

静電消煙機の開発について(第8報)

設備用静電消煙装置

斎藤正己*
樋口正義*
池辺昇一*

1. ま え が き

火災時に建物内を流動拡散する煙の性状あるいは排煙、消煙、制ぎよなどについては、各専門の分野において、いろいろな研究が行なわれている。

現在、中高層ビル、地下街など法令で定める防火対象物には、防煙シャッター、防煙垂れ壁、排煙設備などが設けられており、火災時の煙の制ぎよを配慮したものになっている。しかし、中高層ビルや地下街の火災事例をみると、煙が廊下、階段等に充満し、視程が得られなくなるため、避難あるいは、消防隊が進入する際の行動を著しく阻害し、そのために悲惨な事故を起している事例が少なくない。

このような現状から、火災建物の通路または、廊下を流れる煙を遮断するために行なっているものとしては、エアーカーテン、ウォーターカーテン、静電消煙装置、遮煙袋、あるいは、加圧、減圧による煙流動制ぎよなどの研究がある。

静電気を応用した設備用の消煙装置の研究については、第4報(1974年10月消防科学研究所報11号P56~P59)にパネル型消煙装置の試作実験結果を報告したが、その後、消防隊用可搬型静電消煙機の開発実用化の過程において解明された消煙の原理、機構等を応用し、できるだけ小型で消費電力が少なく、かつ、消煙効果の大きい装置の開発を試みた。

今回は、実物大の廊下の通路断面積を約 $1/10$ に縮小した模型の実験装置を作り、その垂れ壁部分に相当する規模の静電消煙装置によって、流動煙に関する消煙及び、制ぎよ効果の基礎的な実験を行なったので、その概要を報告する。

2. 実験装置の概要

(1) 静電消煙装置の構造

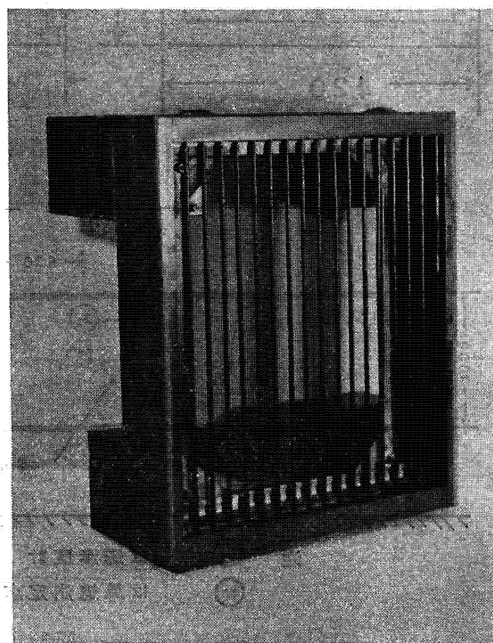


写真1 消煙電極

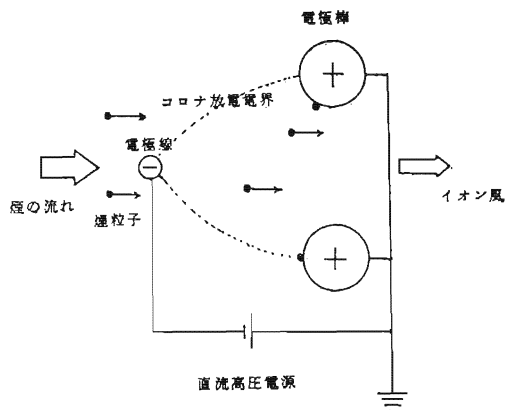


図1

* 第三研究室

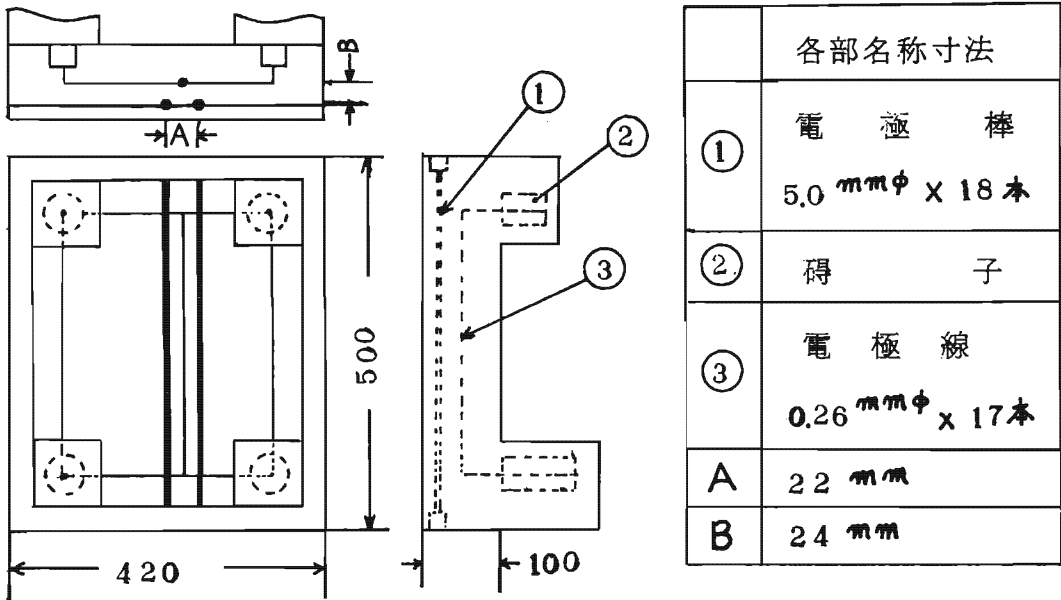


図2 静電消煙装置（消煙電極）の構造

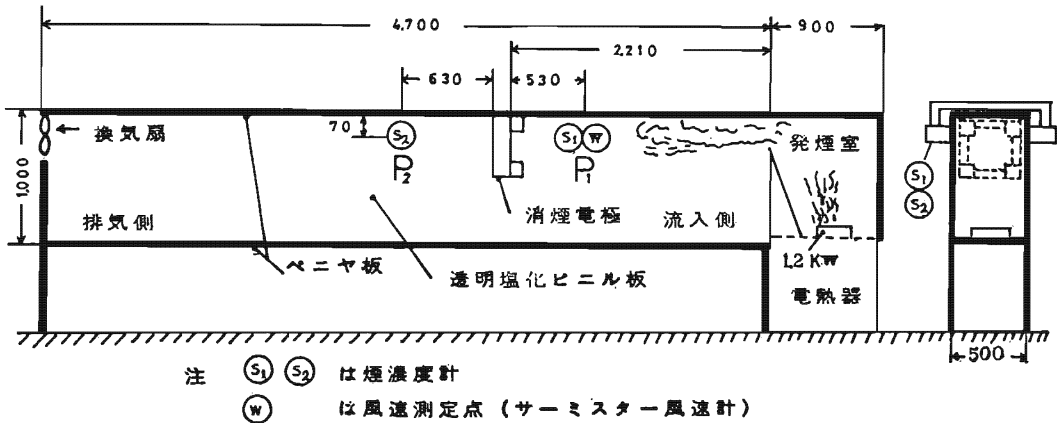


図3 実験用模型廊下

図1に示す電極線と電極棒の間に直流の高電圧を印加し、コロナ放電させるとイオン風が発生し、このイオン風を煙の流れと同じ方向に吹かせると、熱気流に乗っている煙粒子は容易にコロナ放電電界を通過し、消煙される。

この消煙装置は、一般の集じん器に使われている帯電部、集じん部のうち、帯電部だけを用いたもので、イオン風を積極的に利用する構造に設計した。

静電消煙装置の電極部（消煙電極）の構造は、写真1、図2に示すように、縦500mm、横420mm、厚さ10mmのアルミニウム製の枠に組込まれているもので、太さ5mmφのステンレス製の電極棒18本を約22mm間隔に並べ、これより約24mm離れた位置に電極棒と平行して、太さ0.26mmφのタンガステン製の電極線17本が碍子に

よって電氣的に枠組と絶縁された状態で固定されている。

(2) 実験条件および測定装置

実験に使用した模型廊下は、図3に示す高さ1m、幅50cm、全長5.6mの大きさで、鉄アングルで骨組を構成し、天井、床部はベニヤ合板、側壁部は透明塩化ビニル板を張ったものである。

廊下内の煙流動の方法は、気流入口側の発煙室内で1.2KWの電熱器と発煙片（昭和火工製40mm×14mm×12mm）を使って、温度約30℃の煙を発生させ、気流出口側に設けた小型換気扇によって煙の流動速度を0～0.5m/sの範囲に調整できるようにした。

発煙室から約2.2mの位置に一般の廊下垂れ壁と同様に天井面下部約50cmの範囲に図2の静電消煙装置を

設定し、電圧を印加した場合と印加しない場合について、煙流動の状況変化を煙濃度計及び写真撮影により計観測した。煙濃度は、消煙電極の煙流入側53cmの位置 P_1 、電極後部63cmの位置 P_2 で、いずれも天井下7cmのところ太陽電池とランプを対向させた濃度計および、ペンレコーダーを用いて測定した。

消煙電極によって発生するイオン風及び P_1 点の煙の流動速度についてはサーミスター風速計を用いて測定し、ペンレコーダーに記録した。消煙電極の電圧は、直流高電圧発生装置の出力側に接続した静電電圧計によって測定した。

3. 実験方法および結果

(1) イオン風の測定

図3に示す実験装置に設定した消煙電極の気流出口側のイオン風速をA～E点において、天井面より順次下部に5点(1～5)測定した(図4参照)。

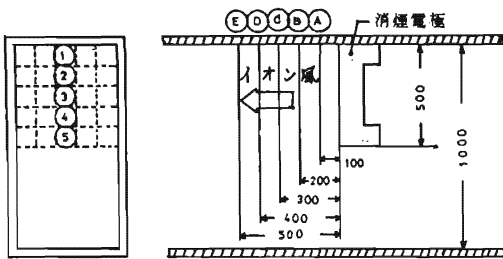


図4 イオン風の測定位置

測定結果は図5に示すとおり、消煙電極に印加する電圧が高いほどイオン風速も強く、電極棒に対して電極線に15KVを印加した場合、最高1～1.3m/sの風速になる。

風速分布を見ると、天井面から約15cmのところ最も強くなる傾向であった。

(2) 消煙効果の測定

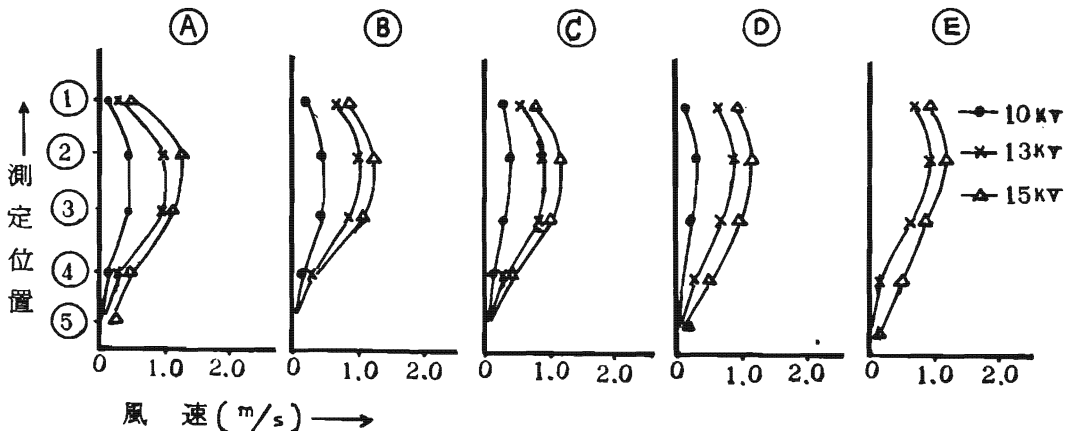


図5 イオン風速の測定結果

図3の実験装置において、発煙片を使って発生させた煙を天井面に沿って流動させ、消煙電極に電圧を印加しない場合と、電圧を印加した場合について、それぞれ煙濃度 C_{S1} (P_1 点)、 C_{S2} (P_2 点)および、 P_1 点の煙流動速度 W を測定した。

図6は、煙を自然流動の条件で消煙効果の実験を行った結果を示すもので、消煙電極の気流入口側の煙濃度 C_{S1} に対し、気流出口側の煙濃度 C_{S2} は、印加電圧が13KV以上になるとかなり大きく減衰し、良好な消煙効果が得られている。

写真2から写真5は、その消煙効果の状況を示したもので、印加電圧が13KV～15KVになると流動煙は、消煙電極で殆んど全部消滅してしまう。

なお自然流動における P_1 点の風速 W は0.1m/s以下、気流温度は約30℃である。

次に、廊下の気流出口側に設けた換気扇によって、 P_1 点の気流速度を0.3m/s、0.47m/sに強制的に速めた場合は、図7、図8に示す結果となり、消煙電極の気流出口側の煙濃度 C_{S2} が、煙流動速度を速くするほど大きくなる。

この実験結果から、煙の流入量が消煙電極の消煙能力以上になると消煙効率が急激に悪くなる。気流の速度は、図7、図8の曲線 W にみられるように、消煙電極に煙が進入してくるとやや遅くなる。

4. 考察

この実験の目的である煙の流動速度と、消煙電極による消煙効果の関係について考察してみると次のようになる。図6、7、8の煙濃度曲線に基づき、煙の各流動速度 W_1 、 W_2 、 W_3 における消煙電極に15KVの電圧を印加した場合の煙流入側 P_1 点の減光係数(最大値) C_{S1} に対し、煙流出側の点の P_2 減光係数(最大値) C_{S2} の関係は、表1のとおりである。

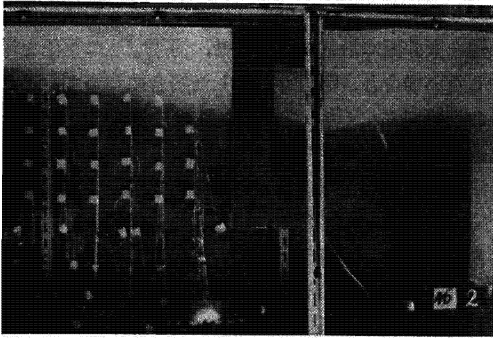


写真2 自然流動 (印加電圧0V)

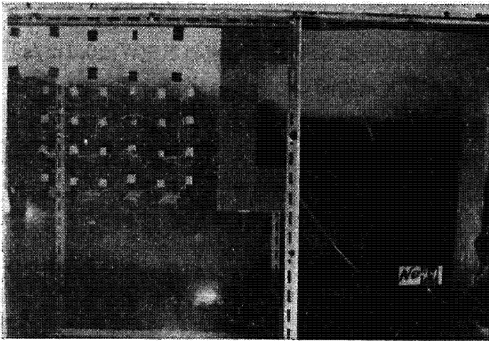


写真3 自然流動 (印加電圧10KV)

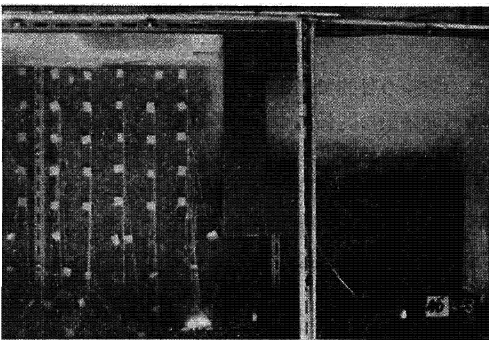


写真4 自然流動 (印加電圧13KV)

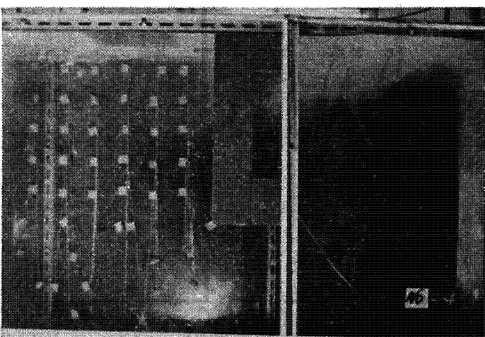


写真5 自然流動 (印加電圧15KV)

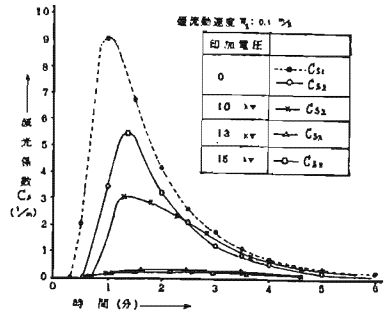


図6 煙濃度 (消煙効果)

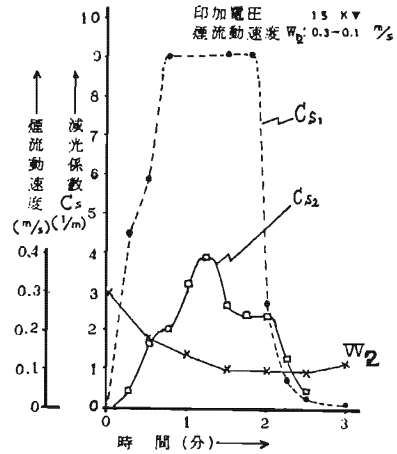


図7 煙濃度 (消煙効果)

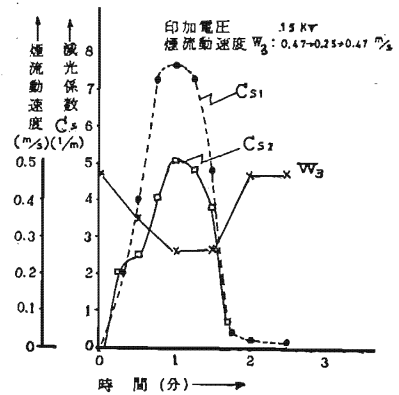


図8 煙濃度 (消煙効果)

表1

減光係数	煙の流動速度 (m/s)		
	$W_1=0.1$	$W_2=0.15$	$W_3=0.25$
C_{S1} (煙流入側 P_1)	9.1	9.1	7.7
C_{S2} (煙流出側 P_2)	0.2	3.9	5.0

ここで、各煙流動速度における消煙電極を通過する気流の流量 Qv 、 P_1 点における煙量 S_{M1} 、 P_2 点における煙量 S_{M2} とすると、

$$S_{M1} = C_{S1} \times Qv$$

$$S_{M2} = C_{S2} \times Qv$$

消煙効率を η とすると、

$$\eta = \frac{S_{M1} - S_{M2}}{S_{M1}} \times 100 (\%)$$

この η の値を煙の各流動速度について計算した結果は、図9に示すとおりである。

ただし、この消煙効率 η には、煙が P_1 点から P_2 点に移動する間に自然に減衰した量を含んだものである。

なお、消煙電極の電圧、電流特性については、図10に示すとおりであり、電極電圧 15KV で 1.2mA の電流が流れ、消費電力は約 18W である。

この実験は、廊下等を流動する煙の消煙及び制ぎょに関し、静電消煙技術の応用性をは握するため、もつとも基礎的な実験を試みた一例であって、今後は消煙性能の実用性について更に究明していく予定である。

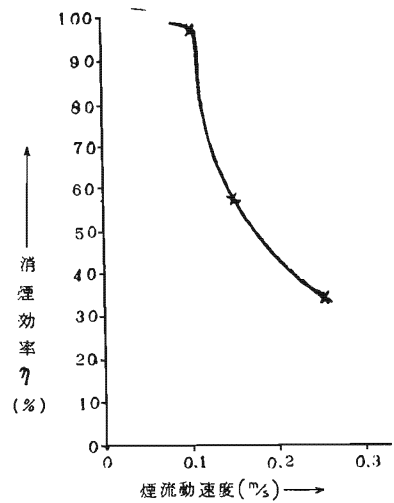


図9

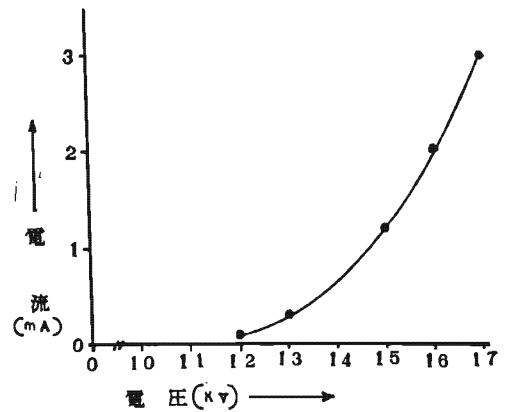


図10 消煙電極の電圧電流特性