

高層集合住宅の斜め通路に
おける煙流動の実験的研究

名古屋大学工学部建築学科

15910780

西尾 善博

高層集合住宅の斜め通路における煙流動の実験的研究

もくじ

- 第1章. 目的
- 第2章. 対象となる建物の概要
- 第3章. 分析手法の概要
- 第4章. 実験の概要
 - 4-1 実験模型
 - 4-2 測定項目
 - 4-3 実験計画
- 第5章. 実験結果
 - 5-1 火災室の温度と流れ
 - 5-2 火災室の位置と流れ
 - 5-3 エレベーターホールの開口と流れ
 - 5-4 斜め通路両端開口と流れ
 - 5-5 区画を設置した場合の流れ
 - 5-6 火災室の外気側開口と流れ
- 第6章. 相似則の検討
 - 6-1 開水路流れとしての相似則
 - 6-2 巻き込み部での相似則
- 第7章. 他の要素の検討
 - 7-1 住戸への煙の侵入に関する検討
 - 7-2 風の影響に関する検討
- 第8章. まとめ

第1章 目的

戦後急速に建設されてきた中高層集合住宅は、一般に片廊下式で主要採光面の反対側に設けた廊下から玄関にアクセスする方法であった。この方法は素朴で経済的なものであったが、廊下側の居室のプライバシーが守れない等の欠点があった。この欠点を補うために二戸一タイプや中廊下型、あるいはその組合せが考えられたが、二戸一タイプではエレベーター階段の一住戸当りの経済的負担の増大、中廊下型では全ての住戸が両面採光を得られないという欠点があった。

そこで圓堂建築設計事務所は、連続する各住戸の中央を建物の長手方向に斜めに貫通する階段状の中廊下（中階段式廊下）を設け、各住戸にアクセスするシステムを計画した。このシステムにより各住戸は中廊下による外部に面する両面の分段が避けられ、健全な両面採光並びに眺望が得られ、通路からのプライバシーの侵害が防止できるようになった。さらに居室が直接通路に面しないため、騒音対策が良好であり、二戸一タイプのように階段を各層の住戸二戸に対して一つ設けなければならないという負担から開放されて、経済性が高められるなどの利点が得られた。

しかし、この中階段式廊下は形状が複雑であるため、火災があった場合の煙の流れは不明である。また通路の途中のエレベーターホールには排煙のためのスリットが設けられているが、その効果も不明で、通路の安全性は保証されていない。

本論は、圓堂建築設計事務所から委託を受けた建築研究振興協会（財）に設けられた委員会で行った安全性の検討の作業のうち、実験結果の部分を主に述べたものである。

第2章 対象となる建物の概要

今回対象となる高層集合住宅の建築図面を図1～図4に示す。特に煙流動の観察対象となる中階段式廊下は図3の斜線で示した部分である。以下にこの建築のプランの特徴を挙げた。

(建築の特徴)

- ①各住戸が南北両サイドにプライバシーの侵害を受けない開口を持つことができ、かつ南北方向の通風がとれる。
- ②日常通路が階段を含み、7階層分のV字型である。
- ③この通路は両端が外気に開放されていると共に、途中で2か所ある2階層分の天井高を持つエレベーターホールにも外気への開口がある。
- ④エレベーターホールには常時閉鎖の扉で区画された安全性の高い直通階段が設置されているので、避難安全性についてはエレベーターホール以降を考慮する必要がない。

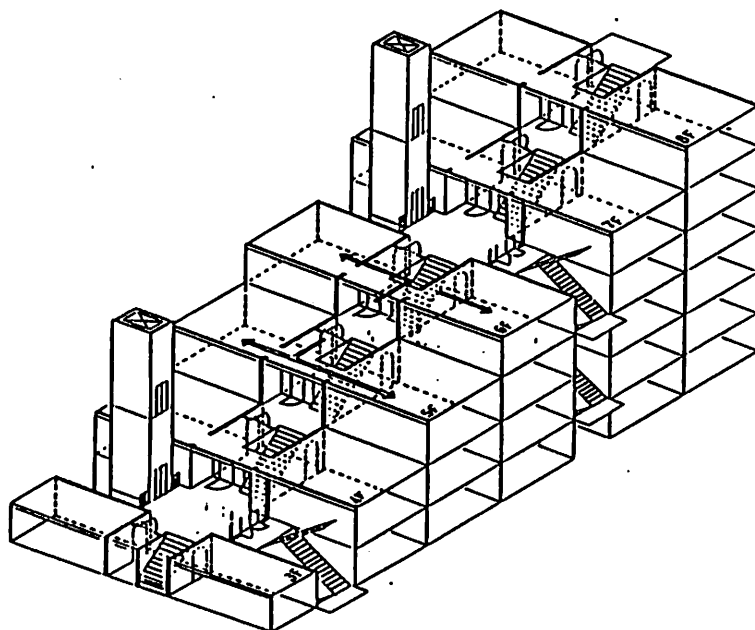
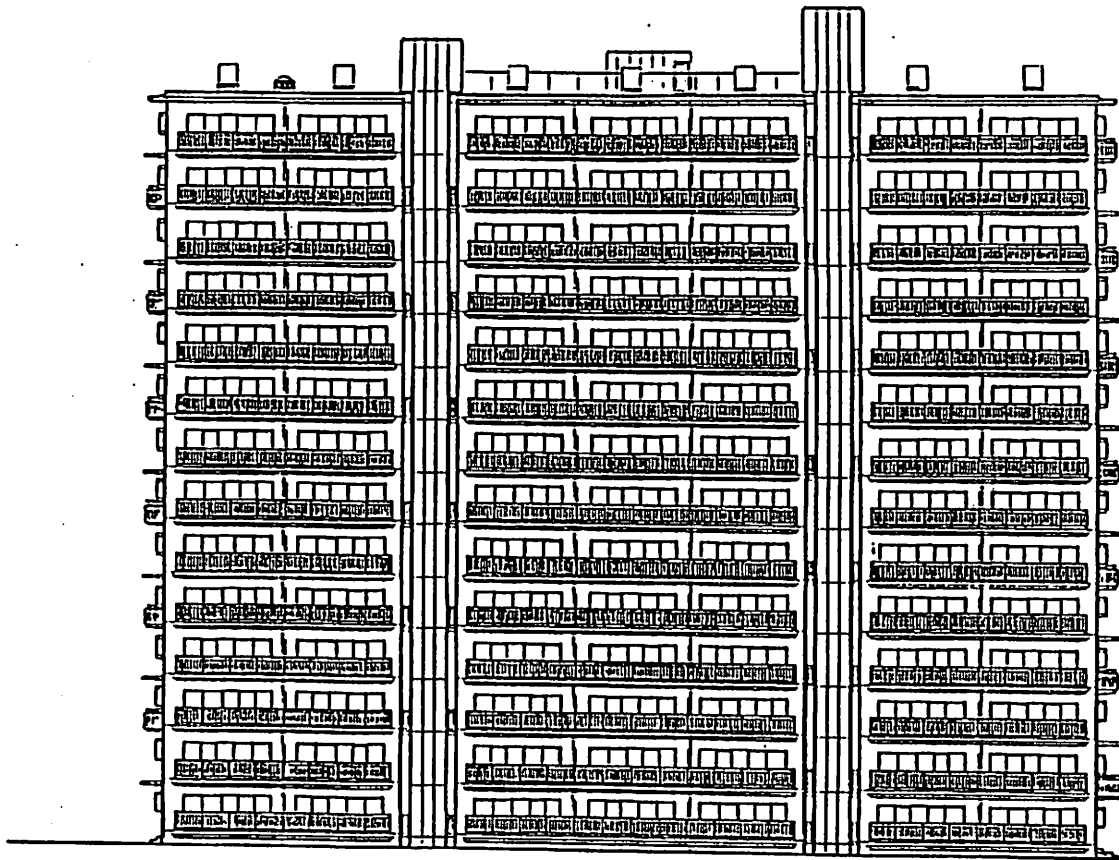
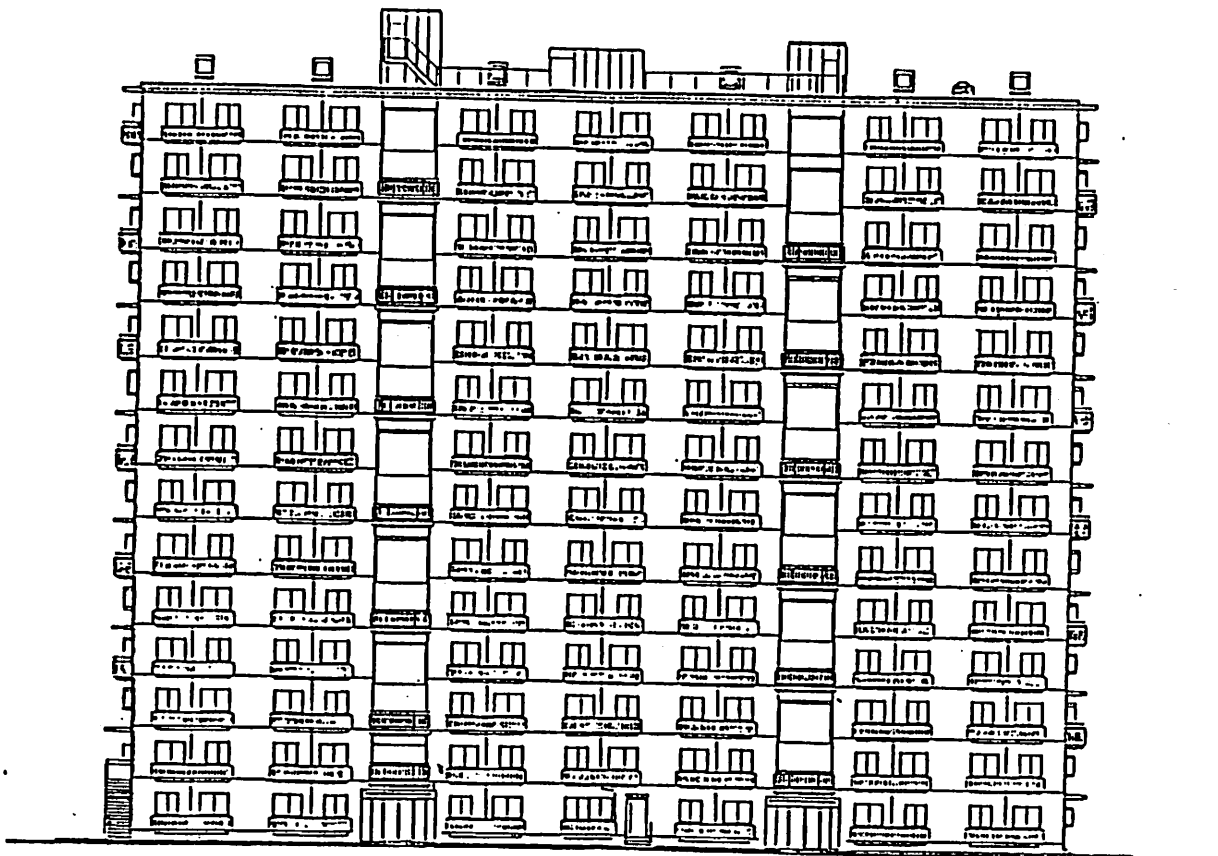


図4 対象となる高層集合住宅の斜め通路部分のバース



(a) 南立面图



(b) 北立面图

图 1 对象となる高層集合住宅の立面图

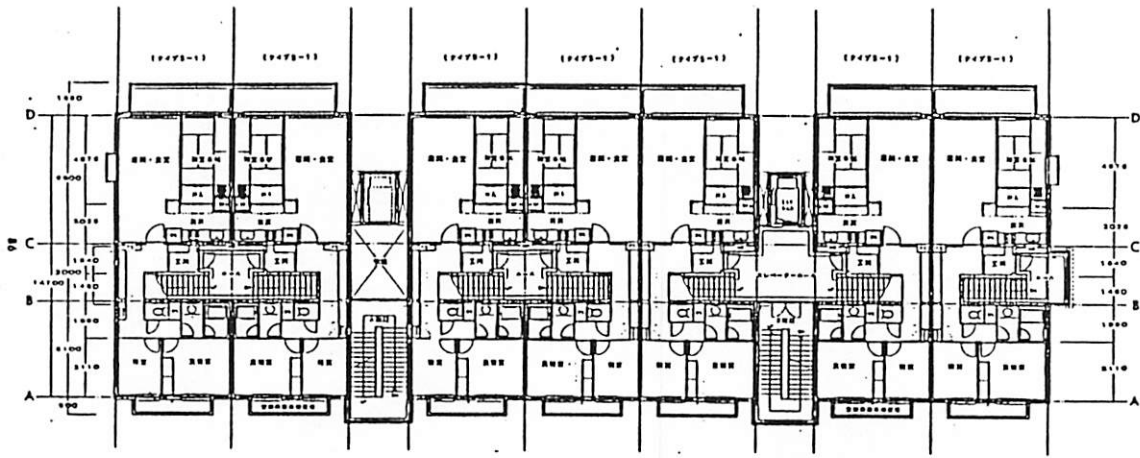


図 2 対象となる高層集合住宅の平面図（奇数階）

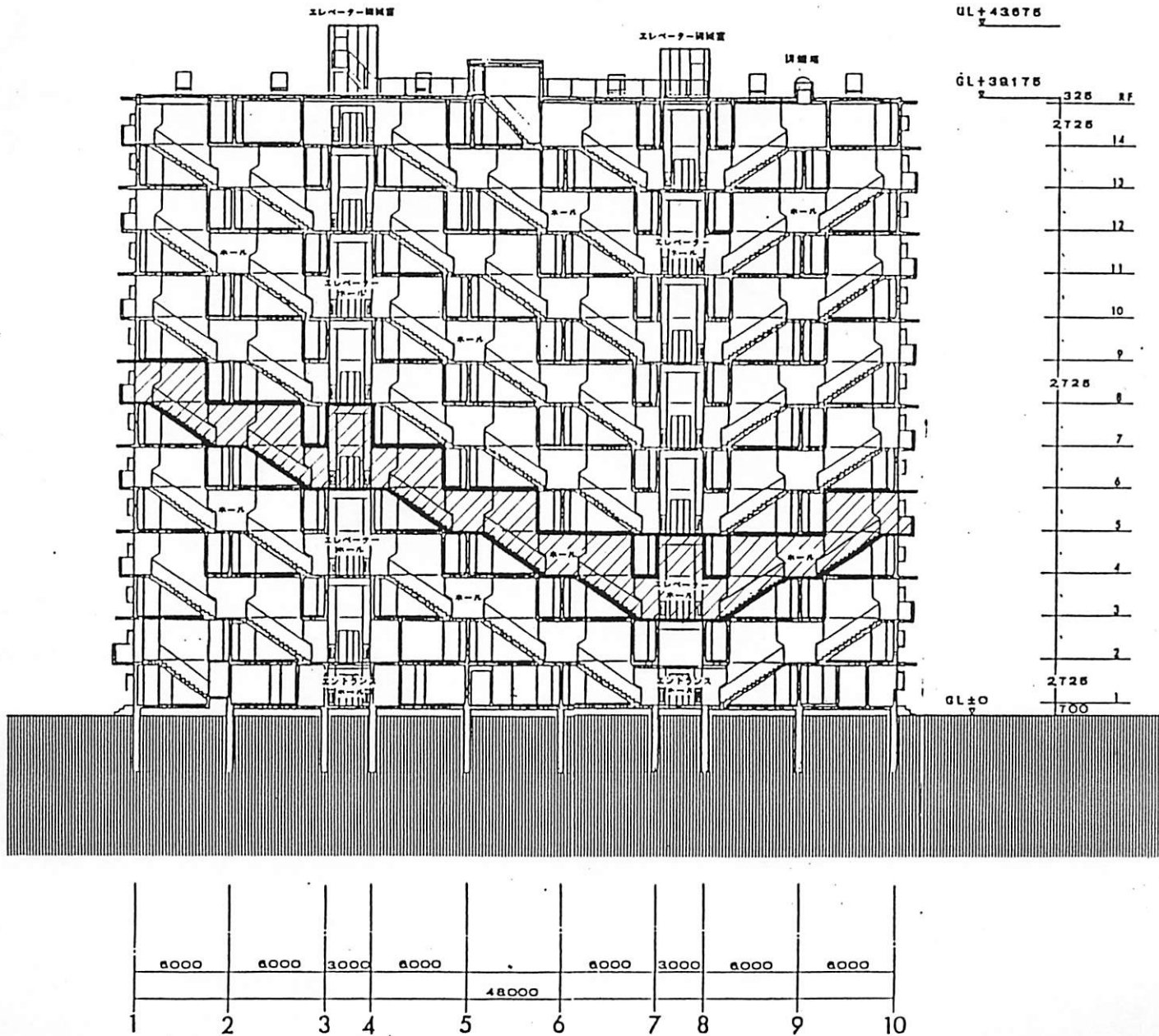
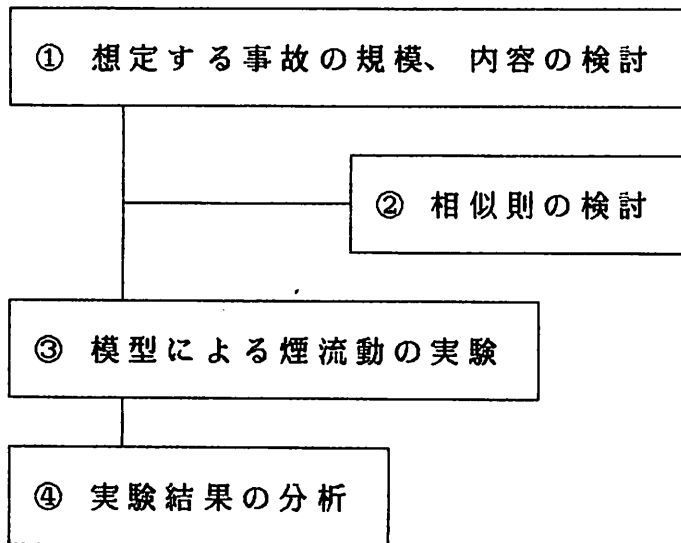


図 3 対象となる高層集合住宅の断面図、
斜線部は中階段式廊下（斜め通路）

第3章 分析手法の概要

分析は以下のフロー図に沿って行った。



以下に、フロー図のそれぞれの項目で行なった作業の概要を示す。

① 想定する事故の規模・内容の検討

火災の規模；近年の集合住宅における火災事例から出火住戸以外に延焼拡大した例は住戸が無人の場合など極めてまれであるので、火災の最大規模は一住戸分の火災であるとする。

煙の伝播；斜め通路と各住戸の間は、自閉式の防火扉で区画されるが、夏期に通風のため、開放状態で固定されることが考えられ、ここでは扉一枚分の開口が存在するものと仮定する。ただし、この建物の特徴の①に掲げたように通風のために扉を固定する機会は他のタイプの集合住宅よりも少ないと予想される。

② 相似則の検討

建物内の煙の流れを実物大で実験することは困難であるので、何分の1かの縮尺の模型で実験せざるを得ない。この場合、たとえば模型での100℃の煙が実物大では何℃の煙に相当するかというような相似則を十分に検討しておく必要がある。詳細は第6章参照。

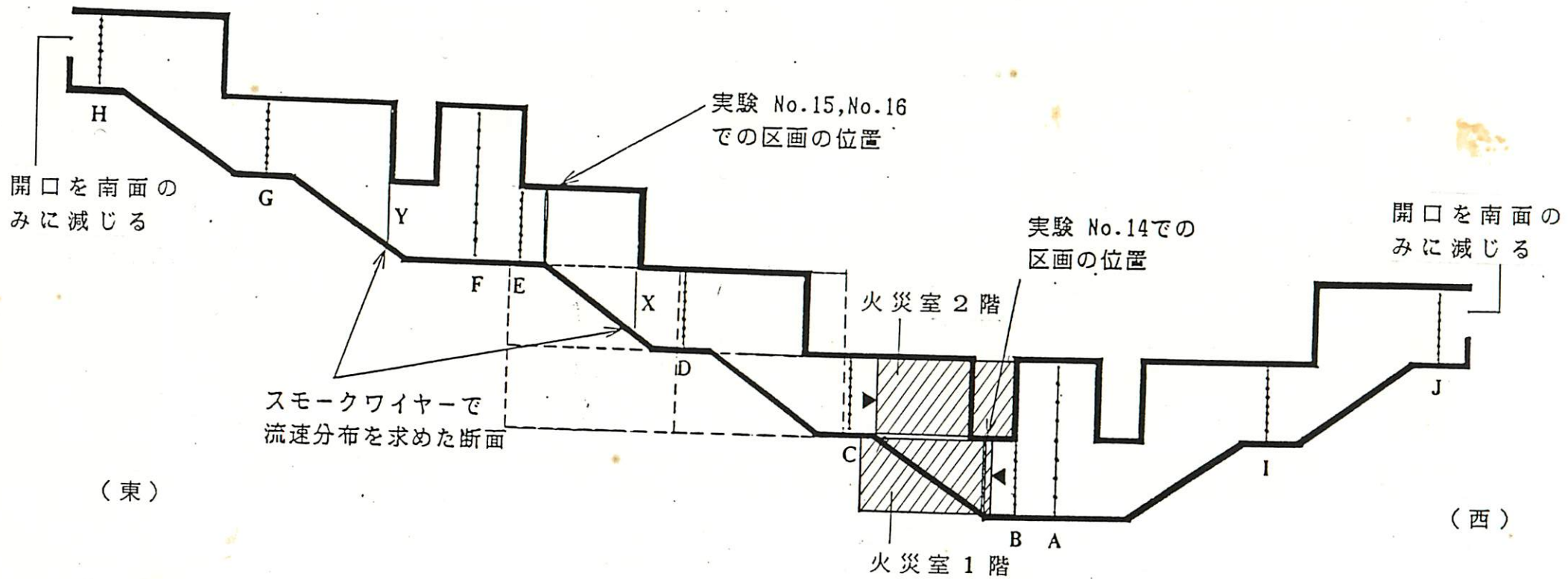
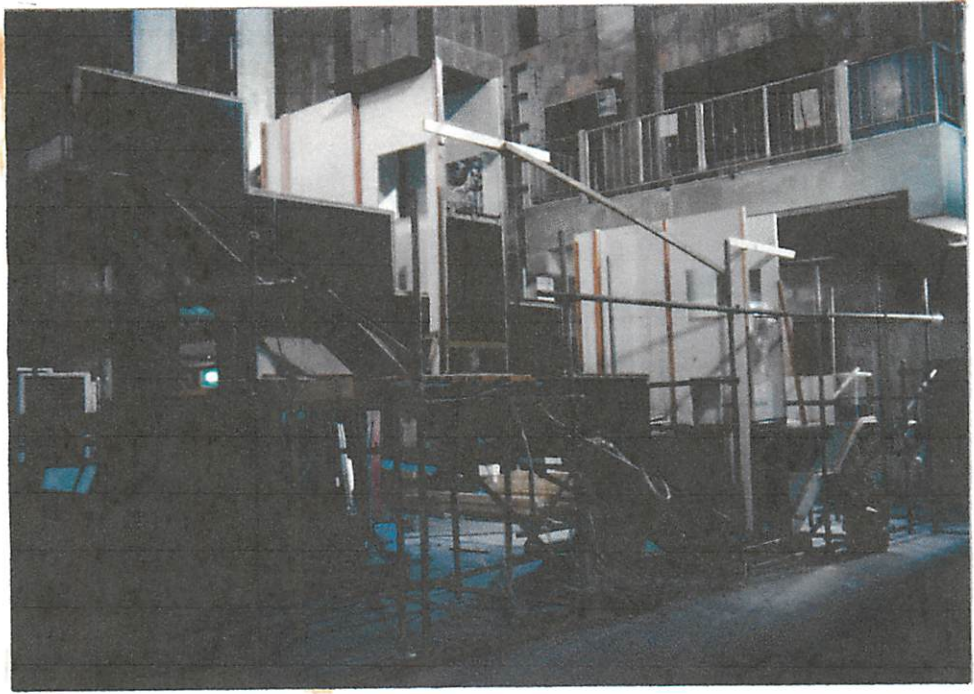


図5 測定点の位置



(a)



(b)

写真 1 斜め通路の実験模型

③ 模型による煙流動の実験

1/5 スケールの模型を作成し、火災室の温度と位置、エレベーターホールの開口面積、通路末端の開口面積を変化させて煙流動の実験を行なった。

④ 実験結果の分析

実験計画で述べる煙の流れに影響を及ぼすと考えられる7つの因子ごとに、通路内の温度分布、煙の挙動について分析を行った。

第4章 実験の概要

4-1 実験模型

煙流動の観察対象となる日常通路（図3の斜線部）の空間を縮尺1/5にした模型をパーライト板6mmで作成し、実験した。ただし模型の斜め通路の北側壁面にあたる部分は煙層を可視化できるように3mm厚の亚克力板を用いた（一部高温となる場所はパーライト板とした）。又、火災室の火源としては100φ、125φ、150φのアルコールパンにメチルアルコールを深さ10mm程度入れたものを用い、可視化のためには発煙筒もしくは発煙片を用いた。

4-2 測定項目

（1）温度

煙の温度を測定するため、図5に示すように通路の9か所で9点の垂直温度分布、火災室出口で3点の温度分布および周囲温度1点をCA熱電対により測定した。

（2）煙層

点火後、流れの温度がほぼ一定になった時期（点火後5～6分）に火災室内で発煙筒（もしくは発煙片）を点火し、温度測定点と同じ9か所で煙層の厚さを目視観測した。

（3）流れの速度

エレベーターホール前後で斜め通路を上昇する煙量がどの程度減るかを知るため図5に示すホール前後のX、Y点でスモークワイヤー法を用い、流れの速度分布を測定した。

4-3 実験計画

煙の流れに影響を及ぼすと考えられる因子として以下の7つを考え、これに対応して表1に示す実験条件でNo.1~No.20までの実験を行なった。

- ①火災室の温度（火災の規模）
- ②火災室の位置
- ③エレベーターホールの開口面積
- ④両端開口部の開口面積
- ⑤外気風速
- ⑥通路に区画を行なった場合の煙の流れの変化
- ⑦火災室に外気への開口が生じた場合の流れの変化

以下に各項目の概要を示す。

①火災室の温度

実際の火災室の温度を模型では何度にすればよいのか、その温度は煙の流れにどれだけ影響を与えるかを確かめるために火源を変化させてNo.1~No.5の実験を行った。No.1~No.3では火災室を1階、No.4~No.5では火災室を2階にして火災室の温度を変化させた。火源はS（125φのアルコールパン）、M（150φのアルコールパン）、L（125φ、150φのアルコールパンを同時燃焼）の3種類を用いた。ただし、No.4~No.5ではSとMのみを用いた。

②火災室の位置

エレベーターホールのある階でホールに面している住戸から出火した場合と、それより1層上で通路部分にしか面していない住戸から出火した場合は、通路内の煙の流れが異なると考えられる。その流れを確認するために、図5に示す1階と2階とに火災室を変化させて実験した。

③エレベーターホールの開口面積

エレベーターホールには、エレベーターの両脇にスリット（400巾×5500高さ）が設けてある。このスリットは火災時には排煙口としてかなりの量の煙を排出することが期待されるが、この開口面積が計画の

2/3、1/3、あるいは0になったとき、流れにどのような影響があるかを検証した。No.6～No.8では火災室1階、火源Mで開口を下から順に1/3ずつ塞いで実験を行った。また、No.9では上2/3を塞ぎ下1/3を開放し実験を行った。

④両端開口部の開口面積

外気風の影響を避けるためには、斜め通路の外気が面する開口部の風圧係数をできるだけ同じにすることが望ましい。このためには、両端開口部を南側に開く部分だけに限定することになるが、このことで生じる面積の減少が流れに変化を与えるかどうかを実験した。

⑤外気風速

7-2 参照

⑥火災室に外気への開口が生じた場合の流れ

外気-火災室-斜め通路のつながり方から、外気と火災室の間に開口がない場合に比べて、開口がある場合には斜め通路がより煙突としての作用を強め、斜め通路への煙の流出量が増えるのではないかと予想される。これを確認するため、火災室に斜め通路に対するものと同じ開口を外気に対して設け、実験を行った (No.17～No.20)。

⑦通路に区画を行った場合の煙の流れ

火煙の拡大を防ぐため、斜め通路、特に2つのエレベーターホールにはさまれた通路部分を扉で区画することが考えられる。この場合の効果を知るために、図5に示す位置で斜め通路の上部もしくは下部に区画のある場合の実験を行った。

表1 実験計画

シリーズ	実験番号 (ファイル名)	火源*	火災室 の位置	エレベーター ホールの開口	両端開口	スモークワイヤで風速 測定したもの
S 1	1 (S1F11)	S	F 1	全開	全開	
S 1	2 (S1F12)	M	F 1	全開	全開	○
S 1	3 (S1F13)	L	F 1	全開	全開	○
S 2	4 (S3F21)	S	F 2	全開	全開	○
S 2	5 (S3F22)	M	F 2	全開	全開	○
S 3	6 (S2F1201)	M	F 1	1/3 閉	全開	
S 3	7 (S2F1202)	M	F 1	2/3 閉	全開	
S 3	8 (S2F1203)	M	F 1	3/3 閉	全開	
S 3	9 (STF1202)	M	F 1	下1/3 開**	全開	
S 3	10(S3F2101)	S	F 2	1/3 閉	全開	
S 3	11(S3F2102)	S	F 2	2/3 閉	全開	
S 7	12(S7F21)	S	F 2	全開	南面のみに減じる	
S 7	13(S7F22)	M	F 2	全開	南面のみに減じる	
S 4	14(S4F22CC)	M	F 2	全開	全開	火災室下方に区画 を設置
S 5	15(S5F11)	SS	F 1	全開	全開	
S 5	16(S5F21)	SS	F 2	全開	全開	火災室上方に区画 を設置
S 6	17(S6F21)	S	F 2	全開	全開	
S 6	18(S6F22)	M	F 2	全開	全開	火災室に外気への
S 6	19(S6F11)	S	F 1	全開	全開	開口を新たに設置
S 6	20(S6F12)	M	F 1	全開	全開	

* SS:100φのアルコールパン
 S:125φのアルコールパン
 M:150φのアルコールパン
 L:125φ,150φのアルコールパンを同時燃焼

** 他の条件では下から1/3 ずつ開口を閉鎖した。

第5章 実験結果

第4章で説明した方法にしたがって得た実験結果を図にまとめた。

まず、図6は火災室を1階に設定した場合の通路内の煙の流れの様子を、目視観測の結果から作成したものである。下のエレベーターホールを越える煙の流れはなく、上のエレベーターホールを越える煙もかなり希釈されていることがわかる。

写真2～6に実験6（火災室1階、火源M、エレベーターホールの開口下1/3閉）の煙の流れを示す。

図7～図16は、AからHの9箇所での垂直温度分布図である。ただし、各点の温度は測定温度から周辺外気温をひいたものをプロットした。

図17は図5のX点、Y点でのスモークワイヤー法を用いて測定した風速分布図である。

これらのデータをもとに、以下に6項目に分けて実験結果を分析した。

(1) 火災室の温度と流れ

火災室が1階で火源を変化させた実験（No.1～No.3）での温度分布を図7に、火災室が2階で火源を変化させた実験（No.4とNo.5）での温度分布を図8に示す。火災室から流出する煙の温度は150℃～300℃の範囲で変化しているが、各点の温度プロファイルは最高温度で基準化するとほぼ同一であり、6-1で推定されるように、煙層の性質は火災室温とはほぼ無関係である。

(2) 火災室の位置と流れ

図7と図8を比較することで、エレベーターホールのある階で火災があった場合（図7）と、これより1階層上で火災があった場合（図8）を比較することができる。図7の場合は、エレベーターホール側への煙の流出と、ホール側からの新鮮空気の流入によって斜め通路を上昇する煙の温度は低く、この効果が期待できない図8の場合に比べて、約1/5になっている。一方、エレベーターホールより1階層上で火災が起こった場合は、高温の煙が斜め通路を上昇し、かなりの量はエレベーターホールの開口で排出されるものの、ホールより上方階へ伝播するため、G、Hの測定点でもはっきりした温度上昇が観測されている。ここで、温度が下がっていることは、煙と新鮮空気が混合し煙が希釈されたことを示

している。この量はスモークワイヤー法による流速分布（図17）から求められ、火災室の位置にかかわらず、ホール開口の存在により斜め通路を上昇する煙量は $1/3 \sim 1/4$ に減じている。

（3）エレベーターホールの開口面積と流れ

2つあるエレベーターホールの開口を開放状態から順に下から $1/3$ ずつ閉じていった実験（No.2、No.6、No.7、No.8）と下 $1/3$ のみを開放した実験（No.9）を図9で比較した。この5つの実験は温度分布の状態から3つのグループに分けられる。即ち、No.2、No.6とNo.7、No.8とNo.9の3つである。

この結果と火災室を2階にして実験した図10を見較べると、煙が二層流状態の場合（火災室近傍での状態であり、火災室が1階であれば、下方のエレベーターホールも二層流状態である）には、エレベーターホールでの排煙効果が減じること（No.2→No.6、No.7）、一方、二層流状態でなければ排煙効果は余り異なること（上方のホール前後での温度分布）がわかる。つまり、図9のA点においてNo.2は温度上昇がみられないのに対し、No.6、No.7では温度上昇がみられる。一方、F点においてNo.2、No.6、No.7での温度上昇は余り異なる。

又、下 $1/3$ 開の条件（No.9）は全閉（No.8）と相違なく、火災室が1階の場合、下方のエレベーターホールを越えて、V字の反対側への煙伝播も起こる。

（4）斜め通路両端開口面積と流れ

図11、図12に両端開口部を南側に開く部分だけに限定した場合の垂直温度分布図を示す。火災室の位置としては、斜め通路を上昇する煙量の多い2階を選択し、図11では火源をS、図12では火源をMにした時の温度分布図を示す。

開口を南面に限定した場合、H点の温度分布の下半分に温度上昇が起こることを除いて、流れに変化はない。H点の現象は末端踊り場部分で生じる重力換気（外気の流入）が減じたためと考えられ、流れ全体の変化は生じていないと判断される。

（5）区画を設置した場合の流れ

図5に示した位置で斜め通路の下部もしくは上部に区画のある場合の実験結果を図13（No.5、No.14）図14（No.15、No.16）に示す。

火災室が図5の点線で囲まれた位置にあると、火災階を含む上層2階

層分が非常に高温になることが分かる (No.14, No16)。すなわち、しっかりした区画 (扉によるもの) では内部の温度上昇による危険の増大があり、ゆるやかな区画 (ホールの開口) では量的にはかなり減少するものの上階への煙の流出があるということである。

(6) 火災室の外気側開口と流れ

火災室の外気側に開口が生じた場合の垂直温度分布図を図15、図16に示す。

火災室の位置を変え、火源を変えて実験を行なったが図4-14、4-15にみるように温度プロフィルの差は生じていない。この理由は、エレベーターロビー開口が十分に大きく、排煙、火災室への給気の両方を行なうことで、斜め通路を煙突化しない作用をしているためと考えられる。

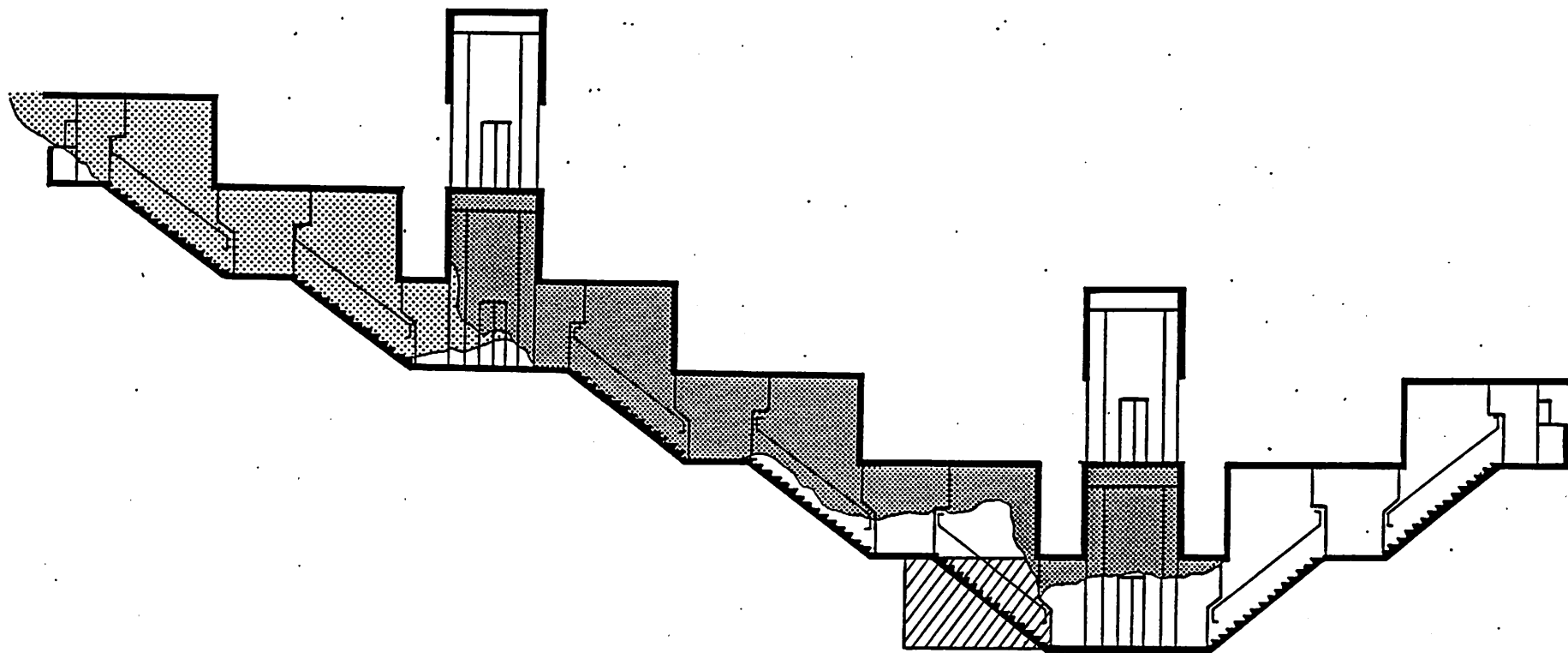


図 6 - 1 斜め通路内の煙の挙動（火災室 1 階）

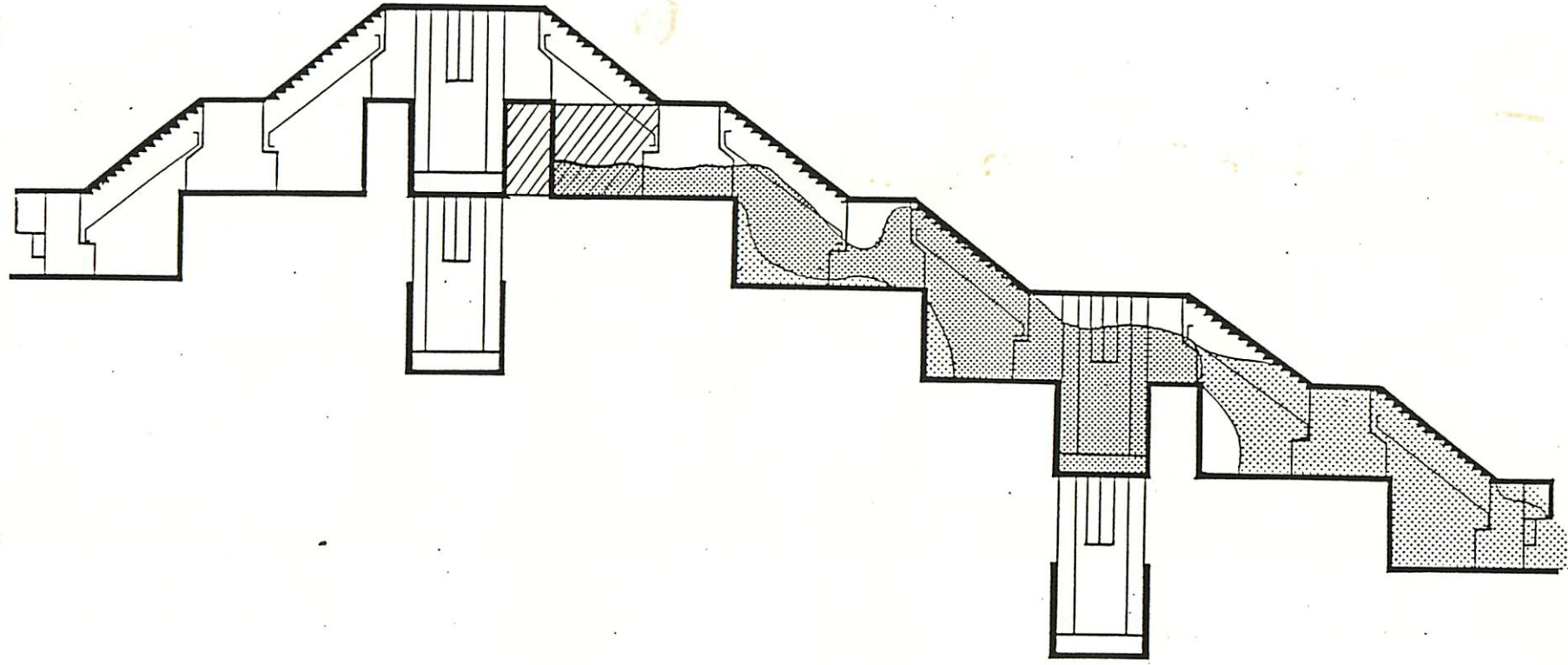


図 6 - 2 斜め通路内の煙の挙動 (火災室 2 階)



写真2 実験No.6*の測定点C、Dでの流れ

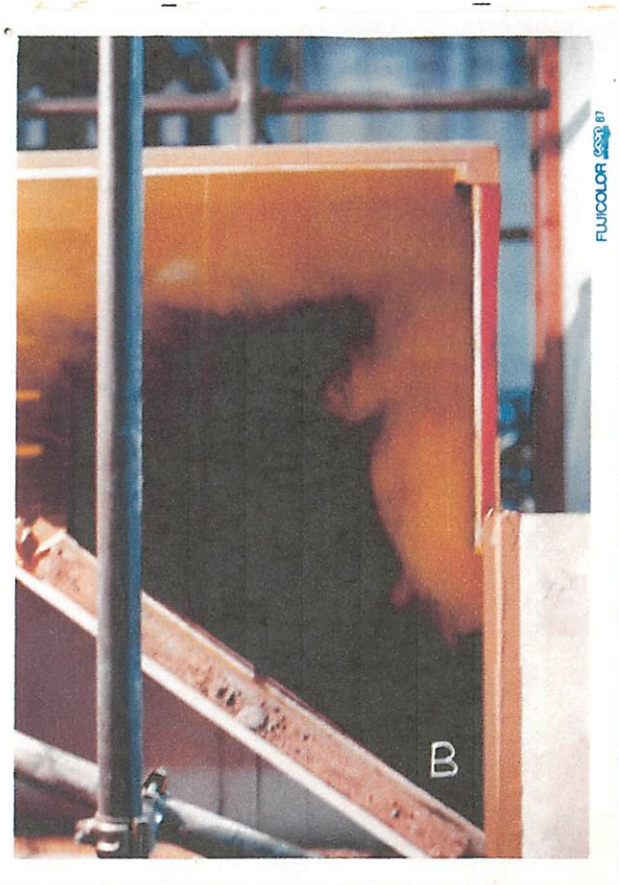
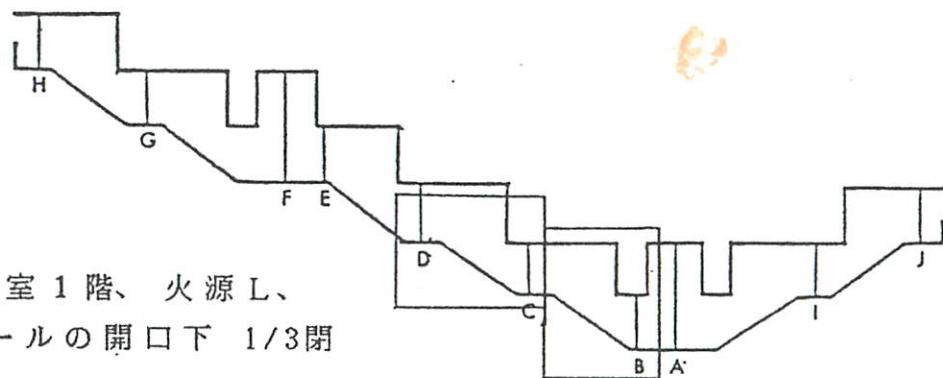


写真3 実験No.6の測定点Bでの流れ
(巻き込み)



*実験No.6 火災室1階、火源L、
エレベーターホールの開口下 1/3閉



写真4 実験No.6の上方エレベーターホールでの流れ

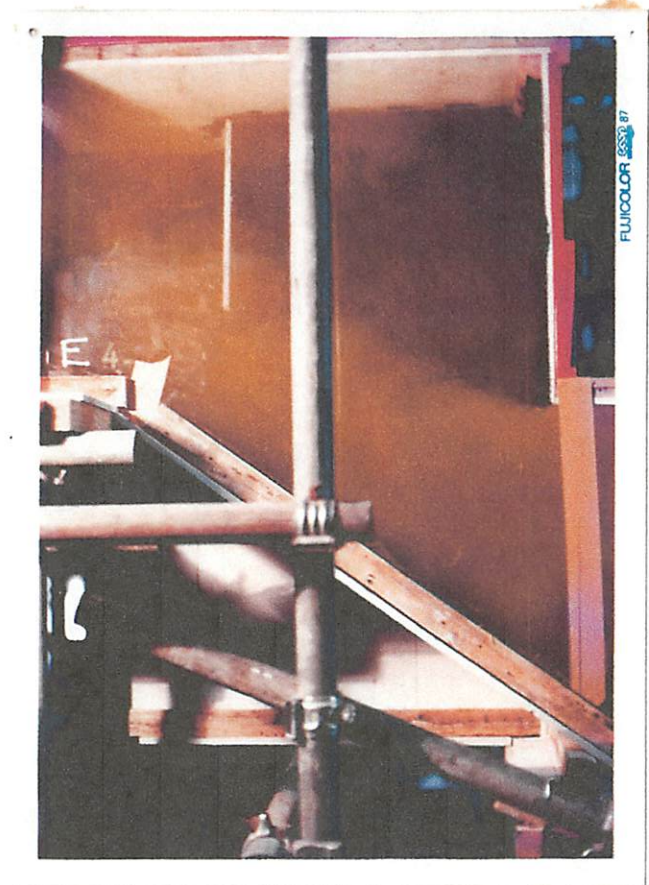


写真5 実験No.6の測定点D、Eでの流れ

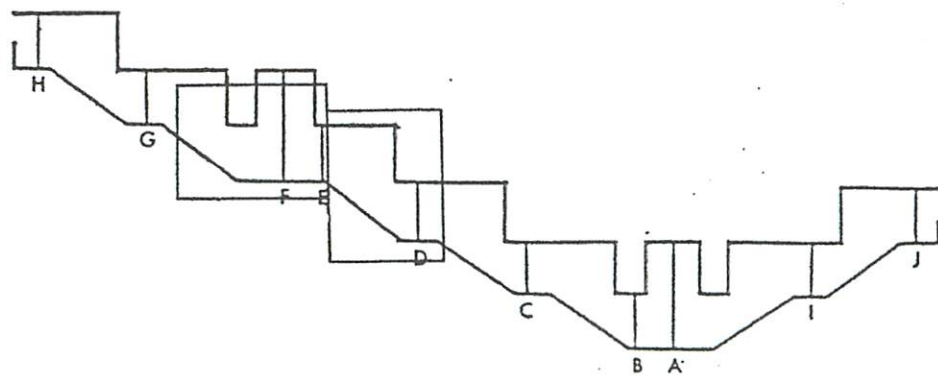
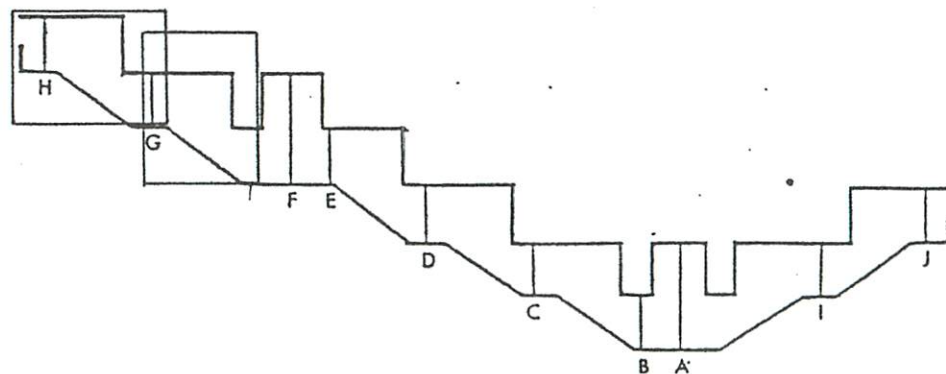




写真6 実験No.6の測定点G、Hでの流れ



写真7 実験No.6の測定点F、Gでの流れ





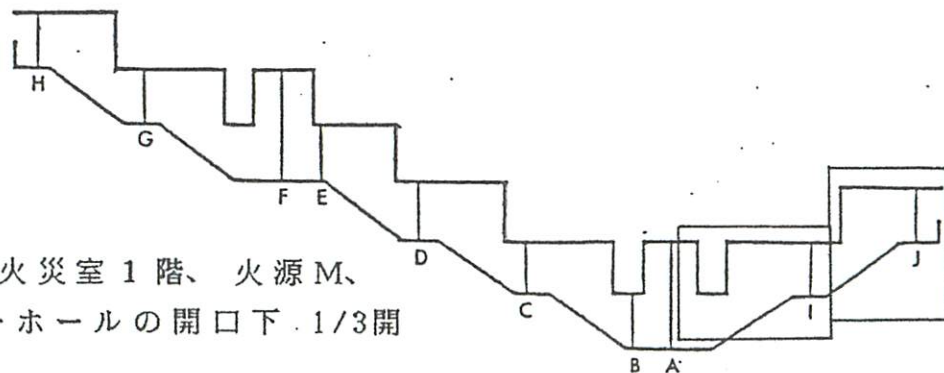
FUJICOLOR 87

写真8 実験No.9**の測定点Iでの流れ



FUJICOLOR 87

写真9 実験No.9の測定点Jでの流れ



**実験No.9 火災室1階、火源M、
エレベーターホールの開口下 1/3開



写真10 実験No.7での1階エレベーターホール
の右方からの外気の侵入の様子

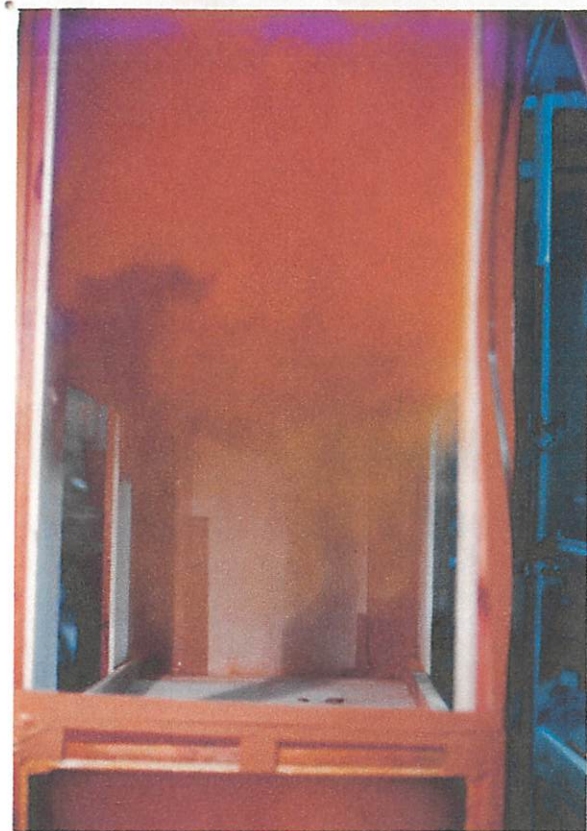
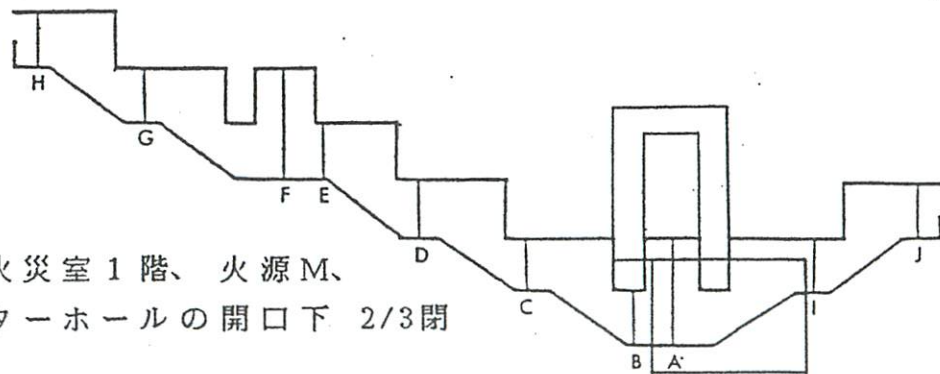


写真11 実験No.7...で1階エレベーターホール
の上のホールへ煙が侵入した様子



...実験7 火災室1階、火源M、
エレベーターホールの開口下 2/3閉

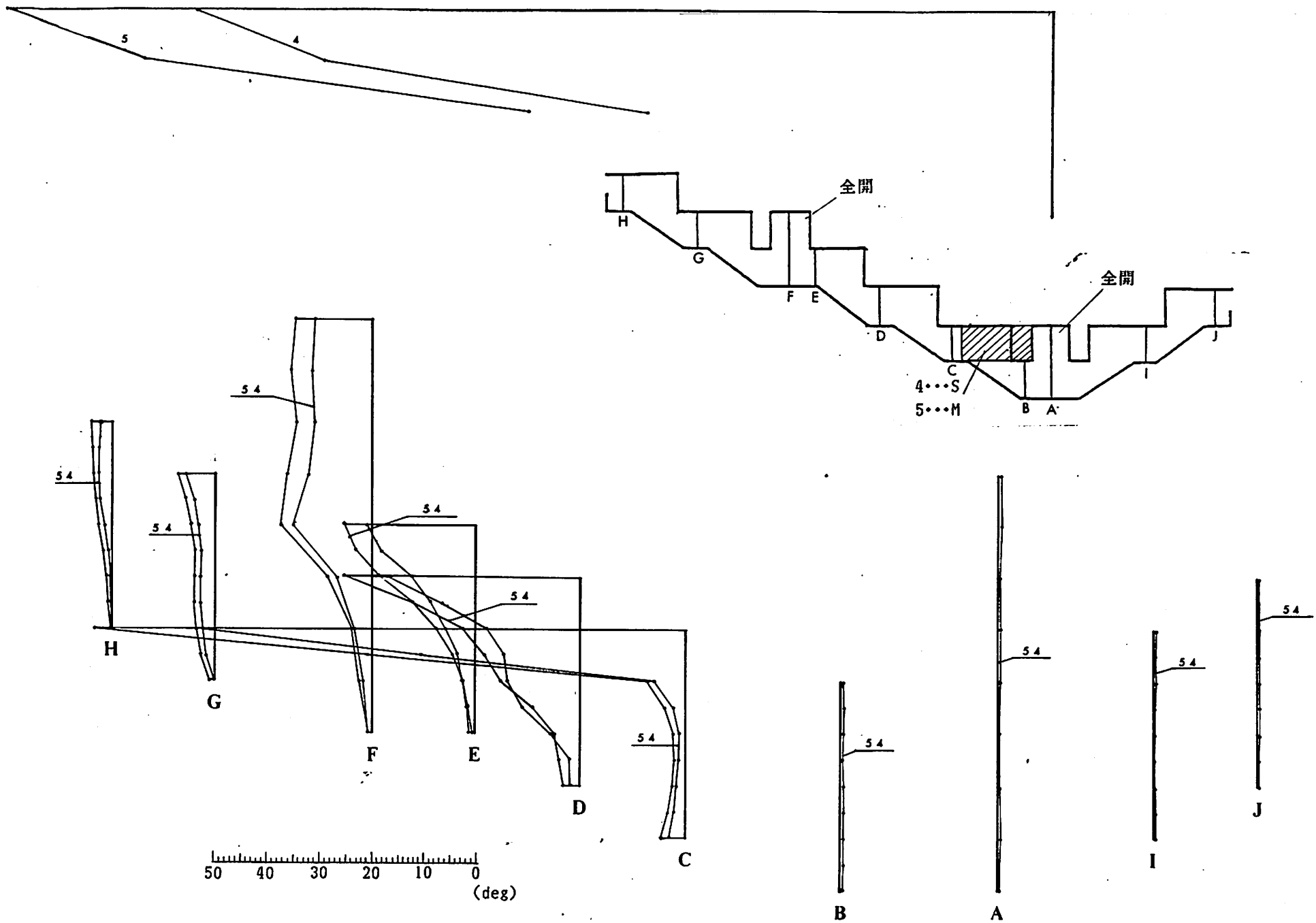


図 8 火災室（2階）で燃焼量を変化させた場合の温度分布

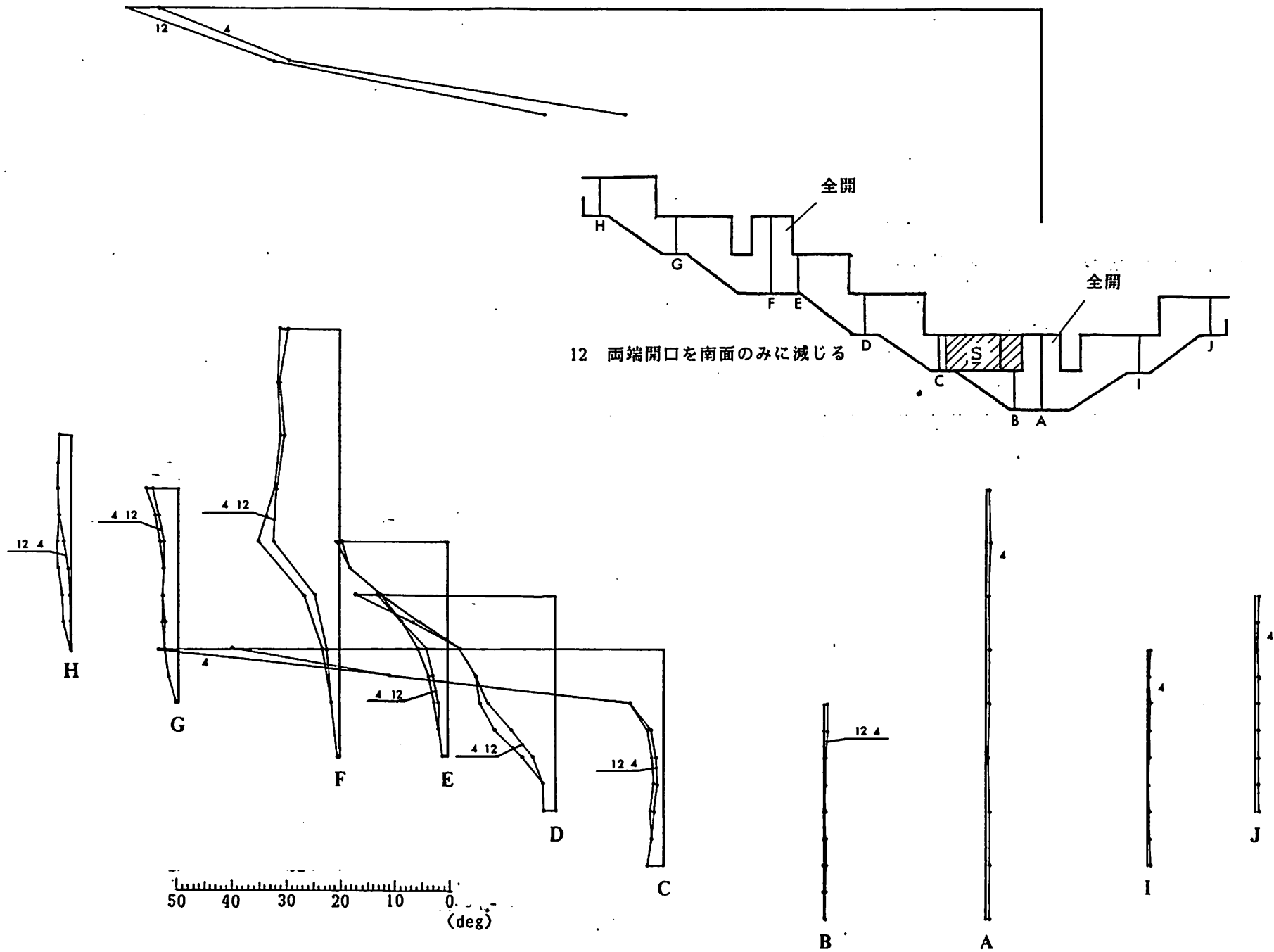


図11 両端開口の面積と流れ（火源 S）

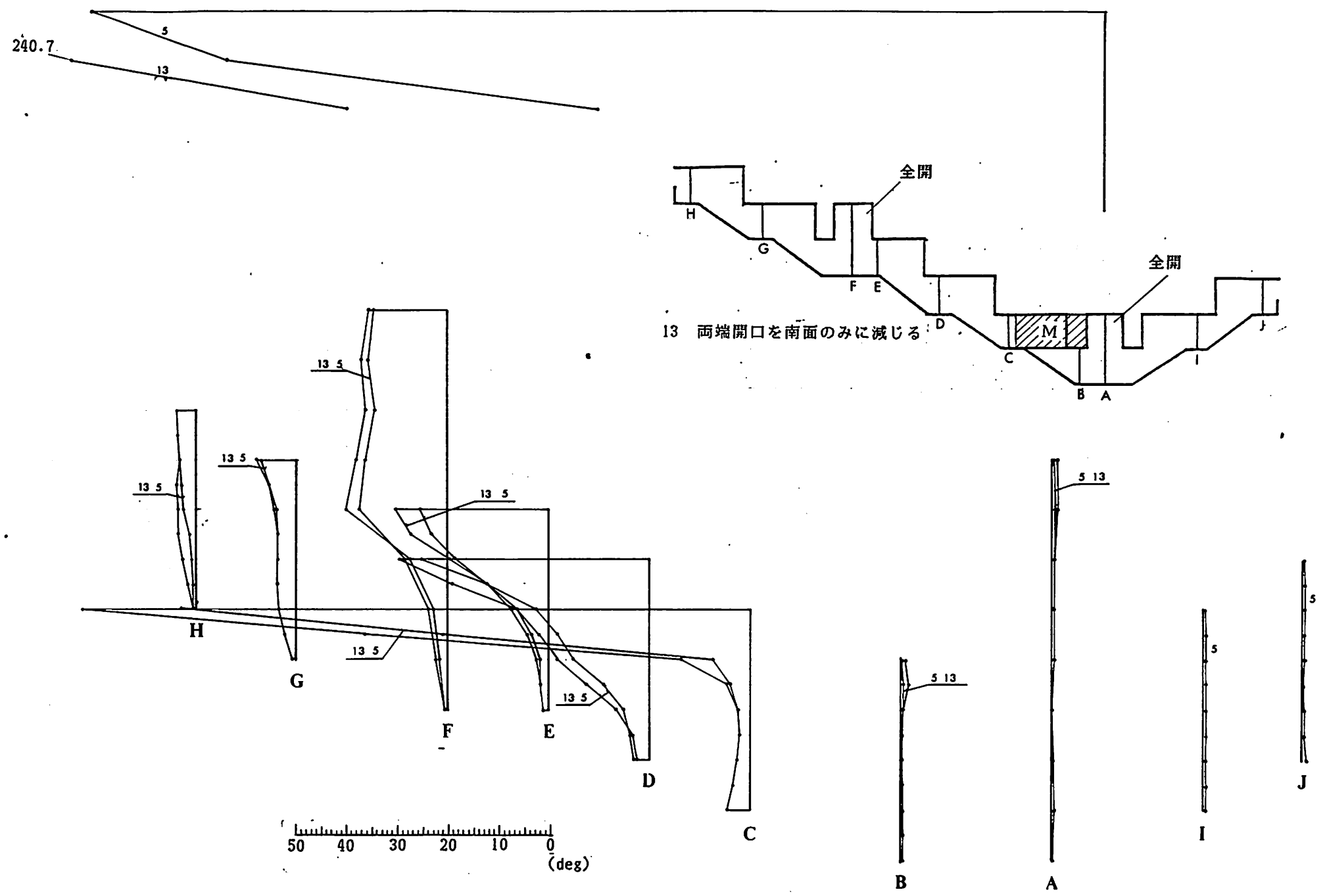


図12 両端開口の面積と流れ（火源M）

60

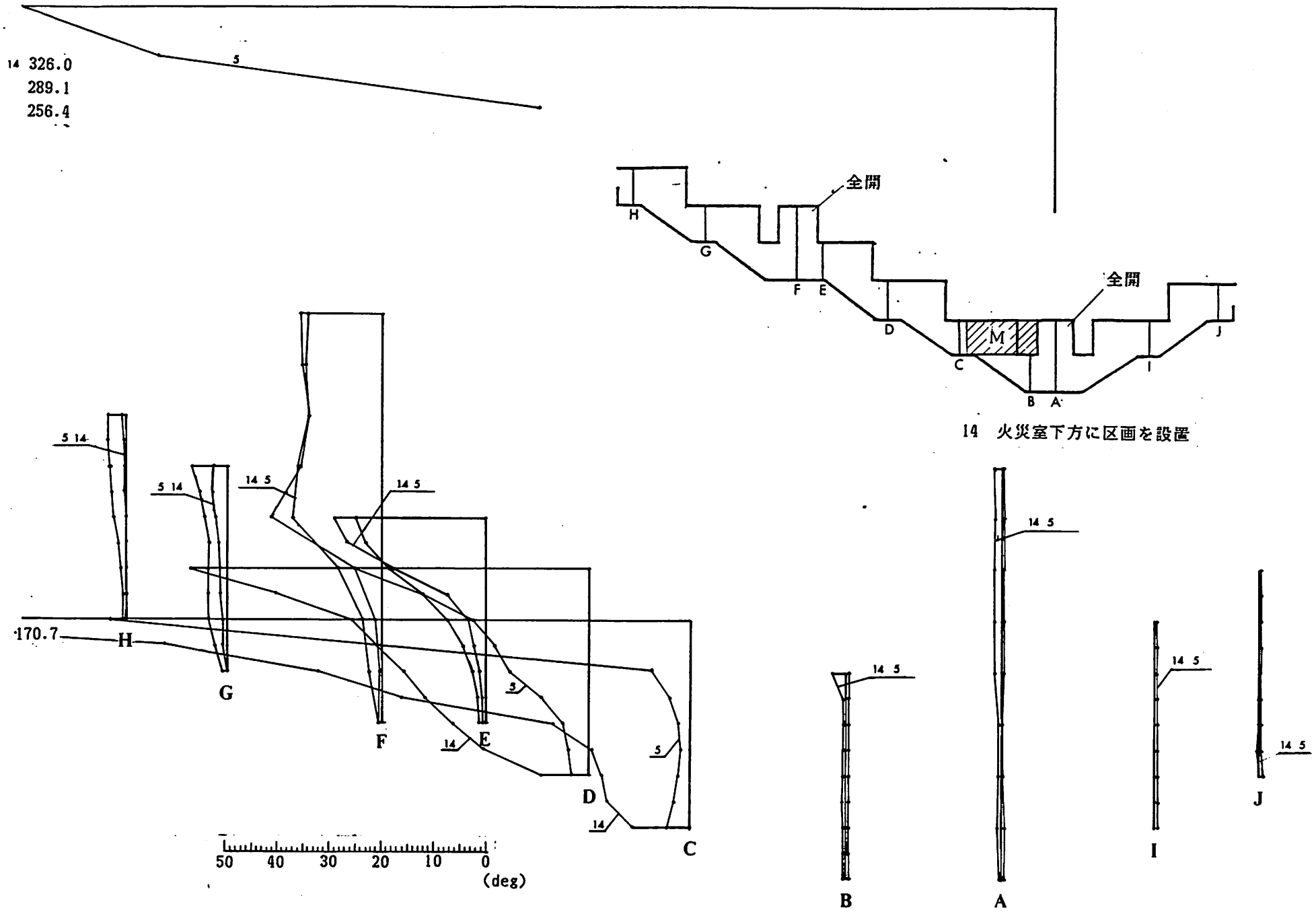


図13 斜め通路下方に区画を設置した場合の温度分布

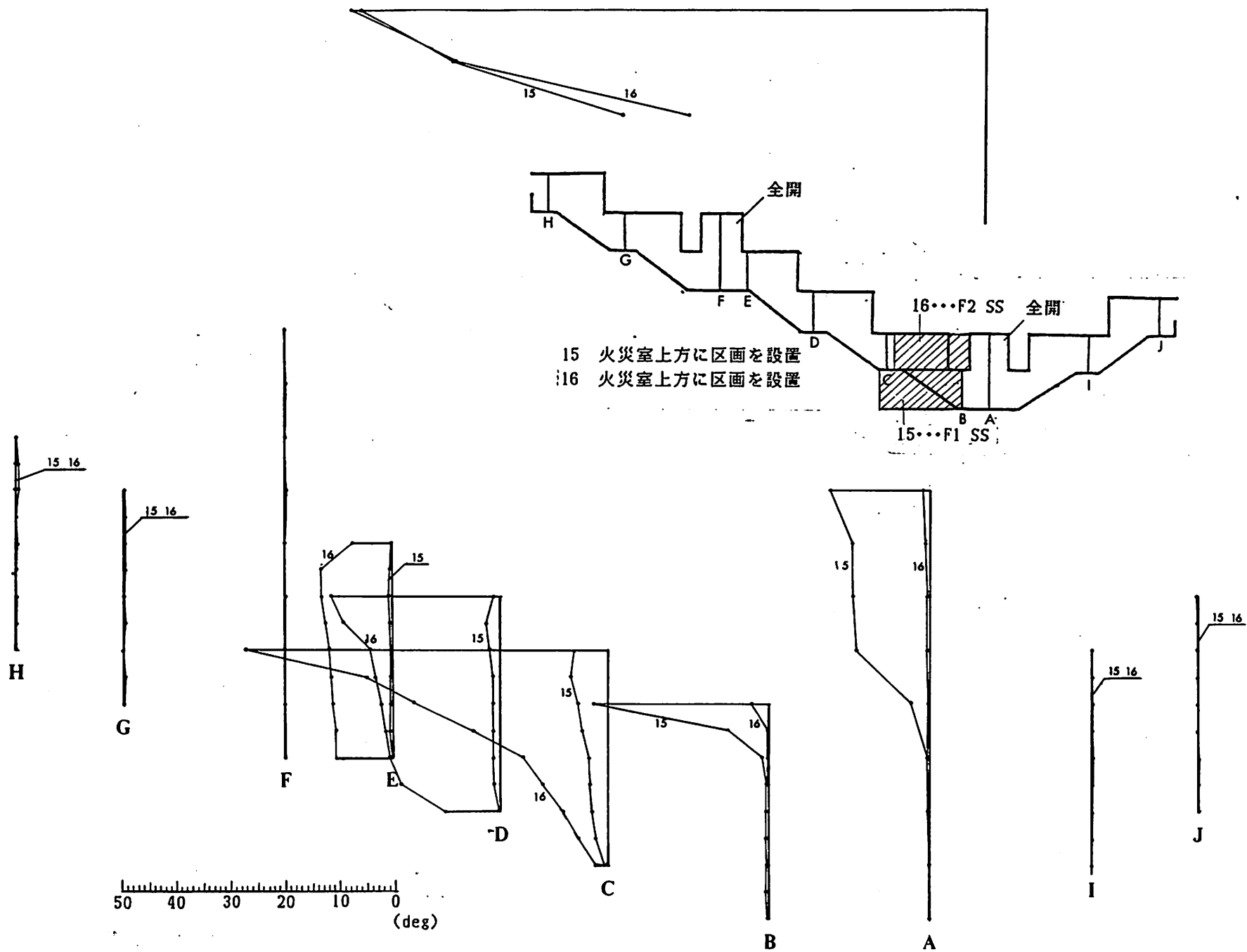


図14 斜め通路上方に区画を設置した場合の温度分布

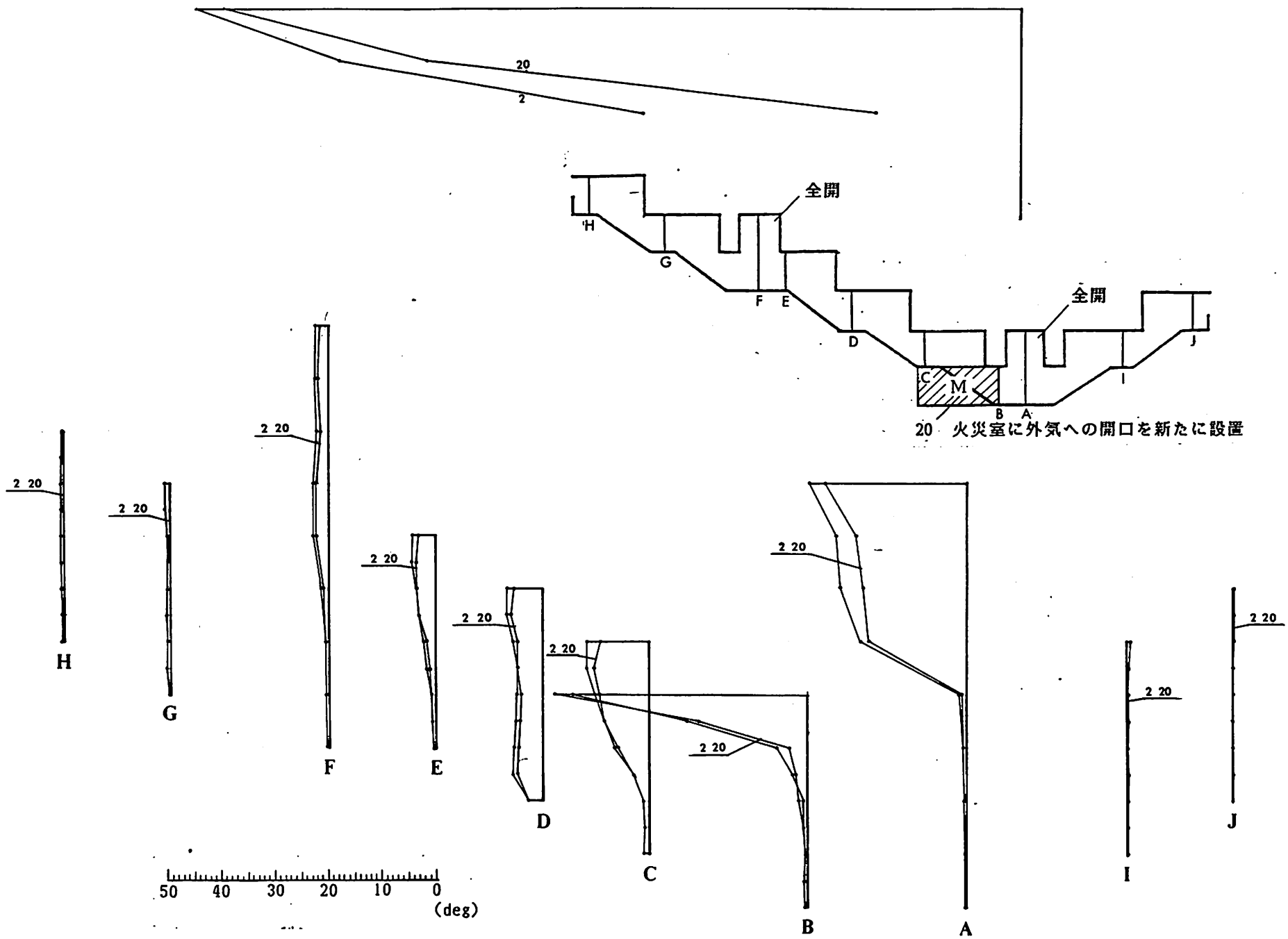


図16 火災室に外気への開口を設けた場合の温度分布（火災室1階）

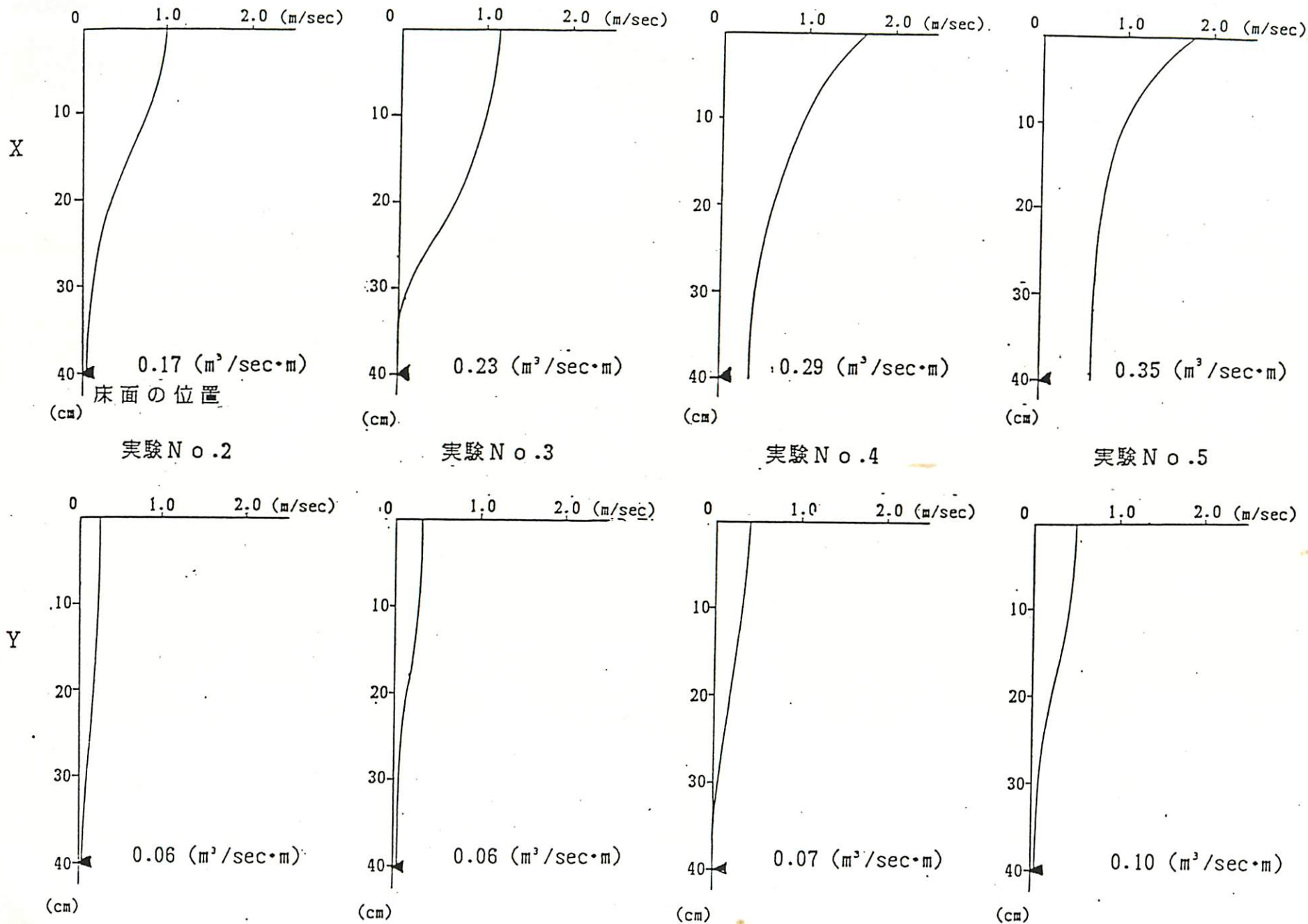


図 17 スモークワイヤーによる風速分布



(Y 点)



(X 点)

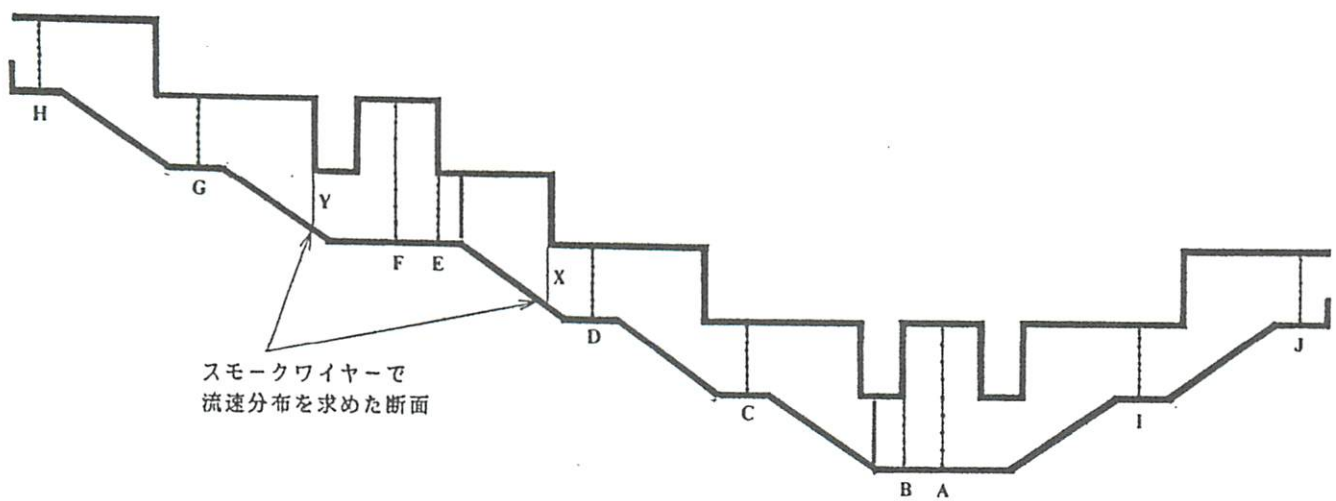


写真12 スモークワイヤーによる風速測定点
(実験No.5)

第6章 相似則の検討

建物内の煙の流れを実物大で実験することは困難であるので、何分の1かの縮尺の模型で実験せざるを得ない。この場合、たとえば模型での100℃の煙が実物大では何℃の煙に相当するかというような相似則を十分に検討しておく必要がある。ここではその検討を以下のように行なった。

①相似になることを期待する物理量は日常通路を流れる煙層の厚さとする。

②日常通路の形態から煙の流れを大きく支配する要因として、

(A) 流れが水理学でいう開水路流れか管水路流れのどちらになるか

(B) 天井部の段差(1階層分ある)で煙の巻き込みによる増量がどうなるか

の2点がある。そこでこの2点について、(A)については流れは開水路流れになるとして6-1のように考察した。又、(B)については6-2のように考察した。又、壁体への熱伝達で煙の温度が下流になるに従って下がる現象の相似性については特に検討しなかった。

6-1 開水路流れとしての相似則

仮定1. 火災室からの流出量は温度差によって生じる換気量に等しい。

仮定2. 斜め廊下での流れは開水路流れ(二層流)でフルード数支配である。

仮定3. 壁等への熱損失は考慮しない(断熱条件)。

Nomenclature $\nabla \left(\equiv \frac{\Delta \rho}{\rho_0} g \right)$: 密度差 ~ 温度差

H: 代表長さ(煙層厚さ)

V: 代表速度(煙層速度)

仮定1から開口部での換気量 $\left(= \frac{2}{3} \alpha B \sqrt{2g r_a (t_a - t_s)} h^{\frac{3}{2}} \right) (m^3/sec)$
 $\propto H^{\frac{5}{2}} \nabla^{\frac{1}{2}}$

ただし、 h は火災室開口から流出する煙の厚さ
 重力換気の場合の h は開口高さの約 $1/2$ で火災室温が変化してもほとんど変化しない。

巻込みによる増量を考慮しないと①は定義から $\propto \sqrt{H^2}$

$$\therefore V \propto H^{\frac{1}{2}} \nabla^{\frac{1}{2}}$$

となり結局、重力換気量もフルード数支配である。

仮定2で、煙層厚さの天井高に対する比を実験と実大で合わせるには

$$\frac{H_M}{H_R} = \frac{V_M^2 / \nabla_M}{V_R^2 / \nabla_R} = \frac{1}{5}$$

が満たされればよい。流れの境界条件である火災室の換気量は②式に従い、この条件を V 、 ∇ の値を問わず満たすということは、もし熱損失を無視し、巻込みも強くなければ、境界条件のフルード数が流れを支配するから、火災室温がどんな値でも H に影響しない。すなわち、どんな温度で実験をやってももし流れが二層流になればその結果の H が、火災の時の H に等しいことになる。

6-2 巻込部での相似則

下図のように斜め通路の天井の段差で生じる巻込みを、ある点 P からの発熱量 Q のブリュームに置き換え、左の部分から煙層のもつ浮力により煙が流出する定常状態を考える。

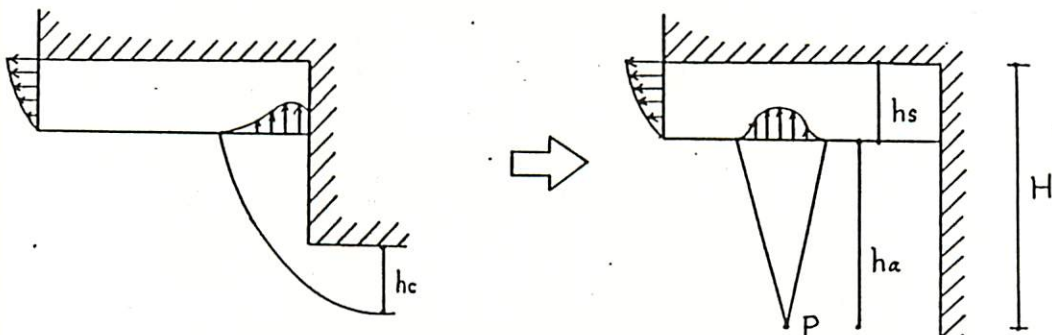


図18 巻き込み部での相似則

P から距離 h でのプリュームの上昇気流量が壁面への失熱などを無視して体積流量で流出量に等しいとすると

$$\frac{2}{3} \alpha B \sqrt{2g \frac{r_a - T_s}{r_s}} h_s^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{g Q}{r_a C_p T_0} \right)^{\frac{1}{3}} h_a^{\frac{6}{3}} \quad \text{--- ①}$$

ただし、 B : 流出巾

α : 流量係数

r_a , C_p , T_0 : 周囲空気の比重量、比熱、絶対温度

又、 $G = \frac{2}{3} \alpha B \sqrt{2g r_s (r_a - T_s)} h_s^{\frac{3}{2}}$ とおくと、熱収支から

$$Q = G (T_s - T_a) C_p = G T_s \nabla / g \cdot C_p \quad \text{--- ②}$$

$$(\because \text{定義から } \nabla = \frac{r_a - T_s}{r_a} g)$$

②を①に代入すると

$$G / r_s = \left(\frac{G \nabla}{r_s} \right)^{\frac{1}{3}} h_a^{\frac{5}{3}}$$

$$G^{\frac{2}{3}} = r_s^{\frac{2}{3}} \nabla^{\frac{1}{3}} h_a^{\frac{5}{3}} \quad \text{--- ③}$$

$$G = \frac{2\sqrt{2}}{3} \alpha B \sqrt{r_a r_s \nabla} h_s^{\frac{3}{2}} \quad \text{--- ④}$$

$h_s/H = a$, $h_a/H = b$, $B/H = c$ と④を③に代入すると

$$\left(\frac{2\sqrt{2}}{3} \alpha c H a^{\frac{3}{2}} \cdot H^{\frac{3}{2}} \sqrt{r_a r_s \nabla} \right)^{\frac{2}{3}} = r_s^{\frac{2}{3}} \nabla^{\frac{1}{3}} b^{\frac{5}{3}} H^{\frac{5}{3}}$$

$$\left(\frac{r_s}{r_a} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{2\sqrt{2}}{3} \right)^{\frac{2}{3}} \alpha^{\frac{2}{3}} a b^{-\frac{5}{3}} c^{\frac{2}{3}} \quad \text{--- ⑤}$$

もし、模型と実物大における煙層の比が一定ならば、 a 、 b 、 c はそれぞれ幾何学的条件から一意に決まる（もし流入部での h が模型と実物で相似ならば、 H の比は縮尺に等しくなる。 $a + b = 1$ が成立）ので、⑤式左辺はひとつの値しか取れない、即ち、実験における煙層の温度（ r_s / r_a の比）が実物大のそれに合致した時、相似性が満足される。このため、一連の実験では、模型を損なわない範囲で高温の煙を流すよう心がけた。

第7章 他の要素の検討

7-1 住戸への煙の侵入に関する検討

Hプランにおける致命的な火災として、夜間に発生して覚知・避難開始が遅れる場合を考える。この時、第3章でも想定したように、夏季などで火災室と通路の扉が開放状態であると、斜め通路を利用した避難ができないため、別の安全対策が必要となる。

これについてはHプランの防災計画書に説明されているように各戸に第二の避難経路が確保されているが、移動能力の低い人が家族に居ることも考えられ、避難経路が利用できずに籠城した場合の安全性について検討する。

条件として、籠城する住戸では斜め通路との間の扉は必ず閉、かつ住戸の南北両面の窓、引戸は全面開放することとする。

(仮定)

- ①斜め通路での煙の温度は平均して 200℃とする。
- ②侵入する煙のCO濃度を5%とし、煙の毒性はCOのみを考慮する。
- ③南北の開口部を開放した住戸の換気回数を10(回/hr)とする(室容積は135.30m³、ただし、トイレ、風呂、押入は除いたもの)。
- ④住戸内でのCO濃度の限界を500ppm(30分間暴露で致命的ではない濃度)とする。

(計算)

①Hプランの場合、エレベーターホール上方の通路での流れの速度分布から、エレベーターホールでは斜め通路の圧力が大気圧レベルまで下がっていると判断できる。このため、仮に、出火のあったブロックで通路での煙の流れが全面管水路流れになった場合でも、最大の圧力差(煙の侵入)を受けるのは火災室から2階層上部の住戸の扉であると考えてよい。この圧力差は火災室床面レベルに外気と斜め通路の中性帯があると仮定して、

$$P = \left(\frac{353}{273 + 20} + \frac{353}{273 + 200} \right) \times (2.25 \times 2 + 1.8/2) = 2.91 \text{ (mm Aq)}$$

となる。ただし、階高2.725m、ドア高さ1.8m。

②換気回数10（回／hr）の条件では、室内のCO濃度はほぼ15分で定常に達するため、ここでは定常状態を考える。

③以上の条件では扉すき間の有効開口面積の上限は $5.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ となる（流入煙量の上限 $13.53 \text{ m}^3/\text{hr}$ 、 $\Delta p = 2.91 \text{ mmAq}$ の時）。

以上の結果と、気密性能に関するJIS規定（JISA-4706）を比較すると、扉の寸法が850×1900の時、通気量上限 $8.4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ （ $\Delta p = 2.91 \text{ mmAq}$ ）であるため図19中の◎印の位置となり、2等級と8等級の間の性能が要求される。これに対して、設置を予定している扉はセミエアタイトタイプでデータ値は図中×印であり、要求を満足する。

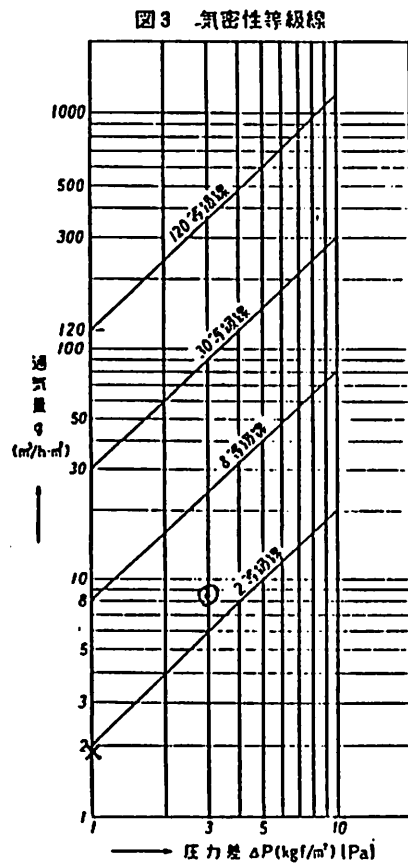


図19 JISによる気密性等級線図

7-2 風の影響に関する検討

この報告書で分析している斜め廊下は、2か所のエレベーターロビーの南面開口及び斜め通路両端のそれぞれ東西に面する開口を外気に対して開いている。仮に図19のような場合で真西から風が吹くと、斜め廊下内を風がかなりの速度で吹き降ろす可能性があり、火災初期には下層階も煙で汚染されるし、ロビー開口の有効性が損なわれると考えられる。そこで、このような避難にとって望ましくない状態がどのような条件で生じるかを検討する。またこの検討には建設地の気象データが必要であるが、ここでは東京のもので代用する。

この斜め通路における特徴はロビー開口による排煙と希釈である。この効果が失われる条件としては風圧により二階層の高さのあるエレベーターロビーでの中性帯が一階分変化する場合を考える。(例えば図21のように開口からの排煙が全く行なわれなくなる場合を想定した。ただし、流入空気の増加により煙の希釈は加速され、必ずしも危険側になるわけではない) 7-1.と同じ条件ならばこの圧力差は 1.25 mmAq であり、風速に換算して 4.47 m/sec となる。風向と開口の関係によっては、風による圧力がすべて開口部に働く場合も考えられるから、 4.47 m/sec の風が吹くことが上記の条件となる。図20の累積頻度曲線からこの確率は全時間に対して35%である。ただし、この風速を超えても実際には風の影響が不利に働く場合、有利に働く場合の両方があると考えられるが、ここでは、このような場合にも7-1.の方法で籠城が可能なこと、また、中廊下型、二戸一型の何れにせよ同様の条件で安全性が損なわれることをもって、従来の集合住宅と同等以上の安全性と判断できる。

また、風の影響に関しては、同じ建物について二層モデルを用いて煙の流れをシミュレートした高橋の研究に詳しく述べられている。

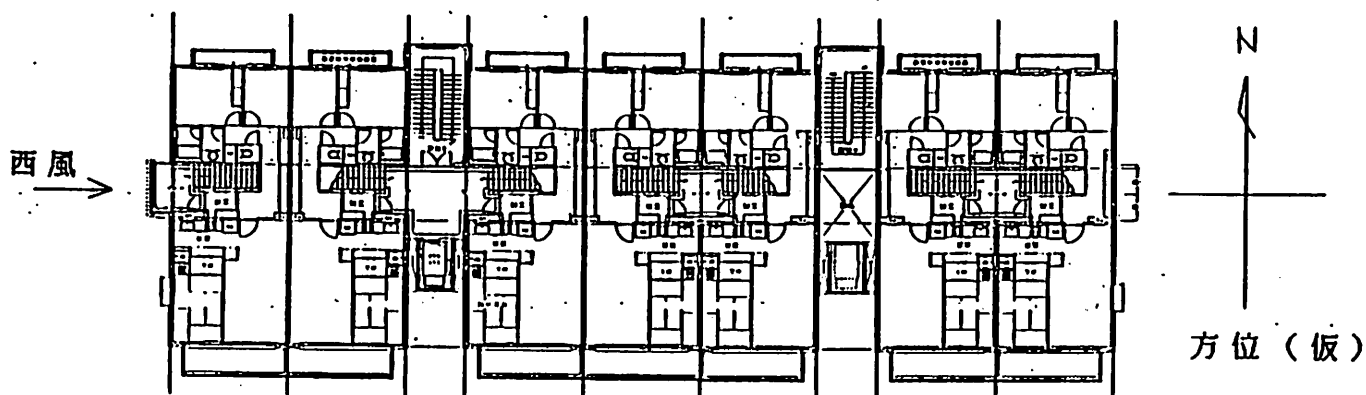


図21 斜め通路の平面図

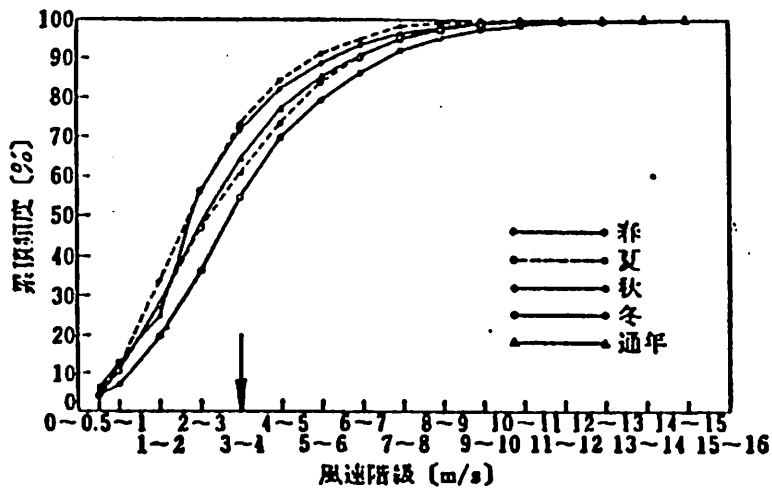
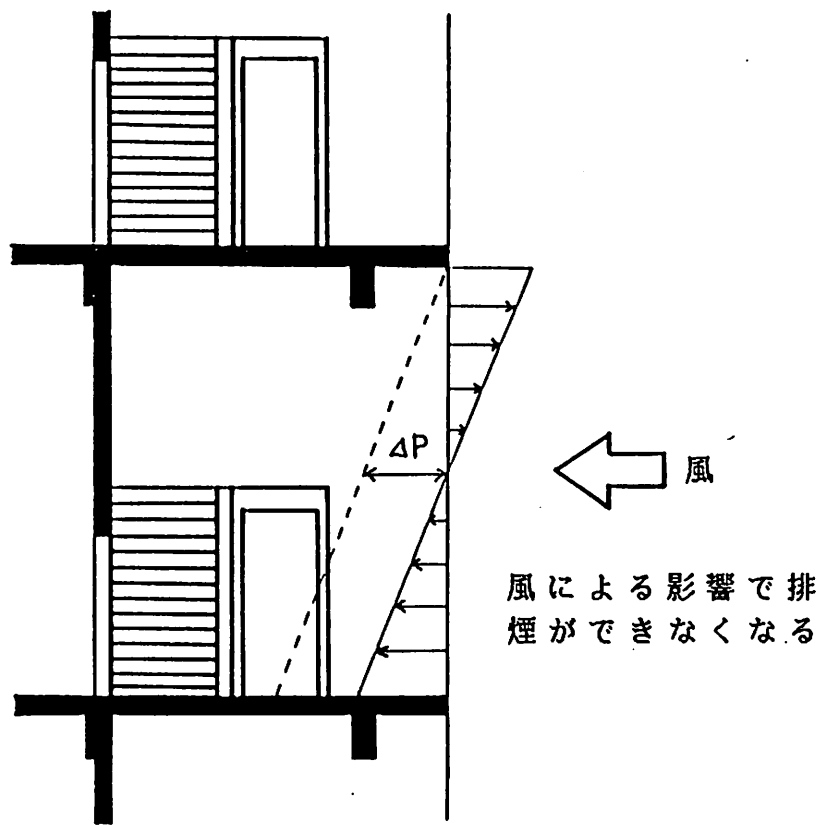


図 5・21 風速階級別累積頻度曲線 (東京, 1960 年)

図 20 「市街地風の研究」市街地風研究会編 オーム社



エレベーターホール断面

図 21 風圧の影響

まとめ

これまでに述べた実験結果から以下の知見を得た。

火災室で発生した煙は二層流となって通路に流入する。この煙はかなりの量がエレベーターホールにある開口によって外気に放出されるため、煙はおもにエレベーターホールにはさまれた区間だけに限定され、それ以外のところにある住戸は煙による被害を避けられる。また、エレベーターホールの開口から外気が侵入し、煙はかなり希釈されている。但し、エレベーターホールの開口の面積を減らすとその効果も減じるということが結論づけられた。

実験結果は必ずしも実際の火災の様子を示すものではないが、第5章において相似則の検討を行った結果、今回の実験によって得た知見は実際の建物についても言えると考えられる。

以上のように、この斜め通路のエレベーターホールの開口は、計画のもので煙に対して有効にはたらくこと、7章で検討したように、籠城が可能であることや、水平に一住戸分移動すると別な安全区画に避難できる等の避難上の利点を考慮すると、この斜め通路は、他のタイプと同等、あるいはそれ以上に安全であると考えられる。

謝辞

本論文は、1987年 6月10～ 7月22日、建設省建築研究所実大実験棟で行った実験をもとにまとめたものです。この実験に際して指導し協力してくださった建築研究振興協会（財）の方々、圓堂建築設計事務所に厚くお礼申し上げます。また、実験から論文をまとめるまでよく面倒を見てくださった辻本先生をはじめ辻本研究室の先輩方、実験につきあってくれた人たちに心から感謝致します。

参考文献

- 1) P.H.Thomas et al: "Investigation into the flow of hot gases in roof venting ", Fire Research Technical Paper No.7 Her Majesty's Stationary Office
- 2) 江守一郎、D.J.シューリング: " 模型実験の理論と応用 " 技報堂