

小型ガソリン機関の火炎伝ば速度に及ぼす雰囲気酸素濃度の影響について(G.S. エンジンシステム, OS5:宇宙環境の高度利用を目指して)

新海, 達也 / KAWAKAMI, Tadashige / SHINKAI, Tatsuya / 川上, 忠重

(出版者 / Publisher)

日本機械学会中国四国支部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

中国四国支部総会・講演会講演論文集 / 中国四国支部総会・講演会講演論文集

(号 / Number)

I

(開始ページ / Start Page)

155

(終了ページ / End Page)

156

(発行年 / Year)

2004-10-25

409 小型ガソリン機関の火炎伝ば速度に及ぼす 雰囲気酸素濃度の影響について

Influence of Atmosphere Oxygen Concentration on Flame Speed for Small Gasoline Engine

○学 新海 達也 (法大院) 正 川上 忠重 (法政大)

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

Tadashige Kawakami, Faculty of Engineering Hosei University, Kajino-cho 3-7-2, Koganei, Tokyo

Key Words: Flame Speed, Ionization Probe, Small Gasoline Engine, Atmosphere Oxygen Concentration

1. 結論

近年、環境問題を考慮しての排ガス規制が年々厳しくなる傾向にあり、内燃機関の燃焼生成物低減に対する更なる技術の進歩が望まれている。これらの要求に応えるため、また自動車工学や燃焼工学的見地からも機関内の燃焼特性に関する詳細な知見が必要となる。このような観点から、現在多くの研究者によって、中型・大型ガソリン機関の燃焼特性に関する多くの研究成果が報告されている。^{1),2)}しかしながら自然環境、経済性に配慮した小型内燃機関(25~80cc程度)はその需要が世界的に著しく拡大しつつあり、更なる低燃焼生成物および低燃費に関する研究が求められているにもかかわらず、それを対象とした研究報告は極めて少ない。小型ガソリン機関はその燃焼室の形状制約から、そのエンジン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、小型ガソリン機関の詳細な燃焼特性を把握する手法として、新たにエンジン内に極小イオン電流検知針(イオンプローブ)を設け、各運転条件での火炎伝ば速度を観察することにより、小型ガソリン機関内の火炎伝ば速度に及ぼす吸入空気酸素濃度の影響について検討を行った。

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。Table 1 に本供試機関の諸元表を示す。

本実験においては、通常的手法では測定が困難である小型ガソリン機関の火炎伝ば速度を精度よく測定し、それにより小型エンジン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の形状の観点から困難であるため、イオンプローブ法を採用した。^{2),3)}

本実験での火炎伝ば観察用制御系を Fig.1 に示す。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、機関回転数を所定の回転数に固定する。つぎに火炎伝ば履歴観察用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が計測される。なお、本実験においては、点火端から火炎到達距離の差異による火炎伝

ば速度に及ぼす影響を評価するために、点火端からイオンプローブ先端までの距離を 6mm、10mm、12mm と調整可能となっている。また、吸入空気酸素濃度の変更は、予め溜めておいた低酸素濃度空気(17vol%、19vol%)を機関吸入口から吸入させた。さらに、機関に対する負荷の影響も検討するために、動力計により負荷を変更した場合(3種類(3N、5N、7N))についても併せて検討を行った。

Table 1 Engine Specifications

Engine Type	C50E 4-Stroke Cycle 1 Cylinder
Ignition System	Spark Ignition
Cooling System	Air Cooled
Bore×Stroke	39.0×41.4 mm
Displacement	49cc
Valve System	OHC
Compression Ratio	10.0
Normal Jet Number	#72
Maximum Output	3.3kW/7000rpm
Maximum Torque	5.1N/4500rpm

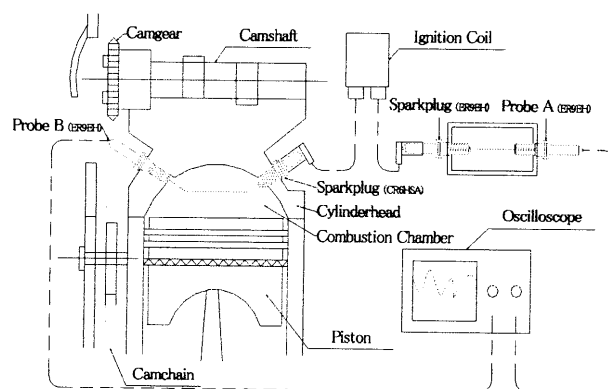


Fig.1 Control System

3. 実験結果および考察

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端から 6mm と 12mm の位置(以後: Probe6-12)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。この図から明らかなように、各回転数における火炎伝ば速度は若干変動は観察されるものの、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・大型ガソリン機関等の実験結果と一致している。したがって小型ガソリン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、小型ガソリン機関においても、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 に吸入空気酸素濃度 21vol%における、機関回転数に

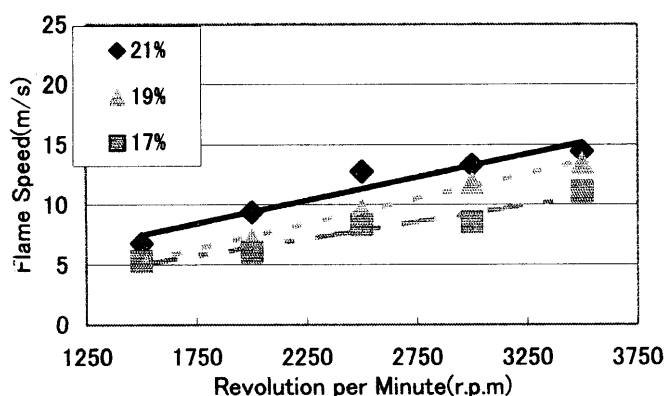


Fig.2 Flame Speed (Probe6-12, Jet Number #72)

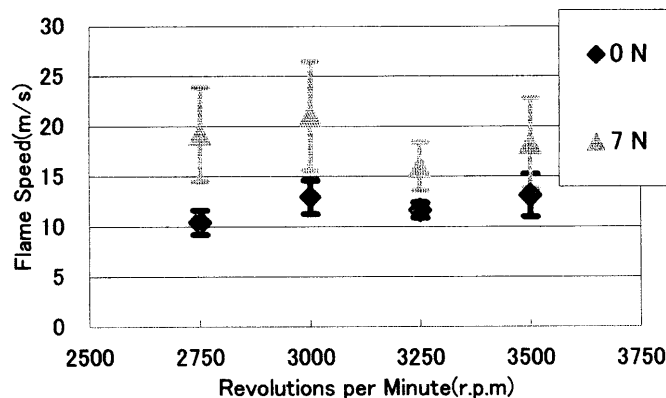


Fig.3 Flame Speed (Probe6-12, O₂:21vol%, Jet Number #72)

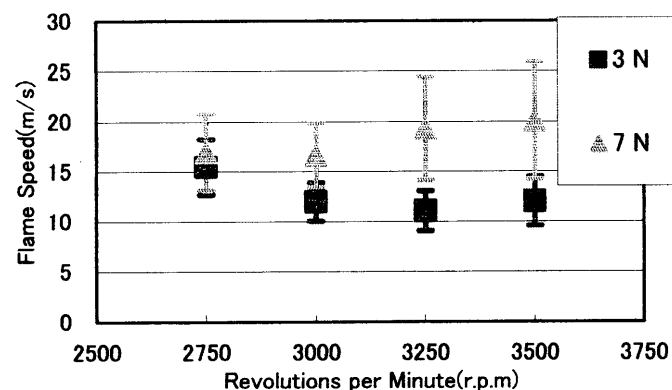


Fig.4 Flame Speed (Probe6-10, O₂:19vol%, Jet Number #72)

対する火炎伝ば速度を、動力計負荷をパラメータとして示す。本実験での動力計負荷は、小型ガソリン機関の作動範囲と動力計の制限から 0~7N の範囲とした。この図から明らかなように、どの機関回転数においても、機関負荷を加えることにより変動割合は増加し、また、同一機関回転数において、無負荷状態の場合よりも、得られた火炎伝ば速度は増加している。これは機関負荷を加えた場合には、絞り弁開度が無負荷状態よりも増加し、それにより、機関内で得られている空燃比が理論空燃比側に移行したためと考えられ、本実験での予備実験で得られている吸入空気圧力の結果と一致する。

Fig.4 に低吸入空気酸素濃度場での火炎伝ば速度に及ぼす機関負荷の影響を評価するために、吸入空気酸素濃度 19vol% の場合の火炎伝ば速度を示す。この図から明らかなように、先の吸入空気酸素濃度 21vol% の場合と同様に、低吸入空気酸素濃度においても、機関に負荷を加えることにより、火炎伝ば速度の変動割合は増加し、また、同一機関回転数においては、機関負荷の増大に伴って得られた火炎伝ば速度は増加している。ここで、各回転数における吸入空気酸素濃度の火炎伝ば速度に及ぼす影響について着目すると (Fig.3 参照)、機関負荷 7N では、比較的低回転数領域 (3000r.p.m. 以下) においては、吸入空気酸素濃度の減少に伴って、観察された火炎伝ば速度の平均値は減少し、また、その変動割合も減少している。これは、吸入空気酸素濃度の低下により、火炎温度が低下したためと思われる。さらに、高回転領域 (3250r.p.m. 以上) では、吸入空気酸素濃度の低下に伴って、火炎伝ば速度の変動割合は増加するが、観察された火炎伝ば速度の平均値は、吸入空気酸素濃度 21vol% の場合よりも若干の増大が観察された。すなわち、小型ガソリン機関においても、高回転領域においては、火炎伝ば速度の変動割合の減少が可能となれば、吸入空気酸素濃度による燃焼制御の可能性が示唆される。今後、各機関負荷条件において詳細に検討を行う予定である。

4. 結論

イオンプローブ法により小型ガソリン機関の火炎伝ば速度に及ぼす吸入空気酸素濃度の影響について検討を行った。以下に結果を示す。

- (1) 小型ガソリン機関内の火炎伝ば速度の測定は、極小イオン電流検知針を用いることにより可能である。
- (2) 小型ガソリン機関の吸入空気酸素濃度の火炎伝ば速度に及ぼす影響は、無負荷条件においては高機関回転数ほど顕著となる。
- (3) 低吸入空気酸素濃度領域においては、機関回転数により火炎伝ば速度に及ぼす酸素濃度減少の影響に差異が発生する。

参考文献

- 1) 廣安博之、他 2 名、内燃機関、(1986)、コロナ社
- 2) 水谷幸夫、燃焼工学、(1989)、森北出版株式会社
- 3) 小林清志、他 2 名、燃焼工学、(1988)、理工学社