

噴霧粒子の大きさについて

藤 井 善 雄*
伊 藤 金 夫*
渡 辺 勝 志*

1 は し が き

水を微細粒子として消火に使用することが顕著な消火効果を示すことは、すでに明らかなことであるが、現用噴霧ノズルを使用の場合、いかなる噴霧特性をあらわすかということを実際に把握することは、噴霧ノズル等放水器具の改良、ならびに運用上特に必要なことである。そこで当庁において現在使用中の二又切換式ノズル、および21型噴霧ノズルについての「圧力と水粒子分布、平均粒子との関係」、「到達距離と水粒子分布、平均粒径との関係」について測定試験を行ない、その実態について基礎資料が得られたので、ここにその結果を紹介するとともにこれら資料にもとづき、さらに「水粒子径と消火効率との関係」についての研究を進め水噴霧と消火効果について研究を完結させようとするものである。

2 実 験 期 日

昭和38年11月12日より11月14日まで

3 実 験 場 所

千葉県稲毛町2-1304番地
丸山製作所 構内

4 実 験 項 目

- (1) 実験項目
 - (a) 水噴霧粒子の写真による測定
- (2) 測定ノズル
 - (a) 二又切換噴霧ノズル
 - (b) 21型噴霧ノズル

5 実 験 方 法

この実験には65mmホース1本を使用しホース先端には管さう保持台を設け、放水角度も地面から20度として放水した。ノズル展開角度は30度、60度、90度の三種類としポンプ圧力も、5kg/cm²、10kg/cm²、15kg/cm²と定め、一定圧で放水した中から最も適当と思われる位置の水粒子を測定容器に受け写真撮影によって記録した。

- (1) 二又切換噴霧ノズルの場合この場合

この場合のポンプ圧力は5kg/cm²、10kg/cm²、15kg/cm²の三段階とし、さらにノズル展開角度を30度、60度の二種類として実験した。水粒子の測定箇所は5kg/cm²の場合、2ヶ所、その他の場合は3ヶ所とした。

(2) 21型噴霧ノズルの場合

この場合も(1)と同様の三段階の圧力とし、ノズル展開角度も30度、60度、90度の三種類とし、さらに水粒子の測定箇所は5kg/cm²の場合、2ヶ所、その他の場合は3ヶ所として実験を行なった。

測定容器の水粒子受皿にはモビール油を少量入れて蓋をし、あらかじめ定めた位置にその受皿を置き一定圧力の放水に達した場合に受皿の蓋を約5秒間開放し水粒子を受けて写真撮影した。写真撮影は一個の受皿を三等分して三枚の写真に収め、その中の水粒子個数および、水粒径を調べ、つぎの計算式によって平均水粒径を表わした。

$$\text{平均粒径 } d = \frac{\sum xi^3 \triangle ni}{\sum xi^2 \triangle ni}$$

xi : 粒 径
△ni : 個 数

6 実 験 結 果

水粒子試験結果は第1, 2, 3表のとおりである。

第1表 平均水粒子径

ノズル種類	ノズル圧力	展開角度	測定位置	平均水粒子径 (μ)
二又切換ノズル	5kg/cm ²	30°	{10m	11.6×10 ²
			{16m	12.9×10 ²
		60°	{7m	15.5×10 ²
			{10m	8.5×10 ²
	10kg/cm ²	30°	{11m	16.6×10 ²
			{15m	25.9×10 ²
60°		{10m	14.3×10 ²	
		{12m	17.2×10 ²	
15kg/cm ²	30°	{15m	13.5×10 ²	
		{20m	13.3×10 ²	
	60°	{23m	4.2×10 ²	
		{13m	14.0×10 ²	
	{16m	7.1×10 ²		
	{20m	8.2×10 ²		

* 第三研究室

ノズル種類	ノズル圧力	展開角度	測定位置	平均水粒子径 (μ)	ノズル種類	ノズル圧力	展開角度	測定位置	平均水粒子径 (μ)
21型ノズル	5 kg/cm ²	30°	15 m	24.1 × 10 ²	21型ノズル	10 kg/cm ²	60°	17 m	12.7 × 10 ²
			20 m	4.9 × 10 ²				20 m	7.8 × 10 ²
			23 m	9.6 × 10 ²				23 m	6.6 × 10 ²
		60°	10 m	4.3 × 10 ²			90°	右2 m	11.0 × 10 ²
			15 m	22.3 × 10 ²				5 m	7.3 × 10 ²
			5 m	6.9 × 10 ²				10 m	7.7 × 10 ²
	10 kg/cm ²	90°	右2 m	4.0 × 10 ²		15 kg/cm ²	30°	20 m	15.0 × 10 ²
			5 m	16.0 × 10 ²				25 m	17.7 × 10 ²
		30°	10 m	12.0 × 10 ²			60°	30 m	15.0 × 10 ²
			20 m	8.2 × 10 ²				15 m	10.2 × 10 ²
		23 m	8.2 × 10 ²			20 m	10.6 × 10 ²		
		27 m	12.7 × 10 ²			25 m	14.2 × 10 ²		

第2表 水粒子分布表 (個数)

ノズル種類	ノズル圧力	展開角度	粒径(個数)測定位置	~799 平均 (400 μ)	800 ~ 1199 (1000)	1200 ~ 1599 (1400)	1600 ~ 1999 (1800)	2000 ~ 2399 (2200)	2400 ~ 2799 (2600)	2800 ~ 3199 (3000)	3200 ~ 3599 (3400)
二又切換 ノズル	5 kg/cm ²	30°	10m	580	33	26	7	3	2	-	-
			16m	594	32	28	11	6	3	1	-
		60°	7m	415	52	28	23	14	1	4	-
			10m	1037	93	36	5	1	-	-	-
	10 kg/cm ²	30°	11m	510	52	36	13	8	6	4	-
			15m	686	47	25	12	10	7	8	6
		60°	20m	881	63	28	7	4	1	-	-
			10m	502	41	41	24	11	3	-	-
	15 kg/cm ²	30°	12m	652	48	25	18	16	14	6	-
			15m	709	103	22	-	-	-	-	-
		60°	15m	525	68	23	19	12	3	-	-
			20m	552	55	34	23	7	-	-	-
21型ノズル	5 kg/cm ²	30°	23m	891	5	-	-	-	-	-	-
			20m	1006	98	24	7	-	-	-	-
		60°	16m	604	77	5	-	-	-	-	-
			13m	442	56	35	32	13	2	3	1
	10 kg/cm ²	30°	15m	319	31	18	12	11	-	-	-
			20m	889	20	1	-	-	-	-	-
		60°	10m	743	54	19	11	3	-	-	-
			15m	896	5	1	-	-	-	-	-
	15 kg/cm ²	90°	5 m	238	34	7	17	13	7	9	4
			右2 m	1260	129	9	2	-	-	-	-
		30°	5 m	1170	-	-	-	-	-	-	-
			10 m	-	-	-	-	-	-	-	-
21型ノズル	10 kg/cm ²	30°	20m	153	36	10	11	10	-	-	
			23m	148	31	4	11	13	-	-	
		60°	27m	636	105	16	2	-	-	-	
			17m	361	71	22	16	8	-	-	
	15 kg/cm ²	30°	20m	718	60	-	-	-	-	-	
			23m	469	39	4	-	-	-	-	
		90°	5 m	266	81	25	8	1	-	-	
			右2 m	844	123	9	-	-	-	-	
	15 kg/cm ²	30°	5 m	629	95	5	1	-	-	-	
			10 m	-	-	-	-	-	-	-	
		60°	20m	357	60	22	12	7	5	2	
			25m	290	25	12	11	12	6	2	
15 kg/cm ²	30°	30m	247	34	19	9	13	1	1		
		15m	457	69	18	9	2	-	-		
	60°	20m	258	35	27	12	2	-	1		
		25m	293	56	24	11	13	1	-		

第3表 水粒子分布表 (%)

ノズル種類	ノズル 圧力	展 開 角 度	粒 径 測定 位置	~ 799	800 ~	1200 ~	1600 ~	2000 ~	2400 ~	2800 ~	3200 ~	
				平 均 (400 μ)	1199 (1000)	1599 (1400)	1999 (1800)	2399 (2200)	2799 (2600)	3199 (3000)	3599 (3400)	
二又切換 ノズル	5 kg/cm ²	30°	10m	88.7	5.2	4.0	1.1	0.5	0.3	-	-	
			16m	88.0	4.7	4.2	1.6	0.9	0.4	0.2	-	
		60°	7m	78.1	9.4	5.0	4.2	2.3	0.2	0.7	-	
			10m	88.4	8.0	3.1	0.4	0.1	-	-	-	
		10kg/cm ²	30°	11m	81.0	8.2	5.7	2.0	1.3	1.0	0.6	0.2
				15m	85.0	5.8	3.1	1.5	1.3	0.9	1.0	0.8
	60°		20m	89.6	6.4	2.8	0.7	0.4	0.1	-	-	
			10m	80.7	6.6	6.6	3.8	1.8	0.5	-	-	
			12m	82.6	6.1	4.4	2.3	2.0	1.8	0.8	-	
			15m	85.0	12.4	2.6	-	-	-	-	-	
	15kg/cm ²	30°	15m	80.8	10.6	3.6	2.9	1.6	0.5	-	-	
			20m	82.3	8.2	5.1	3.4	1.0	-	-	-	
		60°	23m	99.4	0.6	-	-	-	-	-	-	
			20m	88.3	8.8	2.2	0.7	-	-	-	-	
			16m	88.1	11.2	0.7	-	-	-	-	-	
			13m	76.1	9.7	6.1	5.5	2.2	-	-	-	
	21 型 ノズル	5 kg/cm ²	30°	15m	79.5	7.7	4.5	3.0	2.7	0.5	0.8	0.25
				20m	97.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-
60°			10m	89.5	6.5	2.3	1.3	0.4	-	-	-	
			15m	99.4	0.5	0.1	-	-	-	-	-	
90°			右 5 m	71.5	10.2	2.1	5.1	3.9	2.1	2.7	1.2	
			右 2 m	90.0	9.2	0.7	0.1	-	-	-	-	
		5 m	90.0	9.2	0.7	0.1	-	-	-	-		
		10m	100.0	-	-	-	-	-	-	-		
10kg/cm ²		30°	20m	64.7	15.6	4.3	4.8	4.3	2.2	2.6	1.0	
			23m	67.5	14.3	1.8	5.0	5.9	1.8	1.4	1.4	
			27m	83.8	13.8	2.1	0.3	-	-	-	-	
		60°	17m	75.5	14.8	4.6	3.4	1.7	-	-	-	
	20m		92.3	7.7	-	-	-	-	-	-		
	23m		91.5	7.7	0.8	-	-	-	-	-		
15kg/cm ²	30°	右 5 m	69.8	21.2	6.6	2.1	0.3	-	-	-		
		右 2 m	86.5	12.6	0.9	-	-	-	-	-		
		5 m	86.5	12.6	0.9	-	-	-	-	-		
	60°	10m	86.1	13.1	0.7	0.1	-	-	-	-		
		20m	76.8	12.8	4.7	2.6	1.5	1.1	0.5	-		
		25m	80.8	7.2	3.3	3.1	3.3	1.7	0.6	-		
60°	30m	76.1	11.0	5.8	2.7	4.0	-	0.4	-			
	15m	82.4	12.4	3.2	1.6	0.4	-	-	-			
	20m	77.0	10.4	8.1	3.6	0.6	0.3	-	-			
			25m	73.5	14.1	6.0	2.8	3.3	0.3	-		

7 実験の考察

各実験項目についてわかったことを列挙してみると、つぎのとおりである。

(1) ポンプ圧力と水粒子分布および、平均粒径の関係について

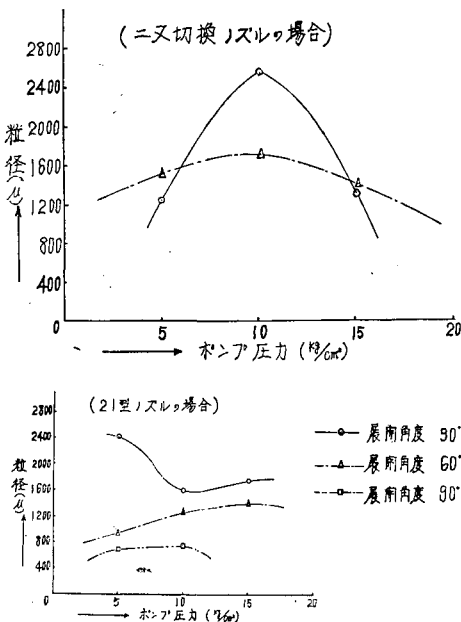
(a) 二又切換噴霧ノズルの場合

平均水粒子径については第1表からもわかるようにポンプ圧力、ノズル展開角度、到達距離（測定位置）等により、はっきりと相違することがみとめられた。

第2表は水粒子の平均粒径を調べるために水粒子の分布個数を400 μ 単位で表したものであるが、これは水粒子が写真に現われているかぎり全部の粒子を個数として数えたので600 μ 以下の測定粒径区間(0~799 μ)が

広くなり、したがってこの区間の平均水粒子径は 400μ 程度であると推定される。また、水粒子分布を百分率で表わしてみると第3表のとおりで 600μ 以下の粒子が圧倒的に多く80%以上をしめ、これ以上の粒子は急激に減少し上限においても $3,000\mu$ 程度であることがわかった。これをさらにポンプ圧力と平均水粒子径との関係を実験した中から代表的なものをひろって曲線に画いてみると第1図のとおりである。つまり二又切換噴霧ノズルにおいては、ポンプ圧力 10kg/cm^2 の場合が最も大きな水粒子をもち、 5kg/cm^2 および 15kg/cm^2 では水粒子も小さくなる傾向を示している。この現象はノズル展開角度 30 度の場合、さらにけん着にあらわれ、展開角度 60 度の場合にはほぼ平均化していることもわかった。

第1図 ポンプ圧力と平均粒径の関係曲線



(b) 21型噴霧ノズルの場合

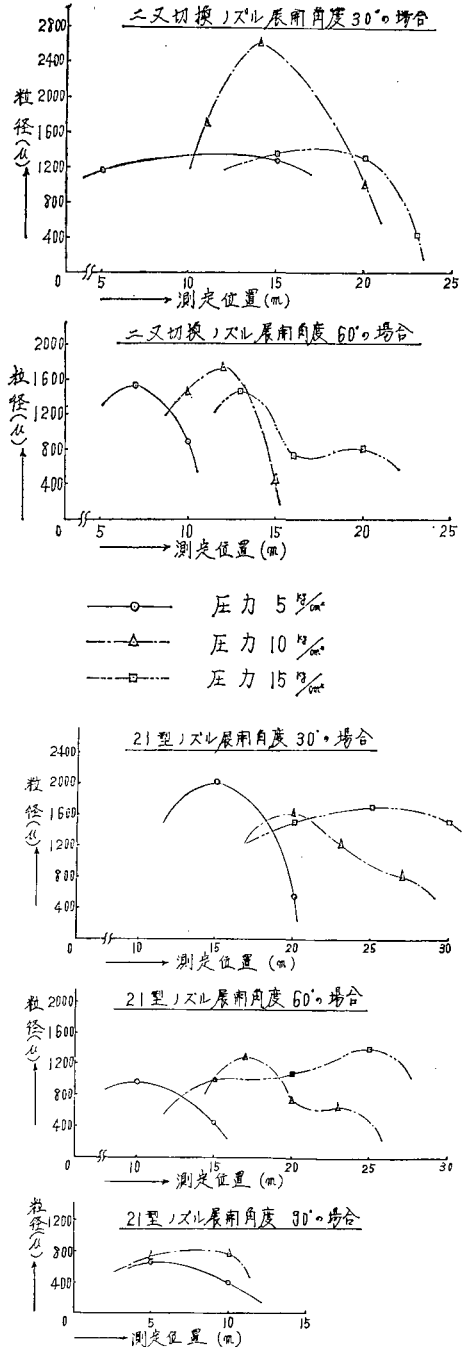
この噴霧ノズルの場合も二又切換噴霧ノズル同様、水粒子の平均粒径はポンプ圧力、ノズル展開角度、到達距離等によって相違するも水粒子分布は 600μ 以下に80%前後集中していることがわかった。(第3表参照)ポンプ圧力と平均水粒子径との関係については、ノズル展開角度 30 度でポンプ圧力 5kg/cm^2 の場合が一番大きな水粒子をもち、 10kg/cm^2 になると小さな粒径となり、さらに 15kg/cm^2 の高圧になると、またも大きな水噴霧粒子となって二又切換噴霧ノズルの場合と全く正反対の形を示すことがわかった。ノズル展開角度 60 度、 90 度の場合になると、 30 度の場合や二又切換噴霧ノズルとも異なった曲線を描きポンプ圧力が高くなる

にしたがって平均水粒子径も大きくなることもわかった。(第1図参照)

(2) 到達距離と平均水粒子径との関係について

(a) 二又切換噴霧ノズルの場合

第2図 到達距離と平均水粒子径の関係曲線



この関係については第2図をみてもわかるように、ノズル展開角度 30 度、 60 度ともにポンプ圧が高くなれば

ば高いほど遠距離に到達する傾向を示し水粒子の平均粒径も 1.200μ 程度で放水射程も20m前後であることもわかった。ノズル展開角度30度の場合と60度の場合とでは、30度のポンプ圧力 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ の水粒子の場合を除き平均した水粒子径で遠くまで飛んでいる。展開角度60度の場合、各圧力とも近距離にしたがって水粒径も小さくなり、放水射程も短かくなっている。

(b) 21型噴霧ノズルの場合

この噴霧ノズルも二切換噴霧ノズルと同様ポンプ圧が高ければ高いほど遠距離に到達する傾向には変りないが近距離の水粒子も遠距離の水粒子もほとんど平均した粒径で遠くまで放水できる特徴をもっていることがわかった。この現象はポンプ圧力が高い程けん着に現われている。ノズル展開角度の相違は30度、60度、90度とだんだん開放して行くと水粒子も小さくなり放

水射程も短くなる傾向を示しているが、二又切換噴霧ノズルと比較した場合は、格段の長所を保有していると思われる。

8 む す び

以上が今回実施した実験の結果と考察の大まとめであるが、今後は各測定位置における水量、または圧力と流速との関係、粒子分布および粒径と消火効果の関係、火災種別への使い分け等にわたって研究を続けなければならぬ。今回の実験はほんの序の口といったいわば基礎的なものであり放水器具開発する上にも、さらに一層の実験研究を続けていきたいと思うものである。

終りに、この実験に当って御協力を頂いた丸山製作所技術課各位に深甚なる謝意を表す次第である。