

メカトロニクス教材としての電子制御ディーゼルエンジンの活用

函館高専 ○川合政人、函館高専 切明隆司

要 旨

本校には、自動車用ディーゼルエンジンが設置されており、卒業研究等の題材として利用されている。本エンジンは、メカトロニクスの基本要素である各種センサ・アクチュエータ・コントロールユニットを実装しており、メカトロニクスに関する最適な教材である。そこで、このディーゼルエンジンを教材として活用するために行ってきた改善の一部を報告する。

1. はじめに

機械工学は電気電子工学と密接な関連を持っており、機械工学を学ぶ学生にとって電気電子工学に関する知識・技術を習得することは必須である。そのためには、座学での基礎知識習得と同等に、実践的・体験的学習が重要と考えられる。発表者らはメカトロニクスの適用例として自動車用ディーゼルエンジンに注目し、各種センサ・コントロールユニット・アクチュエータの動作を学生に提示可能なシステムの構築を試行中であるので、その一部を報告する。

2. 既存設備

本校機械工学科内燃機関実験室に設備されている供試機関の諸元を表1に示す。基本的に、ディーゼルエンジンは燃料噴射量の調整により出力制御を行う。本エンジンは制御ユニットによる電子制御が行われており、燃料噴射制御を行うために吸気温度や吸気圧力、燃料温度など多くのセンサ情報を利用している。アクチュエータとしては、燃料噴射を行うインジェクタや排気再循環（EGR）を行うバルブを駆動するための空圧制御機器（バキュームスイッチングバルブやレギュレータ）などが装備されている。写真1は既存設備風景で、右（奥）側にエンジン本体、左（手前）側に電気動力計が設置されている。エンジンと動力計は変速機、トルク計測器を介して接続されている。

3. 改善内容

（1）既存配線の再構成

供試機関には自動車搭載用のハーネスケーブルをそのまま流用しているため、エンジン運転には関係の無い配線も多く含まれている。そこで、エンジン運転状態把握を容易とするため不要な配線を排除することにした。そして、エンジンに付属するセンサおよびアクチュエータと制御ユニットとの間に端子台を設けた。これにより、各種センサ出力の確認が容易となり、正常時の計測はも

表1 DE 主要諸元

形式	いすゞ自動車 4JX1 4サイクル水冷直列 DOHC
排気量 (ℓ)	2.999
シリンダ数	4
内径×行程 (mm)	95.4 × 104.9
最大出力 (kW/rpm)	118/3900
最大トルク (N・m/rpm)	333/2000

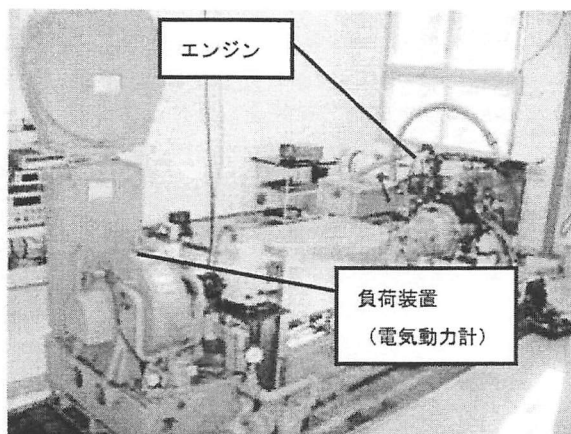


写真1 既存設備風景

ろんのこと、エンジンに不具合が発生した際のトラブルシューティングにも役立っている。また、端子台の制御ユニット側端子へ、パソコンに装備した DA 出力ボードの出力端子を接続することで、容易に擬似信号の入力を行うことができるようになった。これは後述するアクセルコントロールで使用している。

（2）吸気スロットルバルブの遠隔操作

当実験室では、卒業研究としてディーゼルエンジンの軽負荷運転時の排気温度上昇に取り組んでおり、そのために吸気量制御を行っている。吸気量制御は吸気システムに取付けられたバタフライバルブの開度を調整することに

より行っている。従来は、エンジン停止中に角度目盛りに合わせてバタフライバルブ開度を手動で調整し、エンジンを再始動してデータの採取を行っていた。しかし、この方法ではバルブ開度変更ごとにエンジン停止・再始動が必要となり、効率的ではない。そこで、バルブをパソコンより遠隔操作できるように改善した。バルブ駆動には、市販のホビー用サーボモータを用い、サーボモータ制御ユニットを1チップマイコン（ATMEL社AVR[AT90S2313]）を用いて製作した。制御ユニットとパソコン間はRS232Cで接続した。これにより、エンジン運転中にパソコン上の操作でリアルタイムにバルブ角度の変更を行うことが可能となった。

(3) アクセルコントロールの遠隔操作

供試機関では自動車搭載用のハーネスケーブルをそのまま流用しており、アクセルコントロール回路にはアクセルペダルに装着されるポテンショメータがそのまま接続されていた。そのため、エンジン回転数の調整ではポテンショメータを手動操作していたが、アクセル開度の微調整は困難でエンジン性能測定を効率的に行う妨げになっていた。そこで、パソコンに装備しているDA変換ボードの出力をポテンショメータの代わりに制御ユニットに接続することとした。そしてパソコンからポテンショメータ出力に相当する0~5[V]を任意に出力可能とした。その結果、任意の実験条件（エンジン回転数）に設定する場合、改善前のポテンショメータを手動調節する方法に比べて改善後は出力の微調整が容易かつ確実となった。これにより、パソコン上から自由にエンジン回転数の制御が可能となり、エンジン性能測定実験の効率化に大きく寄与した。なお、パソコン上でのDA出力を行うプログラムは卒業研究の一環として学生が作成した。その際、ポテンショメータがアクセル開度検出など位置検出に広く使用されていることやDA変換の概要、またDAボード出力を擬似信号として接続する方法などについて実例を提示することができた。

(4) シリンダ内圧力計測¹⁾

運転中のエンジン内部、特に燃焼部を観察することは困難である。それは、1サイクル中の燃焼がごく短時間であること、観察環境が高温高压であることなどが挙げられる。その中で、燃焼圧力の測定は比較的容易に実施可能な観察方法である。シリンダ内の圧力変化は、シリンダ内の燃焼状態を推定する上で重要なデータであり、また図示出力（作動ガスが発生する出力）を算出するために必要なデータである。

シリンダ内圧力計測の概要を図1に示す。図中エンジン本体からデータロガにいたる部分の部品作製や接続は卒業研究の一環として学生が行った。データロガに取り

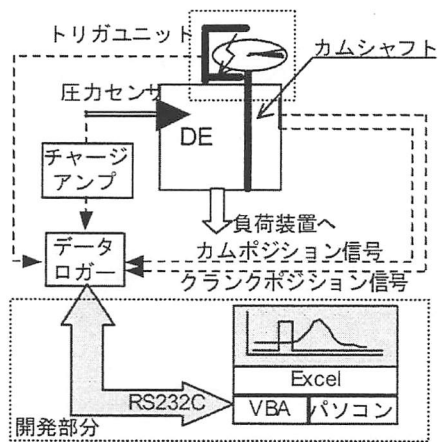


図1 シリンダ内圧力計測システム概略図

込まれるデータ量は大量であるので、パソコンへのデータ送信が行えることが作業効率化の点で望ましい。また、採取データの処理やグラフ作成はEXCELで行うので、直接EXCELファイル形式で保存できることが望ましい。そこで、EXCELの付属機能である、Visual Basic for Applications (VBA)を用いて、データ読み込みとデータロガ制御を行うプログラムを作成した。シリアル通信部分には無料のシリアル通信モジュール²⁾を用いた。

4. 今後の課題

現在、供試機関をメカトロニクス教材として授業への活用するために改善中である。今後は、個別に改善を試みてきたプログラムの統合を行う予定である。そして、パソコン上で各種センサ値およびアクチュエータへの制御値を視覚的に把握可能とすることが課題である。

謝辞

本研究の一部は、平成17年度科学研究費補助金（奨励研究）「メカトロニクス教材としての電子制御ディーゼルエンジンの活用」によるものである。

参考文献

- 1) ディーゼルエンジン筒内圧計測システムの構築—VBAを用いたデータ通信ソフトの開発—、川合、切明、秋葉、函館工業高等専門学校紀要集 No.39, pp.85-88
- 2) VB・VBA用シリアル通信モジュール EasyComm 木下隆氏ホームページ (<http://www.activecell.jp/ec/index.htm>)