

# 煙およびガスの流動、拡散を制ぎよする研究

(ビル火災の煙制ぎよについて)

小 島 正 臣\*  
松 橋 哲\*  
鳥 井 四 郎\*

## 1. ま え が き

大阪千日ビル、熊本大洋デパート等、相継ぐ大量煙死事故発生により、このところ避難対策が大きくなりあげられていることは衆知のとおりであり、階段室およびその他避難路等の安全を確保する方策が検討されている。

しかし防煙対策は諸問題が多面的に存在しており、一面的なアプローチでは処理し難いのが現状であって各関係機関が一様に苦慮するところであり、当庁でも火災予防審議会の設置により、出火防止、延焼防止、煙制ぎよ、早期避難等いろいろな面から重複させ、総

合的な防災システム化等、合理的な防災対策の樹立を目的として盛んに検討がなされているが未だ確かな解答が得られない実状である。

したがって以下に述べる報告は、ビル火災煙制ぎよ対策の一資料として提供するものであり、その内容は東京消防庁、火災予防審議会(煙制ぎよ部会)で審議している火災室内の煙層降下理論および重力排煙方式による煙制ぎよ方法の実大建物での確認を目的とした千代田生命館火災実験結果並びに新たな消防戦術として、その利用方法が注目されている強制送風による加圧排煙理論を基にして計算したペンシルビル煙制ぎよ送風量マニュアルについての報告である。

表 1

実験 番号	発 源	発煙源	開 口 条 件								火災定 出入口	窓	目 的	
			九 九 階		1 階		3-7 階		屋 上					
			A	B	A 扉	B 扉	A 扉	B 扉	A 扉	B 扉				
1	1mのアルコール パン2枚にメタン 3.6gを入れ燃焼 させた アルコールパンの 配置は下図のとおり	発煙時間 1.6分の発 煙量をオイ ルパンの中 央に配置 し発煙す る。	-	-	-	-	-	-	-	-	開放 開口面積 = 7.0 m <sup>2</sup> (2.0 x 3.5)	閉鎖	大層(物置販売店形態)火災 において、不燃部から発生する煙 の上昇、煙層の形成、煙の降下等の 状態を定性的・定量的に把握する。 併せて所単位での煙の濃度の進行を 定性的に把握する。	
2	1mのアルコール パン4枚にメタン 7.2gを入れ燃焼 させた アルコールパンの 配置は下図のとおり	同上	ちり たの煙 法 = 1.7 m	あり たの煙 法 = 1.7 m	開放	閉鎖	開放	閉鎖	開放	閉鎖	開口面積 = 3.4 m <sup>2</sup> 開口面積 = 2.2 m <sup>2</sup> (1.3 x 1.7)	同上	同上	廊下両側の九九階を同条件とし、 上層への煙伝播を定性的・定量的に把 握する。
3	百貨店の資料売場を想定し 20m <sup>2</sup> の火術面積に600wの 洋服をハンガーにつるし火源と した。 可燃物量 30% (洋服 約500羽)	同上	同上	あり たの煙寸 法 = 1.1 m	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	洋服売場の出火を想定しハンガー につるし洋服に着火して、煙層の上 昇、煙層の形成、煙の降下等の状 態及び、第×実験の一層を定めて上 層への煙伝播性状の差異をそれぞれ 定性的・定量的に把握する。(併せて 防火ダンパー、各種感知器の作動性 の実験を実施する。)	

• 第一研究室

(千代田生命館火災実験結果について)

1. 日時 昭和49年11月3日, 7:00~11:00
2. 場所 中央区京橋2-2 旧千代田生命館  
(旧千代田生命館本社ビル)

3. 実験建物の概要

- (1) 構造, 規模 鉄筋コンクリート造, 地上7階,  
地下1階, 建築面積 1,200.4m<sup>2</sup>  
延べ面積9,603.2m<sup>2</sup>
- (2) 平・断面図 図1~23参照

4. 実験目的および実験方法

火災により発生する煙および熱気流の流動性状の研究として, 表1の目的並びに設定条件下において実施したものである。

5. 計・観測

- (1) 計・観測方法

計・観測方法は次に記す方法とする。

ア. 温度 クロメル-アルメル熱電対を用いて計測し, 一部計測点を除きデジタル温度計にて30秒間隔で, 自記記録する。

イ. 煙濃度 光源 (100V, 100W) と受光部 (Cdsセル) を対向させ, 光路間に存する煙で減光の度合を連続的に自記記録し, 煙濃度計測とする。

ウ. 圧力 火災階 (2階) 床レベルの各点について, 外気との圧力差を電子式差圧指示伝送器にて連続的に自記記録する。

エ. 風速 熱線風速計を用いて測定する。

オ. 目視観測 定点観測とし, 定められたゾーン内の煙の流動性状, 層厚および燃焼速度等について一定間隔で記録用紙に記録する。

カ. 写真 定点撮影とし, 定められたゾーン内の煙の流動性状, 層厚等について一定間隔で撮影する。

キ. 16ミリ 火災室内の煙流動状況, たれ壁等の煙制ぎ効果および煙流動に関する解析上重要と思われる部分について遊撃的に撮影する。

- (2) 温度計測点説明図 (図1~9参照)

注: 記号で F<sub>1</sub>⑦, F<sub>2</sub>⑦ は⑦を温度, 右側の数字7は測定数, 左側の記号 F<sub>1</sub> は測定場所の火災室を示す。以下同じ。

図1. F<sub>1</sub>⑦, F<sub>2</sub>⑦

火災室内の垂直温度分布測定点を示す。

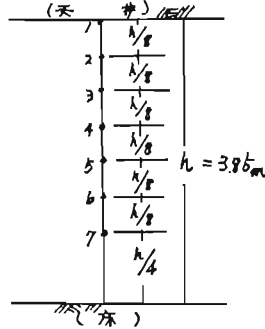


図2. F<sub>5</sub>⑤, F<sub>6</sub>⑤

火災室内の水平温度分布計測点を示す。

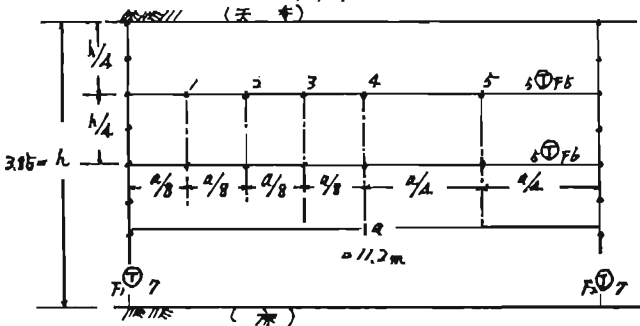


図3. ①④, F<sub>3</sub>④, F<sub>4</sub>④

火災室出入口両側の垂直温度分布計測点及び火災室内の垂直温度分布計測点を示す。

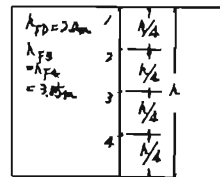
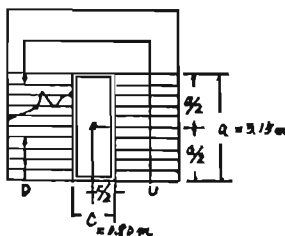


図4. ①①, ①①①

4階及び6階床レベルでのA階煙室内温度計測点を示す。



②②④

2階ロビー中央での垂直温度分布計測点を示し, 位置は図3と同様。

h = 3.85m

図5 ⑤③, ⑦③

5階及び7階での垂直温度分布計測点を示す。(ロビー)

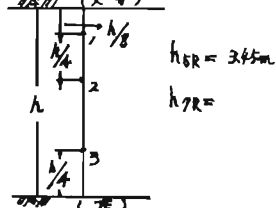
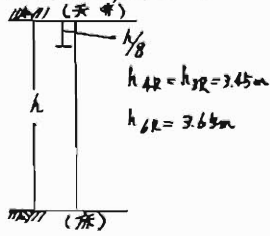


図6. 1A①, 1B①, 1C①,  
3階、4階及び6階での  
温度計測点を示す。(ロビー)



(3) 煙濃度計測点説明図 (図10~12参照)

図10. 1A②

火災室内の高さ別煙濃度計測点を示す。

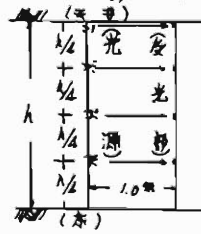


図7. 1A④, 1B④

4階及び6階床レベルでのB階段  
室内の水平温度分布計測点を示す。

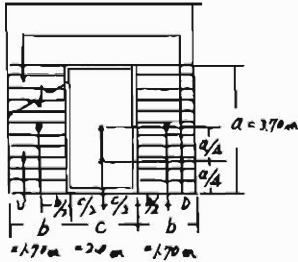


図11. 1A①, 1B①, 3A②, 3B②

2階、4階、B階及び3~7階ロビー  
部での煙濃度計測点を示す。

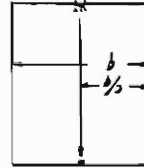


図12. 1A⑤, 1B⑤

4階及び6階床レベルでのB階段室内  
煙濃度計測点を示す。

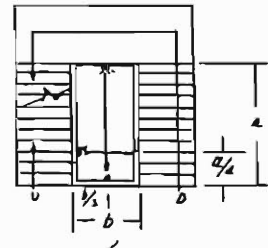


図8. 1A①

1階出入口廊部分での温  
度計測点を示す。

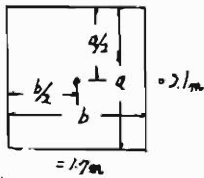
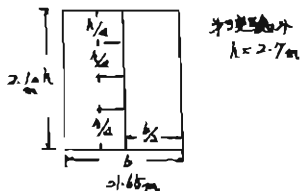


図9. 1A④

2階B階縦廊入口  
での温度計測点を示す。



(4) 風速計測点説明図 (図13参照)

図13. 1A①, 1B①, 1A②, 1B②, 2A①, 2B①

各両口部を通過する風量を次の3集で  
計測す。

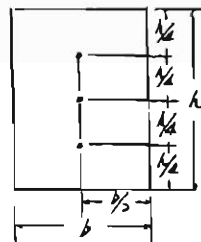




图16

三階平面圖

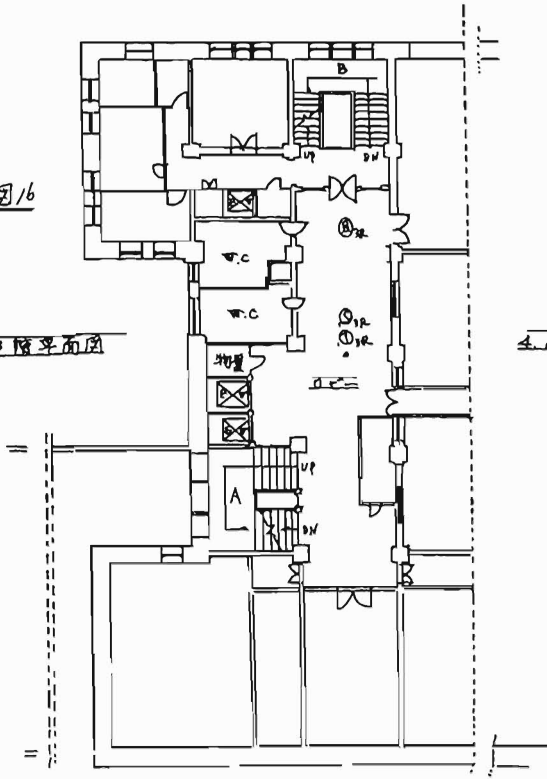


图17

4.6階平面圖

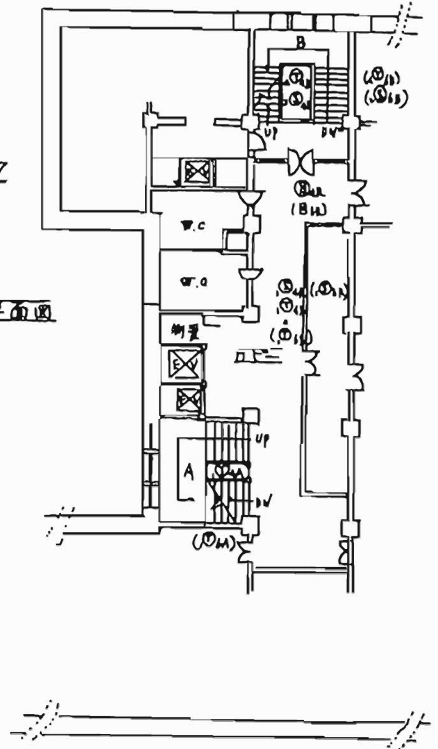


图18

5階平面圖

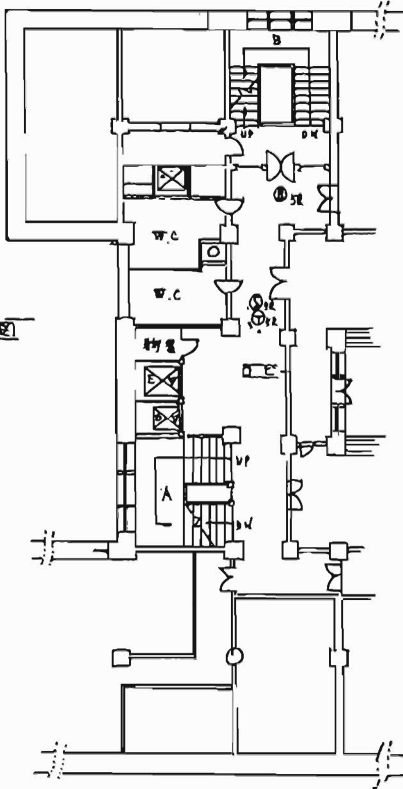
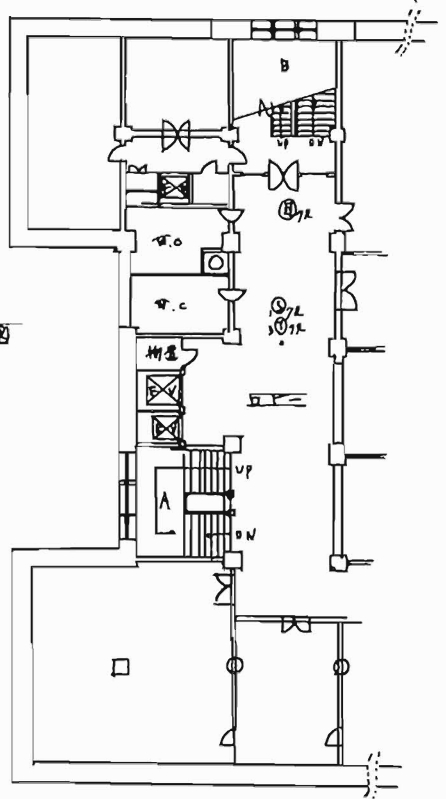


图19

7階平面圖



(6) 開口部詳細図 (図21~23参照)

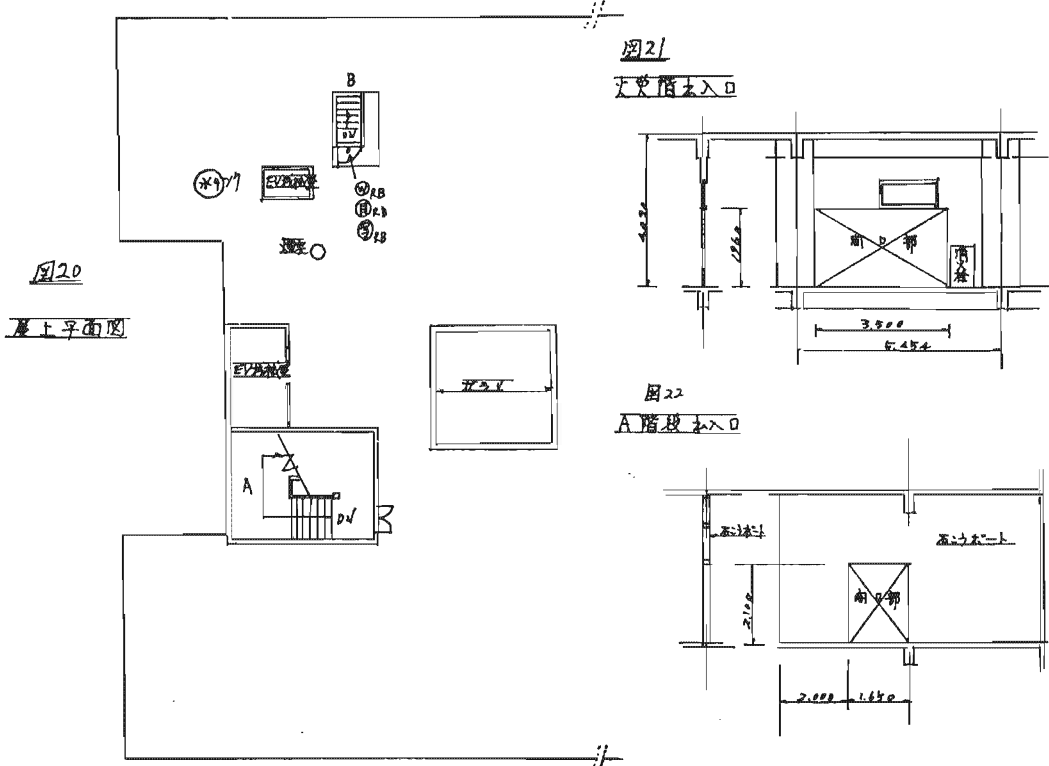


図21 大火階出入口

図20  
火災室平面図

図22  
A階出入口

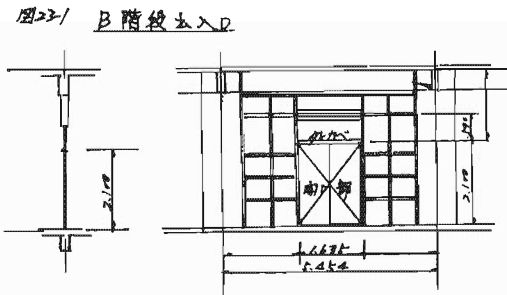


図23 B階出入口

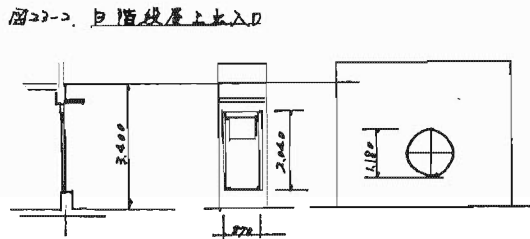


図23-1 B階段屋上出入口

6. 実験結果

火災室、2FロビーおよびB階段室の平均温度

各測定位置の温度計測は垂直方向に数点測定しているので図24'のように実験の経過時間ごとに各測定点の温度の高さ勾配図を作成し、勾配曲線と縦軸で囲まれた部分の面積を高さで除し、その求めた温度を測定位置の時間垂直平均温度とした。

(1) 火災室平均温度

火災室内に等間隔で分布するように設定した火点周辺の測定位置4箇所を時間垂直平均温度を算術平均して、火災室の平均温度とした。(表2、図24~26参照)

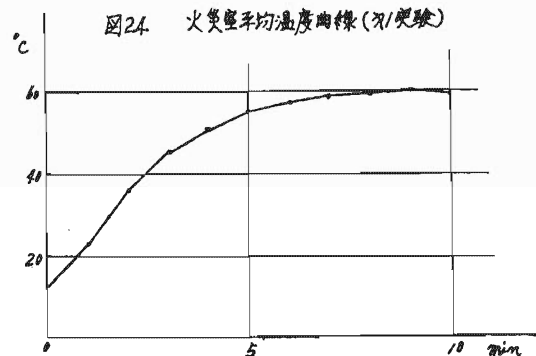


図24 火災室平均温度曲線(7/1実験)

表2 火災室2階ロビー階段室等平均温度

°C min	火災室平均温度			2階(火災階)ロビー平均温度			階段室B(排煙用)平均温度			火災室煙温度			備考
	第1実験	第2実験	第3実験	第1実験	第2実験	第3実験	第1実験	第2実験	第3実験	第1実験	第2実験	第3実験	
0	13.2	15.1	15.9	12.8	13.8	16.0	12.0	12.0	14.5				※ 気流温度 第1実験 50°C 第2実験 50°C 第3実験 80°C
1	23.6	37.4	16.0	12.9	14.6	16.0	12.0	12.7	14.5				
2	35.7	59.1	16.2		20.3			12.9	13.8				
3	45.6	76.0	16.9	16.5	27.8		12.9	13.8					
4	51.3	85.2	18.2										
5	55.4	89.4	19.9	22.5	36.9	16.0	15.2	16.5	14.5	76.0	11.5		
6	57.3	92.3	21.9										
7	59.2	92.8	23.9	26.0	40.2		15.8	17.9		78.3	119.2		
8	59.9	92.3	27.6										
9	60.2	91.9	33.3										
10	59.5	90.2	43.5	17.5	41.0	17.9	15.8	18.8	14.5	77.7	114.3	※ 温度 第1実験 78°C 第2実験 117°C 第3実験 188°C	
11		88.5	73.5										
12		86.0	122.1										
13		83.3	155.3										
14		79.1	175.4						29.7				
15		74.1	179.0			70.6							
16		68.7	170.4										
17			148.9										
18			132.4										※ 火災室 室温 第1実験 14°C 第2実験 16°C 第3実験 17°C
19			121.2										
20			111.9			54.9			30.4				
22			99.8										
25			96.2			49.5			27.2				

図25. 火災室平均温度曲线 (第1実験)

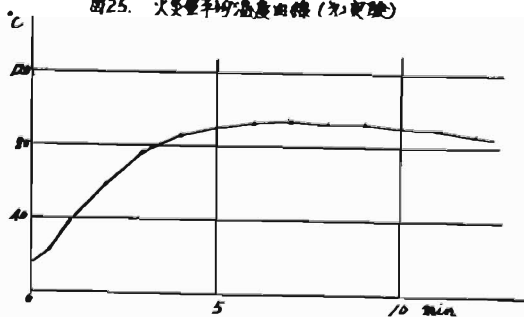
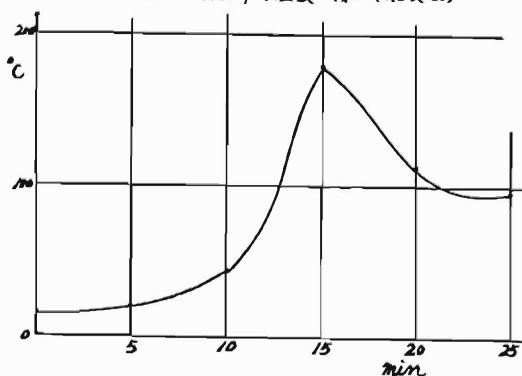


図26. 火災室平均温度曲线 (第3実験)



(2) 2階ロビー平均温度

同上……測定箇所1 (表2, 図27~29参照)

図27. 2階ロビー(火災階)平均温度曲线 (第1実験)

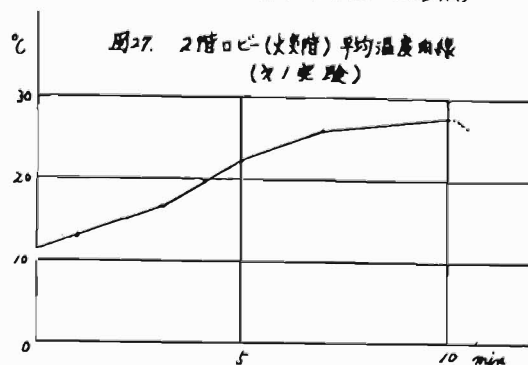


図28. 2階ロビー(火災階)平均温度曲线 (第2実験)

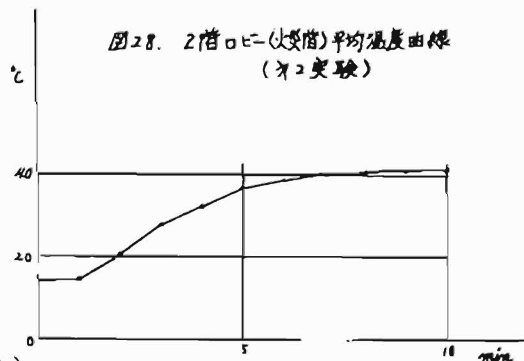
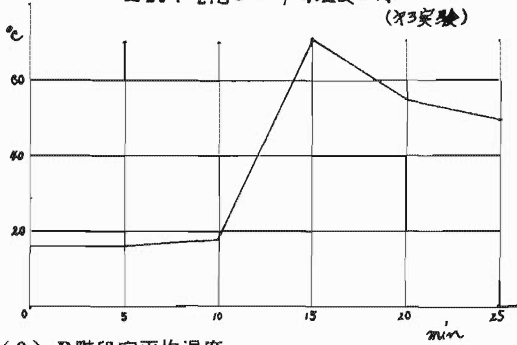


図29. 2階ロビ平均温度曲線 (X3実験)



(3) B階段室平均温度

階段室出入口および階段室4階、6階に設定された各々の平均温度により、階段室の高さ勾配曲線を作図

図30. 階段室B(排煙用階段)平均温度曲線 (X1実験)

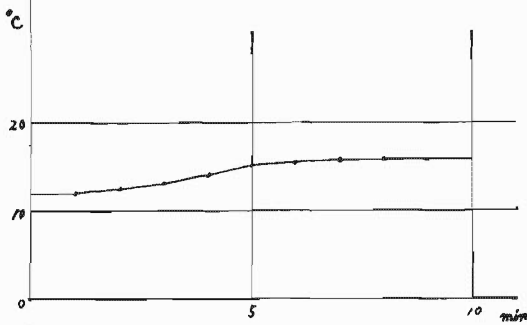


図31. 階段室B(排煙用階段)平均温度曲線 (X2実験)

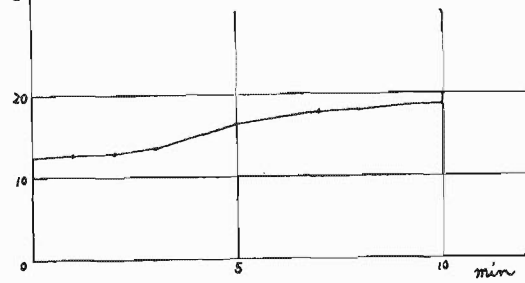
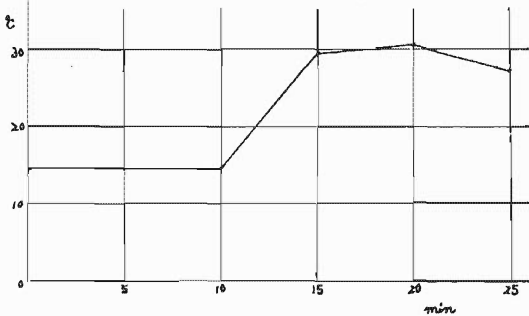


図32. 階段室B(排煙用階段)平均温度曲線 (X3実験)



し、垂直平均温度を求め、その値を階段室の平均温度とした。(表2, 図30~32参照)

(4) 発生煙量および煙層の厚さ

視認および写真観測による火災室内の煙層の厚さ変化を発生煙量(煙層の厚さに火災室の面積を乗じたもの)として整理し、これを経過時間ごとにプロットした。(表3, 図33参照)

図33. 発生煙量と火災室内煙層の厚さ

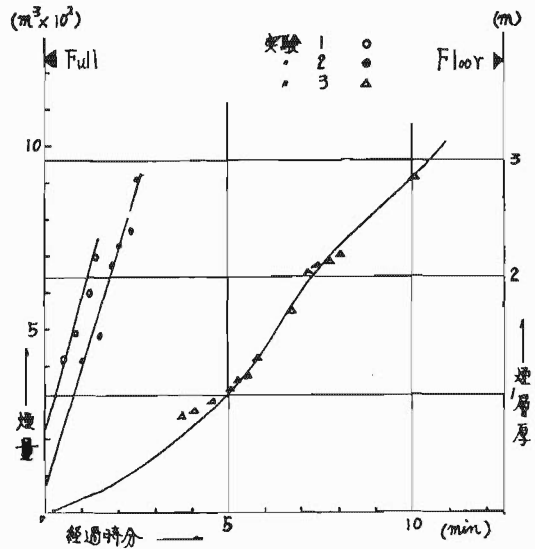


図34. 燃焼速度曲線(実験3)

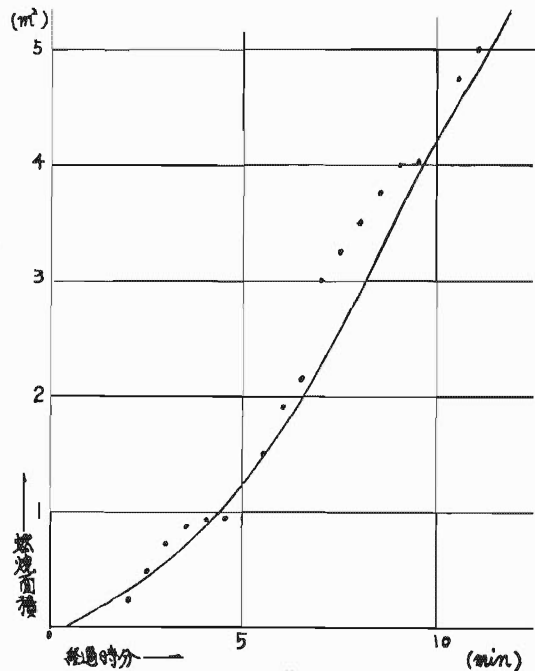




表3 煙層の下降および発生煙量

経過時間	Z (床面から煙層下端までの距離) cm						V (発生煙量) m <sup>3</sup> × 10 <sup>2</sup>					
	実験 1		実験 2		実験 3		実験 1		実験 2		実験 3	
	実測値	計算値 (1)	計算値 (2)	実測値	計算値 (1)	計算値 (2)	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値
0		385.0			385.0		385.0	0	0	0	0	0
30"	253	356.2			336.9		381.7	1.04	1.74			0.12
	((200))											
1'00"	198	331.5		257	295.2		373.1	1.94	3.25			0.43
30"	167	308.8		235	255.6		362.3	2.76	4.68			0.28
2'00"		288.0		157	223.6		349.7	3.51	5.84			1.28
23"					(200.0)							
30"		266.5		((100))	(192.6)		335.6	4.28	6.96			1.79
3'00"		246.7			(165.1)		320.5	5.00	7.96			2.33
30"		228.5			(140.5)		304.9	65.66	8.88			2.90
4'00"		213.5			(116.7)		289.0	6.21	9.71			3.47
(26")		(200.0)										
30"					(96.8)		274.0	6.83	10.43			4.02
5'00"					(77.4)							
30"		(181.7)			(58.4)		285 258.4	7.36	11.13			4.58
(33")		(168.2)		((10.0))			243.9	7.85	11.82			5.11
6'00"					(42.5)		229.4	8.30	12.40			5.63
30"		(155.6)			(27.9)	((200))	216.0	8.77	12.92			6.12
		(142.6)										
7'00"					(13.5)		185 203.0	9.17	13.44			6.59
06"		(131.6)					(200.0)					
10'00"							(100)					
21'58"		((100.0))										

(注) ((200)): 火災室出入口垂れ壁の位置 ((100)): 火災室出入口高さ1/2の位置  
 計算値(1): 火災室出入口が開放されていた場合  
 計算値(2): 火災室出入口が閉鎖されていた場合 (火災室密閉)

(5) 燃焼速度 (燃え拡がり速度)

百貨店売場を想定し、20m<sup>2</sup>の床面積に洋服 600 着を 30kg/m<sup>2</sup> の割合にハンガーに吊して置き、火源とした第3実験についてのみ求めたものであり、視認観測による平面的な燃え拡がり面積を経過時間ごとにプロットし、燃え拡がり速度として整理したものである。

(図34参照)

(6) 煙平均温度

火災室、火点中心鉛直方向に設けた温度測定箇所を除いた、火点周辺の測定箇所(4箇所)、鉛直方向の測点、上位2点(天井面に近い2点)の火災最盛期に移行する時点(5分、7分、10分)の温度を抽出し、垂直平均温度として求め、そして、その算術平均値を煙平均温度とした。(表2参照)

7. 実験結果の解析

火災室の煙層の降下については、火災予防審議会に提出された東大、辻本氏のレポート(P.H. Thomasの理論を基にしたもの)および災害科学研究会、建物部会、横井鎮男氏のレポート、煙層の降下の再検討を基にし、実験1、実験2、実験3について解析した。

また実験2、実験3の主たる目的である重力排煙方法による排煙効果の確認については、火災予防審議会

横井レポートにより、その効果を判定した。

最後に火点外周部の平均温度による発熱量の推定方法として、火災室の平均温度上昇値より発生熱量を求め発生熱量と温度上昇の関係および発生熱量の時間的変化等の解析をこころみた。

(1) 煙層の降下理論

7. 東大、辻本氏レポート(P.H. Thomas 理論)ある点熱源からの上昇空気量の式※注1

$$M = 0.15 \rho_f \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3} \dots\dots\dots (1)$$

M: 発生する上昇空気重量

Q: 発熱量

ρ<sub>0</sub>: 室内空気密度

C<sub>0</sub>: 室内空気比熱

T<sub>0</sub>: 室内空気温度

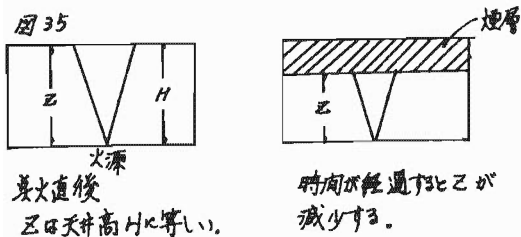
ρ<sub>f</sub>: 熱気流密度

ρ<sub>s</sub>: 煙の密度

を用いて煙の降下を分析する。

発生した上昇空気(煙)が瞬間的に天井面下全体にひろがるとすると、しだいに煙層が降下する場合、煙層内にあるブルーム(熱源からの円錐状の熱気流の立

ち上がり)では巻き込みは煙層部分からだけであるから煙量の増加に、それほどプラス側に働くと考えられない。すなわち図35, のように熱源からの煙層下端までの距離Zが変化するとして



以下の式を立て、積分すれば時間 t における煙層の質量が変化が求まる。

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = M \dots\dots\dots (2)$$

A : 火災室の床面積

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = 0.15 \rho_f \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

$$-Z \frac{dZ}{dt} = 0.15 \frac{\rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3}$$

$$Z^{2/3} \frac{0.1 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t + C$$

$$t=0 \text{で } Z=H$$

$$Z^{-2/3} \frac{0.1 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t + H^{-2/3}$$

$$Z = \left\{ \frac{0.1 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t + H^{-2/3} \right\}^{-3/2} \dots\dots\dots (3)$$

$$t = \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3})}{0.1 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3}} A \dots\dots\dots (3')$$

(3)式が時間 t における煙層下端の位置を、(3)'式が煙層下降時間を求める式である。

イ、横井氏レポート(横井理論)

点熱源からの上昇気流の速度

$$W = 0.833 \sqrt[3]{\frac{Qg}{\theta_0 C_p \rho}} C^{-1/3} Z^{-1/3} \{1 + 0.917 \eta'^{3/2} + 0.396 \eta'^3 + 0.1077 \eta'^{9/2}\} \exp(-1.462 \eta'^{3/2}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\eta' = \frac{r}{ZC^{2/3}} \dots\dots\dots (5)$$

点熱源の位置を座標の原点とし、鉛直上方に Z 軸、ラジアル方向に r 軸をとっている。

C は上昇気流の乱れの強さに関するもので実火災では  $C^{2/3} \approx 0.1 \dots\dots\dots (6)$  ぐらいの値をとる。

Q : 熱源から単位時間に熱気流に与えられる熱量。(cal/sec)

g : 重力による加速度 (cm/sec<sup>2</sup>)

$\theta_0$  : 熱気流外の室の気温を絶対温度で表わしたもの

(°K)

$C_p, \rho$  : 熱気流の定圧比熱および密度 (cal/g, °C, g/cm<sup>3</sup>)

(4)式から上昇気流の質量速度 M (g/sec)

$$M = \rho \int_0^\infty w 2\pi r \cdot dr \dots\dots\dots (7)$$

(5)式から

$$2\pi r dr = 2\pi Z^2 C^{2/3} \eta' d\eta'$$

$$\therefore M = 1.666 \pi \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}} C^{2/3} Z^{5/3}$$

$$\int_0^\infty \left\{ \eta' + 0.917 \eta'^{5/2} + 0.399 \eta'^4 + 0.1077 \eta'^{1/2} \right\} \exp(-1.462 \eta'^{3/2}) d\eta' \dots\dots\dots (8)$$

上式の積分をするのに  $\eta'^{3/2} = \eta$  とおくと

$\eta' = \eta^{2/3}, d\eta' = 2/3 \eta^{-1/3} d\eta$  で(8)式の積分は

$$\frac{2}{3} \int_0^\infty \left\{ \eta^{1/3} + 0.917 \eta^{4/3} + 0.399 \eta^{7/3} + 0.1077 \eta^{10/3} \right\} \exp(-1.462 \eta) d\eta = 0.996$$

(6)式から  $C^{2/3} = 0.0464$  と上式の結果を(8)式に代入すると

$$M = 0.244 \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}} Z^{5/3} \dots\dots\dots (9)$$

これが横井理論による熱気流の上昇速度の式である。

辻本氏の例により、これより時間 t における煙層の質量変化を求めると

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = M \quad A : \text{室の面積}$$

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = 0.244 \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}} Z^{5/3}$$

$$-Z^{2/3} \frac{dZ}{dt} = \frac{0.244}{A \rho_s} \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}}$$

積分すると、

$$Z^{-2/3} = \frac{0.162}{A \rho_s} \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}} t + C$$

$$t=0 \text{で } Z=H$$

$$Z^{-2/3} = \frac{0.162}{A \rho_s} \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}} t + H^{-2/3}$$

$$Z = \left\{ \frac{0.162}{A \rho_s} \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}} t + H^{-2/3} \right\}^{-3/2} \dots\dots\dots (10)$$

$$t = \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3})}{0.162 \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}}} A \rho_s \dots\dots\dots (10')$$

ウ、トーマス理論と横井理論の比較

トーマス理論

$\rho_0, C_0 \dots\dots$  室内空気をとっている。

横井理論

$\rho, C_p \dots\dots$  熱気流内部をとっている。

トーマスの上昇空気質量速度の式

$$M = 0.15 \rho_f \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

横井の上昇空気質量速度の式

$$M = 0.244 \left( \frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

この式の相違を知るため下記の値を与えてみることにする。

$$\rho_f, \rho : 0.006 \text{ g/cm}^3$$

$$C_0, C_p : 0.24 \text{ cal/g} \cdot \text{deg}$$

$$\rho_0 : 0.0012 \text{ g/cm}^3$$

$$T_0, \theta_0 : 300^\circ \text{K}$$

$$\text{横井の式 } M = 0.00414 Q^{1/3} Z^{5/3}$$

$$\text{トーマスの式 } M = 0.00202 Q^{1/3} Z^{5/3}$$

$$\frac{\text{横井の式}(M)}{\text{トーマスの式}(M)} = \frac{0.00414}{0.00202} \div 2$$

横井の式とトーマスの式の定数に2倍の差があることが認められる。

また天井高さをHとし、煙が天井高さのH/2まで下降する時間tを天井高H=300cm,  $\rho_s = 0.9 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$  (120°C)とし、横井理論式(3)'式、トーマス理論(10)'式おのおのの式より計算する値に約2倍の差が生じる。

$$\begin{aligned} \text{トーマスの式} : t &= \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3})}{1^{1/3}} A \\ &= 0.1 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} A \\ &= 0.0088 \frac{A}{Q^{1/3}} \end{aligned}$$

$$\text{横井の式} : t = \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3})}{0.162 \sqrt[3]{\frac{\rho^2 Q g}{\theta_0 C_p}}} A \rho_s = 0.0043 \frac{A}{Q^{1/3}}$$

$$\frac{\text{トーマスの式}(t)}{\text{横井の式}(t)} \div 2$$

即ち煙層の下降時間がトーマスの式によるそれより横井の式の方が1/2違いことになる。

## (2) 煙層の降下理論に基づく実験結果の分析

煙層の降下理論については先きに記したようにトーマス理論と横井理論の2つがあり、この理論に基づいて解析した値には2倍の差が認められるので、ここではトーマス理論に基づく、解析を行い、その解析値の1/2の値が横井理論に基づくものとする。

(3)式、(3)'は点熱源からの上昇空気量の式(1)より発展させたもので、今回の実験のように面熱源の場合には適用できないものである。しかし注1のP・H, Thomas FR Note 595によれば面熱源の中心直下に点熱源を想定すれば点熱源の式に乗るとのことであるので

$$\text{仮想点熱源の式} : Z_s = Z + 1.5 \sqrt{A_f}$$

Z : 床面から煙層下端までの距離

$A_f$  : 火源面積

を用い、Zを補正し、本実験の場合における煙層の降下速度および発生総量を計算し、実験結果と比較してみることにする。

## 7. 第一実験

$$Z = \left\{ \frac{0.1 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t + H^{-2/3} \right\}^{-3/2}$$

煙層の降下を総煙量の増加  $V = A(H - Z)$  の形で整理し、実測値と比較する。

この実験に与えられる数値

$$\rho_0 : \frac{353}{273+14} \times 10^{-3} = 0.00123 \text{ g/cm}^3$$

$$C_0 : 0.24 \text{ cal/g} \cdot \text{deg}, \rho_R : 353/273 + 33 \times 10^{-3} = 0.00115 \text{ g/cm}^3$$

$$g : 980 \text{ cm/sec}^2$$

$$T_0 : 273 + 14 = 287^\circ \text{K}$$

$$\rho_f : \frac{353}{273+500} \times 10^{-3} = 0.00046 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_s : \frac{353}{273+78} \times 10^{-3} = 0.001 \text{ g/cm}^3$$

$$A : 3.619 \times 10^6 \text{ cm}^2$$

$$Q : 1.43 \times 10^5 \text{ cal/sec}$$

(7) 煙層の降下および発生総量

$$\frac{0.1 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} = k \text{ とおく}$$

$$R = 1.5 \times 10^{-5}$$

$$Z = (kt + H^{-2/3})^{-3/2}$$

$$Z = \{(1.5 \times 10^{-5})t + 0.141\}^{-3/2}$$

計算結果は表3, 図36, 37参照

図36 実験別、発生総量(計算値)

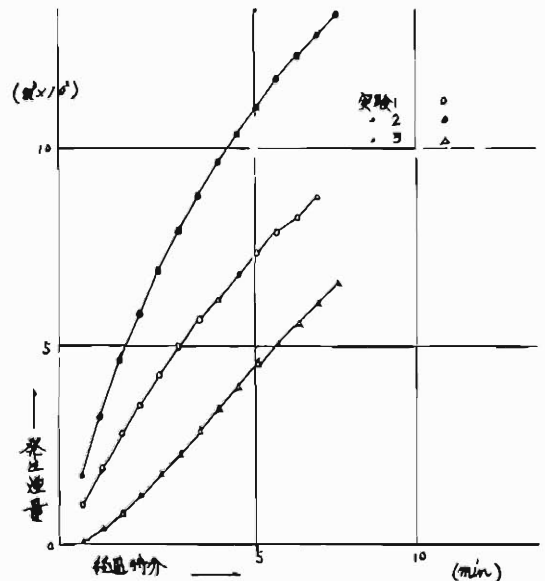
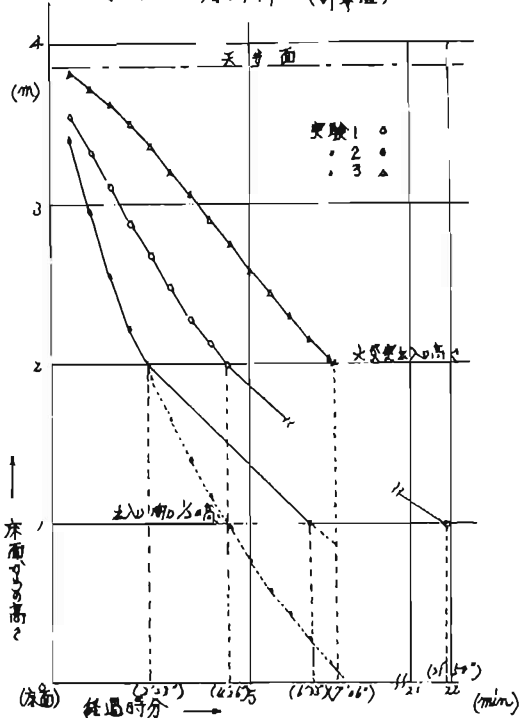


図37. 煙層の下降 (計算値)



(イ) 火災室出入口からロビーに煙が流出する時間(即ち火災室出入口垂れ壁下端までの煙層下降時間)

(3)式より

$$t = \frac{(Z-2^{2/3}-H-2^{2/3})}{1^{2/3}} A$$

$$0.1 \frac{\rho_f}{\rho_a} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)$$

$$0.1 \frac{\rho_f}{\rho_a} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} = k \text{ とおく}$$

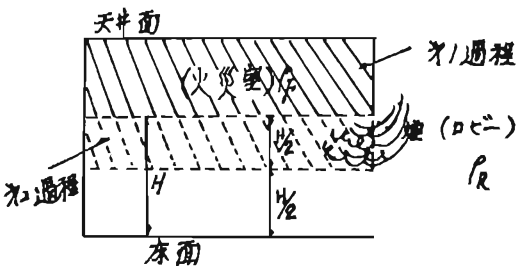
$$k = 0.544 \times 10^2$$

計算した結果266.1秒となった。(表3, 図37参照)

(ウ) 火災室出入口開口高さ1/2の位置まで煙層が下降する時間、……煙が火災室外に流出する場合

図38のように煙層の下降過程を二つに分け、垂れ壁下端までの煙層の下降を第1過程とし、(3)式により求め、次の第2過程である室外への煙流出が伴う場合の煙層の下降は次のような式をたて、差分に分解す

図38. 煙が火災室外に流出する場合



れば求めることができる。

$$-\rho_a A \frac{dZ}{dt} = M - \frac{2}{3} \sqrt{2g(H-H/2)} \frac{\rho_R - \rho_a}{\rho_a} \times \rho_a \times B \times (H-H/2) \alpha \dots \dots \dots (1)$$

H: 出入口高さ (火災室)

B: 出入口幅 ( )

$\rho_a$ : 煙密度  $\rho_R$ : ロビー空気密度

g: 重力の加速度 A: 火災室面積

M: 熱源からの上昇気流速度  $\alpha$ : 流量係数

第1過程までの煙層の降下時間

式(3)より  $t = \frac{(Z-2^{2/3}-H-2^{2/3})}{1^{2/3}} A$  より求める。

$$0.1 \frac{\rho_f}{\rho_a} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)$$

第2過程の煙層降下時間

(1)式, 右辺第2項…流出する煙重量を求め

$$\frac{2}{3} \sqrt{2g(H-H/2)} \frac{\rho_R - \rho_a}{\rho_a} \cdot \rho_a \cdot B \left( H - \frac{H}{2} \right)$$

$$\alpha = 2.4 \text{ kg/sec}$$

これを図36に整理した第一実験の煙発生量グラフから推定した単位時間当りの煙発生量(2.78kg/sec)を差し引いた値(2.78kg/sec-2.4kg/sec=0.38kg/sec)が煙層の降下に寄与する火災室の煙集積量である。したがって火災室出入口開口高さ1/2の位置まで煙層が下降する時間は第一過程までの降下時間と第2過程の降下時間の和として求めることができる。

計算結果に表3, 図37参照

イ, 第2実験

この実験に与えられる数値

Q:  $2.86 \times 10^8 \text{ cal/sec}$  g:  $980 \text{ cm/sec}^2$

$C_0$ :  $0.24 \text{ cal/g} \cdot \text{dgc}$   $T_0$ :  $289^\circ \text{K}$

$\rho_f$ :  $\frac{353}{273+500} \times 10^{-3} = 0.00046 \text{ g/cm}^3$

$\rho_a$ :  $\frac{353}{273+117} \times 10^{-9} = 0.00091 \text{ g/cm}^3$

$\rho_R$ :  $\frac{353}{273+56.2} \times 10^{-3} = 0.00107 \text{ g/cm}^3$

(ウ) 煙層の降下および発生煙量

$$Z = \left\{ \frac{0.1 \rho_f}{A \rho_a} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t + H - 2^{2/3} \right\}^{-3/2}$$

$$0.1 \frac{\rho_f}{A \rho_a} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} = k \text{ とおく}$$

$$Z = (kt + H - 2^{2/3})^{-3/2} k = 2.09 \times 10^{-5}$$

$$Z = ((2.09 \times 10^{-5}) t + 0.0129)^{-3/2}$$

計算した結果表3, 図36, 37参照

(イ) 火災室出入口からロビーに煙が流出する時間(即ち火災室出入口垂れ壁下端までの煙層下降時間)

$$t = \frac{(Z-2^{2/3}-H-2^{2/3})}{1^{2/3}} A$$

$$0.1 \frac{\rho_f}{\rho_a} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)$$

$$0.1 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} = k \text{ とおく } k = 0.755 \times 10^2$$

計算した結果は143.8秒となった。(表2, 図27参照)

(ウ) 火災室出入口開口高さ1/2の位置まで煙層が下降する時間。

実験1と同様の手法による。

(1)式, 右辺第2項

$$\frac{2}{3} \sqrt{2g(H - \frac{H}{2}) \frac{\rho_R - \rho_s}{\rho_s}}$$

$$\rho_s \cdot B \left( H - \frac{H}{2} \right) \alpha = 1.97 \text{ kg/sec}$$

計算した結果, 表3, 図37参照

ウ 第3実験……実火災の分析

第3実験は第1実験, 第2実験のようにアルコールパンによる定常燃焼を火源としたのではなく実火災を想定した火災実験なので次のような解析をこころみた。

(ウ) 煙層の降下および発生煙量

実験データより火源の拡がり面積  $A_f$  と時間  $t$  のグラフを畫くと明らかに  $\sqrt{A_f} \propto t$  の関係にあることが見い出され, この関係は図34より求めると  $A_f = 0.135t^2$  になる。この結果から実火災の発熱量を  $Q = kt^2$  とおき(1)式に代入すると

$$M = 0.15 \rho_f \left( \frac{gkt^2}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3} \dots\dots\dots (12)$$

これより以下の式を立て積分すると

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = M$$

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = 0.15 \rho_f \left( \frac{gkt^2}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

$$\frac{3}{2} Z^{-2/3} = \frac{0.15 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gk}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} \frac{3}{5} t^{5/3} + C$$

$t = 0$  で  $Z = H$

$$\frac{3}{2} Z^{-2/3} = \frac{0.15 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gk}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} \frac{3}{5} t^{5/3} + H^{-2/3}$$

$$Z^{-2/3} = \frac{0.06 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gk}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t^{5/3} + H^{-2/3}$$

$$Z = \left[ \frac{0.06 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gk}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t^{5/3} + H^{-2/3} \right]^{-3/2} \dots\dots (13)$$

となり, これが時間  $t$  による煙層の下降距離を求める式である。

ここで  $k$  の値が問題であり, これは実火災の  $A_f$  と  $Q$  との関係(実火災の発生熱量変化)が明らかにされなければできない問題である。

ここでは三菱銀行, 金杉支店火災実験の分析(東大辻

本氏)で採用した  $k = 20$  を用い分析する。

したがって式(13)は

$$Z = \left[ \frac{0.162 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{g}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} t^{5/3} + H^{-2/3} \right]^{-3/2} \dots\dots (14)$$

となる。

実験3のデータにより与えられる数値

$$\rho_0 : \frac{353}{273+17} \times 10^{-3} = 0.0012 \text{ g/cm}^3$$

$$C_0 : 0.24 \text{ cal/g} \cdot \text{deg } g : 980 \text{ cm/sec}^2$$

$$T_0 : 273+17 = 290^\circ \text{K}$$

$$\rho_f : \frac{353}{273+800} \times 10^{-3} = 0.00032 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_s : \frac{353}{273+180} \times 10^{-3} = 0.00076 \text{ g/cm}^3$$

(14)式中の

$$0.162 \frac{\rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{g}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} = k \text{ とおく}$$

$$Z = (kt^{5/3} + H^{-2/3})^{-3/2}, k = 4.269 \times 10^{-7}$$

計算した結果表3, 図36, 37参照

(イ) 火災室出入口からロビーに煙が流出する時間(即ち火災室出入口垂れ壁下端までの煙下降時間)

$$(14) \text{式より } t^{5/3} = \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3})}{0.162 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{g}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3}} A \dots\dots\dots (15)$$

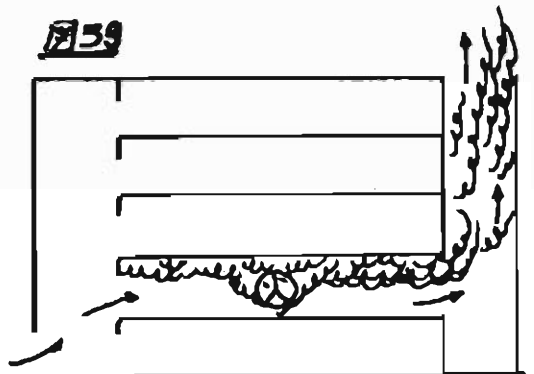
$$0.162 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{g}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} = k \text{ とおく } k = 1.545$$

$$t = \left\{ \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3}) A}{1.545} \right\}^{3/5}$$

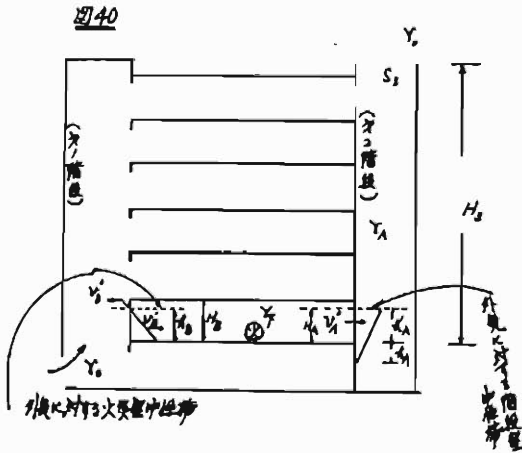
計算した結果表3, 図37参照

(3) 煙制ぎょ(排煙)効果判定理論

本実験は重要な目的の一つとして, 煙制ぎょ方法の効果確認, 即ち火災室, 階段室, 屋外等の密度差による浮力を利用し, そして図39のように建物の窓扉等を閉閉してドラフト現象を起させた場合, 火災室において発生する煙制ぎょ(一方の階段を排煙用シャフト, 他方を遊離用シャフトとして使用できるか, どうか)が可能なものかどうか確認することをあげたわけであり, この解析理論としては次のような横井氏のレポー



トがある。  
横井レポート



$S_1$ : 階段室開口部断面積

$H_1$ : 火災室床面から屋上排煙口中央までの距離

$B_B$ : 火災室から第1階段に通ずる開口部幅

$B_A$ : 火災室から第2階段に通ずる開口部幅

$r_0$ : 外気流入空気密度

$r_F$ : 火災室空気密度

$r_1$ : 第2階段空気密度

(火災室と第1階段との流出入)

平均流出速度

$$\frac{1}{2} r_F V^2 = (r_0 - r_F)(H_B - h_B)g$$

$$V = \sqrt{2g(H_B - h_B) \frac{r_0 - r_F}{r_F}}$$

$$V_B = \sqrt{2g \frac{r_0 - r_F}{r_F} \frac{1}{H_B - h_B} \int_0^{H_B - h_B} (H_B - h_B)^{1/2} dh}$$

$$H_B + h_B = h, \quad \sqrt{2g \frac{r_0 - r_F}{r_F}} = A \quad \text{とおくと}$$

$$V_B = A \frac{1}{h} \int_0^h h^{1/2} dh = A \frac{1}{h} \left[ \frac{2}{3} h^{3/2} \right]_0^h$$

$$\therefore V_B = \frac{2}{3} \sqrt{2g(H_B - h_B) \frac{r_0 - r_F}{r_F}} \quad \dots (2)$$

平均流入速度

$$V_B = \frac{2}{3} \sqrt{2gh_B \frac{r_0 - r_F}{r_0}} \quad \dots (2)$$

(火災室と第2階段との流出入)

平均流出速度

$$V_A = \frac{2}{3} \sqrt{2g \frac{r_1 - r_F}{r_F} \frac{1}{H_A} \left\{ (H_A - h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} \right\}} \quad \dots (2)$$

(第2階段頂部での流出)

$$\text{流出速度 } V'_1 = \sqrt{2g(H_1 - h'_1) \frac{r_0 - r_1}{r_1}} \quad \dots (2)$$

(流出入空気の連続)

開口部における流速係数の値は全部等しいとする。

(以後省略する。)

$$r_0 V_B h_B B_B - r_F V_B (H_B - h_B) B_B = r_1 V'_1 S_1 \quad \dots (2)$$

(火災室における流出入空気の連続)

$$r_0 V_B h_B B_B - r_F V_B (H_B - h_B)$$

$$B_B = r_F V'_1 H_A B_A \quad \dots (2)$$

(第2階段における流出入空気量の連続)

$$r_F V'_1 H_A B_A = r_1 V'_1 S_1 \quad \dots (2)$$

第1階段に火災から煙が流入しないためには  
 $h_B \geq H_B$ , 今  $h_B = H_B$  にしたとして条件を求める。

この場合(2)式は

$$r_0 V_B h_B B_B = r_1 V'_1 S_1 \quad \dots (2')$$

$$\therefore V'_1 = \frac{r_0}{r_1} \frac{H_B B_B}{S_1} V_B = \frac{r_0}{r_1} \frac{S_B}{S_1} V_B \quad \dots (2)$$

ただし  $S_B = H_B B_B$  で火災室から第1階段に通ずる開口部の断面積である。

(2)式と(2')式から

$$\frac{2}{3} \sqrt{2gh_B \frac{r_0 - r_F}{r_0}} = \sqrt{2g(H_1 - h'_1) \frac{r_0 - r_1}{r_1}}$$

$$\frac{4}{9} 2gh_B \frac{r_0 - r_F}{r_0} = 2g(H_1 - h'_1) \frac{r_0 - r_1}{r_1}$$

$$\frac{4}{9} \frac{r_0(r_0 - r_F)}{r_0(r_0 - r_1)} = \frac{H_1 - h'_1}{h_B} \quad \dots (2)$$

(2)式を次のように変形し

$$\frac{S_B^2}{S_1^2} = \frac{r_1^2}{r_0^2} \frac{V_1'^2}{V_B'^2}$$

(2)式と(2')式により

$$\frac{S_B^2}{S_1^2} = \frac{9}{4} \frac{r_1(r_0 - r_1)}{r_0(r_0 - r_F)} \frac{(H_1 - h'_1)}{h_B}$$

$$\frac{9}{4} \frac{(r_0 - r_F)}{(r_0 - r_1)} = \frac{H_B}{(H_1 - h'_1)} \frac{S_B^2}{S_1^2} \frac{r_0}{r_1}$$

$$\frac{4}{9} \frac{(r_0 - r_F)}{(r_0 - r_1)} = \frac{(H_1 - h'_1)}{H_B} \frac{S_1^2}{S_B^2} \frac{r_1}{r_0}$$

これにより(2)式を整理すると

$$\frac{(H_1 - h'_1)}{H_B} \frac{S_1^2}{S_B^2} \frac{r_1^2}{r_0^2} = \frac{4}{9} \frac{r_1(r_0 - r_F)}{r_0(r_0 - r_1)}$$

$$\frac{H_1}{H_B} = \frac{4}{9} \frac{S_B^2}{S_1^2} \frac{r_0(r_0 - r_F)}{r_1(r_0 - r_1)} + \frac{h'_1}{H_B} \quad \dots (2)$$

(2)式の左辺の値が右辺の値より小さくならないことが第1階段への煙の流入を防止するために必要な条件である。

ここで  $h'_1$  は  $(h_B + h_A) r_F = (h'_1 + h_A) r_1$  であるから

$$h'_1 = -h_A + \frac{r_F}{r_1} (h_B + h_A) \quad \dots (2)$$

今  $h_B = H_B$  としたから

$$h'_1 = -h_A + \frac{r_F}{r_1} (H_B + h_A) \quad \dots (2')$$

ここで  $h_A$  を求めるには火災室における連続式(式)に(1), (2), (3)式を代入

$$h^{3/2} B_B \sqrt{r_0(r_0 - r_F)} - (H_B - h_B)^{3/2} B_B \sqrt{r_F(r_0 - r_F)} = \left\{ (H_A + h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} \right\} B_A \sqrt{r_F(r_S - r_F)} \dots (1)$$

$h_B = H_B$  の場合には

$$H_B^{3/2} B_B \sqrt{r_0(r_0 - r_F)} = \left\{ (H_A + h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} \right\} \times B_A \sqrt{r_F(r_S - r_F)} \dots (1')$$

から求めることができる。

(4) 煙制ぎ 2 効果判定理論に基づく実験結果の分析。

(煙制ぎ 2 可否の判別)

7. 第2実験

実験を1分, 2分, 3分, 5分, 7分, 10分とそれぞれの経過時に分け, 煙制ぎ 2 の可否, 即ち第1階段(避難用階段)に煙が流入しないかどうか判別した。

結果は表4参照。

表4

		経過時間(分)						
		1	2	5	10	15	20	25
煙 制 ぎ 判 別 可	実験2	観測	○	○	×	○		
		理論計算	×	×	○	○		
	実験3	観測	○	○	○	○		
		理論計算	○		○	○	○	○

※ (3'00'' × 4'30'')

実験により与えられる数値

経過時分	2階ロビー温度	第2階段(排煙用階段)温度
1分	14.6°C	12.7°C
2	20.25	12.9
3	27.8	13.8
5	36.9	16.5
7	40.2	17.9
10	41.0	18.8

(気温12.5°C)

(7) 1分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+14.6} = 1.227 \text{ kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+12.7} = 1.235 \text{ "}$$

$$r_0 : \frac{353}{273+12.5} = 1.236 \text{ "}$$

$$S_A : 2.1 \times 1.6 = 3.4 \text{ m}^2, \quad S_B = 2.1 \times 1.6 = 3.4 \text{ m}^2$$

$$S_S : 2.04 \times 0.87 + 0.59^2 \times 3.14 = 2,868 \text{ m}^2$$

(1) 式により

$$(2.1 + h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} = 8.08$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 5.5$

(1) 式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S} (H_B + h_A)$$

$$H_B : 3.85 \text{ m}$$

$$H_S : 25.1 \text{ m}$$

$$h'_A = 3.789$$

(2) 式の右辺の値は6.827, 左辺の値は6.519

∴ 左辺 < 右辺 …… 煙制ぎ 2 不可

(1) 2分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+20.3} = 1.204 \text{ kg/m}^3, \quad r_0 = 1.236 \text{ kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+12.9} = 1.235 \text{ kg/m}^3$$

(1) 式により

$$(2.1 + h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 7.841 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 5.3$

(1) 式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S} (H_B + h_A) = 3.62$$

(2) 式右辺の値は21.716, 左辺の値は6.519

∴ 左辺 < 右辺 …… 煙制ぎ 2 不可

(2) 5分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+36.9} = 1.139 \text{ kg/m}^3$$

$$r_0 : 1.236 \text{ kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+16.5} = 1.219 \text{ kg/m}^3$$

(1) 式により

$$(2.1 + h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} = 8.731$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると,  $h_A = 6.8$

(1) 式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S} (H_B + h_A) = 3.151$$

(2) 式右辺の値は4.571, 左辺の値は6.519

∴ 左辺 > 右辺 …… 煙制ぎ 2 可能

(1) 10分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+41} = 1.124 \text{ kg/m}^3$$

$$r_0 : 1.236 \text{ kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+18.8} = 1.21 \text{ kg/m}^3$$

(1) 式により

$$(2.1 + h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 9.13 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 7.5$

(1) 式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S} (H_B + h_A) = 3.043$$

(2) 式右辺の値は3.465, 左辺の値6.519

∴ 左辺 > 右辺 …… 煙制ぎ 2 可能

イ, 第3実験

実験を1分、5分、10分、15分、20分、25分それぞれの経過時に分け、煙制ぎ $\alpha$ の可否を判別した。

結果は表4参照

ア、1分および5分経過時

実験3は突火災を想定した突大実験であり、1分～5分経過時においては、さほど火災の進展がなかったことから、煙制ぎ $\alpha$ 判別理論に与えるべきデータが1分経過時も5分経過も等しかった。したがって、ここでは1分経過時、5分経過時それぞれの判別を併記することとする。

$$r_R : \frac{353}{273+16} = 1.221 \text{kg/m}^3, \quad S_B : 4.41 \text{m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+14.5} = 1.228 \text{kg/m}^3, \quad S_S : 2.868 \text{m}^3$$

$$r_0 : \frac{353}{273+12.6} = 1.236 \text{kg/m}^3, \quad B_B : 3.85 \text{m}^3$$

(1)式により

$$(2.1+h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 11.256 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 11.8$

(2)式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S}(H_B + h_A) = 3.761$$

(3)式、右辺の値は2.96、左辺の値は6.519

∴左辺>右辺……………煙制ぎ $\alpha$ 可能

イ、10分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+17.9} = 1.213 \text{kg/m}^3$$

$$r_0 : 1.236 \text{kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+14.5} = 1.228 \text{kg/m}^3$$

(1)式により

$$(2.1+h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 9.502 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 8.2$

(2)式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S}(H_B + h_A) = 3.703$$

(3)式、右辺の値3.04、左辺の値6.519

∴左辺>右辺……………煙制ぎ $\alpha$ 可能

ウ、15分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+20.6} = 1.027 \text{kg/m}^3, \quad r_0 : 1.236 \text{kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+29.7} = 1.166 \text{kg/m}^3$$

(1)式により

$$(2.1+h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 10.255 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 9.6$

(2)式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S}(H_B + h_A) = 2.247$$

(3)式、右辺の値は3.90、左辺の値は6.519

∴左辺>右辺……………煙制ぎ $\alpha$ 可能

エ、20分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+54.9} = 1.077 \text{kg/m}^3$$

$$r_0 : 1.236 \text{kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+30.4} = 1.163 \text{kg/m}^3$$

(1)式により

$$(2.1+h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 11.088 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると、 $h_A = 11.5$

(2)式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S}(H_B + h_A) = 2.715$$

(3)式、右辺の値は3.137、左辺の値は6.519

∴左辺>右辺……………煙制ぎ $\alpha$ 可能

オ、25分経過時

$$r_R : \frac{353}{273+49.5} = 1.095 \text{kg/m}^3$$

$$r_0 : 1.236 \text{kg/m}^3$$

$$r_S : \frac{353}{273+27.2} = 1.176 \text{kg/m}^3$$

(1)式により

$$(2.1+h_A)^{3/2} - h_A^{3/2} - 10.687 = 0$$

逐次近似法により  $h_A$  を求めると  $h_A = 10.5$

(2)式により

$$h'_A = -h_A + \frac{r_R}{r_S}(H_B + h_A) = 2.862$$

(3)式右辺の値は3.338、左辺の値は6.519

∴左辺>右辺……………煙制ぎ $\alpha$ 可能

(4)室内温度による発熱量の推定(火災初期)

火災初期の燃焼速度が室内の平均温度の上昇から推定できると仮定し、火災の発生からの発熱量の成長および煙の発生を解明しようとするものである。

一般的に火災により発生した熱は(4)式の様に表示され

$$Q = Q_W + Q_B + Q_L + Q_R \quad \text{……………(4)}$$

$Q$  : 発熱量

$Q_W$  : 外壁、天井などの吸収熱量

$Q_B$  : 窓からの放射熱量

$Q_L$  : 噴出煙、噴出気流の持ちさる熱量

$Q_R$  : 室温を上昇させる熱量

全発熱量 $Q$ の内、室温を上昇させる熱量 $Q_R$ は一部分しか関係してない。特に火盛期になると $Q_R$ は一般的に無視され $Q_W$ 、 $Q_B$ 、 $Q_L$ が問題とされ、解明されている。

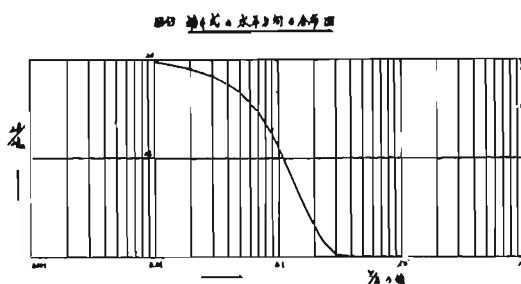
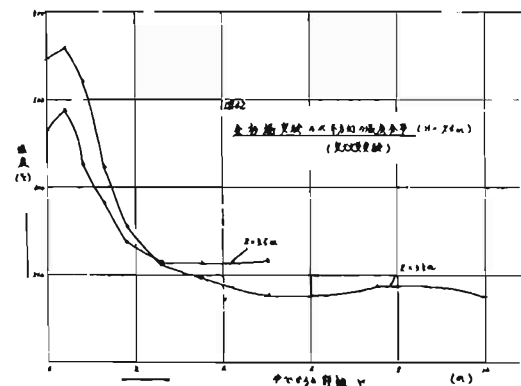
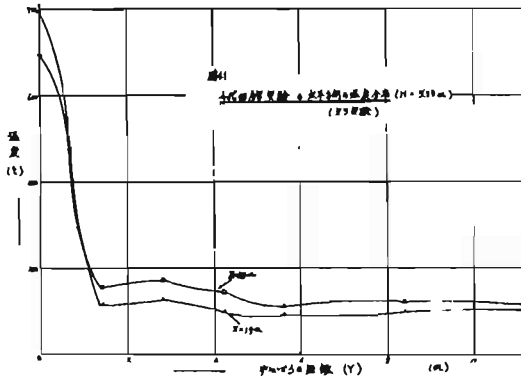
本報告は火災初期を問題とし、 $Q_R$ が $Q$ に比例し増大すると仮定して $Q_B$ 、 $Q_L$ は無視し、 $Q_W$ は $Q$ に比例するとし、(4)式を立てたものである。

$$Q = \frac{1}{C_1} Q_R \quad \text{……………(5)}$$

$C_1$  : 発熱量 $Q$ に対する $Q_R$ の割合



今火点部分と火点周辺の温度分布状態を各実験のデータから火点周辺温度、即ち火点からはなれた部分の温度は水平部分ではほぼ一定していることが判明している(図41, 42参照)。また上昇気流の実験で著明な横井氏の実験式においても火点軸上と周辺部の温度関係を図43の様な結果を示し、実験式は周辺温度の上昇を除けば実験の結果とよく合致する。このことから周辺温度の平均を利用し、火点の plume の熱量  $Q_P$  との関係から火災初期の  $Q_R$  を次のように表現することができる。



(但し室内は完全に密封されているものとする。)

$$Q_R = \frac{1}{C_2} Q_{R'} + Q_P \dots\dots\dots (3)$$

$Q_P$ : plume の形成熱量

$Q_R$ : 測定により算出した温度上昇に必要な熱量。

$C_2$ : 特異な建物構造又は測定の設定位置等による定数 ( $0 < C_2 \leq 1$ )

式(3), (4)により

$$Q = \frac{1}{C_1} \frac{1}{C_2} Q_{R'} + \frac{1}{C_1} Q_P \dots\dots\dots (3')$$

横井式の  $r/Z > 0.5$  の点における平均温度上昇を  $\Delta\theta$  とすると

$$Q_{R'} = C_P V \rho \Delta\theta \dots\dots\dots (3'')$$

$C_P$ : 空気の比熱 (cal/deg · g)

$V$ : 室内の容積 (cm<sup>3</sup>)

$\rho$ : 室内空気の密度 (g/ml)

$\Delta\theta$ : 室内の平均温度上昇 (deg)

また発熱量の時間変化関数を用いて(3)式を表現すると

$$Q = \int q dt = \frac{1}{C_1 C_2} \int q_{R'} dt + \frac{1}{C_1} Q_P \dots\dots\dots (3'')$$

$q$ : 全発熱量の時間変化関数

$q_{R'}$ : 測定室温上昇発熱量の時間変化関数

となる。

定常燃焼の火災初期では式(3)となる。

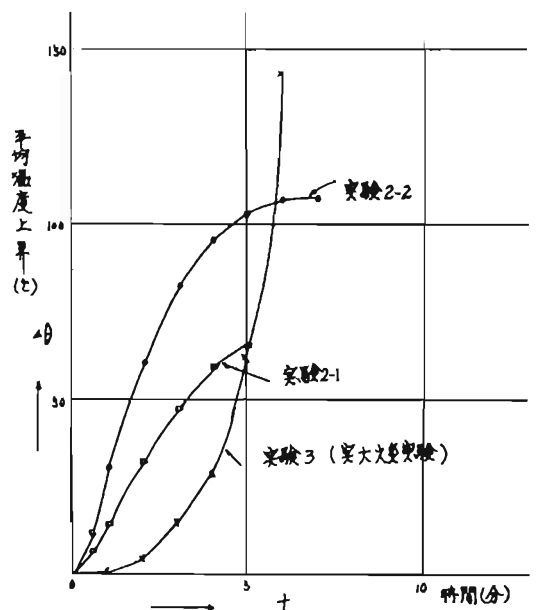
$$Q = \frac{1}{C_1 C_2} q_{R'} t + \frac{1}{C_1} Q_P$$

$$Q_{R'} = q_{R'} t = C_1 C_2 q t - C_2 Q_P \dots\dots\dots (4)$$

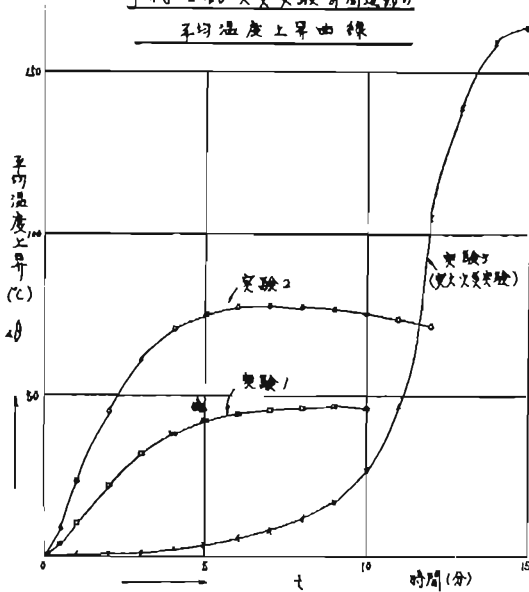
$C_2$  の値の意味は火災室の特異性を示す値であるとしたものであり、 $C_1$  は火災室の整体天井への熱損失を表す値である。今式(4)を用いて三菱銀行、金杉支店、千代田生命館の火災実験を解析すると次の様になる。(図44, 45参照)

図44.

金杉橋火災実験の周辺部の平均温度上昇曲線



千代田館火災実験の温度の  
平均温度上昇曲線



$$\frac{\partial \Delta \theta}{\partial t} = \frac{\Delta \theta_1 - \Delta \theta_2}{t_1 - t_2} = \frac{C_1 C_2 q}{C_P V \rho}$$

また  $Q_R'$  のグラフで  $t=0$  の近傍での  $q$  =一定とした時の直線の切片が  $C_1 C_2 Q_P$  となる。特に出入口からの流出入の少ない、点火から30秒~1分、1分~2分の間を使用して算出した値をもととして計算すると

千代田生命館  $V = 1.35 \times 10^9 \text{cm}^3$

実験1 (1分~2分)

$$\frac{\partial \Delta \theta}{\partial t} = \frac{(9.8 - 22.5)}{(1 - 2) \times 60} = 2.12 \times 10^{-1} (\text{deg/sec})$$

実験2 (30秒~1分)

$$\frac{\partial \Delta \theta}{\partial t} = 4.76 \times 10^{-1} (\text{deg/sec})$$

三菱銀行金杉支店  $V = 1.86 \times 10^9 \text{cm}^3$

この実験において部屋が完全に密閉されており温度の上昇が直線的なのが特徴である。

実験2-1 (1分~2分)

$$\frac{\partial \Delta \theta}{\partial t} = \frac{(14.7 - 32.7)}{(1 - 2) \times 60} = 3.0 \times 10^{-1} (\text{deg/sec})$$

実験2-2

$$\frac{\partial \Delta \theta}{\partial t} = 6.1 \times 10^{-1} (\text{deg/sec})$$

7. plume の形成時間について

plume の形成に必要な熱量を供給するまでの時間を示すもので次の様に表わされる。

$$t_P = \frac{C_2 Q_P}{C_1 C_2 q} = \frac{Q_P}{C_1 q} \quad t_P: \text{plume の形成時間 (sec)}$$

各実験の値は5表に示すとおりである。

千代田館と金杉支店では燃料に差があり比較はできないが、仮に燃料条件が同一ならば  $C_1 C_2 q$  および  $C_2 Q_P$  の値は建物構造の差となり、火災室の構造因子  $C_1$  および火災室の特異建物構造の因子  $C_2$  の解明も試みることができる。

イ、拡大する火災の場合……実火災実験

拡大する場合の  $Q_P$  と  $Q_R'$  との重複面および拡大する方向並びに拡大速度等問題となる面も多いので、今回は  $Q_P$  の項を無視した。

定常燃焼と同様に充分遠い点で温度測定し、 $\Delta \theta$  を決定  $Q_R'$  を求める。 $Q$  のグラフの近似式として  $e$  函数と  $t^2$  の函数の和を考え式(7)より  $Q = b(e^{at} - 1) + Ct^2$

$$Q_R' = C_1 C_2 Q - C_2 Q_P = C_1 C_2 \{ b(e^{at} - 1) + Ct^2 \} - C_2 Q_P \quad \dots\dots\dots(7)$$

今  $C_1 = 1, C_2 = 1, Q_P$  の項を無視して計算すれば

$$q_R' = \frac{\partial Q_R'}{\partial t} = abe^{at} + 3Ct^2$$

表5 (但し、 $t_P$  は  $C_1 = 1$  とした時の値)

	$C_1 C_2 q$ ( $\times 10^4 \text{cal/sec}$ )	$C_2 Q_P$ ( $\times 10^4 \text{cal/sec}$ )	plume形成時間 $t_P$	オイルパン数	室内温度	燃料
実験 1	8.07	111	13.7(sec)	2ヶ	13°C	メタノール
” 2	18.1	236	13.0	4ヶ	15°C	メタノール
” 2-1	15.7	170	10.8	2ヶ	15°C	エタノール
” 2-2	32.1	339	10.5	4ヶ	14°C	エタノール

$l=0$  のとき,  $q_R'=0$  より,  $Q_p$  の項を考慮して上式は現実的に(7)'の式となる。

$$q_R' = \frac{\partial Q_R'}{\partial l} = ab(e^{at}-1) + 3Cl^2 \dots \dots (7)' - 1$$

$$Q_R' = b(e^{at}-1) + Cl^3 \dots \dots (7)' - 2$$

(7)'-1の式, および(7)'-2の式から千代田館および金杉支店の場合に適用した場合は

千代田館

$$a=1.06 \times 10^{-2}, b=0.02 \times 10^6, c=0.03$$

金杉支店

$$a=1.06 \times 10^{-2}, b=0.55 \times 10^6, c=0.60$$

これらの値によるグラフは図46, 47であり, 実測値の曲線カーブと一致している。この  $Q_R'$  の値は  $Q_p$  の無視および  $C_1=1, C_2=1$  の仮定により  $Q$  の値と同一であり  $Q=b(e^{at}-1)+Cl^3$

$$q = \frac{\partial Q}{\partial l} = ab(e^{at}-1) + 3Cl^2 \quad \text{となる。}$$

ウ, 煙の発生下降量との関係

煙の層と熱気流との関係を検討するために次の仮定条件の下に  $Y_{ih}$  の式および横井の式を用いて, 前述した  $Q$  の値を代入し, 煙の下降速度を検討した。

仮定

a) 上昇熱気流と煙は完全に混合している。

図46 千代田館  $Q$  と  $z$  の関係

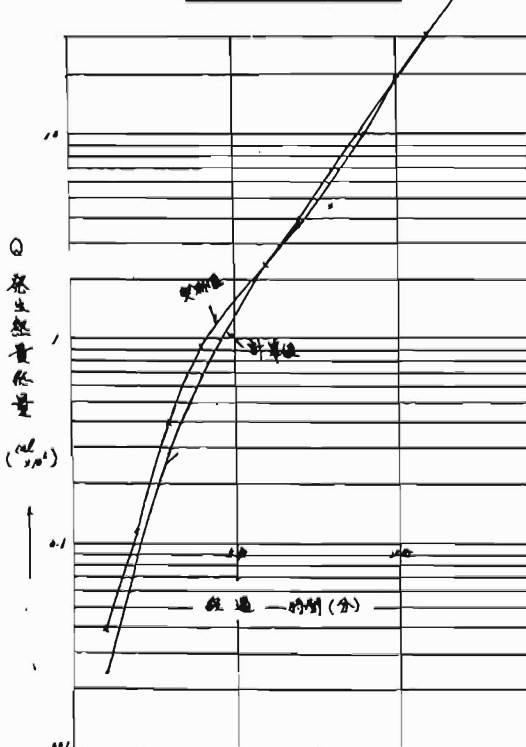
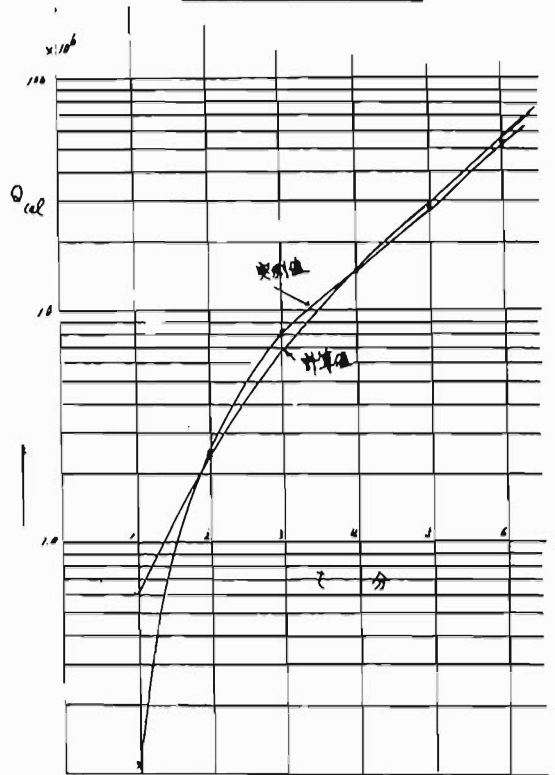


図47 金杉館  $Q$  と  $z$  の関係



b) 熱気流はその下の空気層とは混合しない。

外に粒子の大きさによる落下速度とブラウン運動による拡散速度により煙の下降速度の差が出ることは明らかであるが無視して考える。

上昇気流の式は次の様に表わされ  $Y_{ih}$  の式は  $q$  の相対的变化が無視できるかぎり火災が成長しつつあると

$$Y_{ih} \text{の式} \quad m = 0.153 \rho_p \left( \frac{gQ}{\rho_a C_a T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

$$\text{横井の式} \quad m = 0.244 \rho_p \left( \frac{gq}{\rho_p C_p T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

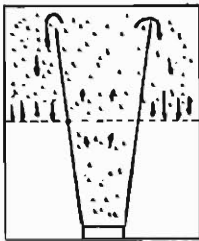
きも有効であるとされている。また横井の式は定常燃焼の式であるので今回は拡大する火災であり  $Y_{ih}$  の式を用いるのが適当と思われる。

煙の下降を考える場合の plume の燃焼形態を (I) および (II) の 2 つの場合に分けて考えると

(I) の状態では燃焼の plume が時間的に変化しないで常に  $Z=H$  である。また煙の下降は燃焼が継続しているあいだは常に空気の供給があるため床上一定の位置までしか下降してない。

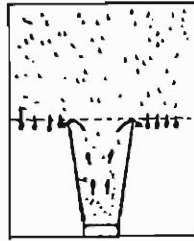
(II) の状態では燃焼 plume が時間的に変化し, 煙の下降とともに  $Z$  が縮少していくため  $m$  が少なくなる。

$Y_{ih}$  の式を用いて (I) の場合を計算すると



(I)

煙が天井まで上昇し、下の煙層を押し下げる状態。



(II)

煙層の下に煙がたまっていく状態。

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = m = 0.153 \rho_p \left( \frac{gq}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} H^{5/3}$$

$$Z = H - 0.153 \frac{\rho_p}{\rho_s A} \left( \frac{g}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} H^{5/3} \int_0^t q^{1/3} dt \dots (2)$$

この式を用い、実験から求めた  $q = ab(e^{at} - 1) + 3Ct^2$  を代入した千代田館および金杉支店の計算結果による煙の下降は図49, 50となる。

同様に (II) の場合を

$$-\rho_s A \frac{dZ}{dt} = m = 0.153 \rho_p \left( \frac{gq}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} Z^{5/3}$$

積分して  $t=0$  のとき  $Z=H$  を代入すると

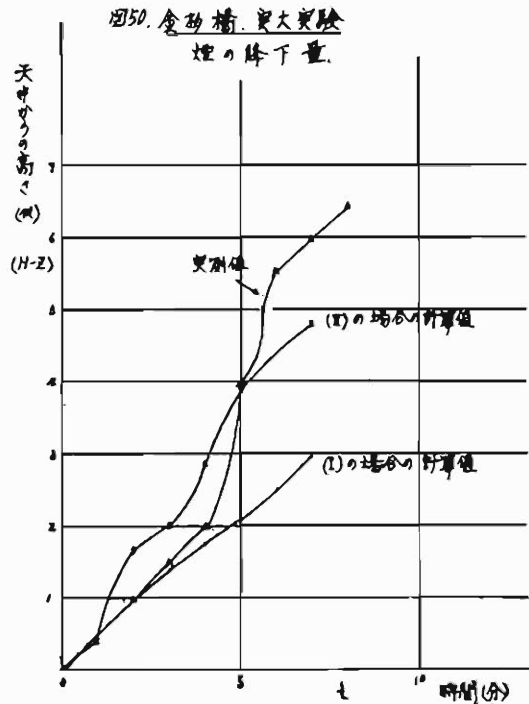
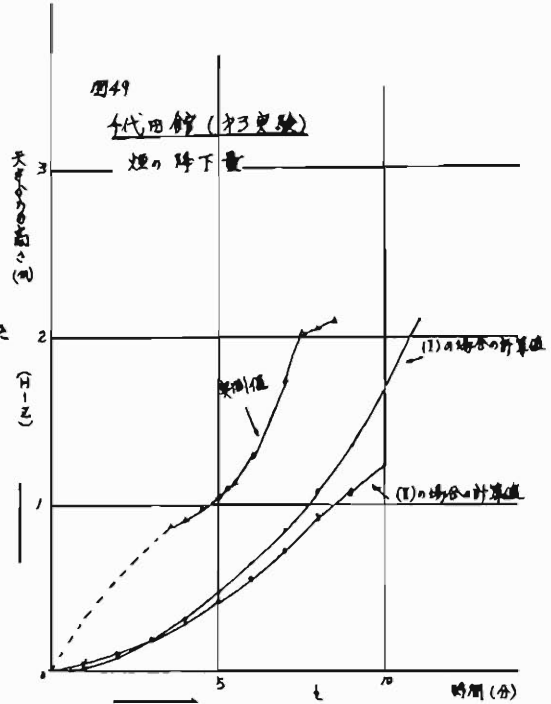
$$\left( \frac{H}{Z} \right)^{3/2} = \frac{2}{3} \times 0.153 \frac{\rho_p H^{2/3}}{\rho_s A} \left( \frac{g}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} \int_0^t q^{1/3} dt \dots (3)$$

この式から求めた  $Z$  の値 (煙の下降) は図51, 52であり、(I) の状態で煙の発生も充分考えられるのではないかと考えられる。

但し、(計算に用いた値)

- $\rho_p$ : plume 空気密度  $0.00046 \text{ g/cm}^3$
- $\rho_s$ : 煙層の空気密度  $0.00076$  "
- $\rho_0$ : 周辺部の空気密度  $0.0013$  "
- $C_0$ : 周辺部の空気の比熱  $0.24 \text{ cal/g} \cdot \text{deg}$
- $T_0$ : 周辺部の絶対温度  $280^\circ \text{K}$
- $Z$ : 床面から煙層下端までの高さ cm
- $H$ : 床面から天井までの高さ cm
- 金杉支店  $7.40 \times 10^2$ , 千代田館  $3.85 \times 10^2$
- $A$ : 天井の面積  $\text{cm}^2$
- 金杉支店  $2.18 \times 10^6$ , 千代田館  $3.52 \times 10^6$

この方法は外気との空気の流出入および流出入の位置等が微妙にひびいてくるのが予想され、空気の流出、流入の因子を考慮した場合を考えることにより、さらに  $q$  の正確な値が解明されるものと思われる。今後因子を増加し、plume の項の補正および  $C_1, C_2$  の



解明を加えていくことにより燃焼のメカニズムを追求していきたいものである。特にアルコールによる実験は  $C_1, C_2$  を決定する上で重要な足がかりであるので今後もつけていく必要があるものと思われる。

## 8. 実験結果のまとめ

### (1) 煙層の下降および煙発生量について

煙層の下降および煙発生量については実測値（観測結果にもとづく）を図33…「煙発生量と火災室煙層の厚さ」に、そしてトーマス理論にもとづく解析結果（計算値）を表3…「煙層の下降および煙発生量」、図36…「実験別発生煙量」、図37…「煙層の下降」にそれぞれ整理したとおりであり、実測値と計算値の一致がみられなかった。

しかしトーマス理論に基づく辻本氏の手法による計算結果は実測値と相当の差が生じたが、横井氏の理論にもとづく解析結果よりは実測値に近い値となった。

※  $\left( \begin{array}{l} \text{この報告において横井理論に基づく計算結果は} \\ \text{のせていないが、前述したように、その値はト} \\ \text{ーマス理論による計算結果の1/2となる。} \end{array} \right)$

理論式等の問題について検討がなされてしかるべきであるが、金杉支店（三菱銀行）の実験のときの解析では(3)、(3)'式中の

$$0.1 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3}$$

を $k$ とおき $h$ を1.5倍した形で計算した値が実測値と一致したので(3)、(3)'式を次のように改め

$$Z = \left\{ \frac{0.15 \rho_f}{A \rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3} (1 + H^{-2/3}) \right\}^{-3/2}$$
$$t = \frac{(Z^{-2/3} - H^{-2/3})}{0.15 \frac{\rho_f}{\rho_s} \left( \frac{gQ}{\rho_0 C_0 T_0} \right)^{1/3}} A$$

この式が煙層の下降を求める式として、工学的には使用できるものとされた。

今回の実験においては係数等の操作によるこのような実験式を作るころみはせず、トーマス理論および横井理論に基づく解析のみをしたのであるが係数等の操作をすればおそらく実測値とかなり近似してくるものと思われる。このことについては次の報告によることとする。

実火災を想定した実大実験である第3実験については、第1実験、第2実験と、その解析方法は同じであるが定常燃焼ではなく、水源の燃え拡がりと同時に発生熱量が変化するので、火源の燃え拡がりは経過時間に比例して増加するものであり、発生熱量を $Q = kt^2$ とおき(3)式より煙層の下降距離を求める(3)式を導いたわけである。しかし(3)式による計算値は実測値と一致しなかった。このことは火災による発生熱量は時間とともに直線的に変化するものではなく複雑な関数になるものと思われる。この問題について、この報告書では、6. 実験結果の解析、(4)室内温度による発熱

量の推定（火災初期）のところで解析をこころみたが、今後数多くの実験を実施し、検討してゆく必要があると思われる。

### (2) 煙制ぎょ効果の確認について

このことについては横井氏レポートによる判別法に問題があると火災予防審議会により意見が出されたが、横井理論による判別法は正しいものであるとして煙制ぎょ効果を確認した。それによると理論計算による判別が観測結果と非常によく一致をみた。

(表4参照)

今回の実験は当初より扉窓等の開閉(排煙マニュアル)を実施し、煙制ぎょ効果のみをみたわけであり、その結果扉窓等の開閉操作に重大な失敗がなければ、充分その効果は期待できるものと実験結果(観測)により判断されたわけであるが、今後の実験としては、この排煙マニュアルの重要な部分が失敗した場合等の問題点を検討してゆく必要がある。

(加圧排煙方法によるペンシルビル煙制ぎょ) 送風機マニュアルの作成について

## 1. 目的

最近、ビル火災の煙制ぎょ対策として、強制送風による加圧排煙理論が数多くの実験によって立証されたことから、この理論をもとにした煙制ぎょ方法の消防戦術的な応用方法がアプローチされ、種々の問題を残すが、煙制ぎょにはかなりの効果があり、新しい消防戦術として検討されはじめている。

そこでこの報告は、この理論を消防戦術的に使用した場合、どの程度の強制給気量によってしゃ煙が可能なのか、火災発生期(夏、冬)並びに火災発生階の相違等、種々の条件を任意に抽出した建築物に適用させ、必要給気量を理論的に検討し、消防戦術の一資料として提供しようとするものである。

## 2. 加圧排煙理論等(省略)

加圧排煙理論、計算方法等については建築学大系、21巻、建築防火論一彰社、参照

## 3. 計算モデル建物の説明

この報告の目的とするところは前述したとおりであるが、建物の構造、規模、形態等はそれぞれ異なるものであるが、今回抽出した建物は廊下を有しない1階段のみの建物……ペンシルビルに限り、火災が発生した場合どの程度の給気量があれば煙制ぎょ可能なものか究明しようとしたものである。

### (1) Aビル

(構造、用途、その他)

鉄筋コンクリート 9/1, 建築面積: 45,708㎡, 延面積 457.08㎡, 軒高: 30.45m 開口部: 乙種防火戸, 内装: 準不燃仕上げ, 防火区画: 階段室, 甲種防火戸

自閉式用途：倉庫、店舗、事務所

(2) Bビル（構造、用途、その他）

鉄筋コンクリート10/1, 建築面積50㎡, 延面積

463.45㎡, 軒高：22.25m, 開口部：乙種防火戸

内装：準不燃仕上げ, 用途：店舗、事務所

(3) Cビル（構造、用途、その他）

鉄筋コンクリート, 建築面積42.16㎡, 延面積

264.18㎡, 軒高：18.5m, 開口部：乙種防火戸

内装：準不燃仕上げ, 防火区画：甲種防火戸, 自閉式

用途：事務所、住宅、店舗

#### 4. 計算条件

(1) 火災室の外気に面する開口部はすべて風上側に集中して位置するものとした。

(2) 建物内温度配置

建物内各部の温度は経時的変化のない定常値として設定した。

(3) 外気条件

風速：風速累積ひん度95%の値とした。

夏……8 m/sec 冬……9 m/sec

気温：日最低(冬), 日最高(夏)気温の月平均値と

した。表6参照

風圧係数：独立建物の風圧係数とし、壁面中央部に直角に吹く場合の値0.76を採用した。

(4) 扉窓等の流れ抵抗（流量係数）

計算の簡便を期するため統一して0.65を採用した。

(5) 扉窓等のシャ閉度（開口閉鎖率）

火災が発生した場合の避難等を考慮して設定した。

#### 5. 計算結果

Aビル……表7参照

Bビル……表8参照

Cビル……表9参照

#### 6. 結果のまとめ

計算結果は表7～9にそれぞれ示したとおりであり本理論計算の対象とした建物に類似するペンシルビルでは火災発生時の条件等（建物の窓、扉等の開閉状態気象条件等…）諸々の問題が残るが、理論計算に用いた条件等…最悪の条件下におき、火災を想定したので、シャ煙必要給気量は計算結果のとおり11.5kg/sec, (574 m<sup>3</sup>/min)～20.5kg/sec (1,023 m<sup>3</sup>/min)の範囲にあると思われる。

表7 相馬ビル, シャ煙必要給気量の算出結果

火災階	季節	火災階からの流出空気量	火災階以外の階からの漏れ空気量									シャ煙に必要な空気量
			1 F	2 F	3 F	4 F	5 F	6 F	7 F	8 F	9 F	
			夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	
2 F	夏	4.407	1.610	/	1.551	1.520	1.489	1.457	1.425	1.392	1.369	16.220
	冬	4.714	1.603	/	1.793	1.881	1.965	2.045	2.123	2.198	2.246	20.508
4 F	夏	4.407	1.167	1.639	1.610	/	1.551	1.520	1.489	1.457	1.425	16.765
	冬	4.714	1.389	1.499	1.603	/	1.793	1.881	1.565	2.065	2.123	19.010
6 F	夏	4.407	1.723	1.695	1.667	1.639	1.610	/	1.551	1.520	1.489	17.301
	冬	4.714	1.131	1.265	1.387	1.499	1.603	/	1.793	1.881	1.965	17.238
8 F	夏	4.407	1.776	1.750	1.723	1.695	1.667	1.639	1.610	/	1.551	17.818
	冬	4.714	0.796	0.978	1.131	1.265	1.387	1.449	1.603	/	1.793	15.166

表6

	夏	冬
火災室	900℃	900℃
階段室	27℃	10℃
外気	31℃	-1.5℃

表8 青木ビル, シャ煙必要給気量の算出結果

単位 kg/sec

火災階	季節	火災階からの流出空気量	火災階以外の階からの流気空気量									シャ煙に必要な空気量
			1 F	2 F	3 F	4 F	5 F	6 F	7 F	8 F	9 F	
2 F	夏	4.407	1.640	/	1.594	1.571	1.547	1.524	1.500	1.475	2.676	17.934
	冬	4.714	1.676	/	1.824	1.893	1.960	2.025	2.088	2.148	4.073	22.401
4 F	夏	4.407	1.684	1.662	1.640	/	1.594	1.571	1.547	1.524	2.678	18.397
	冬	4.714	1.515	1.598	1.676	/	1.824	1.893	1.960	2.205	3.852	21.237
6 F	夏	4.407	1.727	1.705	1.684	1.662	1.640	/	1.594	1.571	2.857	18.847
	冬	4.714	1.334	1.427	1.515	1.598	1.676	/	1.824	1.893	3.614	19.598
8 F	夏	4.407	1.769	1.748	1.727	1.705	1.684	1.662	1.640	/	2.943	19.285
	冬	4.714	1.124	1.234	1.334	1.427	1.515	1.598	1.676	/	3.366	17.988

表9 新ビル, シャ煙必要給気量の計算結果

単位 kg/sec

火災階	季節	火災階からの流出空気量	火災階以外の階からの流気空気量						シャ煙に必要な空気量
			1 F	2 F	3 F	4 F	5 F	6 F	
2 F	夏	3.762	1.566	/	1.465	1.412	1.356	1.925	11.486
	冬	4.024	1.442	/	1.776	1.921	2.056	2.746	13.965
4 F	夏	3.762	1.661	1.614	1.566	/	1.465	1.775	11.843
	冬	4.024	1.003	1.242	1.442	/	1.776	2.417	11.904

あ と が き

本研究はビル火災の防煙対策, 即ち建物内を流動, 拡散する煙を制ぎとして, 火災行動並びに避難を容易にすることを目的として着手したものであり, 今回は千代田生命館の火災実験の機会に恵まれたことから, かねてより研究を重ねてきた問題について, 実火災により確認し, その検討結果を内容として報告したものである。

実験の結果については, それぞれ「まとめ」の項を設けて説明したとおりであり, 今後の課題としては, 煙層の下降問題については燃焼のメカニズム(燃焼源

より立ち上がる熱気流「plume」の拡大, 火面の拡がり速度, 発生熱量の変化等)の追求, そして重力排煙方式による煙制ぎ方法においては, 一応その制ぎ効果は期待できるものであるが, やはり諸問題が多面的に存在しており, 一面的なアプローチでは処理しがたいので, 総合的防災システム化等の観点から検討を加える必要があるように思われる。

また最後に一提案として付記した加圧排煙による煙制ぎ送風量マニュアルは建物の構造, 規模等からくる種々の要因, 並びに計算条件等数多くの問題を残すがこれによる排煙を実施する場合の手引となりうるものと思われる。