

Development of DME Engine for Heavy-duty Truck

中村 明 (日産ディーゼル)¹⁾佐藤 由雄 (交通研)²⁾

Akira Nakamura (Nissan Diesel)

Yoshio Sato (NTSEL)

Key Words: Alternative Fuel, Emission, Engine Performance / DME, Heavy-Duty, Truck

1. はじめに

日本の大都市におけるNO_xやPMなどによる大気汚染は、大型ディーゼル車の寄与率が高く、その対策が早急に求められている¹⁾。ジメチルエーテル(以下DME)はその低公害性から、ディーゼル自動車用のクリーン燃料として期待されている。

筆者らは、世界初となる車両総重量 20 t 級の長距離・高速輸送用大型 DME トラックを開発した。ここでは、本車両に搭載した DME エンジンの開発について報告する。

2. 開発目標

開発車両に搭載したDMEエンジンの開発目標を以下に示す。

排出ガス : NO_x = 0.5g/kWh 以下 (新長期規制値の1/4)

PM = 0.0g/kWh (ほぼゼロ)

CO = 2.22g/kWh 以下 (新長期規制値)

NMHC = 0.17g/kWh 以下 (新長期規制値)

燃費・出力 : ベースディーゼルエンジンと同等

3. DME エンジンの開発

DME エンジンの主要諸元を表 1 に示す。大型トラック搭載用としての動力性能を確保するため、ボア 108mm、ストローク 126mm、排気量 6.9L の直列 6 気筒ターボ・インタークーラ式ディーゼルエンジンをベースとした。

3.1. DME エンジンの燃焼系開発

(1) 燃料噴射圧力

燃焼系開発にあたり、各運転領域において、燃料噴射圧力が燃焼に及ぼす影響を調査した。コモンレール式噴射システムを使用し、燃料噴射圧力を 19 から 38MPa の範囲で変更した。低速・高負荷運転領域での試験結果を図 1 に示す。低 NO_x 領域では、燃料噴射圧力が低いほうが CO、THC の悪化が少なく、19MPa の燃料噴射圧が最適であった。

一方、高速運転領域ではタービン入口の排気温度により運

転領域が制限されるため、定格回転数において、燃料噴射時期を一定とし、各燃料噴射圧力によるトルクと排気温度の関係を調査した。排気温度限界内で目標出力レベルを確保するためには、38MPa 程度の燃料噴射圧が必要であった。

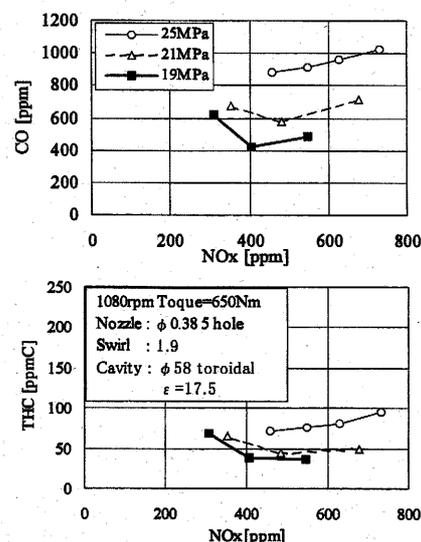


Fig.1 Effect of fuel injection pressure in the low-speed and high-load operating area

(2) ノズル噴孔数

ノズル噴孔数が燃焼に及ぼす影響を調査した結果を図 2 に示す。低速運転領域では、噴孔数の増加による CO と燃費の改善が大きい。高速運転領域では、この傾向は逆転する。このことから、低速から高速での性能のバランスを考慮すると、6 噴孔ノズルが最適と考えられる。

3.2. 車両搭載用噴射システム

(1) ジャーク式噴射システムの適用

DME エンジンは、低速運転領域で高圧噴射の必要がなく、高速運転領域でも 38MPa 程度の噴射圧力で良いことが分かった。そこで、車両搭載用エンジンには、ジャーク式噴射システムを採用した²⁾。

2005 年 11 月 25 日日本機学会会埼玉ブロック大会講演会

1) 日産ディーゼル工業(株)(362-8523 埼玉県上尾市大字 1-1)

2) (独)交通安全環境研究所(182-0012 東京都調布市深大寺東町 7-42-27)

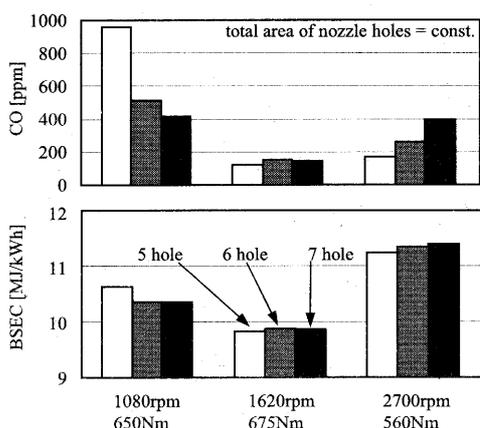


Fig.2 Influence of nozzle hole number

(2) ジャーク式噴射システムによる燃焼特性

図3にDMEエンジンとベースのディーゼルエンジンのNOxとCO、軽油換算燃費のトレードオフ特性を示す。ディーゼルエンジンは噴射時期遅延によるNOx低減限界が4g/kWh付近であるが、DMEエンジンは極端な燃費の悪化がなく、3.6g/kWh付近までNOxを低減することが可能である。

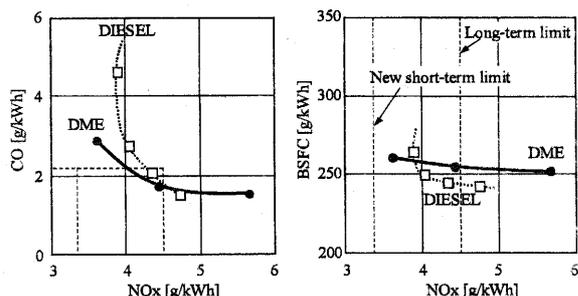


Fig.3 NOx-BSFC trade off characteristics (D13 mode)

(3) DMEエンジンの動力性能

図4に車載用DMEエンジンの動力性能を示す。DMEエンジンは黒煙排出による運転領域の制限がないため、低速運転領域では、ベースのディーゼルエンジンに対して大幅なトルクアップが可能である。

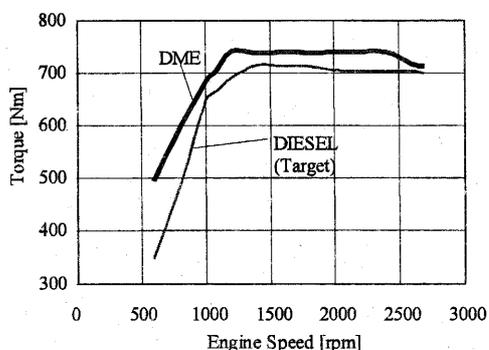


Fig.4 Full load performance of DME engine

3.3. 排出ガス低減技術

DMEエンジンは排気ガス中にススを含まない。この特徴を活かし、ターボチャージャ・タービン入口の排気マニホールドより取り出した排気ガスをターボチャージャのコンプレッサ上流に戻す大量EGRシステムを採用した。

さらに、DMEを還元剤とする吸蔵還元触媒システムを採用した⁽³⁾⁽⁴⁾。

EGRおよび吸蔵還元触媒による排出ガス達成値を図5に示す。各排出ガス成分ともに目標レベルをクリアすることができた。

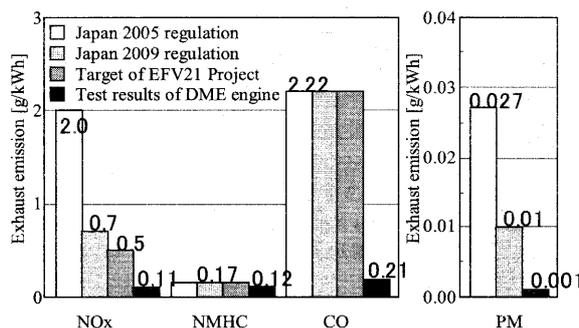


Fig.5 JE05 Exhaust emission performance

5. まとめ

- ・ベースエンジンと比較し、同等以上の動力性能を達成した。
- ・EGRと触媒の適用により、排出ガスの目標値をクリアした。
- ・DME車はベース車と同等の動力性能である。
- ・実路環境下での機能や実用性、信頼性・耐久性等の評価・調査が必要である。

本研究開発は、国土交通省の「次世代低公害車開発促進プロジェクト」⁽⁶⁾の一環として実施した。本研究開発にあたり、協力頂いた関係各位に対し感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 自動車排出ガス原単位及び総量に関する調査結果について：環境省，平成10年3月26日，<http://www.env.go.jp/press/press.php3?serial=349>
- (2) 牛山，野田，野崎，及川：列型 Jerk 式噴射系を用いたDME噴射性能調査，自動車技術会春期学術講演会前刷集 No. 49-03 (2003)
- (3) 李，佐藤，高柳，野田，山本：DMEエンジンにおける吸蔵還元型触媒のNOx低減効果に関する研究，自動車技術会春期学術講演会前刷集 No. 14-04 (2004)
- (4) 佐藤他6名：大型DMEトラックの研究開発，自動車技術会春期学術講演会前刷集 No. 20055298
- (5) 次世代低公害車開発促進プロジェクトの開発車種：国土交通省・報道発表資料，平成14年7月26日，<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha02/09/>