

主 論 文 要 旨

報告番号	甲(乙)第	号	氏名	鈴木 達明
主論文題目： DME (Dimethyl Ether) 低圧噴射圧縮着火エンジンの燃焼特性とその燃焼改善に関する研究				
(内容の要旨) ディーゼルエンジンの排出ガス浄化方法のひとつとして、ジメチルエーテル(略称 DME) を利用したエンジン内における燃焼改善が注目されている。DME は低コスト製造方法が確立され、その性状からハンドリングが容易で無煙運転が可能であるなど、ディーゼル代替燃料としての有効性が報告されている。一方で、DME は低粘度であることから、燃料噴射系における潤滑不足による磨耗や漏れに対する問題が懸念されている。また、これら DME 圧縮着火エンジンにおける研究は、その殆どが大型エンジンを対象としており、小型エンジンにおいては生産台数の多さにもかかわらず絶対排気量が小さいことから、その研究例は少ない。 そこで本論文では、DME を燃料とする小型圧縮着火エンジンに、ガソリン直接噴射の技術を援用した低圧噴射を試み、エンジン性能、排気特性の実測結果を通じてその燃焼について検討したものである。実験の結果によれば、燃焼系パラメータの最適化を行った場合、DME 低圧噴射圧縮着火エンジンにおける燃焼室内ガス流動を強化することにより短期間の混合気形成が実現できることが明らかになった。このとき、ディーゼル燃焼を噴射時期により容易に制御でき、高いエンジン性能を維持しながらも良好な排気特性を得ることができる可能性を明らかにすることができた。また、負荷試験においても、実用運転領域を明確にすることにより、小型圧縮着火エンジンにおける DME 低圧噴射の有効性を示した。 本論文は、全 5 章で構成されており、以下に各章ごとにその要旨を述べる。 第 1 章では、結論として研究背景を述べるとともに、小型圧縮着火エンジンに対する DME 低圧噴射時の燃料供給方法の最適化の意義を明らかにし、本研究の目的について述べている。 第 2 章では、DME は噴射と同時にガス化が進行することから、ガソリン直接噴射の技術を援用した DME 低圧噴射圧縮着火エンジンを対象にして、そのエンジン性能、排気特性の実測結果を通じて燃焼状態を考察している。すなわち、十分な混合期間が存在する早期噴射では、予混合吸入圧縮着火燃焼と同等のエンジン性能、排気特性が得られ、噴射時期を上死点側に遅角することで高温酸化反応が活発になり、その後ディーゼル燃焼に移行して最高出力が得られることが明らかとなった。しかし、上死点近傍では十分な混合気形成が得られず、緩慢な燃焼とともに未燃成分が増加して出力が低下するために、この点が本エンジンの重要な課題である。 第 3 章では、DME 低圧噴射圧縮着火エンジンにおける上死点近傍での燃料噴射の混合気形成と燃焼促進を図るために、予混合気の吸気管吸入と直接噴射の併用すなわち予混合アシストによる方法と、流入空気のスワール強化による方法について検討している。すなわち、予混合アシストによる燃焼改善では、上死点近傍での燃焼が活発になるものの、十分な改善効果は得られない。一方、スワールの強化による燃焼改善効果は、上死点近傍の燃料噴射で顕著に現れ、高い正味平均有効圧力が得られる噴射時期範囲の拡大と著しい出力低下を抑えることができる。これらの実験結果から、本エンジンにおける燃焼改善は、シリンダ内のガス流動を積極的に利用した混合気形成と燃焼促進が有効であることが明らかになった。 第 4 章では、小型圧縮着火エンジンにおける単室でのガス流動の強化は、付加装置のない状態では限界があるため、副室式圧縮着火エンジンを用いて、副室内に発生する渦流を積極的に利用し、DME 噴霧内への空気導入の促進を図った結果を述べている。すなわち、副室の連通孔面積、副室容積の最適化を行った結果、上死点近傍での燃料噴射でも短期間の混合気形成が可能になり、噴射時期による容易な燃焼制御でサイクル効率の改善が可能である。さらに、これにより高負荷での運転領域が確保されると同時に、高い熱効率の維持と良好な排気ガス特性が得られることを明らかにした。 第 5 章では、結論であり、本研究で得られた結果を概括し、小型圧縮着火エンジンにおいて DME 低圧噴射を検討する上で必要な条件を整理し、本研究の更なる発展について展望している。				