Study on the Ignition Characteristics and Flame Structure with Fuel Design Approach

学 ○味岡 将士 (同志社大院) 学 桑原 悠 (同志社大院) 正 小橋 好充 (金沢工大)
正 松村 恵理子 (同志社大) 正 千田 二郎 (同志社大)

Masashi AJIOKA, Graduate School of Doshisha University, 1-3, Miyakodani, Tatara, Kyotanabe, Kyoto
Yu KUWAHARA, Graduate School of Doshisha University,
Eriko MATSUMURA, and Jiro SENDA, Doshisha University,
Yoshimitsu KOBASHI, Kanazawa Institute of Technology

1 緒 言

本研究では、燃料設計手法に基づく二成分混合燃料の利用により、内燃機関のさらなる高効率かつ低エミッション化を可能とする燃焼法の確立を目的としている。本報では燃焼室壁面との干渉を回避するコンパクトな火炎形状における制御の可能性を検討した。そこで、本実験では単一噴霧に着目し、定容燃焼容器を用いて化学種自発光計測および輝炎撮影を行った。

2 実験装置および実験条件

本実験では高温・高圧のディーゼル雰囲気場を模擬できる定容燃焼容器を用いた。化学種自発光計測では低温酸化反応、高温酸化反応でそれぞれ生成されるHCHO, OHラジカルを撮影した。供試燃料は高沸点成分にノルマルトリデカン(nC13), 低沸点成分にノルマルペンタン(nC5)を用いた。本実験では低沸点成分の混合割合(M_L)を質量分率として0.0から1.0まで0.25ずつ変化させた。雰囲気圧力および雰囲気温度は圧縮比18における-20deg.CA ATDCの筒内条件である2.47MPaおよび787Kとした。供給熱量は低位発熱量換算で445J/cycleとし、燃料温度および噴射差圧は293Kおよび80MPaとした。

3 実験結果および考察

図1に M_L を変化させた際の熱発生率履歴および熱発生率履歴から算出した着火遅れ期間(τ)に加え、HCHOおよびOHラジカルの発現時期を示す。ここで τ は燃料噴射開始から熱発生率が正に転じるまでの期間と定義した。図1より M_L が増加するにつれて、予混合的燃焼における熱発生率の最大値が増加し、 τ は長期化している。ここで M_L を変化させた場合において混合燃料の蒸発性および着火性は同時に変化する。 M_L の増大に伴い、二相領域は低温・高圧側へ移行し、混合燃料における蒸発性は向上する。しかしながら、燃料が蒸発しやすいにも関わらず、非線形的に τ は長期化している。これらは混合燃料中に存在している高自着火成分であるnC13が着火源となっているためだと考えられる。また M_L が増大するにつれて、両化学種

Fig.1 Apparent heat release rate, Ignition delay and Occurrence timing of chemiluminescence for M_L

の発現時期が非線形的に長期化している。これはnC13を混合した燃料において、LTRおよびHTRが τ と同様の理由により促進されたためと考えられる。以上より、 M_L を変化させた際の τ の傾向は混合燃料の着火性が支配的であり、その着火性は高自着火成分に依存することが確認できた。

図2に撮影画像から算出した輝炎における噴射軸方向の最大長さ(X)および半径方向の最大長さ(Y)の比であるアスペクト比(X/Y)の時間履歴を示す。図2より M_L の増大に伴い、輝炎のアスペクト比(X/Y)は減少しており、扁平的な火炎の形態を示している。これは、低沸点成分の混合により噴霧の拡散が進行したためだと考えられる。また図3にOHラジカルの生成領域と輝炎の生成領域の面積差における時間変化を示す。図3より M_L の増加に伴い、輝炎の生成を伴わない不輝炎の燃焼領域が増加していることが分かる。これは M_L の増大に伴う着火性の低下による予混合時間が長期化したため、拡散的燃焼による輝炎の発生が抑制されたと考えられる。

4 結 言

- (1) 混合燃料における着火性は高自着火成分に依存する。
- (2) 低沸点成分の混合割合が増大するに伴い、扁平火炎の形成され、またそれに伴い不輝炎領域における燃焼領域を拡大することが可能となる。

Fig.2 Aspect ratio of luminous flame for M_L

Fig.3 Calculation area is difference from OH radical emission area and flame area for various M_L