

# 散水設備による火災抑制効果の定量的評価手法の開発

防火研究グループ 研究員 野秋 政希

## I はじめに

スプリンクラー設備等の散水設備は火災を鎮圧または抑制するとともに周辺を冷却するため、在館者の避難安全、火災時の構造安定性等にとって有効である。現行の建築基準法では散水設備による防火関係規定の緩和は、内装制限、防火区画（面積区画）のみであり、現状では性能的火災安全設計では散水設備の火災抑制効果を考慮されないのが一般的である。

散水設備による火災抑制効果を適切に評価できれば、散水設備の設置により現行法規と同等の安全性を確保するために必要な防火対策の選択枝が広がる可能性がある。

本研究では、次の2点に関する定量的知見の収集および評価手法の構築を目的とし、それぞれ実験的検討を実施した。

- ・ 散水による部材の受熱低減効果
- ・ 散水による収納可燃物の燃焼抑制効果

## II 散水による部材の受熱低減効果に関する実験

### (1) 実験概要

電熱ヒーターを用いて火災加熱を再現しつつ、散水装置を用いて受熱物に散水する実験を実施した。実験概要図を図1に示す。

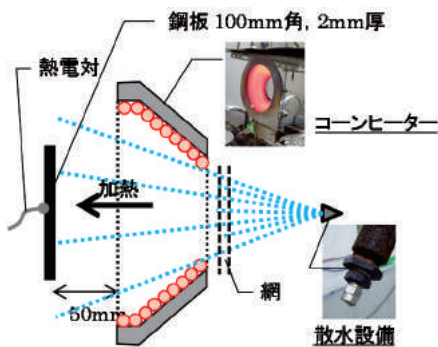


図1 散水による部材の受熱低減効果に関する実験の概要図  
(垂直断面)

本実験では、受熱物として建築構造部材等で一般的に用いられ、熱的な特性が良く知られている鋼板（SS400）とし、試験体の大きさは100mm×100mm×2mm厚とした。

図1に示すように散水設備をコーンヒーターの背面側に設置し、に陸上ポンプを用いてコーンヒーターの穴を通して試験体表面へ水を供給した。このとき、試験体表面への散水密

度は図1に示すようにコーンヒーターの穴と散水設備の間に複数枚重ねた格子状の網を設置し、散水密度を調節した。

実験の主なパラメータは加熱強度および散水密度であり、加熱強度は20, 25, 30, 35, 40, 45 kW/m<sup>2</sup>の6パターン、散水密度は0, 2, 4, 6 g/s/m<sup>2</sup>の4パターンである。

また、試験体の非加熱面に溶接したK型熱電対（素線径0.32mm）を用いて、鋼板試験体の温度を計測した。

### (2) 実験結果

鋼板温度の経時変化の一例を図2に示す。図より、散水開始以降、鋼板温度は急激に低下し、5分程度経過すると概ね一定の値で推移した。定常時における温度の平均値と加熱強度の関係を散水密度別に整理した結果が図3である。図より、いずれの加熱強度においても散水密度  $w$  が高くなるほど温度が低くなる傾向を示した。今後は鋼板の熱収支をモデル化する計画である。

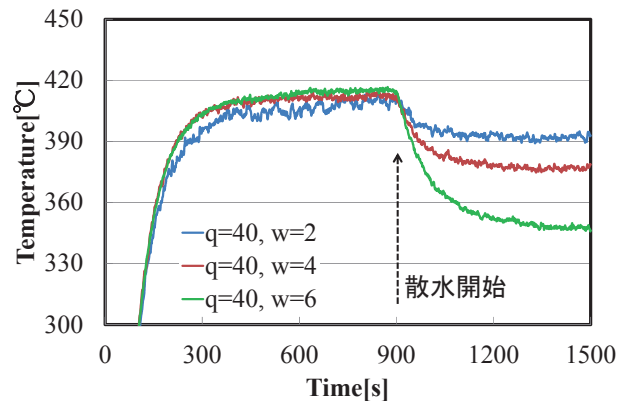


図2 鋼板温度の時刻歴の一例（加熱強度 40 kW/m<sup>2</sup>）

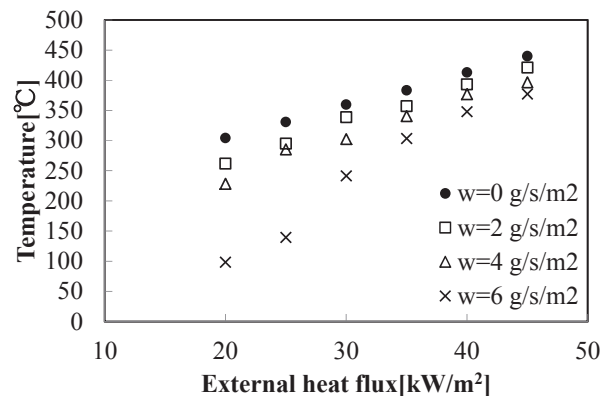


図3 鋼板温度の時刻歴の一例（加熱強度 40 kW/m<sup>2</sup>）

### III 散水による可燃物の燃焼抑制効果

#### (1) 実験概要

散水設備による燃焼抑制効果に関する定量的知見の収集を目的とし、火災時の着火物として事例の多い繊維系可燃物の代表例であるウレタンフォーム（密度：15.1～16.2 kg/m<sup>3</sup>）の燃焼中にスプリンクラー設備を作動させる実験を実施した。

実験概要図を図4に示す。平面寸法 6.5m 角の区画の床面中央にウレタンフォームを配置し、その上部にスプリンクラーヘッドを設置した。スプリンクラーヘッドへは消火ポンプを用いて 0.1MPa の圧力で送水した。

本実験で用いたウレタンフォームの大きさは、区画の耐火性等に配慮して、幅 1m×奥行 1m×高さ 0.5m とした。

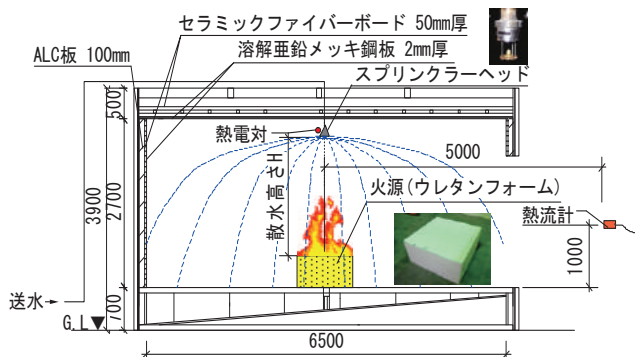


図4 実験概要図

本実験の主なパラメータは散水高さ（散水密度）であり、実験条件を表1に示す。なお、表中には、各散水高さに応じて試験体表面に供給される散水密度を測定した結果も併記しており、散水高さが低くなるほど散水密度は高くなる傾向を示している。本実験では、燃焼面積が明確な条件での燃焼性状を把握するため、No.2 以外試験体上面全体が燃焼した時点で散水を開始した。

表1 実験条件

実験 No.	散水高さ m	散水密度 g/s/m <sup>2</sup>	散水開始
1	-	-	散水無し
2	1.9	8.5	試験体上面全体が燃焼した時点
3	1.9	8.5	試験体上面の約半分が燃焼した時点
4	1.6	9.9	試験体上面全体が燃焼した時点
5	0.8	14.2	試験体上面全体が燃焼した時点

放水圧：0.1MPa、総散水量：30 L/min

主たる計測対象は発熱速度であり、ウレタンフォームの燃焼生成ガスを集煙フードで収集し、そのガス濃度を分析した結果を用いて、酸素消費法により測定した。

#### (2) 実験結果

図5は各条件におけるウレタンフォームの燃焼時の様子である。図5より、本実験のように可燃物の上面のみ燃焼しており、その部分が全体的に散水される条件においても燃焼が継続していることがわかる。

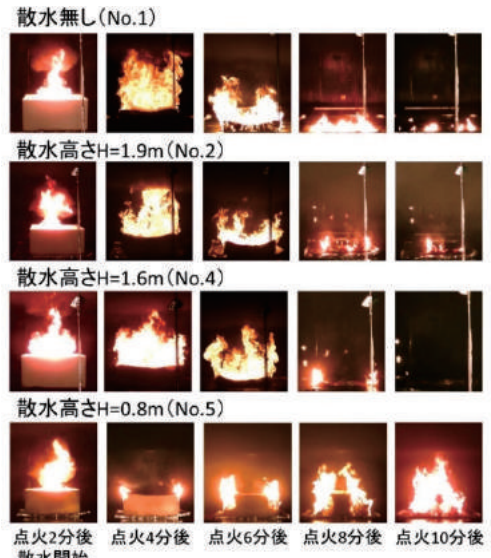


図5 燃焼時の様子

図6は各条件の発熱速度の経時変化を整理した結果である。図より、散水高さ H=1.9m, 1.6m では、散水開始以降も発熱速度が増加し続け、H=0.8m では、一旦発熱速度が急激に低下するものの再度上昇し、約 400kW まで到達した。また、本実験条件の範囲では、総発熱量（発熱速度の時間累積値）は散水の有無によらず概ね等しく、散水による窒息効果は確認できなかった。

そこで、散水中の可燃物表面の熱収支から発熱速度のピーク値を推定した結果が図7（黒線）である。なお、図中の赤プロットは図6における発熱速度の最大値である。図7より、実験値は散水密度の増加に伴い発熱速度の低減勾配が増加しており、計算値でもその傾向を再現することができた。

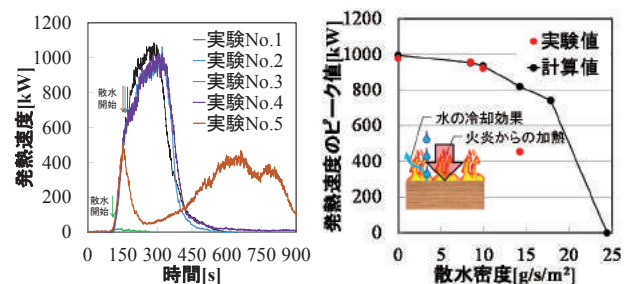


図6 発熱速度の経時変化 図7 散水密度とピーク発熱速度