

## 高層建築物の送気排煙効果について

松 川 渉  
坂 本 英 胤\*\*  
小 島 正 臣\*

### ま え が き

最近、多くの人命を失う高層建築物の火災が世界各地で発生しており、濃煙と熱気の充満する建築物の上層階等から避難することの困難性が強く認識されており、消防行動上からも濃煙、熱気に対する有効な対策の究明が急務とされている。

そこで、これらの問題を解明するために消防科学化推進委員会を設け、高層建築物を利用した火災実験を行ない、建築物の地上階の開閉部を種々に開閉することにより煙や熱気の流動はいかに変化するかを観測し、詳細な測定記録を検討して高層建築物火災における避難及び防ぎよ対策の資料とすることを目的として、送気排煙実験を実施した。

### 1 実 験 日 時

昭和47年11月13日～16日  
午前9時00分～午後4時00分

### 2 実 験 場 所

東京都渋谷区幡ヶ谷一丁目13番20号  
東京消防庁消防訓練塔  
写真1、第1図参照

### 3 実 験 建 築 物 規 模 等

耐火建築物地下1階地上11階、建築面積288.75<sup>2</sup>、  
延面積1,454<sup>2</sup>。地下階73.5<sup>2</sup>、1・2階各288.75<sup>2</sup>、  
3・4階各170.50<sup>2</sup>、5～11階各83<sup>2</sup>。

第2図参照

### 4 実 験 形 態

高層建築物の火災時における状況を正確に把握、測定するため、第一実験(基礎)、第二実験(燃焼)に分

けて実施した。

温度、風速、煙濃度及び圧力の測定箇所は第3図火災室及び送気状況は第2図のとおりである。

#### (1) 第一実験

無燃焼、無煙時における実験(各測定時分3分間)。写真2は実験中の送風口、写真3は火災室出入口の風速測定状況、写真4は各階の圧力測定状況を示している。

#### (2) 第二実験

燃焼、発煙時における実験(各測定時分10分間)。写真5は実験中の送風状況、写真6は火災室の準備中の状況を示している。

### 5 実 験 の 方 法

高層建築物4階を火災室とし、第一実験では1階扉、4階・11階窓を開閉し自然風時の気体の流動状況、及び1階から1,000<sup>2</sup>/minの風を送った場合の変化状況を測定した。第二実験では4階火災室においてアルコール20ℓ又は35ℓを1.5<sup>2</sup>～3.5<sup>2</sup>のバットに入れ燃焼し同時に発煙筒(3分用)6本に点火し発煙させ、煙に浮力を与え、第一実験と同様な方法で実施した。具体的な方法は表1、表2のとおりである。

### 6 実 験 状 況

#### (1) 第一実験

この実験は無燃焼、無煙時におけるもので第二実験の測定記録検討上の参考資料とするために行なつたものである。これは訓練塔内の無燃焼、無煙時の気流並びに気圧の状況を測定把握したものであつて、扉等の開口条件によつて変化する屋内の基礎的な気流の状況を現わしている。

#### (2) 第二実験

この実験は訓練塔4階を火災室とし、視認観測と計

\* 第一研究室  
\*\* 管理課

器測定により次の事項について状況を把握した。

#### ア 火災室出入口の中性帯について

送気しない場合は中性帯が比較的明りように現われるが、送気した場合は、全般に中性帯の位置が高く、送気した空気が階段室から火災室へ押し込んでいる状況が認められた。ただし、建築物の開口条件によつてその程度に差があつた。

#### イ 煙濃度について

送気しない場合、煙濃度は火災階において  $C_s$  1.2~3.6, 7階で  $C_s$  1.2~3.4, 11階で  $C_s$  1.2~3.3あり、火災階の下方(3階)では、おおむね  $C_s$  1.6以下であつた。

送気した場合は、各階とも煙濃度は  $C_s$  0~0.8程度であり、3階には煙の下降は全く見られなかつた。また火災室の窓を開いた場合は、他の階においても各階段部の煙は、ほとんど見られず1箇所開口と3箇所開口とを比べてみると、3箇所開口の方が排煙効果がやや大きかつた。

#### ウ 煙の噴出状況について

送気しない場合、火災室の窓から噴出する煙の量は外風により変動があり、煙の流れは建築物外壁に沿つて上昇した。各階を貫通するダクトからの噴煙は、1階及び11階ともおおむね1分前後であつた。

送気した場合、火災室の窓からの煙は激しく渦を巻きながら噴出した。ダクトからの噴煙は1階、11階とも送気しない時とほぼ同様であつた。

#### エ 内部圧力及び風速について

前記煙の流動は内部圧力や風速と表裏一体の関係にあり、その状況は次のとおりである。

送気しない場合は一般的な傾向として1階、4階の階段室圧力は負圧になる傾向が認められ、11階はわずかにプラスになつた。

送気した場合は全般的に階段室の圧力が高く、最高9.8mmAqとなつているため煙を火災室に押し込める効果が著しい。なお、火災室の圧力は外風の影響に左右される。

オ 屋内階段部風速の状況は、送気しない場合火災室の燃焼により上昇気流が発生するので、4階階段部の風速が高くなり、11階に至る間において漸次減少する。一般にこの場合の屋内風速は微弱であり、1m/sec以下で0.4m/sec程度が多い。

送気した場合は、1階階段部で最高風速3m/sec程度となつており、一般に4階、11階と上階に進むに従つて、低下する。その速度線図は一般に中だるみ傾向にある。

#### カ 気象について

気象の測定は消防訓練塔屋上において行なつたので、火災室その他局所的な風向風速などについては、測定値の差異があることが考えられる。外風の影響により火災室等の内部圧力は送気しない場合、送気した場合とも変動した。特に送気しない場合は、変動ひん度が著しかつた。

## 7 実験結果の考察

前項の実験状況に述べた内容を総合的に考察すると次のとおりである。

### (1) 送気しない場合

ア 火災室の窓が閉じているとき、煙の流動状況は、他の開口条件、外気の影響、燃焼の度合等により多少の差異が認められ、一部の煙は下層階へ下降するがほとんどの煙は上層階に昇る。また、開口部を全閉すると煙の上昇速度は1階、11階窓が開いているときに比べ、おおむね半分程度となり煙の流動は非常に緩慢となる。

イ 火災室窓が開きされたときは、全閉されたときに比べて階段部の煙濃度は全般に低くなつている。しかし開口された火災室窓に強い風が吹き込む場合は、階段室へ断続的に噴煙する傾向が見られる。全開の時は他の開口条件に比べ階段室の煙濃度が低い。

ウ 実験建築物に設けられた、上下に貫通するダクトを通つて噴出する煙の流動速度は、階段部を上昇する煙速度より速く、およそ2.5倍となつている。

### (2) 送気した場合

ア 火災室の窓が閉じているときは、1階階段部から約1,000m<sup>3</sup>/minの送風をしても火災室からの熱気流や煙を完全に押えることはできなかつた。

イ 火災室窓を開き送風することにより、火災室から階段部への熱気流や煙を押えることができた。また、火災室内の状況は、燃焼皿付近まで進入することが可能なほど送気効果があり、下層階への煙降下は全くなかつた。

ウ 送気する位置である1階扉を開くと、上層階への送風量は約2/3程度に減少することが認められた。

## 8 警防上利用できると思われる事項

本実験に使用した訓練塔のようなペンシルビルに類似する建物火災に対しては、火災室から階段部への熱気流や煙の流出を押えるために、屋内階段部に強力な送気を行うことが望ましい。この場合窓の開放は、まず火災室を第1にし、送風量に余力があれば次に最上

階を開くことにより、すでに階段室にたまっていた煙を有効に屋外へ排除することができる。なお1階の扉等は送風能率を高めるためにできるだけ密閉しておくことが必要である。

送気できないときは、火災室及び1階の扉や窓を開くことが排煙上有効な方法である。ただし、この場合は呼吸保護器なしで屋内からの避難や警防行動ができる程度には、至らない。

### 9 今後における問題点

(1) 今回の実験は写真1、第1図のような建築物であり、ペンシルビル類似の建物火災に適用されるものであるため、今後この実験により求められた資料を用いて広く応用できる理論式を求め、一般的な構造規模をもつ建物火災にも適応できる基礎を築く必要がある。

(2) 火災により発生する有毒ガスと熱気流の流動との相互関係については、実験により究明する必要がある。

(3) 本提案を実施するためには、高層建築物の窓を容易に開放する方法を早急に解決することが必要である。

(4) 送気した場合、排煙効果を低下させないために送風口周囲を密閉する手段を講じる必要がある。

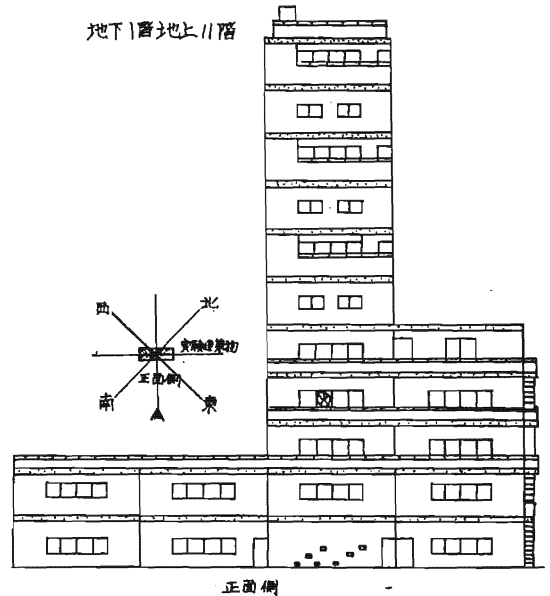
(5) 送風機を製作する場合は、圧力タイプよりも風量タイプの方が望ましい。

以上が消防訓練塔において実験した測定記録等から検討したものであるが、この実験を通じて気象状況に大きく左右されることが確認され、それらの条件を解決するためにも実験する建築物の形状を変え理論的に実験を今後重ねる必要があると思料される。

写真1 (実験建物)



第1図 (実験建物)





第3図 温度、風速、煙濃度および圧力の測定箇所

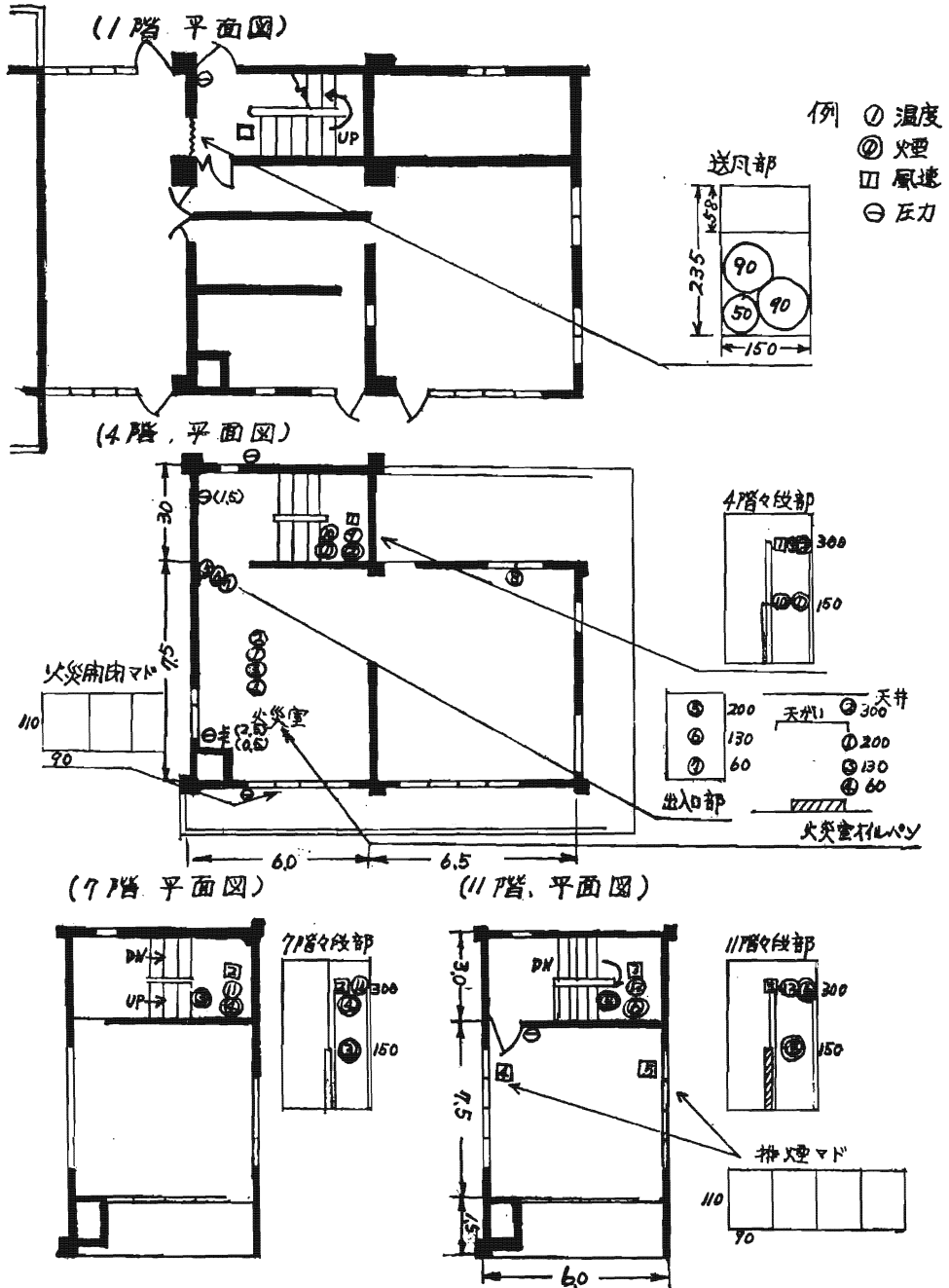


写真2 送風口

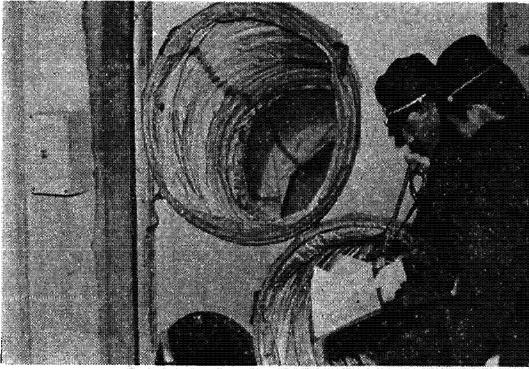


写真6 火災室内

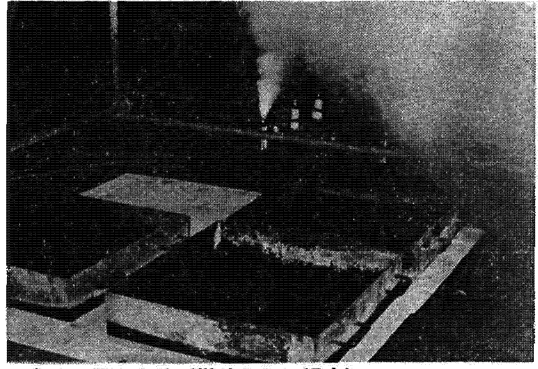


写真3 風速測定状況



写真4 圧力測定状況

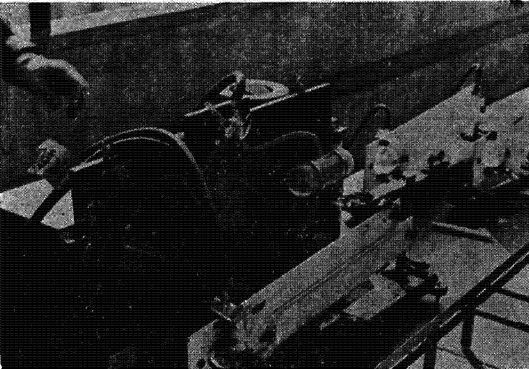


写真5 送風状況

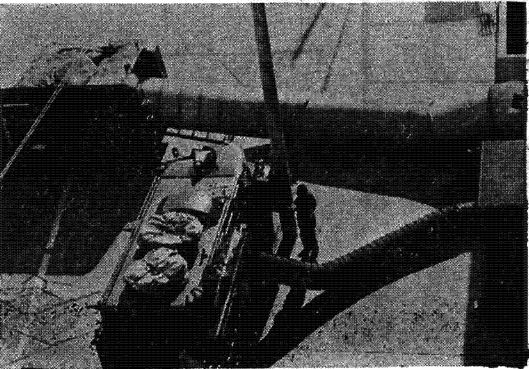


表1 第1実験 (燃焼しない場合)

項目 実験 番号	送風 条件	開口条件			測定位置等
		送風管 又は1階 廊の開口	1階火災室 開口部(A) 又は2階 廊の開口(B)	1階火災室 開口部(B)	
No 1	高風	閉	閉	閉	1. 風速測定 ・送風管出口部 ・送風管部(逆流風量) ・4~5階窓部 ・火災室出入口部 ・11階窓部等 7ヶ所
No 2		閉	閉	閉	
No 3		閉	閉	閉	
No 4		閉	閉	閉	
No 5		閉	閉(A)	閉	
No 6		閉	閉(B)	閉	
No 7		閉	閉(A)	閉	
No 8		閉	閉(B)	閉	
No 9		閉	閉(A)	閉	
No 10		閉	閉(B)	閉	
No 11		閉	閉(A)	閉	
No 12		閉	閉(B)	閉	
No 13	1階窓 部より 1000cc 送風	閉	閉	閉	2. 圧力測定 ・11階窓部 ・4階窓部 ・火災室(上・下) ・11階窓部等 8ヶ所
No 14		閉	閉	閉	
No 15		閉	閉	閉	
No 16		閉	閉	閉	
No 17		閉	閉(A)	閉	
No 18		閉	閉(B)	閉	
No 19		閉	閉(A)	閉	
No 20		閉	閉(B)	閉	
No 21		閉	閉(A)	閉	
No 22		閉	閉(B)	閉	
No 23		閉	閉(A)	閉	
No 24		閉	閉(B)	閉	

表2 第2実験 (燃焼した場合)

項目 実験 番号	送風 条件	開口条件			測定位置等
		送風管 又は1階 廊の開口	1階火災室 開口部(A) 又は2階 廊の開口(B)	1階火災室 開口部(B)	
No 1	高風	閉	閉	閉	1. 風速測定 ・送風管部(逆流風量) ・1~2階窓部 ・4~5階窓部 ・11階窓部等 6ヶ所
No 2		閉	閉	閉	
No 3		閉	閉	閉	
No 4		閉	閉	閉	
No 5		閉	閉(A)	閉	
No 6		閉	閉(B)	閉	
No 7		閉	閉(A)	閉	
No 8		閉	閉(B)	閉	
No 9		閉	閉(A)	閉	
No 10		閉	閉(B)	閉	
No 11		閉	閉(A)	閉	
No 12		閉	閉(B)	閉	
No 13	1階窓 部より 1000cc 送風	閉	閉	閉	2. 圧力測定 ・11階窓部 ・4階窓部 ・火災室(上・下) ・11階窓部等 8ヶ所
No 14		閉	閉	閉	
No 15		閉	閉	閉	
No 16		閉	閉	閉	
No 17		閉	閉(A)	閉	
No 18		閉	閉(B)	閉	
No 19		閉	閉(A)	閉	
No 20		閉	閉(B)	閉	
No 21		閉	閉(A)	閉	
No 22		閉	閉(B)	閉	
No 23		閉	閉(A)	閉	
No 24		閉	閉(B)	閉	