

急速圧縮機を用いたディーゼル燃焼に関する研究

日大生産工(院) ○塩澤 武留 日大生産工 菅沼 祐介
野村 浩司

1. まえがき

地球温暖化や化石燃料の枯渇などの環境問題が発生し、21世紀に入り、世界的に環境改善に向けた取り組みがいつそう盛んになっている。また原油価格の高騰など、石油をエネルギーとして使用する産業や自動車などの交通機関に与える打撃は大きく、既存の内燃機関では対応することが困難になる。アメリカ、EUでは温室効果ガスの排出削減に向け、ハイブリッド車を含めた内燃機関を有する自動車の新車販売を2035年に事実上禁止にする方針が発表された。それにより電気自動車の普及率は上昇していくと考えられる。しかしながら、現在街中を走行している自動車のほとんどが電気自動車に置き換わるには解決すべき課題が多く残っている。これらの対策として内燃機関ではディーゼルエンジンが注目されている。

ディーゼルエンジンは、1897年に Rudolf Christian Karl Diesel が発明し、それ以前に発明、実用化された火花点火機関に対して、電気系統が不要なことや燃料消費率が優れていることから、主に一般の乗用車以外の、乗用車よりは過酷な使用を前提に発達してきた。[1]日本では1959年に初めて乗用車に用いられたが、2000年頃から日本の乗用車では黒煙の吐出や騒音が大きいことから敬遠されていた。また、排出ガス対策に対しても、ガソリンエンジンは三元触媒により画期的にNOxを低減できるのに対して、ディーゼルエンジンでは排ガス中に酸素が存在するため、三元触媒を使うことができないなど技術的な対応が困難だったことも日本でディーゼル乗用車が普及しない原因であった。しかしながら、ディーゼルエンジンの欠点であった黒煙の排出を限りなく除去する技術やエンジン騒音の低減、NOx対策が行われたこと、ディーゼルエンジンはガソリンエンジンと比較して熱効率がいため、燃料消費量が少ない。つまりCO₂の排出量が少なくなる。ほかにも、ディーゼルエンジンの燃料である軽

油はガソリンと比較して燃料製造段階におけるCO₂排出量が少ないことも注目されている理由として挙げられる。

近年、より強化される排ガス規制[2]や騒音規制をクリアするとともに、燃料経済性のさらなる向上、コスト、始動性などの改善が強く望まれている。これらの改善方法の一つとして乗用車用ディーゼルエンジンでは低圧縮比化が挙げられる[3-5]。従来のディーゼルエンジンの開発では、理論熱効率を向上させるために高圧縮比にする傾向にあった。しかしながら、高圧縮比化にすることで摩擦の増大や圧力上昇による機械的強度が必要となることから、コストや重量、振動の増大に繋がるという問題がある。また、燃焼温度が高くなり、NOxの排出量が増大することも問題として挙げられる。一方、低圧縮比化にすることで理論熱効率は下がるが、機械効率が大きく向上し、コストや重量、振動を低減することが可能となる。また、燃焼温度の低下によってNOxの排出量を低減することができる。

低圧縮比ディーゼルエンジンの大きな課題として、筒内温度の低下による自着火温度不足になることが挙げられる。

近年注目されているディーゼルエンジンだが、未だ多くの課題が残っている。そのため本研究ではディーゼル燃焼において水素またはアンモニアを燃料に添加して燃焼させた際の排出ガス特性を調べるため、急速圧縮機により実験を行う。本報では、急速圧縮燃焼装置の準備状況について報告する。

2. 実験装置および実験手順

Fig.1に本研究で使用する実験装置の概略を示す。実験装置は、急速圧縮機、オイルドライブ、計測装置系から形成される。シリンダ内径は60mm、ピストン行程100～130mmである。想定回転数は900rpm、圧縮比は11～18まで変更可能である。オイルドライブは窒素ボンベ、サージタンク、作動流体加圧ピストン、および

Research on diesel combustion using a rapid compressor

Takeru SHIOZAWA, Yusuke SUGANUMA and Hiroshi NOMURA

各部品を接続する配管で構成される。配管中にはエアアクチュエータ付きボールバルブを設置している。オイルドライブの概要を Fig.2 に示す。

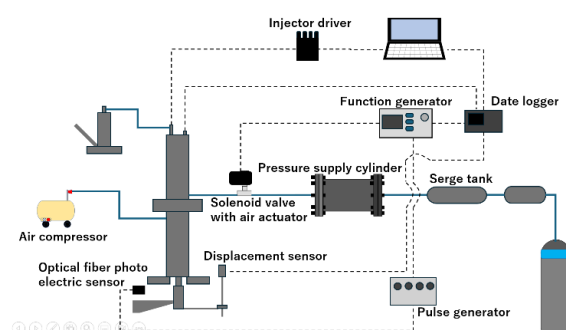


Fig.1 Experimental apparatus.

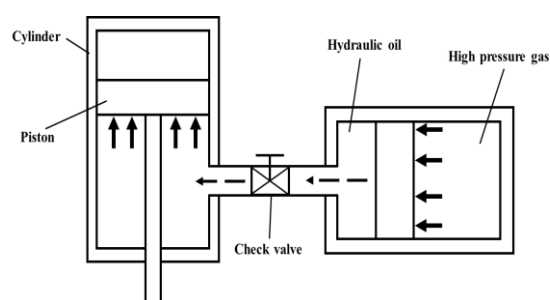


Fig.2

Principle of rapid compression machine system

窒素ボンベから供給された高圧窒素ガスが作動流体加圧ピストンシリンダ内のフリーピストンを介し作動流体を加圧する。低粘性と耐食性を考慮し、作動流体には灯油を使用している。エアコンプレッサからソレノイドバルブを介して圧縮空気をエアアクチュエータ付きボールバルブに送る。ファンクションジェネレータにより電気信号を与えることでソレノイドバルブが開き、エアアクチュエータが作動してボールバルブが開く。これにより、灯油が急速圧縮機のピストン背後部を加圧し、圧縮が行われる。計測装置系は、磁歪式リニア変位センサ、圧力センサ、直流増幅器およびデータロガーで構成される。

3. 実験装置準備状況と今後の計画

本実験で使用する急速圧縮機は過去に他の用途で用いられていた実験装置[6]を改修して使用する。そのため、装置の健全性確認から実

施した。はじめに、作動流体加圧ピストンシリンダおよび、燃焼容器の分解を行った。各部のシールに劣化や傷が無いことを確認し、再組み立てを行った。シール部は定期確認のため、作動流体加圧ピストンシリンダ蓋部を取り外す作業が発生するが、現状では作業性が悪かったため、これを改善するための追加加工を行った。実験手順を確認しながら、急速圧縮機の再組み立てを行っており、実験再現性向上を目的としたセンサの追加や、実験手順のミスを削減するための操作パネルの製作等を進めている。今後、装置の機能検証を経て、本研究テーマの実験を進める計画である。

4. 参考文献

- [1]. 鈴木孝幸:自動車用ディーゼルエンジンの理論と実際, 山海堂 (2007), pp. 2-11
- [2]. 環境省ホームページ, 自動車排出ガス専門委員会 (第 60 回) 議事次第・配布資料, 今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について (第十三次答申) 及び (第十三次報告) 【今後の検討課題部分抜粋】
<http://www.env.go.jp/council/07air-noise/y072-60/ref01.pdf>
- [3]. 近藤千尋, 山根浩二, 熊澤直人, 河崎澄, 高セタン価 FAME を用いた低圧縮比直接噴射式ディーゼル機関の火花放電による着火促進, 日本機械学会論文集 (B 編), 78-792, pp. 1441-1450, (2012)
- [4]. 小山 崇, 藤原 清, 長江 正浩, 伊藤 寿記, 大木 久, 友田 晃利, トヨタ自動車 (株) “乗用車用ディーゼルエンジンの低圧縮比化技術の研究” 自動車技術会論文集 42(3), 747-752, (2011)
- [5]. 人見 光夫, 中井 英二, 寺沢 保幸, 高松宏志, 志茂 大輔, “走る歓びと環境性能を両立する新世代クリーンディーゼルエンジン (2. 2L) の開発 : 超低圧縮比 14.0 コンセプトの実現”, 日本機械学会誌 116(1134), 300, (2013)
- [6] 平成 29 年度修士論文, 関根元輝
急速圧縮機を用いたマイクロプラズマ波による噴霧液滴の点火・燃焼促進効果に関する研究