

防災避難計画の評価に関する研究

その 2 超高層住宅の設計における防煙の考え方の一例

正 会 員 若 山 滋*
正 会 員 高 塚 良 彦**
正 会 員 岩 崎 忍***

1. 本研究の目的・性格・方法

建築の防災計画は、様々なファクターの絡みあう非常に複雑な、しかも非常に希な状況に対処しようとするものである。災害がもともと人智の及ぶ所を超えて発生するものである以上、それを防ごうとする防災計画も、不確定な要素の多い複合計画とならざるを得ず、その方法論も明快な数学的演繹とはなり難いものであろう。

本研究は、実際に建物を建てるという前提から出発している。従来、建築の設計においては、防災計画は法的制約の範囲内にあれば良い、という考え方が強く、ひどい時には、いかに法的規制を逃れるかというように考えられることも多かった。この研究は、都心型超高層住宅のプロトタイプの開発という課題を前に、防災計画を単に法的制約の範囲内にとどめず、実際の火災状況において、いかなる設計がより安全であるかを、積極的に検討して行こうという方針で行われた。

従ってここでは、火災に関する多くの現象のうちの一現象を厳密に研究することではなく、また、かと言っていたずらに抽象的な、記号化による論理展開となることを避け、実際の設計の場における判断の方法が、少しでも前進することを、第一の主眼としている。

前報・その 1・防災計画の考え方と高層住宅の避難においては、火災及び避難のメカニズムに対する本研究でのモデル構成、そこから出発する、総合判断のためのシミュレーションモデル、そしてケーススタディの 1 として、都心型超高層住宅プロジェクトにおける避難シミュレーションについて報告した。ここでは、さらに、同プロジェクトにおける防煙設計について検討を行い、前報における避難の検討と合わせて、総合的な判断を行っている。

2. 高層住宅の安全性

ビル火災で大きな災害となった例は、今までの所、百貨店、ホテル等が多く、耐火構造の住宅建築では比較的火災例が少ない。これは、住宅の場合、各住戸毎に防火

区画がなされており、ほとんどが 100 m² 以内の区画となっていることが、第一の理由であると考えられるが、その他に、利用者が常住者であることによる避難経路の熟知、可燃物が限られていること、カーテンウォールではなく開口部が限られているものが多いことなどが、理由として上げられる。また、ホテルと比較して、今までの所、住宅には高層建築が少かったことにもよろう。

しかしながら、今後は、大都市近郊へのスプロールにも限度があり、高層建築に対する一般の認識の慣れもあって、都心立地の住宅は、いよいよ高層化して行く傾向にあり、空調設備の常識化、建物用途の複合化に伴って、その内容がホテル並みとなるものも多くなると考えられる。まして 20 階以上の超高層となった場合には、そこに起こり得る火災の状況も予想し難く、住宅と言えども防災避難の総合的検討が必要となるであろう。

住宅の場合、24 時間永続的に使用され、人々は自分の家に居るという安心感から、心の緊張を欠いた状態にあり、パニックに対して適確な判断と行動を取り難いことが予想される。また管理する側の人の数を考えても、通報及び避難誘導が不充分であることも予想されよう。

また、建物が分譲されて、それぞれ所有者が異なるといふ共同所有型の住宅の場合には、メンテナンスの信頼性を考えると、防災設備を機械に頼るのは、長い眼で見た場合不安が残る。メンテナンスに信頼が置ける場合でも、メンテナンスは設計者が行うものではないのだから、維持管理上のある程度の欠落はむしろ、設計上の予測に加えるべきであると言えるのかも知れない。

以上のような、火災における住宅建築の特性を、第一報で論じた火災・消火軸と情報・避難軸とで整理して見ると、

火災・消火軸

1) 防火区画が細かくはっきりしている（シャッター等によらず耐火構造の壁で区画されている）ので急激な火の拡大は、ガス爆発等によるもの以外、考えられない。従って煙の伝播を防ぐことに成功すれば、火災をほとんど封じ込めることも可能である。

2) 煙の伝播路としては、過去の火災例を見ると堅ダ

* 久米建築事務所・工博

** 久米建築事務所・工修

*** 久米建築事務所

(昭和 53 年 5 月 1 日日本稿受理・討論期限昭和 54 年 4 月末日)

クトである場合が多い。ファイヤダンパーが閉鎖しなかった例もあり、住戸内に堅ダクトを造らないことが望ましい。

3) 次の段階では、火災住戸から廊下に出た煙を速やかに排出し、階段に伝播させないことが重要である。

4) 分譲住宅の場合、長い眼で見て排煙はなるべく機械に頼らない方が望ましい。つまり維持管理に頼る必要のない設計とすべきである。

情報・避難軸

1) 避難開始が遅れる恐れがある所から、万一逃げ遅れても、住戸内にとどまっていた安全が確保されるべきである。

2) 廊下に出た時に火災状況が判断できることが望ましい。

3) 誘導がなくても迷わず避難できるような避難経路とするべきで、日常動線を使用することが望ましい。

これは、住宅の防災設計は「機械」や「管理体」という他律的システムに依存せずに、広い意味でのフェイルセーフを原則とすべきである、ということに要約されよう。

3. ケーススタディモデルの概要

ここで、高層住宅の防煙に関するケーススタディのモデルとして取り上げるのは、第一報で扱ったものと同じ、SRC 25 階建の都心型超高層住宅の設計である。プラン及びセクションは前報を参照されたい。

両軸 4 スパンの正方形プランで北側にコアを設け、中央を光庭（ライトコート）としている。この光庭は、住宅部分の最下階で、外部に開放されており、ここから空気が入り、風圧差、温度差により上に流れるようになっている。

これを利用して、建物の両側における気圧差を利用して、棟と住戸の二重工ダクト*1 方式により各住戸水平換気とし、住戸内堅ダクトを廃した。火災時には、廊下に出た煙がここから排出され、この光庭は採光、換気、排煙の三重機能を持つことになる。ここで、廊下と光庭の境にガラス窓を設けるのと開放するのとどちらが安全であるか、そして光庭を外部として考えるには、下部にどれ程の有効開口を必要とするのか、という問題が出てくる。

4. 火災時における光庭の状況の検討

火災の際に、煙によって光庭がどのような状況を呈するか、次のような仮定の基に、コンピューターシミュレーションによる検討を行った。

住戸内で発生した火災が最盛期に達し、仮に可燃物が無限にあるとした場合、火災住戸から廊下に出る煙の量（流出速度）は、風速、温度、及び開口部の条件によって推定できる。

光庭に対し図-1 のようなモデルを想定し、火災住戸

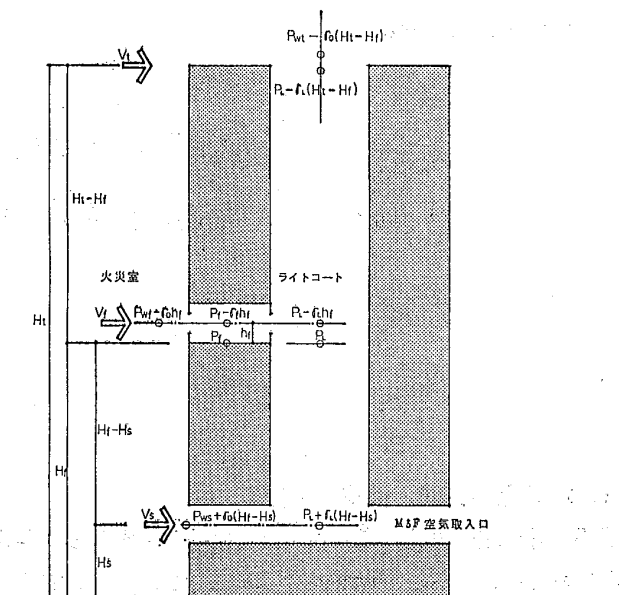


図-1 各位置の圧力

表-1

時 間×CO 濃度 (hr)	CO 濃度 (ppm)
300	認められるべき症状はない
600	症状が始めて起る
900	頭痛と嘔気
1 500	生命に危険

から放出する煙の量と低部開口（M3 階）から流入する空気量との比によって、拡散時の光庭内煙濃度を推定する。

火災住戸の開口部条件は表-2 に示す 10 タイプとし、風速、風向、外気温条件は表-3 に示す通りである。

煙濃度の判断に関しては、火災室煙中の CO 濃度を 5% とし、環境衛生科学上、一般に認められている判断（表-1）に従って、その中で人間が活動し、頭痛・嘔気に至るまでの時間を算出した。これは、通常、人間は CO ガスの中で 30 分間働けるには CO 濃度が 0.32%，1 時間なら 0.16%，2 時間閉じ込められるとすると 0.8%，ただし致死量はその倍（排煙設備技術基準）とされているものの半分の濃度によっている。

一般に、開口部の大きさに比べ壁厚の小さい場合、気体流量を G (kg/s) とすれば、

$$G = \sqrt{4P/R}$$

$$4P = P_1 - P_2$$

$$R = 1/2 gr(\alpha A)^2$$

となる。

ここに、

α : 流量係数

A : 開口面積 (m^2)

P_1, P_2 : 開口両側における開口中心レベルの圧力 (kg/m^2)

$4P$: 圧力差 (kg/m^2)

R : 開口抵抗 ($\text{s}^2/\text{m}^2\text{kg}$)

g : 重力加速度 (m/s^2)

r : 気比重量 (kg/m^3)

光庭モデル (図-1) において, 各位置の圧力を示す。
火災室の床を基準レベルとする。

ここで,

H_t : 頂部開口の高さ (m)

H_f : 火災室階の高さ (m)

h_f : 火災室開口部中心の床上高さ (m)

H_s : 低部開口 (南面) の中心高さ (m)

同様に H_w (西面), H_e (東面), もあるが, 図-1 では省略。

V_t, V_f, V_s : 外気に面する頂部, 火災室, 低部の開口
に当る風速 (m/s)

$$V_t = V_0 \left(\frac{H_t}{H_0} \right)^{1/3}$$

$$V_f = V_0 \left(\frac{H_f}{H_0} \right)^{1/3}$$

$$V_s = V_0 \left(\frac{H_s}{H_0} \right)^{1/3}, \quad V_w = V_0 \left(\frac{H_w}{H_0} \right)^{1/3}$$

$$V_e = V_0 \left(\frac{H_e}{H_0} \right)^{1/3}$$

ただし, V_0 は基準風速 (m/s), H_0 は基準高さ (m)

r_0, r_f, r_l : 外気, 火災室煙, 光庭混合気の比重量
(kg/m^3)

P_f, P_l : 火災室, 光庭内での火災室床レベル圧力
(kg/m^2)

P_{wt}, P_{wf}, P_{ws} : 頂部, 火災室, 低部開口に作用する
風圧 (kg/m^2)

$$P_{wt} = C_t \frac{r_0}{2g} V_t^2$$

$$P_{wf} = C_f \frac{r_0}{2g} V_f^2$$

$$P_{ws} = C_s \frac{r_0}{2g} V_s^2, \quad P_{ww} = C_w \frac{r_0}{2g} V_w^2$$

$$P_{we} = C_e \frac{r_0}{2g} V_e^2$$

ただし, C_t, C_f, C_s, C_w, C_e は各開口部位置の風圧係
数。

各開口部での圧力差は

頂部開口 (流出を正)

$$\Delta P_t = P_l - P_{wt} + \Delta r_{0t}(H_t - H_f) \quad \Delta r_{0t} = r_0 - r_l$$

火災室外気側開口 (火災室への流入を正)

$$\Delta P_{0f} = P_{wf} - P_f - \Delta r_{0f} h_f \quad \Delta r_{0f} = r_0 - r_f$$

低部開口 (流入を正)

$$\Delta P_s = P_{ws} - P_l + \Delta r_{0l}(H_f - H_s)$$

$$\Delta P_w = P_{ww} - P_l + \Delta r_{0l}(H_f - H_w)$$

$$\Delta P_e = P_{we} - P_l + \Delta r_{0l}(H_f - H_e)$$

火災室光庭側開口 (光庭への流入を正)

$$\Delta P_{fl} = P_f - P_l + \Delta r_{lf} h_f \quad \Delta r_{lf} = r_l - r_f$$

気体流量は

$$G_t = \sqrt{|\Delta P_t / R_t|}$$

$$G_s = \sqrt{|\Delta P_s / R_s|}$$

$$G_w = \sqrt{|\Delta P_w / R_w|}$$

$$G_e = \sqrt{|\Delta P_e / R_e|}$$

$$G_{fl} = \sqrt{|\Delta P_{fl} / R_{fl}|}$$

$$G_{0f} = \sqrt{|\Delta P_{0f} / R_{0f}|}$$

流量平衡式

火災室では流入量と流出量は等しく, $G_{0f} = G_{fl}$

光庭においても同様, $G_{fl} = G_t - G_s - G_w - G_e$

熱平衡式

火災室の温度を θ_f ($^{\circ}\text{C}$), 外気温を θ_0 ($^{\circ}\text{C}$), 光庭
内の混合気温度を θ_l とすると, 煙の失う熱量と外
気を得る熱量は等しく,

$$G_f(\theta_f - \theta_l) = (G_t - G_f)(\theta_l - \theta_0)$$

$$G_f(\theta_f - \theta_0) = G_t(\theta_l - \theta_0)$$

ただし, 住居側との熱量は微少とみなし省略した。

また温度と気比重量との関係は

$$r_j = \frac{353.25}{273 + \theta_j} \quad j = (f, 0, l)$$

開口抵抗は

開口が数ヶ所並列に配置されている場合

$$R = 1/2 g r \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i A_i \right)^2$$

開口が数ヶ所直列に配置されている場合

$$R = \frac{1}{2g} \sum_{i=1}^n \frac{1}{(\alpha_i A_i)^2 r}$$

となる。

火災室の CO 濃度を σ_f 光庭の CO 濃度を σ_l とする...

$$\sigma_l = \sigma_f \frac{G_f}{G_t}$$

ここで G_f/G_t を希釈率とする。

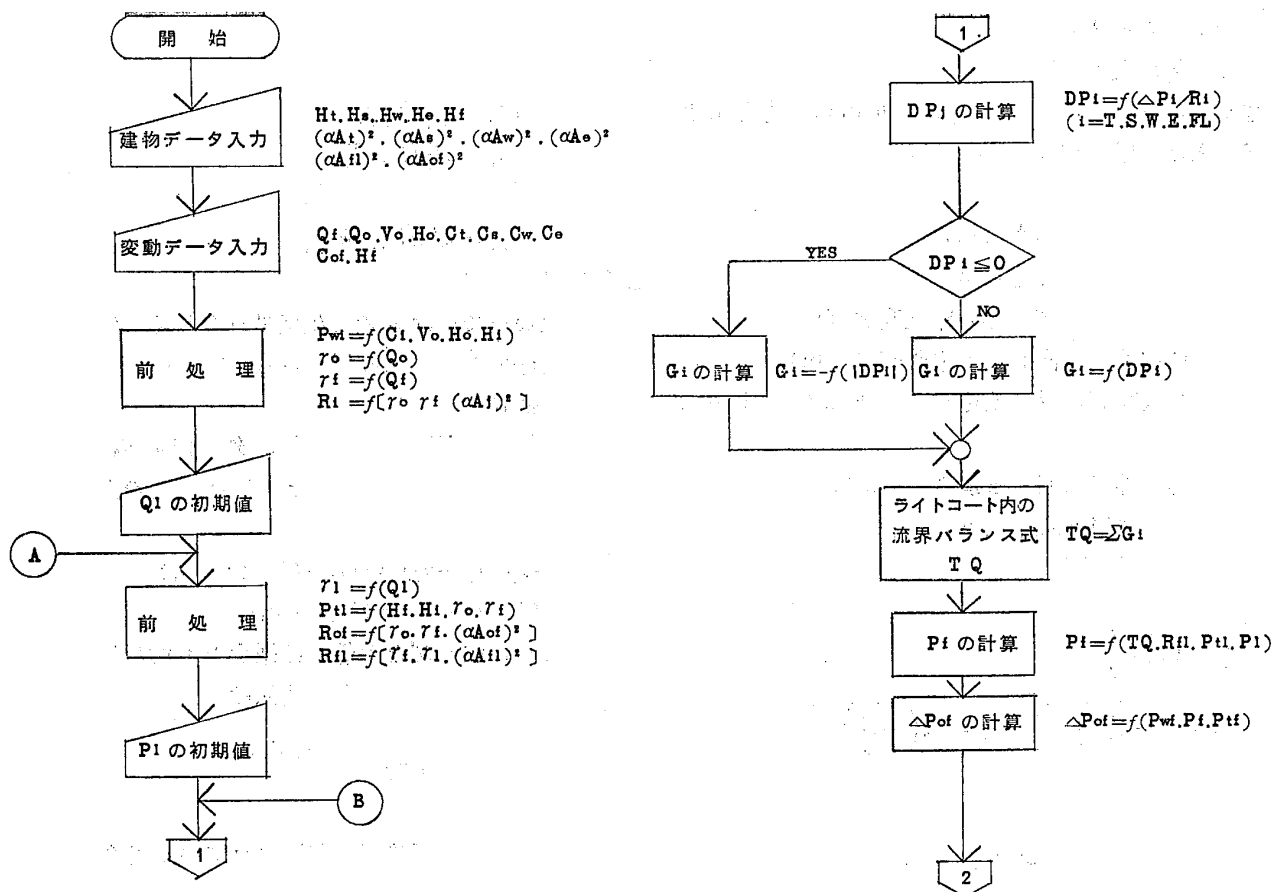
計算プロセスを図-2に示す。ここに記されている変
数記号は本文中のものと多少ずれがある。

計算の結果は表-2, 表-3 に示す通りである。この
結果によれば, 可燃物が無限に存在したとしても, 火災
室から光庭に放出する煙の量と, 光庭低部開口から流入
する空気量とは, 風の強さによる相関関係にあり, 風速
が強くても弱くても, 光庭が煙で満たされることはな
い。

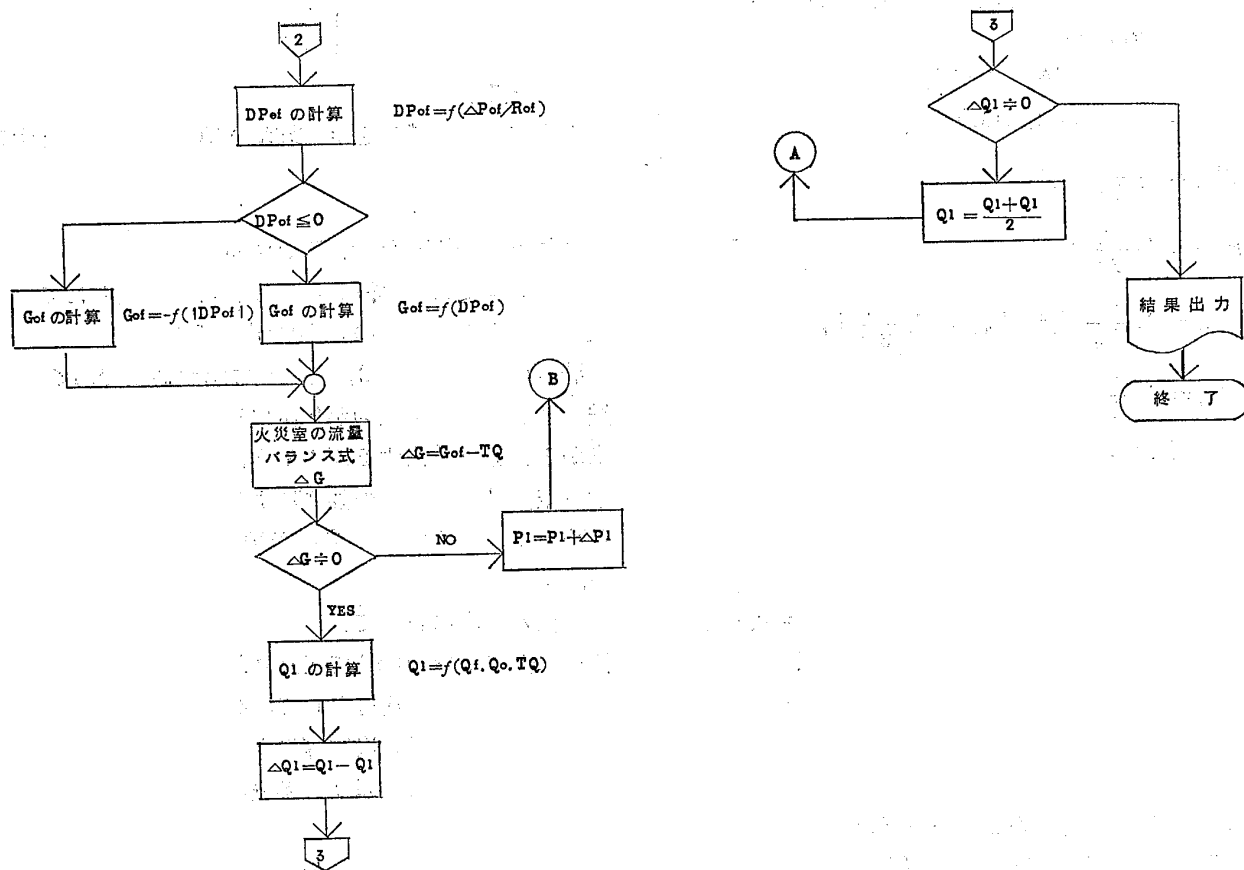
実際の火災においては, 可燃物の量も限られており,
住戸は全て $70 \sim 90 \text{ m}^2$ で区画されている。さらに内部間
仕切壁を不燃性の建材として, 廊下に面する窓を網入ガ
ラスとすれば, ガス爆発等により, 複数住戸が一度に炎
上することでもない限り, 光庭に流出する煙の量は限ら
れたものであろう。

これと前報で報告した避難シミュレーションの結果と
を比較すれば,

1) 基準階において, 住戸出口から安全区画に入るま



(1)



(2)

図-2 解法のフローチャート

での時間は、10 秒以内で 30%，20 秒以内で 60%，30 秒以内で 100% となっており（前報図—9），光庭の煙濃度による頭痛嘔吐に至るまでの時間，窓開口可能部分開放，扉 1/2 開放のケースで 1 時… 50 分，窓・扉全面開放間仕切壁全焼のケースで 40 分と比較してみても充分安全である。

2) 火災階及びその直上階においては，火災室側の階段を使用しない前提下，スタートから（住戸内避難時間も含めて）安全区画まで，80 秒以内で 95%，100 秒以内で 100% 避難完了する（前報図—8）。通常火災階では，人の避難開始時期はフラッシュオーバー前である（排煙設備技術指針）とされており，フラッシュオーバー

表—2

計算結果一覧表

	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4	TYPE 5	TYPE 6	TYPE 7	TYPE 8	TYPE 9	TYPE 10
火災室状況 平面モデル										
希釈率		0.010	0.012		0.013	0.016		0.015	0.022	0.028
CO濃度 %		0.05	0.06		0.065	0.08		0.075	0.112	0.138
頭痛・嘔気までの時間 hr		1.8	1.5		1.38	1.125		1.2	0.80	0.65
評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○

ケーススタディ

季節 冬
風向 西風
火災室 西側 GLより20m FL
基準風速 9m/sec (累積頻度95%)
火災室気温 800℃
外気温 0℃
流量係数 α 0.7

風圧係数

頂部 -0.9
南面 -0.7
西面 +0.8
東面 -0.4
火災室 +0.8

凡例

▽ 窓・開口可能部分開放 ドア 1/2 開放

▽ 全面開放

評価方法

頭痛・嘔気に至るまでの時間 ~15分~30分~1時間~

評価記号

× △ ○ ◎

表—3

ケース スタディ リスト	外気温	風向	風速	火災室 TYPE (別紙参照)										温度	希釈率	頭痛に 至る時間
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	0℃	無風	0 m/s								○			14.3℃	0.018	60 分
2	"	"	"										○	17.8℃	0.022	48 分
3	0℃	火災室側	3 m/s								○			15.6℃	0.020	54 分
4	"	"	"										○	19.1℃	0.024	44 分
5	"	"	5 m/s								○			16.7℃	0.021	51 分
6	"	"	"										○	20.4℃	0.025	42 分
7	"	"	9 m/s		○										0.010	108 分
8	"	"	"			○									0.012	90 分
9	"	"	"					○							0.013	83 分
10	"	"	"						○						0.016	68 分
11	"	"	"							○					0.015	72 分
12	"	"	"									○			0.022	48 分
13	"	"	"										○	22.2℃	0.028	39 分
14	0℃	火災室横	9 m/s										○	0℃	0	∞
15	"	火災室後	9 m/s										○	0℃	0	∞
16	0℃	火災室側	9 m/s	上下・3層分吹抜けで全面火災となった場合（ガス爆発）									○	58.5℃	0.073	15 分
17	26.1℃	"	"	"									○	85.3℃	0.076	14 分
18															0.076	14 分

までの時間を5分位と考えれば、発見が早ければフラッシュオーバー前に避難可能である。

3) 全棟避難というケースは100m²区画された超高層建築ではむしろ希であると思われるが、全棟避難完了時間は540秒(前報図-10)となっており、ガス爆発によって3層吹抜の全焼火災となつて、万一、光庭からの煙が階段室に流入したと仮定しても、時間的には充分避難できることになる。

5. 設計へのフィードバック

ここで、第一報における避難シミュレーションと本報における防煙シミュレーションの結果をリンクして、防災避難計画から実際の設計へのフィードバックについて、本計画をケーススタディモデルとして、前報図-1、図-3のダイアグラム概念に従って検討整理して見る。

火災軸

発火源の問題については、確率が社会的コンセンサスを持って設定することができない限り、その数字をシミュレーションに加える事は意味がない。したがって本計画では、実効的な方法として、住宅内部でのガスの使用を台所レンジだけにしぼり、過去の火災例において発火源となっている率の高いガスストーブ、ガス湯沸器の使用を避ける計画とした。耐火建築の住宅における火災原因にガス爆発が多いということは、今後、使用エネルギーの全電化という方針は当然考えられることであり、これにはユーザーの意識とともに、熱源供給体の意識も変化して行く必要があろう。

着火物、可燃物の量については、本計画では住戸内間仕切を不燃あるいは準不燃とする設計であるが、収納物の量等はユーザーに対して強制できるものでもなく、和室あるいは木材仕上への愛着からの模様変えも充分考えられる。分譲住宅の各住戸内に関しては内装規制は難しい。従って本計画のシミュレーションにおいては、発煙量は無限大と仮定した。

防火区画は防火設計の最も基本的な要素である。本計画では住戸内堅ダクトを廃して水平区画を明確にした。

風速、風向、外気温の設定については、シミュレーションのケースが多すぎると計算量が膨大なものになってしまう恐れがある。合理的な限定の必要があり、今後の研究成果によるコンセンサス形成に期待したい。

情報軸

発見通報に関しては発火源の確率と同様で、シミュレーションにおいて時間的条件として扱うには、判断によるばらつきが大きく、一定のコンセンサスを必要とする。本計画では感知器(煙・熱)、非常用電話を設置し、防災センターで24時間監視を行う計画であるが、住宅においては巡回監視が難しいことから機械感知に負う所が大きい。

避難誘導について、非常放送は階別に可能であるが、

シミュレーションにおいては、火災階及びその直上階を優先させる仮定を取った。この計画では光庭から他階が見渡せるので、火災状況を適確に把握する事が出来、パニックの防止、早期発見に役立つと考えられる。

消火軸

消火関係の要素をシミュレーションに盛り込む事は、時間的にも確率的にも今の所やはり困難である、安全側に計画する方が良いのは当然であるが、火災記録によると、防火シャッターがじゃまになって消火活動に支障があったなどという事もあり、消火設備ばかりでなく、単純な平面計画と明快な動線計画がここでも重要な要素となってくる。

避難軸

住宅においては、避難人口が比較的限定されているので、百貨店のような階段幅員は不要であるが、避難経路だけは明快である必要がある。また超高層建築の場合、地上に達するまでに時間がかかり疲労も予想される所から、各階の安全区画を充分安全に、かつ広く設計する必要がある。

煙による減光係数に関しては、データの不足、及び燃焼物の規定ができない所から、ここでは定量的検討を避けているが、避難経路は自然採光もあり、非常照明、誘導灯もあり、また日常動線と一致しており、帰巢本能にも適合することから、迷うような事はあり得ないと考えている。

廊下と光庭との間を窓として閉鎖するかどうかという問題は、この光庭が外部と同様の安全性を持ち得るか、また、外部として扱うには低部開口をどれだけ取れば良いのかという問題である。煙濃度シミュレーションの結果、設計者は、低部の有効開口を守り、住戸の窓を網入ガラスとすることによって、廊下に流入した煙をすみやかに光庭へ放出する構法とした方が、より安全であるという結論に達した。

6. 結論

建築の設計は判断と決定の連続である。ある時点で、建物の機能、性能及びその生産性を予測して、時には確率的ともなる判断を下して行かなくてはならない。科学と技術の進歩発展は、社会事象の全てを定量化する方向に向っているかのように思われるが、実際には、定量化される要素は極めて条件の限定された純粋なモデルの上での要素であり、それが現実社会の問題にそのまま当てはまるという例はまだまだ限られた分野に過ぎないものである。

建築設計における設計者の判断を、全て定量化して一つのアルゴリズムに帰するには我々はあまりに無知であり、不可能と言っても決して言い過ぎではない場合が多い。

しかし、ある現象に対して定量的に整理されたデータ

は決定者の判断を助けるものである。例えそれが、一つのモデル上の話であっても、目的とする限定された現象に対しては有効な推定となるであろう。

防災計画のシミュレーションもまた、この範ちゅうを超えるものではない。確率概念を加味した定量的評価を全ての要素に波及させることは、困難というよりもむしろ、その仮定の反映結果にばらつきが大き過ぎるが故に無意味な空論となり易い。

実際の設計においては、定量的結論の整合性よりも、具体的対策が優先する。工学はむしろその具体的対策の有効性を検証する事に力を注ぐべきであろう。

本研究においても、シミュレーションに全ての要素を定量化して検討する事はできなかったが、このような検討を、今後の防災設計に一つ一つ積み重ねて、安全に対する積極的な設計姿勢を確立して行きたいと考えている。

謝 辞

本研究は、具体的な設計の場における防災計画の評価という要求と、総合的シミュレーション手法の設計実務への適用方法の確立という両面から出発したものであり、当プロジェクトの防災設計に関しては、東京大学教授岸谷孝一第士、防煙設計及び煙濃度シミュレーションに関しては、建築研究所若松孝旺博士のご指導を得ました。ここに深く感謝の意を表します。

また本計画及び研究の遂行は、久米建築事務所設計室

平田恭輔氏他、多くのメンバーの協力によるものである事を御断り致しております。また仕事の都合上、第一報から第二報までの期間が永くなってしまった事をお詫び致します。

参 考 文 献

- 1) 建築学大系編集委員会, 建築学大系 21, 建築防火論, 彰国社
- 2) 建設省住宅局建築指導課, 日本建築センター, 建築防災計画技術指針, 新日本法規
- 3) 建設省住宅局建築指導課, 日本建築センター, 排煙設備技術基準, 新日本法規
- 4) 若松孝旺・山名俊男: 地下街高層建物等の火災時における煙災防止に関する研究, 建築研究所年報昭和 44 年, 45 年
- 5) 岸 幸雄・勝田高司・村上周三・小林信行: 住棟中庭における排気ガスの拡散に関する模型実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 昭和 50 年 10 月, 4115
- 6) 若松孝旺・田中孝義: 防煙設計の位置づけ, 日本建築学会関東支部防火部会煙制御設計と実施例シンポジウム資料, 昭和 53 年 2 月
- 7) 堀内三郎: 建築計画における避難計画, カラム No. 38, 1971
- 8) 若松孝旺: 防煙設計論, カラム No. 38, 1971
- 9) 寺井俊夫: 排煙設計論, カラム No. 38, 1971
- 10) 星野昌一・岸谷孝一・吉成 武: 建築の防火避難設計, 日刊工業新聞社
- 11) 堀内三郎: 建築防火, 朝倉書店
- 12) 若山 滋: 防火避難計画の評価に関する研究, その 1, 防災計画の考え方と高層住宅の避難

注 *1 給気ダクトと排気ダクトをエの字のように配置し、建物両サイドの気圧差を利用して、常に正圧側から負圧側に換気する方法。

SYNOPSIS

U.D.C. 614.8:728.3

SYSTEM ANALYSIS FOR FIRE PROTECTION PLANNING

Part 2. Simulation of fire protection on a high story apartment house.

by Dr. SHIGERU WAKAYAMA, YOSHIHIKO TAKATSUKA,
and SHINOBU IWASAKI Members of A.I.J.

The method of total evaluation of fire protection plannings and the result of refuge simulation on a high story apartment house were reported in the former report.

This is the report about anti-smoke simulation on the same project and the feed-backs to the total fire protection planning.

The efficiency of smoke exhausting through the light court of the high story apartment house was confirmed on the various cases of wind, temperature and opennings conditions, from the result of simulations about refuge and smoke.