

ガンタイプノズルの流量制御及び噴霧放水に関する放水特性の検証

岡崎 洋行*, 野本 秀和*, 高井 啓安*, 渡邊 茂男*, 佐藤 建司*

概要

ガンタイプノズルの最たる特徴として、筒先員が流量切替ダイヤルにより放水流量を自在に変えられることが挙げられる。このことから、ポンプ送水圧力を一定に保った状態でガンタイプノズルの流量を切替えた場合に変動すると考えられるノズル圧力や放水流量について検証した。

また、ガンタイプノズルによる援護注水の有効範囲を把握する事を目的とし、流量切替ダイヤル及び噴霧放水展開角度を変えたときの噴霧射程距離、噴霧放水半径及び放水流量の測定を行った。

1 はじめに

ガンタイプノズル（以下「GN」とする。）は流量切替ダイヤル（以下「ダイヤル」とする。）により、5段階の放水流量を筒先員自ら設定することができる。ただし、ダイヤル設定値に示す流量は、規定ノズル圧力（0.7 MPa）という条件下で得られるものであり、ダイヤル設定値通りの放水流量を得るためには、筒先員がダイヤルを切替えるごとに、ポンプ機関員もポンプ送水圧力を調整しなければならない。そこで、ダイヤル切替えに対してポンプ機関員がポンプ送水圧力を調整する必要のない運用について検証することを目的とし、ポンプ送水圧力を一定に保った状態でダイヤル切替えが放水特性に及ぼす影響を定量的に評価する実験を行った。

また、GNによる効果的な援護注水や排煙を目的とし、各ダイヤル設定値及び噴霧放水展開角度での射程距離、放水半径並びに放水流量の測定を行い、噴霧放水の有効範囲を把握する検証を行った。

2 実験日時及び場所

- (1) 平成19年8月13日(月)
東京消防庁消防学校
- (2) 平成20年2月5日(火)
総務省消防庁消防大学校消防研究センター、
大規模火災実験棟

3 実験方法

- (1) 規定ノズル圧力放水からのダイヤル切替実験

ア 実験設定

図1に示すように、40mmホース1本をポンプ車から1線延長し、GNにより放水する。GNとホースとの間に圧力

変換器を取り付け、ノズル圧力を測定した。また、電磁流量計を用いて放水流量を測定した。

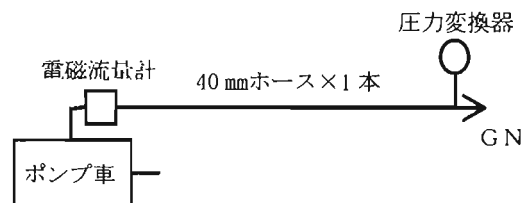


図1 実験設定

イ 測定に使用したGN

測定に使用したGN及び各GNのダイヤル設定値は表1のとおりである。

表1 GN及びダイヤル設定値

製造会社	ダイヤル設定値 (L/min)
A社製	115, 230, 360, 475
B社製	110, 230, 360, 470
C社製	115, 230, 350, 475

ウ 測定に使用した機器

- (7) 電磁流量計
愛知時計電気株式会社製：TAV65V-30を使用して放水流量を測定した。
- (4) 圧力変換器
株式会社共和電業製の圧力変換器を使用し、ノズル圧力を測定した。
- (9) データ収録器
KEYENCE社製データロガーGR-3000を使用、サンプリング周期を50msとしてデータを収録した。

エ 測定方法

各ダイヤル設定値において、規定ノズル圧力（0.7 MPa）で放水している状態から、ポンプ送水圧力を変更せずにダイヤル設定値のみ切替えた。その後、ノズル圧力がほぼ安定した時点から10秒間のノズル圧力及び放水流量の測定値（200点分）をデータ収録器に収録した。これを各ダイヤル設定値について3回ずつ実施し、得られた測定データ（計600点）の平均値を求めた。

(2) 噴霧放水特性検証

ア 実験設定

図2に示すように、40mmホース2本をポンプ車から1線延長し、GNにより放水する。GNとホースとの間にブルドン管式圧力計を取り付け、ノズル圧力を測定した。また、電磁流量計を用いて放水流量を測定した。

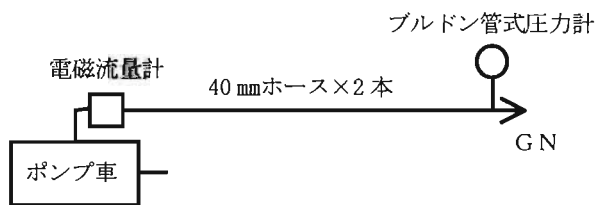


図2 実験設定

イ 測定に使用したGN

測定に使用したGN及び各GNのダイヤル設定値は表1のとおりである。

ウ ノズル圧力及び噴霧放水展開角度

測定開始直前のノズル圧力を、ストレート放水で0.7 MPaとしておき、この状態から噴霧放水展開角度を30°、60°、全開へと変化させた。（表2）

表2 ノズル圧力及び噴霧放水展開角度

ノズル圧力（ストレート放水時）	0.7 MPa
噴霧放水展開角度	30°、60°、全開

エ 測定に使用した機器

(ア) 電磁流量計

愛知時計電機株式会社製：TAV65V-30を使用し放水流量を測定した。

(イ) ブルドン管式圧力計

ノズル圧力を目視により測定した。

オ 測定方法

噴霧射程距離と噴霧放水半径の測定は、目視により行った。GNを地面に対して水平に構えて噴霧放水を行ったとき、GN設定位置から放水が最高度に達する地点までの水平距離を噴霧射程距離とし、この地点をA点とした。（図3）また、筒先員から見た放水の断面形状は、ほぼ円形となるので、A点におけるこの円の半径を噴霧放水半径とした。

放水流量測定は、各噴霧放水展開角度について行った。ブルドン管式圧力計で目視によりノズル圧力を測定し、ノズル圧力がほぼ0.7 MPaに安定した時点から10秒間の放水流量をデータ収録器で収録した。

なお、本測定は風の影響を排除するため、屋内（消防研究センター・大規模火災実験棟）で実施した。

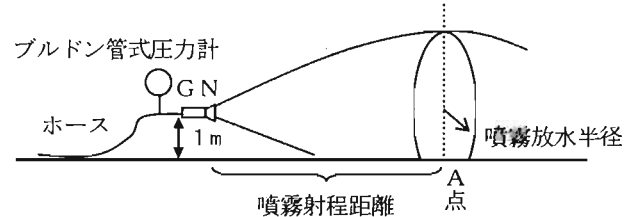


図3 噴霧射程距離

4 実験結果

(1) 規定ノズル圧力放水からのダイヤル切替実験

表1に示した各GNにおける測定の結果を表3～表5に示す。表中、上段は放水流量、下段はノズル圧力を示す。

(2) 噴霧放水特性検証

表6～表8は表1に示す各GNにより噴霧放水を行ったときの噴霧射程距離（表中「距離」とする。）、噴霧放水半径（表中「半径」とする。）及び放水流量を示す。

5 考察

(1) 規定ノズル圧力放水からのダイヤル切替実験

GNの特徴は、筒先員が放水流量を自由に変更できることであるが、ポンプ機関員は筒先員が切替えるダイヤル設定値に合わせてポンプ送水圧力の調整を行う必要が生じることから、GNの使用に際しては、筒先員とポンプ機関員との間で今まで以上に連携を密にする必要がある。しかし、ホース2線又は3線延長時、筒先員が頻繁に放水流量を変えた場合、たとえ機関員が各筒先のダイヤル設定値を把握していたとしても、圧力、放水量のポンプ側での設定が複雑になり、適正なポンプ送水ができない恐れがある。したがって、ポンプ機関員は最初に筒先員が規定ノズル圧力（0.7 MPa）となるように送水した後は圧力調整を必要とせず、筒先員においてはダイヤル切替えにより放水流量を自由に変えられる状況が望ましい。

以上のことを勘案し、表3～表5に示した測定結果から推察して、規定ノズル圧力0.7 MPaの状態ダイヤルを360（一部350）に設定した場合、その後のダイヤル切替えに対する放水流量のダイヤル設定値からの乖離が比較的小さい。したがって、規定ノズル圧力0.7 MPa、ダイヤル設定値360（350）におけるポンプ送水圧力を維持したまま、筒先員がダイヤルを操作した場合、各種GNによって多少の差はあるものの、概ね130 L/min～470 L/minの放水流量が得られる。また、ノズル圧力も0.9 MPa未満に抑えられて、GNの最大許容圧力（概ね1.4 MPa）を超えることはない。

(2) 噴霧放水特性検証

ア 各GNに共通する特性

表6～表8に示した測定結果から、各GNに共通する以下の噴霧放水特性が明らかになった。

(7) 放水流量の噴霧放水展開角度に対する依存性は確認されず、ストレート放水から噴霧放水に変えても放水流量が大きく変化することはなかった。このことから、各ダイヤル設定値における放水流量は放水形状に依らないことがわかった。

(イ) 展開角度一定の状態ではダイヤル設定値を増加させると、噴霧射程距離及び放水半径も増加した。ノズル口の断面形状を変えずに流量を増加させれば、放水の流速も増し、運動量の増加につながるからこのような結果が得られたと考えられる。

(ウ) ダイヤル設定値一定の状態では展開角度を増加させると、噴霧射程距離は減少し、噴霧放水半径は増加した。これは、展開角度の増加により、放水がもつ運動量の筒先に対する垂直成分が増加し、水平成分が減少するためであると考えられる。

イ 各GNに固有な特性

一方、各GNのダイヤル設定値、展開角度が同じでも噴霧射程距離及び放水半径に大きな差異が生じることがわかった。特に各ダイヤル設定値において展開角度60°で放水した場合、各GN間の差異が顕著に現れた。ダイヤル360、展開角度60°におけるC社製GNの射程距離については、B社製GNの30%程度に過ぎなかった。測定はいずれも同一条件で行ったことから、この差異は各GNの内部構造及びノズル口の形状、そして噴霧の粒子径に起因するものである可能性が考えられる。同一流量という条件下で、各GNの噴霧射程距離の長短を決定する一つの要因として、噴霧粒子の運動量について考えてみる。ノズル口から放射状に放出する噴霧粒子の運動量は、筒先に対する平行成分と垂直成分とに分解できる。筒先に対する平行成分の大きい噴霧粒子が多い程、射程距離は長くなると考えられる。(図4参照) また、本検証のような無風状態の実験条件下では、噴霧の粒子径が小さい程、放水によって生じる気流に流されやすいので、より一層射程距離が長くなることが予想できる。以上の噴霧粒子の運動量に関する考察が正しいとすれば、射程距離が伸びないGNの場合、垂直成分の大きい噴霧粒子の方が多く存在する筈だから、噴霧放水半径は大きくなることが予想される。しかし実際は、各GNの放水半径に射程距離のような顕著な差異は認められなかった。これは、空気抵抗が支配的になり半径方向への噴霧が抑えられるためであると考えられる。

このようなことから、効果的に援護注水や排煙等の噴霧放水による消火活動を行うために、筒先員は各GN固有の放水特性を熟知しておくことが望ましい。

表3 ダイヤル切替後の放水流量とノズル圧力 (A社製)

		変更後ダイヤル設定値			
		115	230	360	475
変更前ダイヤル設定値	115	101 0.70	212 0.67	336 0.59	435 0.50
	230	215 0.70	103 0.74	345 0.62	444 0.53
	360	367 0.70	108 0.84	226 0.79	470 0.60
	475	508 0.71	113 0.98	249 0.92	397 0.82

上段：放水流量 (L/min)、下段：ノズル圧力 (MPa)

表4 ダイヤル切替後の放水流量とノズル圧力 (B社製)

		変更後ダイヤル設定値			
		110	230	360	470
変更前ダイヤル設定値	110	120 0.70	220 0.67	322 0.61	416 0.54
	230	230 0.70	123 0.74	348 0.63	441 0.55
	360	368 0.71	132 0.83	241 0.79	470 0.62
	470	506 0.71	143 0.96	265 0.91	397 0.82

上段：放水流量 (L/min)、下段：ノズル圧力 (MPa)

表5 ダイヤル切替後の放水流量とノズル圧力 (C社製)

		変更後ダイヤル設定値			
		115	230	350	475
変更前ダイヤル設定値	115	132 0.71	242 0.67	352 0.60	430 0.53
	230	247 0.70	131 0.75	359 0.62	434 0.55
	350	382 0.70	139 0.84	262 0.79	467 0.62
	475	504 0.71	150 0.96	285 0.90	431 0.79

上段：放水流量 (L/min)、下段：ノズル圧力 (MPa)

表6 噴霧放水時の各測定値 (A社製)

	ダイヤル115			ダイヤル230			ダイヤル360			ダイヤル475		
	30°	60°	全開	30°	60°	全開	30°	60°	全開	30°	60°	全開
距離 (m)	8.5	5.0	2.0	10.0	6.0	2.5	13.0	7.0	3.5	13.0	10.0	3.0
半径 (m)	1.0	2.0	3.5	1.0	2.0	4.5	1.5	3.5	6.0	1.5	3.0	7.0
放水流量 (L/min)	103	103	110	230	232	234	370	365	366	516	514	512

表7 噴霧放水時の各測定値 (B社製)

	ダイヤル110			ダイヤル230			ダイヤル360			ダイヤル470		
	30°	60°	全開	30°	60°	全開	30°	60°	全開	30°	60°	全開
距離 (m)	10.0	7.0	2.0	12.0	9.5	2.5	14.0	13.0	3.0	16.0	13.5	3.0
半径 (m)	2.0	2.5	4.0	2.0	2.5	4.5	2.0	3.0	5.5	2.0	3.5	6.0
放水流量 (L/min)	131	128	126	228	226	225	369	364	364	496	462	466

表8 噴霧放水時の各測定値 (C社製)

	ダイヤル115			ダイヤル230			ダイヤル350			ダイヤル475		
	30°	60°	全開	30°	60°	全開	30°	60°	全開	30°	60°	全開
距離 (m)	5.0	3.5	3.5	10.0	4.0	3.0	10.0	4.0	3.5	11.0	5.0	4.0
半径 (m)	2.0	3.5	4.0	2.0	3.5	4.0	2.0	3.5	4.0	1.5	3.5	4.0
放水流量 (L/min)	131	118	119	247	245	245	377	377	375	478	495	502

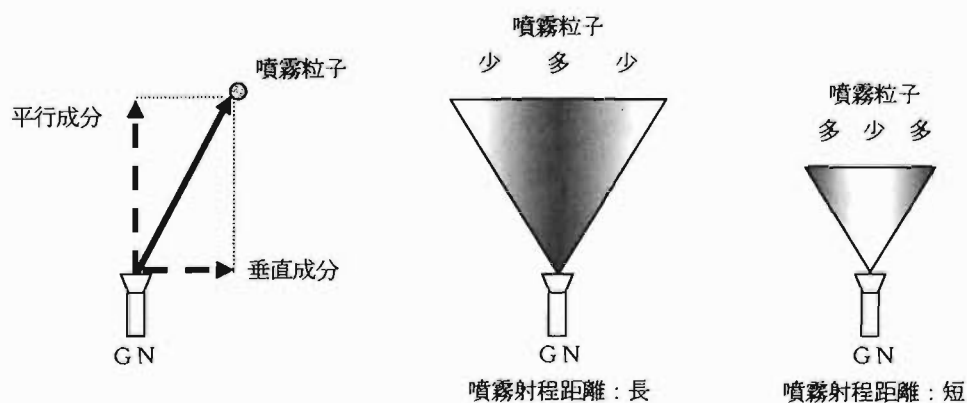


図4 噴霧粒子と噴霧射程距離の関係

Verification of fire flow control and water application property concerning fog stream of the gun-type nozzle

Hiroyuki OKAZAKI*, Hidekazu NOMOTO*, Hiroyasu TAKAI*

Shigeo WATANABE*, Kenji SATO*

Abstract

It is pointed out as a major characteristic feature of the gun-type nozzle that the nozzleman can freely change applied fire flow with the flow rate changeover dial. In the light of this fact, verification is made with respect to the nozzle pressure and applied fire flow that are supposed to vary when the flow rate of the gun-type nozzle is changed while the water supply pressure from the pump is kept constant.

For understanding effective range of back up water shooting, the range and radius and applied fire flow of fog stream shooting are measured for different settings of the flow rate changeover dial and the fog cone spread angle.