

定常流におけるディーゼル噴射ノズル内の流れ特性

Flow Characteristics in a Diesel Injection Nozzle under Steady Flow Condition

金 壯憲, 西田 恵哉, 吉崎 拓男, 廣安 博之
 (Jang-Heon Kim) (Keiya Nishida) (Takuo Yoshizaki) (Hiroyuki Hiroyasu)
 広島大学 広島大学 広島大学 広島大学
 (Univ. of Hiroshima) (Univ. of Hiroshima) (Univ. of Hiroshima) (Univ. of Hiroshima)

The effects of the flows in a D. I. diesel injection nozzle on the atomization of a spray were analyzed experimentally. Flow visualization was made using a transparent acrylic model nozzle. Water instead of diesel fuel was used as an injection liquid. The geometry of the model nozzle was scaled up 10 times of the actual nozzle and the injection pressure for the model nozzle was adjusted so as to achieve a Reynolds number at the discharge hole which was the same as the actual nozzle. Polystyrene tracers, a stroboscope, still and high speed video camera were used to visualize the flow pattern in the sac chamber. When the needle lift is small, the high turbulence in the sac chamber generated by the seat flow makes the spread angle of the spray plume large. By locating the discharge hole on the upper side of the sac chamber, the turbulence intensity in the sac chamber increases and the spread angle of the spray plume becomes large. Cavitation, which arises in the discharge hole and the sac chamber, makes the spread angle of the spray plume large but the discharge coefficient small.

Key words : Diesel Injector, Hole Nozzle, Sac Chamber, Cavitation, Internal Flow, Spray, Atomization

1. まえがき

ディーゼル燃料噴射ノズルからの液体燃料の分裂過程は、図1に示すように針弁シート部、サック室および噴孔内の複雑で非定常な流れの影響を受ける。すなわちサック室では狭い弁座間からの流れにより渦や乱れが生じ、また、サック室から噴孔内へ流入する時の流路や流速の急変により、噴孔内で縮流およびキャビテーションが起きる。一方、噴孔内の縮流やキャビテーションによる乱れが噴出後の液体噴流に攪乱を与え、噴流の分裂長さ、粒度分布、広がり角に影響をおよぼす。これまでに比較的単純な形状のホールノズルを用いた噴孔内の流れと微粒化に関する基礎的な研究^{1)~3)}、実機のノズルと同一の形状の透明なノズルを用いた噴孔内の可視化観察^{4)~6)}などが行われてきたが、燃料の微粒化に及ぼす燃料噴射ノズルのサック室内および噴孔内の流れの影響については不明瞭な点が多く残

されている。

そこで、本研究では微粒化過程に及ぼすノズル内の流れの影響を明らかにすることを目的として実験を行った。実際のノズル内の流れを直接観察することは、ノズルの内部が小さくかつ流れが高速、非定常であるため、非常に困難である。このため、大きさを実機ノ

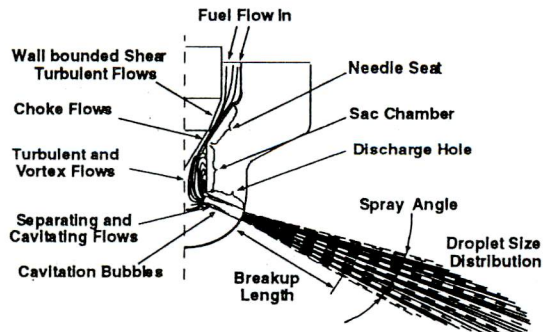


Fig. 1 Nature of the fuel flow in the hole type diesel injection nozzle

ズルの10倍に拡大した水流模型ノズルを用い、噴孔部のレイノルズ数を実機ノズルと等しくした条件で、ノズル内の流れと液体噴流の分裂挙動の観察を行った。本報では、ノズルの形状、サック室内の噴孔の位置、針弁リフトがサック室と噴孔内の流れおよび液体噴流の微粒化に及ぼす影響について、定常流の条件下で調べた結果について述べる。

2. 実験装置及び方法

2.1 噴射および撮影装置

図2に実験装置の概略を示す。実験装置は噴射液体の導入部、トレーサの混合部、模型ノズル、光学系と撮影系からなっている。サック室内の流れを可視化するには、アキュムレータからの水を混合室で適量のトレーサと十分混合した後、模型ノズルに送り、蓄圧室、弁座間、サック室を経て噴孔から噴出させた。トレーサとしては粒径が0.2-0.3 mmで水とほぼ同一密度であるポリスチレン粒子を使用した。光源にはアルゴンイオンレーザ（波長488 nm）を用い、幅1 mmのシート光を模型ノズルの下部からサック室の中心軸を含む断面に照射し、正面からポリスチレン粒子の軌跡をスチルカメラで撮影した。サック室内と噴孔内のキャビテーションおよび噴流の分裂挙動の撮影の場合には、トレーサは混合せず水のみを流して高速度ビデオカメラ（撮影速度：9000 駒/s）で撮影した。光源にはキャビテーション挙動の観察には、レフランプを、噴流挙動の観察にはマイクロフラッシュを用いた。

2.2 模型ノズル

実験に使用した透明なアクリル樹脂製模型ノズルの概要を図3に示す。標準モデルI（STD Model I）、標準

モデルIII（STD Model III）、ミニサックモデル（Mini Sac Model）、VCO（Valve Covered Orifice）モデルの4種類を使用した。これらは噴孔径が0.2 mmの直噴式ディーゼル機関用の多孔ホールノズルの形状に基づいて、その内部寸法を10倍に拡大したものである。噴孔数はノズル内部の照明と観察のため左右の2つの噴孔のみとし、噴孔径を2 mm、噴孔管長と噴孔径の比 L_h/d_h を4、噴射角を 157° とした。標準モデルIはサック室底面近くに噴孔が位置している。標準モデルIIIは、標準モデルIと同じサック室形状で、噴孔がシート部近くに位置している。ミニサックモデルのサック室底面から噴孔にかけての形状は標準モデルIと同じで、サック室の高さを標準モデルの約1/2とし、サック室の容積を小さくしたモデルである。VCOモデルは、噴孔を針弁シート部で直接開閉する構造のモデルである。針弁着座時のシート下流側噴孔入口までの容積比はモデルのサック室の容積比は標準モデルIおよびIII：ミニサックモデル：VCOモデルが100：42：7である。

2.3 実験条件

模型ノズル蓄圧室内に流入する水流は定常条件とし、模型ノズルの噴孔内のレイノルズ数が実機ノズルと同一になるように求めた噴射圧力で実験を行った。実験条件を表1に示す。ここで、レイノルズ数 Re およびキャビテーション数 K は次のように求めた⁴⁾。

$$Re = \frac{V_i d_h}{\nu_i} \quad (1)$$

$$K = \frac{P_i - P_v}{P_i - P_a} \quad (2)$$

ここで V_i ：噴孔出口の平均噴出速度
 d_h ：噴孔径

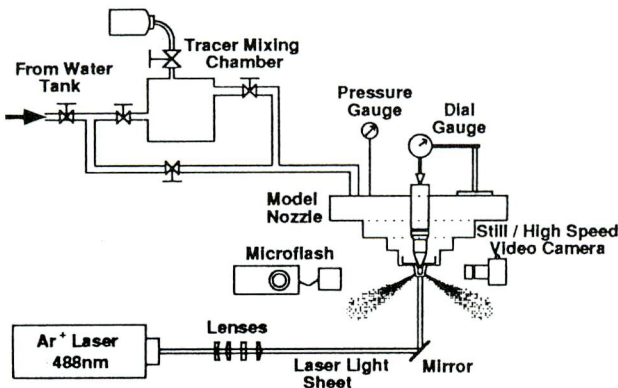


Fig. 2 Experimental apparatus

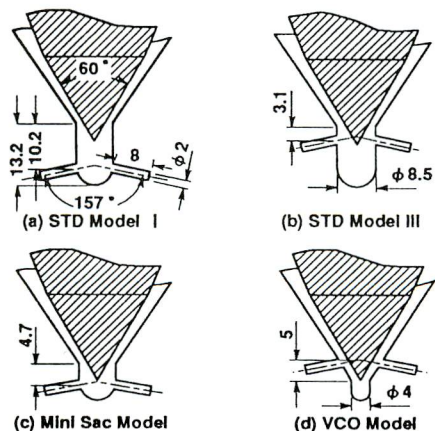


Fig. 3 Configuration of four types of model nozzles

- ν_i : 動粘性係数
- P_i : 蓄圧室の圧力
- P_s : 雰囲気圧力
- P_v : 液体の蒸気圧力

模型ノズルの噴射圧力 ΔP_i は 0.2 MPa で、これは実際のノズルの噴射圧力 149 MPa に相当する。これらの噴射圧力に対して、噴孔部におけるレイノルズ数は、模型ノズルと実機ノズルともに 39800 となる。一方、キャビテーション数は実際のノズルより模型ノズルの方が大きく、模型ノズルの方がキャビテーションが起りにくい状態となっている。言いかえると模型ノズルの噴孔でキャビテーションが発生していれば、実機ノズルではより強いキャビテーションが発生していると考えられる。

噴射ノズルの流量係数 C_d は次式から求めた。

$$C_d = \frac{Q_i}{A} \sqrt{\frac{P_i}{2(P_i - P_s)}} \quad (3)$$

- ここで Q_i : 液体の噴射流量
- A : シート部あるいは噴孔の流路断面積
- ρ_l : 液体の密度

なおシート部の流路断面積は針弁リフトの上昇とともに 0 から増加するが、噴孔の流路断面積は一定であるため、ノズル内の最小流路断面積は、針弁リフトが $h_n = 0.47 \text{ mm}$ でシート部から噴孔部に切り換わる。本報告では噴孔絞りとなっている新弁リフトが $h_n = 0.7 \text{ mm}$ と 3.5 mm の結果について述べる。

Table 1 Specifications of diesel nozzle and model nozzle

Parameters	Unit	Diesel Nozzle	Model Nozzle
Hole Diameter d_n	mm	0.2	2
Size Ratio	-	1	10
Reynolds Number In Discharge Hole *	-	3.98×10^4	3.98×10^4
Cavitation Number In Discharge Hole **	-	1.02	1.48
Injection Pressure ΔP_i	MPa	149	0.2
Injection Velocity V_i	m/s	598	20
Fluid	-	Diesel Fuel	Water
Density ρ_s	kg/m ³	835	998
Kinematic Viscosity ν_i	m ² /s	3.0×10^{-4}	1.004×10^{-4}

3. 実験の結果および考察

3.1 ノズル内の流れと噴流の分裂挙動

3.1.1 標準モデル I の場合 図 4 に標準モデル I のサック室内の流れパターン、噴孔内のキャビテーションおよび噴出後の噴流の様子を示す、まず図 4 (a)

の針弁リフトが $h_n = 0.7 \text{ mm}$ の場合、狭いシート部から針弁に沿ってサック室に入る流れの影響でサック室内の流れは乱れた状態になっている。また、シート部下流のサック室の側壁近傍に比較的大きな渦が生じる。噴孔内にはキャビテーションは見られないが、噴流の広がり角は大きく、サック室内の強い乱れの影響と思われる。

一方、図 4 (b) の針弁リフトが $h_n = 3.5 \text{ mm}$ の場合、サック室内の流れは滑らかで、流線はシート部から各噴孔へ向かっている。噴孔でのキャビテーションは噴孔入口から出口にかけてほぼ全域で見られる。このキャビテーションは噴孔入口から上流のサック室内で変動を繰り返す。すなわちある瞬間、噴孔から偏平な断面形状のキャビテーションの帯がサック室内へ発達し、この後すぐ消滅したり、両噴孔の間でつながるまで発達した後消滅したりする。また、サック室内に生じるキャビテーションが消滅するのに合わせて、噴流の広がりが大きくなり、噴流の広がり角が周期的に変動する。しかし、噴孔内ではキャビテーションが全域に広がり崩壊が少ないため噴流の広がり角は非常に小さい。

3.1.2 標準モデル III の場合 図 5 に標準モデル III のサック室内の流れパターン、噴孔内のキャビテーションおよび噴出後の噴流の様子を示す。まず、図 5 (a) の針弁リフトが $h_n = 0.7 \text{ mm}$ の場合、サック室内の流れは標準モデル I よりさらに乱れた状態になっている。シート部からの流れのほとんどはシート部から直接噴孔に流れ込むことはなく、針弁に沿ってサック室内に入り、サック室底面でも向きを変えて噴孔に向かう。噴孔においてはキャビテーションが噴孔入口から中ほどまで伸び、噴孔出口より上流で消滅する。サック室内の乱れや噴孔内でのキャビテーションの崩壊が噴流に大きな攪乱を与えらると思われ、その結果、噴流の広がり角は標準モデル I と比べ大きくになっている。

一方、図 5 (b) の針弁リフトが $h_n = 3.5 \text{ mm}$ の場合、サック室の流れはシート部からそのまま噴孔内に入り込む流れと噴孔を含む断面以外の紙面の手前側と奥側のシート部からサック室に入り、サック室底面に衝突して向きを変える流れの 2 つが存在している。この時噴孔内の偏平な断面形状のキャビテーションがサック室内まで発達し、その後すぐ消滅したり、両噴孔間でつながった後に消滅したりする。その時のキャビテーションの帯はシート部から直接噴孔に向かう流れと噴孔位置より下のサック室内の流れとの境界上に現われる。噴孔ではキャビテーションが噴孔のほぼ全域に発生し、このため、噴流の広がり角が針弁リフトが $h_n =$

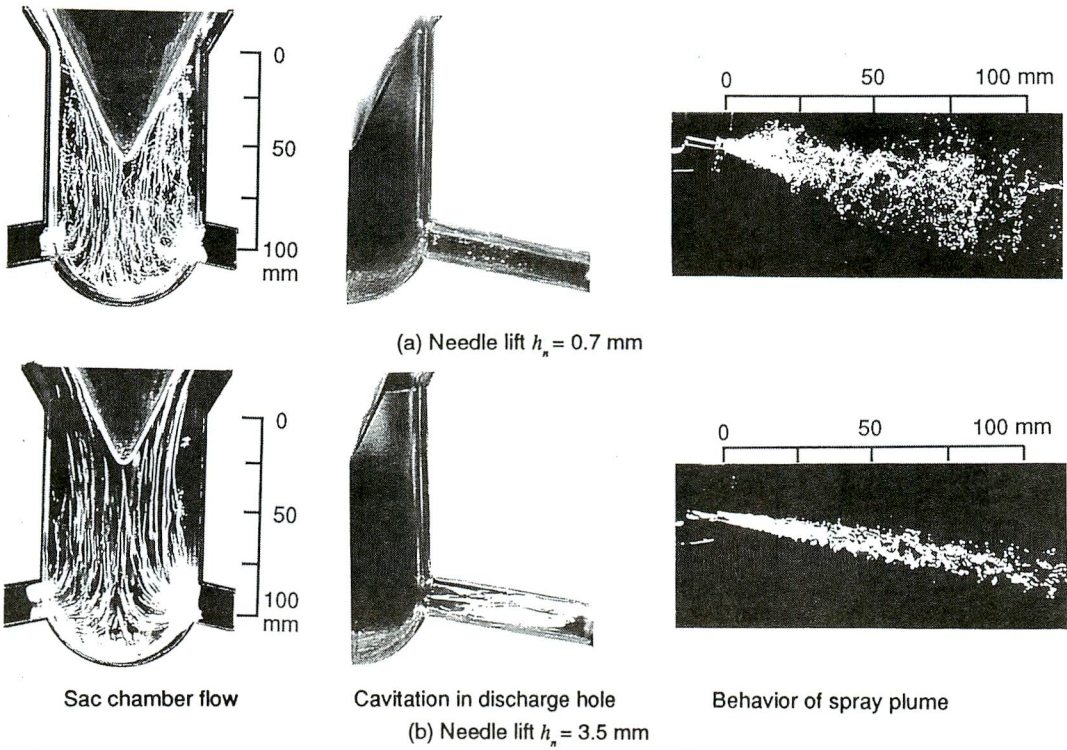


Fig. 4 Flow patterns in sac chamber, cavitation in discharge hole and behaviors of spray plume for STD Model I

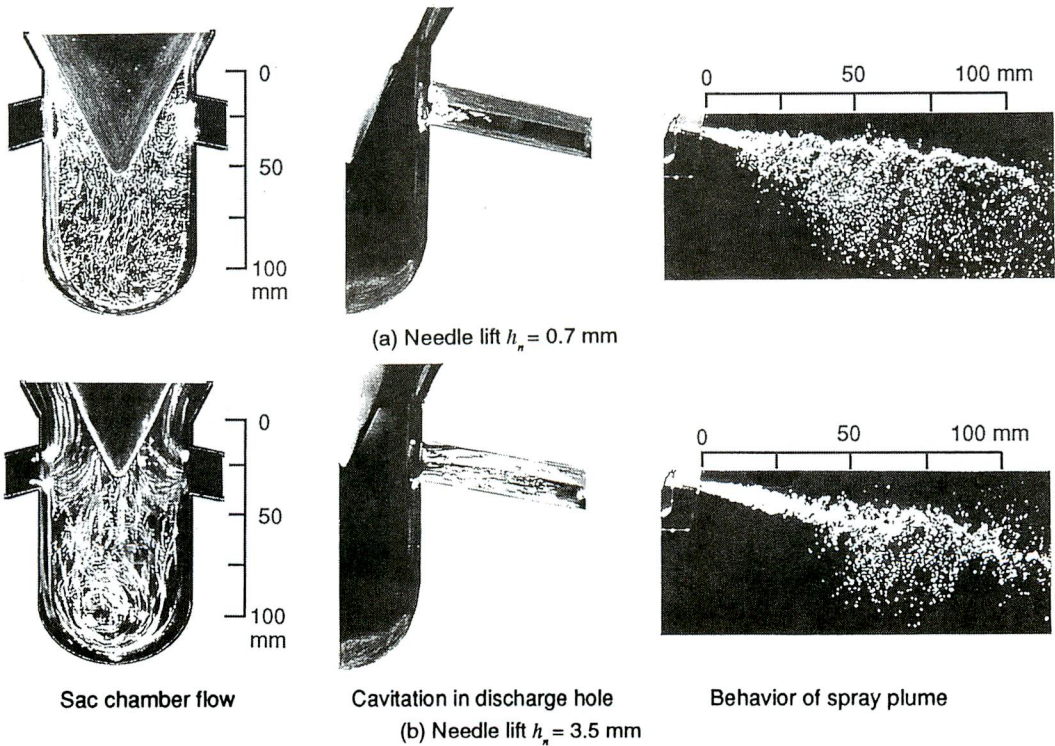


Fig. 5 Flow patterns in sac chamber, cavitation in discharge hole and behaviors of spray plume for STD Model III

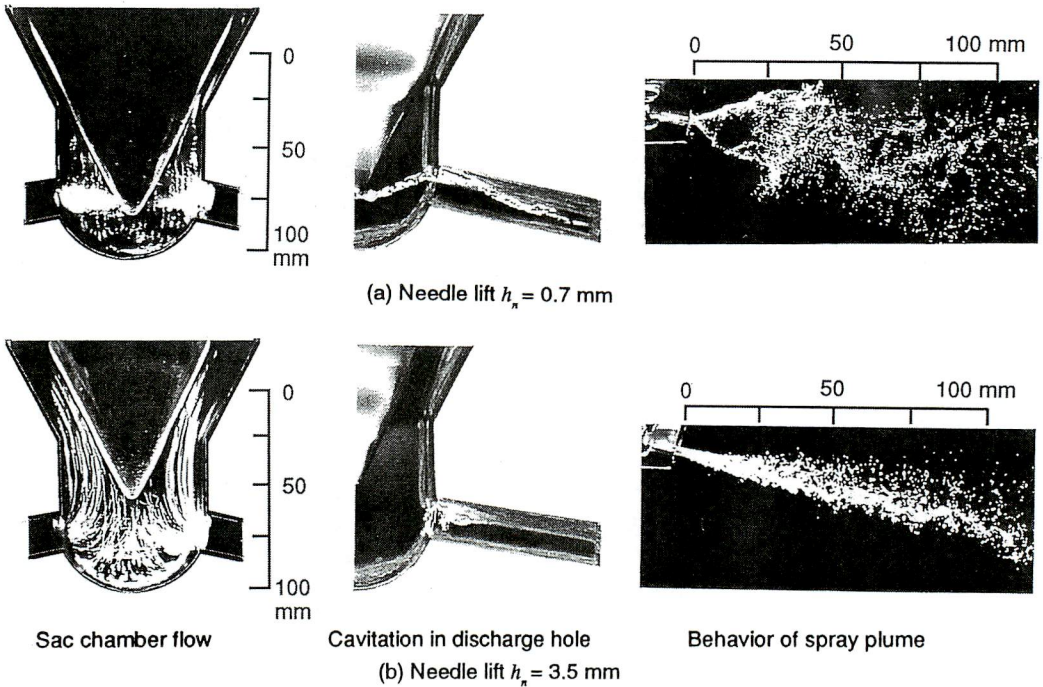


Fig. 6 Flow patterns in sac chamber, cavitation in discharge hole and behaviors of spray plume for Mini Sac Model

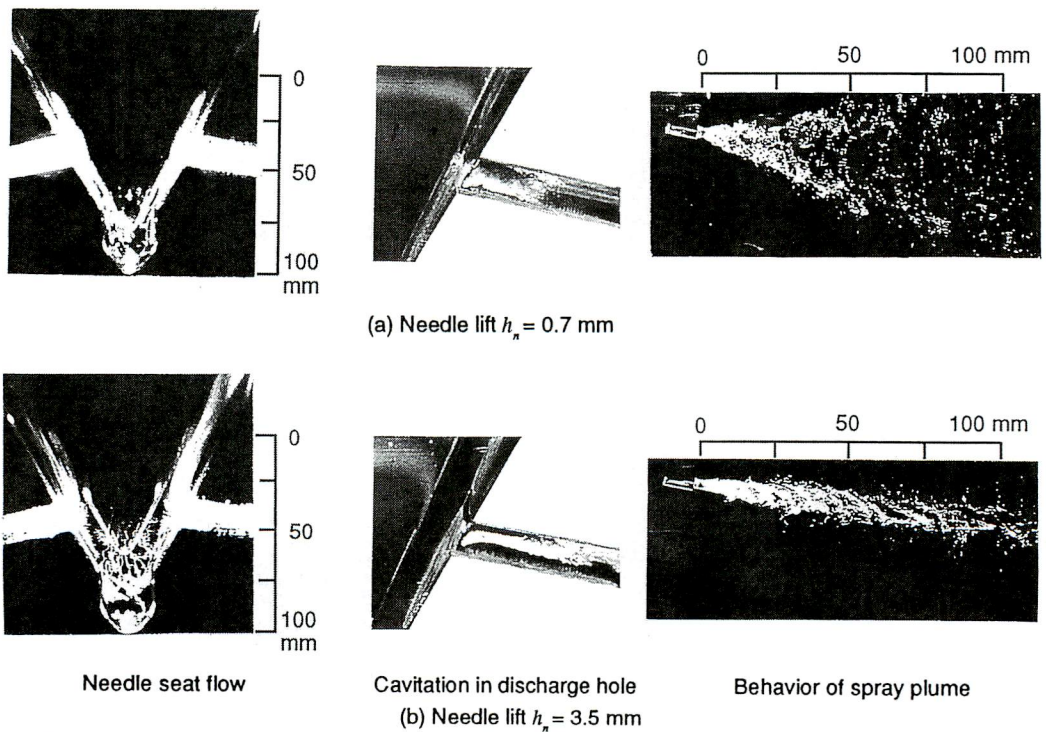


Fig. 7 Flow patterns in needle seat, cavitation in discharge hole and behaviors of spray plume for VCO Model

0.7 mm の場合より小さくなる。しかし、サック室内の乱れの影響で噴流の広がり角は標準モデル I より大きい。また、標準モデル I と同様にサック内のキャビテーションが消滅するのに合わせて、噴流の広がりが大きくなり、噴流の広がり角が周期的に変動する。

3.1.3 ミニサックモデルの場合 図6にミニサックモデルのサック室内の流れパターン、噴孔内のキャビテーションおよび噴出後の噴流の様子を示す。図6 (a) の針弁リフトが $h_n=0.7\text{ mm}$ の場合、サック室内の流れパターンは標準モデル III に類似している。シート部からの流れは直接噴孔に流れ込むことはなく、針弁に沿ってサック室内に入り、サック室底面を向きを変えて噴孔に向かう。また、丸いひも状の断面形状のキャビテーションがサック室内に生じ、針弁の先端付近から噴孔の出口まで伸びている。これがサック室内の流れパターンの写真ではトレーサの軌跡とは別に明るく写っている。このキャビテーションの帯は螺旋状にねじられた形状になっており、噴孔内の液流が旋回していることが分かる。キャビテーションの帯は針弁リフトが $h_n=1.5\text{--}2.0\text{ mm}$ になると、サック室から消滅する。噴流は噴孔内の旋回流の影響を受けて中空状の構造になっており、広がり角が非常に大きくなっている。一方、針弁リフトが $h_n=3.5\text{ mm}$ の場合、サック室内の流れパターンは標準モデル I に類似しており、シート部から緩やかに曲がって噴孔内に入り込む。また標準モデル I, III と同様に噴孔から偏平状のキャビテーションがサック室内へ発達し、その後すぐ消滅したり、両噴孔間でつながった後消滅したりする。噴孔内のキャビテーションは、噴孔の入口付近のみに発生している。噴流の広がり角は、サック室内の滑らかな流れの影響のため、小さくなっている。また、標準モデル I, III と同様にサック室内のキャビテーションの生成及び消滅の影響で、噴流の広がり角が周期的に変動する。

3.1.4 VCO モデルの場合 図7に VCO モデルのシート部および噴孔内の流れパターン、噴孔内のキャビテーションおよび噴出後の噴流の様子を示す。図7 (a) の針弁リフトが $h_n=0.7\text{ mm}$ の場合、針弁の先端部側のシート部から噴孔へ流入する流れはほとんど見られない。高速のシート部の流れが直接噴孔へ流入し、流れの方向が急変するため、噴孔入口からキャビテーションが発生し、噴孔中ほどまで伸びている。このキャビテーションの崩壊が噴孔内の液流に乱れを与え、噴流の広がり角は大きくなっている。一方図7 (b) の $h_n=3.5\text{ mm}$ の場合は、シート部上流側から直接噴孔に入り込む流れと、針弁先端側のシート

部から噴孔に入り込む流れに分かれている。この2つの流れのうち、シート上流側から噴孔へ入る流れの方が流れの方向の変化が大きく、キャビテーションが発生しやすいと考えられる。このため、噴孔内のキャビテーションは、噴孔上側の壁面に沿ってほぼ全域に発生している。噴孔内のキャビテーションは安定して発生しており、噴流の広がり角の周期的な変動は、標準モデルやミニサックモデルと比べて小さい。また、噴流の広がり角は噴孔内のほぼ全域に発生したキャビテーションの影響で針弁リフトが $h_n=0.7\text{ mm}$ の場合よりやや小さい。

以上のようにいずれのモデルの場合にも、噴流の広がり角は針弁リフトの小さい場合に大きい。これは針弁リフトの小さい場合の方が噴孔上流部の流れが滑らかでなく乱れていること、シート部からサック室へ入る流れが直接噴孔へ流入せず、サック室底面に衝突して向きを変えるなどの複雑な流れとなること、などによると思われる。また、噴孔がシート部近くに位置する場合、サック室容積が小さい場合、およびサック室の容積が無い場合には、噴孔入口で発生したキャビテーションが噴孔内で崩壊することにより噴孔内の流れが乱れることも、噴流の広がり角を大きくしていると考えられる。さらにミニサックモデルで特に顕著見られたように、噴孔内でキャビテーションの帯を中心とした旋回運動が発生すると、噴流は中空状となり広がり角がさらに大きくなる。

3.2 サック室内に生じるキャビテーション

図8にサック室および噴孔内に生じるキャビテーションの高速ビデオカメラによる撮影結果を示す。いずれのモデルの場合も噴射圧力は $\Delta P_s=0.2\text{ MPa}$ 、 $h_n=3.5\text{ mm}$ で、カメラは9000 駒/秒で撮影を行った。

図8 (a), (b) の標準モデル I, III の場合、噴孔内全域で発生しているキャビテーションは噴孔下流側での崩壊位置が非定常に変化し、噴出後の噴流広がり角の変動を引き起こす。噴孔入口のキャビテーションの始端は、ある瞬間偏平状にサック室内へ成長し、その後すぐ消滅したり、左右のキャビテーションの帯がサック室内で繋がった状態が数 ms の間続いた後に消滅する。この偏平状のキャビテーションはサック室下部の流れとシート部から噴孔に直接入り込む流れの境界上に現われる。

一方、ミニサックモデルの場合は標準モデルと異なり、噴孔内のキャビテーションは常に噴孔の入口だけで生じている。このキャビテーションから偏平状のキャビテーションがサック室内へ伸び、その後すぐに消滅したり、サック室内で繋がった状態が数 ms の間続いた後に消滅する。偏平状のキャビテーションの生成

から消滅までの時間はモデルごとによって少し違うが約3-5 msである。ミニサックモデルの場合、噴射圧力を $\Delta P_i = 0.1 \text{ MPa}$ に下げてもこの現象が起きるが、標準モデル I, III の場合では見られない。

3.3 流量係数

図9に各モデルの針弁リフトに対する流量係数の変化を示す。いずれのモデルにおいても、針弁リフトの上昇とともに流量係数が増加する傾向を示す。針弁リフトが $h_n = 0.5 \text{ mm}$ から 2.0 mm の間の増加が大きく、 $h_n = 2.0 \text{ mm}$ を越えると流量係数の増加は小さくなる。モデル間で比較すると、標準モデル I が最大の流量係数を示す。これは標準モデル I のサック室内の流れが滑らかで、流動抵抗が小さいためと思われる。ミニサックモデルの場合、 $h_n = 0.7 \text{ mm}$ から 1.5 mm までの範囲で小さい流量係数を示しているが、これはサックから噴孔にかけて定期的に発生するキャビテーションの帯の影響で噴孔内の有効流路断面積が小さくなるた

めと考えられる。 $h_n = 2.0 \text{ mm}$ 以上になるとサック室内の定期的なキャビテーションの発生がなくなるため流量係数が急に増加する。VCO モデルの流量係数は針弁リフトが $h_n = 0.5 \text{ mm}$ および 2.5 mm 以上の範囲で、他のモデルに比べて最も小さくなっている。これは噴孔がシート部の斜め壁面についており、流れが鋭角に曲って噴孔に入り込むため、流動抵抗が大きいためと思われる。針弁リフトが $h_n = 2.5 \text{ mm}$ 以上で全モデルを比較すると、標準モデル I, 標準モデル III, ミニサックモデル, VCO モデルの順番に流量係数が小さくなっている。

3.4 噴流の広がり角

針弁リフトに対する噴流の広がり角の変化を図10に示す。噴流の広がり角 θ_p は噴孔出口から 60 mm ($30 h_n$) 下流の位置の噴流外縁2点と噴孔出口のなす角とした。いずれのモデルにおいても針弁リフトの上昇につれて噴流の広がり角は小さくなり、 $h_n = 3.5 \text{ mm}$ の場

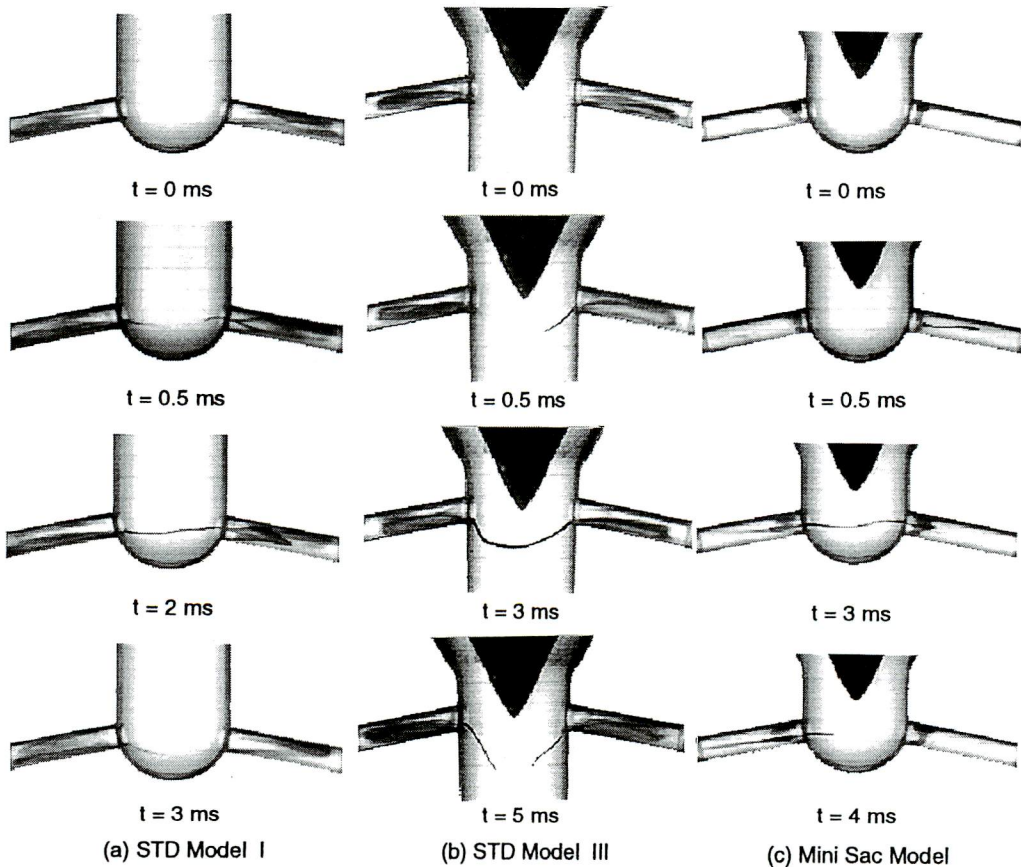


Fig. 8 Formation and collapse of cavitation film in sac chamber and discharge hole ($\Delta P_i = 0.2 \text{ MPa}$, $h_n = 3.5 \text{ mm}$)

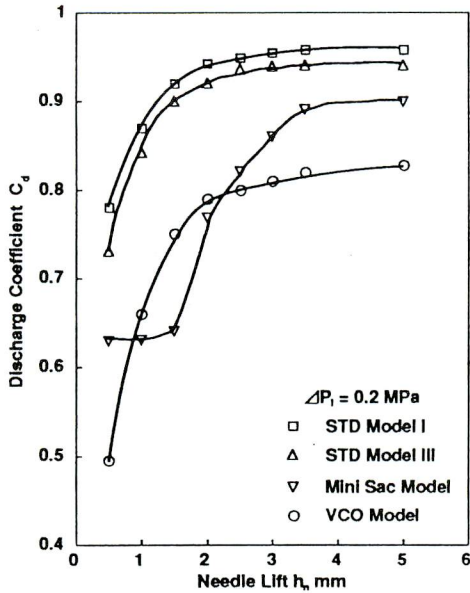


Fig. 9 Variation of discharge coefficient with needle lift

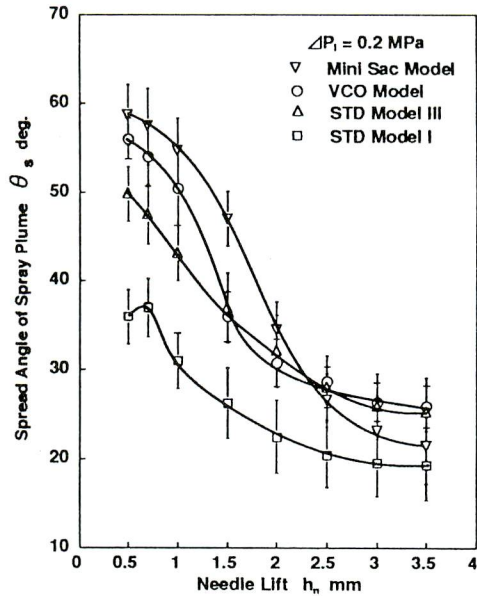


Fig. 10 Variation of spread angle of spray plume with needle lift

合に最も小さい広がり角になっている。針弁リフトが $h_n = 0.7 \text{ mm}$ から 2.0 mm の間の変化が大きく、 $h_n = 2.0 \text{ mm}$ を越えると噴流の広がり角の減少は小さくなる。

ミニサックモデルの場合、 $h_n = 0.7 \text{ mm}$ から 2.5 mm の間の噴流の広がり角が他のモデルに比べて大きい。これは噴孔内でキャビテーションの帯を中心とした旋回流が定期的に発生し、噴流が中空状になって大きく広がるためである。VCO モデルの噴流の広がり角は針弁リフトが $h_n = 2.5 \text{ mm}$ 以下の範囲でミニサックモデルより小さいが標準モデル III より大きい。これはミニサックモデルのような噴孔内で旋回流は発生しないが、噴孔内のキャビテーションが標準モデル III より大きく発生し、これが噴孔内で崩壊するため噴孔内の液流に攪乱を与えるためと思われる。

標準モデル I の噴流の広がり角は全モデル中で最も小さい。これは針弁リフトが小さい時には噴孔内にキャビテーションの発生が無く、針弁リフトが大きい時にはサック室内の流れが比較的滑らかなため、噴孔内の液流の乱れが小さく、噴流の広がり角が小さくなったものと思われる。標準モデル III ではサック室内の流れが標準モデル I に比べてかなり乱れているため、噴流の広がり角が標準モデル I より大きくなっている。

4. 結論

内部寸法を10倍に拡大した透明な水流模型ノズルを用いた可視化実験によってディーゼル燃料噴射ノズル内の流れを定常流の条件下で解析した結果、次のことが明らかになった。

- (1) サック室容積が比較的大きい標準モデルで噴孔の取り付け位置がシート部に近い場合、噴孔の取り付け位置がサック室底部に近い場合と比べて、サック室内の流れが乱れた状態になり、噴流の広がり角が大きくなる。一方、流量係数は小さくなる。
- (2) ミニサックモデルの場合、針弁リフトが小さい時に、左右の噴孔出口から噴孔上流部、さらにサック室内の針弁下端付近にかけて丸いひも状断面のキャビテーションが生じ、左右のキャビテーションが繋がる。この時、噴孔内の液流は旋回し、噴流は中空状の構造となって、噴流の広がり角が標準モデルに比べて非常に大きくなる。一方、流量係数は標準モデルに比べて小さくなる。
- (3) VCOモデルの場合、針弁リフトが小さい時に噴孔入口から下流にかけてキャビテーションが生じ、噴孔中ほどで崩壊する。この時、標準モデルに比べて噴流の広がり角が大きく、流量係数は小さくなる。
- (4) 標準モデルおよびミニサックモデルの場合、針弁リフトが大きい場合、噴孔内に偏平な断面のキャビテーションが発生する。このキャビテーションが周期的に上流のサック室に向かって発達して繋がったり、消滅したりする。このようなキャビテーションの変動がある時、噴流の広がり角も変動する。

- (5) VCO モデルの場合、針弁リフトが大きい時、噴孔入口から出口付近まで定常的な安定したキャビテーションが発生する。噴流の広がり角の変動は他のモデルと比べて小さい。
- (6) いずれのモデルの場合も針弁リフトの増加とともに噴流の広がり角は小さく、流量係数は大きくなる。

謝 辞

本研究に協力された高木武則（現在（株）デンソー）、前田拓（現在広島大学大学院生）の諸氏に謝意を示す。

文 献

- (1) H. Hiroyasu, H., Arai, M. and M. Shimizu : Break-up Length of a Liquid Jet and Internal Flow in a Nozzle", Proc. 5th. ICLASS (1991), 275-282.
- (2) 許, 新井, 廣安 : ディーゼル噴射弁の水流通型による流れの観察, 機論B, 53-491(1986-7), 2214-2218.
- (3) 玉木, 西田, 清水, 廣安 : 液体噴流の微粒化におよぼす噴孔内流れの影響 (第1報: 加速度センサによるノズル噴孔内の攪乱特性の測定) 微粒化, Vol 5-2, No.10 (1996), 56-63.
- (4) Date, K., Manabe, M., Kano, H., Kato, M. and Oya, T. : Contribution of Fuel Improvement in Nozzle to Spray Formation, SAE Paper 920622, (1992).
- (5) Soteriou, C., Andrews, R. and Smith, M. : Direct Injection Diesel Spray and the Effect of Cavitation and Hydraulic Flip on Atomization, SAE Paper 950080, (1995).
- (6) Hosoya, H. and Obokata, T. : Effect of Nozzle Configuration on Characteristics of Steady-State Diesel Spray, SAE Paper 930593, (1993).
- (7) Nurick, H. : Orifice Cavitation and Its Effect on the Spray Mixing, Journal of Fluids Engineering, December (1976), 681-684.



金 壯憲

広島大学大学院工学研究科
〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1

Tel. (0824) 24-7566

Fax. (0824) 22-7034

略歴：韓国全北大学大学院修士課程終了。韓国大宇自動車（株）を経て、現在、広島大学大学院工学研究科博士課程に在学。ディーゼル噴霧の微粒化機構に関する研究に従事。



西田 恵哉

広島大学工学部 助教授

〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1

Tel. (0824) 24-7562

Fax. (0824) 22-7034

略歴：1980年 広島大学大学院工学研究科博士課程（前期）終了。（株）クボタを経て広島大学工学部助手、1990年より現職。1995年10月より10ヶ月、米国ミシガン大学客員研究員。

広島大学燃焼工学研究室において噴霧のレーザ応用・画像計測、微粒化機構、ディーゼル噴霧、エンジン内混合気形成に関する研究に従事。



吉崎 拓男

広島大学工学部 助手

〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1

Tel. (0824) 24-7566

Fax. (0824) 22-7034

略歴：東京理科大学大学院修士課程修了後、マツダ（株）を経て、1991年より現職。噴霧のレーザ応用・画像計測、ディーゼル噴霧の混合気形成過程に関する研究に従事。



廣安 博之

広島大学工学部 教授

〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1

Tel. (0824) 24-7563

Fax. (0824) 22-7034

略歴：1962年東北大学大学院工学研究科博士課程修了。

（株）豊田中央研究所を経て、1969年より広島大学教授。内燃機関の燃焼、噴霧燃焼に関する研究に従事。