

- 2 可燃物のランダム配置を考慮した室火災発熱性状の評価手法の開発 Evaluation method of heat release rate of a fire compartment considering random distribution of combustibles

(研究期間 平成 13 年度)

防火研究グループ

Dept. of Fire Engineering

河野 守

Mamoru Kohno

Synopsis - It is well recognized, at least qualitatively, that the distribution of combustibles as well as the total amount of them has significant effect on the heat release rate of a fire compartment. A method was proposed to evaluate the heat release rate of a fire compartment taking the randomness of combustibles into account. This method utilized the conventional fire models and random field concept. Results of Monte Carlo simulations for office rooms showed that the heat release rate was significantly affected by the randomness of combustibles. At earlier stage of fires, the larger the floor area the variation of the heat release rate got larger. At later stage of fires, the variation took large value for the smaller value of the fuel load.

【研究目的】

改正基準法の施行により、耐火性能検証法、避難安全検証法等により性能を検証する火災安全設計法が実務建築の場で採用されうる環境が、一応、整備された。しかしながら、今回の性能規定化では火災現象に伴うランダム性状に関しては、設計全体を俯瞰したばらつきの取り扱いについての研究が進んでいない現状で、やや妥協した法令・告示等の構成とならざるを得なかった。建築物の耐火性能や避難安全性をより詳細に評価可能な設計法の確立が求められており、それらに共通に必要な可燃物のランダム性を考慮した火災時室発熱性状を評価する手法を開発することを目的とした。

【研究内容】

室内の可燃物の不規則性として、その位置と各位置における可燃物重量の2つを採り入れた。可燃物位置に関しては室全体に均質・ランダムに配置するものとしてモデル化した。可燃物重量に関しては、建築用途ごとの可燃物量調査^{4), 5)}に基づいて、正規分布確率変数としてモデル化した。

個々の可燃物の燃焼、および未燃焼の可燃物への延焼に関しては、標準的な発熱速度式、および放射による熱伝達を考慮した既存の提案式を一部改良して適用した。また、室火災において重要なフラッシュオーバー(F.O.)に関しては、煙層温度の上限値(873 K)または内装の燃焼拡大により生起するという条件を設定した。³⁾

これらの可燃物配置モデル、および、燃焼モデルを統合することにより可燃物のランダム性を考慮した火災時室発熱性状が解析可能となり、多様な可燃物分布・室を想定した Monte Carlo シミュレーション解析結果をもとにして室火災発熱性状が評価可能となった。

【研究結果】

ここでは、事務系執務室を対象とした室発熱性状の解析結果を図-1~図-4に示す。各室条件に関しては100個の可燃物配置サンプル関数を生成し、1つのサンプル関数については全ての可燃物が個別に第一出火点となる解析を行った。^{1), 2)}

図-1~図-3は、室面積、可燃物総量、開口面積率をパラメタとした場合について、時間経過に伴う室発熱速度の変動係数の変化性状を示したものである。図-1より、室面積が大きいと燃焼初期の発熱速度の変動係数がより大きくなるのがわかる。しかしながら、燃焼が盛期になると、室面積の違いは変動係数にほとんど影響しない。これとは逆に、可燃物密度に関しては、燃焼初期の変動係数に及ぼす影響はあまりないが、燃焼が盛期になってからは、可燃物密度が小さいほど発熱速度の変動係数が大きくなる傾向を示すことが図-2よりわかる。図-3に示すように、開口面積率を5%~25%と変えてもほぼ同一の値をとっており、発熱速度の変動係数に開口面積率はほとんど影響しない。

図-4は可燃物密度の値として慣用設計値(非超過確率98%値)を用いた格子モデルの解析結果と、ランダムモデルによる解析結果を比較したものである。図より、ランダムモデルの(平均値+標準偏差)と比較すると、格子モデルの方が発熱速度の最大値が大きくており、概ね適切な安全側を考慮した値となっているのがわかる。一方で、火災初期の立ち上がり部分では、ランダムモデルの発熱速度は格子モデルの結果をかなり上回っている。このことは、非超過確率98%値を可燃物密度設計値とする格子モデルで設計を行うことは、火災初期には必ずしも合理的とは限らない場合があり得ることを示唆している。

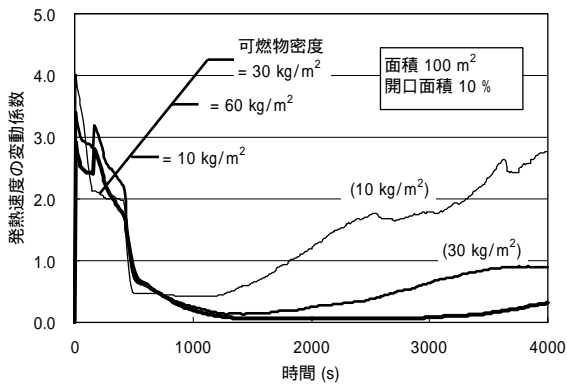


図 - 1 室面積が発熱速度の変動係数に与える影響

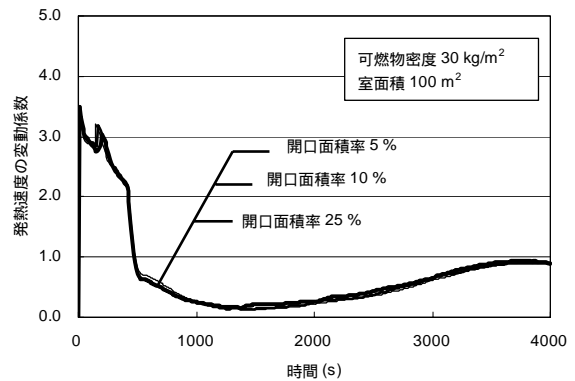


図 - 3 開口面積率が発熱速度の変動係数に与える影響

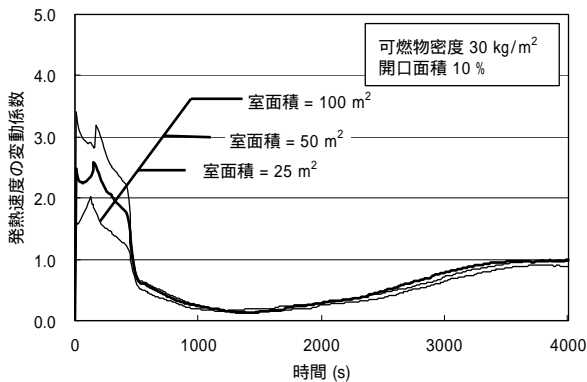


図 - 2 可燃物総量が発熱速度の変動係数に与える影響

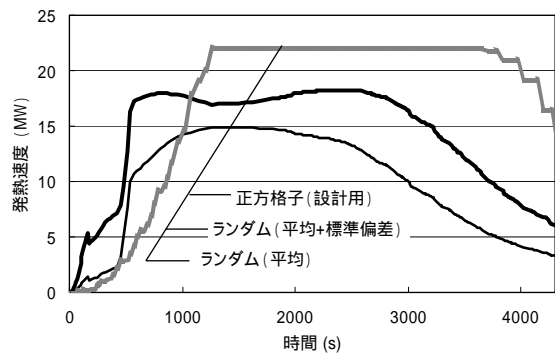


図 - 4 設計用格子モデルとランダムモデルの比較

[まとめ]

開発目標とした可燃物ランダム配置を考慮した室発熱性状の解析手法を完成し、それを用いて室発熱性状の評価を行った。現状では、建築空間に一般的な室に関して広く適用可能な評価手法を確立するまでには至っていない。今後、空間ならびに可燃物の形状、出火点の不規則性などを適切にモデル化するために、建築空間、収納可燃物が持つ特性の更なる調査を進め、これらの成果を組入れた発熱性状の解析を進めるとともに、物理実験による検証等を行い、標記評価手法の開発を進める必要がある。

[参考文献]

- 1) 松本 圭介、辻本 誠、河野 守：可燃物のランダム配置を考慮した火災時発熱解析、日本火災学会研究発表概要集、pp. 388-391、2001年5月
- 2) 河野 守ほか：火災時発熱性状に及ぼす可燃物配置不規則性の影響(その1)(その2)、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2、pp. 179-182、2001年9月
- 3) 高橋 済：建築の火災安全性能評価のための火源設定に

関する研究、名古屋大学博士論文、2000年

- 4) 油野 健志ほか：実態調査に基づく可燃物量とその表面積の分析、日本建築学会計画系論文集、第483号、pp. 1-8、1996年
- 5) 建設省総合技術開発プロジェクト「防・耐火性能評価技術の開発」、平成9年度報告書、No. 9-2 火災安全設計分科会、建設省建築研究所、(財)日本建築センター