

静電消煙機の開発について (その2)

島 光 男*
山 崎 建 志*

1. ま え が き

煙の問題は報告その1で説明されているとおりの各方面で研究されているが、特に火災の煙は大量、高濃度、広範囲にわたるものであるため、その解決策が非常にむずかしいものである。静電気を利用した消煙機については、これら煙対策の一環として積極的に研究開発をすすめてきたもので、消防隊による消煙作業の能率化によって消防活動を少しでも容易にしようとするものである。

この報告はその1で得られた結果にもとづいて実用機の研究開発を行なった概要である。

2. 消煙機の種類

静電消煙機として具体化する方法を大別すると次のものが考えられる。

- (1) ビーム式消煙機
- (2) ファン式消煙機
- (3) イオン風式消煙機
- (4) イオンジェット式消煙機
- (5) 放射性物質によるイオン化消煙方式

上記のうち(1)、(2)、(3)については、今回試作実験した消煙機の型式名称を示したものである。(4)のイオンジェット式については、連続したイオンビームを放射する形式のもので、電極線を張ったものと同じ効果を得ようとするものであるが、試作機として具体化することが容易ではない。また(5)の放射性物質によるイオン化方式については、理論的に可能であるといわれているが実用上問題点が多いものと思われる。したがって、今回は(1)、(2)、(3)の型式の消煙機の試作実験について概要を報告する。

3. ビーム式静電消煙機

(1) 原理、構造

この消煙機は直流の高電圧を印加したマイナス極性の電極線を煙室内の空間に設定し、煙粒子に電荷を帯電させると、電極線に対し反対極性になる壁、床、天

井に煙粒子が吸着するという静電吸引作用の原理をそのまま応用したものである。

試作機の構造は、直径0.5mmの電極線を張った全長6~8mの伸縮できるビーム(棒)型の電極部、これを水平に保持する脚部、電極線に約100KVの直流高電圧を給電印加する高電圧発生器および高圧ケーブルによって構成されている。電極部、電源部ともに可搬型とし、容易に搬送できるものとした。

写真1 ビーム式消煙機全景

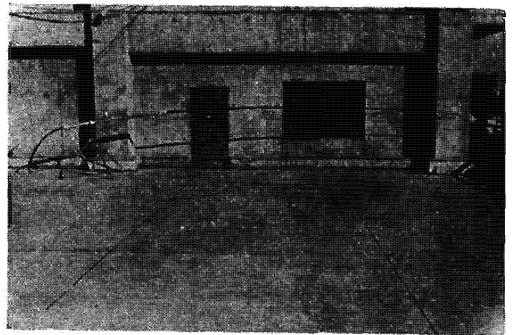
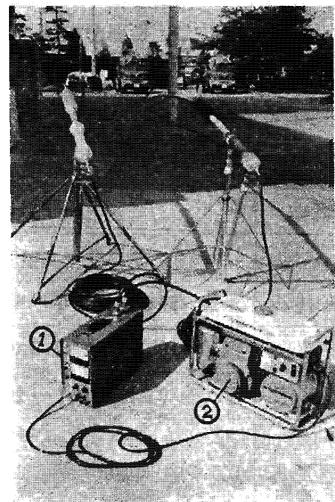
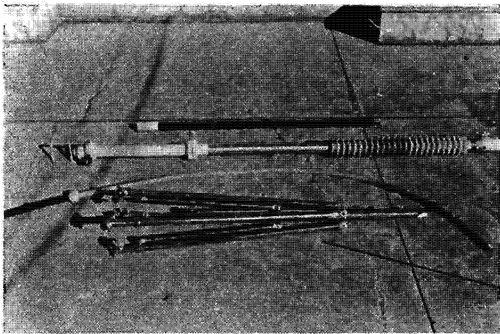


写真1-2



- ① 高電圧発生器
- ② 発動発電機

写真2 分解した状態



各部の仕様は第1表のとおりである。

高電圧発生器については、基礎実験の結果、長さ6～8mの電極部1本当りに必要な電流が最大0.5mA程度であるため、発生器の出力としては100KV、1mA取り出せるものを採用した。この電源装置の試作に当り特に検討した点は、高電圧を取扱う際の安全性の問題で、その対策としては、発生器内に一次側回路を遮断するリレー装置を設けて出力電流が1mA以上流れないようにした。また、出力側のコンデンサーに充電された電荷に対しても人体に危険を及ぼさない電流値におさえるためにケーブルの先端に高抵抗(約20MΩ)を接続する方法をこじった。さらに電撃等を受けることのないように電極線に接近しようとする物体を感知して電源を遮断する簡単な構造のレーダー装置を開発中である。

(2) 使い方、性能

消煙機の設定方法は、電極部を煙室の窓またはドアより室内に挿入し、これを壁体、床面等から約1mの間隔を保ち、ケーブルおよび電源部より所定の電圧をかける。電源部の能力は電極部を2基同時に使えるもので、ケーブルを2本並列に結合できる。電極部1

写真3 ビーム式消煙機の室内設定状況

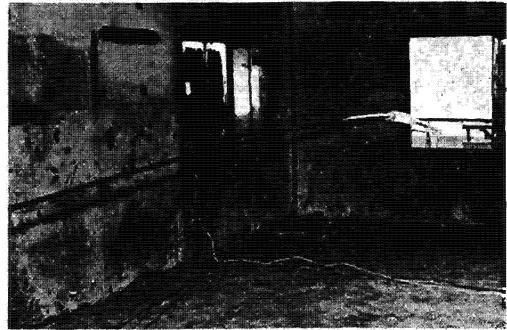
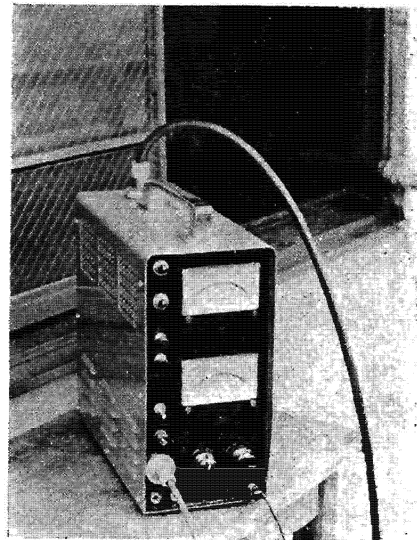


写真4-1 高電圧発生器

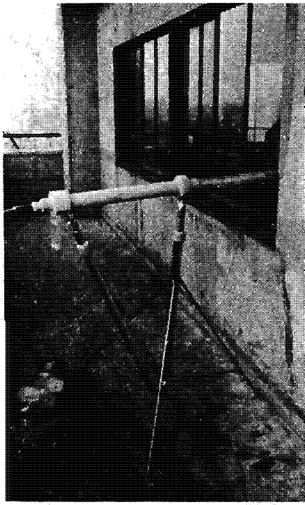


基当り直流側の出力は50W程度で、電極部2基を同時に使用した場合、高圧電源部の所要電力容量は約350VAである。

第1表 ビーム式消煙機の各部仕様

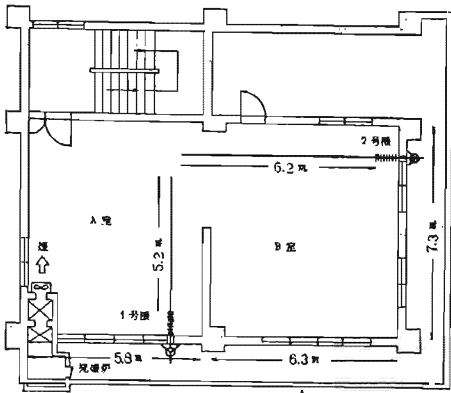
各部の名称	大 小	重量kg	材 質, 方 式	容 量
電 極 線	径0.5φ, 長さ6～8m		ピアノ線	
電極線支持棒	径10～50φ, 長さ6～8m	1	グラスファイバー	
電極絶縁部	径50～100φ, 長さ1.5m	7	ジュラコン樹脂, アルミパイプ	
脚 部	径20～40φ, 高さ1～2m	14	真ちゅう, アルミパイプ	
高電圧発生器	160×480×320mm	25	コッククロフト方式	入力AC100V350VA 出力DC100KV1mA 負極性
発 動 発 電 機	ビーム式消煙機 6基同時使用可能		可搬式(2人)	発電機出力1kW 電圧100V (AC, 50Hz)

写真4-2 消煙機を窓からさし込んだ状況

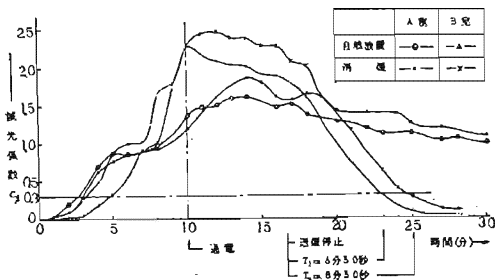


消煙性能は、耐火造建物の容積 280m^3 ($12.1 \times 7.3 \times 3.2\text{m}$) の室内に木材、合成樹脂等約 20kg の燃焼による煙を充満させ、まったく視程が得られない状態（減光係数 $C_s = 2 \sim 3$ ）にしておき、この型式の消煙機2基を第1図に示す位置に設定して消煙効果を実験した結果、通電後約7分程度で 10m 以上の視程 ($C_s = 0.3$) が得られた。第2図は室内に充満した煙を自然放置した場合と静電消煙を行なった場合との煙濃度

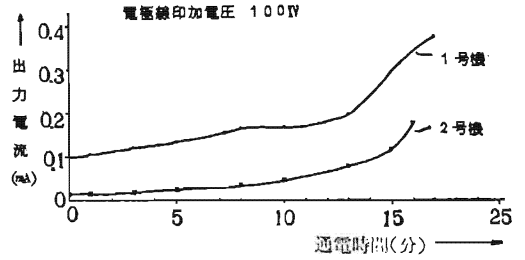
第1図 ビーム式消煙機の設定方法



第2図 ビーム式消煙機2基による消煙効果曲線



第3図 ビーム式消煙機の電流極性



の降下状況を示したものである。

この実験には実際の高層耐火造建物の消防訓練、各種の実験等が行なえるように作られた消防訓練塔の4階を使い、突火災で発生する煙と同質の煙を発生させ、これを $25\text{m}^3/\text{分}$ の送風機で強制的に室内 (280m^3) に送入する方法で実施したのであるが、送煙時には窓枠の隙間等からかなり高濃度の煙が噴出する状態がみられる。したがって、煙の状態はかなり苛酷な条件であるため、連続して送煙のままこれに対抗して消煙するには2基以上の消煙機を連合して使用することが必要である。

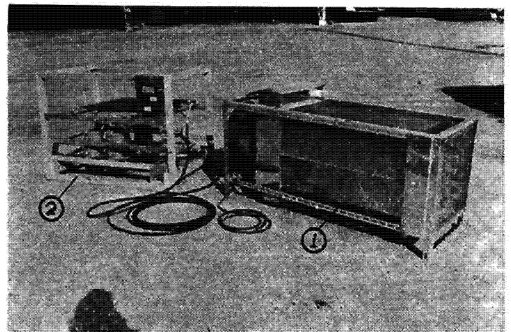
4. ファン式静電消煙機

(1) 構造および消煙の機構

この消煙機は送風機（ファン）と多数の電極線を張った消煙用風洞を組合せた構造のもので、消煙の機構は、室内の煙をファンで強制的に風洞内を通過させることにより、煙粒子が高圧電極線の電界の影響をうけて風洞内に吸着されるのである。試作機は第4図に示すとおり断面が $450 \times 450\text{mm}$ 、長さが 800mm の角型風洞と、その後部に送風機を装置し、風洞の内部には約 75mm 角の通風路を36個設け、その区画された各部の中心に直径 0.5mm の電極線を張り、これに直流電圧約 $20 \sim 30\text{KV}$ を印加し、ファンによって吸込んだ煙を風洞内のセパレーターに吸着消煙する構造のものである。

消煙部の電極線に印加する電圧、電流の関係については、電極線1本当たり電流 $0.7 \sim 1\text{mA}$ 、

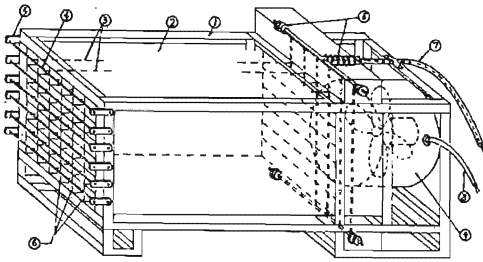
写真5 ファン式消煙機



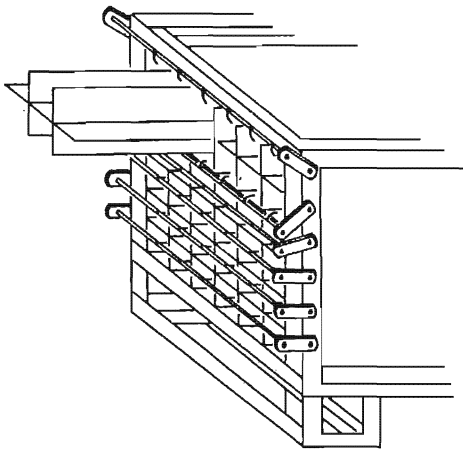
① 消煙機

② 電源部

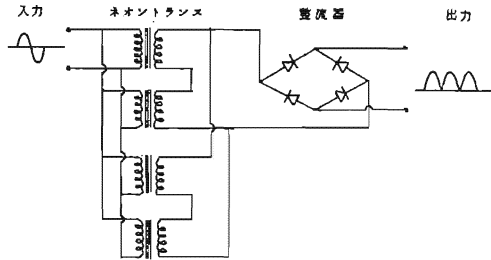
第4図 ファン式消煙機



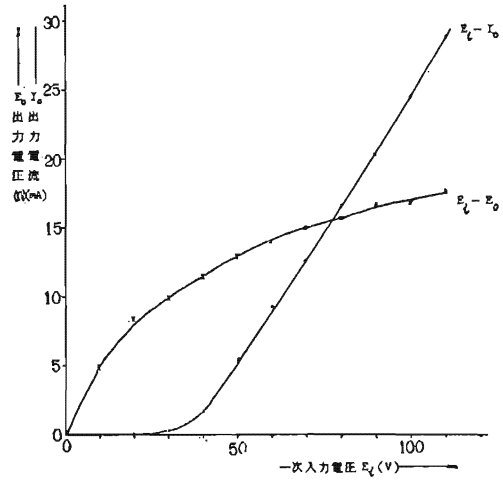
第5図 ファン式消煙機セパレーター



第6図 ファン式消煙機電源部結線図



第7図 ファン式消煙機電源装置の負荷特性



第2表 ファン式消煙機電源装置の各部仕様

各部の名称	入力電圧	入力電流	出力電圧	出力電流	容量	型式
ネオントランス	100V	35A	15KV	20mA	350VA	
セレン整流器	22KV		11KV	逆耐せん頭電圧 2.2~22KV		FSKiC
高圧ケーブル	外径 15mm			耐圧 100KV		同軸10C 2V

36本で約25~40mA、電圧が15KVから30KV程度印加出来るように設計した。

電源装置は実験の第一段階として市販のネオントランスと整流器を第6図に示す結線図にもとづいて組立てたもので行なった。この電源装置の負荷特性については、第4図に示す構造の消煙機を高圧用同軸ケーブルで結合した状態で測定した結果、第7図のとおりである。すなわち、入力電圧AC100V(50Hz)で出力側の電圧は17.5KV、電流は28.8mAである。電源装置各部の仕様は第2表のとおりである。

(2) 使い方、性能

ファン式消煙機の設定は、従来の排煙機のように排煙管を必要としないものであり、消煙機本体を煙室内に置いてくるだけでよく、そのほかケーブルの延長と電源操作はビーム式消煙機の場合と同様である。この型式のものは、前記ビーム式と比較して低い電圧でよ

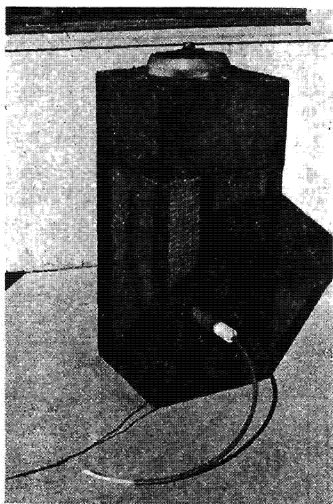
いが、ファンを併用しなければならないのが短所でもある。しかし、ファンを装置しているのに必要に応じて従来の吸気排煙、送気排煙、ガスの排出、排煙にも使えるので活用の方法によってはかなり便利である。

消煙性能については、前記と同様の煙室を使って2台を連合運転によって実験した結果、ビーム式2基とほぼ同じであった。消煙機1台当りの消費電力は消煙部400~500W、ファン200~400Wである。

ファン式のものについては、以上の型式のほか写真6に示すものについても試作実験を行なった。この構造は枠組の中心に上下に1本の電極線を張り、その周囲を金網で囲ったものである。電極線と金網の間に100KVの直流高電圧を印加できるようにし、上部に設けたファンによって煙を上部より吸込み、金網を通って循環することにより、煙粒子を金網に吸着させることが出来る。容積24m³の煙室で実験した結果で

は、かなり良好な消煙効果が認められたが、1本の電極線であるため能力が小さく、大きな室内を消煙するには適しない。この消煙機は構造がきわめて簡単であることが特徴である。

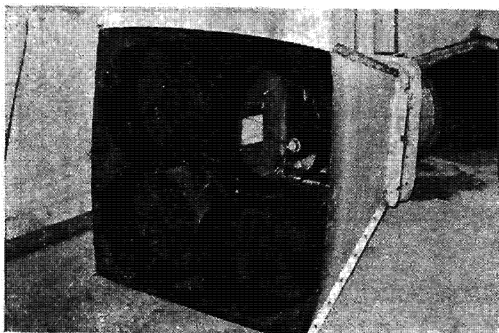
写真6 ファン式消煙機の一例



5. イオン風式静電消煙

イオン風式消煙機については、写真7に示すように風洞内に円筒を4個とその円筒の後部中心に針状の電極を各々1本ずつ合計4本を装置し、イオン風が前方

写真7 イオン風式の一例



に出やすい構造のものを作り、風洞と電極間に約100KVの直流高電圧を印加した結果、ほかに種々の方法で行なったものよりかなり良好なイオン風の発生が認められた。さらに後部に送風機を取付けて強制的に送り出す方法で煙室において消煙を試みたが期待する成果が得られなかった。

6. 結 論

静電消煙機について試作機の概要を述べたのであるが、開発についての考え方と特に苦心した点についてまとめてみると、ビーム式消煙機に関しては、構造が簡単であり、比較的電気効率が良い特徴もっているため、これを出来るだけ取扱い容易な方法で具体化することを開発の目標にした。しかし、100KV以上の高電圧を必要とするため、カーボン質の煙粒子が絶縁部に付着した際に沿面放電をおこしやすく、絶縁ホルダーについて相当に多量の粒子が付着しても耐えられる構造のものを開発することが消煙機の具体化を可能にするキーポイントであった。また、電源部についても小型軽量化の研究をすすめてきた。

ファン式消煙機に関しては、電極線が本体の外部に露出してない構造のものをねらって開発をすすめてきたもので、これは取扱い上の安全対策が比較的容易である。この消煙機の構造上の特徴は、電極線の取付方法と集煙板（セパレーター）の構造に新しい考案がなされていることである。第5図はその構造を示したもので、セパレーターを風洞内から引き出して容易に掃除できるようになっている。この試作機についての問題点は現在のところ重量がやや重いことであるが、総合的に構造、材質にさらに改良を加えて実用化できるものにしてゆきたい。

以上のとおり今回行なった試作機については、消防隊用の機器を目標にしてきたが、さらにいろいろな分野でその応用面があると思われるので、この資料が何らかの参考になれば幸である。