

## 対向噴霧を用いた噴霧燃焼改善に関する研究（第二報）

### A study of improvement for spray combustion by impinging injection

○学 森岡 孝治（法大院） 正 川上 忠重（法政大）

Koji MORIOKA, Faculty of Engineering Hosei University, Kajino-cho 3-7-2, Koganei Tokyo

Tadashi KAWAKAMI, Faculty of Engineering Hosei University, Kajino-cho 3-7-2, Koganei Tokyo

Key Words: Impinging injection, Spray combustion, Combustion characteristics

#### 1. 結論

近年、エネルギー及び資源の大量消費により、地球規模で酸性雨や地球温暖化などの環境問題が深刻化している。その中で自動車の排出ガス等も問題となり環境規制が厳しくなっており、環境対策の観点から内燃機関の低公害・低燃費のエンジン開発が求められている。それに伴い、噴霧燃焼方式を用いた燃焼形態では、環境対策として PM、NO<sub>x</sub> 等の排出を極力抑制する必要がある。現在まで、直噴タイプの燃料供給を用いた場合の噴霧構造や燃焼形態に着目した研究も数多く行われている。<sup>1),2)</sup> しかしながら、燃料の燃焼室内への付着に伴う未燃成分の環境負荷への影響も指摘されている。

そこで、本研究ではこれらの点に着目し、対向噴霧方式を用いて、積極的に燃料噴霧の微粒化を促進させることにより、燃焼室内への燃料付着効果を低減させ、さらに対向噴霧を用いた場合の燃焼促進効果について考察を行った。

#### 2. 実験装置および方法

##### (1) 実験装置

Fig. 1 に本研究で使用した装置の概略図を示す。本装置は燃焼容器、噴射装置、点火装置から構成されている。燃焼容器は内径 80mm、長さ 100mm の円筒形で、燃焼観測用イオンプローブ、点火プラグ、圧力ピックアップセンサー、吸排気用コック及び噴射ノズルが設けられている。また、点火用鋼線の長さを調整することにより、火花点火位置を燃焼容器中心から壁面近傍まで変化させることが可能となっている。また、燃焼室側面に取り付けられた対向噴霧用スリーブによってノズル間距離の調整も出来る構造となっている。また、噴射装置は、モーター、シャフト、カム、噴射ポンプ、噴射ノズル、タイマー及びスイッチから構成されている。

噴霧装置は実機に近づける為に、小型ディーゼル機関（ヤンマー株式会社、HA4B-K）用カム、噴射ポンプ、噴射ノズルを用いた。本研究では対向噴霧方式を実現する為に 2 機の噴霧装置を作成した。本装置はポンプとカムの位置調整を行うことにより噴霧量を調節することが可能となっている。点火装置は、自動車の構造とほぼ同じで、タイマー、バッテリー、イグナイター、コイル、スイッチで構成されている。

##### (2) 実験方法

以下に示す条件で実験が行われた。プロパン-空気混合気は、当量比  $\phi = 0.65, 0.7, 0.75, 0.8$  にそれぞれ設定し、噴霧方式は、噴霧なし、単噴霧、対向噴霧の 3 種類で測定した。また、総括当量比  $\Phi$  は、 $\Phi = 1.3, 1.4, 1.5$  にそれぞれ、設定した。単噴霧と対向噴霧は、噴霧方式の違いによる燃焼特

性を比較するために、噴霧量を同量とした。実験は、室温、大気圧下で行われ、噴霧燃料として、特級 n-ヘキサデカンを使用した。プロパン-空気混合気中に燃料を噴霧し、火花点火を行い、圧力ピックアップセンサーからの信号をアンプで増幅し、PCD を用いて PC で最高燃焼圧力と全燃焼時間を観測した。また、本研究では対向噴霧方式を用いた燃焼室実験を行う際、着火性の向上の為に点火部である中心部の燃料濃度を濃くすることにより、擬似的な成層燃焼場を再現した。

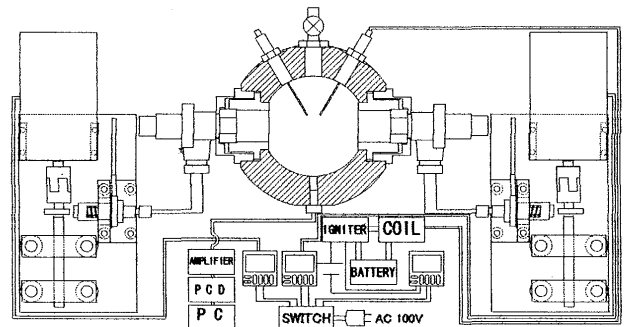


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

#### 3. 実験結果及び考察

Fig. 2 に噴霧方式別の、各プロパン-空気混合気の当量比に対する最高燃焼圧力を示す（総括当量比  $\Phi = 1.036, 1.087, 1.136$ ）。この図から明らかな様に、プロパン-空気混合気の当量比が増加するにしたがって、最高燃焼圧力はほぼ単調に増加する。また、対向噴霧方式での最高燃焼圧力は、同一総括当量比で単噴霧させた場合よりも著しく増大している。これは対向噴霧を行う事により、単噴霧より、微粒化され、それにより燃焼が促進された為と考えられる。

Fig. 3 に総括当量比  $\Phi = 1.3, 1.4, 1.5$  における、各プロパン-空気混合気の当量比に対する最高燃焼圧力を示す。この

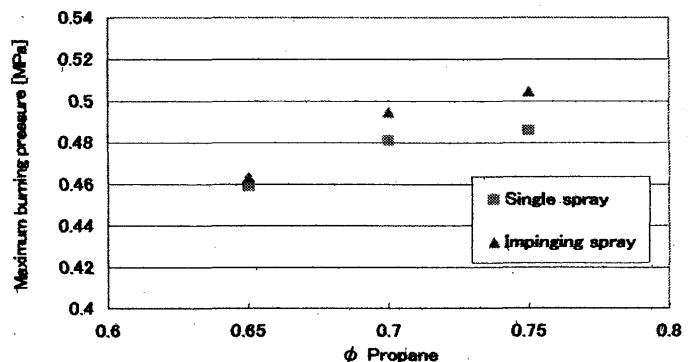


Fig. 2 Maximum burning pressure

図から明らかなように、データに多少のばらつきがあるものの、プロパン-空気混合気の当量比の増加に伴い、最高燃焼圧力も増大しているのがわかる。また、対向噴霧方式での最高燃焼圧力は、同一当量比のプロパン-空気混合気の場合よりもほぼ全ての領域で増大している。特に対向噴霧方式の場合、総括当量比が一定のため、プロパン-空気混合気の当量比が増加するにつれて、n-ヘキサデカンの噴霧量は減少している。そのため、噴霧量の少ないプロパン-空気混合気の当量比  $\phi = 0.75, 0.8$  においても、最高燃焼圧力の値が大きく増加している点から、対向噴霧による燃焼改善効果が大きいことが分かる。

Fig. 4 に各プロパン-空気混合気の当量比に対する全燃焼時間を、総括当量比をパラメータとして示す。この図から明らかなように、総括当量比及びプロパン-空気混合気の当量比が増加するにしたがって、全燃焼時間は短くなっている。また、各総括当量比別に近似直線の傾きを比較すると、総括当量比の増加に伴い、傾きが減少し、噴霧量の少ない総括当量比  $\Phi = 1.3$  の傾きが最大となっている。

Fig. 5 に各プロパン-空気混合気の当量比における平均火炎伝播速度を、総括当量比をパラメータとして示す。この図から明らかなように、同一総括当量比においては、プロパン-空気混合気の当量比の増加に伴い、平均火炎伝播速度の値が増加しており、また、過濃側であるにも関わらず総括当量比の増加に伴い、平均火炎伝播速度の値が増大している。これは、総括当量比の増加に伴い n-ヘキサデカンの噴霧量の増加により部分混合が促進され、それにより総括当量比  $\Phi = 1$  になる領域が多くなり、選択火炎伝播理論<sup>3)</sup>により平均火炎伝播速度の値が上昇したと考えられる。

同一総括当量比において、n-ヘキサデカンの噴霧量が少ない場合、最高燃焼圧力、平均火炎伝播速度の値が大きくなっている点、また全燃焼時間の値が小さくなっている点から、対向噴霧方式を用いた場合、燃焼に最適な噴霧量及び噴霧圧力が存在すると考えられる。今後、実機条件での対向噴霧方式を用いた場合の、燃焼促進効果についても、検討を行う予定である。

#### 4. 結論

対向噴霧方式を用いた、噴霧の微粒化促進の燃焼特性に及ぼす影響について検討を行った。本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 対向噴霧方式を用いた場合の最高燃焼圧力は、単噴射方式を用いた場合よりも著しく増大する。
- (2) 対向噴霧方式での最高燃焼圧力は、同一当量比のプロパン-空気混合気の場合よりもほぼ全ての領域で増大する。
- (3) 過濃領域における同一総括当量比においては、噴霧量を変化させることにより、選択火炎伝播が発生する。

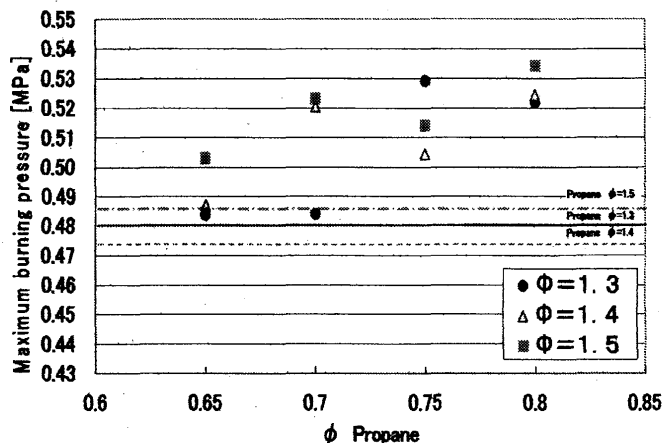


Fig. 3 Maximum burning pressure (Total equivalence ratio  $\Phi = 1.3, 1.4, 1.5$ )

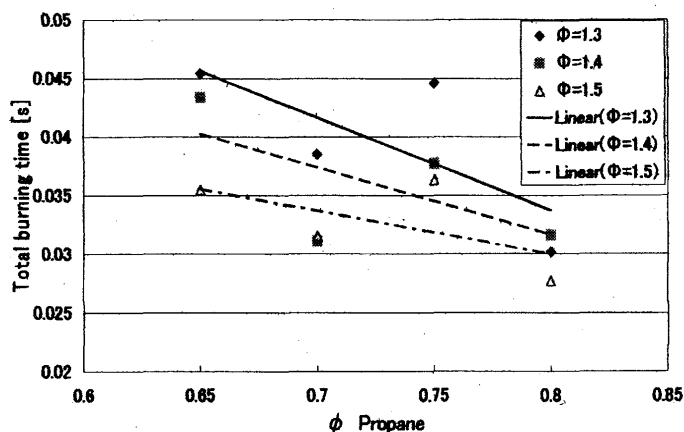


Fig. 4 Total burning time

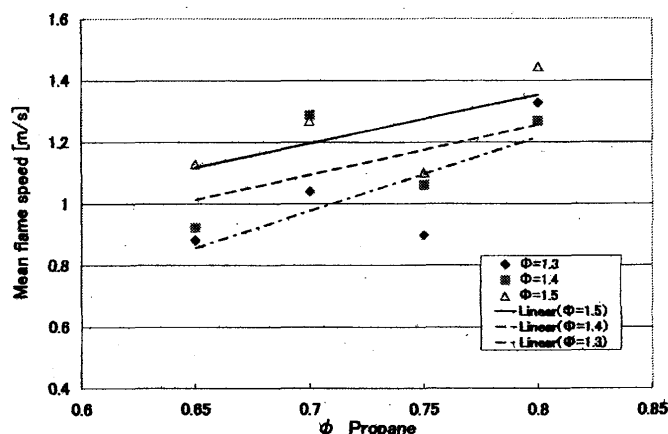


Fig. 5 Mean flame speed

#### 参考文献

- (1) 原田・ほか2名, 機論, 67-660, B (2001), 2141-2144
- (2) 西島・ほか2名, 機論, 68-670, B (2002), 1821-1826
- (3) 水谷幸夫 燃焼工学 (2002), 156, 157

森北出版株式会社