

加圧防排煙システムによる煙制御に関する研究

Study of smoke control systems by pressurization

9630127 若松佳世子

指導教官 田中辰明

1. はじめに

ビル火災の犠牲者の死因はほとんどが煙によるものである。煙の性状を知り、その拡大防止の策を講ずることが防災上必至である。我が国における煙制御は建築基準法で定められた排煙法が用いられてきたが、近年新しい方法として加圧防排煙システムを採用するビルが増加してきている。この加圧防排煙システムについて検討を行った。

2. 現行基準法における排煙方式

現行の建築基準法に示される排煙法は煙の存在する場所から煙を排出することを旨としている。結果としてその部分の圧力が低下し、周囲から空気を吸引することで、煙の拡大を防ぐ。しかし、防護すべき部分を排煙することにより、その部分が減圧され、かえって煙を呼び込む恐れがある。

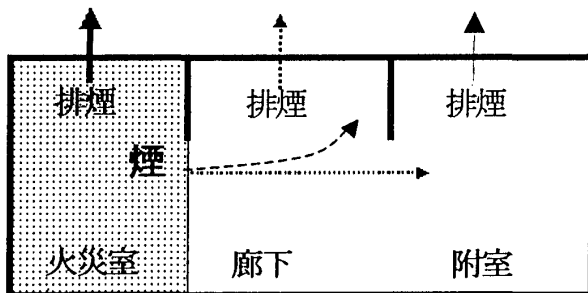


図2-1 排煙法

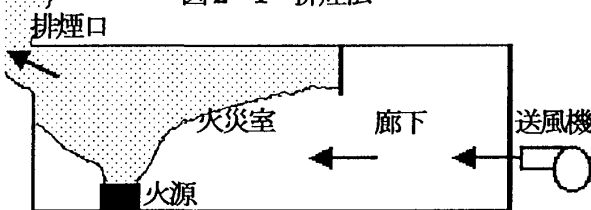


図2-2 加圧法 (自然排煙)

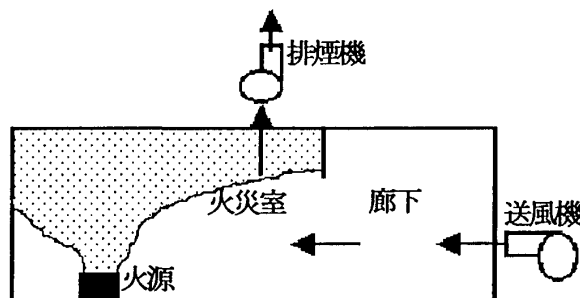


図2-3 加圧法 (機械排煙)

また、廊下や特別避難階段附室(附室)にも排煙設備を要し、要求される排煙量が通常の空調風量の数倍となるため、別系統のダクトが必要であるなど、

設計上の制約となることが多い。

一方、加圧防排煙システム(加圧法)は、煙から防護する部分に給気し、その部分の圧力を高くすることで、煙を防ぐ。そのため、廊下などに煙を呼び込む恐れがなく、排煙設備は必要な場所のみで済むので、設計上、空間を有効利用できる。しかし、加圧法は加圧によって新鮮な空気が供給され、火勢を助長する恐れがあるとして、この方式を採用するには建築基準法第38条に基づく建設大臣の認定が必要とされてきた。

3. 建設大臣特認による加圧防排煙システム

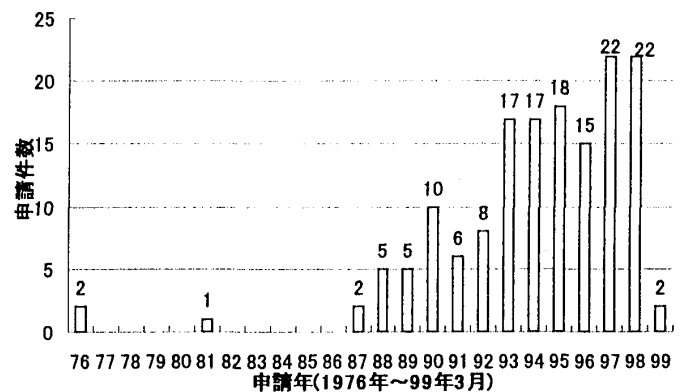


表3-1 加圧システム申請件数

表3-1からわかるように、申請件数は年々増加している。西暦2000年の法改正によって加圧防排煙システムが特認を必要としなくなるので、ますます増加すると考えられる。今まで認定されてきたシステムについて、防災計画書をもとに分析した。

加圧防排煙システムの計画にあたり、条件設定と給気量の算定方法、安全性の検証方法が重要である。

設定する条件とは、どの位置で遮煙するか(遮煙位置)、想定火源、開口条件がある。条件設定によって計算結果に差が出てくる。厳しい条件を設定すればそれだけ多くの給気量が必要になる。

給気量の算定方法には、大きく分けて、

①遮煙位置前後の圧力差を設定する方法

②煙層の高さを設定する方法

③火災室の排煙量を設定する方法

④計算をせずシミュレーションだけで検討する方法

以上4つの方法がある。

差圧設定による給気量算定・安全性の検証の流れで、代表的なものを図3-3に示す。

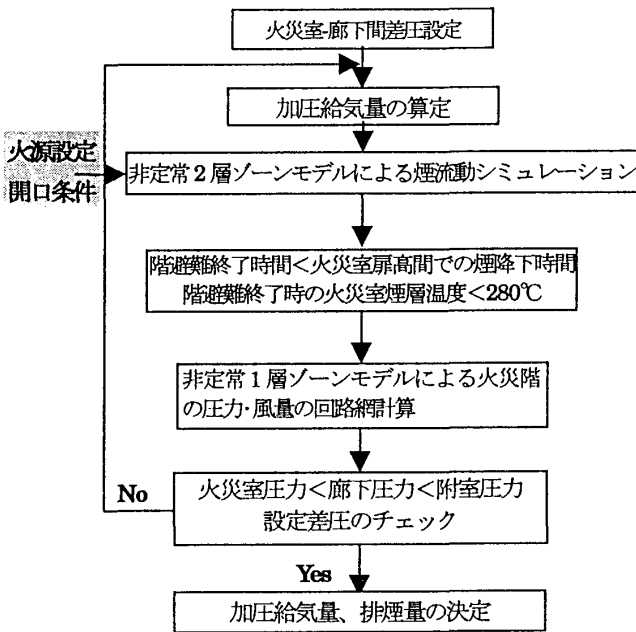


図3-3 給気量算定フロー(差圧設定)

4. 改正基準法の中で可能な加圧防排煙システム
 附室に [m³/h] だけ給気した場合に各部の圧力差と空気の流量を示したのが図4-1である。

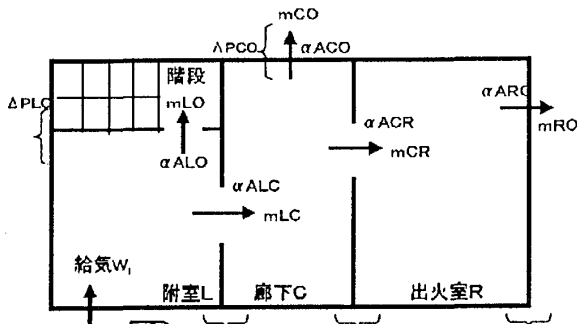


図4-1 附室給気における各部の差圧と流量

ここで、 αA : 有効開口面積 (隙間量) [m²]

m : 流量 [m³/h], ΔP : 差圧 [Pa]

である。圧力の関係と気体の質量収支は

$$P_R = P_O + \Delta P_{RO} \quad \text{質量 } m_{CR} = m_{RO}$$

$$P_C = P_R + \Delta P_{PC} \quad m_{LC} = m_{CR} + m_{CO}$$

$$P_L = P_C + \Delta P_{LC} \quad W_L = m_{LO} + m_{LC}$$

以下の関係式を用いて、火災室-廊下間の差圧 ΔP_{CR} と温度差 T_s を求める。

$$\Delta P_{CR} = m_{CR}^2 / 2 \rho (\alpha A_{CR})^2$$

$$\Delta \rho = 9 \Delta P_{CR} / 4gH_D$$

$$T_s = 353 / (\rho - \Delta \rho) - 273$$

ρ : 空気密度 [kg/cm³], H_D : 火災室扉高さ [m]

$\Delta \rho$: 空気-煙密度差 [kg/cm³]

これをエクセル上で計算し、これを基本として様々な計算、検討を行った。

隙間量の違いによる給気量への影響に関するケーススタディ(図3-2)では、次の4つのケースについて火災室-廊下間の遮煙温度(300°C)を保つために必要な給気量について検討した。

- Case1 扉完全閉鎖時
- Case2 火災室扉開口率10%を見込む
- Case3 火災室扉開口率10%+火災室窓破損
- Case4 火災室扉開口率10% +火災室窓破損 +階段扉20度開放

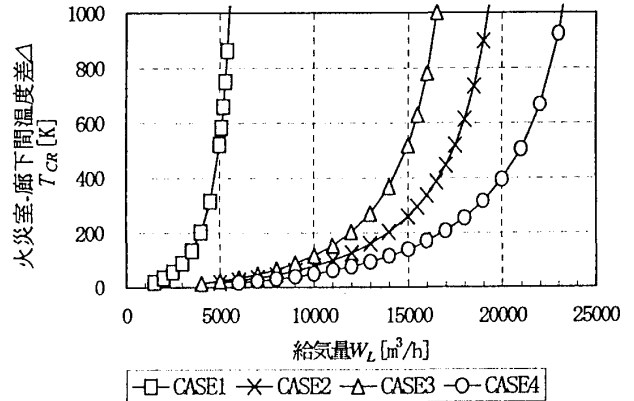


図4-2 隙間量の違いによる給気量

附室から火災室までの隙間量は、

Case 1 < Case 2 = Case 3 < Case 4

である。従って、遮煙限界温度を保つのに必要な給気量の量も上の順番となる。火災室の窓破損 (Case3,4) の場合、火災室の圧力を外に逃がすため、圧力が下がり、廊下と火災室間の圧力差を高く保つことができることがわかった。そのため、隙間量の等しいCase 2とCase3を比べると、Case3の方が給気量は少なくて済む。

5. 総括

過去の防災計画書における方法は専門的な知識が必要であるが、無駄のない精緻な値を得ることができた。改正後の加圧防排煙システムでは、煙計算をせずに範囲を与えて、その範囲を満たす給気量を設定できるが、余裕を持たせてある分、多くの給気量が必要になる事がわかった。

<参考文献>

- 1)建築火災安全工学入門 田中啓義 日本建築センター 平成5年
- 2)建築防災・安全 室崎益輝 鹿島出版社 1993年
- 3)給気加圧法(ルートA)の考え方について 山名 1999年
- 4)やさしい火災安全計画 青木義次・富松太基・森山修治 1999年