

クリーンディーゼルエンジン制御 モジュール

Clean Diesel Engine Control Module

あらまし

本稿では、ディーゼルエンジンの排気ガスクリーン技術、およびそれを実現するためのエンジン制御モジュール（ECM）を紹介する。商用車に搭載するECMは、軽量化、低コスト化が求められ、シャーシ搭載可能な構造が必要になってきている。開発したECMは、高圧・微粒子化（コモンレール技術・燃料噴射技術）された燃料を適正量、かつ適正タイミングで燃料噴射するための処理能力を有し、また小型・中型・大型トラックに搭載可能となるよう、エンジン近傍のフレーム取付けに耐える耐環境性能を実現している。

Abstract

This paper describes exhaust gas cleaning technology for diesel engines and the engine control modules (ECM) that realize that technology. An ECM mounted in commercial vehicles must be lightweight and low cost, and its structure conducive to mounting on a chassis. This technology employed for developing the ECM achieves the processing capability to jet high-pressured and fine-grained fuel with accuracy by using common rail and fuel injection technologies, and offers the environmental durability to withstand frame installation work near the engines of small, midsize, and heavy-duty trucks.



大森 篤（おおもり あつし）
（株）トランストロニック エンジン制御
開発部 所属
現在、ディーゼルエンジンECMの
開発に従事。

まえがき

1968年の「大気汚染防止法」の制定に伴い、保安基準にガソリン車の排出ガス規制が制定された。ディーゼル車に対しては、1972年に黒煙規制が制定され、さらに1974年に一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物の排出ガス規制が制定された。

近年では、1994年に短期規制、1998年に長期規制、2003年に新短期規制、2005年に新長期規制（いずれも施行は10月）が制定されるなど、短期間で次々と厳しい規制が導入されている。

従来のディーゼルエンジンのイメージと言えば、「うるさい」、「汚い」、というものだった。しかし近年のディーゼルエンジンは、1990年代後半に革新的な進歩を遂げ、非常にクリーンで静かなものとなっている。このクリーンなディーゼルエンジンを実現した技術には大きく分けて、「燃焼最適化技術」、「排出ガス後処理技術」、「電子制御技術」の三つが挙げられる。

(1) 燃焼最適化技術

燃焼最適化技術としては、コモンレール式燃料噴射システムが挙げられる。従来の機械式燃料分配システムに対し、高圧ポンプにより高圧化された燃料をコモンレールと呼ばれる筒状の蓄圧室に溜め、各気筒ごとに設置されたインジェクタを車両状態に応じて最適制御することにより、微粒化された燃料の量と噴射タイミングを最適化し、排出ガスの削減や騒音・振動を抑えることに寄与している。

(2) 排出ガス後処理技術

排出ガス後処理技術としては、DPD（Diesel Particulate Defuser）が挙げられる。エンジン本体で浄化し切れなかった排出ガスを排気直前に処理するものであり、フィルタを用いて黒煙の元である^{すす}煤を補集し、溜まった煤の強制的処理・再生を繰り返すことにより連続的に煤を処理する技術である。

(3) 電子制御技術

電子制御技術として、上記燃料噴射システムにおける最適制御を実現するため、1997年より、いすゞ自動車様（以下、いすゞ自動車）^①と内製化ECM（Engine Control Module）の商品化を進めてきた^②

本稿では、国内新長期排気ガス規制に対応した最新のECM開発の概要について紹介する。

ECM開発の概要

本章では、2006年にいすゞ自動車より発売された、国内長期排気ガス規制対応のエルフ・フォワードに搭載されたECMの開発概要について述べる。

● ECMの概要

ECMは、エンジン出力・燃費・排出ガスの清浄度を向上させるために、エンジンや車両の状態を検出する各種センサからの入力信号を基に、燃料噴射量および噴射タイミングを高精度に制御するものである。

またECMには高度化・複雑化するシステムに対応するため、自己診断およびフェールセーフ機能も持ち合せている（図-1）。

● 開発のねらい

いすゞ自動車が進められているエンジン制御システムの標準化を基に、新長期排出ガス規制対応の中小型商用車用ECMとして、下記コンセプトで開発を行った。

(1) 共通モジュール化

いすゞ自動車共通化設計されたエンジン制御システムを基に、中小型商用車用共通モジュールとして2車型（エルフ・フォワード）、3機種エンジン（4気筒3.0L、4気筒5.2L、6気筒7.8L）に対応した。これにより開発効率の向上、および低コスト化に寄与できた。

(2) グリーン化

ECMは、環境保護をねらいとしているため、環境を考慮した設計でなくてはならない。2001年のディーゼルエンジン用ECMの商品化より、鉛フリー化・クロムフリー化に取り組み、今回の新長期排出ガス対応品で95%以上の鉛フリー化と100%のクロムフリー化を達成している。

ECM開発技術

開発技術の特徴としては、シャーシ搭載対応技術（エンジン近傍のフレーム取付け）が挙げられる。

近年、商用車においても乗用車同様電子制御化が進み、車両制御コントローラの搭載が増加しており、車室内搭載するスペースの確保が非常に難しくなっている。また軽量化および低コスト化の目的からも、2001年モデルよりシャーシ搭載可能な構造を有している（図-2）。

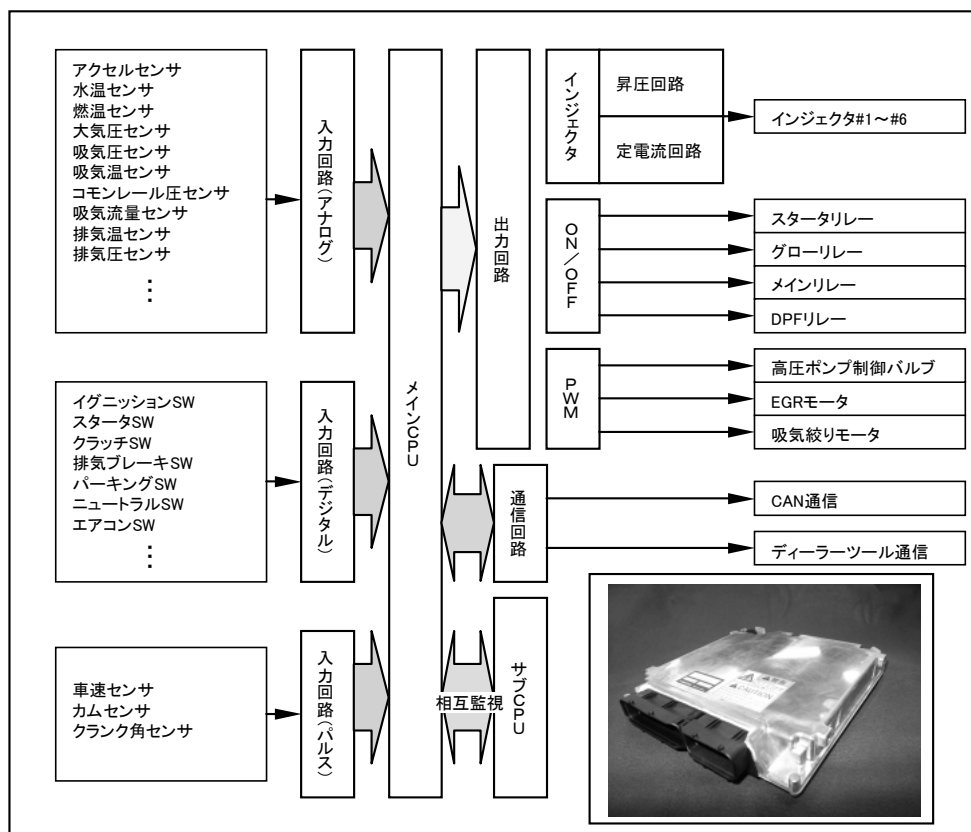


図-1 国内新長期排出ガス規制対応システムの概要

Fig.1-Outline of system for new long term exhaust emission restriction in Japan.

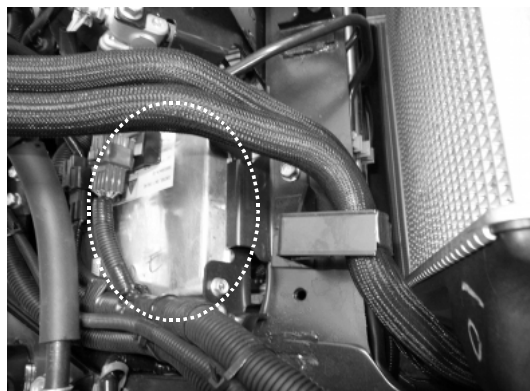


図-2 ECMのシャーシ搭載例

Fig.2-Example of mounting on chassis.

車室内搭載とシャーシ搭載の仕様差を表-1に示す。車室内搭載仕様に対してシャーシ対応仕様は、温度、耐水、振動、のいずれもが非常に厳しい要求となっている。これらの要求を満足させるために、以下の技術を開発した。

(1) 温度対応

ECM内部発熱を抑えた回路設計、高温対応を考

表-1 ECMにおける車室内搭載とシャーシ搭載の仕様差

| 項目 | 搭載場所 | 車室内搭載仕様 | シャーシ搭載仕様 |
|--------|------|---------|----------|
| 保存温度 | | -40~85℃ | -40~125℃ |
| 作動保証温度 | | -30~75℃ | -40~105℃ |
| 耐水性 | | 防湿~防滴 | 散水~浸水 |
| 耐振性 | | ~4.5 G | ~7.0 G |

慮した部品選定、適正な部品実装配置、放熱効率を考慮した構造設計が必要である。部品選定において重要なのはプリント基板であり、高温側に幅広い温度変化を考慮した信頼性の確保が必要である。基板の熱膨張・収縮によるストレスがビアホール部の接続信頼性の低下を引き起こす。これは基板の厚み方向の線膨張率が面方向に比べて大きいことに起因している。本ECMでは8層樹脂基板を採用しているが、これらの対応としてガラス転移温度 (Tg) が高く、Z方向の線膨張率が低い基板材料の選定とビアホール部の適正なめっき厚の設定で解決している。また基板材料選定、およびメーカ選定に至る事前検討やTEG基板を用いた事前評価においては、富士通ア

ドバンステクノロジーの協力を得て行っている。

部品実装配置においては発熱が大きいパワー系の部品を分散させたり、実装面を分離させたりすることによりマイコン周辺の局所的な温度上昇を抑えることができる。反面、これらは製造プロセスや品質にも影響を及ぼすため、生産部門との連携が必須である。より適正な部品実装配置を実現させるため、本ECMでは設計初期段階で熱シミュレーションによる解析を行い、従来試作品による発熱計測の繰返しによって行ってきた熱設計プロセスを改善している。

(2) 耐水対応

耐水対応としては、撥水フィルタを付けた呼吸構造とし、コネクタを防水仕様とした上でアルミダイキャスト製ケースと板金カバーを液状シリコーン剤でシーリングしている。樹脂の充填などによる完全密閉タイプに比べ、製造コスト面で有利であり、また充填樹脂の温度変化に伴う熱膨張によるはんだ接合部位への影響もない。

(3) 振動対応

自立型のIMD部品や高さが高い一部のSMD部品を液状シリコーン剤で固定することにより解決している。このようにして開発した撥水フィルタ、アルミダイキャスト製ケース、および防水コネクタを図-3に示す。

今後の課題

より厳しい排出ガス規制に対応していくために制御システムはより複雑になり、要求精度もより高く

なっていくであろう。それに伴い入出力信号の増加、CPUの処理能力・メモリアップは必須である。一方、厳しい車両搭載条件を満足していくためには、実装部品の高集積化などにより実装密度を上げていかなければならず逆にECM内部の発熱は高まり、より有効な放熱対策が必要となってくる。

また近年、材料費高騰の煽りを受ける中、価格要求は年々厳しくなり低コスト設計は必須である。これらを達成していくためには個々の要素技術を磨き、新たな先行技術として築き上げていかなければならないと考える。

む す び

本稿では、ディーゼルエンジンの排出ガスクリーン技術、およびそれを実現するためのECMについて述べた。

大気汚染、地球温暖化が叫ばれ、自動車を取り巻く環境はより厳しいものになった。反面、人の移動、物資の流通に今や自動車はなくてはならないものである。一昔前までは、汚い・うるさい・臭いといった印象のディーゼルエンジンであったが、ここ数年で大きく変わりつつあるのは事実である。トラックやバスが黒煙を出しながら走っていく姿は、ほとんど見かけなくなった。路線バスに乗れば、信号停止中はアイドリングストップでエンジンが自動的に止まる仕組みになっている。

日本の排気ガス規制は、世界で最も厳しいものである。技術的には非常に高いハードルであるが、自動車メーカーとの共同開発において、より優れた商品

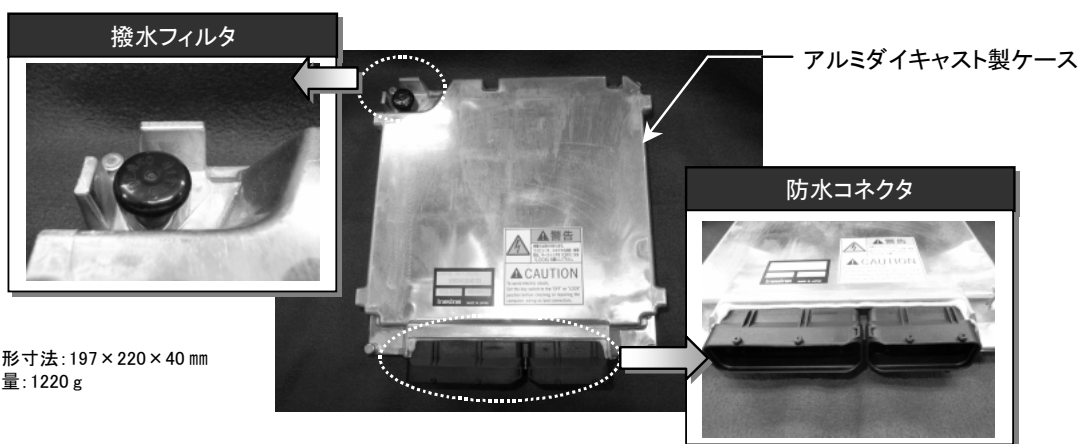


図-3 ECMの外観構造
Fig.3-Structure of ECM externals.

提供ができるよう、より一層努めていきたい。そして今後も地球規模の環境保護に貢献できるような商品開発を目指していきたいと考える。

参考文献

- (1) いすゞ自動車ホームページ.
<http://www.isuzu.co.jp/>
- (2) 米本宜司ほか：エンジン制御ECU
'05標準モデルの開発. 富士通テック技報,
Vol.23, No.2, p.8-14 (2005).

