

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-155
補助事業名 平成27年度高温領域での固体表面改質による新規消火法の開発補助事業
補助事業者名 室蘭工業大学大学院工学研究科 廣田 光智

1 研究の概要

東日本大震災など震災直後にライフラインが分断されて起こるような大規模火災現場においては、高温になった固体表面へ消火剤を散布しても通常は蒸発しにくく、火災はなかなか消火できない。本研究は、このような状況でも固体表面の粗さを積極的に変えて蒸発・消火を促進させる消火法を開発する。

2 研究の目的と背景

都市部・工業地帯の大規模火災や、そのトリガーとなりうる地震や火山噴火などの天災は、日本国内だけでなく世界中のあらゆるところで想定される。もし大規模火災となると建物の表面は水が蒸発しにくい温度まで加熱されるため、通常の消火活動では過剰な水が必要となり、水損被害がでるだけでなく、火災の延焼もなかなか抑えられない。本研究は、このような高温条件においても消火を促進させることができるように、固体表面の粗さを砂状に変えて蒸発を促す消火ユニットを開発することを目的とする。

3 研究内容

(1) 高温壁面粗さの変化と消火確率の関係

(http://media.wix.com/ugd/c15f6b_4891d401107d4d40847e67a35f2d583e.pdf)

「火災現場程度の高温壁面上の粗さを変化させたときの水滴の蒸発促進と消火確率の向上を狙ったもの」

大規模火災となった現場では、建物などの固体壁面が600℃から1000℃程度まで高温となる。通常の消火で散布される水は、固体壁面との間に蒸気の膜を形成し、熱が液滴に伝わりにくくなる。これにより蒸気化に時間がかかり消火が困難となる。本研究では高温固体表面の性状を砂状に変えることで、この欠点を解消し消火を促進した。

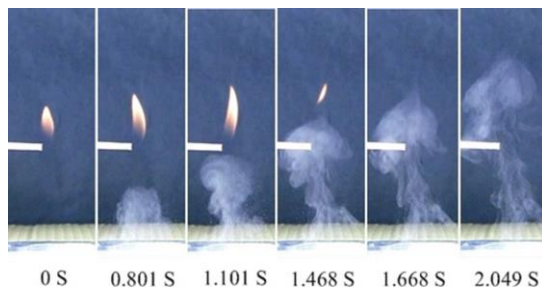


図 1 500℃程度まで加熱された高温の固体表面を砂状とすることで、上方から落下した水滴が効率的に蒸気になり火炎を消火している様子。

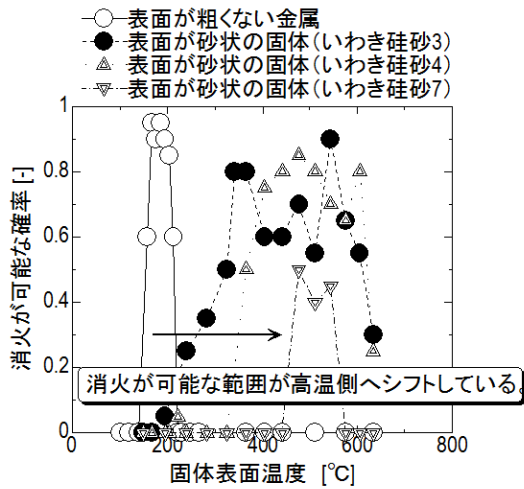


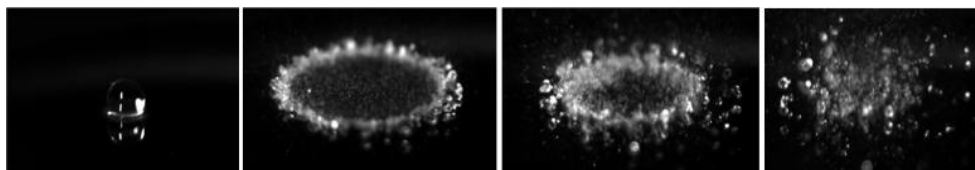
図2 固体表面をいわき硅砂によって粗くした場合の消火可能な温度範囲. 表面を砂状とした場合に, より高温でも消火が可能となっている.

(2) 高温壁面での表面張力の変化と消火確率の関係

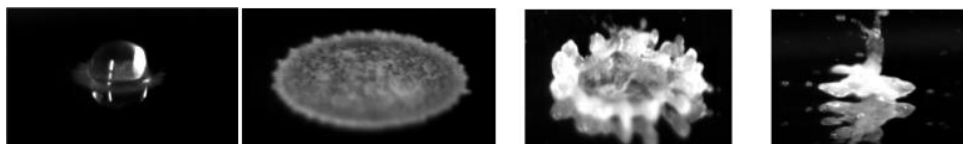
(http://media.wix.com/ugd/c15f6b_63a7e47d684f4accbda1b72a631565ee.pdf)

「火災現場程度の高温壁面に表面張力を低下させる塗料を塗布した場合あるいは, 消火剤に界面活性剤を混入した場合, 水滴の蒸発と消火確率の変化を測定したもの」

(1)の研究結果では, 高温固体表面を砂状にすることで消火が促進されることがわかったが, その促進されるメカニズムが不明である. そこでこの効果が伝熱面の面積の増加によるものか否かを明らかにするために, 表面張力を変えて実験を行った. 消火剤に石けん水を入れることによる表面張力変化では液滴の衝突挙動が全く変わってしまいむしろ消火が不可能となった. また固体表面上に塗料を塗布することで表面張力を変えた場合は, 表面張力変化の効果が多少見られた. これにより消火剤は表面張力が大きいものが有効で, 液滴の衝突時に固体に接触する表面積が大きくなることが重要であることがわかった.



純水の場合



石けん水の場合

図3 純水と石けん水が高温固体表面に衝突したときの挙動. 上部4つの写真が純水の場合, 下部4つの写真が石けん水の場合. (左から右へ時間が進行.) 石けん水の場合, 衝突の瞬間蒸気になりにくく白濁して跳ね返る挙動を繰り返すため消火には不利となる.

(3) 消火に最適な壁面性状に変えるブラスト装置の開発

(http://media.wix.com/ugd/c15f6b_3044043de2734e2d85d9d15e094db1d9.pdf)

「火災現場程度の高温壁面の性状を、水滴が蒸発しやすく、消火に有効な状態に変化させられるブラスト装置の開発を行ったもの」

(1) では表面性状を砂状とすることで消火が促進されることがわかった。そこで火災現場の固体表面の性状を変化させるユニットの開発が必要である。本研究では、第1段階としてサンドブラストと同様の方法で使用した砂を固体表面に散布してその表面性状を改質する装置を開発した。改質した表面は適度に粗くなり消火が促進することがわかった。ただし、その粗さが不十分であることから改善の必要もある。

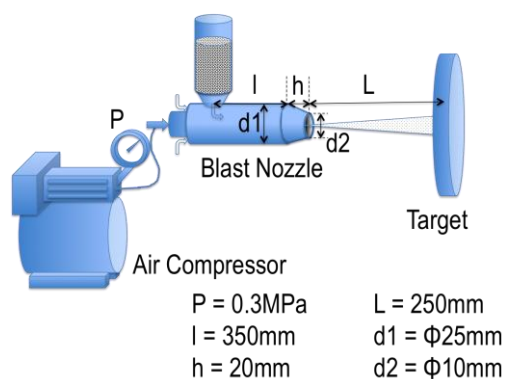


図4 開発した消火促進用サンドブラスト装置の概念図。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究成果により、サブスケールモデルでは加熱された固体表面を砂状に改質することで消火を促進できることがわかった。また消火に有効な表面改質条件を明らかにした。さらにその表面改質方法は、砂などを直接固体表面にぶつける方法や、表面にセラミックスを含んだ液体をぶつけて付着させる方法などが有効であることがわかった。これらをもとに今後実規模での火災に対応した消火ユニットが製品化され、広く実装・普及させていく。これにより、想定外の火災規模に拡大したときにも積極的に消火できるようになり、人的および物的被害を軽減できるようになる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

2014年から本研究の基礎研究を開始した。本事業によってサブスケールモデルでの基礎データを取得し、基礎研究から製品化への橋渡しの第一歩を行った。今後実際の火災を想定した規模でのユニットの開発を行い、製品化に向けて研究開発を継続する。これらの研究開発の流れは、これまで行ってきた火災の安定化技術、火炎を用いた機能性材料の作成技術の応用段階である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

学会発表

- 1) 廣田光智, 沖本宙恭, 佐々木崇志, 松岡勇樹, 齋藤務, 鳥飼宏之, 赤石壮史, 折居紳一郎, 開米広樹, 柿崎大輔, 「粗さの異なる高温固体表面への水滴落下挙動の撮影と消火特性の関係」, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム 2015, (2015-11-盛岡)
- 2) 沖本宙恭, 佐々木崇志, 松岡勇樹, 廣田光智, 鳥飼宏之, 齋藤務, 赤石壮史, 折居紳一郎, 開米広樹, 柿崎大輔, 「高温固体表面を利用した消火のための表面性状改質装置の開発とその効果」, 第 53 回 燃焼シンポジウム, (2015-11-つくば)
- 3) 松岡勇樹, 沖本宙恭, 佐々木崇志, 廣田光智, 鳥飼宏之, 齋藤務, 赤石壮史, 折居紳一郎, 開米広樹, 柿崎大輔, 「表面張力の異なる条件での高温固体表面を利用した消火の特性」, 第 53 回 燃焼シンポジウム, (2015-11-つくば)
- 4) 佐々木崇志, 沖本宙恭, 松岡勇樹, 廣田光智, 鳥飼宏之, 齋藤務, 赤石壮史, 折居紳一郎, 開米広樹, 柿崎大輔, 「粗さの異なる高温固体表面を利用した消火の特性」, 第 53 回 燃焼シンポジウム, (2015-11-つくば)

7 補助事業に係る成果物

http://media.wix.com/ugd/c15f6b_4891d401107d4d40847e67a35f2d583e.pdf

http://media.wix.com/ugd/c15f6b_63a7e47d684f4accbda1b72a631565ee.pdf

http://media.wix.com/ugd/c15f6b_3044043de2734e2d85d9d15e094db1d9.pdf

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 室蘭工業大学大学院工学研究科推進工学研究室（ムロランコウギョウダイガクダイガクインコウガクケンキュウカスイシンコウガクケンキュウシツ）

住 所： 〒050-8585

北海道室蘭市水元町27-1

申 請 者： 准教授 廣田光智（ヒロタミットモ）

担 当 部 署： 地域連携推進グループ（チイキレンケイスイシングループ）

E - m a i l： hirota@mmm.muroran-it.ac.jp

U R L： <http://www.muroran-it.ac.jp/sozo/aero/research/staff/hirota/>