

静電消煙機の開発について(第4報)

島 光 男*
 阿 川 道 男*
 梅 沢 道 雄**

1. ま え が き

この研究は、消防隊用の移動式消煙機として実用機の開発および建築物の設備用消煙装置の開発を目的とするものである。消防隊用のファン式消煙機と設備用のパネル型消煙装置について、これまで行なってきた研究の概要を報告する。

2. ファン式消煙機

今度試作した4号機, 5号機は, 所報10号に掲載した試作1, 2, 3号機によって得た資料に基づき, 実用型消煙機として設計したものである。

(1) 試作機の構造諸元

設計にあたって考慮した点は, 第1表の諸元表に示すとおりフレーム等の材質はすべてアルミ材を使い, 消煙風洞部および消煙電極の長さを600mmとし, 消煙電極絶縁がい子を風洞断面の範囲内に取付けるなど小型軽量化をはかった。消煙風洞部と送風機部については, 3号機までのものは一体構造であったが, これを分離して搬送可能とし, 消煙を行なう現場において両部を結合できる構造とした。4号機について各部の重量は, 風洞部36kg, 送風部23kg, 消煙電極上部の高電圧発生器22kgである。

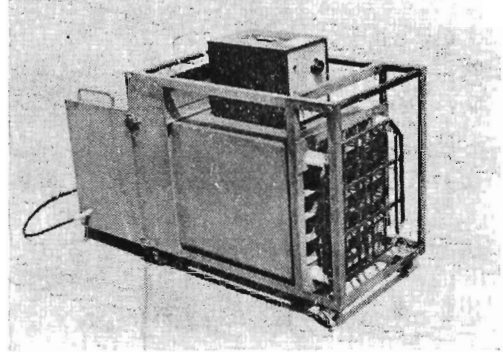
第1表 ファン式消煙機諸元表

試作機	消煙風洞		消煙電極				送風機		
	断面 mm	長さ mm	直径 mm	長さ mm	本数	材質	出力 W	羽根 数	羽根 直径
4号機	450× 450	600	3.0	600	32	ステン レス	270	4	45cm
5号機	"	"	"	"	"	"	240	"	40"

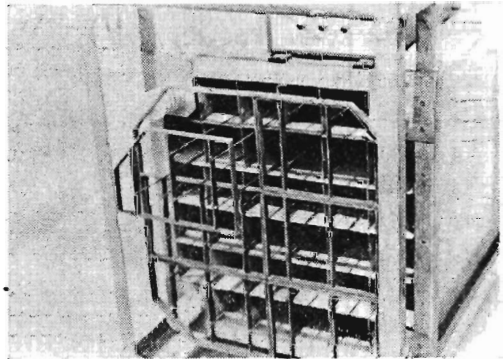
風洞部消煙電極の構造および組立方法については, 特に新規な考案に基づいて設計したもので, 写真第2, 第3に示すように風洞内の集煙板および電極棒を6個のブロックに分けて引き出すことができる。放電極は直径3mmのステンレス棒を使った。

* 第三研究室
 ** 中野消防署

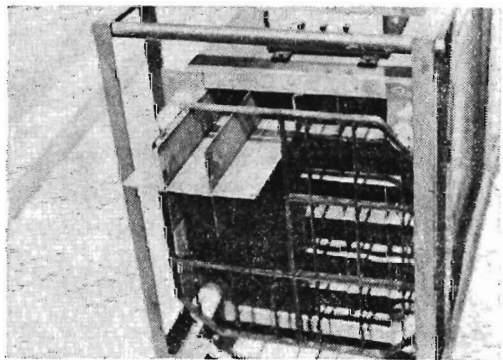
写真第1



写真第2



写真第3



火災の煙を対象とする消煙機では, 一般建物用の集じん機の場合と異なり, 集煙板に吸着する煙粒子量が

多いので、消煙電極（集煙板および放電極）を容易に分解して掃除できる構造であることが実用機としての必要条件である。

消煙電極に給電する高電圧発生器については、消煙機自体に装置されている方が実際の運用面から望ましいので、4号機では直流出力電圧25kV、電流10mAのものを試作し、消煙風洞上部に積載した。

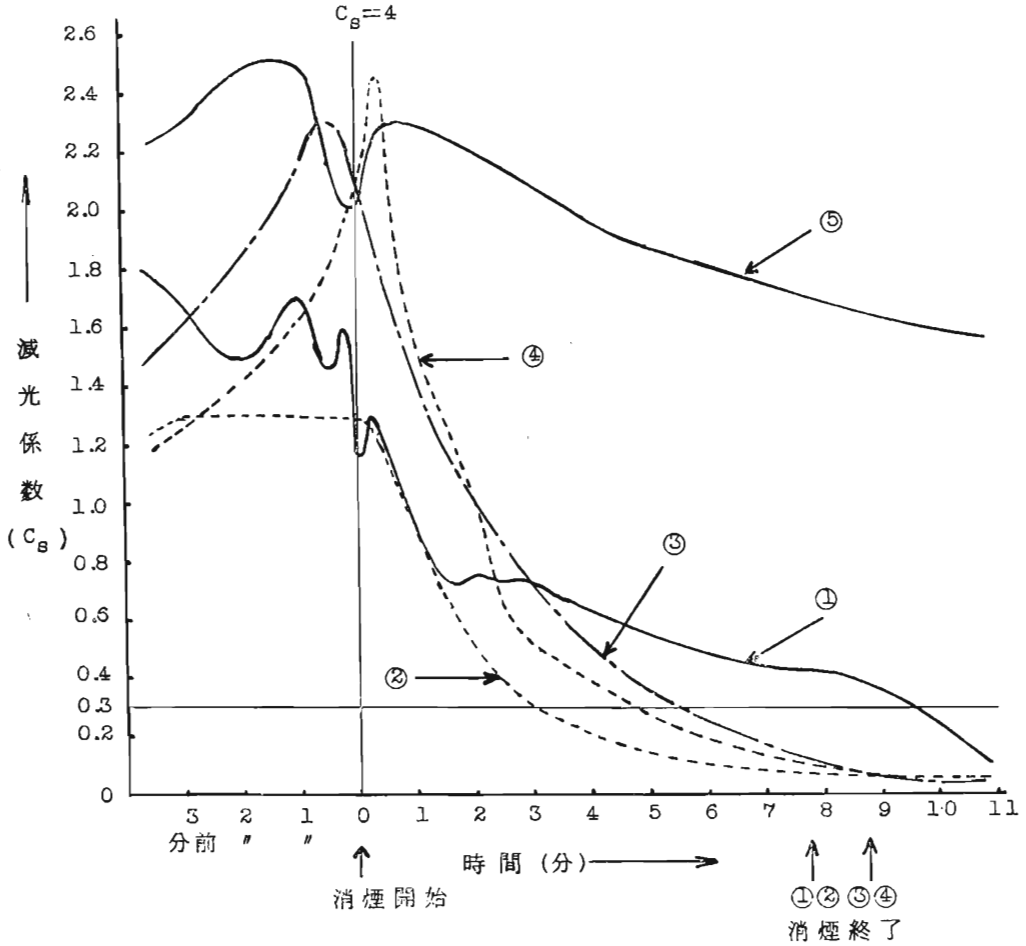
(2) 消煙性能

試作4、5号機について消防訓練塔4階の実験室を

使い、木材、合成樹脂の燃焼煙に対する消煙性能実験を行なった。実験は所報10号に掲載した床面積88㎡(12.1×7.3m)、天井高3.2m、容積280㎡の実験室A室中央床上に4号機を、B室中央に5号機を設定し、2台を連合運転した場合について行なった。

実験の結果、試作機的能力は、第1図、第2表に示すとおり消煙電極に電圧25KV、10mAの直流を印加した場合、減光係数 $C_s=2.1$ 程度の濃煙を約5~6分で $C_s=0.3$ に降下させることが出来る。

第1図 ファン式消煙機の消煙性能曲線



実験No.1の曲線①が消煙を開始してから1分40秒経過後、消煙効果が悪くなった理由は、A室に設定した4号機の高圧発生器より消煙電極に至る高圧ケーブルが設計どおり十分な絶縁がされていなかったために、通電後1分40秒の時点で煙粒子によるカーボンによって絶縁不良をおこし、高電圧発生器のヒューズが切れ、消煙電極に高圧が印加されない状態になったためである。

消煙効果について煙を充満させた実験室の容積と消

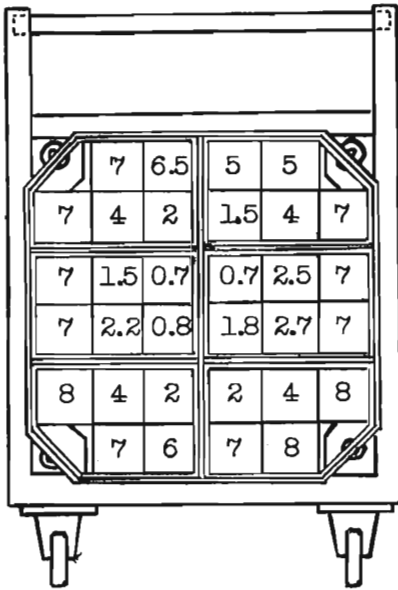
煙機の風洞内を通過する空気量の関係を考察してみると次のとおりになる。4号機の消煙風洞の出口における風速分布を熱電型風速計によって測定した結果、毎秒当りの風速は第2図の数字で示したとおりであり、風洞内を通過する全風量を計算すると、約50㎡/分である。A、B室において2台連合運転した場合には、約100㎡/分の煙粒子を含んだ空気が消煙機風洞内を通過することになる。この風量に消煙を開始してから減光係数が0.3に降下する時間 $T=6$ 分を掛けると、 T

第2表 ファン式消煙機の消煙性能実験結果表

実験No.	曲線記号	消煙電極		ファン 出力W	消煙開始時のCs		Cs=0.3に降下する時間	
			電圧KV	電流mA		A室	B室	A室	B室
1	①	4号機A	25	11.5	270	1.30		9分20秒	※
	②	5号機B	30	25	240		1.30		3分
2	③	4号機A	24	8.5	270	2.12		5分30秒	
	④	5号機B	27	10	240		2.12		4分45秒
3						ファン運転開始時のCs		10分後のCs	
	⑤	4号機A			270	2.0		1.6	
		5号機B			240		2.0		1.6

(注) 実験No. 3は消煙電極に電圧を印加せず、ファンのみ運転した場合
※曲線①は1分40秒以降4号機に高圧が印加されないまま

第2図 消煙風洞の風速分布



分間に消煙機風洞内を通過する風量 Q_T は、約 600 m^3 になる。この実験を行なった煙室A, Bの全容積 $V = 280 \text{ m}^3$ に対する比率 R を求めると、

$$R = \frac{Q_T}{V} = \frac{600}{280} \approx 2.4$$

すなわち、煙室の全空気量を2.4回消煙機風洞内を通過させれば、減光係数 $C_s = 0.3$ 程度に降下する消煙効果が得られることになる。

3. パネル型消煙装置

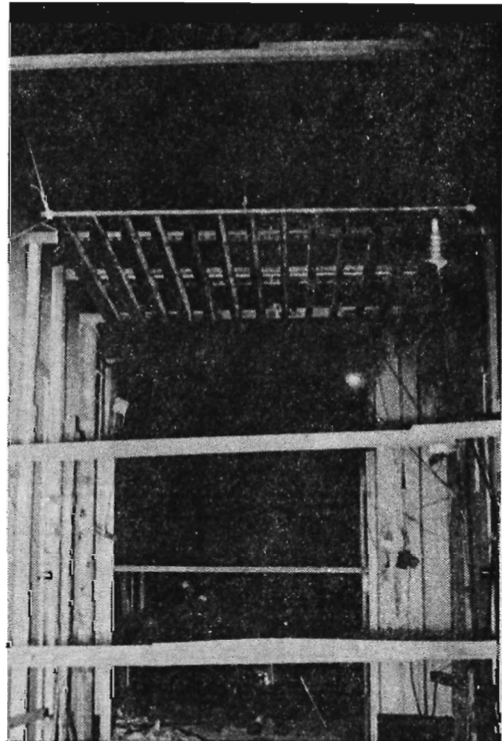
建物内に発生した火災による煙の流動、拡散を制ぎよするための消煙装置を試作し、旧米軍王子キャンプ

ビル火災において廊下を流動する煙の消煙実験を行なった。

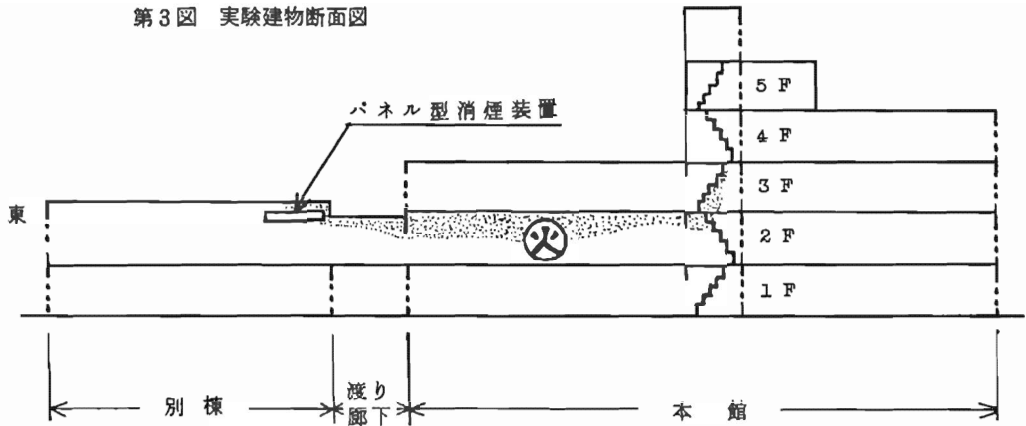
(1) 消煙装置の構造および設定方法

実験した消煙装置は、写真第4に示すとおり幅 150 mm 、長さ $2,700 \text{ mm}$ 、厚さ 1 mm の鉄板13枚を 150 mm 間隔で配列した電極板とその各電極板の中間に直径 0.5 mm のピアノ線を張って放電極としたもので、これを第3図、第4図のように実験建物別棟の廊下、

写真第4 消煙中の状況

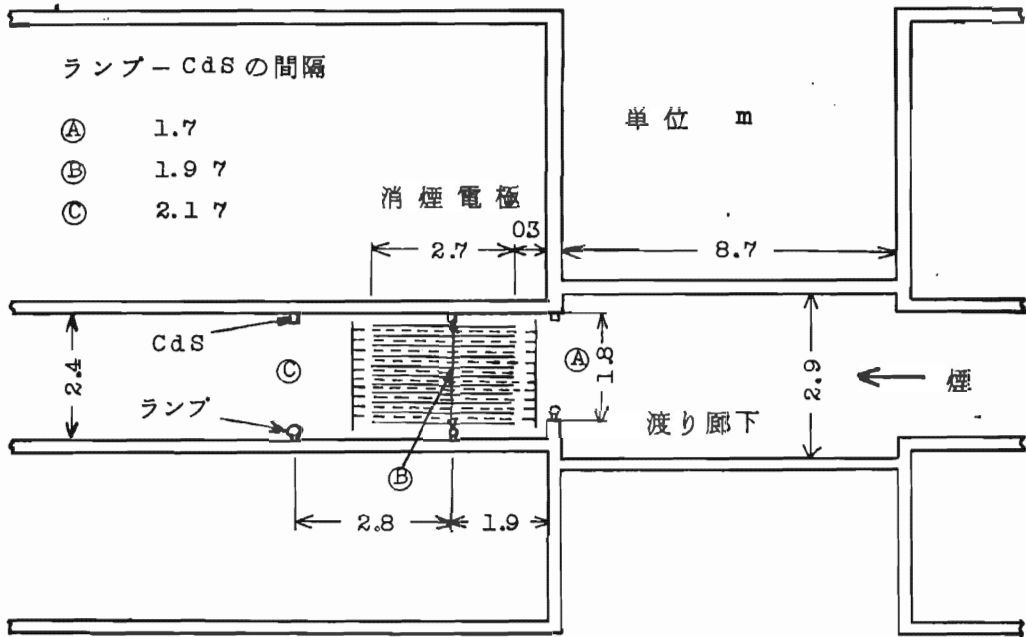


第3図 実験建物断面図

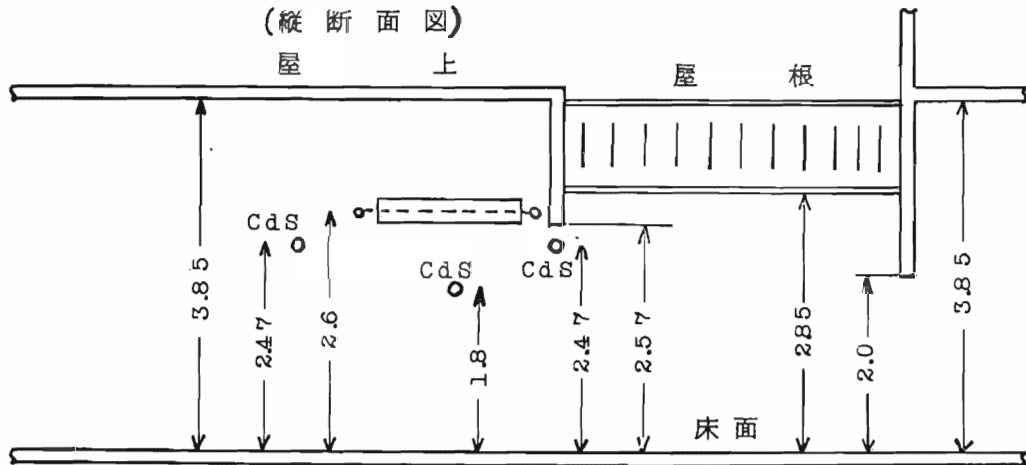


第4図 パネル型消煙装置設定図

(平面図)



(縦断面図)



天井部に設定し、両電極間に30KV（電流12mA）の直流高圧を印加することによって流動煙の粒子が電界の影響を受けて帯電し、電極板に吸着消煙されるのである。

(2) 実験の要領

実験の要領は第3、第4図に示す建物の本館2階、渡り廊下、別棟廊下部分を使い、ⓐ位置の部屋を火災室とし、燃焼にともなって廊下を流動拡散する煙に対する静電消煙を行なった。消煙装置の設定位置と火災室との距離は約25m、火災室の大きさは、床面積26㎡（4.8×5.4m）、室容積99㎡（4.8×5.4×3.8m）燃焼規模は古材、古繊維等30kg/㎡、燃焼面積20㎡とした。

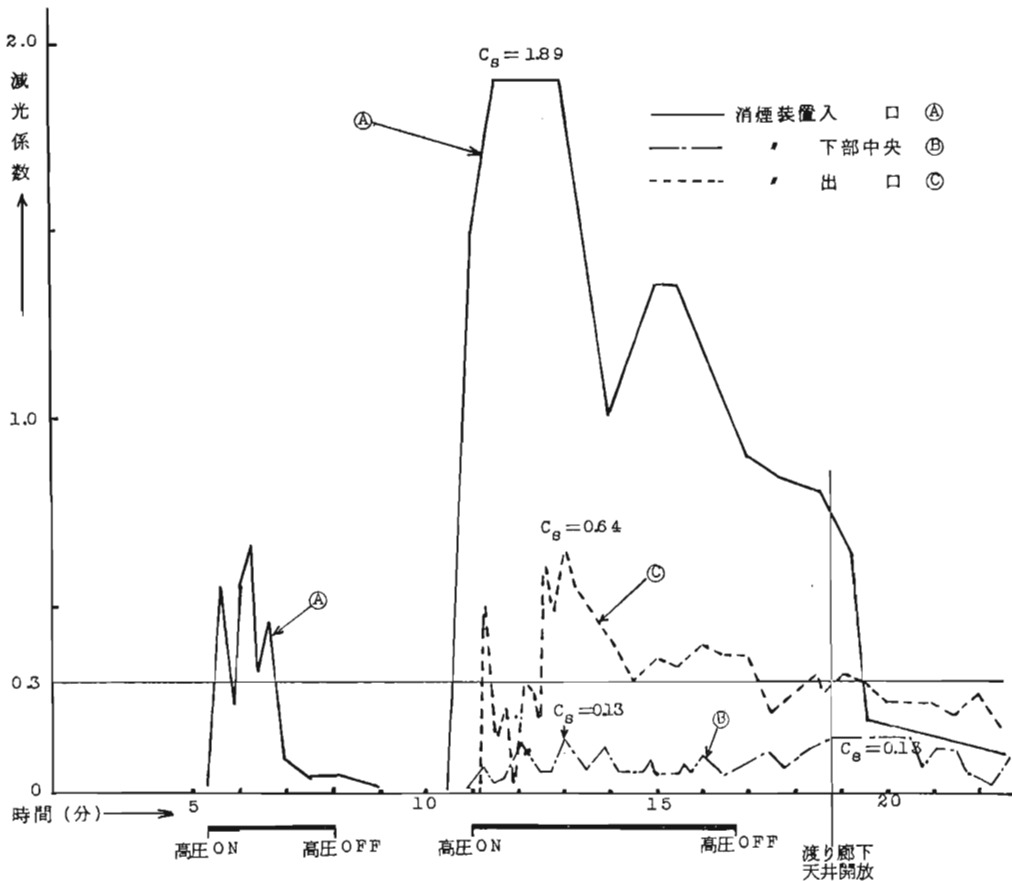
(3) 消煙効果

消煙効果をみるために第4図に示すABCの3点における煙濃度（減光係数）を測定した。第5図は各点の煙濃度を測定した結果を示すもので、火災室で発生した煙は、本館廊下を流動し、最初、点火後5分20秒の時点で別棟に流入しはじめたので、消煙装置に電圧を印加したが5分20秒から9分までの間に流入した煙の量は、消煙性能を実験するためには十分でない

め、消煙装置の電源をしゃ断した。その後、渡り廊下で行なっていた防煙性能実験用の垂れ壁を撤去し、さらに別棟東側の廊下ドアを開放したところ、10分30秒よりかなり濃度の高い煙の流入がみられたので、11分より16分40秒の間に消煙装置に電圧を印加した結果、別棟の廊下入口（A点）における煙濃度（減光係数）は最高 $C_s=1.9$ 、消煙装置の下部中央（B点）では $C_s=0.13$ 以下、消煙装置を通過した後（C点）の煙は、最高 $C_s=0.64$ 、平均0.3~0.4であった。

消煙装置後方の廊下中央部で消煙効果を肉眼で観測した状況によると、廊下を流動してきた煙は、天井面に沿って流入し、直接電極板に吸着されてしまうものと、一部は電極板の間または電極板と壁体の間を通過して消煙電極板と廊下天井との間げきに停滞し、徐々に流動降下しつつ吸着されてしまうものがある。結局、天井面に沿って流動してきた $C_s=1\sim 2$ の煙は消煙装置を設置したところを通過するまでに殆んど消煙されてしまい床上2.4m位置で平均0.3~0.4程度まで濃度が下り、床上1.8m以下の範囲では最高 $C_s=0.13$ となり、かなり良好な消煙効果が認められた。したがっ

第5図 静電消煙実験における各点の煙濃度（減光係数）



て、この実験による消煙方法は建築物の通路等における流動煙を制ぎょする場合に有利であり、実用化も期待できるものと思われる。

なお、今回の火災実験では、18分50秒に渡り廊下天井排煙口の実験を行なったために、それ以降別棟の廊下には煙の流入がなく、さらに過酷な条件におけるデータが得られなかったが、今後、機会をみて実施したい。

4. む す び

ファン式消煙機については、消煙風洞の長さとお煙効率の関係をは握する必要があり、1号機より5号機までの性能実験の結果、消煙風洞の長さは、1 mのも

のを60cmに短縮しても性能上では大差ないことが明らかになった。これは風洞中の電界内に入った煙粒子の帯電量が60cm程度の通路内で十分飽和状態になるものと推察され、消煙効率の改良、軽量化に関し重要なことであるので、今後さらに詳細に解明してゆきたい。放電極の太さについては、機械的に堅牢であり、風洞内に容易に組込めることを考えて3 mmのステンレス棒を使ったが、消煙性能からみて細い線の場合とほぼ同じ結果を得た。

設備用の固定式の消煙装置については、各種のものが考えられるので移動式消煙機等の開発技術を基礎に今後さらに研究を進めてゆく予定である。