

機械・構造システム工学専攻	
申請者氏名	上島 光浩

紹介教官氏名	小沼 義昭
--------	-------

論文要旨(博士)

論文題目	燃料ガス噴流の着火に関する研究
------	-----------------

ディーゼル燃焼において、着火現象は機関性能を決定する最も重要な影響因子の一つであると考えられる。本研究はこのディーゼル噴霧の自発着火に対する基礎的な情報を得ることを目的として、定常高温空気流中に噴出された燃料ガス噴流の着火挙動を実験・理論両面から検討したものである。

まず初めに、空気流に対して直角および平行にエチレンガスを噴射してイオン検出時間分布の測定ならびにガス噴流形状の観察を行い、着火位置について調べた。その結果、直交噴流および平行噴流ともに着火位置は噴流上流部であり、さらに、直交噴流の場合には空気流の下流側である噴流内側境界近傍で着火していること、空気温度を低くすると着火位置は噴流下流側に移動すること、噴流速度を変化させても着火位置にはほとんど影響が現れないことなどが明らかになった。

次に、エチレンおよび水素の各ガス噴流に対してOH発光遅れを測定した。得られた結果をアレニウス座標で整理すると、着火遅れの対温度依存性は低温領域では大きなこう配をもつ直線で示されるが、高温になるに従いそのこう配が小さくなり水平方向に屈曲した。この現象について検討したところ、着火遅れ曲線の低温領域に見られる直線的挙動は主として化学的過程によって支配され、高温領域での挙動は物理的過程によって支配されていることがわかった。

ついで、本研究と同様な装置により得られた燃料噴霧の着火データと本実験結果を比較・検討した。その結果、両者の着火遅れの挙動がほぼ等しい事実が観測され、また両者の見かけの活性化エネルギーは予混合気の活性化エネルギーとほぼ一致することがわかった。

円管ダクト内に充てんした高圧空気をファンにより回流させるとともに、電気ヒータで加熱する回流式燃焼装置を開発した。これを用いて高圧下でのエチレンガス噴流の着火挙動を調べた結果、着火遅れは大気圧下での実験結果と同様にアレニウス形で示され、空気圧力を変えても着火遅れの温度依存性は変化しないことが明らかになった。

最後に、水素ガス平行噴流を対象にして、素反応機構と多成分拡散を考慮した直接数値シミュレーションを試みたところ、本実験結果の傾向と良い対応関係を示した。そして、この数値解析によって燃料ガス噴流の着火初期の火炎構造が明らかにされ、加えて着火は混合層内の希薄混合気中で生じ、低温時には比較的拡散の弱い場所が、また高温時には拡散の強い場所が着火位置となるという新たな知見が得られた。

以上、本研究では単純な形態をもつ燃料ガス噴流の自発着火を対象としており、実用機関における着火にまで言及するには至らなかったが、拡散燃焼形の着火の機構およびその基礎的な性質については新しい知見が得られたものと考えている。特に燃料ガス噴流の着火特性が、燃料噴霧のそれとほとんど等しくなることを実験的に確かめたことは、取扱いが比較的容易な燃料ガス噴流の着火実験および理論計算によって得られた情報が燃料噴霧の着火機構を解明するために有力な知見となる可能性を示した点において、重要な意味を持っていると思われる。