

456 多点噴射及び多点点火方式を用いた噴霧 燃焼改善に関する実験的研究(応用熱工学IV)

川上, 忠重 / KAWAKAMI, Tadashige / MAKINO, Kouichi / 牧
野, 幸一

(出版者 / Publisher)

日本機械学会関東支部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

山梨講演会講演論文集 / 山梨講演会講演論文集

(開始ページ / Start Page)

103

(終了ページ / End Page)

104

(発行年 / Year)

2006-10-20

456 多点噴射及び多点点火方式を用いた噴霧燃焼改善に関する実験的研究

An experimental study of improvement for spray combustion
by multi point spray and multi point ignition

○学 牧野 幸一 (法大院) 正 川上 忠重 (法大工)

Kouichi Makino, 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: spray, ignition, single spray

1. 緒論

近年、化石燃料やエネルギーの大量消費によって環境汚染が深刻化している。中でも自動車から排出されるNOx、CO₂、SOx、HC、PMなどによる環境被害が問題となっている。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、NOx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^{1), 2)}。しかしながら、噴霧燃料の燃焼室内への付着に伴い未燃成分が発生してしまい、環境負荷への影響も指摘されている。また、成層燃焼を利用した希薄燃焼の研究も数多く行われており、有害排出物の低減がより一層求められている。

そこで、本研究ではこれらの点に着目し、多点噴射方式を用いることにより、積極的に噴霧燃料の微粒化を促進させ、燃焼室内の燃料付着効果の低減を図り、また多点点火方式を用い、点火エネルギーの増加による燃焼促進効果に対する影響について検討を行うために、まず手始めとして燃焼室壁方向への単噴射方式を用いた場合の燃焼特性について考察を行なった。

2. 実験装置及び実験方法

(1) 実験装置

Fig. 1 に本研究に用いられた実験装置の概略図を示す。本体は主に燃焼容器、噴射装置、点火装置、遅延回路及びデータサンプリング制御系から構成されている。燃焼容器は、内径160mm、長さ120mmの円筒形(内容積約2500cc)で、圧力ピックアップ、燃料噴射装置、火花伝播観察用イオンプローブ及び吸排気用コックが取り付けられている。また、噴射装置は、燃料供給用燃料タンク、噴射量調整燃料ポンプ、インジェクター、噴射タイミング調整遅延回路等から構成されており、噴射量調整燃料ポンプ内の圧力を燃料供給バイパス管の開閉閉度を調整することにより、噴射量を調整することが可能となっている。なお、点火は汎用の自動車用リレー回路を利用した、火花点火方式が採用された。実験に際してまず、燃焼容器内を真空にした後、燃焼容器内にあらかじめ作成しておいた所定のプロパン-空気混合気を導入する。次に、マニュアルスイッチを投入することにより、燃焼室内への燃料噴霧が開始させられ、遅延回路を介して火花点火が行なわれることにより、成層燃焼場を模擬した燃焼場での燃焼特性が観察することが可能である。実験は室温・大気圧で行なわれ、噴霧燃料としてn-ヘキサデカン(C₁₆H₃₄)が使用された。ここで、噴射量の測定は実験装置の制約により、積算噴霧量を噴射回数(50回)で除した値を用いた。本実験での燃焼特性は、最高燃焼圧力、全燃焼時間及び火花伝播速度等が観察された。

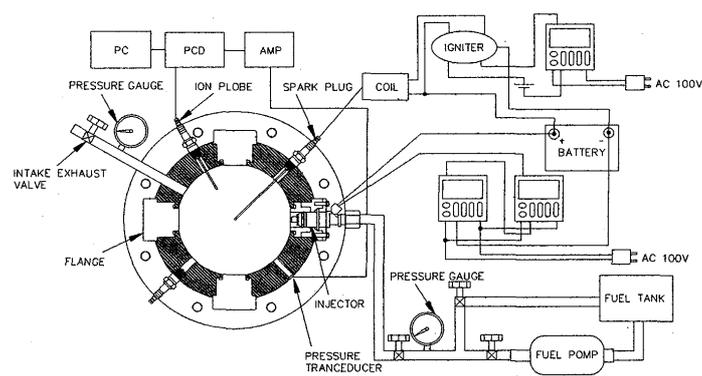


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus

3. 実験結果及び考察

Fig. 2 に、本実験での燃料噴射量に及ぼす燃料供給圧力と噴射弁開閉期間(インジェクターへの通電時間と等値と仮定)を評価するために、噴射弁開閉期間に対する燃料噴射量を、燃料供給圧力をパラメーターとして示す。この図から明らかなように、どの燃料供給圧力においても噴射弁開閉期間の増大に伴って燃料噴射量は単調に増大しており、さらに同一噴射弁開閉期間においては、燃料供給圧力の増大に伴って噴射量は増加している。すなわち、本実験範囲では、噴射弁開閉期間及び燃料供給圧力の調整により、ある程度燃料噴射量の能動的制御が可能となっている。

Fig. 3 に単噴射させた場合の噴射前のプロパン-空気混合気の当量比に対する最高燃焼圧力を、噴射後の総括当量比をパラメーターとして示す。この図から明らかなように、どの総括当量比においても噴射前のプロパン-空気混合気当量比の理論量論比側への移行に伴って、最高燃焼圧力は増大している。また、総括当量比 $\Phi=0.9$ の場合に着目してみると、どの噴射前プロパン-空気混合気を用いた場合においても、最高燃焼圧力は最大となっている。すなわち、成層燃焼場を用いる場合には、燃焼容器内の混合気層の占める割合が重要であることを示唆している。なお、本実験では手始めとして単噴射方式を用いた場合のみの観察を行なった為、得られた最高燃焼圧力はプロパン-空気混合気のみで燃焼させた場合よりも著しく減少している。これは、単噴射方式では、微粒化及び燃焼場に与えられた乱れの影響による燃焼促進効果が低下し、さらに燃料の燃焼容器壁への付着による熱損失増大による火花伝播速度低下に起因するものである。

Fig. 4 に先と同様に、単噴霧させた場合の噴射前のプロパン-空気混合気の当量比に対する全燃焼時間を、噴射後の総括当量比をパラメーターとして示す。ここでの全燃焼時間とは、点火から最高燃焼圧力が得られるまでの時間と定義した。この図から明らかなように、どの総括当量比においても、噴射前のプロパン-空気混合気当量比の理論量論比側への移行に伴って単調に減少し、また、どの噴射前プロパン-空気混合気当量比においても、総括当量比 $\Phi = 0.9$ の場合が最小値となっており、先の最高燃焼圧力の結果と一致している。一方、プロパン-空気混合気のみで燃焼させた場合の全燃焼時間と比較したところ、若干ではあるが総括当量比 $\Phi = 0.9$ において燃焼促進効果が観察されたことを明記しておく。

Fig. 5 に同様に、単噴霧させた場合の噴霧前のプロパン-空気混合気の当量比に対する平均火炎伝播速度を、噴射後の総括当量比をパラメーターとして示す。ここでの平均火炎伝播速度とは、燃焼室中心から壁面までの距離を全燃焼時間で除した値と定義した。この図から明らかなように、どの総括当量比においても、噴射前のプロパン-空気混合気当量比の理論量論比側への移行に伴って単調に増加し、また、どの噴射前プロパン-空気混合気当量比においても、総括当量比 $\Phi = 0.9$ の場合が最大値となっており、先の最高燃焼圧力及び全燃焼時間の結果と同様に一致している。

今後、対向噴霧方式及び多点噴霧、多点点火の影響についても詳細に検討を行なう予定である。

4. 結論

本実験では、プロパン-空気混合気中に n-ヘキサデカンを単噴霧させた場合の燃焼特性について検討を行なった。以下に結果を示す。

- (1) 単噴射させた場合の最高燃焼圧力は、噴射量によらず噴射前プロパン-空気混合気当量比の理論量論比への移行に伴って増大する。
- (2) 単噴射させた場合の最高燃焼圧力は、最適噴射量領域において最大となる。
- (3) 全燃焼時間は燃料噴射量によらず、総括当量比 $\Phi = 0.9$ で最小となる。
- (4) 平均火炎伝播速度は、同一総括当量比においても噴射前プロパン-空気混合気の当量比に依存する。

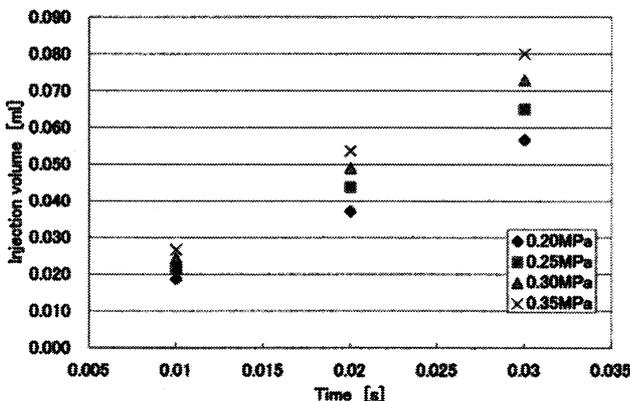


Fig.2 Injection volume

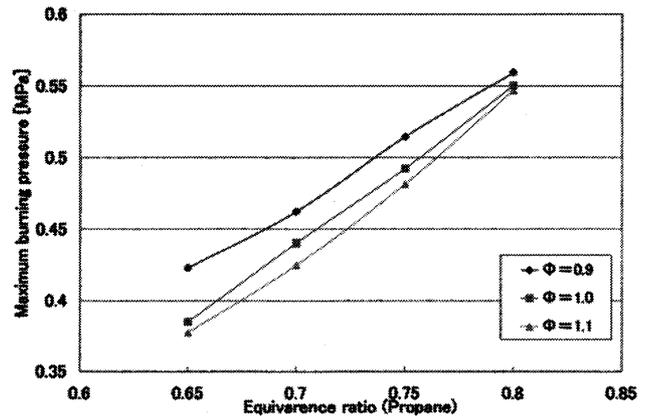


Fig.3 Maximum burning pressure
(Total equivalence ratio $\Phi = 0.9, 1.0, 1.1$)

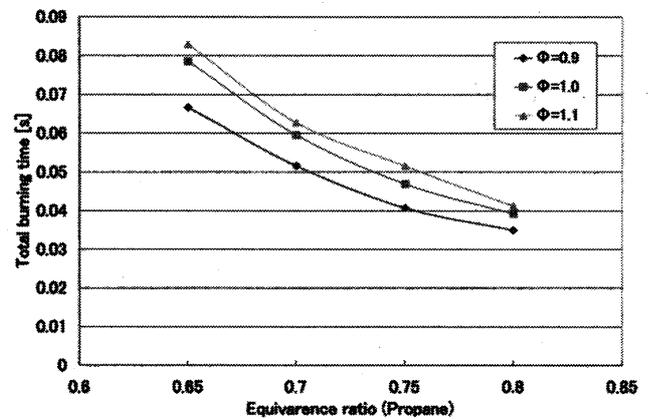


Fig.4 Total burning time
(Total equivalence ratio $\Phi = 0.9, 1.0, 1.1$)

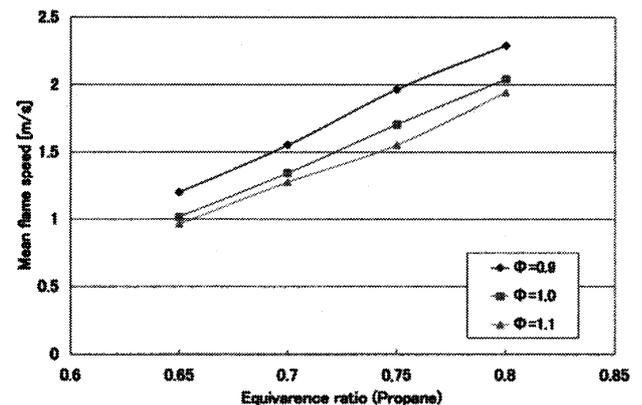


Fig.5 Mean flame speed
(Total equivalence ratio $\Phi = 0.9, 1.0, 1.1$)

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