

Title	液体燃料粒子群中での層流火炎伝ばに関する研究
Author(s)	水谷, 幸夫
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28630
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【12】

氏名・(本籍)	水谷幸夫
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 532 号
学位授与の日付	昭和 39 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	液体燃料粒子群中での層流火炎伝ばに関する研究
	(主査)
論文審査委員	教授 小笠原 光信
	(副査)
	教授 菊川 真 教授 浜田 実 教授 石谷 清幹
	教授 津枝 正介 教授 新津 靖 教授 植松 時雄
	教授 粟谷 丈夫

論文内容の要旨

特に液体燃料噴霧を高負荷で燃焼させるガスタービンやロケットの燃焼室，ならびに油バーナーなどにおける火炎の安定性の重要な一因子であると考えられる液体燃料噴霧中での火炎伝ばの現象を解明するための第一段階として，均一な粒径を持つ液体燃料粒子群中を層流火炎が伝ばする場合について，火炎前面付近で燃焼する粒子が未燃域の空気を加熱し，そのために未燃粒子がある着火遅れ期間を蹶過した後に着火するという微視的な現象に注目して火炎伝ばのモデルを提唱した。そして，そのモデルに基づいて火炎伝ばの過程の理論的な解析を行ない，テトラリン粒子群について火炎伝ば速度と稀薄可燃限界での混合気濃度を計算したところ，火炎伝ば速度は粒径が大きくなるとほぼ粒径に逆比例して減少するが，混合気濃度が増すと大体直線的に増加すること，ならびに稀薄可燃限界での混合気濃度は，火炎が水平方向に一次的に伝ばする場合には粒径によってほとんど変化しないが，火炎が下から上に伝ばする場合には粒径30ないし40 μ に極大値を持ち，粒径が大きくなると急速に減少することがわかった。この結果を，均一な粒径を持つテトラリン粒子群中を火炎が下から上に伝ばする場合の実測値と比較したところ，火炎伝ば速度は30ないし40 μ の粒径範囲において計算値と実測値とがよく一致し，また，火炎が下から上に伝ばする場合の稀薄可燃限界での混合気濃度の計算値も，粒径が40 μ 以上において実測値と定性的に一致した。粒径30 μ 以下の微小な粒子群に対しては計算値と実測値とは一致しないが，それは，火炎の形状の推移からも予想できるように，粒径30 μ 付近を境にして，小炎伝ば機構が不連続火炎伝ば (relay transfer) から予混合火炎伝ば (homogeneous transfer) に変化するためと考えられる。この解析によって，少なくとも噴霧燃焼の最も単純で理想的な一つの場合については，火炎伝ばの機構とその性質についてある程度の知識を得ることができた。

第10章 は結論であつて，以上の結果をとりまとめて述べている。

論文の審査結果の要旨

この論文は、不均質混合気中の不連続的の火炎伝ば機構の解明に寄与することを旨として、特に均一粒径を持つ液体燃料微粒子群が大気中を終端速度で落下する場合の火炎伝ば現象について理論的に考究し、実験によって検証したものであって、10章から成っている。

第1章は緒論で、ここにおいて著者はこの研究の意義ならびに目的を明らかにしている。液体燃料の噴霧燃焼は熱機関ならびに燃焼装置に広く利用されているため、火炎全体に注目した研究はすでに多数行なわれている。しかし、しだいに過酷な高負荷燃焼が要求される現状においては、火炎の安定性がますます重要な課題となり、これを明らかにするためには隣接粒子の逐次着火現象までさかのぼって考えた火炎伝ばの研究が必要になる。それにもかかわらず、この方面の研究ははなはだ少ないために、著者はこの分野への寄与を旨としてこの研究を行なったことを述べている。

第2章においては、噴霧中での火炎伝ば現象を単純で理想的ないくつかの形式に分類し、特に均一粒径を持つ低揮発性の液体燃料粒子群中における層流火炎伝ば機構とその特徴について、著者の実験ならびに Burgoyne らの実験結果を基にし考察し以後の理論的解析に適した火炎伝ば機構のモデルを設定している。

第3章ないし第6章はこのモデルに基づいて行なった理論的解析の記述で、主として火炎伝ば速度と希薄可燃限界における混合気濃度を次の四つの場合に分けて計算している。火炎面の出現とともに、その近傍の気体は熱膨脹による流れを生じ、これが粒子速度に影響を及ぼし、そのため粒子間隔が変わる。第3章と第4章は熱膨脹が等圧のもとで行なわれると仮定した場合であり、第5章と第6章は熱膨脹を無視した場合の解析である。さらに、粒子にはその沈降速度を考慮しているから、火炎伝ば速度はその伝ば方向によって異なるべきである。第3章と第5章は火炎が下から上へ伝わる場合であり、第4章と第6章は水平方向に伝わる場合を扱っている。その結果、火炎伝ば速度はほぼ粒径に逆比例し、同じ粒径に対しては混合気濃度にほぼ比例するという結論を得ている。また希薄可燃限界濃度は、火炎が水平に伝わる場合には粒径にほとんど無関係に一定であるが、下から上へ伝わる時は粒径が増すに従って著しく減少し、気体燃料の場合よりはるかに薄い混合気でも火炎は伝ばしうることを示している。

第7章においては、以上の解析が立脚したモデルについて、また数値計算に用いた諸数値の妥当性について検討し、数値のとりかたの結果に及ぼす影響の強さから、解析に導入した諸因子の重要度を調べている。その結果、この理論の適用範囲は粒径 35μ から 100μ の粒子群に限られることを述べ、また火炎伝ば速度と希薄可燃限界に対して特に支配的な因子は粒径；混合気濃度；火炎伝ば方向；混合気初期温度；燃料の沸点なることを結論づけている。

第8章は実験についての記述である。著者は分級風どうによって、ほぼ均一な粒径を持つテトラリンの粒子群を作り、平均粒径が 100μ から 170μ にわたって火炎形状や伝ば状況を観察し、また希薄可燃限界濃度を測定している。そして、同様な実験として唯一のものである Burgoyne らの 5μ から 60μ にわたる実験結果とよくつながる結果を得ている。

第9章は計算と実験結果との比較で、両者は安定的にはもとより、ことに粒径が大きくなると定量的にもよく一致することを確かめている。

第10章は結論であって、以上の結果をとりまとめて述べている。

以上この論文は空気中を自由落下する液体燃料微粒子群の中の火炎伝ば現象を主として理論的に考究し、実験によって検証したものであって、従来その必要に迫られつつもほとんど研究されていなかった不均質混合気中の不連続的の火炎伝ば機構の基本的なモデルを提供し、また繁雑な実験によらなければ知ることのできなかつたこの種の火炎伝ば速度や希薄可燃限界濃度を理論的に求めることに成功した。これらの結果は、工業上広く用いられている噴霧燃焼現象の解明に有力な手掛りを与え、燃焼工学上寄与するところが大きい。

よってこの論文は博士論文として価値があると認める。