

排煙に関する研究 (第1報)

輪 千 正*
 藤 井 善 雄*
 伊 藤 金 夫*
 島 光 男*

は し が き

一般の木造建物の火災の場合には、特に煙だけをとりあげて問題にする必要はなかったが、耐火建物内における火災の場合、煙の問題は重要な要素をしめている。特にビル火災、地下室火災、倉庫火災などの場合、濃煙が充満し、消防活動に甚しく障害となることが多い。たとえば、ビル火災において、室内に充満した煙のために火元を確認することが困難であるばかりでなく、逃げ遅れた人を救助するためにも非常に困難な状態になる。したがって、このごろの建物は排煙の設備なども造られつつあるが、地下建築物や高層建物の増加にともなって、火災発生時における煙を排除することは、消防活動のうえに重要な問題となってきている。

排煙については従来から研究されてきたが、理論的に解決できない点が多く、実験によって煙の性質を把握する必要がある。今回、各方面の協力を得て、排煙実験を試みる事ができたので、その結果を報告し参考に供したい。

この研究は、種々の排煙方式によって排煙実験を行ない、最も効率の良い方式を見出すとともに排煙機の性能、機種、設備容量(個数)などの資料を得て、今後の排煙技術について合理化をはかろうとするものである。

現用排煙車、小型排煙機および噴霧注水による排煙実験

1 実験の目的

現用の排煙車と小型排煙機を用いて、単独または組合せ運転による排煙実験を行なって、その効果を検討し、今後の火災現場での排煙車および小型排煙機の運用および製作に関する基礎資料を得ようとするものである。また、噴霧注水による排煙実験を行なって、排煙機による排煙効果と比較検討する。

2 実験の日時、場所

昭和38年9月19日 A. M.9.00~P. M.4.30
 千代田区大手町2~4, 旧東京中央電報局

協力、技術課、警防課、丸の内消防署、渋谷、京橋消防署排煙小隊

3 実験の概要

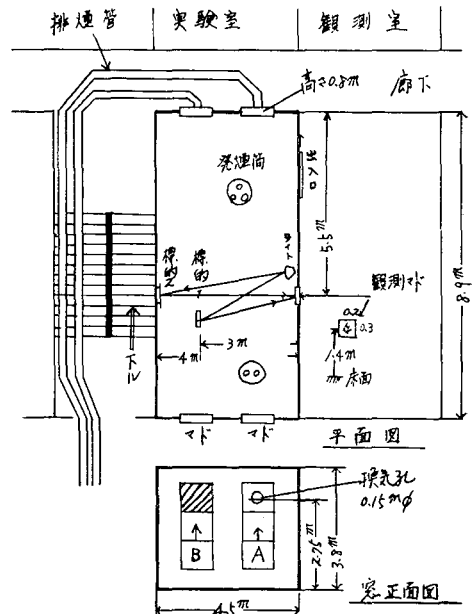
実験を行なった場所は、電報局として使用していた6階建のビルの中庭に面する一階の事務室で、第1図にその平面図を示すように中廊下と中庭出入口角に位置する部屋を使用して実験を行なった。

部屋の大きさは約152m³(間口4.5m、奥行8.9m、高さ3.8m)の容積のもので、部屋の状況は中庭に面する側に4枚の窓(0.7×0.7m)と直径0.15mの換気ダクトがある。部屋の廊下に面する側には、6枚の窓(0.7×0.7)があり、この下部の2枚を利用して排煙管を結合するようにした。

実験はつぎの項目について実施した。

- (1) 小型排煙機(矢萩式および特機式)による排煙
- (2) 排煙車(京橋、渋谷)による排煙
- (3) 排煙車および小型排煙機の連合運転による排煙
- (4) 噴霧注水による排煙

第1図 実験場略図



* 第三研究室

4 実験の方法

第1図に示すように部屋の一方に排煙管を取付け、排煙車および小型排煙機により給気または排気する。各排煙方式による排煙効果を比較するために、室内に直径20cmの円を画いた標的を観測位置から3m、4.3の各点に設け、なお4.3m位置の標的の中央に光電池を取付け、これを投光器(200WKSライト)によって照明し、電流計によって光電池に受けた光の量を示すようにしておく。

まず、室内で発煙筒5本を焚いて2分後に室内が煙でおおよそ充満する状態にし、部屋の開口部などを実験の条件にした後、各排煙方式によって排煙し、肉眼および計器によって標的の円形が見えるまでの時間を測定した。噴霧注水による場合には、排煙管を取付けた窓の位置より噴霧ノズルを用いて注水し、煙を中庭に面する窓に向けて押し出す方式によって行なった。

実験は第4図に示す方式によって実施した。

5 実験の結果に対する考察

実験の結果は第1表および第2表に示すとおりである。

(1) 排煙成績について

排煙成績については第1表に示すとおりであるが、これをさらに分析してみるとつぎのとおりである。

(a) 開口部のない場合(部屋の窓を全部閉鎖した)

1 開口部のない場合

第1表 排煙成績

実験No.	排煙方式		順位	標的を確認できた時間	
	押込側	吸出側		4.3m位置	3m位置
12	京橋	渋谷	1	1分59秒	1分32秒
14	矢萩	特機、京橋	2	2' 32"	2' 0"
15	矢萩、特機	京橋	2	2' 33"	1' 57"
16	矢萩、特機	京橋	2	2' 35"	1' 59"
13		渋谷、京橋	3	2' 40"	2' 02"
11		京橋	4	3' 40"	2' 45"
2		矢萩、特機	5	4' 50"	3' 34"
10		渋谷	6	6' 13"	4' 29"
1	矢萩	特機	7	7' 27"	5' 26"
17	矢萩(下部)	特機(上部)	8	8' 02"	5' 45"

2 窓(A)一枚開口した場合

7	京橋		1	2' 37"	2' 04"
5		京橋	2	2' 47"	2' 10"
3	矢萩、特機		3	4' 23"	3' 25"
6		京橋		10' 53"	5' 45"
					7' 56"
					10' 15"

- (イ) 京橋、渋谷排煙車の単独運転
- (ロ) 京橋、渋谷排煙車の連合運転
- (ハ) 小型排煙機(矢萩、特機)の連合運転
- (ニ) 京橋排煙車と小型排煙機の連合運転

以上の中で最も成績の良いのは(ロ)の方式、すなわち、京橋による押込み、渋谷によって排煙(吸出し)した場合であり、つぎに成績のよいのは(ニ)の方式による連合運転で、京橋および特機式排煙機によって吸出し、矢萩式排煙機によって押込んだ場合であった。

(b) 部屋の窓(A)を一枚開口した場合

$$\text{開口面積 } A + S = 0.508 \approx 0.51 \text{ m}^2$$

$$\text{窓A } 0.7 \times 0.7 = 0.49 \text{ m}^2$$

$$\text{換気孔S } D = 0.15 \quad S = 0.0177 \text{ m}^2$$

- (イ) 京橋排煙車による押込み
 - (ロ) 京橋排煙車による吸出し
 - (ハ) 小型排煙機2台による押込み
- 排煙成績は(イ)=(ロ)=(ハ)の順位であった。

(c) 部屋の窓(A・B)を二枚開口した場合

$$\text{開口面積 } A + B + S = 0.997 \approx 1.0 \text{ m}^2$$

京橋排煙車によって押込排煙を行なった結果、開口面積は排煙効率に大きな影響をもつことがたしかめられた。

(d) 噴霧注水による排煙

最も成績の良いのは、噴霧2口によって注水し、煙を押し出した場合であった。

3 窓 (A, B) 二枚開口した場合

8	京 橋		2' 16"	1' 42"
---	-----	--	--------	--------

4 噴霧注水による場合 (窓2枚とも開口)

19	噴霧 2口 (二又切換 展開角90°)	1	2' 50"	
20	" 1口 (S式ノズル " 60°)	2	3' 30"	
21	" 1口 (21型 " 120°)	3	3' 37"	
18	" 1口 (二又切換 " 90°)	4	5' 48"	

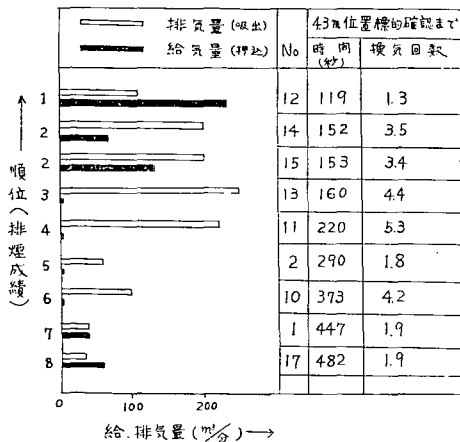
注 4

- 注 1 排煙開始より標的を確認できた時間
- 注 2 照明はナトリウムランプ (140W)
- 注 3 4' 6' 8' に発煙筒を 2 本づつ追加した
- 注 4 室内へ 3.6m 進入した

(2) 排煙績成と給, 排気量の関係について

開口部のない場合について, 給, 排気量と排煙成績の関係を整理してみよう. 第 2 図に示すように排気量 (吸出し) が多いほど煙を排出するのに要する時間は短縮されるのは当然であるが, 室内から空気を排出する (吸出し) だけの方式 (No.11, No.13) より, 室内に適当な給気 (押込み) を行なった場合 (No.12, No.14) の方が煙を排除するに要する時間は少ない. すなわち, 開口部のない部屋を排煙する場合には, 排気 (吸出し) するのみでなく適当な給気 (押込み) を行なった方が効果的である.

第 2 図 排煙成績順位と給排気量の関係



(3) 排煙成績と換気回数について

開口部のない場合の各排煙方式について, 排気口 (吸出し口) における風速と, 吸出し口の面積より排気量 (吸出し量) を算出し, 室内容積に相当する空気量を何回排出すれば, 排煙効果が認められるかを調べた結果, 第 2 図附表に示すとおりである.

(a) 排煙を開始してから 4.3m 位置の標的を確認で

きるまでの時間および換気回数は, No.12 の方式による吸出し, 押込みを同時に行なった場合が最も少ない.

(b) No. 10, 11, 13, 14, 15, の方式による場合

時間 150秒~370秒

換気回数 3.5~5.3

(c) No. 1, 2, 17の方式による場合

時間 290秒~480秒

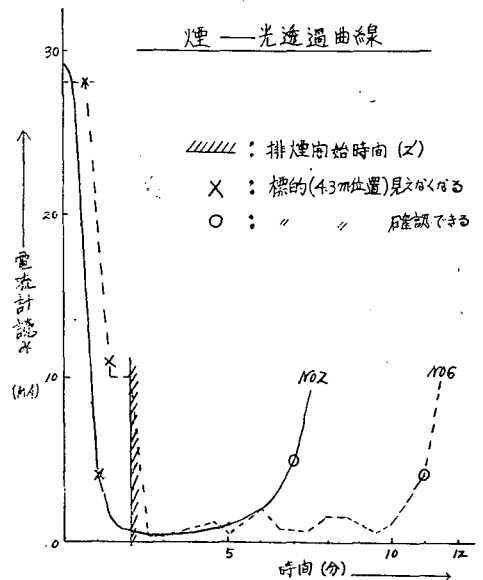
換気回数 1.8~1.9

(4) 排煙効果の計測結果について

排煙の効果はあらかじめ装置した測定器によって, 光が煙を透過しやすくなるかどうかによって知ることができる.

光一煙透過曲線 (第 3 図) にみられるように, 室内

第 3 図 排煙効果と光の透過の関係



に煙を発生してから2分後に電流計の読みは最小を示し、排煙の効果は曲線の上昇率によって示される。第3図の曲線は実験No. 2, No. 6の場合について示したものである。No. 6の実験は、最初に発煙筒5本に点火し、2分後に排煙を開始し、4', 6', 8'に各々、発煙筒2本を追加した場合である。したがって、10分頃までは発煙量と排煙量がバランスした状態を示している。

6 実験結果に関する総合的考察

(1) 排煙機を使って排煙した場合について

(a) 開口部のない場合

(イ) 吸出しのみで排煙するより、適当に押し込み(給気)した方が排煙に要する時間は短い(実験No 12, 14, 15)

(ロ) 吸出しの場合のみを比較してみると、吸出し量(排気量)の多い方が排煙に要する時間は短い。(実験No2, 10, 11, 13)

(ハ) 排煙車を用いた場合(No 12の場合を除く)排煙に要する時間は短い、換気回数も多い(実験No11, 13, 14, 15)

(ニ) 小型排煙機のみを用いた場合には、排煙に要する時間は長い、換気回数は(ハ)の場合より少ない、(実験No1, 2, 17)

(b) 窓を一枚開口した場合

(イ) 窓を一枚(0.51m²)を開けた状態で排煙車1台により押し込みの排煙効果は、開口部のない場合の2台の排煙車による排煙効果と同様であった。(No 7, 13)

(ロ) 窓を一枚開けた状態で、小型排煙機2台で押し込んだ場合の排煙効果は、窓を閉鎖した状態で小型排煙機2台によって吸出した場合の排煙効果と同様であった。(No3, No2)

(c) 窓を2枚開口した場合

窓を2枚(1.0m²)開けた状態で排煙車1台で押し込んだ場合の排煙効果は、開口部のない状態で2台の排煙車によって排煙した場合よりも効果的である(No. 8, 13)

(2) 噴霧注水による排煙について

噴霧2口によって押し出し排煙した結果(No19)2分50秒を記録し、これは京橋排煙車による押し込み(No8), 2分16秒に近い数字であり、本実験においては良好な成績であった。

7 結 論

以上の実験によって確かめた排煙の基本的な事項についてまとめると次のとおりである。

(1) 開口部のない場合には、2台の排煙車の連合運転による押し込み、吸出し方式は最も効果的である。2台の排煙車を運用不能の場合、小型排煙機を押し込みとして運用するのが効果的である。

(2) 2台の小型排煙機の連合運転による押し込み、吸出し方法は排煙機の送風量が小さいので、排煙には比較的多くの時間を必要とすることは当然であるが、換気回数(室の容積に相当する空気を何回入れかえるか)からみた排煙効率は大である。

(3) 吸出し排煙について

給気口がない場合、部屋の容積に対して比較的大きい送風量をもつ排煙車で、吸出し排煙するのは、給気口のある場合に比し、あまり能率的でない。したがって、吸出しのみによって排煙する場合には、適当に給気口を設ける方が効果的である。

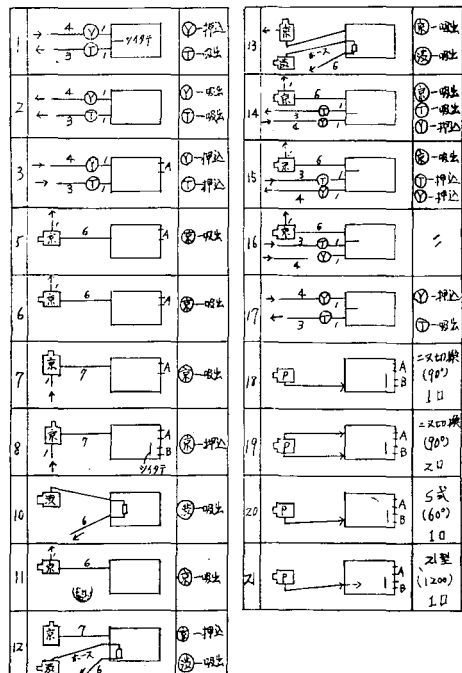
(4) 押し出し排煙について

開口部(煙排出口)が大きい場合、押し込みによる排煙は効果的である。

(5) 噴霧注水による排煙

噴霧注水による押し出し排煙は、煙排出口が大きいことが第一条件である。噴霧による場合、部屋の間口と噴霧の展開角度の如何によっては非常に効果的である。今回の実験の条件では、噴霧注水による排煙効果は排煙車による排煙効果に匹敵するものであった。

第4図 排煙方式



第2表 総合実験記録

測定 項目	排煙機				吸込側			
	電圧 V	電流 A	風量 m ³ /min	静圧 mmAg	電圧 V	電流 A	風量 m ³ /min	静圧 mmAg
1	220	8.6	100	20	200	8.6	100	20
2	200	5.7	60	15	200	5.7	60	15
3	200	6.2	90	25	200	6.2	90	25
4	200	6.2	90	25	200	6.2	90	25
5	200	6.2	90	25	200	6.2	90	25
6	200	6.2	90	25	200	6.2	90	25
7	200	6.2	90	25	200	6.2	90	25
8	200	6.2	90	25	200	6.2	90	25

測定 項目	電圧 V	電流 A	風量 m ³ /min	静圧 mmAg
1	200	5.7	60	15
2	200	5.7	60	15
3	200	5.7	60	15
4	200	5.7	60	15
5	200	5.7	60	15
6	200	5.7	60	15
7	200	5.7	60	15
8	200	5.7	60	15

測定 項目	電圧 V	電流 A	風量 m ³ /min	静圧 mmAg
1	200	5.7	60	15
2	200	5.7	60	15
3	200	5.7	60	15
4	200	5.7	60	15
5	200	5.7	60	15
6	200	5.7	60	15
7	200	5.7	60	15
8	200	5.7	60	15

(注) 標的 2 (43m 位置での測定)

8 参考事項

(1) 各排煙機の運転状況

- 矢萩式排煙機 100V, 3000r.p.m 50~70m³/min
- 特機式排煙機 200V, 3835r.p.m 60~90m³/min
- 京橋排煙車 1500r.p.m 吸出しの場合 200m³/min
押込みの場合 140m³/min
- 渋谷排煙車 1800r.p.m 103m³/min

(2) 実験使用機器

・ 排煙機

- 矢萩式排煙機 (矢萩工業KK製) 1台
重量15kg 風量100m³/min 静圧20mmAg 単相
100V 8.6A 3000r.p.m 0.6kW
附属排煙管 内径400mm 長さ5000mm計5本
- 特機式排煙機 (特機製作所製) 1台
重量60kg 風量105m³/min 静圧25mm
イズミ送風機 DS-4D 三相200V 6.2A
2835r.p.m 1.5kW
附属排煙管 内径400mm 長さ5000mm計4本

・ 京橋排煙車

- 名称 井6片吸込型ターボ送風機
型式 PAT式RH段1 風量450m³/min (2400r.p.m)

風圧 600mmAg 軸馬力92p.s. 85kW=115p.s
附属排煙管 内径400mm 長さ 5000mm

・ 渋谷排煙車

- 名称, 型式, 空気タービン式, 軸流ブロー型
重量, 20kg, 主軸, 12000r.p.m 風量150m³/min
風圧 300mmAg
附属排煙管 内径400mm 長さ 500mm

・ ポンプ車, ホース, ノズル (噴霧3)

・ 空気呼吸器

・ 測定器

- 光示式微小電流計 (村山電機製) 1.5/15/50 μ A
- 光電池 1 投光器 (200WKSライト)
- 風速計, 風杯型 3~40m/S
- ストップウォッチ
- ・ 発煙筒 200g型 計100本