

421 小型ガソリン機関の燃焼特性に及ぼす雰囲気酸素濃度の影響(熱工学 III, 2. 学術講演)

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

(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)

2005

(号 / Number)

40

(開始ページ / Start Page)

178

(終了ページ / End Page)

179

(発行年 / Year)

2005-03-15

小型ガソリン機関の燃焼特性に及ぼす雰囲気酸素濃度の影響

Influence of Atmosphere Oxygen Concentration on Combustion Characteristics 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: Mean Increasing Rate of Pressure, Flame Speed, Atmosphere Oxygen Concentration

1. 緒論

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。内燃機関の排ガス浄化と燃費低減を達成する技術として、触媒装置の改良などが有力視されているが、機関の燃焼現象を能動的に制御することも重要な課題である。この能動制御に際しては、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)}しかしながら小型ガソリン機関(25~80cc程度)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①極小イオン電流検知針(イオンプローブ)②圧力センサを設け、各運転条件での①火炎伝ば速度²⁾②燃焼圧力³⁾を観察することにより、燃焼室内の火炎挙動を把握した。さらに、小型ガソリン機関の燃焼室内の火炎挙動に及ぼす吸入空気性状と動力計負荷の影響についても検討を行った。

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。

Table 1 Engine Specifications

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

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⁴⁾⁵⁾が採用された。イオンプローブ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が 6mm、10mm、12mm の 3 本を使用した。

②燃焼圧力

本実験での燃焼圧力観察用制御系を Fig.1 に示す。圧力センサはキスラー社製の水冷式ピエゾ型圧力変換機を使用した。

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する。つぎに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、燃焼圧力及び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。

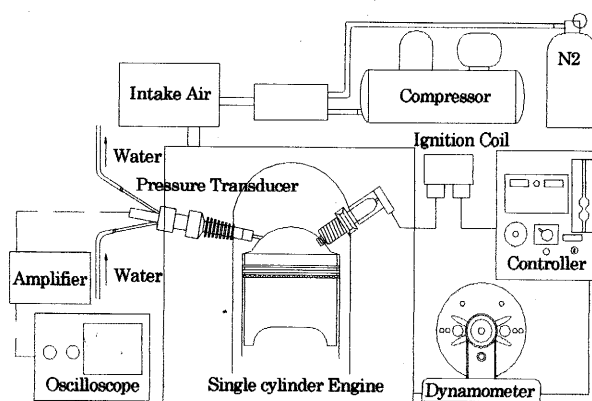


Fig.1 Control System

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 10m の位置(以後: Probe6-10)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。

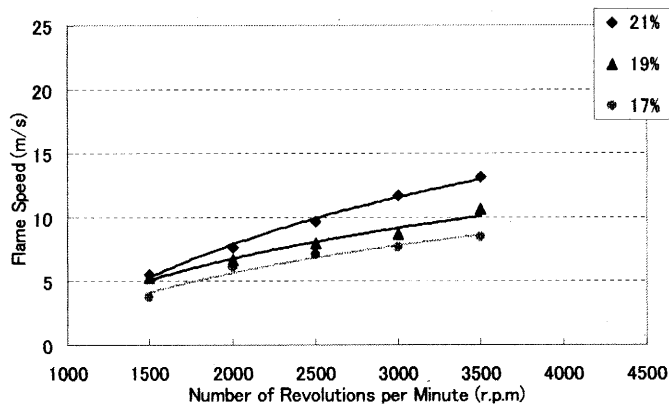


Fig.2 Flame Speed (0Nm)

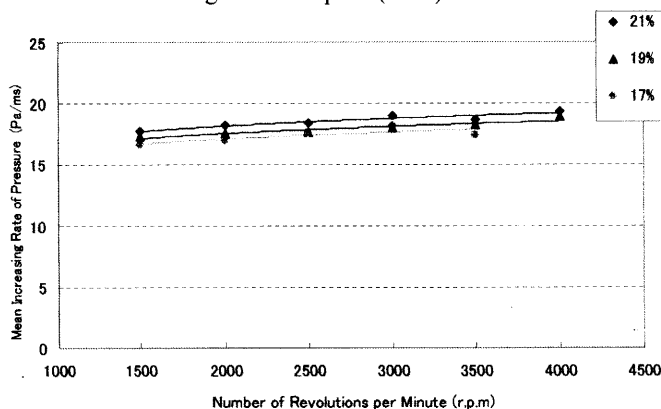


Fig.3 Mean Increasing Rate of Pressure (0Nm)

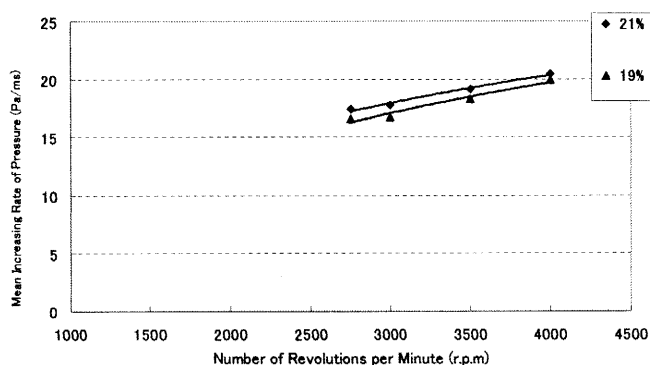


Fig.4 Mean Increasing Rate of Pressure (0.78Nm)

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能動的燃焼制御が可能であることが示唆される。

Fig.3 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り、そのデータプロットは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。また、どの機関回転数においても吸入空気酸素濃度の低下に伴って平均圧力上昇率は減少しており、吸入空気酸素濃度 21%と比較して、19%では約 3%、17%では約 5%程度低い値となっている。これは火炎温度の影響を示した結果となっているが、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、中型・大型機関と比較して極めて少ない。これは当然、燃焼室容積が小さいためであるが、小型機関においては低吸入空気酸素濃度においてもある程度良好な燃焼が発生していると考えられる。

Fig.4 に本実験で得られた動力計負荷 0.78Nm 一定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。本実験範囲内では動力計負荷をかけることにより、低回転域では回転数を維持することが困難であったため、2750rpm~4000rpm 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。すなわち、実走行可能な動力計負荷条件においても(3000rpm~4000rpm)、小型ガソリン機関を用いた場合には、低吸入空気酸素濃度においても燃焼制御が可能であると思われる。今後、詳細な圧力履歴の観察により、熱損失の火炎伝ばに及ぼす影響も考察する予定である。

4. 結論

小型ガソリン機関の火炎伝ば速度に及ぼす火炎温度及び熱損失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) 低吸入空気酸素濃度による小型ガソリン機関の能動的燃焼制御は可能である。

参考文献

- 1) 廣安博之, 他 2 名, 内燃機関, (1986), 54, コロナ社
- 2) 新岡嵩, 他 2 名, 燃焼現象の基礎, (2002), 17, 61, オーム社
- 3) 廣安博之, 他 2 名, 内燃機関, (1986), 59, コロナ社
- 4) 水谷幸夫, 燃焼工学(第 3 版), (2004), 29-33, 256, 森北出版株式会社
- 5) 小林清志, 他 2 名, 燃焼工学, (1988), 52, 理工学社