


学 位 論 文 の 要 旨

専攻名	環境工学	ふりがな 氏名	やまぐちたくや 山口卓也 
学位論文題目	高過給ディーゼル機関における予混合圧縮着火燃焼の研究		
<p>地球温暖化の防止が重要視される中で、ディーゼル機関は燃料消費が少なく、CO₂の排出量が少ない利点を有する。しかし、ディーゼル機関から排出されるNO_xやPMなどは環境に好ましくなく、排出低減が強く求められている。</p> <p>ディーゼル機関の部分負荷における排出ガス低減の方策として、NO_xとスモークの同時低減が可能な予混合圧縮着火燃焼（以下PCCI）がある。重量車用大型ディーゼル機関の排出ガス測定モードであるJE05モードは機関速度Ne=1000~1200rpmの中速域でBMEP=1.0MPa以下の部分負荷領域で時間頻度が高いことが特徴である。この領域に低NO_xで低スモークの燃焼であるPCCIを適用することで、大型ディーゼル機関からのNO_xとPMの排出低減に大きな効果を得ることが期待できる。しかし、セタン価の高い軽油を燃料として使用した場合、PCCIは運転負荷が限られてしまい、最大の運転負荷はNe=1200rpmでBMEP=0.25MPa程度である。大型ディーゼル機関の排出ガス低減の観点から、PCCIの運転領域の拡大は重要な課題である。本研究は、高過給ディーゼル機関を用いPCCIの運転負荷拡大の方策を見出し、PCCIの運転領域の拡大によるJE05モードの排出ガス低減の効果を調べた。</p> <p>本研究では、着火遅れ期間を十分に確保し空気と燃料の予混合化を促進するために、可変バルブタイミングにより吸気弁閉時期IVCを遅延し有効圧縮比ϵ-effectを低下させることでPCCIの運転領域拡大を試みた。体積効率が最大になるIVC=550deg (ϵ-effect=15.9)の条件は、燃焼開始時の初期の予混合燃焼から拡散燃焼へ移行する典型的なディーゼル燃焼の熱発生である。一方、IVCを遅閉じとしϵ-effectを低下させた条件は、上死点付近の筒内圧力、筒内平均ガス温度は低下させることができる。その結果、燃料噴射時期は、IVC=550degの条件よりも進角することが可能になる。IVCの遅閉じでϵ-effectを低下することにより、燃料噴射時期が進角し長い着火遅れ期間を得て燃料と空気の予混合化が促進されることで、熱発生率のピークが高くなり予混合燃焼が主体の熱発生になる。このとき筒内圧力上昇率の最大値$(dP/d\theta)_{max}$が非常に大きくなるため、エンジンからの騒音の観点から低減が必要になる。PCCIの$(dP/d\theta)_{max}$は、低スワール比と燃料高圧噴射を組み合わせ、EGRにより吸気酸素濃度を低下させた条件で燃焼開始時期をTDCから適度に遅らせることでディーゼル燃焼と同等のレベルにまで低減することが可能である。</p> <p>本研究では、機関速度、運転負荷に応じて可変バルブタイミングによりIVCを変えϵ-effectを適正化することで、部分負荷においてPCCIの運転領域を最大でBMEP=0.6MPa (Ne=1000rpm)まで拡大できることを実験により示した。また、この結果を基に研究開始時のPCCIの運転領域と本研究により拡大したPCCIの運転領域におけるNO_xとPMのJE05モードにおける排出レベルの評価を行った。研究開始時のPCCI領域におけるJE05モードのNO_xとPMの結果は、BSNO_x=0.72g/kWh, PM=0.053g/kWhである。一方、本研究で拡大したPCCI領域におけるJE05モードのNO_xとPMは、BSNO_x=0.4g/kWh, PM=0.056g/kWhであり、研究</p>			

開始時の PCCI 領域の排出ガスの結果に対し、PM の排出レベルを同等で BSNO_x を 38%低減できた。この結果はポスト新長期規制の NO_x 規制値を下回るレベルである。本研究において、動弁系の仕様を可変バルブタイミングにし、機関速度、負荷に応じ IVC を変化させ ε -effect を適正かすることで PCCI の運転範囲の拡大が可能になり、JE05 モードで NO_x の低減が可能であることを示した。

(注) 和文 2,000 字又は英文 800 語以内

続紙 有 無

学位論文審査結果の要旨

専攻	環境工学専攻	氏名	山口 卓也
論文題目	高過給ディーゼル機関における予混合圧縮着火燃焼の研究		
主査	田上 公俊		
審査委員	濱武 俊朗		
審査委員	後藤 真宏		
審査委員	劉 孝宏		
審査委員	濱川 洋充		
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>ディーゼル機関は、熱効率が高く CO₂ の排出量が少ないという利点を有するが、ディーゼル機関から排出される窒素酸化物 (NO_x) や粒子状物質 (PM) の排出低減が強く求められている。本論文は、ディーゼル機関の部分負荷で NO_x と PM の同時低減が可能である予混合圧縮着火燃焼の運転負荷拡大の手法を見出し、予混合圧縮着火燃焼の運転領域拡大による排出ガス低減の効果を調べたものである。論文内容は以下のようにまとめられる。</p> <ol style="list-style-type: none">(1) NO_x とスモークを同時低減できる予混合圧縮着火燃焼の運転負荷は、吸気弁閉時期(IVC) を遅閉じにすることにより、着火遅れ期間を長期化することで可能である。本論文において、予混合圧縮着火燃焼の運転負荷が最大で BMEP=0.6MPa (Ne=1000rpm) まで拡大できることを実験により示した。(2) 予混合圧縮着火燃焼は、燃料高圧噴射と低スワールの条件でスモークの排出を抑えつつ EGR 率を高め NO_x の低減ができる。また、予混合圧縮着火燃焼の筒内圧力上昇率は、低スワール比と燃料高圧噴射を組み合わせ、EGR により吸気酸素濃度を低下させた条件で燃焼開始時期を TDC から適度に遅らせることで大きく低減することが可能である。(3) 以上の実験結果を基に本研究により拡大した予混合圧縮着火燃焼の運転領域における NO_x と PM の JE05 モードにおける排出レベルを評価した。その結果、予混合圧縮着火燃焼の運転領域を部分負荷の広い範囲に拡大することで、従来のディーゼル燃焼を主体とした研究開始時の排出ガスの結果に対し、PM の排出レベルを同等で NO_x を 38%低減することが可能になった。 <p>本論文により得られた知見は、予混合圧縮着火燃焼の運転負荷拡大の手法を示し、ディーゼル機関の排出ガス低減に向けた開発に効果的に寄与するものと考えられる。</p> <p>論文審査会や公聴会において、申請者により学位論文に基づいた発表がなされ、研究内容が学位論文のレベルに達していることを確認した。審査委員からの質問への回答も適切になされ、申請者の研究に対する理解度は高いと考える。</p> <p>以上のことから、本論文は博士 (工学) の学位に値するものと審査委員会全員一致で判断した。</p>			