

軽油着火過給ガスエンジンにおける バイオ燃料の燃焼・排気特性

1. はじめに

温暖化ガスである二酸化炭素排出を低減するためには、再生可能エネルギーのバイオマスを有効利用することに注目が集まっている。天然ガスエンジンの普及にともない、木質系、廃棄物系バイオマスを原料とし、ガス化炉から発生した熱分解ガスを燃料としたガスエンジンシステムが研究開発されている。熱分解ガスは、水素、一酸化炭素や不活性ガスを多く含み、発熱量が低いために、高い熱効率を得るためには、着火システムならびに過給システムが必要である。ここでは、熱分解ガスを吸気管から供給し、電子制御方式の軽油パイロット噴射により着火、燃焼させる過給式ガスエンジンの燃焼、排気特性を述べる。軽油パイロット噴射量を調整することで、低カロリーガスにおいても高い安定着火を得ることができる。また、希薄燃焼にすることでノッキングを抑制しつつ低NO_x化を図り、過給により高効率・高出力化を試みた。

2. 試験ガス組成

バイオマスからの熱分解ガスを燃料とするガスエンジン特性を把握するため、小型単気筒エンジンを用いて試験を行った⁽¹⁾。供試機関はシリンダ直径96mm、行程108mm、圧縮比16の浅皿型燃焼室を持つ水冷4サイクル単気筒機関である。吸気管に噴射した熱分解ガスは、吸気管内で空気と混合した後、燃焼室に吸入させ、少量の軽油噴射により着火させた。本研究では、木質系や廃棄物などのバイオマスによるガス化プラントから発生する熱分解ガスを想定し、表1の成分の模擬ガスをを用いて試験を行った。熱分解ガスは、バイオマスの種類やガス化炉の運転方法などにより組成が変化する。タイプ1は水素の割合が大きく、タイプ2は一酸化炭素を増やしたガスとしている。タイプ3は水素の割合を減らした低カロリーガスを模擬し、タイプ4は、天然ガスとの混焼を想定している。

表1 熱分解ガスのガス組成

	H ₂ (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	CH ₄ (%)	N ₂ (%)	低発熱量 (MJ/Nm ³)
タイプ1	30.4	23.9	36.6	3.1	6.0	7.4
タイプ2	22.3	27.6	23.2	2.7	24.2	6.8
タイプ3	13.7	22.3	16.8	1.9	45.3	5.0
タイプ4	14.6	19.4	16.0	28.9	21.1	14.4

3. 燃焼・排気特性

シリンダ内の燃焼を調べるため、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 素子型高速度カラーカメラを用いて撮影した。エンジンシリンダ内を可視化可能なように延長ピストンを用い、ボトムビュー方式により撮影した。図1に熱分解ガス(タイプ2)と空気の混合気に軽油噴射したときの連続写真を示す。4孔ノズルから噴射された軽油は、4方向で自着火が起これ、これが着火源となり多点着火により熱分解ガスへの確実な点火が起これる。連続写真から、火炎核はノズル出口から少し離れた空間で発生し、ここからブルーフレームの火炎伝播が起これシリンダ内に広がっていることがわかる。

図2に熱分解ガス組成を変えた場合のエンジン性能特性ならびにNO_x排出量を示す。一般的な熱分解ガスであるタイプ1, 2に関しては、出力、熱効率も違いはなく、希薄燃焼の場合でも高い出力を維持し、効率も32%以上となる。発熱量が小さいタイプ3のガスは、出力も小さく、熱効率も若干低くなる。タイプ4の場合は、出力は維持できるが、熱効率が悪くなる。どのガスにおいても希薄燃焼を実現することで、低NO_x化が達成できている。

4. おわりに

軽油着火過給ガスエンジンにおいて、バイオ燃料による熱分解ガスを燃料としたエンジン性能、燃焼・排気特性を検討している。木質系、廃棄物系バイオマスを想定した熱分解ガスにおいても、軽油マイクロパイロット着火を用いることで安定した燃焼が可能になる。また、過給することにより高い出力を維持したまま、希薄燃焼するこ

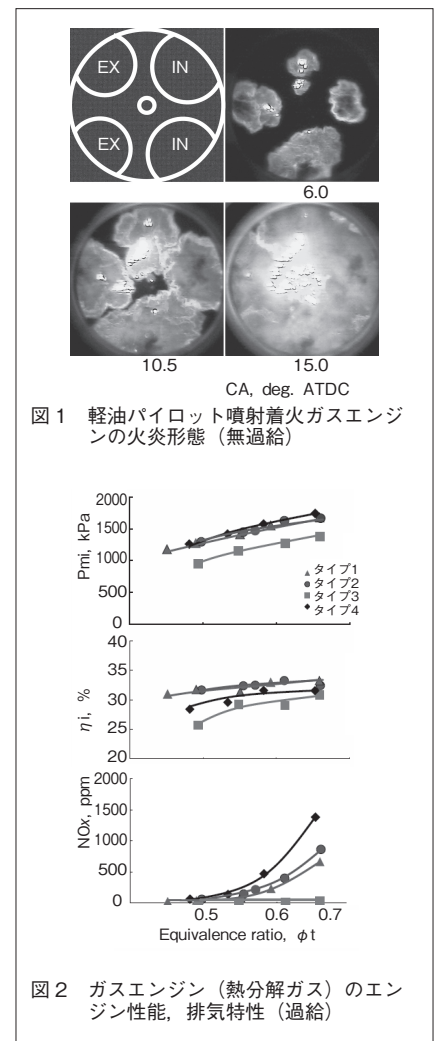


図1 軽油パイロット噴射着火ガスエンジンの火炎形態(無過給)

図2 ガスエンジン(熱分解ガス)のエンジン性能、排気特性(過給)

とでNO_xを大幅に低減できる。今後、このようなガスエンジンをガス化プラントなど発電システムへ適用する場合の一助となれば幸いである。

(原稿受付 2008年3月4日)

〔富田栄二 河原伸幸 岡山大学, 薦田哲男 三井造船(株)〕

●文献

- (1) 深谷信彦・ほか, バイオマスを用いた熱分解ガス軽油着火過給エンジンにおける燃焼および排気特性, 日本機械学会論文集, 73-730, B (2007), 1337-1344.