 品川消防署

いる。現用のノズルの分類を図1に示す。²⁾

(2) 水損（消火効果）について

燃焼性状が同一条件下でのノズルからの放水量と噴霧粒子径の大小が水損にどのように影響するかを経験上推測すると、図2の概念図に示すとおりとなる。噴霧粒子径が極めて小さいスプリンクラーの消火実験では、燃焼物体の上方から放水すると燃焼による上昇気流で噴霧粒子が流され火災模型まで到達しないという報告がある³⁾。今回の場合状況がやや異なり、消防隊は燃焼物の上方から放水することはまれで、通常燃焼物体の横方向から放水するため上昇気流による影響は少ないと考えられる。

図に示す噴霧粒子径が小さく、かつ、放水量が抑えられれば水損防止が最大限に図られる（白い部分）ことだが、当然のことながらあるしきい値を超えると消火不能になりその目的が達せなくなってしまう。噴霧粒子径の大きさと消火効果(水損)について実験的に詳細に調べていく必要がある。

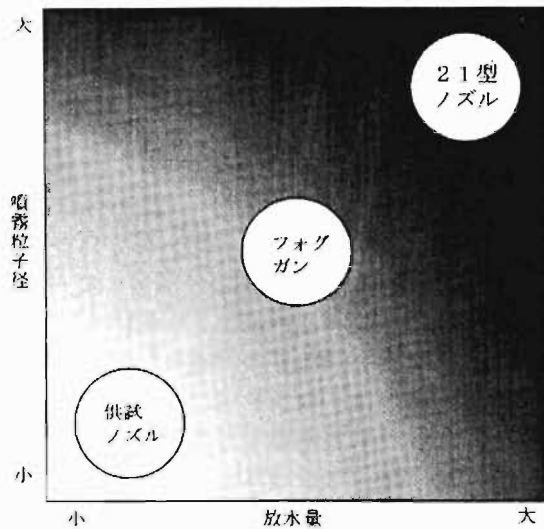


図2 各種ノズルの噴霧粒子径と放水量の関係概念図

3 噴霧ノズルの開発条件

噴霧ノズルは、消火活動上において種々の有効性が認められることは、前述したとおりである。特にスムーズノズルと同程度の射程性能を有する棒状放水が可能な兼用型の噴霧ノズルは、使い勝手もよく今後も標準のノズルとして位置づけられるであろう。

今回、開発を予定するノズルは、特に火災の初期段階或いは残火処理作業である終期段階、又は車両火災等に対応可能とするものである。近年、建築物の高層化及び深層化が進むことにより従来の平面的な消火活動から立体的な消火活動に展開する度合いが増えることが予想され、加えて情報化社会の急速な進展に伴い各組織では財産を電子機器に蓄積しており、財産を保護する立場にある消防隊は消火活動における水損について一層考慮しなければならない状況にある。

このような状況下、噴霧ノズルは今後必要不可欠な器具であることはいまでもないが、フォグガンの実績を踏まえ更に消火効果の向上と水損を軽減することを目的として次の条件により開発を行う。

(1) 特別な高压ポンプ（プランジャーポンプ）を使用せず現用のポンプ車の放水能力で使用でき、かつ、現用の消火用ホースなどの装備品をそのまま使用できること。具体的には送水圧力は、消火用ホースの使用圧1.6MPaを考慮して1.5とする。

(2) 噴霧粒子径は、フォグガンより小さく、かつ、大きさのばらつきの少ないものとする。具体的な大きさは、 $\phi 100\mu\text{m}$ から $\phi 200\mu\text{m}$ 程度とする。

(3) 放水量は25l/minから50l/min程度とし、消火能力はフォグガンと同程度を目標とする。

4 供試ノズルの概要

噴霧角度と放水量の変化による消火効果の違いを検証するため、ノズル内に可動式の弁を有する3つの噴霧ノズルを試作した（表1参照）。噴霧形式及び使用圧力については、いずれのノズルもフルコーンで1.5MPaとした。噴霧角度は30～110度とし、流量は、26～50l/minとした。

表1 供試ノズルの仕様

No.	噴霧型式	噴霧角度(度)	圧力(MPa)	流量(l/min)
1	フルコーン	約30	1.5	26
2	フルコーン	約70	1.5	50
3	フルコーン	約110	1.5	46

供試ノズルを取り付け放水するためのガン写真を写真1に示す。握り部に放水の開始停止が可能なレバーを設けている。供試ノズルNo.1から3を写真2に示す。

いずれのノズルにも効率よく水を微粒子にするためにノズルの内部に可動式の弁を挿入してある。

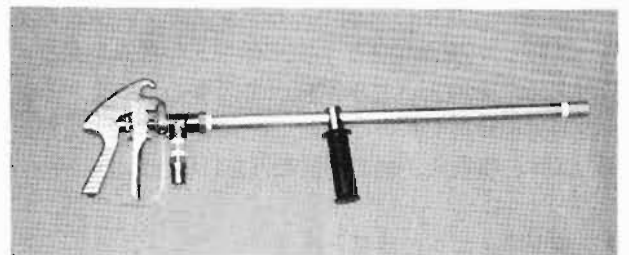
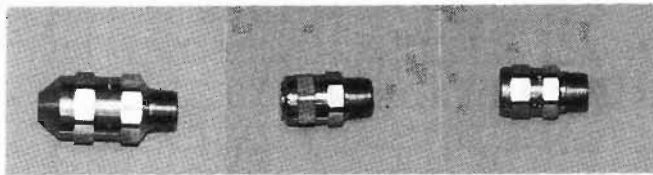


写真1 供試ノズルを取り付けたガン



ノズルNo.1 ノズルNo.2 ノズルNo.3

写真2 供試ノズル

5 確認実験

(1) 放水噴霧角度について

供試ノズルとフォグガンでの放水状況を写真3から写真6に示す。

それぞれのノズル放水角度を計測すると、供試ノズルNo.1で35度、供試ノズルNo.2で75度、供試ノズルNo.3で100度、フォグガンで40度であった。概ね規格噴霧角度に一致していた。



写真3 供試ノズルNo.1による放水

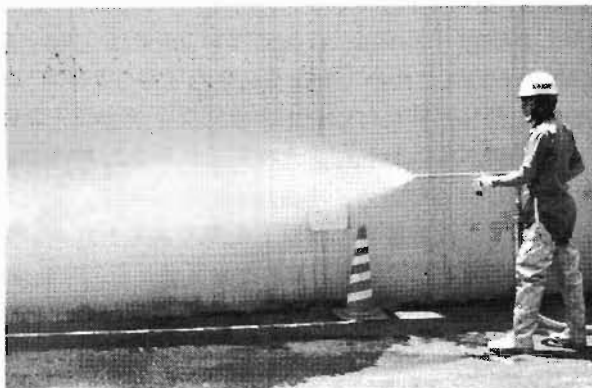


写真4 供試ノズルNo.2による放水

(2) 噴霧粒子径の測定結果

今回、フォグガンを含め放水時の噴霧粒子径の測定については供試ノズルの製作メーカーの協力を得て行った。測定方式は、HeNeガスレーザーを用いた位相ドップラー方式(FPDR)を用いている。

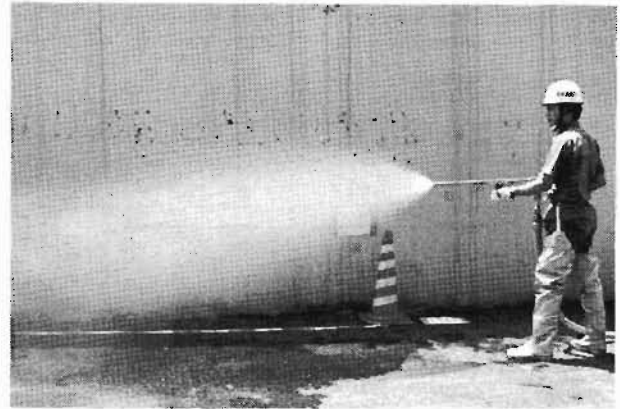


写真5 供試ノズルNo.3での放水



写真6 フォグガンでの放水

噴霧放水内の粒子径は、不揃いであり同一ではない。粒子径の表示方法は数種あるが、一般に体積メジアン径とザウター平均径が広く用いられている。

体積メジアン径は、噴霧粒子の体積で粒子径を表示する方法である。噴霧放水した全体積の50%が平均値より大きな粒子から構成され、残りは平均値より小さな粒子で構成される場合の表示方法である。

表2 噴霧粒子径の測定結果

ノズル種別	粒子測定部	体積メジアン径 (μm)	ザウター平均径 (μm)
供試ノズル No.1 (狭角)	放水中心部	208	109
	放水端部	207	156
供試ノズル No.2 (標準)	放水中心部	289	101
	放水端部	213	170
供試ノズル No.3 (広角)	放水中心部	175	93
	放水端部	226	189

*放水圧力は1.5Mpaとし、粒子径はノズル部より500mmの位置で測定した。

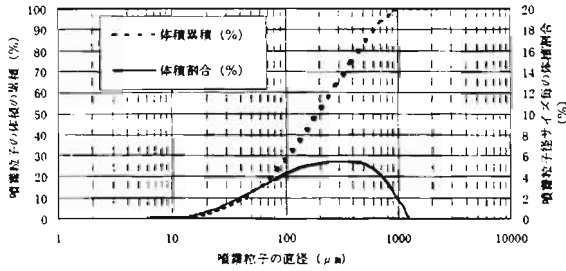


図3 供試ノズルNo.1(中心部)

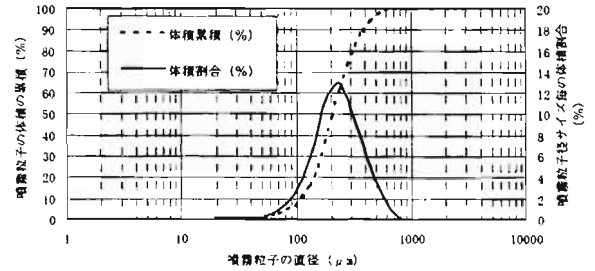


図8 供試ノズルNo.3(端部)

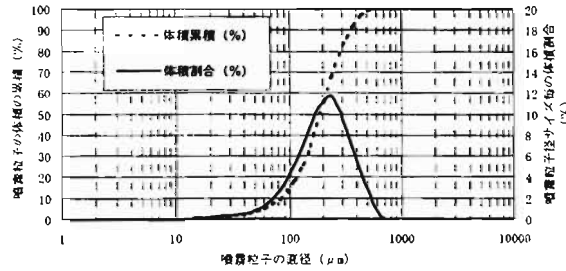


図4 供試ノズルNo.1(端部)

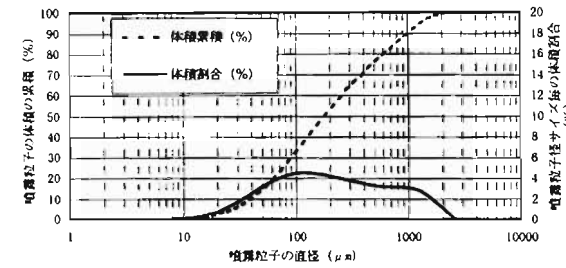


図5 供試ノズルNo.2(中心部)

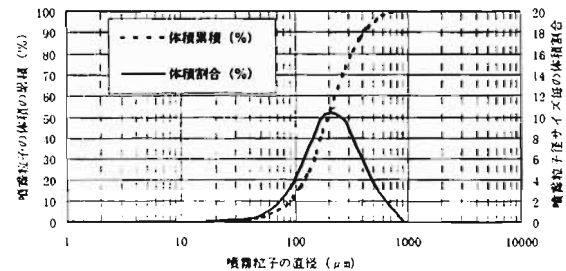


図6 供試ノズルNo.2(端部)

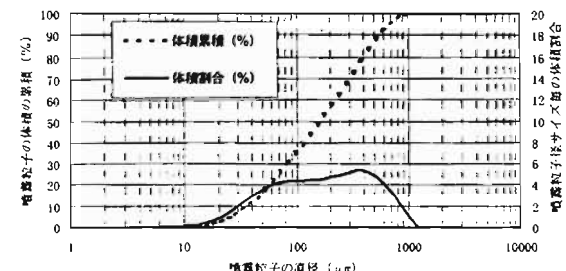


図7 供試ノズルNo.3(中心部)

ザウター平均径は、噴霧粒子の表面積で細かさを表示する方法である。全噴霧粒子の全表面積に対する全噴霧粒子の全体積と同じ表面積対体積率を有する粒子径をさすものである。

噴霧粒子径の測定結果を表2に、測定結果のグラフを図3から図8に示す。

各供試ノズルの測定結果は、次のとおりであった。

ア 端部の粒子径は、中心部の粒子径と比較して供試ノズルNo.1の体積メジアン径を除いて大きく、特にザウター平均径は50%から100%程度大きい。

イ 端部の粒子径直径のばらつきが大きく(山がつぶれている)、中心部は少ない(山は突起している)。

6 まとめ

試作したノズルにより次のことを確認した。

(1) ノズル内部に可動式の弁を用いることにより、効率よく噴霧放水が行える。

(2) 試作ノズルの噴霧粒子径(ザウター平均径)は、フォッグガンの噴霧粒子径より小さい。

(3) 噴霧放水の粒子径のばらつきは、端部と比較して中心部の方が大きい。

7 今後の予定

試作した噴霧ノズルは、フォッグガンと比較して放水量が、15%から28%と極めて少なく設定してある。今回、消火実験で比較した資料はないが、仮にフォッグガンと同程度の消火効果が得られれば、水損防止に大きな期待が寄せられる。しかしながら、少量放水での消火は、消火効果に相反して、火勢優勢に推移した際の対応と残火対策などを十分に考慮して開発を進める必要がある。今後は、様々な条件設定による消火効果や放水射程等の確認実験とこれに基づく改良について検討する予定である。

[参考文献]

- 1) 沼田勇次、佐藤勝雄：可変ノズルの開発研究、消防科学研究所報、vol. 5、P. 101、March. 1968
- 2) 東京消防庁装備部監修：消防機器便覧第2巻、P. 4108、July. 1984
- 3) 辻利秀ほか2名：消火効果の高い散水方法の研究、研究発表会概要集(日本火災学会)、P. 285、May. 1999