

- 2 可燃物の実況配置に基づく火災室温度上昇予測

Estimation of Room Temperature at Fire Occasions Based on Realistic Distribution of Combustibles

(研究期間 平成 14～16 年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

萩原 一郎
Ichiro Hagiwara

Room temperature at fire occasions was investigated experimentally as well as analytically in this study. Four subjects are reported: First, fire experiments with wood crib models were conducted to investigate the spread of fire between the combustible materials. Second, a proto-type numerical simulation program was modified based on the experimental results. Third, fire experiments in a large model room that simulated realistic office room were conducted. Varying distribution pattern of combustible materials, the effect of combustible distribution on heat release were analyzed. Fourth, a PC-based semi-automatic survey method of combustibles was developed and its precision and effectiveness were shown by several trials.

〔研究目的及び経過〕

火災安全工学においては避難安全性能と構造耐火性能の両者の評価が検討の対象となる。このいずれに対しても、火災発生後、室内（火災区画内）の温度が時間的・空間的にどのような性状で上昇するのかが重要な要因である。室温度上昇は、種々の要因に支配されるが、中でも可燃物の燃焼によって生じる熱の発生状況に強く依存する。

火災出火後の可燃物発熱量の時間変化は、可燃物総量とともに個々の可燃物の配置パターンによって変動することは明らかであるが、実況に類似のランダムな配置パターンと発熱量との関係についてはこれまで知見が蓄積されていない。

そこで、本研究では標準的な室を模擬した火災実験模型室による火災実験を行い、配置パターンと発熱量の時刻歴との関係を実験的に明らかにする。さらに、コンピュータシミュレーションを援用して、より一般的な室に関する発熱性状を解析することにより、可燃物の不規則性が火災室温度上昇に及ぼす影響を系統的に調べることを目的とする。

〔研究内容〕

研究内容は、木材クリブを用いた延焼性状確認実験、数値解析手法のに基づく改良、大型模型室を用いた実況家具配置発熱実験、デジタル機器を援用した可燃物情報調査手法の開発に分類される。

まず、3 cm 角の赤松材を底面 20cm 四方、高さ 36cm の立方体に組んだクリブ模型を 9 個配置した燃焼実験を 6 通り実施して、延焼・発熱性状を計測した。この結果をもとに、可燃物の不規則配置を対象として室発熱性状を数値シミュレーションするプログラムの改良を行った。

さらに、床面積約 30 m²の大規模区画模型(図 1)を用いて、事務室空間を想定し、オフィス家具、可燃物(PC・プリンタ等、書籍・紙類等)を配置し、可燃物量、可燃物の置かれ方、開口面積等の条件の異なる 5 通りの火災実験を行ない(表 1)、実際規模の火災室における発熱性状を分析した。

また可燃物情報調査手法として、従来行われてきた人の手による記録を合理化する手法として、ステレオ撮影したデジタル画像を PC 内で解析することにより室内の可燃物の位置・規模と別途用意したデータベースに記録された個々の物質の発熱量とを組み合わせる手法の基礎的な開発を行った。

〔研究結果〕

クリブ模型による燃焼実験から、同形状のクリブを用いてもその配置が異なれば、発熱性状が異なることが定



図 1 大型模型室(左：立面、右：家具配置例)

表1 大型模型室火災実験のパラメータ

実験	可燃物量 [MJ/m ²]	可燃物の 置かれ方	開口面積
A	560	整理	10.4 m ² (4×2.6 m)
B	560	乱雑	8.0 m ² (4×2.0 m)
C	560	乱雑	8.0 m ² (4×2.0 m)
D	560	乱雑	8.0 m ² (4×2.0 m)
E	720	乱雑	8.0 m ² (4×2.0 m)

量的に明らかになった。これらの結果と、別途実施したクリブ単体の発熱実験等を元に、室発熱性状の数値解析プログラムの改良を行った結果、図 2 に一例を示すように複数のクリブ模型が延焼しながら火災が拡大する状況をうまく再現できるシミュレーションプログラムとなった。

大型模型室内の火災実験では、表 1 に示す 5 通りの実験により、可燃物の配置が火災進展・室発熱性状に及ぼす影響を調べている。このうち、実験 B、実験 D、実験 E ではフラッシュオーバー状態まで火災は進展した。結果の一例として、実験 B における進展状況を写真 1 に、最もフラッシュオーバーに影響を与えられられる煙層(天井付近)の温度分布を図 3 に示す。実験 C と実験 D とは家具の配置・総可燃物量は同一で、配置特性を多少変えたものである。にもかかわらず、実験 C は室温が 400 を超えずフラッシュオーバーに至っていない。本実験はほぼ可燃物等を実況に近いもので再現しており、煙層の温度が 400 を超えることが一般的な室がフラッシュオーバーに至る条件であることが示唆されている。

可燃物情報調査法として、一般的なデジタルカメラ 2 台によるステレオカメラと全方位カメラを使用して、可燃物量と位置情報とを同時に測定する手法が開発できた。システムとして、領域分割、頂点探索、ステレオマッチングなどの画像処理、全方位カメラの特徴とユーザの支援による計測対象物体の切り出し、種類・材質などの情報の入力、画像処理の結果に対する確認・修正することを統合したシステムである。一般的な PC ベースでの操作が可能であり、自動化の誤認識をユーザが修正することで誤差を抑えることができる。また、全方位カメラによって可燃物の位置、姿勢を求めることも確認できた。ステレオカメラのみでは画角内に入る可燃物しか調査できないが、全方位カメラ画像の分析と組み合わせることによって、室全体の可燃物情報が調査可能なシステムとなり得ることが分かった。

【備考】

- 1) 「可燃物特性を考慮した火災発熱解析に関する研究」出口ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集(防火)、pp. 223-224、2003 年 9 月
- 2) 「室内の可燃物の測定のためのインタフェース」竹内ほか、電気関係学会東海支部連合大会講演論文集、p. 313、2003 年 10 月
- 3) 「火災燃焼モデルの構築を目的とするクリブ燃焼実験」出口ほか、日本火災学会研究発表会概要集、pp. 104-107、2004 年 5 月
- 4) 「デジタル画像処理を援用した可燃物情報調査法」河野ほか、日本火災学会研究発表会概要集、pp. 148-151、2004 年 5 月

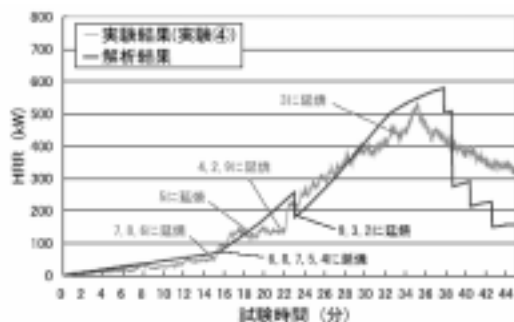


図 2 火災の進展状況

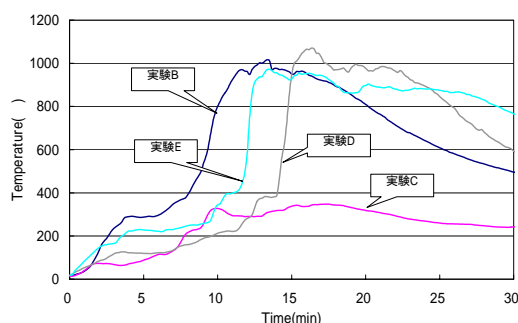
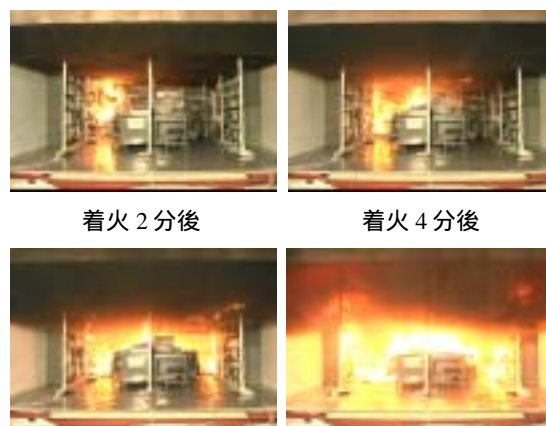


図 3 各実験における天井付近の平均温度分布



着火 2 分後 着火 4 分後
 着火 8 分後 着火 10 分後
 写真 1 火災の進展状況 (実験 B)

- 5) 「可燃物の分布特性が火災初期発熱性状に及ぼす影響」出口ほか、日本建築学会環境系論文集、第 580 号、pp. 9-14、2004 年 6 月
- 6) 「可燃物の置かれ方が火災進展に及ぼす影響(その 1 実大火災実験の目的と可燃物が整理された室の例、その 2 可燃物が乱雑に配置された室の例と考察)」出口ほか、日本火災学会研究発表会概要集、2005 年 5 月
- 7) 「可燃物の置かれ方が火災の進展に及ぼす影響(その 1 実験の概要とフラッシュオーバーが生起しない場合、その 2 フラッシュオーバーが生起する場合と比較・考察)」伊藤ほか、日本建築学会大会学術講演梗概集(防火)、2005 年 9 月