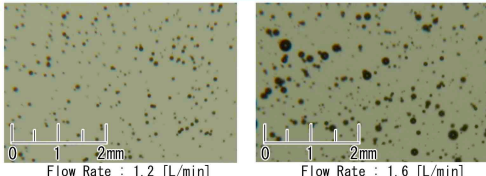




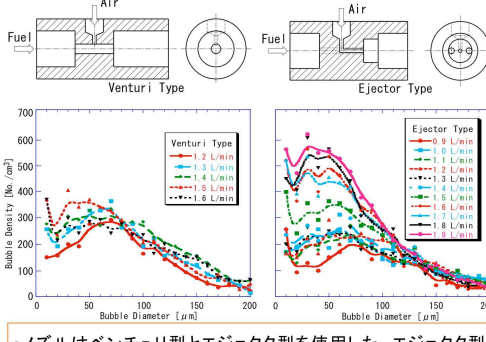
微細気泡生成と計測手法の検討

・軽油に微細気泡を混入させることで充填効率の向上などの効果があり、機関運転試験により熱効率が増え、NOx、黒煙が低減された。
[中武靖仁ほか2名機論B編73-73, pp.2368-2374.(2007)]

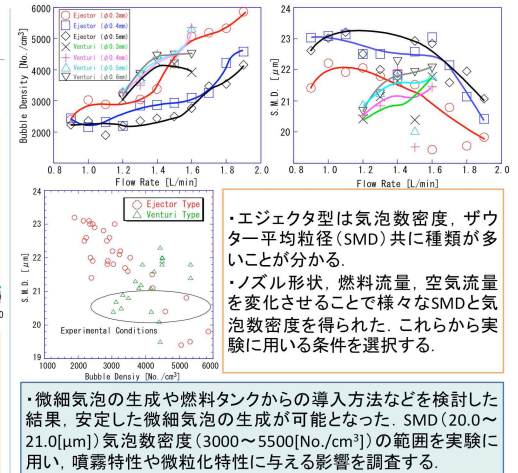
・燃料に混入する微細気泡の密度や平均気泡径を変化させて、噴霧特性・微粒化特性に与える影響を調査する。



・微細気泡の生成には負圧で空気を導入するノズルを用いた。気泡径分布の計測は、微細気泡混入燃料をアクリル製の流路に通し、シャドウグラフィ法を用いて撮影・解析した。ノズル内を通る燃料の流速を上げることで空気流量が増加し、小さな気泡が増えるが大きい気泡も見られた。



・ノズルはベンチュリ型とエジェクタ型を使用した。エジェクタ型は微細気泡を生成できる流量の幅が大きく様々な条件の微細気泡を生成可能である。流速を増加させると空気導入孔から成長する気泡が剪断されやすくなり、直径の小さな気泡の数が増加した。また空気導入部に絞りをを用いて空気流量を制限することで、同一流速でも小さな気泡を多量に生成できた。



・エジェクタ型は気泡数密度、ザウター平均粒径(SMD)共に種類が多いことが分かる。
・ノズル形状、燃料流量、空気流量を変化させることで様々なSMDと気泡数密度を得られた。これらから実験に用いる条件を選択する。
・微細気泡の生成や燃料タンクからの導入方法などを検討した結果、安定した微細気泡の生成が可能となった。SMD(20.0~21.0[μm])気泡数密度(3000~5500[No./cm³])の範囲を実験に用い、噴霧特性や微粒化特性に与える影響を調査する。

微細気泡混入燃料が噴霧と微粒化特性に与える影響

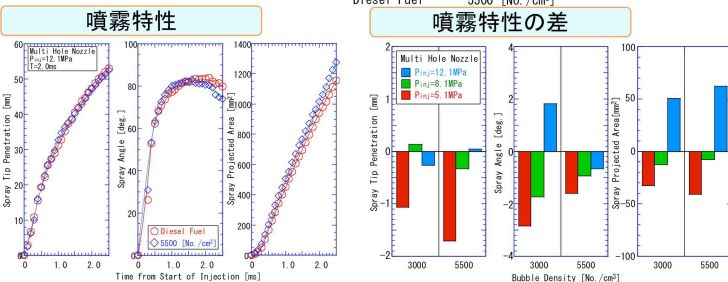
ガソリン直噴用マルチホールノズルを用いた場合

実験装置

・燃料噴射管に微細気泡混入軽油を導入し、窒素ガスを用いて噴射圧力を調整する。雰囲気条件を $T_a=303[K]$ 、 $P_a=1.3[MPa]$ とし、 $T=2.0[ms]$ 噴射した。

噴霧画像

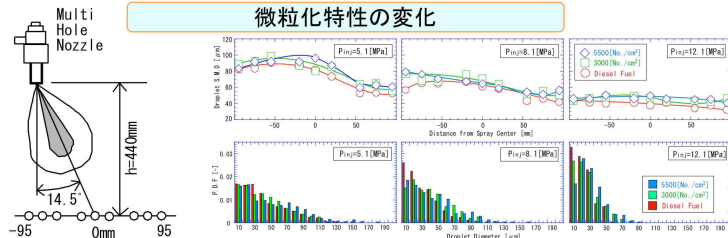
・噴射初期は変化が見られないが、噴射開始後1.5[ms]から変化が見られた。
・微細気泡が燃料の見かけ上の粘度を低下させたことで拡散性が向上し、噴霧中心の高密度領域が増加した。
・微細気泡の析出やマイクロ爆発が軸方向への拡散を促進させ、噴霧先端が突出している。



・微細気泡の混入による先端到達距離の変化は見られないが、噴射開始後1.0[ms]で噴霧角が広がったのは微細気泡の析出やマイクロ爆発が軸方向、周方向ともに拡散性を向上させたからである。
・噴霧面積は増加したが噴霧角の最大値にあまり変化が無いのはマルチホールが多方向に噴射しているからである。

・噴霧特性において軽油の場合と微細気泡混入軽油との差を算出した。
・噴射圧力が低い場合は、大きい気泡が多数存在しノズル内壁から流れが剥離したため、すべての噴霧特性で拡散性が低下している。
・噴射圧力が高い場合は、噴出速度が高いためノズル遠方で微細気泡の影響が出たと考えられる。

微粒化特性の変化



・液浸法で噴霧粒径を計測した。高さ440[mm]、ノズル偏角14.5[°]の直線上を噴霧中心とし、半径95[mm]内で液滴を採取した。
・いずれの噴射圧力でも、微細気泡を増加させることでSMDの分布が全体的に大きくなっている。拡散性は増加したものの、噴霧中心部での液滴密度が高くなったため、液滴同士の合体が起こったと考えられる。
・微細気泡の混入数を増加させると大きい液滴が多く発生した。

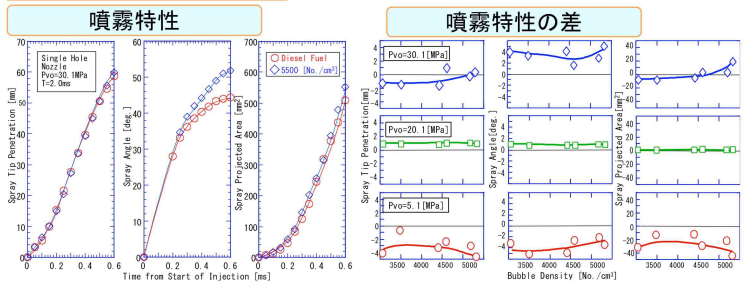
単孔ホールノズルを用いた場合

実験装置

・噴射ポンプの影響を避けるため、燃料噴射管を取り外して微細気泡混入軽油を導入した。雰囲気条件は $T_a=303[K]$ 、 $P_a=1.3[MPa]$ で噴射期間は $T=2.0[ms]$ とした。

噴霧画像

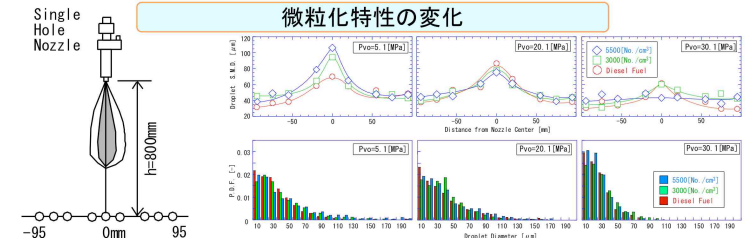
・噴出速度が速いため、微細気泡を混入しても時間経過に対する大きな違いは見られなかった。
・微細気泡が析出したことにより、ノズル近傍において噴霧角が大きくなっている。
・周方向への拡散により、噴霧先端が丸みを帯びていることがわかる。



・噴出速度が速く、微細気泡の影響がノズル遠方で発生したため噴霧先端到達距離が伸びた。
・マルチホールノズルとは異なり噴霧同士の影響が無いことから噴霧角の広がりが顕著に見られた。
・噴霧先端到達距離、噴霧角の増加から噴霧面積も広くなった。

・開弁圧力が低いと全体的に拡散性が低下しているが、開弁圧力が高くなるほど大きな傾向はマルチホールノズルと同様である。
・しかし開弁圧力が高くないと影響が見られなかったのは、ジャーク式ポンプが加圧減圧を繰り返しており気泡が溶解せずに長時間保持されたためだと考えられる。

微粒化特性の変化



・同様に液浸法で噴霧粒径を計測する。ノズル直下を噴霧中心とし、高さ800[mm]、半径95[mm]内で液滴を採取する。
・開弁圧力が低いと微細気泡を増加させても噴霧中心部のSMDが大きくなるが、開弁圧力が高く微細気泡が多いと拡散性が向上したため噴霧中心部から外側まで均一なSMDとなった。
・開弁圧力 $P_{vo}=30.1[MPa]$ において微細気泡を増加させても全体的に粒径が小さくなり、マルチホールノズルとは逆の傾向を示した。

微細気泡混入燃料を2種の燃料噴射ノズルで噴射したところ、噴霧や微粒化特性に異なる傾向を示した。今後は異なる液体燃料、気体燃料を用いた実験や、機関運転試験を行うことで微細気泡の影響を細かく調査していく。