

第 3 部門 B の研究活動に関する報告

(平成 20～平成 21 年度)

研究課題名：軽油，BDF，DME の混合比が及ぼす ディーゼル燃焼の解析

行本正雄，平沢太郎

Abstract: This study evaluates flammability characteristics of BDF(Bio Diesel Fuel) and DME(Dimethyl Ether). The experiment burns light oil, BDF, DME and the blend fuel by using the micro diesel generator. The amount of CO, NOx, HC and smoke in exhaust emission is measured. The amount of NOx and smoke was less when the blend fuel D20 of 80%BDF and 20%DME was burnt.

Keywords : BDF, DME, 燃焼, 排気ガス

1. 研究報告

1.1 研究報告の概要

1.1.1 研究目的

非常用電源として用いられているディーゼル発電機の代替燃料としてジメチルエーテル（以下，DME）が注目されている．DME は常温常圧では気体であり，燃焼させても PM(微粒子のすす)が排出されない．しかし DME は発熱量が小さく，潤滑性が悪いため，バイオディーゼル燃料（以下，BDF）を混合させることで補うことで改善できる．BDF はカーボンニュートラルの考えから CO₂ の削減も期待できる．

本研究では産業技術総合研究所，交通安全環境研究所，JFE グループの DME 燃焼研究を調査し，発電機の最新動向および問題点を明らかにするとともに，報告例の少ない小型ディーゼル発電機を用いて DME-BDF 混合燃料である DME10:BDF90 の D10 及び，20:80 の D20 と，液体燃料である軽油，軽油 50:BDF50 の B50，BDF100% の B100 の排ガス特性及び燃費の評価を行う．

小型ディーゼル発電機での DME およびバイオマス系混合燃料での試験研究は国内外とも初めてである．

1.1.2 研究計画

BDF，DME の燃焼研究と発電機の最新動向および問題点を調査し，その課題を整理する．さらに，ヤンマー(併製小型空冷ディーゼル発電機で DME-BDF 混合燃料の燃焼を行うにあたっての発電機の改造，燃焼特性及

び燃費の評価を行う。

行本：DME，BDF の使用実績の調査を行い，課題を抽出した．発電機の実験での指揮を取り，データを解析した．

平沢：発電機の構造や改造の指導ならびに燃焼理論の構築，発電機実験方法や解析の助言を行った．

1.2 研究成果

1.2.1 従来の研究

JFE グループ，産業技術総合研究所，交通安全環境研究所が行った DME 燃焼技術に関する研究成果を以下に示す．

(1) JFE グループ

PM，NO_x の削減，軽油使用時よりも CO₂ 排出量を削減できることを報告するとともに DME 大型ディーゼルエンジン発電システムや DME 自動車普及に向けて研究開発を行ってきた¹⁾．

(2) 産業技術総合研究所

ディーゼルエンジンにおける DME の排ガス測定を行い，HC，NO_x は軽油の排気濃度に比べ減少し，PM は全負荷範囲で 0 という報告をしている．また，総重量 8 トンの DME トラックの研究開発し，大臣認定により平成 16 年 10 月 20 日にナンバーを取得した²⁾．

(3) 交通安全環境研究所

DME エンジンの現状と課題として NO_x や PM の低減が可能であることや，未規制物質の低減には噴射系適正化と触媒が有効であると報告し，平成 21 年度に DME 自動車の実証運行モデル事業を開始した³⁾．

1.2.2 発電機の改造

DME は常温常圧では気体であるので，現在の装置では供給ライン上や燃料噴射ポンプで減圧沸騰を起こし，燃料の不整噴射・機関停止を及ぼす恐れがあるため実験が行えない．そのため，燃料を加圧しながら供給できるようにするにあたり，現在の発電機の燃料供給ラインを耐圧性のあるステンレスホースに変える改造を行った．

発電機の外観を図 1，改造後の燃料供給ライン図を図 2 に示す．改造箇所は純正燃料タンクを D10，D20 用の耐圧燃料タンクに変更し，燃料タンクからポンプとニードル(インジェクタ)から過剰分の燃料を燃料タンクに戻すラインを変え，窒素ボンベのラインを繋げ加圧する．それ以外の改造は行っていない．



図 1 発電機の外観

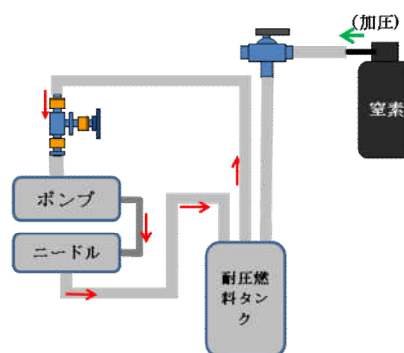


図 2 改造後の燃料供給ライン

1.2.3 燃焼実験

D10，D20 と液体燃料を小型ディーゼル発電機に用いて，燃焼特性を比較し，評価を行った．排ガスの測定

結果を図2～6に示す。COは高負荷になると燃料による差が少なくなる。HCはD10の排出量が負荷の増大とともに減少し、D20の排出量は1000WまではD10と同様に減少し、2000Wで大きく増加した。NO_xは各燃料とも負荷の増大と共に排出量が増加し、D10、D20は他の燃料よりも排出量が少ない。D10、D20でのPMの排出量は無負荷では他の燃料よりも多いが、2000WではDME混合率の増加に伴い排出量は少ない。燃費は各燃料による差は少ない。

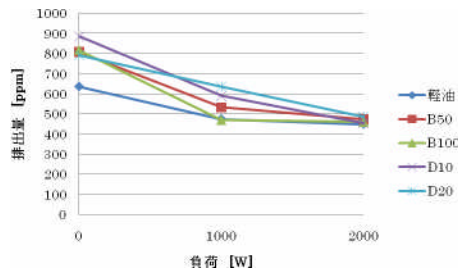


図3 COの排出量

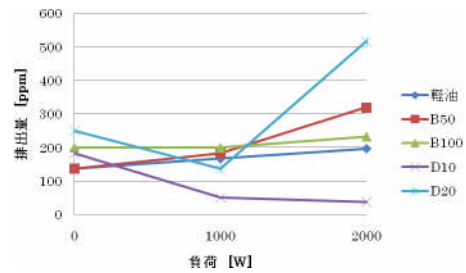


図4 HCの排出量

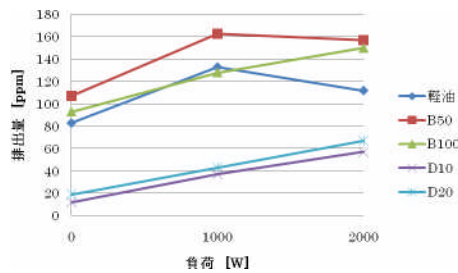


図5 NO_xの排出量

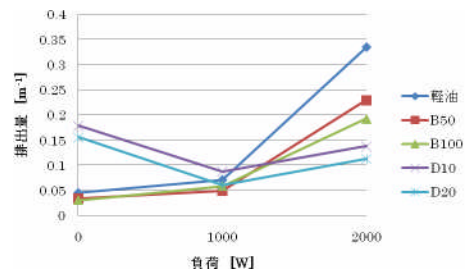


図6 PMの排出量

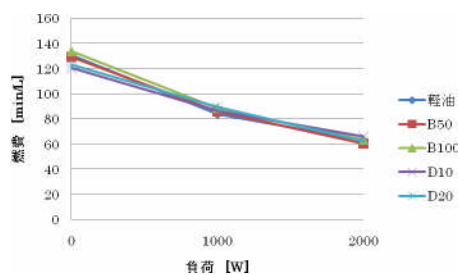


図7 燃費（軽油換算）

2. 研究の考察

燃料供給ラインの改造だけでDME-BDF混合燃料を燃焼させることに成功した。

高負荷時のPMの排出量からDMEを混合させることによりPMの排出量を抑制できる。無負荷時での排出量増加の原因は液体燃料のNO_x排出量に対してD10、D20の排出量が非常に少ないことから燃焼温度が低いことが考えられる。また、液体燃料とD10、D20及び、D10とD20におけるHCの排出特性の差は、燃料供給ラインのみの改造により燃焼を行ったため、DME-BDF混合燃料に適した燃料噴射系でなかったことや、加圧したことによる燃料の過剰供給などによる異常燃焼による可能性が高い。

以上のことからDME-BDF混合燃料は燃料供給ラインの改造だけで燃焼させることが可能であるが、無負荷

時の燃焼温度低下等の問題があり, これらの燃焼特性を改善するにあたり, 燃料噴射系などの改造も行う必要がある。

3. 研究発表

中島江梨香, 桜井研二, 行本正雄, 天然ガスと石炭から製造した DME の利用に関する環境評価, 第 24 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文要旨集, 119(2008)

中島江梨香, 吉川直樹, 行本正雄, DME と軽油の採掘から利用までのライフサイクルインベントリー分析, 第 17 回日本エネルギー学会大会講演要旨集, 340-341(2008)

行本正雄, 中島江梨香, 吉川直樹, DME・発電ハイブリッドシステムの設計と評価, 第 13 回動力・エネルギー技術シンポジウム講演論文集, 375-378(2008)

中島江梨香, 吉川直樹, 磯英, 行本正雄, 廃プラスチックのガス化および DME 合成システムの設計と評価, プラスチックリサイクル化学研究会 (FSRJ) 第 11 回討論会予稿集, 87-88(2008)

吉川直樹, 中島江梨香, 行本正雄, 超小型ディーゼル発電機を用いた軽油, BDF、混合燃料の排ガス特性, 第 14 回動力・エネルギー技術シンポジウム講演論文集, 483-484(2009)

吉川直樹, 中島江梨香, 行本正雄, 混合燃料の製造と超小型ディーゼル発電機を用いた燃焼評価, 第 18 回日本エネルギー学会大会講演要旨集, 428-419(2009)

4. 学会誌等

行本正雄, 中島江梨香, DME・発電ハイブリッドシステムの設計と評価, 日本機械学会誌, 75, 751B, 496-498(2009)

引用文献

- (1) 大野陽太郎, 吉田雅裕, 鹿田 勉, 猪越 治, 小川高志, 井上紀夫: DME(ジメチルエーテル)の新直接合成技術と利用技術, JFE 技報 No.6, pp.70-75, 2004
- (2) 後藤新一, 小熊光晴, 鈴木信市: Research and Development of GVW 8-ton Type DME Vehicle, Journal of the Japan Institute of Energy, 84, pp325-330, 2005
- (3) 佐藤由雄, 川村淳浩, 及川 洋, 徳丸武志, 神田尚樹, 大塚 寿, 吉田淳一: ジメチルエーテル(DME)自動車の実用化・普及に向けた実証運行モデル事業, 交通安全環境研究所フォーラム 2009 講演概要, ポスターセッション No.12, pp123-126, 2009