

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲第276号	氏名	山本 昌平
学位審査委員	主査	植木 弘信	
	副査	茂地 徹	
	副査	林 秀千人	
	副査	坂口 大作	
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>山本昌平氏は、2007年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士前期課程に入学し、2009年3月に修了した。直ちに同年4月、同博士後期課程に進学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に進学以降、物質科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、ディーゼル機関の燃料噴霧特性ならびに燃焼特性に関する研究に従事し、その成果を2011年12月に主論文「予混合圧縮着火機関におけるエタノール混合軽油の燃焼特性に関する研究」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文4編(うち審査付き論文4編)、学位の基礎となる論文4編を付して、博士(工学)の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2011年12月21日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2012年2月15日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>地球温暖化対策として、単体の原動機として最高の熱効率を有するディーゼル機関の積極的な利用が期待される。ディーゼル機関の排気ガス中には、窒素酸化物と粒子状物質が含まれており、人体および環境に悪影響をおよぼすため、厳しい規制が課せられている。化石燃料枯渇問題への対策として燃料の多様化に対応できるディーゼル機関が優位にあるし、また、高い熱効率を維持しながら低排出ガスを実現する燃焼法として、予混合圧縮着火燃焼が有望視されている。この燃焼は燃料と空気の予混合化を促進することによって混合気濃度分布の均一化を図る燃焼法である。多様な燃料に適合した予混合圧縮着火機関の開発設計期間を飛躍的に短縮するためには燃焼数値解析の予測精度の向上が不可欠である。まず、ディーゼル燃焼を支配する噴霧特性の把握が不可欠であり、噴孔近くにおける液滴速度とサイズの空間分布が混合気濃度分布を決定すると考えられることから、予混合圧縮着火燃焼の数値解析の予測精度を向上するには速度とサイズの空間分布の解明とそれを噴霧数値解析で再現することが必要である。しかし、噴孔近くは液滴が高速かつ高数密度で存在す</p>			

るため計測が困難であったため、噴霧数値解析において噴霧特性を決定する分裂モデル定数を噴霧先端到達距離の計測結果と解析結果が一致するように決定しているのが現状である。

本研究では、噴霧計測に特化したレーザー2焦点流速計 (Laser 2 - focus velocimeter : L2F) を用いた。L2F によって得られた噴孔近くにおける液滴速度とサイズの計測結果と噴霧数値解析結果を比較し、計測結果を最もよく再現するモデル定数を選出し予混合圧縮着火燃焼解析に用いた。燃焼試験では、予混合化を促進する因子として低セタン価燃料であるエタノールを軽油と混合した混合油を用い、燃焼・排気特性に及ぼすエタノール混合割合と排気再循環の影響を明らかにした。予混合圧縮着火燃焼解析を行った結果、排気再循環による粒子状物質低減効果が再現され、計算格子内に存在する燃料蒸気と酸素から算出した局所当量比と格子内温度から、粒子状物質と窒素酸化物の生成状況を推定するマップを作成し、エタノールを用いた予混合圧縮着火燃焼における粒子状物質の低減機構を明らかにした。

本論文で得られた新しい知見は次の通りである。

- (1) 噴霧計測結果に基づいて、数値解析における噴孔部の液滴サイズ分布を自由度7のカイ2乗分布とし、ザウタ平均サイズを噴孔直径の40%とすることが最適条件であることを明らかにした。
- (2) 噴霧液滴の速度とサイズの空間分布について計測結果と解析結果を比較することによりケルビンヘルムホルツモデルの分裂定数の最適値を決定できることを明らかにした。
- (3) エタノール混合割合30%の燃料を用い排気再循環を行う場合、燃焼した燃料の割合が全体の60%に達するまで粒子状物質は生成しないこと、また噴射終了直前に噴射された燃料の予混合化が不十分であり燃焼終盤で局所当量比が高くなるため燃焼が終わりに近づくと多量の粒子状物質が生成されることを明らかにした。
- (4) エタノール混合割合50%の燃料を用いた場合、排気再循環によって粒子状物質ならびに窒素酸化物の低減が可能であることを明らかにした。排気再循環によって着火遅れが増加し噴射終了直前に噴射された燃料も予混合化され、燃焼終盤でも低い当量比が維持されるため、粒子状物質が生成されにくいと判断された。

以上のように本論文は、ディーゼル機関の燃料噴霧分裂過程の実験的かつ理論的な調査に基づいて、燃焼における有害排出物質の生成ならびに低減の機構を明らかにしたものである。得られた知見は往復動内燃機関の有害排出物質低減、高効率化、ならびに多様燃料適合性向上に多大の寄与をするものと評価できる。

学位審査委員会は、エンジン工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士(工学)の学位に値するものとして合格と判定した。