

静電噴霧による消煙実験結果について(第1報)

Results of Experiments on Smoke Removal by
Electrostatic Spray System (Series 1)

伏 見 英・
関 口 研・

In order to effectively fight fire in tightly-closed, fire resistive buildings and underground arcades, firefighters need a nozzle which is capable of removing thick smoke and toxic gases. This is a continuing fundamental study for improving the fire extinguishment and smoke-removing performance of nozzles that are in present use. By comparing simple water spray application and electrostatic water spray application using an experimental electrostatic spray nozzle which is newly developed, we proved the superiority of the electrostatic spray application by experiments.

1. はじめに

本研究は、消防用ノズルの消火、消煙性能向上に関連して継続的に実施している基礎実験であるが、実大規模火災において発生する濃煙、有毒ガス等を効果的に消滅ないしは排除するための基礎資料がかなり不足しているのが現状である。

そこで、静電塗装技術を応用した実験室規模の消煙実験を実施し、単一水噴霧放射と静電噴霧放射を比較した場合、消煙効率は、後者が約20%増加し、視程回復時間が相当短縮される結果を得たので、新しく実験用静電噴霧ノズルを試作し、2m³の煙霧質三種類に対して消煙実験を行ったので概要を報告する。

2. 実験項目

- (1) 煙霧質の自然減衰時間測定
- (2) 静電噴霧ノズルの放射特性の測定
 - ア. 放射形状
 - イ. 放水量
 - ウ. 水噴霧粒子径(単一水噴霧放射及び静電噴霧放射)
- (3) 消煙効果の測定
 - ア. 単一水噴霧放射による消煙効果
 - イ. 帯電水噴霧放射による消煙効果

3. 実験期間及び実験場所

自昭和58年12月16日 至昭和59年3月28日
総合実験室
機器実験室
電気実験室

4. 実験装置及び実験方法

(1) 実験装置

ア. 発煙炉

直径280mm、高さ400mm、厚み1.2mmの鋼板製ドラム缶で製作し、木質片(又はポリエチレン粒)0.5kgを投入し、都市ガスにより直接加熱して燻焼煙を発生させた。

イ. 集煙箱

大きさ約2m³(たて1.2m、よこ1.2m×高さ1.38m)の気密な鋼板製矩形槽で、上面中心に静電噴霧ノズル取付口、煙濃度測定ガラス窓(80mm×80mm)2カ所、点検口(直径150mmφ)、ドレンコック等を設けた。

ウ. 静電噴霧ノズル

実験用に試作した静電噴霧ノズルの構造寸法を図1に示した。これは、エアレス型高圧噴霧ノズル(口径1.5mmφ)を中空円錐状のデルリン製プロテクター内側面に直径170mmφの円環状電極を設定し、ノズル先端にグランドピンを設けた構造のもので

ある。噴霧放射開始と同時に直流高電圧発生器の操作ボタンを押して $-30 \sim -50 \text{ kV}$ の負極性電圧を電極に印加した場合、ノズル先端のグラウンドピンに対向して電界が構成されることから、この電界中を通過する水噴霧粒子の表面は電荷を帯びる。

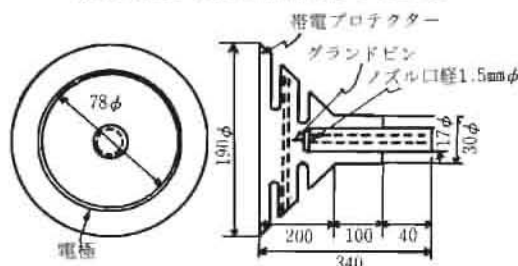


図1 静電ノズル



写真1 プランジャーポンプ

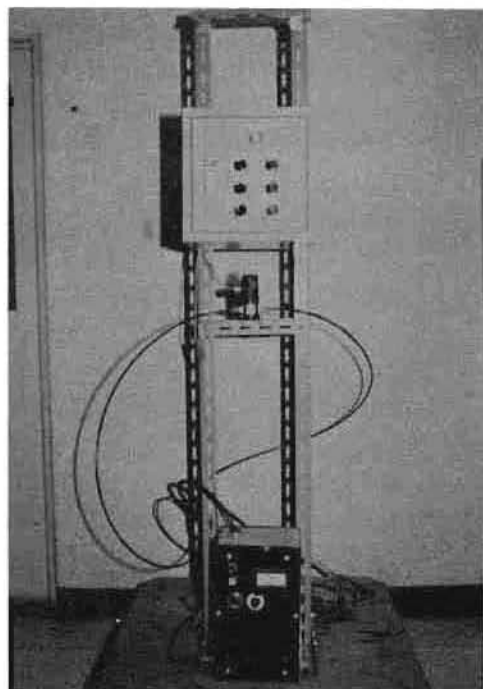


写真2 操作盤及び高圧発生器

エ. プランジャーポンプ

ノズルに高圧送水するための動力ポンプで、最大吐出圧力 56 kg/cm^2 、放水量 75.5 l/分 である。

オ. 高電圧発生装置及び操作盤

高電圧発生装置本体の大きさは、たて $300 \text{ mm} \times$ よこ $200 \text{ mm} \times$ 幅 150 mm 、重量 3 kg の直流高電圧発生器で、操作盤は、幅 $300 \text{ mm} \times$ 高さ $300 \text{ mm} \times$ 奥行き 200 mm で4個のオン、オフスイッチボタンが取り付けられており可搬型である。

カ. 煙濃度測定装置

直径 30 mm 、長さ 100 mm の塩ビ製パイプの先端に CDS セルを接着してセンサーとし、煙箱側板の窓ガラスに取付け、このセンサーと対向する位置 ($\ell : 1.2 \text{ m}$) に 40 W 白色電球を設定した減光型煙濃度計を用い、測定原理は CDS セル受光量に対応して抵抗が変化するのを利用して回路構成し、煙濃度の時間に対する変化量を電圧に変換して XY プロッターで記録する。

キ. 水噴霧粒子径の測定装置

静電噴霧ノズルから放射された噴流体をコロジオン薄膜で調整したスライドガラス上に捕集し、写真3に示す工業用顕微鏡(ユニオン光学製 Examet)を使用した。

(2) 実験方法

ア. 煙の生成方法

図2に示す実験装置概略図を参照として、まず、木質片(又はポリエチレン粒) 0.5 kg を発煙炉に投入し、都市ガスコンロ上で加熱し、燃焼煙を発生させた。炉内温度が 300°C を越えると、有機材料が熱分解し煙量が増加するから、エアーコンプレッサーの



写真3 顕微鏡による水噴霧粒子の撮影

圧さく空気によってこの煙を集煙箱に圧送した。集煙箱内の煙濃度 (C_s : 減光係数) が、3.4~4.4になると、煙霧質が平衡状態に達するから、このとき全ての通気口を遮断して実験を開始した。また、六塩化エタン (C_2Cl_6) 又は硝酸加里を主成分とする無公害発煙片 (重量: 10g) を3~4個着火させて、集煙箱内で煙霧質を発生させた。したがって、今回は、三種類の煙に対する消煙 (又は減煙) 実験を実施した。

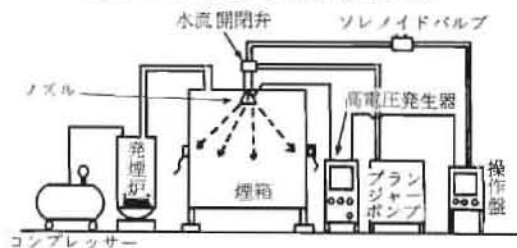


図2 実験装置概略図

イ. 消煙実験方法

ステンレス製円筒型タンク (容量 100 l) に水を充填させて、ブランジャーポンプ (写真1) を用いてノズルに高压 (10~20 kg/cm²) 送水する。ノズル放射圧力は、ノズル根元に取付けた圧力変換器によって読み取り、ノズル放射圧力が 10 kg/cm² 又は 20 kg/cm² になるようにした。ノズル圧力の調整はブランジャーポンプ側の圧力調整弁で行った。

消煙実験は、集煙箱内の煙霧質の煙濃度 (減光係数 C_s) がおよそ 3.4~4.4 の安定かつ均質状態の煙霧質に対して行った。まず、単一水噴霧による消煙実験は、放射圧力を 10 kg/cm² 及び 20 kg/cm² として、5 分間連続放射して消煙効果を調べた。



写真4 静電噴霧ノズルの放射状況 (圧力20kg/cm²電圧50kV)

次に、帯電水噴霧放射による消煙実験は、単一水噴霧放射による場合と同じ要領で行い、放射圧力を 10 kg/cm² 及び 20 kg/cm² とし、ノズルに併設した電極に -30kV ~ -50kV の直流電圧を印加した。なお、これらの実験は、すべて、操作盤に取付けた4個の押しボタンで自動的に行い、水流弁の開閉は圧さく空気によって行った。

また、噴霧放射開始と同時に、集煙箱側面に設けた 40W 白色電球と CDS セルで構成する減光型煙濃度計により煙霧質の光学的減衰率を測定し、消煙 (又は減煙) 時間曲線を XY プロッターで自動記録した。

なお、単一水噴霧粒子径及び電荷を帯びた水噴霧粒子径は、サンプリング後、工業用顕微鏡により撮像し、粒子径計測結果を統計処理した。

5. 実験結果

(1) 煙霧質の自然減衰時間の測定

本実験において使用した煙霧質は、木質材、ポリエチレン粒及び発煙片を素材としているものであり、前者の二種類は燐焼煙で、後者は一種の燃焼煙である。



写真5 木質煙粒子

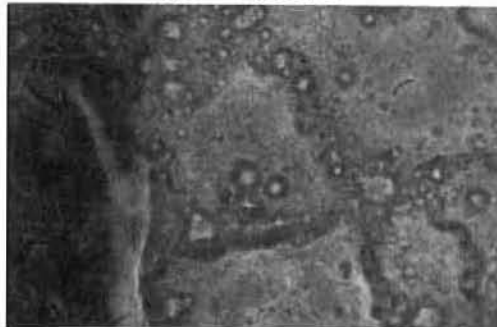


写真6 polyethylene 煙粒子



写真7 発煙片粒子

これらの煙霧質の安定性は、主に煙粒子の大きさと組成ならびに雰囲気温度によって影響される。図3に、これらの煙霧質の自然減衰～時間曲線を示した。図3から、集煙箱内の雰囲気温度が8～16℃において、最も安定性の大きかったのは、発煙片によって生成された煙霧質であり、次に、木質煙が比較的安定な性状を示したが、ポリエチレン煙は、前者の二種類の煙霧質と比較した場合、きわめて安定性を欠いており、自然減衰時間が最も速い結果を示した。したがって、この煙霧質の自然減衰時間の測定結果から、ポリエチレン煙は消煙（又は減煙）し易く、発煙片から生成された煙霧質は消煙しにくいことが予想される。

(2) 静電噴霧ノズルの放射特性の測定結果
ア. 水噴霧の形状

静電噴霧ノズルによる水噴霧の放射形状を写真8、9に示した。写真8は、放射圧力20 kg/cm²時の単一水噴霧の放射形状であり、写真9は、放射圧力20 kg/cm²、50kV印加時の放射形状を示しているが、写真8、写真9を比較すると、無帯電放射の場合の方が、均一な分布で放射していることがわ

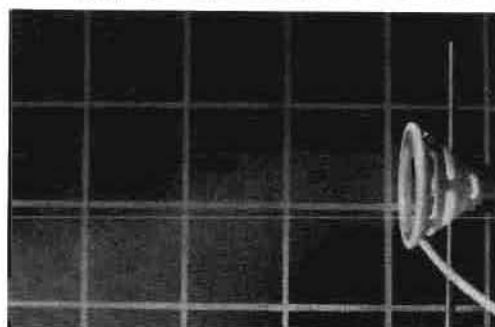


写真8 単一水噴霧放射状況（圧力20kg/cm²）

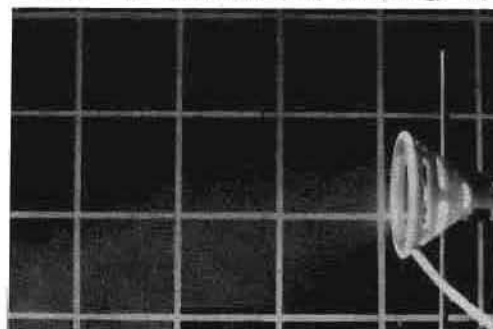


写真9 静電噴霧放射状況（圧力20kg/cm²、電圧50kV）

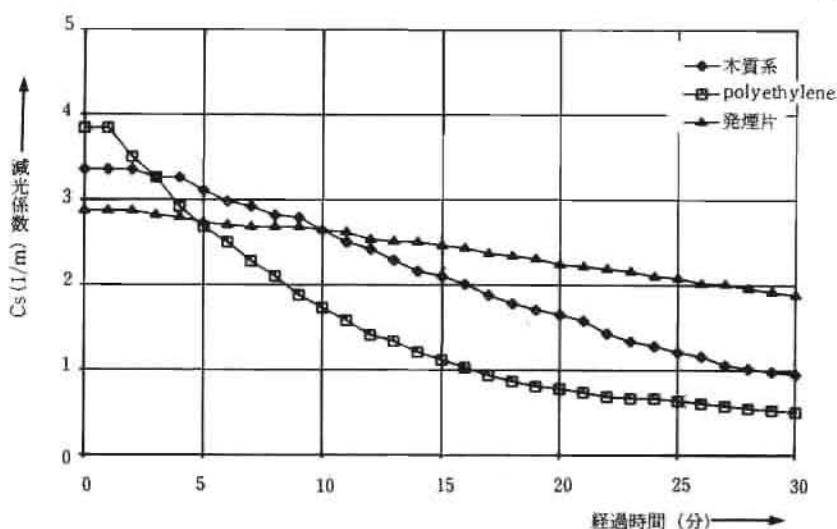


図3 煙の自然減衰曲線

かる。これは、放電電極とノズル先端に取付けたグランドピンの位置関係に起因する現象とみることができる。

イ。放水量

静電噴霧ノズルの放水量曲線を図4に示した。今回の実験においては、水噴霧放射時間を5分間としているために、放射圧力 10 kg/cm^2 及び 20 kg/cm^2 時における放水量は、それぞれ 4 l 、 5 l である。

ウ。水噴霧粒子径の測定結果

水噴霧粒子径のサウター平均値は表1、表2に示すように、単一水噴霧放射の場合、 $51.5 \mu\text{m}$ 、 -50 kV 印加時の帯電水噴霧放射の場合、 $110.5 \mu\text{m}$ であった。したがって、この結果から判断すると、顕著な静電霧化現象は認められないことが分る。

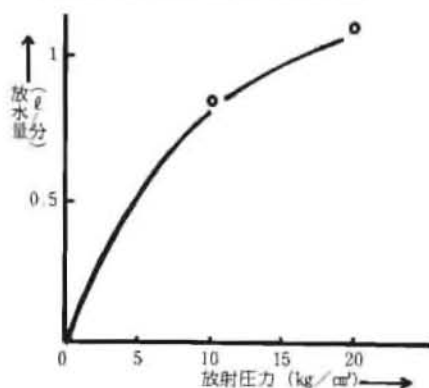


図4 静電噴霧ノズルの放水量曲線

(3) 消煙効果の測定結果

本実験に用いた木材及び合成樹脂による煙霧質は、発生炉内温度を $300 \sim 400^\circ\text{C}$ として発生させた燐焼煙であり、煙箱に圧入される時点においては、常温 ($8 \sim 16^\circ\text{C}$) 状態となるようにした。このことは、六塩化エタン又は硝酸カリを主成分とする発煙片によって発生させた煙霧質も全く同じであり、今回の実験においては、常温状態の煙に対する5分間の単一水霧放射及び帯電水噴霧放射による消煙効果比較実験を実施したものである。

ア。放射圧力 10 kg/cm^2 時における消煙効果

図5、6、7に放射圧力 10 kg/cm^2 時の木質煙、ポリエチレン煙、及び発煙片の煙霧質に対する消煙実験結果を示した。

図5の木質煙に対する煙濃度-時間曲線

をみると、単一水噴霧 (印加電圧 0 kV) 放射の場合、曲線が最も上側に位置しており、 30 kV から 50 kV に印加電圧を増大させるにしたがって、消煙効果が顕著に表われる

写真10

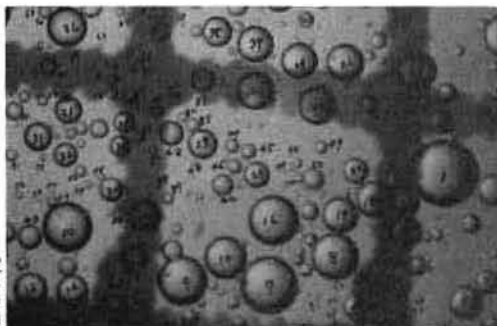
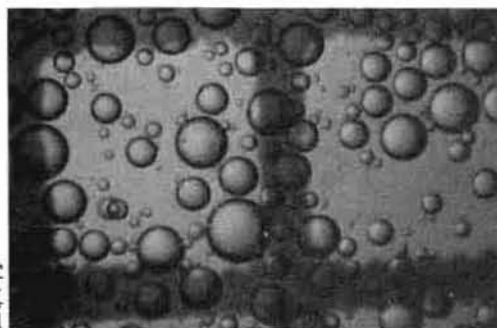


写真11

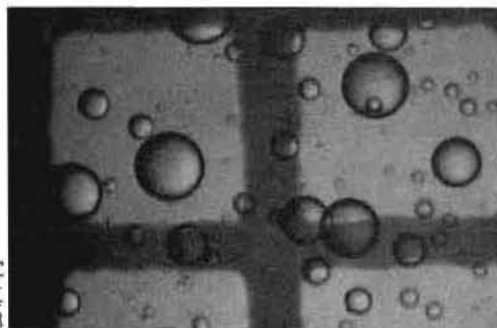


単一水噴霧粒子 (放射圧力 20 kg/cm^2 電圧 0 kV)

写真12



写真13



帯電水噴霧粒子 (放射圧力 20 kg/cm^2 電圧 50 kV)

表1 単一水噴霧放射の粒子径測定結果

粒径Rank (Nk)	個数 (n)	代表径 (dk)	ndk ²	ndk ³
0 < n ₁ ≤ 10	17	5	425	2125
10 < n ₂ ≤ 20	15	15	3375	50625
20 < n ₃ ≤ 30	19	25	11875	296375
30 < n ₄ ≤ 40	6	35	7350	257250
40 < n ₅ ≤ 50	14	45	28350	665500
50 < n ₆ ≤ 60	4	55	12100	48400
60 < n ₇ ≤ 70	4	65	16900	1098500
70 < n ₈ ≤ 80	10	75	56250	421875
80 < n ₉ ≤ 90	1	85	7225	614125
90 < n ₁₀ ≤ 100	2	95	18050	171475
100 < n ₁₁ ≤ 110	2	105	22050	2315200
110 < n ₁₂ ≤ 120	1	115	13225	1520875
120 < n ₁₃ ≤ 130	1	125	15625	1953125
合 計	—	—	212800	10959275

表2 帯電水噴霧放射の粒子径測定結果

粒径Rank (Nk)	個数 (n)	代表径 (dk)	ndk ²	ndk ³
0 < n ₁ ≤ 10	43	5	1075	5375
10 < n ₂ ≤ 20	18	15	4050	60750
20 < n ₃ ≤ 30	22	25	13750	343750
30 < n ₄ ≤ 40	5	35	6125	214375
40 < n ₅ ≤ 50	1	45	2025	91125
50 < n ₆ ≤ 60	1	55	3025	166375
60 < n ₇ ≤ 70	1	65	4225	274625
70 < n ₈ ≤ 80	0	75	0	0
80 < n ₉ ≤ 90	1	85	7225	614125
90 < n ₁₀ ≤ 100	1	95	9025	857375
100 < n ₁₁ ≤ 110	0	105	0	0
110 < n ₁₂ ≤ 120	2	115	26450	304175
120 < n ₁₃ ≤ 130	1	125	15625	1953125
130 < n ₁₄ ≤ 140	1	135	18225	2467375
140 < n ₁₅ ≤ 150	3	145	63075	9145875
合 計	—	—	173900	19229000

結果、煙濃度～時間曲線が、単一水噴霧放射の下側に位置するようになる。また、印加電圧 30kV と印加電圧 50kV のときを比較すると、煙濃度減衰時間に大きな差異が表われており、消煙効率としては、煙濃度の初期値と煙濃度の最終値の差と、この煙濃度減衰時間の両者を加味して評価する必要がある。また、図5に示す煙濃度～時間曲線の大きな特徴は、噴霧放射中に曲線群

にピークが表われないことであり、これは、他の有機性消煙剤又は表面張力低下剤を混合した水噴霧放射にみられないもので、噴霧放射中に視界が遮断されないという利点があることを示している。

図6のポリエチレン煙に対する煙濃度～時間曲線を見ると、木質煙の場合と異なり、消煙効果の差異が少なくポリエチレン煙に対しては、単一水噴霧放射の場合でもかなり良好な消煙効果を示した。図3における煙霧質の自然減衰時間曲線に示したように

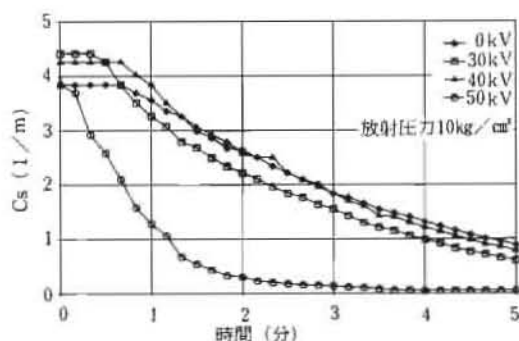


図5 木質煙濃度～時間曲線

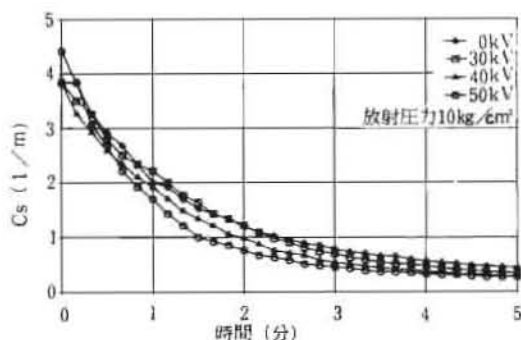


図6 ポリエチレン煙濃度～時間曲線

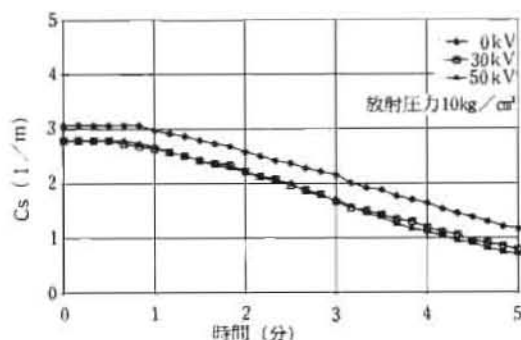


図7 発煙片煙濃度～時間曲線

木質煙に比較してポリエチレン煙霧質がエアロゾルとして不安定であることから、ポリエチレン煙は単一水噴霧放射の場合でも良好な消煙効果を示したものと考えられる。また、-30、-40、-50kV印加時には印加電圧に比例した消煙効果を得た。

次に、図7の発煙片煙霧質に対する煙濃度-時間曲線を見ると、煙濃度初期値が $C_s:3$ であり、木質煙やポリエチレン煙の煙濃度初期値($C_s:3.8\sim4.4$)と比較すると、非常に低濃度にもかかわらず、煙濃度時間曲線はかんまんな下降曲線を描いており、消煙効果がきわめて劣っている結果を示した。したがって、図5、6、7の実験結果を総合すると、発煙片《木質系》ポリエチレンの順に消煙難易度としてランクづけができることができるわけで、このことは、他の放射条件において実験した結果でも同様である。

イ. 放射圧力 20 kg/cm^2 時における消煙効果

図8～図10に放射圧力 20 kg/cm^2 時の木質煙ポリエチレン煙および発煙片煙霧質の消

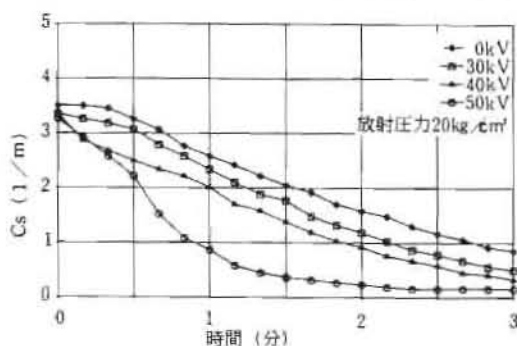


図8 木質煙濃度～時間曲線

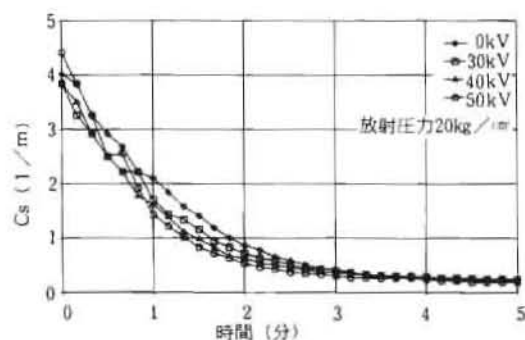


図9 ポリエチレン煙濃度～時間曲線

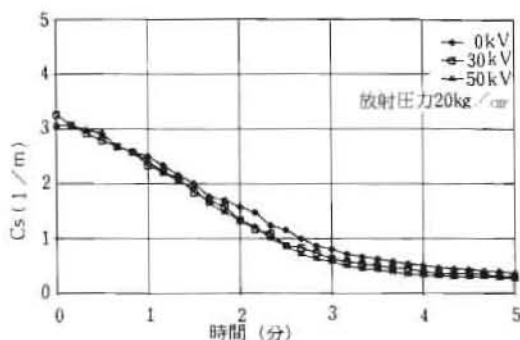


図10 発煙片煙濃度～時間曲線

煙実験結果を示した。

図8の木質煙に対する煙濃度-時間曲線を見ると、単一水噴霧放射の場合の曲線が最も上側にあり、印加電圧を30、40、50kVと増加するにしたがって、煙濃度の減衰率が電圧上昇率と一致した曲線をえがく。これは、図5の曲線群で、50kV印加時の特に良好な減衰曲線と照合してみると、印加電圧と噴霧の放射圧力とのバランスの影響が表われていると考えられる。放射圧力 10 kg/cm^2 と放射圧力 20 kg/cm^2 の単一水噴霧放射による煙濃度-時間曲線を比較すると、放射圧力を増加した場合の方が、明らかに消煙効率が増大するが、これは、ノズルから噴出する水噴霧粒子に大きな放射速度を与えることによって消煙効率を向上させているものと考えられる。

図9のポリエチレン煙に対する煙濃度-時間曲線を見ると、単一水噴霧放射による消煙効果が良好であるために、印加電圧をパラメータとした消煙効率にほとんど差がない。図6及び図9のポリエチレン煙に対する消煙実験結果からは、いわゆる有機合成高分子物質を素材とする新建材から発生する煙は、天然セルローズを素材とする木材から発生する煙よりも消煙（又は減煙）し易いことが実験的に明らかになった。これに対して、図10の発煙片煙霧質の煙濃度-時間曲線を見ると単一水噴霧放射による消煙効果はきわめて良好に表われており、このことは、放射圧力を増加して水噴霧粒子に大きな放射速度を与えることにより、超微粒子で構成された煙霧質に対しても相

当の消煙効果を期待できるといえる。しかし、図10の帯電水噴霧放射による煙濃度一時間曲線からは、単一水噴霧放射と比較して大きな差異がなく、十分な消煙効果を得ることができなかった。この理由は、この種の消煙実験の再現性が、主として放電電極の汚染に影響されることから印加電圧に比例した効果が得られない場合があり、今後の問題として検討する必要がある。

いずれにしても、このような超安定系煙霧質に対して消煙性能を向上させるためには水噴霧粒子に大きな放射速度を与えると同時に印加電圧をさらに高くするとか噴流体にローテーションを与えるというような工夫が必要であるといえる。

表3は、以上の実験結果から消煙効率を算出したものである。

表3. 噴霧放射5分後の消煙効率(%)

		木質系	ポリエチレン	発煙片
10kg/cm ²	単一放射	77	90	62
	-50kV印加	97	95	75
20kg/cm ²	単一放射	92	95	87
	-50kV印加	97	97	92

$$\text{消煙効率}(\%) = \frac{Cs \text{ 煙濃度初期値} - 5 \text{ 分後の } Cs \text{ 煙濃度}}{Cs \text{ 煙濃度初期値}} \times 100$$

$$\text{減光係数 } Cs = \frac{1}{\ell} \log_e \frac{I_0}{I}$$

I_0 : 煙層のないときの光量

I : 煙層を通過したときの光量

ℓ : 煙層の長さ (1.2m)

e : 自然対数の底 (2.731)

6. 考 察

(1) 水噴霧粒子径と帯電状況について

工業用顕微鏡で撮影したスライドガラス上の水噴霧粒子を観察すると、例えば、粒子径の分布範囲としては、最少値が7.7 μ mから最大値144 μ m(実験条件:放射圧力20kg/cm²,印加電圧-40kV)まで、大小さまざまな粒子群が存在する。噴霧ノズルから放射される噴流体そのものを直接高速度カメラによって撮影し、噴流体の性状を分析を行うことも解析手法としては、きわめて有効であるが、本研究で実施した静止状態にある水噴霧粒子形状

の大小によって噴流体の性状を究明することは、最も簡便な方法である。水噴霧粒子形状の大小は、単純な算術平均粒子径として表わすことができるが、これは単一長さの平均値であり、精密度を欠くきらいがある。そこで、現在では、体面積平均粒子径(ザウター平均粒子径)が常用されているが、 D_{me} (メディアン径)< D_m (算術平均径)< D_s (ザウター径)となって、ザウダー径が算術平均径よりも大きな値となるのが通例であるが、いずれにしても噴流体の性状を正確に表現できれば、どのような表示方法でもよいわけである。表1、表2の実験結果から、単一水噴霧放射と帯電水噴霧放射の場合を比較すると、ザウター平均粒子径として、単一水噴霧粒子径が51.5 μ m、帯電水噴霧粒子径が110.5 μ mであり、静電霧化現象は顕著に表われていないが、図11に示す粒度分布状態図をみると、帯電水噴霧放射の粒子径は50 μ m以下のものがかなり高い分布率となっている。高い静電霧化現象が得られない理由としては、現状の静電塗装技術でも液体の電気抵抗値として、0.02M Ω 以下の水溶性液体の静電霧化が困難であるといわれている。

今回の実験結果から帯電水噴霧粒子に顕著な消煙効果があることは明らかであるが、水噴霧粒子の超微粒化を静電作用により単独で期待できないとすれば、ノズルに回転素子を設けるような工夫も必要であると考えられる。

次に、水噴霧粒子の帯電状況については、静電噴霧ノズルにより放射した場合の水噴霧粒子は帯電量(噴流体の帯電範囲)を明確にできれば消煙機構の解明に手がかりが得られると考えられるが、現在までの研究段階にお

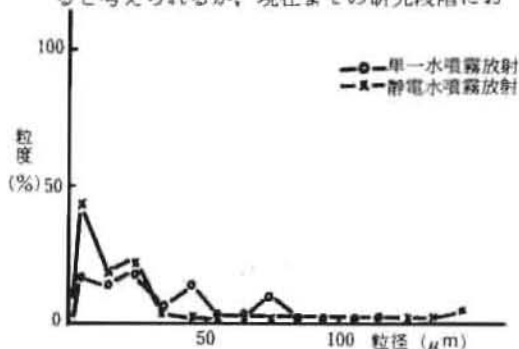


図11 粒度分布曲線

いては、単一水噴霧放射と静電噴霧放射の比較実験を行って、高電圧発生器からの出力電流と消費効果など間接的な究明方法をとっている。環状電極近傍に位置する噴流体が電界の影響を受けて大きな電荷を与えられ、中空円錐型の帯電分布状態を呈するものと考えるが、液滴を超微粒子化すれば、それに比例して水噴霧粒子の表面電荷量が増大するものと思われる。

(2) 帯電水噴霧放射による消煙効果

単一水噴霧放射と帯電水噴霧放射による消煙効率を比較した場合、前述したように有意な差があり、静電噴霧ノズルによる放射方法がきわめて有効であることが分る。図12、13は、この試作した静電噴霧ノズルによる消煙原理を説明するためのものであるが、まず図12をみると、無噴霧状態においてノズルに併設した電極に -50kV 高電圧（電流値： $90\mu\text{A}$ ）を印加したときの煙濃度一時間曲線であるが、煙濃度は時間軸（横軸）にほぼ平衡であり消煙効果は殆んど認められないことがわかる。これは煙箱を絶縁したり、接地しても同様な結果である。したがって、図13に示すような仮説によって、この種の静電噴霧ノズルの消煙効果を説明することができる。すなわち静電噴霧ノズルに高電圧のみを印加した状態から、水噴霧放射を付加した状態に切換えた場合、環状電極とノズル先端のグラウンドピンに電界が構成されて、プロテクター内側附近を通過する噴流体の構成微粒子群が静電気（電荷）を帯び、この電荷を帯びた水噴霧粒子がクーロン力によって煙粒子と引き合い、水噴霧粒子と煙粒子が親和力を増し、煙粒子を吸着しやすくなるものと考えられる。したがって、煙粒子によって構成された煙霧質は、エアロゾルとしての安定性を失い、大気中に浮遊することができなくなり重力沈降する。

煙霧質の自然沈降（又は自然減衰）は、ブラウン運動による微粒子相互の衝突や凝集によって不安定系となることで説明されるが、単一水噴霧放射又は帯電水噴霧放射を行った場合、噴霧質のエアロゾルとしての安定性をきわめて短時間に失わせることができるため

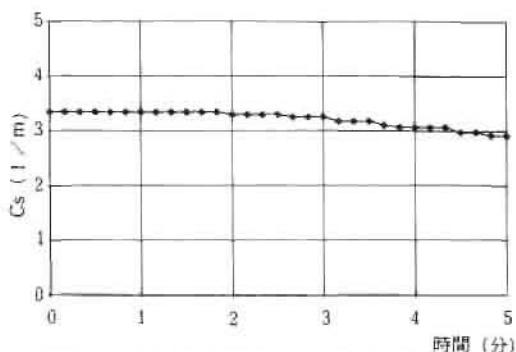


図12 無噴霧印加時（ -50kV ）の消煙効果

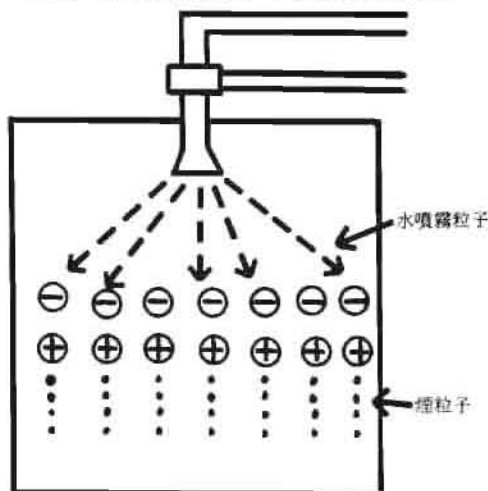


図13 静電噴霧ノズルの消煙原理図

に、視程を回復することができるわけである。

単一水噴霧放射による消煙効率の限界値を75%とした場合、水噴霧粒子径（ザウター平均粒子径）は約 $200\mu\text{m}$ 以下のもので消煙効果が得られているが、92%以上の消煙効率を期待するためには、水噴霧粒子径を $100\mu\text{m}$ 以下としなければならないことが今回の実験で明らかになった。また、95%以上の消煙効率を得るには、静電噴霧ノズルによる放射が必要である。

(3) 静電噴霧ノズルの安全性について

この種の静電ノズルの感電に対する安全性は、静電塗装用ノズルに準拠したものとなるが、一般の感電に対する危険性を少なくするためには、電圧よりも体内を流れる回路抵抗によって定まる電流値を小さくする必要がある、この実験に用いたノズルでは、ノズルに併設した電極部に印加される $30\sim 50\text{kV}$ の高電圧に対して電流値は $60\sim 90\mu\text{A}$ (0.1mA 以下)ときわめて小さいこ

とから、人体の感電に対する安全限界値(およそ 3~5mA)と比較して問題はない。また、ノズルの放電現象による可燃ガスの爆発危険性についても、火花放電を生じさせない電流値(1mA 以下)に抑えてあることから、火災現場に、例えば、酸化エチレン(最小発火エネルギー: 0.082mJ)のような特殊な有機物質が存在しないかぎり発火する可能性は全くないと考えてよい。

いずれにしても、消防機器として実用化を検討する段階ではこの種のノズルの操作上の安全性を考慮する必要があると思われる。

7. ま と め

現在までの研究経過をまとめると、静電塗装技術を応用した静電噴霧ノズルによる消煙方法は、基本的に、水噴霧粒子径の大小、分布個数、帯電電気量に関係して消煙効率が増減することが明らかになった。一般に、合成樹脂の煙霧質のように木質材の煙に比較して粒子径が大きい場合には消煙(又は減煙)し易いことが判明した。

今後さらに水噴霧ノズルの消煙効率を改善するためには、

- (1) 水噴霧放射形状が広角度で放射分布が均一なノズルを開発する。
- (2) 水噴霧粒子に大きな放射速度を与える。
- (3) 水噴霧粒子径(ザウター平均粒子径)を 100 μ m 以下のものとする。
- (4) 水噴霧粒子に負電荷(又は正電荷)を与える。等のことが必要である。

今後の研究としては、放水量の増加と水噴霧粒子の帯電状況あるいはノズル及び電極構造の改良等とならんで簡便な操作性、安全性等について検討を重ね、実用化が可能であるかどうか基礎的な研究を進めていく考えである。

8. 参 考 文 献

- (1) 渡辺 保, 最新静電塗装技術, 理工出版(1969)
- (2) 佐藤 豪, 空気中での噴霧の蒸発, P17, 液体の微粒化に関する講演論文集(1981)
- (3) 増田閃一, 静電気の基礎, 朝倉書店, (1971)