

TOPICS

爆風消火の研究

1. 大規模災害で発生する火災

阪神・淡路大震災や東日本大震災などの国内で生じた大規模な地震災害では、都市部において地震発生後に火災が生じ、その延焼により被害拡大が生じた。大規模な災害、とくに地震災害後に発生する火災の消火には、平時の消火活動にはない困難を伴う。第一に、多数の火災が広い範囲にわたり同時に発生する。そのため公設消防の対応能力を上回ると、消火活動を行えないまま火災の延焼を許すことになる。第二に、地震の衝撃により道路や消防水利などが破壊され、通常の消火法が利用できなくなる。とくに道路の破壊により消防車両が火災現場に到達できない。そのため延焼拡大の阻止は、一般市民の消火活動の成否に依存することになる。しかし、そのような状況の中で一般市民が取り得る消火手段の選択肢は少なく、たとえば消火器の使用や防火水槽の水をバケツで運んで火にかけるなどである。それらの消火手段は火災のスケールが大きくなると有効とは言えなくなる。

2. 緊急時の消火法の開発

そこでわれわれは大規模災害後に発生する火災に対応するための緊急時の消火法として、消火剤を必要とせず高速の流れの効果だけで火炎を瞬間的に吹き飛ばし消火を達成する爆風消火法に注目し、これまで実験的に検討を行っている^{(1)~(4)}。ここで述べている爆風とは、気体などの急速膨張によって駆動された衝撃波（ブラスト波）とその背後に形成される高速気流のことを意味している。爆風消火はもともと油井火災の消火に用いられており、ダイナマイトなどの爆薬を用いて爆風を形成し火勢の強い火炎を瞬間的に消火することができるパワフルな消火法である。ただし、これまで爆風消火の基礎的な知見の蓄積、たとえば消火特性や消火機構の解明などはほとんど行われていない。しかし爆風消火法を一般市街地でも使用できるようになれば、この方法は大規模災害後の同時多発的な

火災に対する減災手段の1つとして利用できると考えている。

3. 爆風消火の消火機構

これまで行ってきた爆風消火実験は、すべて実験室で形成できる小規模な火炎を対象とし、爆風の形成方法には微小爆薬⁽³⁾や高出力のレーザーパルスを用いている。レーザーを使用する場合、レーザー光を固体表面上に集光することで形成されるレーザーアブレーションまたは空気中に集光することで形成できるブレイクダウンによって駆動される爆風を利用して消火実験を行っている⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾。図1に微小爆薬による爆風消火の消火過程をシュリーレン法で可視化したものを示す⁽³⁾。図1からブラスト波が火炎の高温領域を通過することで加速し、その後、火炎の安定性を支配する火炎基部領域に局所消炎が生じていることがわかる。この局所消炎がどのように生じているかを理解するために、図2に示すように爆風消火過程を、高速度カメラを用いて火炎の直上から観察した。その結果、ブラスト波が火炎と干渉することで、火炎面が変形し、局所消炎が形成されることがわかった。この局所消炎領域が火炎全体へと広がることで最終的に消火が達成される。また、この火炎面の変形と局所消炎形成には流体不安定性の一つである Richtmyer-Meshkov 不安定性が重要な役割を果たしていると考えられることがわかった⁽³⁾。さらに爆風消火の消火特性として、消火が可能となる空間的な距離がブラスト波の到達距離と相関があること、そしてその消火範囲が爆発へ投入するエネルギー量によって制御可能であることがわかってきている⁽¹⁾⁽²⁾。また急速膨張によりブラスト波を駆動したガスの流れも、爆風消火の消火効果に貢献することが明らかにってきている⁽⁴⁾。

このように爆風消火法の基礎特性が徐々に明らかになってきている。爆風消火法を大規模災害に対する減災手段として確立するために、今後も研究を続けていく。

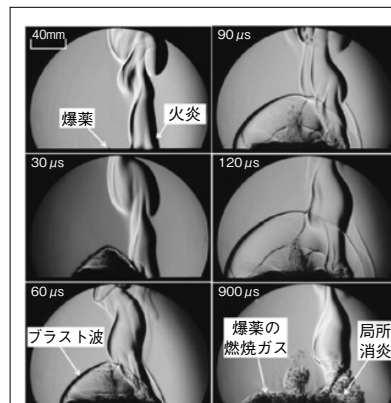


図1 微小爆薬を用いた爆風消火（爆薬に10 mgのアジ化銀ペレットを使用）

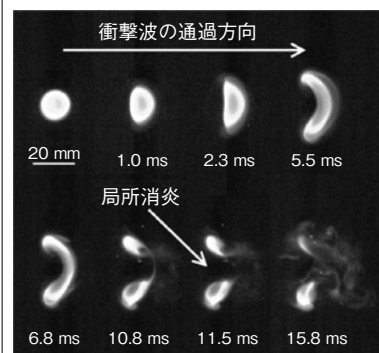


図2 ブラスト波と火炎との干渉

(原稿受付 2014年10月1日)

〔鳥飼宏之 弘前大学〕

●文 献

- (1) 鳥飼宏之・北島曉雄・竹内政雄, $\text{CH}_4\text{-N}_2$ /Air対向流拡散火炎のレーザー消火, 日本機械学会論文集, 72-713, B (2006), 179-186.
- (2) 鳥飼宏之・北島曉雄・竹内政雄, レーザアブレーションによる可燃性固体表面上に形成された拡散火炎の消火, 日本機械学会論文集, 73-731, B (2007), 1448-1455.
- (3) Torikai, H., Saito, S. and Ito, A., Extinguishment of a Methane Air Diffusion Flame by Using Blast Wave, 29th Int. Symp. on Shock Wave, (2013-7).
- (4) Soga, Y., Torikai, H. and Ito, A., Schlieren Visualization of Flame Extinguishment with Laser-Driven Blast Wave, 16th International Symposium on Flow Visualization, (2014-6).