

辻本研究室

1. 目的

技術基準のグローバル化は世界的傾向であり、各種設計方法の基準化にも及んでいるが、安全設計は本来それぞれの国もしくはは集団の歴史を背負って技術的に展開しているため、標準化が困難である。本論では、ISO/TC21/SC11に提案され審議中の Final Draft prCEN/TR 12101-5(E)「Smoke and heat control systems and components」について、その設計コンセプトを明らかにし、現行建築基準法及びその性能設計法と比較することでその違いを明らかにする。

2. 排煙設備の設置目的及び理念

1) ISO案の排煙設備の設置目的は、煙を移動させることで清潔な空気層を作り出し、換気装置で延焼中の高温ガスを排出させることで①安全に逃げることもしくは、人や動物(ペット)を救助することもしくはその両方、②資産を守ること、③初期段階において消火活動ができるようにすることの三つの可能性を高めることである。(ISO案,0.1序論による)
 2) 日本におけるそれは、消防法と建築基準法の二つの法規がそれぞれに排煙設備を要求しており、整合化している部分もあるが違う所もある。例えば、建築基準法では火災時の在館者の避難安全を目的としており、自然排煙を容認しているのに対して消防法では、消火活動支援を主たる目的としており、流量確保のため機械排煙に限定している点が大きく異なる。

3. 想定発熱量の考え方

1) ISO案で設計者は個々の部屋から隣接した空間に流出する煙の質量流量の計算を行うために想定発熱量 q_f を用いる。煙ガスの質量流量速度を求めるための値を表1に示す。

表1-想定火災の設定値 q_f (kW/m²)

	部屋の用途	火災面積 Af (m ²)	火災周長 P (m)	発熱量 q _f (kW/m ²)
小規模店舗	スプリンクラー設置済みの店舗	10	12	625
	高感度スプリンクラー設置済みの店舗	5	9	625
	スプリンクラー不設置の店舗	部屋全体	開口幅	1200
事務所	スプリンクラー設置済みの事務所	16	14	225
	スプリンクラー不設置の事務所	47	24	255
ホテルの寝室	スプリンクラー設置済みの寝室	2	6	250
	スプリンクラー不設置の寝室	2	6	100
駐車場	車両火災	10	12	400

煙ガスの質量流量速度 M_f (kg/s)は、次の式で得ることができる。

$$M_f = C_e P Y^{3/2} \quad (式-1)$$

M_f : 煙ガスの質量流量速度 [kg/s]

C_e : 大きな火災のプルームの巻込係数 [kg/m^{5/2}・s]

この C_e の値は、空間の規模によって係数を調整している。

$C_e = 0.19$ 大空間 (ホールや吹抜空間など)

$C_e = 0.337$ 小部屋 (ホテルの寝室や小さい事務室など)

P : 水平面上の炎の周長 [m] (図1参照)

Y : 床の炎と煙層下流までの高さ [m] (図2参照)

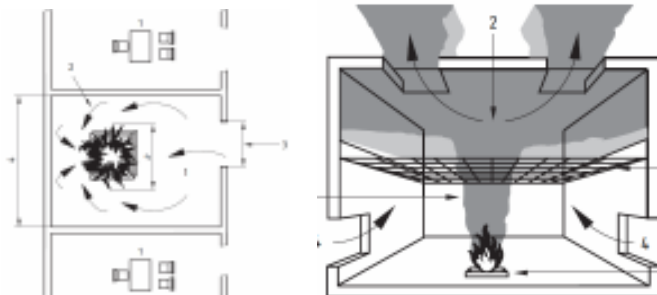


図1-炎の概念図

図2-想定煙量概念図

2) 日本の建築基準法避難安全設計法では、床面積 1 m²当たりの積載可燃物の発熱量 q_1 を室用途に応じた表2の告示で定めている。

火災により単位時間当たりに発生する煙等の量は、室の形状、用途(可燃物の発熱量)、内装の仕上げの種類を考慮して以下の式-2で求めることができる。

$$V_s = 9\{(\alpha_f + \alpha_m A_{room})^{1/3} (H_{low}^{5/3} + (H_{low} - H_{room} + 1.8)^{5/3})\} \quad (式-2)$$

V_s : 煙等発生量 [m³/min]

α_f : 当該居室の積載可燃物の 1 m²当たりの発熱量に応じて定まる値(積載可燃物の火災成長率)

$$\alpha_f = \begin{cases} 0.0125 & (q_1 \leq 170) \\ 2.6 \times 10^{-6} q_1^{5/3} & (q_1 > 170) \end{cases} \quad (式-3)$$

α_m : 当該居室の壁及び天井の室内に面する部分の仕上げの種類に応じて定まる値(内装の火災成長率) 表3による

A_{room} : 当該居室の床面積 [m²]

H_{low} : 当該居室の床面の最も低い位置からの平均天井高さ [m]

H_{room} : 当該居室の基準点からの平均天井高さ [m]

3) この両式を以下の設計条件を例にとり、煙発生量を求めて比較した。設計条件: 用途(事務室)、想定面積(20m×25m=500 m²)、天井高さ(2.7m)、スプリンクラー不設置、内装(難燃材料)として比較した結果を以下に示す。

3-1) ISO案における煙の質量流量速度を(式-1)から求める。

$C_e = 0.337$ [kg/m^{5/2}・s] (大きな空間として適用される係数)

$P = 24$ [m] (水平面上の炎の周長)

$Y = 1.8$ [m] (床の炎と煙層までの高さ)

M_f [kg/s] = $0.337 \cdot 24 \cdot 1.8^{3/2} = 19.5$ [kg/s] = 1172 [kg/min]

3-2) 日本における煙等発生量を(式-2)から求める。
 $\alpha_f = 2.6 \cdot 10^{-6} q_1^{5/3}$ ($q_1 > 170$) (当該居室の積載可燃物の 1 m²当たりの発熱量に応じて定まる値)

$q_1 = 560$ [MJ/m²] (事務室を想定しているため)

$\alpha_f = 0.099$

$\alpha_m = 0.056$ (難燃材料を想定しているため)

$A_{room} = 500$ [m²], $H_{low} = 2.7$ [m], $H_{room} = 2.7$ [m]

$$V_s$$
 [m³/min] = $9\{(0.099 + 0.056)500\}^{1/3} \cdot (2.7^{5/3} + (2.7 - 2.7 + 1.8)^{5/3})$ = 303.037 [m³/min]

この結果、建基法の数値と約3倍の差があるが、 C_e の値が大きめであること、空気密度を考慮することで、オーダー的に

はそろっていると考えられる。

次に表1と表2の発熱量 q_f (kW/m²)の事務室の数値を比較してみても約10倍近くの差がありISO案における火災の想定発熱量がかなり大きい。

表2—積載可燃物の単位床面積当たりの発熱量 q_l (MJ/m²)

室の種類	収納可燃物の発熱量密度 q_l (MJ/m ²)	火災荷重密度 q_f (kW/m ²)	
事務室その他これに類するもの	560	35	
会議室その他これに類するもの	160	10	
百貨店の売場又は物品販売業を営む店舗その他これらに類するもの	家具又は書籍の売場その他これらに類するもの	960	60
	その他の部分	480	30
劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場その他これらに類する用途に供する室	客席部分	400	25
	固定席の場合 その他の部分	480	30
舞台部分	240	15	
倉庫その他の物品の保管の用に供する室	2000	125	

表3—内装の火災成長率 α_m

当該居室の床から1.2m以上の部分の壁及び天井の室内に面する部分の仕上げの種類	α_m
不燃材料でした仕上げ	0.0035
令第129条第1項第二号に掲げる仕上げ(準不燃材料)	0.014
令第129条第1項第一号に掲げる仕上げ(難燃材料)	0.056
木材その他これに類する材料でした仕上げ	0.35

4. 想定される防煙区画の考え方

1) ISO案では、どのような防煙区画でも原則、最大面積は2000m²以下とすべきである。ただし、自然排煙設備が設置されていれば2000m²以下、機械排煙設備の場合は2600m²以下とすることができる。また、図3のように閉じられた同一空間内で2フロア以上吹き抜けた場所(例えば、吹抜空間を持つ多数のショッピングモールなど)に隣接する火災室(もしくは中二階)の防煙区画は、自然排煙を設置した場合では1000m²、機械排煙を設置した場合では1300m²とすることができる。また、煙を貯留することができる吹抜空間も同様の面積以内に区画する必要がある。そして、その防煙区画の範囲はあらゆる場所において60mの軸が内接する空間とすべきである。(ISO,6.6.2)

2) 日本の排煙設備は、床面積が500m²以下になるように「防煙垂壁」で区画する。不燃材料で造った(又はおおわれた)間仕切壁で区画されていれば、それでもよい。また、劇場、集会場などの客席及び工場等の大空間の室(天井高さが3m以上で、内装仕上げが準不燃材料でされているものに限る。)についてもしくはスプリンクラー設備や水噴霧消火設備、泡消火設備などを自動に作動するように設けた場合は、防煙区画の緩和規定が認められている。(平成12・5・31建告1436)

排煙口は、区画内のあらゆる部分から、水平距離30m以内に設ける。防煙壁及び排煙上有効な開口面積は、0.5m以上とすること。外気開放型の排煙口(通常のランマ窓型式と考えるとよい)とするときは、排煙上有効な開口面積を、その防煙区画床面積の1/50以上とすること。(1/50以下のときは、「無

窓居室」となる。)機械式排煙によるときは、排煙機の能力は、防煙区画床面積 S m²×1 m³/min以上(最低120 m³/min)とすること。2以上の防煙区画に兼用する排煙機の場合は、最大の防煙区画床面積 S_{max} m²×2 m³/min以上(最低120 m³/min)とする。(建基法 令126-3条)

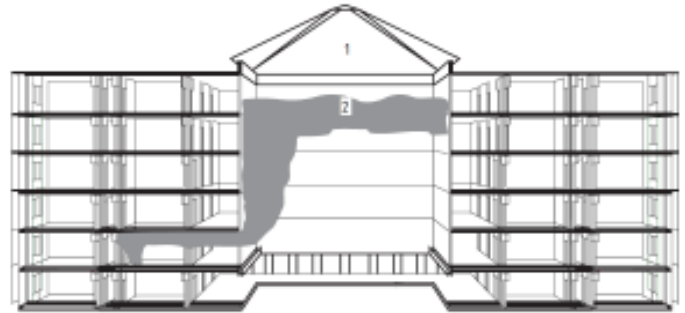


図3—初期の(もしくは早期の)煙層化

5. まとめ

ISO案では、目的や設計理念が統一的に考えられており、避難・救助(人とペット)・資産保護の3つを別々に考慮していることがわかる。それに比べて建築基準法では、構造耐力、防火避難、衛生上の安全性を求めており、生命と財産を保護するための最低基準としている。救助については消防法によって定められているが人命の救助のみを目的としており、ペットまで救助に含めているISO案とは動物に対する位置づけが違っているものといえよう。

また、ISO案では、表1に示すようにスプリンクラーの設置と不設置で発熱量を変えているのに対して、日本の法規は、用途を細かく分けておりスプリンクラーや泡消火などの併用によって緩和処置を行っているが、建築基準法では、スプリンクラーの設置基準はなく、消防法の範囲となっている。このため、消防法と建築基準法、その他さまざまな政令、条例を参照せねばならず全体を把握するのが難しい。ISOの排煙設備の基準には、スプリンクラーの記述が多岐に渡りされており、スプリンクラーを主とした考え方がISO案では基準になっているのがわかる。

ISO案と日本の法規の考え方の違いは、ISO案では、基本的な理念、この設備を設ける目的を明確にしていることにある。日本の法規は、用途ごとに細かく規定はあるが、基本的な目的が明確にされていない。そのため、各設備の設置基準はあるが、防災設備として統括管理しきれていないのが現状ではないかと感じた。つまり、設計者の考えを優先してはばを持たせているのがISO案であり、一部を除いて法律でスペックまで指定しているのが日本の法規ではないかと考える。

文献

- 1) 編集：国土交通省住宅局建築指導課建築法令実務研究会 建築関係用語・手続辞典 発行者：新日本法規出版 平成11年8月5日発行
- 2) 編集：国土交通省住宅局建築指導課、図解建築法規 発行者：新日本法規出版株式会社、2008年発行
- 3) 編集：国土交通省住宅局建築指導課、国土交通省建築研究所、日本建築主事会議、財団法人日本建築センター 2001年版 避難安全検証法の解説及び計算例とその解説 発行者：井上書院、平成13年3月発行
- 4) 著者：原田和典、建築火災のメカニズムと火災安全設計 発行者：財団法人日本建築センター、平成19年12月25日発行
- 5) ISO/TC 21/SC 11 Smoke and heat control systems and components Final Draft prCEN/TR 12101-5(E) Secretariat: DIN2008-04-01