C245 平板衝突噴流に関する研究

東電大院 梅崎 正成[○], 東電大 國吉 光

A Study of the Structure of Impinging Jet

Masashige UMEZAKI*, Hikaru KUNIYOSHI**

Abstract

For the study of a transient fuel jet injected into a diesel engine, it is important to analyze the growing processes of the jet. The air jet mixed with dry ice mist which was injected into atmosphere and impinged to a flat plate was taken image by CCD camera, and the velocity of the jet mixed with dry ice mist was measured by Laser Doppler Velocimeter(LDV). This study was performed to clarify the structure of impinging jet with these image and velocity.

1. はじめに

自動車の増加にともない、排気ガスによる大気汚染の問題が深刻となっている。特に、ディーゼル機関の排気ガスには、微粒子、窒素酸化物が多く含まれ有害である。この問題の改決策の一つに、燃料噴霧を燃焼室内壁面に衝突させ、燃焼に最適な混合比に変化させ、混合気の改善を行うものがある。近年、噴霧を用いてこのような衝突噴流の形状解析が行われているが、内部構造まで解析することは、困難である。

本研究では、この燃焼室内壁面に衝突する噴流を研究対象とし、噴霧を気体噴流として平板に衝突させ、単純モデル化を行い、噴霧の内部構造の解析を行うことを目的とする。本報では、LDV(レーザドップラ流速計)を用いて噴流流速を測定し、またドライアイスを噴流に混入し、CCDカメラを用いて、噴流の形状を可視化した。

2. LDV計測システム

LDV計測システムの概要をFig.1に示す。噴射系としては、蓄圧室にコンプレッサで圧縮空気を供給し、また同時にこの蓄圧室にトレーサ粒子を供給しておく。電磁弁を開閉して、円形ノズルより静止気体中に鉛直方向(下方)へ、突発的にトレーサ粒子を含んだ噴流を噴射する。噴流は、やがて、平板に垂直に衝突する。この噴流についてLDVを用いて、トレーサ粒子の速度を測定する。LDVは、流体速度を直接測定するのではなく、流体に混入しているトレーサ粒子の速度を測定する。トレーサ粒子の形状や混入方法が、測定の精度を大きく左右するため、トレー

Fig.1 Experimental apparatus

サ粒子の選定は重要である。本研究では、種々のトレーサ粒子について実験した結果⁽¹⁾、ドライアイスを用いることにした。

LDVの測定方法として、後方散乱方式では、プローブと受光器が一体になっているため光学的調整が容易で測定点の移動が簡単で比較的測定しやすい。一方、前方散乱方式では、光学的調整は難しいが、後方散乱光に比べて散乱強度が2桁程度大きいので高いデータレートで測定できる。本研究では、良好な測定精度を得ることができる高データレートの前散乱方式を用いることとし、光学的調整を容易にするためにプローブの移動装置を製作して、実験を行った。

* Graduate School of Tokyo Denki University

** Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyama,
Hiki-gun, Saitama 350-03, Japan

3. 衝突噴流の可視化

LDV 測定と同じように噴流にドライアイスを混入し、噴流に対し垂直にレーザーライトシート(Arレーザー4W)を当て、CCDカメラによって噴流画像を記録した。実験条件は、LDV測定と同じである。この画像の一例をFig.2に示す。また、平板に衝突しない自由噴流をFig.3に示す。平板衝突噴流の画像において、平板に衝突している様子を見ることができる。平板に衝突した噴流は、平板に沿って進行している。また、ノズル付近では、ポテンシャルコアの様子も見ることができる。

Fig. 2 Impinging Jet

Fig.3 Free Jet

(Surround gas : air, Injected gas : air, Particles : Dry ice, Exited velocity : 120m/s, This image is taken by laser sheet illumination and CCD camera)

4. 平板衝突噴流の構造

平板衝突噴流の構造をFig.4に示す。平板衝突噴流は、ノズルから下流に向かって、平板の影響を受けない自由噴流領域a、自由噴流から平板の影響を受け速度に変化が生じる衝突噴流領域b、また、平板衝突後、平板に沿って進行する壁面噴流領域cの3つの領域から構成されている。自由噴流領域では、平板に衝突しない自由噴流と同じ構造、特性をもっており、ポテンシャルコアや速度の減衰は、自由噴流と同じである。衝突噴流領域においては、自由噴流と同じ速度減衰で速度が減少していた噴流が、平板の影響を受け、速度が急速に減少する。壁面衝突噴流においては、噴流先端部に密度の高い領域が存在する。本報告では、自由噴流領域aと、衝突噴流領域bについての速度特性を示す。

5. 衝突噴流領域内速度分布

自由噴流領域と衝突噴流領域の境界である遷移点について解析した。実験条件は、出口速度 $u_0=120\text{m/s}$ 、ノズル内径 $d=7\text{mm}$ 、ノズル平板間距離 $h=56\text{mm}$ (無次元距離 $X/d=8$)である。平板衝突噴流は、自由噴流のポテンシャルコア内に平板がある場合、遷移領域($X/d=6\sim 8$)および、発達領域に平板がある3種類考えられるが、直接噴射式ディーゼル機関における壁面衝突の位置にあわせて遷移域に平板を設置した場合について考察した。噴流軸上での速度分布をFig.5に示す。ポテンシャルコア($u_m=\text{一定}$)は、 X/d 約4程度までであることを確認した。 $X/d=0\sim 7$ までは、自由噴流と同様の速度分布を示している。したがって、この噴流では、 $X/d=7$ 前後が、自由噴流領域から衝突噴流領域への遷移点である。

6. まとめ

- (1) 平板衝突噴流においては、ノズル平板間無次元距離が8の場合には、無次元距離が7前後から平板の影響を受ける。
- (2) 平板衝突噴流をレーザーライトシート、CCDカメラを用いて可視化し、平板に衝突する様子やポテンシャルコアを確認した。

7. 参考文献

- (1) 津久井, その他: 平板衝突噴流に関する研究, 日本機械学会流体工学講演会講演論文集, 96-9, (1996), 351

Fig.4 Structure of impinging jet

Fig.5 Dimensionless axial velocity of impinging jet and free jet