

最大放水射程における散水分布について

高井 啓安*, 渡邊 茂男**, 根本 昌平*, 富田 功*

概要

本研究は、震災時における必要な消防力の算定及び消火活動時のより効果的な注水要領の確立のための基礎データを得ることを目的として、消防隊が使用する代表的な放水ノズルにおける散水分布等の放水特性を測定した結果、21型改良ノズル及びスムーズノズルの最高鉛直到達点における放水流の水量は、ノズル出口付近の放水量をほぼ維持しており、また、消火に有効な範囲は、スムーズノズルの方が21型改良ノズルより若干広いことが測定された。

1 はじめに

本実験は、震災時における筒先1口あたりの担当火面長を検討する上での基礎データ収集を目的として、21型改良ノズル及びスムーズノズルの放水射程及び散水分布を測定した。

2 実験日時等

(1) 実験日時

平成13年10月2日(火)から10月3日(水)まで

(2) 実験場所

葛飾区新宿六丁目2番1号三菱製紙(株)中川工場(取壊し予定建物)



写真1 実験場所

3 実験設定及び測定方法

(1) 概要

図1に示したとおり40tの防水水槽からポンプ車により揚水し、65mmホース6本を介して筒先へ送水し、筒先は放水台座に固定して放水した。放水が落下する部分に開口形状が1辺約31.6cmの正方形である採水枡を60個設置し、採水枡内に入った水量を各採水枡ごとにメスシリンダーを用いて測定した。

測定は、各ノズルについて3回ずつ行った。

(2) 採水枡の設置

採水枡の設置位置を検討するため予備放水実験を行った。その結果放水の着地点は、21型改良ノズル及びスムーズノズルともに放水方向の中心軸左右1m以内(放水の横幅が2m以内)に集中していた。

また、縦方向(放水方向の水平到達距離)には、両ノズルともに筒先から16~33m付近に集中した。

これらの結果から、採水枡の設置位置を決定した。

*第一研究室、**石神井消防署

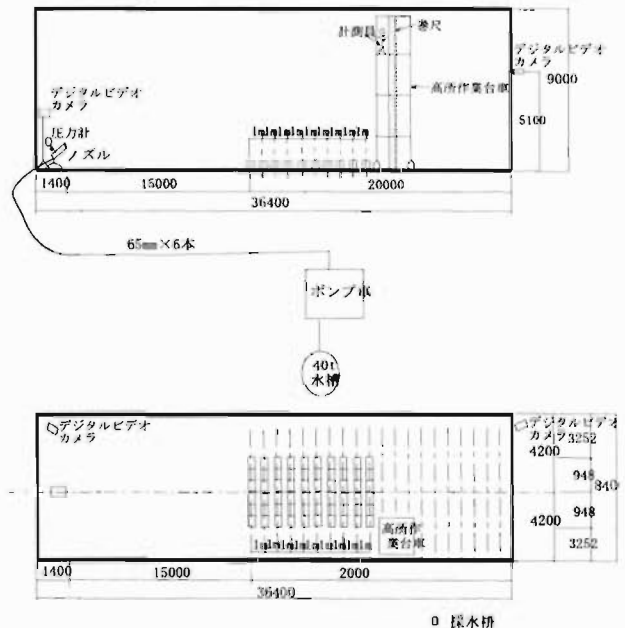


図1 実験設定状況

ア 放水の横幅

放水方向の中心軸左右1m以内(放水の横幅が2m以内)に集中し、この範囲を外れると採水が得られなかったことから、採取枡を中心軸の左右にそれぞれ3個ずつ密着させて設置した。

イ 放水方向の水平到達距離

筒先から16~33m付近に集中し、この範囲を外れると採水が得られなかったことから、測定範囲を15~34mとし、採取枡を1m間隔に設置した。

(3) 放水方法

放水開始は、ポンプ車流量計が毎分500ℓとなった時

点で、ノズル前に設置した遮蔽板を指揮者の合図とともに一気に開放する方式で行った。

放水停止は、筒先根元部分に設置したボールロックにより、指揮者の合図とともに瞬時に行った。

放水条件は、表1に示すとおりである。

(4) 測定項目と測定機器

測定項目及び測定機器は表2のとおりである。

また、測定機器等の設定状況を図1に示す。

(5) 放水状況

21型改良ノズルは、円筒状の噴口内を前後に摺動する円錐板を入れ、これに水流を衝突させているため、写真2のとおりノズル先端部分からスプレー状の放水流となっている。

これに対してスムーズノズルは、その断面が管そう出口よりスムーズに所要の口径まで絞りがけられたものであるため、写真3のとおりノズル先端部における放水流は、スプレー状とはなっていない。

21型及びスムーズノズルともに放水流は、筒先から鉛直到達点付近まで一気に上昇し、その間の地上における著しい降水は観察されなかった。

4 消火に有効な水量

消火に有効な放水範囲を求めるためには、火災の消火において必要な基準となる水量を把握しなければならない。

本研究では、この水量を平成12年9月19日及び20日に実施した消火実験の結果から算出し、これを本研究における消火に要する基準水量とした。

基準水量の算出の過程を以下に示す。

広さ17.82㎡の簡易耐火造の室内に1㎡あたり26kgの火災荷重となるように模擬家具を設置し室内を燃焼させた。火災が最盛期を迎えた段階で、消防隊が消火を開始し、消火を終えるまでの放水量及び放水時間の測定結果から求めた。

使用した測定結果（放水量：995ℓ、放水時間：6分24秒焼損床面積：17.82㎡）

消火に要する

$$\begin{aligned} \text{基準水量} &= (\text{放水量} / \text{焼損床面積}) / \text{放水時間} \\ &= \text{放水量} / (\text{放水時間} \times \text{焼損床面積}) \\ &= 995 / (6.4 \times 17.82) \\ &\approx 10 \end{aligned}$$

以上より、本研究では、消火に要する基準水量を1分間1㎡あたり10ℓとした。

本実験で使用した採水枘の採水面積は約0.1㎡（縦0.316m×横0.316m=0.0999㎡）であるので、1枘あたり1ℓ採水した場合を有効放水とした。

表1 放水条件

ノズル種別	21型改良ノズル	スムーズノズル
放水形状	ストレート（直状）	
放水量(ℓ/分)	500	
仰角(°)	32	
根元圧力	0.28	0.23
放水時間(分)	1	

表2 測定項目及び測定機器

測定項目	測定機器等	仕様等
放水量	流量計	
ノズル圧力	圧力計	測定レンジ：0～2.5MPa+D34 精度：±0.05MPa
仰角	角度計	I社製ANGLEVEL METER 測定レンジ：-5～95deg 精度：±0.5deg
最大鉛直到達距離	巻尺	T社製シムロンロッド 測定レンジ：0～10m 精度：0.01m
散水分布	採水枘	縦316mm×横316mm×深さ200mm
	メスシリンダ	測定レンジ：90～1000ミリリットル 精度：±10ミリリットル
記録	デジタルビデオ	S社製DCR-VX2000
	オカメラ	S社製DCR-TRV9

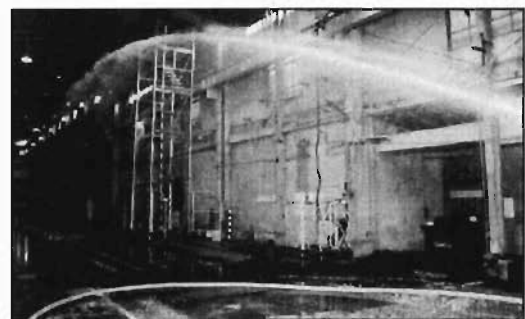


写真2 21型改良ノズル

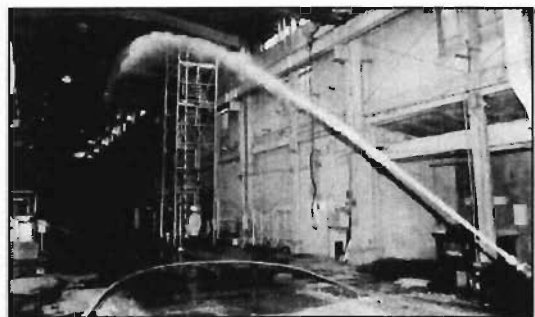


写真3 スムースノズル

5 実験結果

各ノズルの基本性能（最高水平到達距離及び最高鉛直到達距離等）の測定結果を表3に、各水平距離に設置した採水桁に入った水量の測定結果（3回の平均）並びに21型改良ノズル及びスムーズノズルの有効放水範囲を表4及び表5に示す。

6 考察

(1) 鉛直到達点未満の範囲

鉛直到達点までの放水流は、21型改良ノズル及びスムーズノズルともに、ほぼノズル出口付近の形状を保持していた。

21型改良ノズルの場合、最高鉛直到達点の高さは6.4m、そのときの水平距離は16.0mであった。スムーズノズルは、鉛直到達点の高さは7.4m、そのときの水平距離は18.5mであり、21型改良ノズルと比較して、高さで1.0m、水平距離で2.5m上回った。

採水桁による水量測定の結果、21型改良ノズルでは水平距離15mまでの各桁に入った水量はそれぞれ10リットル以下であり、最高鉛直到達点における水平距離16m地点の6桁に入った合計水量は3790リットルであった。（表4）

また、スムーズノズルでは、水平距離15mまでの各桁に入った水量はそれぞれ10リットル以下であり、水平距離16mから最高鉛直到達点における水平距離18.5mまでの

表3 各ノズルの基本性能測定結果

ノズル種別	21型改良ノズル	スムーズノズル
鉛直到達距離(m)	6.4	7.4
鉛直到達点における水平距離(m)	16.0	18.5
水平到達距離(m)	32.0	33.0

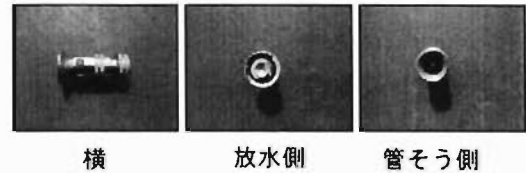


写真4 21型改良ノズル

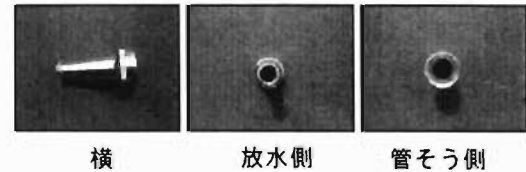


写真5 スムースノズル

表4 各桁の採水量(21型改良ノズル)

採水桁 (ml)	筒先からの水平距離 (m)																				
	34.0	33.0	32.0	31.0	30.0	29.0	28.0	27.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	
放水幅 (m)	0.948	0	0	53	110	210	303	393	407	440	343	332	247	267	307	293	327	293	293	263	0
	0.632	0	0	193	700	1676	2567	2567	2323	2267	1720	1680	1227	1250	1183	1047	960	755	787	697	0
	0.316	0	0	263	1680	4420	6290	6670	6050	5353	4122	3612	3007	2500	2270	1923	1360	1527	1363	1207	0
	0.316	0	0	173	1517	3557	4230	4477	4903	3403	3567	2968	2683	2223	1467	1763	1210	1360	1187	1060	0
	0.632	0	0	53	363	767	890	897	1040	1040	1088	953	960	810	693	703	620	510	503	497	0
0.948	0	0	7	50	103	125	117	130	160	212	207	207	180	160	180	167	137	117	77	0	
距離別採水桁	合計	0	0	743	4420	10727	14205	15140	14253	12883	11052	9757	8330	7320	6490	5850	4643	4572	4250	3790	0
1桁平均	0	0	124	737	1788	2568	2523	2376	2147	1842	1626	1386	1226	1082	975	774	762	708	632	0	

■ 毎分採水量1ℓ以上

表5 各桁の採水量(スムーズノズル)

採水桁 (ml)	筒先からの水平距離 (m)																				
	34.0	33.0	32.0	31.0	30.0	29.0	28.0	27.0	26.0	25.0	24.0	23.0	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	
放水幅 (m)	0.948	0	0	50	110	157	173	259	234	203	205	182	200	243	270	327	260	243	247	207	0
	0.632	0	43	353	910	1307	1407	1462	1324	1103	1193	1462	1098	1133	1180	1067	960	847	773	677	0
	0.316	0	227	1723	3747	5960	4407	4651	4585	3973	3922	3436	3060	2637	2290	1983	1630	1353	1187	947	0
	0.316	0	147	2027	4987	5473	6703	6990	6196	4827	3735	2962	2453	1893	1443	1293	1108	997	823	697	0
	0.632	0	20	763	1632	2607	2773	2242	1801	1657	1103	830	667	583	423	353	330	327	253	230	0
0.948	0	0	140	337	473	523	423	339	285	211	178	165	133	93	87	73	67	53	57	0	
距離別採水桁	合計	0	437	5067	10827	15107	15787	14937	13479	12048	10369	9069	7613	6643	5700	5060	4353	3833	3277	2813	0
1桁平均	0	73	844	1803	2518	2631	2490	2246	2008	1726	1612	1349	1107	950	843	726	639	546	469	0	

■ 毎分採水量1ℓ以上

各桁における採水量の合計は、9923リットル（約10リットル）であった。（表5）

放水流の形状及び採水桁による採水量測定の結果から、21型改良ノズル及びスムーズノズルは、最高鉛直到達点における放水流の水量は、ノズル出口付近の放水量で

ある500ℓ/分をほぼ維持しているものと考えられる。

(2) 鉛直到達点以遠の範囲

鉛直到達点以遠の放水流は、21型改良ノズル及びスムーズノズルともにノズル出口付近の形状を保持できず、拡散して地上に落下した。

ア 21型改良ノズル

採水桁による水量測定の結果、21型改良ノズルでは表4に示したとおり水平距離16mから32mの間で採水が認められ、水平距離21mから30mの範囲では、平均毎分採水量が10ℓ/m²以上であった。

この水量は、前4の消火に要する基準水量(毎分10ℓ/m²)を超えていることから、この種の消火活動では放水時に、筒先保持者に対面する火災の幅が約2m、高さ約6mの範囲内で有効と考えられる。さらに、26mから29mの間では、平均毎分採水量が20~25ℓ/m²であった。したがって、水平距離26mから29mの範囲の消火活動においては、放水時に、筒先保持者に対面する火災の幅が約4~5mの範囲内で有効と考えられる。

イ スムースノズル

採水桁による水量測定の結果、スムースノズルでは表5に示したとおり水平距離16mから33mの間で採水が認められた。水平距離22mから31mの範囲では、表5に示すとおり平均毎分採水量が10ℓ/m²を超えた。震災時等の倒壊建物の火災等比較的地上に近い部分での火災で、何らかの要因により接近困難で長い放水射程(18.5m以上)を要するような消火活動を考慮したときに、この水量は、前4の消火に要する基準水量(毎分10ℓ/m²)を超えていることから、この種の消火活動では放水時に、筒先保持者に対面する火災の幅が約2mの範囲内で有効と考えられる。

さらに、26mから30mの間では、表5に示すとおり平均毎分採水量が20~26ℓ/m²であった。したがって、この範囲の消火活動においては、放水時に、筒先保持者に対面する火災の幅が約4~5mの範囲内で有効と考えられる。

7 まとめ

本実験は、通常の消火活動に使用する放水ノズル(21型改良ノズル等)使用時において、震災時の必要消防力算定のための基礎データとなる放水性能等を測定したものである。

以下に、測定に使用したノズルごとの結果をまとめる。

(1) 21型改良ノズル

ア 屋内無風条件下で放水量500ℓ、仰角32°で行った放水実験の結果、最高鉛直到達点(高さ6.4m、水平距離16.0m)における放水流の水量は、ノズル出口付近の放水量である500ℓ/分をほぼ維持しているものと考えられる。

イ 屋内無風条件下で放水量500ℓ、仰角32°で行った放水実験の結果、消火に有効な放水量を毎分10ℓ/m²とした場合、消火に有効な水平距離は30mであり、そのときの担当可能な幅は、水平距離29mから30mの間は約2m、水平距離26mから29mの間は約4mから5mであると考えられる。

(2) スムースノズル

ア 屋内無風条件下で放水量500ℓ、仰角32°で行った放水実験の結果、最高鉛直到達点(高さ7.4m、水平距離18.5m)における放水流の水量は、ノズル出口付近の放水量である500ℓ/分をほぼ維持しているものと考えられる。

イ 屋内無風条件下で放水量500ℓ、仰角32°で行った放水実験の結果、消火に有効な放水量を毎分10ℓ/m²とした場合、消火に有効な水平距離は31mであり、そのときの担当可能な幅は、水平距離30mから31mの間は約2m、水平距離26mから30mの間は約4mから5mであると考えられる。

THE “LONGEST DISTANCE” WATER DISCHARGE AND THE WATER RELEASED

Hiroyasu TAKAI*, Shigeo WATANABE**,

Shohei NEMOTO* and Isao TOMITA*.

Abstract

The study aims at getting basic data for the determination of the necessary fire fighting forces for earthquakes and more effective water application for fire fighting. The experiment was conducted with typical fire fighting drainage nozzles to clarify their water discharge distance and the floor area covered by the discharge. The amount of the drainage in the longest arrival with the 21 type improvement nozzle and the strike rate nozzle can be thought to be about the same as the amount of the drainage around the nozzle tip. And, the experiment revealed that the strike rate nozzle is better than the 21 type improvement one in terms of the water discharge distance and width for effective fire fighting.

* First Laboratory

** Syakujii Fire Station