

平成19年度事業の概要

●耐久機による試験

同一のエンジンを使用したマイクロコージェネパッケージにDMEとLPGの混合燃料で運転可能な平成18年度に開発したコントローラーやミラーカムを搭載して耐久テストを行った。また、排気ガス中に含まれるDMEやホルムアルデヒドの低減のため酸化触媒を搭載して耐久テストを行った。200時間おきにDME混合割合と運転条件を変更して耐久前後でエンジン性能を比較し、始動性とLPGとDME30%の切り替え運転を行いエンジン制御特性の変化を調査した。ノッキングしにくい状態からノッキングしやすい条件に変更して耐久運転を実施した。DME30%のリーンバーンとストイキ、DME40%のリーンバーンと空気過剰率1.1、DME50%のリーンバーンの運転条件で運転しDME50%以外で全て問題なく運転できた。また、燃料ガス組成の切り替えも可能であった。

酸化触媒の浄化率については横浜液化ガスターミナルでのテストのためFITRや排ガス5成分計が使用できないので、CO計と検知でホルムアルデヒドを測定した。1000時間後でも耐久前の浄化性能はほぼ維持されていた。

表1 結果一覧表

DME 割合	エンジン諸元	性能	コスト
0%	従来	○	○
5%一定	特に変更の必要なし	○	○
10%一定	負荷により点火時期と空気過剰率の設定を変更。	○	○制御マップ変更。設定変更のため一台毎の作業が発生。
20%一定			
30%一定			
40%一定	点火時期、空気過剰率変更が必要。ストイキでの運転は不可。	○（リーンバーンのみ。ストイキでは運転不可。）	△制御マップ変更、設定変更のため一台毎の作業が発生。
50%一定	耐久運転中にノッキングが発生。	×	×リーンバーンセンサー破損。
急激（10%が2, 3秒で変化）にDME割合（0-30%）が変化する場合	実際に燃料ポンベを切り替えテストを行ったが、こうした急激な変化は見られなかった。		
ゆっくり（10%が数分で変化）DME割合（0-30%）する場合	A/FセンサーによるF/BとA/Fバルブの開度からDME割合を推定する機能が必要。	△DME推定精度が全域で維持できない可能性がある。	△A/Fセンサーを搭載し、制御ロジックを変更する必要がある。

- ・ 技術的にはDME割合40%が可能であるが、コスト耐久性を考慮してDME割合30%で実機展開を推奨する。

●混合ガスの燃焼シミュレーション解析

ここでは多次元モデルと化学動力学的に多数の化学種を逐次計算することによって、DME が LPG に混合した際のノッキング現象をシミュレートした。まず、ベンチで計測した実機の筒内圧力から求めた熱発生率、ノッキングインテンシティと排気ガス組成を基にシミュレーションの合わせこみを行った。化学種が多くとも実際の計算結果に影響がある反応式は限られているので、反応式の数を減少させることによって計算時間を短縮した。次にノッキング発生時には燃焼室のライナー壁付近で発生しているホルムアルデヒドとその酸化過程がノッキングの発生に寄与していることが分かった。そこで、平成 19 年には燃焼室形状を変更し、DME 混合時のノッキング限界の向上を図った。この結果、スキッシュ強さを低くしたバスタブ燃焼室やトロイダル燃焼室のノッキング限界が低いことが分かった。

●課題

研究で以下の課題として残された。

- ・ 排気ガス中には DME とアルデヒド類、蟻酸が存在するので酸化触媒を搭載して 1000 時間の耐久を行ったが市場では、30000 時間の耐久性を要求するので確認が必要である。また CO とホルムアルデヒドの浄化性能の評価だけでは不完全であって、排気中の DME 濃度やホルムアルデヒド濃度の計測が必要である。
- ・ DME 割合が排気中にはホルムアルデヒドが数十 ppm 含まれるが、触媒後流でも 20 ppm 排出されている条件もあり、浄化性能が十分ではなく酸化触媒の改良が必要である。
- ・ DME 混合割合が高い場合ノッキングを検出して点火時期を自動制御する必要があるので、イオン電流によるノッキング検出装置を装備耐久試験の結果ノッキング検出が不安定であり実用化にあたって改良が必要である。
- ・ DME 50% で A/F センサーが破損している。排気ガス中に含まれる水が原因と思われるが、センサーの分解調査による原因調査が必要である。
- ・ 潤滑油消費量及び潤滑油劣化は未計測、点火プラグの磨耗は変化しておらず数千時間の耐久評価が必要である。
- ・ DME 割合が高い場合、燃焼室形状の変更が有効であることがシミュレーションと実験によりある程度判明したが、耐久性や制御の組み合わせを行っておらず実用化までに工数が必要である。

すなわち、現時点では初期耐久評価のみが終了したのであってさらに本格的な数千時間レベル

の耐久評価を行う必要がある。