

3) 防火研究グループ

3) - 1 火災リスク評価に基づく性能的火災安全設計法の開発【個別重点】

Development of performance-based fire safety design methods using fire risk assessment

(研究期間 平成 18~20 年度)

防火研究グループ	萩原一郎	増田秀昭	吉田正志
Dept. of Fire Engineering	Ichiro Hagiwara	Hideaki Masuda	Masashi Yoshida
	仁井大策	林 吉彦	茂木 武
	Daisaku Nii	Yoshihiko Hayashi	Takeshi Motegi
	吉岡英樹		
	Hideki Yoshioka		

Performance-based provisions of fire safety were introduced in the Building Standard Law of Japan in 2000. However, some aspects, such as size of fire compartment and support for fire fighting, are still regulated by conventional prescriptive method. In order to propose fire safety design methods which properly assesses fire risk, the framework of fire risk assessment, design methods of fire compartment, and fire doors with high-thermal insulation property are developed by this research project. And evaluation method of gas toxicity is proposed by using new apparatus for gas toxicity tests of building materials.

【研究目的及び経過】

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る声は少なくない。

本研究の目的は、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、必要な設計手法、試験方法等を開発することを目的とする。

【研究内容】

(1)火災リスク評価フレームワークの構築

建築物の火災リスク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、標準的な手続きを検討する。そのために研究者、実務者などから構成される委員会を設けて検討を行った。関連する世界各国の取り組みや火災リスク評価の適用事例を紹介する国際シンポジウム(2006)¹⁾を開催し、また研究成果の中間報告を行うシンポジウム(2007)を開催して、火災安全設計の目的に対応した火災リスクの評価の考え方、火災外力の与え方を整理した。

(2)防火区画設計法の開発

防火区画面積の制約をなくし、現状と同等の避難安全、消防活動の支援、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。そのためケーススタディを通じて検討を進め、結果の一部は上記のシンポジウムにおいて発表し、参加者を交えた議論を踏まえたとりまとめを進めた。

また、防火区画の延焼防止の弱点となる開口部に関しては、遮熱性能の高い防火設備の開発を行う。一般的な鋼製防火戸については、断熱材を組み込んだ試験体を制作して加熱実験により性能確認を行った。水幕を併用した鋼製シャッターについても加熱実験を行い、十分な遮熱性能の向上を確認した。

(3)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。そのために、火災による死者の発生原因を調査し、火災時における材料の燃焼環境をモデル化し、発熱による人体の呼吸器系への影響を実験により検討した。

また、火災時の燃焼環境におけるガスの評価試験装置を設計し、製作した。これを用いて、関連する既存の試験方法とのガス分析データの比較を行った。このような結果を踏まえて総合的な防火材料のガス有害性の評価手法を作成した。

【研究結果】

(1)火災リスク評価フレームワークの構築

火災安全の機能要件毎に考慮すべき火災リスクの例を示し、避難リスクや延焼リスクなどの火災リスク評価を組み込んだ性能設計の方法を整理した。原則としては、全ての大きさの火源における火災リスクを合計したものが目標水準以下となれば良い。しかし、より単純化するために、火災リスクの目標水準から設定される設計火源では損失が発生しないことを確かめるのが適当である。

また、延焼防止を取り上げ、防火区画をこえた延焼拡大のケーススタディを実施し、図 1 のように焼損面積に注目した火災リスク評価の考え方を示した。

(2)防火区画設計法の開発

避難安全のための区画設計、消防活動支援のための区画設計、区画を保持するための耐火設計として報告書をまとめた。例えば、防火区画による避難リスクの評価手法、防火区画の内外で行う消防活動を効率的に行うための条件が整理された。

また、防火区画の構成部材に必要な延焼防止性能を整理し、防火設備に要求すべき性能を明らかにした。遮熱性能の高い鋼製防火戸（1m 離れた位置で放射熱が 10kW/m²以下）、水幕を併用した鋼製シャッター（裏面温度が平均 140℃以下、最高 180℃以下）を開発した。

(3)防火材料のガス毒性評価法の開発

想定される火災条件下における防火材料の燃焼生成ガスの有害性を評価するために、燃焼生成ガス評価試験装置を ISO 規格に基づき作成し、分析装置を整備した。この装置を用いて代表的な防火材料について試験を実施した。特に、燃焼ガスの毒性を評価する上で、測定が容易でない塩素系ガスの測定を行うために、ポリマーに塩素系難燃剤を用いて塩素濃度を定量的に測定し、これらの結果をもとに、ガス毒性評価法を提案した。この結果とコーンカロリー計試験装置で測定した発熱速度をもとにしたリスクの考え方を示した。（図 3）そして、避難上の支障となる煙濃度の測定に関しても、本装置が有効であることを確認した。

また、煙の成層化限界について、成層化が維持できない要因となるパラメータを特定し、浮力と乱れの関係を整理した。

【参考文献】

1) Proceedings of International Workshop on Fire Risk Assessment and Risk-based Fire Safety Design Method, BRI Proceedings No.14, 2008

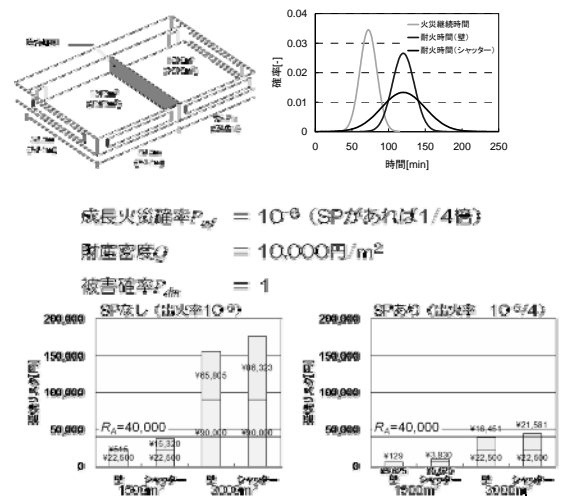


図1 防火区画をこえた延焼拡大リスクのケーススタディ

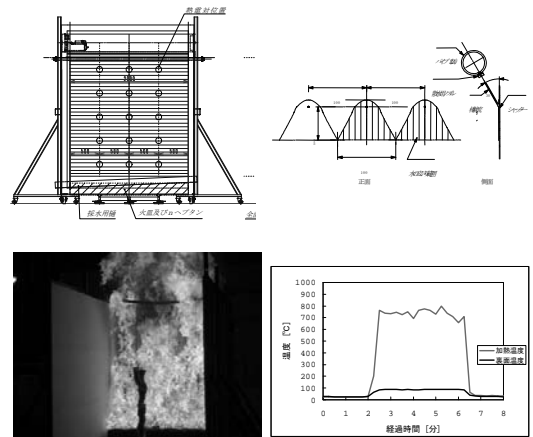


図 2 水幕を併用した防火シャッターの遮熱性能実験

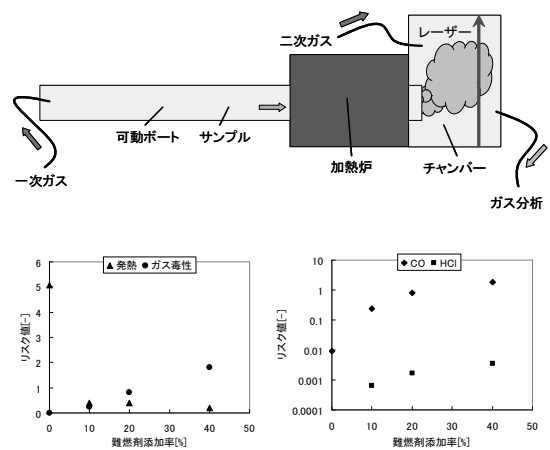


図 3 燃焼生成ガス評価試験装置と評価結果