

主論文要旨

報告番号	①乙第	号	氏名	寺島 幸士
主論文題名				
連続噴霧の時間的および空間的不均一性が着火性に及ぼす影響				
内容の要旨				
<p>燃料噴霧の着火現象において着火の成否は確率的であり現象が複雑であるため，時間平均的には同一な条件の燃料噴霧においても，火炎が発生したり（着火），しなかったり（不着火），また火炎が発生してもすぐに消炎してしまうといったさまざまな結果が起きる．これは燃料噴霧中において噴霧粒子が空間に不均一に分散していることに起因する．本研究は，このような，燃料噴霧の空間的な不均一性が着火性に与える影響について定性的に明らかにすることを目的とした．この目的のため，本研究では，噴霧着火現象において確率的特性が特に明確に現れる様な，気流および噴霧流が緩慢で，かつ総燃料濃度が予混合気の希薄着火限界濃度を下回る燃料噴霧の着火現象を実験対象とし，火花放電による強制点火実験を行った．空間的な不均一性以外の要因を除くために，噴霧粒子径が均一な単分散噴霧を生成し点火試験を行った．</p> <p>本論分は第 1 章から第 8 章までで構成されている．第 1 章は序論であり，燃料噴霧の着火現象に関する従来の研究を述べ，本研究の意義および目的を説明している．第 2 章は，実験，測定装置および測定方法についての説明である．第 3 章から第 7 章が本研究において行った実験結果についての考察である．第 3 章では，まず多くの研究と同様に，液滴径，燃料噴霧濃度および蒸気燃料濃度といった時間平均的な噴霧混合気特性による着火性の变化を求め，確率モデルに従って整理した．第 4 章においては燃料噴霧の空間的な不均一性を表現する指標について検討を行い，さらに第 5 章において前述の不均一性の評価指標が噴霧の着火現象に適用出来るか検討を行った．第 6 章では実際に燃料噴霧の不均一性と着火性の関係について考察した．また燃料を低揮発性の n デカンに変更し，燃料種によって不均一性の影響に違いがあるか第 7 章において調べた．これらの結果より得られた知見をまとめ，第 8 章において総括した．</p> <p>メタノール単分散燃料噴霧の点火試験より，燃料噴霧は均一予蒸発予混合気の希薄着火限界を大きく下回った場合にも着火にいたる可能性があり，着火に至らない場合においても，放電により伝ば性を有しない火炎（初期火炎）を形成する可能性</p>				

があることが明らかとなった。また燃料噴霧の着火率は、燃料噴霧濃度および燃料蒸気濃度の増加に伴い増加し、混合気中の蒸気燃料濃度を一定にした場合、燃料噴霧液滴径が小さいほど着火性は高く、また燃料噴霧濃度の増加による着火率の増加も大きくなった。ただし総燃料濃度が予混合気の希薄着火限界を上回る場合でも、着火率が100%とならない条件があり、また燃料噴霧および燃料蒸気の濃度比において、ある着火率を達成するために最も多くの燃料を必要とする最悪条件および最も少ない燃料を必要とする最適条件が存在した。さらに、放電の瞬間の燃料噴霧濃度の変化に着目し、累積二項分布関数に従って近似することにより、燃料噴霧の時間平均的な特性を用いて着火性を評価することができ、本研究の実験範囲においては、着火の場合には、液滴径によらず、基準体積内に存在する粒子数はほぼ等しく、一方、初期火炎の場合には、基準体積内に存在する液体燃料の総量がほぼ等しかった。

次に、燃料噴霧の数密度のばらつきと、そのばらつきのスケールから不均一性を評価した。燃料噴霧は最終的に確率的に一樣(ランダム)に分散する点をふまえ、前述の方法で得た不均一性をランダムな状態を基準として表現する方法を関連研究より定め、合わせて燃料噴霧の不均一性の評価に用いた。その結果、ランダムな状態を基準とした場合、燃料噴霧の不均一スケールおよび数密度によらず不均一性を評価することが可能であったため、これを不均一指指数と定義した。

噴霧中において、液滴は必ずしもランダムに分散しているわけではなく、本研究で用いた燃料噴霧はランダムに比べ不均一性が強かった。このことは、時間平均的な噴霧特性から確率論的に解析を行う際の前提である、燃料噴霧の状態は常にランダムであるという前提が必ずしも成立するものではないことを意味し、したがって実際に点火を行う瞬間の燃料噴霧を観察し、不均一性を評価する必要があることが明らかとなった。燃料噴霧の空間的な不均一性を不均一指指数を用いて評価し、着火性との関係を求めた結果、燃料噴霧の着火性は、点火の瞬間の燃料噴霧濃度だけで決まるものではなく、燃料噴霧の不均一性などに起因した、他の確率的な要因によって影響を受け、放電による初期の火炎発生よりも、その後の火炎伝ばの過程が着火の可否に強く影響する。時間平均的な蒸気燃料濃度が等しく、かつ放電の瞬間における着火判定を行った領域内の燃料噴霧濃度が等しい場合でも、不均一性が異なれば着火率は異なることが明らかになった。また着火に最適なむらのスケールおよび強度の存在が示唆された。

さらに低揮発性の燃料であるnデカンを用いて、同様に着火実験を行ったところ、着火に最適な不均一性はより低くなる事が明らかになった。またその際に形成された輝炎の状態を観察したところ、燃料噴霧の着火により噴霧火炎中に形成される輝炎領域は、燃料噴霧濃度が低く確率的に着火にいたる範囲では面積にあまり変化はなく、ほぼ確実に着火にいたる程度に燃料噴霧濃度が増加すると、急激に拡大した。また燃料噴霧の不均一性が強い場合は輝炎が形成されやすく、同一の瞬間濃度において輝炎の面積を最大とするむらのスケールが存在することが明らかになった。