

220 汎用小型ガソリン機関の燃焼改善に関する一考察(第2報)(熱工学IV)

SHINKAI, Tatsuya / 田島, 麻衣子 / 川上, 忠重 / TAJIMA, Maiko / 新海, 達也 / KAWAKAMI, Tadashige

(出版者 / Publisher)

日本機械学会東北支部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

日本機械学会東北支部総会・講演会講演論文集 / 日本機械学会東北支部総会・講演会講演論文集

(巻 / Volume)

2006

(号 / Number)

41

(開始ページ / Start Page)

91

(終了ページ / End Page)

92

(発行年 / Year)

2006-03-14

汎用小型ガソリン機関の燃焼改善に関する一考察(第2報)

A study of combustion improvement for standard type small gasoline engine

○学 田島 麻衣子 (法大院) 学 新海 達也 (法大院) 正 川上 忠重 (法政大)

Maiko TAJIMA, Faculty of Engineering Hosei University, 3-7-2 Kajino-cho, Koganei, Tokyo

Tatsuya SHINKAI, Faculty of Engineering Hosei University, 3-7-2 Kajino-cho, Koganei, Tokyo

Tadashige KAWAKAMI, Hosei University, 3-7-2 Kajino-cho, Koganei, Tokyo

Key words: Small Gasoline Engine, Oxygen Concentration, Electronic Fuel Injection

1. 結論

今日、環境問題の深刻化から、排ガス規制を強化する取り組みが進んでおり、燃焼改善のための更なる技術開発が望まれている。内燃機関の燃焼生成物低減に関する研究は、汎用性及び需要台数の観点から中型・大型機関を対象とした研究が多く、多くの研究者によって行われ、その研究成果も数多く報告されている。しかしながら、世界的に需要が拡大している小型機関(25cc~125cc程度)に関する研究に着目すると、機関形状の制約からその報告例は極めて少ない。小型機関の特徴として、燃焼室形状がコンパクトな為、火炎伝ば進行距離が短縮され異常燃焼(Knock)の発生を抑制することが知られている。しかし、その燃焼室の形状制約から、機関内の燃焼特性を観察することは極めて困難である。

そこで本研究では、小型機関の詳細な燃焼特性を把握する手法として、新たに機関内に1) 極小イオン電流検知針 2) 圧力センサを設け、各運転条件での①火炎伝ば速度¹⁾ ②燃焼圧力²⁾を観察することにより、燃焼室内の火炎挙動を把握し、さらに、小型機関における火炎伝ば速度に及ぼす吸入空気性状と負荷の影響についても検討を行った。

また小型機関の燃焼改善に関する指針を得るために、まず手始めとして燃料供給方法をキャブレター方式から3) 電子制御燃料噴射装置 (Electronic Fuel Injection:以下EFI)³⁾に変更した場合の③燃焼圧力に及ぼす燃料噴射時期及び負荷の影響について検討を行い、併せてキャブレターを用いた場合と比較することにより燃料供給方法の影響についても考察を行った。

2. 実験装置及び方法

本研究に使用される実験装置は供試機関、動力計(東京メータ EA-10-L)、動力計制御器(東京メータ BTE5)によって構成されている。供試機関は本田技研工業製「スーパーカブ」用C50E 4サイクル単気筒ガソリン機関である。Table1に本供試機関の諸元表を示す。

①火炎伝ば速度

本実験においては、通常的手法では測定が極めて困難である小型機関の火炎伝ば速度を精度よく測定し、それにより小型機関内の燃焼状況を把握することが必要である。例えば、燃焼室に観察用ガラス窓やピストンを鏡面加工し、内部の燃焼状況を把握する手法は、燃焼室内形状の観点から困難であるため、イオンプローブ法が採用された。

②燃焼圧力 (キャブレター)

Fig. 1に燃焼圧力観察用制御系を示す。圧力センサはキスラー社製の水冷式ピエゾ型圧力センサを使用した。実験に際してまず、機関を十分暖気運転した後に、機関の絞り弁を調整することにより、各負荷状態において機関回転数を所定の回転数に固定し、オシロスコープのトリガースイッチを投入することにより、点火から火炎伝ば検知までの時間、最高燃焼圧力及び全燃焼時間を計測する。

また、低酸素濃度空気(19vol%, 17vol%)は圧縮空気と窒素で作成され、予め溜めておいた容器から機関吸入口を通して吸入させた。

③燃焼圧力 (EFI)

機関を十分暖気運転した後に、各負荷状態において機関回転数を所定の回転数に固定し、オシロスコープのトリガースイッチを投入することにより、最高燃焼圧力及び全燃焼時間を計測する。

EFIはFC-design製FI-M-B及びFI-M-Cを用いた。Table 2に諸元表を示す。

Table 1 Engine Specifications

Engine Type	C50E 4stroke Cycle Single Cylinder
Ignition System	Spark Ignition
Cooling System	Air-cooling
Bore*Stroke	39.0mm*41.4mm
Displacement	49cc
Valve System	OHC
Compression Ratio	10.0
Normal Jet Number	#72
Maximum Output	3.3kW/7000rpm
Maximum Torque	5.1Nm/4500rpm

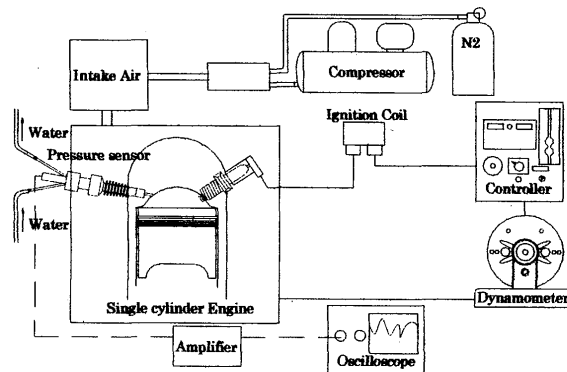


Fig.1 Control System

Table 2 EFI Specifications

Type (Throttle body)	FI-M-B
Material	Aluminum alloy
Weight	400g
Type(Controller)	FI-M-C
Control circuit	Digital logic type
Size	25mm*95mm*125mm
Weight	280g
Power source	DC12V

3. 実験結果及び考察

Fig. 2に、本実験で得られた無負荷条件における機関回転数に対する火炎伝ば速度を、吸入空気酸素濃度をパラメータとして示す。ここでの火炎伝ば速度は点火先端から6mmと10mの位置で得られた火炎到達時間の差異から算出されたものであり、またデータプロットは各回転数で得られた火炎伝ば速度の算術平均値が用いられた。この図から明らかのように、各回転数における火炎伝ば速度は若干変動が

観察されるものの、吸入空気酸素濃度の増大に伴って増加しており、火炎温度の影響を示した結果となっている。また、どの吸入空気酸素濃度においても機関回転数の増大に伴って火炎伝ば速度は増加しており、中型・大型機関等の実験結果と一致している。したがって小型機関を用いた場合においても、イオンプローブ法を用いることにより比較的良好な火炎伝ば速度が得られていると思われる。また、吸入空気酸素濃度の火炎伝ば速度に及ぼす影響は高回転領域ほど、若干ではあるが増大している。すなわち、小型機関においても、ある程度の機関回転数の維持が可能であれば、吸入空気酸素濃度による燃焼制御が可能であることが示唆される。

Fig. 3 に無負荷条件での機関回転数に対する平均圧力上昇率を、吸入空気酸素濃度をパラメータとして示す。ここでの平均圧力上昇率は最高燃焼圧力から圧縮後の初期圧力を引いた値を全燃焼時間で除して算出されたものである。この図から明らかなように、各回転数における平均圧力上昇率は、どの吸入空気酸素濃度においても機関回転数の増大に伴って増加している。しかし吸入空気酸素濃度低下による平均圧力上昇率に及ぼす影響は、無負荷条件ではほとんど見られない。これは、燃焼室容積が小さいため、吸入空気の影響が少ないためだと考えられる。

Fig. 4 に動力計負荷 0.78Nm における機関回転数に対する平均圧力上昇率を、吸入空気酸素濃度をパラメータとして示す。本実験では回転数を 3000rpm~5000rpm の範囲で行った。この図から明らかなように、動力計負荷をかけた場合においても、各回転数における平均圧力上昇率は機関回転数の増大に伴って増加しており、無負荷状態に比べ、その上昇割合は若干ではあるが増加している。また、吸入空気酸素濃度が増大するのに伴って平均燃焼圧力の値も増加し、負荷をかけることにより火炎温度の影響を大きく示した結果となっている。これは、負荷をかけたことにより、吸入空気量が増大し、吸入空気の影響が増大したことによると考えられる。また、吸入空気酸素濃度の影響は、高機関回転数ほど小さくなる。すなわち、実走行可能な動力計負荷条件においても(3000rpm~5000rpm)、小型ガソリン機関を用いた場合には、低吸気酸素濃度での燃焼制御が可能であると思われる。

Fig. 5 に EFI を用いた場合の無負荷条件での動力計負荷に対する平均圧力上昇率を、噴射時期をパラメータとして示す。ここでの噴射時期は、吸気行程 (BTDC135°)、膨張行程 (ATDC45°)、排気行程 (ATDC142°) 及びキャブレターを用いた場合とした。この図から明らかなように、どの燃料噴射時期においても、機関負荷の増大に伴って平均圧力上昇率は増加しており、また、燃料供給方法に着目すると、EFI 方式の方がキャブレターを用いた場合よりも著しく増大している。すなわち、小型ガソリン機関においても EFI 燃料供給方法を用いることにより、燃焼改善が可能であることが示唆される。今後、部分負荷時の火炎伝ば速度及び質量燃焼割合についても検討を行う予定である。

4. 結論

- 汎用小型ガソリン機関の燃焼改善について検討を行った。
- (1) 汎用小型ガソリン機関内の火炎温度の火炎伝ば速度に及ぼす影響は、高機関回転数ほど顕著となる。
- (2) 低吸気酸素濃度による汎用小型ガソリン機関の燃焼制御は可能である。
- (3) 小型ガソリン機関内の平均圧力上昇率は、機関負荷の増大により単調に増大する。
- (4) 小型ガソリン機関においても、EFI 燃料供給方法は有効である。

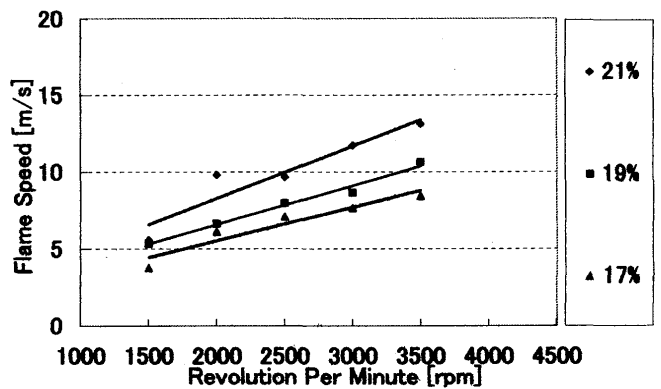


Fig. 2 Flame speed (0Nm)

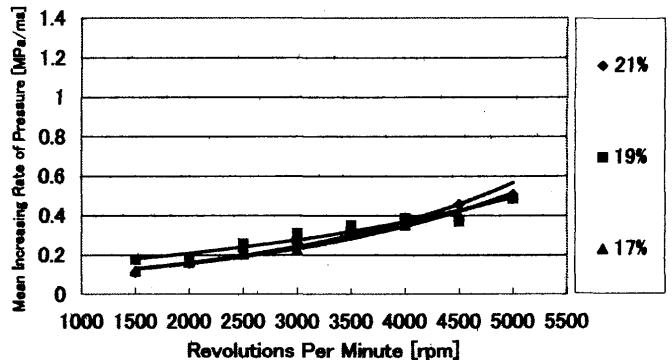


Fig. 3 Mean increasing rate of pressure (0Nm)

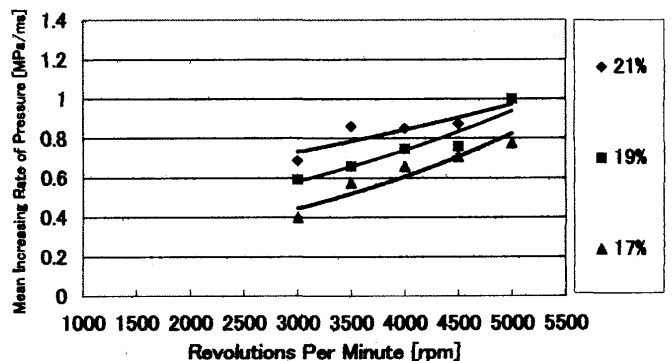


Fig. 4 Mean increasing rate of pressure (0.78Nm)

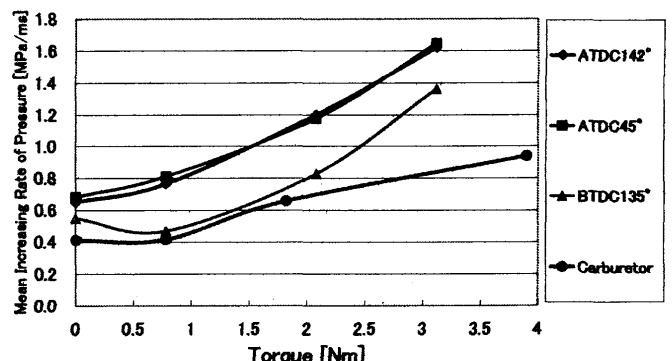


Fig. 5 Mean increasing rate of pressure (EFI)

参考文献

- 1) 新岡嵩, 他 2 名, 燃焼現象の基礎, (2002), 17, 61, オーム社
- 2) 廣安博之, 他 2 名, 内燃機関, (1986), 59, コロナ社
- 3) 藤沢英也, 他 3 名, 新電子制御ガソリン噴射, (1993), 14, 28~31, 山海堂