

防火研究グループ

- 1 建築物の火災安全性能の設計・評価技術の高度化

Advanced design and evaluation method for fire safety performances of buildings

(研究期間 平成 17 年度)

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

By revising the Building Standards Law of Japan at 2000 fire safety performances of buildings are clarified and some verification methods are introduced. Fire safety of buildings should be achieved not only at design stage but also at occupied stage. It is very important to evaluate the maintenance status of fire safety measures installed. The purpose of this study is to develop a framework for advanced fire safety design/evaluation of buildings. Codes and standards on fire risk evaluation in the world are surveyed. And the inquiry about the image of fire risk for fire safety engineer and researchers are done and discussed at the workshop.

【研究目的及び経過】

2000 年の建築基準法の性能規定化において、建築物に必要とされる火災安全の目的が整理され、要件を満たすための評価方法や計算手法が用意された。しかし、建築物の火災安全性は、設計時の性能だけでなく、実際の使用状態、防災設備などの維持管理状態に大きく左右され、維持管理の問題が原因となって多数の死傷者が発生した火災事例は少なくない。従来は設計時点における防火技術の性能評価が多く行われてきたが、建築物の使用時における性能評価、利用形態の変化に伴う性能の確認、経年変化による性能劣化などに関する知見は十分ではない。従って、維持管理の方法など使用状態における防災対策の信頼性などを適切に評価して、建築物の火災安全性を確保することが必要である。

また、火災安全設計に用いられる工学的な手法や許容値の設定に含まれた安全率の根拠は明らかでなく、防火対策の冗長性とあいまって、部分的には過剰な安全性を要求していると思われる場合もある。例えば、スプリンクラーなど実際に有効な防火対策でも、その効果を現状では適切に評価することができていない。

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手法の枠組みを構築することである。様々な防災対策を行い、または高度化することが、火災による被害をどの程度低減することに効果があるのかを、可能な限り定量的に記述することが重要である。

そのため、このフィジビリティ・スタディでは、使用状況を考慮した様々な信頼性や事象の生起確率などのデ

ータとその入手方法、被害規模の推定方法などの設計・評価技術に関する研究課題の整理を行なった。

【研究内容】

(1)火災リスク評価手法の調査

国内外のリスク評価に関する建築法規・規格等の現状について調査し、特に建築火災のリスク評価手法について適用事例を収集、分析を行なった。

(2)火災リスク評価に関する防火関係者の意識調査

防火技術者・研究者を対象に望ましい火災リスク評価に関するアンケート調査を実施した。また、火災リスク評価に関するワークショップを開催し、問題点と課題の整理を行なった。

【研究結果】

(1)火災リスク評価手法の調査

リスク評価に関する現有の基準・規格には、1995 年に最初にリスクマネジメント規格を定めたオーストラリアとニュージーランドにおける AS/NZS 4360:2004、カナダ、英国、日本にあり、ISO では Guide51、Guide73 があり、どちらも JIS 規格に取り込まれている。これらはいずれも建築のみならず、一般論が書かれており、汎用性のあるものとなっている。建築関連でのリスク評価の規準では、主に地震リスクに限定される。

リスクマネジメントはリスク特定、リスク評価、リスク対応手段の選択、リスク対応手段の実施という 4 つの要素から構成される。リスク評価がリスクマネジメントの中のどの範囲を扱うかは、それぞれの規準によって違いがある。オーストラリア・ニュージーランドのリスク評価の範囲はリスクの特定、リスクの見積もり、リスクの評価を対象としているが、Guide51 や作成中の ISO では

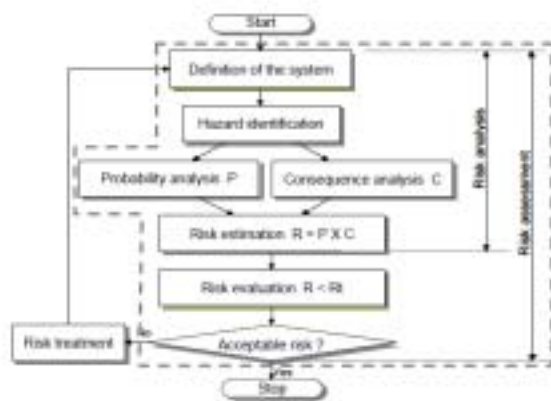


図1 ISOで検討中のリスク・マネジメント・フロー

リスクに至るシステム（どのようにして起こりうるか）を含み、さらに ISO では、リスク評価後に受け入れられる程度かどうかを検証する部分までが含まれている。

火災リスク評価手法とは、火災リスクを定量化するためのツールであり、3つのアプローチに大別される。

リスクインデックスによる評価：火災リスクに関連する要因・項目毎のグレードを得点化してその得点を集計し、相対的なリスクを指標化する手法。火災進展や避難行動の現象予測が不要のため、簡易に評価が行える。

決定論的手法による評価：想定する火災シナリオにおいて、工学的ツールを用いて火災性状や避難行動等を予測し、機能要件毎の目標水準を満足するかどうかを評価する手法。シナリオの設定は、予想される最悪のケースを安全側の条件設定を行うことが多い。

確率論的手法による評価：想定される複数の火災シナリオを設定し、個々のシナリオの発生確率を考慮した上で、火災による損失の規模とその発生頻度を評価する手法。損失の規模の推定にあたっては決定論的な工学的予測ツールなどを用いる。

火災シナリオとは、火災リスクの定量化において想定する火災室の位置や火源の燃焼性状、防火設備の作動の成否、在館者等の数、位置等の要因を整理したもので、決定論的および確率論的手法による火災リスク評価を行う際の入力条件となる。火災シナリオ構築のための方法論として、フォルトツリー解析やイベントツリー解析が利用される。

火災シナリオの構築に必要とされる主なデータとしては、出火率、可燃物の燃焼特性、可燃物密度、在館者の人員密度、在館者属性、防火設備の作動信頼性等があげられる。これらのデータを得るための方法には、過去の火災事例、統計データ（火災の発生頻度、焼損面積、防火設備の作動状況等）、実験室での実験データ

（着火後の発熱速度の時間変化、防火設備の火災抑制効果、在館者の歩行速度等）、建物使用時のフィールドデータ（可燃物密度、可燃物の配置、在館者密度、在館者属性、定期点検時の防火設備の作動成否等）がある。

(2)火災リスク評価に関する防火関係者の意識調査

1)アンケートの結果

火災リスクとは損害の大きさと発生確率の組み合わせ、積（期待値）と考えており、具体的・定量的な火災リスクの算出方法がイメージされている。

火災リスク評価を適用すべき場面としては2つある。

1つは設計に関わるものであり、建築計画の安全性評価、防火対策や新技術の代替性、同等性の評価である。2つめは、コミュニケーションツールとして、ユーザー等に安全性や危険性を説明する場合や建物の資産価値を評価する場合である。

火災リスク評価のメリットは、設計自由度が向上すること、合理的な対策を提供できることができるようになること、回答が最も多く、次いで安全性を定量的に把握できるという意見が多い。現状で用いられる防火対策の評価手法は不十分であると考えているためと思われる。

一方、デメリットとして、労力・資源の増加を挙げられた。複数の火災シナリオを対象に想定される被害を計算する経済的・時間的コストが設計上の制約条件になると考えられている。

2)ワークショップの概要

議論された主なテーマは以下の通りである。

- ・ 誰のための火災リスク評価か（現状ではニーズは低い、情報共有のツールとして有力）
- ・ リスク評価手法の枠組および実現するための課題（生起確率とハザードとの関係は地震より複雑、許容リスクと法律との関係、データの整備）
- ・ 安全指標としての許容リスクの決め方（空間の重要度による違い）
- ・ 耐火構造へのリスク評価の適用（耐火時間と倒壊・崩壊との違い）
- ・ Stakeholder の概念（関与すべき人、代弁者としての行政の役割）
- ・ 火災リスク評価の合理性（異なる機能的要件毎に評価の枠組みに違い、ロジックとしての統一性が必要）