

## 9. 全館避難の安全検証に関する検討

一般的には建物の空間構成は様々であるから、一棟の建物の或る空間で火災が発生したとしても必ずしも全ての在館者に火災危険が及ぶ訳ではない。しかし、典型的な高層建築物では重層する全ての階が数本の階段などの堅シャフトで繋がっているのも、もしこれらの階段に火災の煙や熱が侵入すれば多数の在館者が避難不能な状況に陥ってしまう。

従って、避難安全設計において避難階段を火災の煙や熱の侵入から保護する設計は極めて重要度が高いが、現状では比較的簡単な問題と考えられているようで、それ程深く研究されてはいない。しかし、高層建物の全館避難は、数時間にも亘る可能性のある避難であり、精々数分以内の居室避難や階避難では考える必要が無かったことも問題となる可能性がある。

全館避難に対する避難計画は真剣に考えて行くと関連する要素が多すぎて未だ旨く問題が整理出来ないが、ここでは、避難階段の安全を検証するための設計火災条件を定める際に課題となる可能性のある要素について避難リスクの観点から考察しておく。

全館避難の経路は端的に言えば避難階段であり、全館避難計画は避難階段を煙や熱の侵入から保護することに他ならないが、そのためには種々の防火設備の性能、必要な性能や信頼性のレベルを明確にしなければならない。

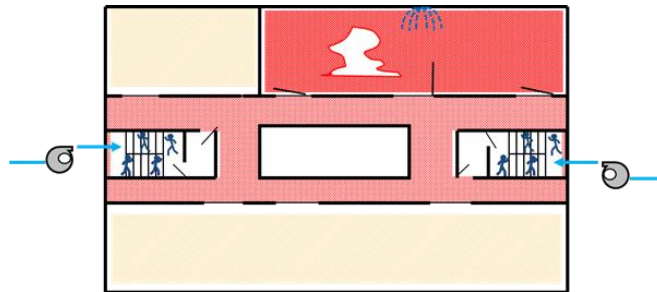


図 9.1 全館避難に関係する防火設備のイメージ

### 9.1. 全館避難設計の許容避難リスク

全館避難の場合も階避難の場合と同様に許容避難リスクは次式のように書ける。

$$R_a^D(K) \equiv p_{cas}(K)C_0(K) = 0.14 \left\{ \frac{p_{hf}(H)}{p_{hf}(K)} \right\} \left\{ \frac{A_f(H)}{A_f(K)} \right\}^{1/2} C_0(H) \quad (5.9 \text{ 再掲})$$

ここに  $A_f(K)$  : 出火空間の面積

$C_0(K)$  : 避難対象となる在館者数

もし階を1つの火災室と見なすのであれば  $A_f(K)$  は居室の合計面積にとれば良いが、一般には階には面積や用途の異なる複数の居室があり、出火率や開口条件などの諸条件が複雑になる可能性があるため、原則的にはそれぞれの室での出火を想定した安全検証が必要であろう。

なお、 $A_f(K)$  は出火空間の面積であるが、 $C_0(K)$  はその出火により潜在的に建物外への避難を余儀なくされる在館者の数、すなわち建物の総在館者数である。全館避難では、この  $C_0(K)$  が大きいため、火災が発生した場合の死傷確率を非常に小さくする必要がある。

上記の許容避難リスクに対応する許容死傷確率  $p_{cas}^a(K)$  は次式で与えられる。

$$p_{cas}^a(K) = 0.14 \left\{ \frac{p_{hf}(H)}{p_{hf}(K)} \right\} \left\{ \frac{A_f(H)}{A_f(K)} \right\}^{1/2} \frac{C_0(H)}{C_0(K)} \quad (5.11 \text{ 再掲})$$

## 9.2. 避難階段の安全に関わるシナリオ

### (1) 階段室の安全性に影響する廊下の火災性状

火災は殆ど全てが居室あるいはその他の諸室で発生し、それが拡大することで全館避難経路である避難階段に危険を及ぼす。高層の建物では付室を備えた特別避難階段になっているが、低・中層の建物の場合には、避難階段が付室を介さず直接居室に面している場合や、共用廊下を介して面している場合が多い。このような差がある理由は明示的に説明されていないが、暗黙裡に建物規模による避難リスクの差が考慮されているのであろう（注 9.1）。

階段室の避難環境が問題となるのは火災室から廊下に出た煙や火熱に階段室が曝される場合である。そのような状況がどのような確率で起こるかは、既に階避難で検討したように、基本的には防火設備システムの作動信頼性と性能に依存するが、全館避難は建物規模によって数10分から数時間にも亘る避難なので、防火設備には防火戸や防火区画含めて検討する必要がある。

階段室の避難環境は出火空間の火災を源として一連の連続関係にあるが、‘出火室→廊下’および‘廊下→階段室’の2段階に分けて整理する方が考え易いであろう。

階避難は避難者が廊下に居る数分程度の時期であるが、SP制御火源のシナリオのような火災性状が著しく厳しいという状況でなくても避難に支障が出るシナリオは生じ得る。しかし避難者が既に階段の中に居る全館避難の段階では、SP制御火源によって廊下に煙が流出するシナリオの場合でも、煙の温度は低いので、階段の中に居る避難者にとって大きな脅威になる可能性は大抵の場合無視出来るとして良いのではなかろうか。

図 9.2 は上記を考慮して階段内の避難者に脅威を及ぼす火災シナリオを整理したもので、図中の  $p'_1$ ,  $p'_2$ ,  $p'_3$  はそれぞれ、SPの火災制御、扉閉鎖、扉の延焼防止が成功する確率を示す。

出火室の火災が廊下に及んで、避難階段内の避難者に危険を及ぼすシナリオと確率は、SPによる火災制御が失敗し、火災が室火災にまで成長した場合で、かつ

シナリオ 3：出火室の扉は閉鎖→延焼防止失敗： $P_3 = (1 - p'_1)p'_2(1 - p'_3)$

シナリオ 4：出火室の扉が開放： $P_4 = (1 - p'_1)(1 - p'_2)$

の場合となる（注 9.2）。

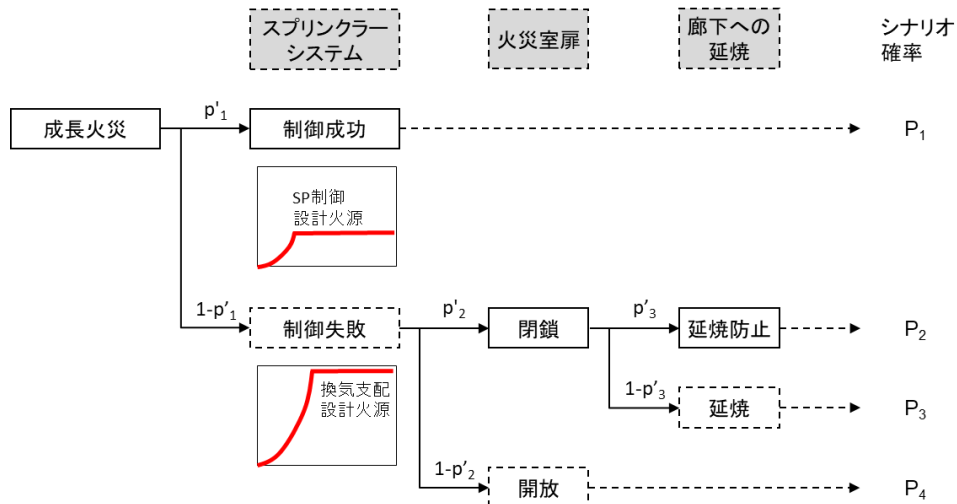


図 9.2 階段内の避難者に脅威を及ぼす火災シナリオ

### (2) 廊下の火災に対する階段室の避難安全に関わるシナリオ

廊下における火災に対して階段室保護する防火設備としては一般に付室扉、階段扉、煙制御システムがあるものとして、それらの作動/不作用によって生ずるシナリオを作成したものが図 9.2 である。これらのシナリオの生起確率、 $P_1 \sim P_8$ 、は、各防火設備の作動確率の値  $p_1 \sim p_3$  が与えられれば計算できる。

最近の高層建築では階段や付室の扉は常時閉鎖のものが多くなっているため閉鎖確率は一般部分の扉よりかなり高くなっていると思われるが、階避難や居室避難に比較して時間的には余裕があるので手動閉鎖も加えて作動確率を更に向上させることも可能であろう。但し、閉鎖してもある程度の隙間はあると思われるし、煙だけでなく熱の侵入も防ぐ必要がある（注 9.3）。

このシナリオに基づく安全検証の手続きは 8.2 節の階避難と類似である。但し、前段には 9.1 節に示した‘火災室→廊下’の段階があるので、これを合わせた一連のシナリオの生起確率は、9.1 節のシナリオ 3 と 4 の確率

$$P_3 = (1 - p'_1)p'_2(1 - p'_3) \quad \text{または} \quad P_4 = (1 - p'_1)(1 - p'_2)$$

に図 9.3 の確率  $P_1 \sim P_8$  を乗じることになる。

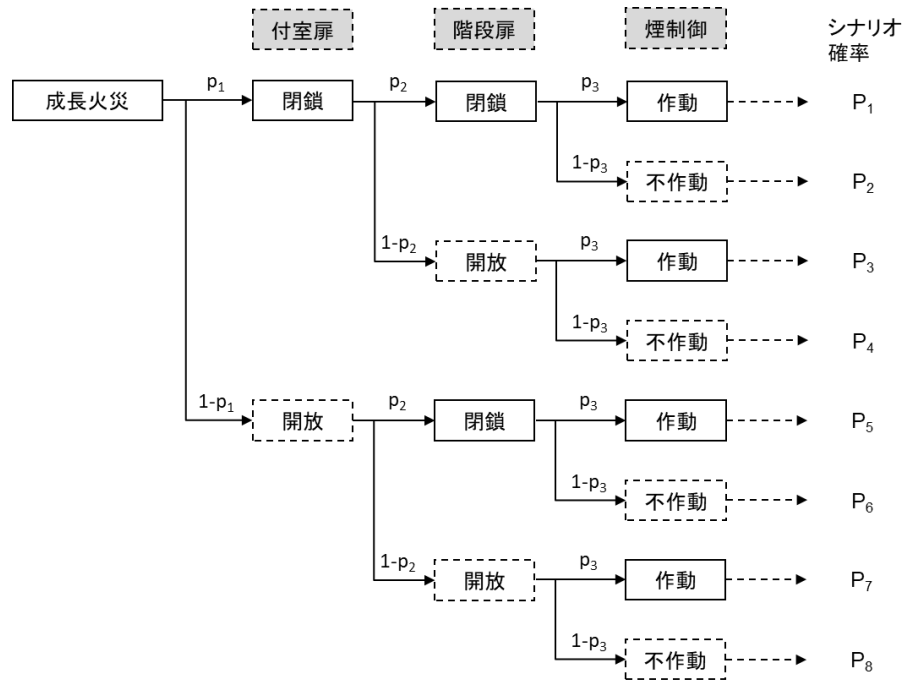


図 9.3 廊下の火災に対する階段室内の避難環境に関するシナリオ

（注 9.1）低・中層の建物の階段が付室を要求されないことと高層建物が付室を要求されることの妥当性が、許容避難リスク（許容避難確率）の観点から説明されることが望ましい。

（注 9.2）シナリオ 3 の場合に関連して、ここでは複雑化を避けるために扉の燃え抜けなど延焼防止性能だけしか触れなかったが、火災室－廊下間の区画壁の耐火性能によっては、扉のみならず区画壁の燃え抜け（あるいは遮炎性の喪失）の可能性についても考慮する必要が生じる。耐火試験において裏面温度で評価される耐火時間が同じでも、コンクリート系の壁が燃え抜けることは無いが、石膏ボードの壁の燃え抜け時間は耐火時間と殆ど変わらない。また、扉開放のシナリオ 4 においても、区画壁の燃え抜けが加われば廊下の火災性状が更に激しくなる恐れがある。

区画壁が必要な延焼防止性能を有するか否かの検証のための設計火災としては換気支配火災モデルを使うことにしても、継続時間は収納火災荷重によって変わる。避難安全設計の中で実務的に使える検証方法としては、なんらか簡易な手法を工夫する必要がある。

（注 9.3）多数の避難者が階段内に密集するとすれば、火災による熱の侵入とともに、人体の発熱による温度や湿度に対する人体の耐限値についての考察が必要となるかも知れない。