

Title	噴霧火炎の巨視的燃焼挙動と光学計測に関する研究
Author(s)	津島, 将司
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3155065
DOI	10.11501/3155065
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	津 島 将 司
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 2 4 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 1 月 29 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科 機械工学専攻
学 位 論 文 名	噴霧火炎の巨視的燃焼挙動と光学計測に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 香 月 正 司 (副査) 教 授 高 城 敏 美 教 授 片 岡 勲

論 文 内 容 の 要 旨

近年、地球環境問題の観点から、より高効率かつ低有害排出物を実現する噴霧燃焼器の開発が求められている。それには、実験的知見にもとづく信頼性の高いシミュレーションコードの開発が必要不可欠である。

本論文は、このような背景のもとに、噴霧火炎構造の解明とその光学的計測手法の開発を目的に行われた研究成果をまとめたものである。論文は全 8 章から構成されており、各章を要約すると以下ようになる。

第 1 章は緒論で、噴霧燃焼研究の現状、本研究の位置づけ、ならびに本研究に関連する従来の研究について触れ、本研究の目的や意義を明確にしている。

第 2 章では、近年、噴霧計測に広く適用されている位相ドップラ計測法を燃焼場に適用する際に生じる誤差について考察を加えている。特に、光学系光路上に存在する火炎の影響に着目し、速度計測よりも粒径計測において火炎の影響が大きくあらわれることを明らかにしている。

第 3 章では、噴霧火炎中の局所発光計測に用いるために新たに開発した Multi-color Integrated Cassegrain Receiving Optics (MICRO) の実験的性能評価を行っている。その結果、予混合噴霧火炎中の局所領域からの発光計測が可能であることを示している。

第 4 章では、従来の時間平均的な観察ではなく、噴霧火炎の燃焼挙動について時間的・空間的変動をも考慮に入れた計測を行っている。すなわち、位相ドップラ法、局所発光計測に加え、レーザによる噴霧断面の可視化像の時系列計測を可能とする光学系を構築し、予混合噴霧火炎に適用し、観察を行っている。その結果、予混合噴霧火炎においては、選択的な火炎伝ば現象によって予混合噴霧流が分断され、一部残存した噴霧流が下流部において油滴クラスターとして燃焼していくことを明らかにし、噴霧火炎中には、予混合的燃焼挙動と拡散的燃焼挙動が共存していることを指摘している。

第 5 章では、前章の結果をふまえ、伝ば火炎の速度と油滴クラスターの消失速度を画像処理解析から導出している。その結果、それらの値は異なっており、双方を区別して導出する必要があることを示している。

第 6 章では、噴霧特性が燃焼挙動に及ぼす影響について調べている。その中で、局所火炎発光計測結果と噴霧断面

像を一次元的に解析することにより、OH ラジカル自発光と CH バンド発光強度の噴霧境界位置に対する分布を求めており、噴霧流内部においても燃焼反応領域が存在することを示している。

第7章では、予混合噴霧火炎に代わって自由落下噴霧流を空間の一点で火花点火して得られる球形火炎について観察を行い、実験条件の違いによる火炎伝ば速度を比較している。その際、異なる局所領域からの OH ラジカル自発光信号を2台の MICRO プロブで捕えて火炎伝ば速度を導出する手法を提案しており、計測された火炎伝ば速度の統計的解析の必要性を指摘している。

第8章では、本論文で得られた結論を総括している。

論文審査の結果の要旨

噴霧火炎は時間的・空間的に不均一な構造をもっており、時系列計測こそが噴霧火炎構造解明には不可欠であるという認識から、あらたに噴霧断面像と火炎中の局所発光の同時時系列計測システムを構築し、予混合噴霧火炎に適用したのが本論文である。その結果、噴霧火炎中の油滴クラスターの形成・消失過程を時間連続的に観察することに成功し、噴霧火炎中の巨視的燃焼挙動に関して、あらたな実験的知見を見いだしている。その主な成果は次のとおりである。

- (1)位相ドップラ計測において、光路上の火炎の存在は速度計測値にはほとんど影響を与えないが、粒径計測値にはばらつきを生じることを示している。
- (2)MICRO により予混合噴霧火炎中の局所領域からの発光信号の計測が可能であることを示した上で、あらたに噴霧断面像と火炎中の局所領域からの発光信号の同時時系列計測システムを構築し、予混合噴霧火炎に適用している。
- (3)予混合噴霧火炎中では、バーナポート近傍において連続的に存在している噴霧流が、予混合燃焼的な選択的伝ば現象によって分断され、油滴クラスターが形成されることを明らかにしている。
- (4)バーナ下流域においては、油滴クラスターはその外縁部より次第に消失していき、その際、油滴クラスター自身が燃料蒸気の供給源となり拡散燃焼的に振る舞うことを示している。
- (5)一部の油滴クラスターについては、バーナ下流域で次第にすすの発生を意味する輝炎塊になることを明らかにしている。
- (6)予混合噴霧流中の伝ば火炎速度および油滴クラスターの消失速度を導出し、それらが明らかに異なった値をとることを示した上で、それぞれに区別して扱う必要性を指摘している。
- (7)噴霧流中の伝ば火炎の巨視的構造として、噴霧領域と燃焼反応領域が共存する領域があり、噴霧流外縁部に最も燃焼反応が活発な領域が存在していることを示している。
- (8)火花点火球形噴霧火炎にあっても、予混合噴霧火炎と同様に、不輝炎到達後、その背後において輝炎領域がランダムに形成されていくことを明らかにし、噴霧火炎における予混合的な燃焼挙動と拡散的な燃焼挙動のそれぞれのモデル化が必要であることを指摘している。

以上のように、本論文は噴霧火炎構造に関わる多くの課題に対して、新たな計測技術やデータ解析法を適用することにより極めて有用な知見を得ており、燃焼工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値のあるものと認める。