

Title	噴霧の流動と燃焼に関する研究
Author(s)	SALAH, HASSAN EL-EMAM
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/33208
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	サラール ハッサン エルエマム SALAH HASSAN EL-EMAM
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 6 3 9 号
学位授与の日付	昭和 57 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 機械工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	噴霧の流動と燃焼に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 水谷 幸夫 教授 村田 暹 教授 森川 敬信

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は噴霧燃焼の基本形態である同軸噴流形噴霧火炎と循環流によって安定化された噴霧火炎について、非燃焼噴霧流の流動と誘引作用から火炎構造、火炎安定機構に至るまで、段階を追って解明してゆくことを目指したものである。そのために、空気流と同軸に噴射された水噴霧の流動と誘引作用を観察し、理論解析の結果と比較した上で、高温燃焼ガス流中に同軸に噴射された燈油噴霧火炎の構造、円板保炎器により安定化された燈油噴霧火炎の形態と安定条件を調べている。

本論文はつぎの 6 章から構成されている。

第 1 章は緒論であり、噴霧燃焼の基本的事項について概説することにより、研究の意義を明確にした上で、従来のこの分野の研究を詳細にレビューして、研究の位置付けを行っている。

第 2 章では、空気流と平行に噴射された水噴霧の二相流としての流動特性と噴流としての周囲空気の誘引作用について、実験と観察を行っている。実験に際しては、粒度分布と液滴速度の測定にダブルフラッシュ顕微鏡撮影法、ガスの流線観察にスモークワイア法、流速ベクトルの測定に 5 孔ピトー管、二相流中での流速測定にキセル形特殊ピトー管、液流束測定に等速吸引—気液分離捕集容器等、噴霧測定技術の開発に相当の努力を払っている。

第 3 章では、この単純な噴霧形態に対して、液滴の運動をラグランジュ的に取扱い、ガス流に対しては境界層近似を適用した単純な理論解析を行っている。

第 4 章では、高温燃焼ガス流中に同軸に噴射された噴霧の流動と燃焼に関する実験を行い、火炎前縁位置が噴霧への高温ガスの誘引率に関係することを明らかにするとともに、噴霧火炎の構造を詳細に調査している。

第 5 章では、実際の噴霧バーナに近い条件として、円板保炎器によって安定化された噴霧火炎を取

上げ、火炎の安定条件や火炎の形態、環流領域からの火炎の広がりなどを観察するとともに、環流領域内部のガス流動と油滴の運動、ならびに環流領域と周囲流との間に形成されるせん断層のせん断強さが火炎の安定性と燃焼効率を支配することを見いだしている。

第6章は総括で、各章で得られた結論をとりまとめている。

論文の審査結果の要旨

本論文は工業用燃焼機器に最も多用されている噴霧燃焼の基本形態である同軸噴流形噴霧火炎と、循環流によって安定化された噴霧火炎について、非燃焼噴霧流の流動と誘引作用から、火炎構造、火炎安定機構に至るまで、段階的に研究を行った結果をとりまとめたものである。噴霧や噴霧火炎は計測が非常に困難であり、また理論解析の手法も完全には確立されていないが、種々の測定手法や解析手法を調査・考案して適用することにより、噴霧の流動特性や噴霧火炎の構造と安定機構に関して、いくつかの興味ある知見を得ている。その結果を要約すると、つぎのとおりである。

- (1) 非燃焼噴霧におけるガスと液滴の流動は、噴霧による周囲ガスの誘引現象の影響を大きく受ける。すなわち、噴霧円すい外部のガス流線は誘引作用によって大きく噴霧円すいに引寄せられるが、噴霧輪郭を通過した直後に、噴霧軸と平行に転針する。液滴の運動はこの誘引流線の影響を受けるが、微小液滴ほど誘引流線に乗り易いので、軸付近に微小液滴が集まり、外周部に巨大液滴が残る分級作用が生じる。噴霧による周囲ガスの誘引量は周囲空気流速が高いほど、また噴射圧力が高いほど増大する。
- (2) このような噴霧の流動特性は液滴を粒径と初速度ベクトルによりクラス分けして、各クラスに対して立てたラグランジュ的運動方程式とガスの運動方程式とを運動量交換項で結びつけて、連立させて解く解法の一つであるPSI-セルモデルでほぼ満足に予測できる。
- (3) 高温燃焼ガス流と同軸に弱旋回圧力式噴射弁から噴射された液体燃料噴霧の火炎安定機構は、液滴の蒸発によって発生した燃料蒸気と液滴との混在する領域を火炎が伝ばし、その伝ば速度と流速との釣合ったところに火炎前縁が安定化されるというもので、従来言われていたような着火遅れ機構によるものではない。燃料蒸気の発生量は誘引されるガスの持込む顕熱量に対応するから、火炎前縁位置は噴霧による周囲ガス流の誘引現象に支配される。
- (4) 円板保炎器を持つ噴霧バーナに代表される環流領域内噴射型噴霧バーナの火炎安定性は、循環流により捕捉される燃料量と環流領域に拡散する空気量の比、すなわち環流領域燃空比によって支配される。これは噴霧運動量、周囲空気運動量、保炎器径の組合せによって決まり、環流領域から下流への火炎の広がりも同じ因子により支配されるから、これら因子の組合せによって、種々の火炎形態や吹消え限界が現れる。

以上のように、本研究は工業的に重要な噴霧燃焼に関して、非燃焼噴霧の流動特性から火炎構造、火炎安定機構に至るまで、段階を追って系統的に研究を行い、多くの有用な知見を得たもので、熱工学及び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あるものと認める。