

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	郭 敏
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Characterization of Fuel Spray Injected by Hole-Type Nozzle into Cross-Flow Ambient (横風気流中にホールノズルから噴射した燃料噴霧の特性)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	西田 恵哉	
審査委員	教 授	石塚 悟	
審査委員	教 授	遠藤 琢磨	
審査委員	准教授	尾形 陽一	
〔論文審査の要旨〕			
<p>直噴ガソリン機関のさらなる環境負荷の低減と高効率化，さらに近年はダウンサイジングを目指した高出力密度化のため，機関燃焼室内の噴霧と混合気形成の高度制御が求められている。直噴ガソリン機関では燃焼室内の空気流動が噴霧発達と混合気形成に大きな影響を及ぼすと考えられるが，現在でも空気流中の噴霧挙動の詳細が解明されているとは言えない。本研究では，直噴ガソリン機関の燃焼室内における空気流動を模擬した一様な横風が燃料噴霧に及ぼす影響を実験および数値シミュレーションにより調査した。</p> <p>第1章は緒論であり，研究の背景，目的，従来の研究，本論文の構成について述べている。</p> <p>第2章は実験装置と方法であり，大気圧の横風を発生する風洞の構造，横風中の燃料噴霧の高速度ビデオカメラ撮影，粒子画像相関（PIV）法による噴霧内液滴群の速度分布測定，フラウンホーファ回折法による噴霧のザウタ平均粒径測定の装置と方法について述べている。</p> <p>第3章は本研究で製作した高圧の横風を発生する風洞の設計，構造，所定の雰囲気圧力と横風速度を得るための作動手順について述べている。</p> <p>第4章は横風中における噴霧の巨視的形状の観察結果である。噴霧先端到達距離，噴霧主流部の横風による湾曲等の特徴を示した。また横風中の噴霧鉛直方向の到達距離と噴霧湾曲形状の実験式を導出した。</p> <p>第5章ではレーザーシート光を光源とし噴霧の水平面と垂直面の断面画像を撮影した結果について議論を行っている。噴霧と横風の相互干渉により水平断面内にカルマン渦的な組織構造が形成されることを見出し，カルマン渦の発生条件に関する理論的な検討をしている。</p> <p>第6章ではPIV法による噴霧内液滴群の流動場の測定結果について述べている。液滴群速度の水平方向成分の空間分布には渦構造に対応した増減が見られ，横風と一緒に移動する渦にのった液滴群の中には横風より大きな速度が現れるという興味深い結果を示した。</p>			

第7章は噴霧内の液滴群の濃度分布とザウタ平均粒径の分布の測定結果である。濃度分布はレーザーシート光画像の散乱光強度分布から定性的に求めた。第5章で示したカルマン渦的な組織構造に対応した濃度分布が見られる。ザウタ平均粒径は、噴霧内の位置により、横風による液滴の二次分裂促進と合体誘起の影響によると思われる増減を示すことがわかった。

第8章では0.6MPaまでの高圧の横風中に噴射した噴霧挙動の測定結果について述べている。雰囲気圧力の増大と共に横風上流側の噴霧外縁の湾曲は大きくなるが、横風下流の水平方向の噴霧到達距離は小さくなり、大気圧下の横風中噴霧の挙動とは異なることを示した。

第9章は市販ソフトウェアFIREによる数値シミュレーションの結果である。横風により湾曲する噴霧形状、噴霧内の断面構造等の定性的な傾向は数値シミュレーションが表現できるが、定量的な計算精度は不十分で、特に液滴二次分裂モデルの改良が必要であることを示した。

第10章では各章で得られた知見をもとに総合的な考察を行っている。

以上のように本論文は直噴ガソリン機関の燃料噴霧の挙動に及ぼす横風の影響を定量的に明らかにしたものであり、従来、不明であった噴霧と横風の相互干渉による流れ場や液滴分裂の現象を明らかにし、さらに数値シミュレーションの計算精度改善のための指針を示した。これらの結果は直噴ガソリン機関の混合気形成の高度制御と高効率化・低環境負荷化に大きく貢献し、さらには内燃機関と噴霧工学の分野に寄与するところが大きい。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。