

火災リスクを考慮した新しい火災安全設計法の開発

防火研究グループ 上席研究員 萩原 一郎

I はじめに

火災現象の科学的な解明が進み、仕様書的な法令に従うだけでなく、部分的には工学的な根拠に基づく火災安全設計が可能となり、2000年の建築基準法改正では防火に関する性能基準が導入された。しかし、防火区画や消火活動の支援などの性能は示されず、仕様規定のままであるため、防火区画の面積制限の緩和や、スプリンクラー設備の適切な評価を求め声は少なくない。

本研究の最終的な目的は、建築物の目標とする火災安全性を、設計時点だけでなく、建築物の使用状況、維持管理の状態まで含めて、可能な限り定量的かつ総合的に確保する工学的な設計体系を構築することである。火災リスクを適切に評価し、設計する手法を用意することにより、火災安全に関する関係法令等の改正案を提示する。そのための第一段階として、火災によるリスク評価のフレームワークを構築し、必要性の高い工学的な設計手法、試験方法等の開発を進めている。今回は、今までの研究成果の中間報告を行うものである。

II 研究計画の概要

本研究課題では、以下に示す3つのサブテーマについて検討を行っている。

サブテーマ1) 火災リスク評価フレームワークの構築

実火災の事例や火災統計などの分析を踏まえ、建築物の火災リスク（発生する火災の頻度と火災による被害の大きさの積の総和等）を評価するフレームワークを作成し、火災シナリオとするイベント・ツリーや防火対策の作動確率などの取り扱いなど、標準的な手続きを整理する。

サブテーマ2) 構造耐火のための防火区画設計法の開発

防火区画の構成要素の耐火性能、スプリンクラー設備の作動や開口部の閉鎖などの信頼性などを考慮し、区画を越えた延焼の危険性、倒壊の危険性などを定量的に評価する。防火区画面積の制約をなくし、現状と同等の延焼防止、倒壊防止などの要求性能を実現する防火区画の設計手法を提案する。

サブテーマ3) 避難安全のための煙性状予測及び防火材料

の性能評価法の開発

想定される火災条件下における防火材料の燃焼性状、発煙性状等を工学的に予測するための評価手法、試験方法の開発を行う。特に、煙やガスに晒される避難者への影響を考慮するために、燃焼生成ガスの有害性については、動物実験に代わる評価手法を開発する。

III 避難安全設計における火災リスクのとらえ方

現在の火災安全設計では、ある火災シナリオを想定し、その想定される火災条件の下で火災による影響を予測し、許容条件を満たしていること、特に避難安全に関しては死者が発生しないことを検証することが一般的に行なわれている。しかし、スプリンクラー設備や排煙設備のような防火対策は、作動または不作為が結果に大きな影響を与えるにも関わらず、この検証における位置付けが明確ではない。ここでは、様々な防火対策の作動・不作為の状況に対応した複数の火災シナリオを取り扱うため、火災リスクの概念を導入した検証方法を検討している。

まず、図1に示すように、ある室での出火を考える。火災の厳しさを火災成長率として与えると、小さな火災の発生頻度は高いが、このような火災では避難できなくなることはない。ある大きさ以上の火災では避難できなくなる人が生じるが、そのような火災の発生頻度は小さい。このような避難不能者数と火災成長率の生起確率との積を避難リスクとして考

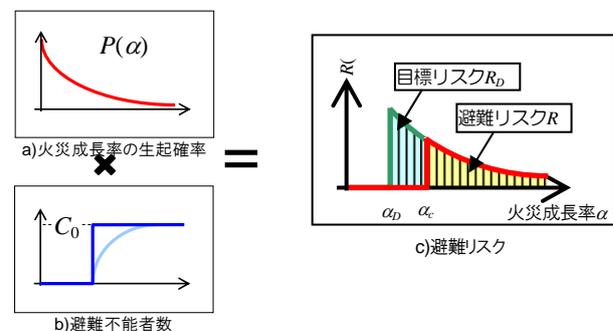


図1 避難リスクに基づく設計火源の設定方法

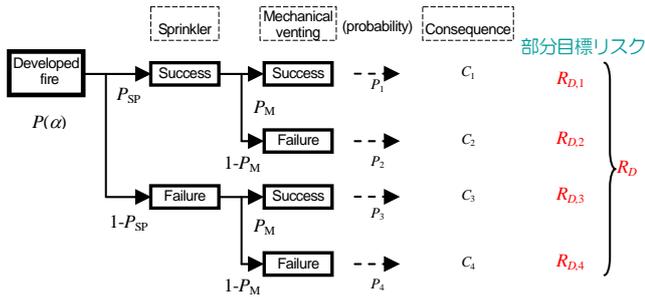


図2 火災シナリオの統合と部分目標リスク

え、目標リスクより小さくなるように設計すれば良い。

複数の火災シナリオを考える場合には、それぞれに部分目標リスクを設定し、その合計が目標リスクを下回るようにする。どの火災シナリオに部分目標リスクを大きく設定するのかは、基本的に設計者の自由であり、腕の発揮できるところである。また、いくつかの火災シナリオを統合し、まとめたシナリオに対する部分目標リスクを設定することもできる。

例えば、スプリンクラー設備が成功した場合には全員が安全に避難できることとし、失敗した場合は一定の避難不能者数以下にするような設計が可能となる。

IV 防火区画の性能設計ケーススタディ

防火区画（面積区画）の性能を考えるために、防火区画の分割方法の違いにより火災安全にどのような違いがあるのか、ケーススタディを実施した。図3に示す事務用途の階を対象として、現行法令による面積区画の上限を超えた防火区画とした場合に、避難安全、消防活動、構造耐火の観点から必要な性能が確保することができるかどうか、ということ課題の1つにしている。

避難安全については、避難安全検証法の避難時間と煙降下時間の比から求めた余裕度を安全性の指標として検討した。その結果は図4に示すように、防火区画の分割数を1から4まで変化させた場合、区画面積が大きい方が余裕度は小さくなる。スプリンクラー設備が無い場合、防火シャッターの作動信頼性が余裕度に大きな影響を与える。

消防活動については、消防隊員の安全確保を原則として、延焼拡大防止の活動を確保するための必要条件を検討した。例えば、防火シャッターは延焼の警戒を行なうため、利用できる消防ホースの数などにより、面積制限が必要となる。また、1ヶ所の活動拠点から消防ホースの放水可能な範囲が

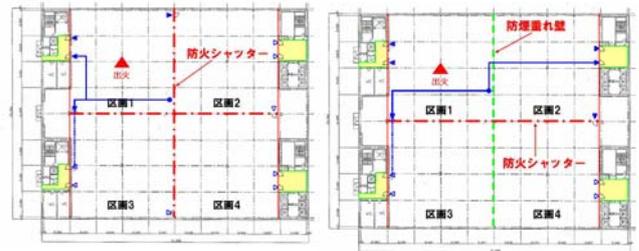


図3 防火区画の分割方法の違い

プラン No.	SP設備	区画数	防火シャッター	余裕度 t^*			
				区画1	区画2	区画3	区画4
1	なし	4	(壁)	1.2	6.8	6.8	-
2		4	あり	1.5	0.9	0.9	0.9
3		2	あり	1.4	0.7	0.9	0.6
4		1	なし	1.8	1.1	1.1	0.4
1	あり	4	(壁)	2.3	-	-	-
2		4	あり	4.5	2.4	2.4	3.4
3		2	あり	5.4	2.0	2.4	1.9
4		1	なし	-	3.6	3.6	1.5

余裕度が1.0以上（安全）
 余裕度1.0未満（危険）
 - 煙降下時間が計算時間（1200s）を超える

図4 防火区画の方法と避難時間の余裕度

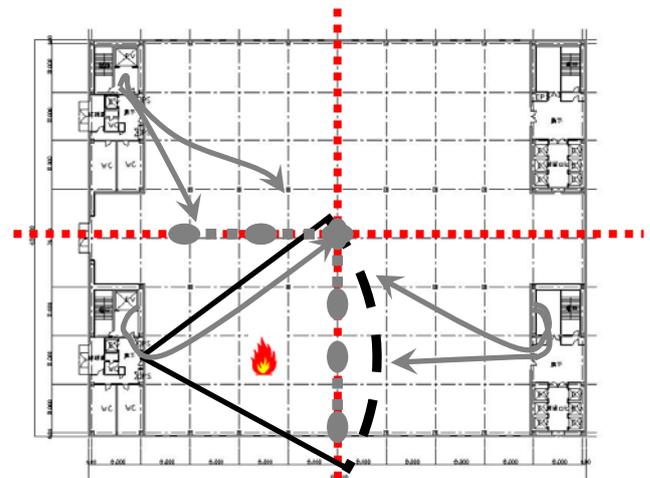


図5 消防活動のために必要な防火区画

1つの防火区画を包含できることも必要である。

構造耐火の検討からは、倒壊防止するためだけであれば、防火区画の面積制限は必要ではないことが示された。しかし、防火区画を保持するためには、構造部材の耐火性能を確保するべきである。

今後、異なる用途建物を対象としたケーススタディの検討を追加し、その結果をもとに防火区画設計法としてまとめる予定である。