

OS0111 ディーゼル噴霧の壁面衝突が混合気形成過程に及ぼす影響

Study of Mixture Formation Process of Wall-Impinging Diesel Spray

○ 藤巻俊介 (群馬高専専攻科) 正 高橋秀夫 (群馬高専)
 関口宏治 (群馬高専) 今泉純一 (群馬高専専攻科)

Shunsuke FUJIMAKI, Hideo TAKAHASHI, Koji SEKIGUCHI, Jyun-ichi IMAIZUMI,
 Gunma National College of Technology, 580 Toribamachi Maebashi Gunma 371-8530, Japan

Key Words: Diesel Engine, Fuel Injection, Diesel Spray, Impinging Spray, Spray Evaporation

1. 緒言

ディーゼル機関では、排気中に含まれる微粒子を低減するため、噴射圧力の高圧化が顕著である。一方、噴射圧力の高圧化によらず、噴射弁の微粒化特性を改善する方法⁽¹⁾や、噴霧を壁面に衝突させて燃焼改善を行う方法が提案されている。噴霧が壁面に衝突すると噴霧形状が変化するため、噴霧内への周囲雰囲気気の導入量や微粒化過程等も大きな影響を受け、その結果、混合気形成過程が大きく変化することが予想される。壁面衝突噴霧に関する研究はいくつか報告されているが⁽²⁾⁽³⁾、衝突による噴霧発達過程の変化が、混合気形成過程にどのように影響するのか明確になっていない。

本研究では、定容容器による常温高圧雰囲気下、および急速圧縮機による高温高圧雰囲気下で、単孔ホールノズルより生成されるディーゼル噴霧を平板に垂直に衝突させ、噴霧の発達過程を高速度写真観察により、また、混合気形成過程をシリンダ内圧力降下により観察した。

2. 実験装置および実験方法

噴射系は船用のボッシュ式大型噴射ポンプと、単孔のホールノズルを用いた。ノズル側噴射管内圧力とノズルの針弁リフトを測定し噴射状態をモニタした。衝突壁面は鋼製の円柱端面を研削したものとし、ノズル中心はこの円柱の中心軸に一致しており、噴霧は壁面中心に垂直に衝突する。ノズル先端から壁面までの距離を衝突距離とした。噴射液はJIS2号軽油とした。

噴霧の発達過程は、アルゴンガスで加圧した定容容器内に噴霧を生成し、影写真法により高速度ビデオカメラで観察した。混合気形成過程は、急速圧縮機でアルゴンガスを圧縮して生成された高温高圧雰囲気下に噴霧を生成し、非

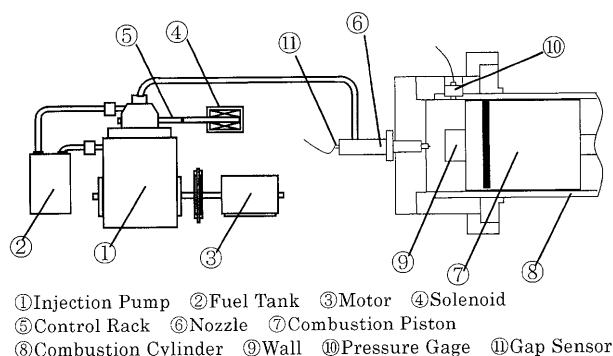


Fig.1 Experimental apparatus

Table1 Specifications of the experimental apparatus

Injection Pump	Bosch type (plunger dia. 20mm)
Nozzle	single hole (hole dia. 0.2 mm)
Valve opening pressure	40 MPa
Impinging Wall	circular flat plate(dia. 3.0, 7.5, 60 mm)
Impingement distance	7.0, 12.0 mm
RCM cylinder diameter	120 mm
Compression ratio	11.6
Ambient gas	Ar

燃焼時のシリンダ内圧力降下を測定することにより観察した。燃料噴射時のシリンダ内雰囲気温度は1070Kである。急速圧縮機の燃焼室形状は円盤状であり、衝突噴霧はシリンダ中心に置かれた衝突壁面から半径方向に広がるため、燃焼室壁面の影響はほとんど受けないと考えられる。実験装置の概略を図1に、諸元を表1に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 噴霧写真の観察

衝突噴霧写真の一例を図2に示す。噴霧は壁面に衝突後半径方向に広がるが、同時に噴射軸方向へも広がる。衝突後ほぼ軸対象の円盤状に発達するが、しばらくすると噴霧先端は渦の生成によると思われる不規則な形⁽⁴⁾となり、左右の半径にかなりの違いを生じる場合がある。

これらの写真をもとに2値化画像を作成し、壁面衝突後の噴霧半径の変化を測定した。結果を図3に示す。噴霧先端が壁面上にある場合は、噴霧への雰囲気気体の導入は壁面側からは行われなため、噴霧厚さは薄く、これに対応して噴霧半径の増加が大きい。そのため、衝突壁面直径の大きいほうが噴霧半径の増加が大きい。しかし、衝突距離の違いによる噴霧半径の違いは顕著でなく、本研究の範囲では、有意差は見られない。同一噴霧における左右半径の違いや、試行ごとの噴霧半径のばらつきは、噴霧内に生成される渦の挙動の影響と思われる。

3.2 噴霧体積

影写真による観察のため、噴霧の噴射軸近傍にも噴霧先端の厚さが影として写っており、撮影画像では、噴霧は全体的にかなりの厚みをもっている。しかし、噴霧中心断面の噴霧形状は図4のようになると考えられるので、噴霧断面を4つの直角三角形で置き換え、中心軸周りに回転させて

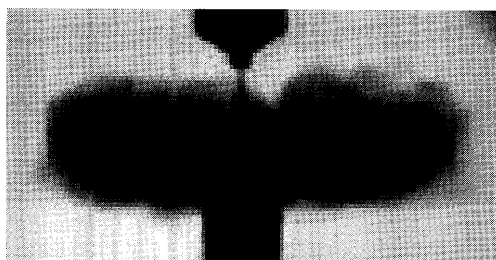


Fig.2 Shadow photograph of impinging spray
(D=7.5mm, L=10mm, 3ms)

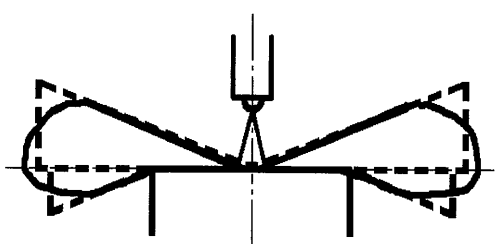


Fig.4 Cross sectional image of impinging spray
and simplification of the image
for volume calculation

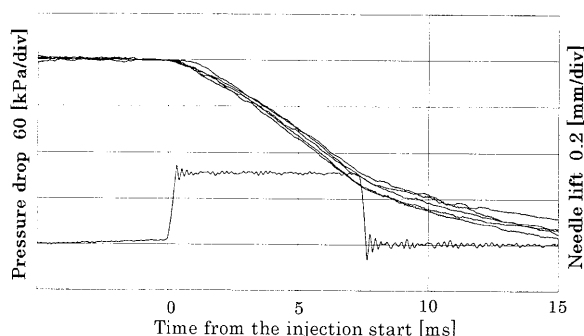


Fig. 6 Cylinder pressure drop with spray evaporation

噴霧体積を近似計算した。噴霧体積変化におよぼす衝突距離、および衝突壁面直径の影響を図5に示す。

3.1 で示した噴霧形状のばらつきが影響し、噴霧体積のばらつきはかなり大きい。衝突噴霧では、衝突距離や衝突壁面直径などの噴霧生成条件による衝突後の噴霧体積の違いは、このばらつきの範囲内となり差異は明らかでない。しかし、自由噴霧と比較すると衝突噴霧の体積は明らかに大きいことが分かる。すべての噴霧において噴射率は同一であるから、衝突噴霧では自由噴霧に比べて噴霧内の平均燃料濃度は薄く、より蒸発が促進されることが予想される。

3.3 シリンダ内圧力降下

高温雰囲気中に噴射された噴霧は、雰囲気気体を噴霧内に導入し、蒸発して混合気を生成する。この蒸発過程では蒸発潜熱によりシリンダ内ガス温度が低下し、シリンダ内圧力が降下する。この圧力降下量より蒸発過程を考察した。

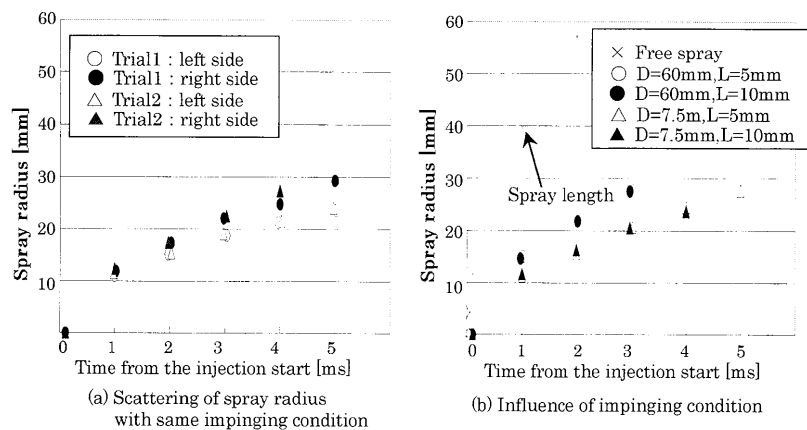


Fig.3 Variation of spray tip position from the spray axis

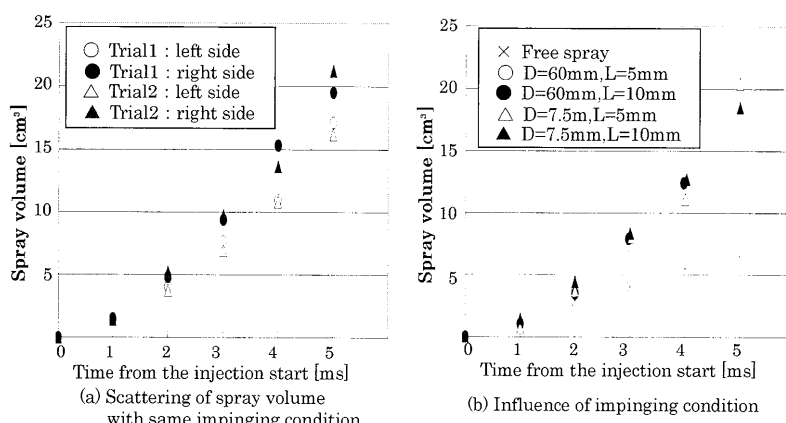


Fig. 5 Variation of spray volume from the injection start

シリンダ内ガス温度は、シリンダ壁への熱伝達によっても降下するため、無噴射時における圧縮後のシリンダ内圧力変化を測定し、燃料噴射時の圧力変化との差を求めて、蒸発による圧力降下量とした。

図6に自由噴霧を含むそれぞれの噴霧生成条件における圧力降下とノズルの針弁リフトを重ねて示す。すべての条件において、シリンダ内圧力は噴射開始後わずかな遅れの後に低下し始め、噴射終了とともに圧力降下の傾きが緩やかになっており、噴霧の蒸発に対応してシリンダ内圧力変化が明確にとらえられている。しかし、自由噴霧を含め、噴霧生成条件による圧力降下曲線の違いはほとんど見られない。噴射開始後の同一時刻における噴霧体積の大きいほうが噴霧内の平均燃料濃度は薄いため、蒸発が促進されて圧力降下量が大きくなることが予想されるが、このような結果になっていない。この理由については現在明らかでないが、衝突噴霧の体積は本当に自由噴霧より大きいのか等の疑問が残る。噴霧体積の測定精度をさらに向上させた研究が必要である。

参考文献

- (1) 隆・ほか2名, 機論, 62-596, B, (1996), 1260-1267
- (2) 高・ほか2名, 機論, 67-662, B, (2001), 2604-2610
- (3) 斎藤・ほか4名, 機論, 59-566, B, (1993), 3290-3295
- (4) 高橋・ほか4名, 機論, 60-571, B, (1994), 1093-1098