

「火災リスク評価に基づく性能的火災安全設計法の開発」

(平成 18 年度～平成 20 年度) 評価書 (事後)

平成 21 年 7 月 1 日 (水)

建築研究所研究評価委員会

委員長 松尾 陽

1. 研究課題の概要

(1) 背景及び目的・必要性

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。

また、WTC テロにおける航空機の衝突による火災や近年増加している放火火災など、従来、想定してない火災に対して、どこまで安全性に配慮すべきかの議論が行われている。社会的に注目を集めた火災事例では、建築物を利用していた事業者が経済的に破綻するケースが多く、法令によらず、自ら火災による被害を軽減するために独自の対策をしたいという意識はあるものの、火災リスクを評価する手法が整理されていないため、効果的な対策が進んでいない。

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、本研究課題では、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、試験方法等を開発することを目的とする。

(2) 研究開発の概要

火災によるリスク評価のフレームワークを構築し、性能基準が整備されていない防火区画の設計法や、燃焼生成ガスの有害性の評価法等について整備を進める。以下の 3 つのサブテーマについて検討する。

- ①火災リスク評価フレームワークの構築
- ②構造耐火のための防火区画設計法の開発
- 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

(3) 達成すべき目標

防火設計の技術者が性能設計に利用する、又は性能評価機関が性能評価を行う場合に利用するものとして、以下の成果が期待される。

- ①火災リスク評価フレームワーク
- ②防火区画設計法
- ③防火材料のガス有害性の性能評価法・試験法

(4) 達成状況

①火災リスク評価フレームワーク、及び②-1) 防火区画設計法

- ・より合理的な火災安全設計を実現する方法として、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明らかにした。
- ・現行の建築基準法では防火区画面積の上限が定められているが、上限を超えた場合でも同等の安全

性を確保できる方法として、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の考え方をまとめた。具体的には、避難計画に対応した防火区画の要求性能、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、構造耐火設計における防火区画の要求性能、区画部材に必要な延焼防止性能、焼損リスクの評価手法を作成した。

- ・「火災リスク評価とリスクを利用した火災安全設計に関する国際ワークショップ」(2006年11月3日(金)、ぱるるプラザ京都)を開催し、発表された論文はBRI Proceedingsとして発行した。
- ・研究成果の中間発表として、シンポジウム「火災リスクを考慮した火災安全設計法の開発に向けて」(2007年11月28日、東京理科大学森戸記念館)を開催した。火災リスクを考慮した火災安全設計の考え方や、構造耐火、避難計画、消防活動の観点から、防火区画に必要とされる性能を整理し、物販店舗や事務所ビルを対象にしたケーススタディの結果を発表した。
- ・これらの成果は、第9回国際火災安全科学シンポジウムに”Fire Spreading Risk for Fire Compartment Design”、火災学会、建築学会などに「建物内の延焼リスクに関する一考察」、「リスク評価に基づく火災安全設計の考え方」を発表した。また、詳しい検討結果として「防火区画設計法の開発に関する検討報告書」を作成した。
- ・成果が学会などに公表され、ケーススタディを通じて実用的な方法が示されていることから、当初の目標はほぼ達成されたと考えられる。
- ・今後、建築基準法の防火規定の性能規定化をさらに推し進め、防火区画の面積制限の見直しなどに利用されることが期待される。

②-2) 遮熱性の高い防火設備

- ・防火区画によく使用されている鋼製防火戸や鋼製シャッターは、火炎を遮ることはできても、火災の熱を伝えてしまうため延焼の危険がある。防火区画をこえた延焼を防止するために、遮熱性能の高い鋼製防火戸(加熱試験において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(火災実験において裏面温度が平均140℃以下、最高180℃以下)を開発した。
- ・一般的に用いられる鋼製防火戸について、1時間以上の遮熱性を有する仕様を検討し、加熱試験による確認を行った。また、水幕を併用した鋼製シャッターについても、火災実験により延焼を防止する性能を確認した。
- ・これらの実験結果は建築学会に「防火区画に設置される遮炎・遮熱性を有する開口部材の開発」など発表した。また、詳しい実験結果については「防火区画設計法の開発に関する検討報告書」に収録している。
- ・今後、高い延焼防止性能が要求される部分には、ここで開発された防火設備が利用されることが期待される。

③-1) 燃焼生成ガス評価試験装置

- ・関連するISOの規格に対応した燃焼生成ガス評価試験装置と、発生するガスの測定機器としてフーリエ変換赤外分光光度計(FTIR)を整備した。

③-2) 防火材料のガス有害性の性能評価法・試験法

- ・燃焼生成ガス評価試験装置を用い、難燃剤の量を制御した材料について試験した結果から、燃焼時に発生するガス成分と発熱速度との関係を明らかにし、防火材料のガス毒性評価法を提案した。
- ・燃焼生成ガス評価試験装置を用い、難燃剤の量を制御した材料について試験し、発生した様々なガス(一酸化炭素、二酸化炭素、塩化水素等)をFTIRにより測定したデータを、発熱速度との関係に注目して整理した。この結果は、火災学会や建築学会に「ガス有害性試験における燃焼生成ガス

の毒性評価についての検討」、「高分子材料用難燃剤の火災時のリスク評価」などを発表した。

- ・ 発生するガス成分と発熱速度との関係に注目し、防火材料のガス有害性の評価方法として、試験条件や手順、試験法の規格案等をまとめ、「防火材料のガス有害性の性能評価法に関する検討報告書」を作成した。
- ・ 防火材料のガス有害性の性能評価の方法が作成され、性能評価の根拠となる試験データなどが学会などに公表されていることから、当初の目標はほぼ達成されたと考えられる。
- ・ 将来、動物を利用した現行のガス有害性試験法に代わり、防火材料の性能評価試験法の1つとして利用されることが期待される。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見とその対応（担当分科会名：防火分科会）

(1) 所見

所見①

- ・ 防火法規の要求条件とは別に原理的な安全性の概念を確認する意味で、火災リスク評価のフレームワークを構築したことは意義がある。並行して実施された防火区画設計法、煙予測と防火材料評価の方法は実用的な提案として評価できる。
- ・ リスク評価の研究から防火区画や発生ガス検証まで裾野の広い研究が行われている。

所見②

- ・ 多くの大学等との連携が行なわれ、防火区画設計については消防関係者の協力を仰ぐなど、外部機関との連携は高く評価される。
- ・ 外部機関との連携は十分になされている。

所見③

- ・ 成果の発表は、国内国外で多数の実績があるが、最終成果をまとめた報告書の出版、査読付き論文の執筆などにより、研究成果のグレードアップに努めて欲しい。

所見④

- ・ リスク評価から更に具体的な防火計画法や個別技術へ研究が進められるのを期待する。
- ・ 火災リスク評価については、現段階ではフレームワークの範疇を越えるとは言えず、今後の研究によって、実用的な設計法に発展させて欲しい。
- ・ 防火区画設計法は消防活動から見た防火区画のあり方、水膜を併用した区画部材の性能など、実用的な提案になっているが、リスク評価の考え方が具現化された設計法となっていないことが残念である。
- ・ 研究成果は非常に有用であり、具体的に実行されることを望む。
- ・ 建物内の用途変更等も視野に入れ、さらに検討を加えられることを期待する。

所見⑤

- ・ 火災封じ込めを目的とした層間区画の確立（特に上階延焼は深刻な問題）をお願いする。
- ・ 消防活動のアクセス確保と避難とは相反する課題であり、今後この課題を適切にクリアにされていくことを望む。

所見⑥

- ・ 煙予測と防火材料評価の方法はマウスを用いたガス有害性試験に代わる提案として着目されるが、現行または将来の避難安全設計法の中での位置づけを明らかにすることが望まれる。
- ・ ガス毒性評価法は画期的なものであり、ISOへ是非提案して頂きたい。

(2) 対応内容

所見③に対する回答

- ・ 3年間の研究成果をまとめた報告書を作成するだけでなく、建築研究報告としての出版や建築学会の論文報告集への投稿を行い、研究内容の充実を進める。

所見④に対する回答

- ・今回の研究課題では、火災リスク評価を火災安全設計に取り入れる考え方を確立するところまで行ったが、引き続き「機能要求に対応したリスク評価に基づく建築物の火災安全検証法の開発」(平成 21-22 年度)に取り組み、実用的な検証法の開発を行いたい。

所見⑤に対する回答

- ・今回は問題が複雑になることを避けるため、層間区画が確保されていることを条件として、防火区画設計法を検討した。上階延焼を防止することは重要な課題であると認識しており、今後、取り組んでいきたい。

所見⑥に対する回答

- ・今回試験した防火材料に使用されている難燃剤の種類は限られているため、評価方法として確立するためには、より多様な防火材料を対象とした試験を行い、有効性を確かめる必要がある。ISO の作業グループへの提案も含め、本研究で提案したガス有害性の性能評価方法の検討を継続して参りたい。

3. 全体委員会における所見

大変大きなテーマであるが、サブテーマ毎に有意義な成果が出ており、目標を達成できたという分科会の評価を、全体委員会の評価とする。

なお、個々については、設計者教育の問題も含めて、今後取り組んでほしい課題もあるので、本研究をベースに次の研究を進められたい。

4. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。