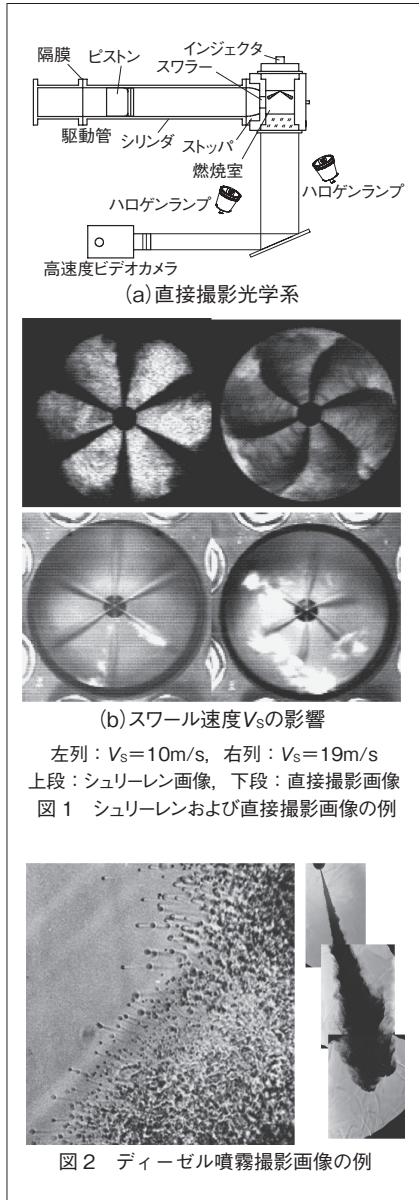


環境適合エンジンの燃焼制御に関する研究



1. はじめに

現在, 地球温暖化抑制と大気質改善, ならびに石油資源の有効利用の観点から, 運輸部門の CO_2 排出量の削減と窒素酸化物 NO_x および微粒子の PM の低減が緊急の課題である. 運輸部門で CO_2 を減らすには, 効率の高いディーゼルエンジンが有利で, 現在ヨーロッパでは, ディーゼル乗用車が新車登録のうち 50% を超え, 日本のディーゼル乗用車も EU 市場で活躍している. ただ, 日本国内の自動車排出ガス規制は世界で最も厳しいため, 国内でのディーゼル乗用車の普及には,

この排出ガス規制をクリアする技術開発が急がれている. ディーゼルエンジンの排気浄化技術は, 大きく燃焼改善と排気後処理に分けられる. なかでも燃焼改善は, シリンダ内に噴射される燃料の微粒化, 空気との混合気形成過程に大きく依存し, 噴霧の微粒化および噴霧燃焼の状態がそのまま排気の良し悪しに直結する. このためディーゼルエンジンの燃焼改善には, 噴霧の微粒化および噴霧燃焼機構の詳細を知ることが不可欠である. 本稿では, 高圧噴射燃料噴霧の微粒化機構や噴霧燃焼機構の解明を行うための急速圧縮装置を用いた可視化実験について述べる.

2. 急速圧縮装置を用いた噴霧燃焼の撮影

本研究では, 燃料噴射時のディーゼルエンジン内高温高圧場を再現できる急速圧縮装置 [図 1 (a)] を用いた. 急速圧縮装置は, 高圧窒素で駆動される図中を左から右に移動するフリーピストンによって試験気体を燃焼室に導入しながら急激に圧縮し, 圧縮終了後燃料を燃焼室内に高圧噴射する. 燃焼室は石英ガラス窓によって内部を可視化できるようになっている. 可視化光学系は実験内容によって適宜変更することができる. 実験でコントロール可能なパラメータは, 燃料噴射時の圧力・温度や, 噴射圧力・噴口数など燃料噴射ノズルに関するパラメータのほか, 燃焼室内の旋回空気流動の程度を示すスワール速度を変更することができる. これらのパラメータを変更しながら, 実験に応じた最適な可視化方法で微粒化機構や噴霧燃焼機構を詳細に測定した.

図 1 (a) に示す可視化光学系は高速度ビデオカメラを用いて噴霧燃焼を撮影するためのものであり, 撮影結果の一例を図 1 (b) に示す. この実験条件では, 円筒形燃焼室の平坦面から燃料を噴射し, 円周方向 (時計回り) に流れるスワール流を形成させて実際のエンジンに近い雰囲気条件を作成した. 燃料噴射時の雰囲気条件は温度 850K , 圧力 4.0Pa であり, 燃料噴射

圧力は 100MPa である. 図 1 はスワール強度の異なる実験結果を示したもので, 燃焼室中心から 3 分の 2 の位置でのスワール流速が左右の条件でそれぞれ 10m/s , 19m/s であり, 上段はシュリーレン画像, 下段は直接撮影画像である. シュリーレン画像から, スワール流速が大きい条件では燃料噴霧がスワール流の下流側に広がり, 燃料と空気の混合が促進されていることがわかる. 直接撮影画像を比較すると, スワール流速が小さい条件では噴霧近傍のみ着火が生じているのに対し, 流速が大きい条件では広い範囲で着火している. これらの撮影画像から, スワール流による燃料噴霧と空気の混合促進効果が確認できる.

次の例として, 可視化光学系に顕微鏡撮影を用いた結果を図 2 に示す. 本撮影では, 白色光を 30 ナノ秒間の発光半値幅で発光させるナノスパーク光源により撮影を行った. 可視化光学系により, 噴霧近傍が 20 倍に拡大撮影され, 微粒化した燃料液滴が高温場中で蒸発する様子が観察できる. 燃料噴射時の雰囲気条件は温度 700K , 圧力 4.0Pa であり, 噴射圧力は 40MPa である. 燃焼室内には不活性気体を充てんし燃料噴霧が着火しない条件で撮影した. 図 2 に示した噴霧拡大画像は, 右画像中段写真の中心付近を拡大したもので, 通常この近傍で着火が生じる. 拡大画像から個々の噴霧液滴が燃料蒸気の尾を引きながら飛んでいる様子がわかる. このように燃料噴霧中の液滴の蒸発状態を撮影することに成功した.

3. おわりに

ディーゼルエンジンの噴霧微粒化機構および噴霧燃焼機構を明らかにするため, 急速圧縮装置と各種撮影光学系を用いて高温高圧雰囲気中での燃料噴霧を可視化観察した. こうして得られる噴霧微粒化および燃焼機構に関する知見により, ディーゼルエンジンがよりクリーンで環境負荷の低い自動車用動力源に発展することを期待する.

(原稿受付 2007 年 11 月 2 日)

[八房智顕 徳島大学]