

Team HiEf 千鳥噴射ノズルにおける燃料噴霧特性の基礎的解明

担当者 46021302 古東 文哉 36020344 森 一広 36030341 久保 憲太郎  
16003029 堀 司 16003051 川端 裕二

1. 緒言

低 NO<sub>x</sub> と燃費向上の改善を目的とした等圧燃焼は、高圧縮比による燃焼相当の筒内圧力までの加圧、燃焼期間の短縮および遅角化により実現される。また、燃焼期間短縮のため多噴孔化すると同時に噴孔径を縮小し、燃焼室内における空気利用率を向上させるためにノズル直下部に噴射するよう噴孔を設置した千鳥噴射ノズルが実用化されている。しかしながら、千鳥噴射ノズルにおける燃料噴霧挙動およびノズル内部流動などはいまだ不明な点が多いのが現状である。

本研究では、千鳥噴射ノズルにおける噴霧特性をさまざまな角度から観察および計測を行ない、基礎的に解明することを目的としている。千鳥噴霧の巨視的特性の解明とともに、主噴霧および副噴霧干渉領域における空気流動および周囲気体導入過程を画像相関法により調べる。さらに、噴霧の微粒化や形状に大きく影響を与えるノズルサック内部流動および噴孔内部流動特性を、三次元拡大アクリルモデルを用いて観測する。

2. 実験条件

実験条件を表 2-1 に示す。定容容器内に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を充填し、高密度場を生成することで実機関における燃焼室内を模擬する。雰囲気温度は室温とし、室温高密度場において実験を行なう。

噴射装置には高圧噴射および電子制御可能であるコモンレール式燃料噴射装置を用いる。噴射圧力は 80, 100, 120 MPa とし、噴射期間を 0.5 ms ~ 2.5 ms とする。

供試燃料には沸点が軽油の 50% 析出温度とほぼ等しい、n-トリデカンを用いる。

3. 実験

3.1 Mie 散乱撮影による千鳥噴霧の巨視的特性および噴霧間干渉特性の解明

3.1.1 千鳥噴霧の巨視的特性解明

千鳥噴射ノズルにおける主噴霧および副噴霧のそれぞれ一本に着目し、先端到達距離、噴霧角、噴霧体積を計測することで、千鳥噴霧の巨視的特性を解明する。噴射圧力や噴射期間をパラメータとし、主噴霧および副噴霧の噴霧特性の変化を観察する (Fig.3-1 参照)。

3.1.2 噴霧間干渉および流動特性の解明

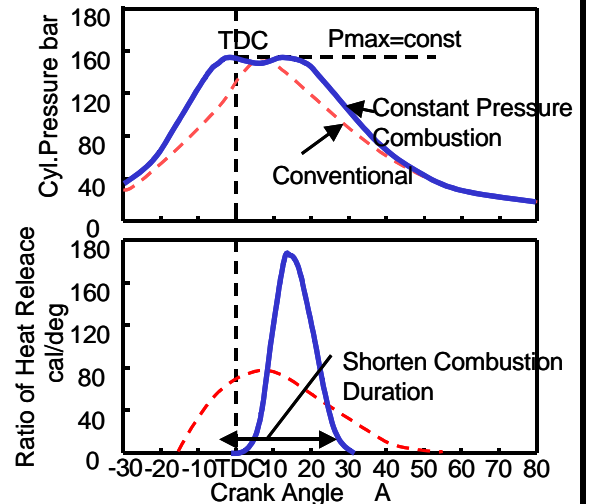


Fig.1-1 Constant pressure combustion

Table2-1 Experimental conditions

Fuel oil	n-Tridecane
Ambient gas	CO <sub>2</sub>
Ambient temperature T <sub>a</sub> [K]	300
Ambient density ρ <sub>a</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	41.6
Ambient pressure P <sub>a</sub> [MPa]	2.3
Injection pressure P <sub>inj</sub> [MPa]	80,100,120
Injection duration t <sub>inj</sub> [ms]	0.5,1.5,2.5

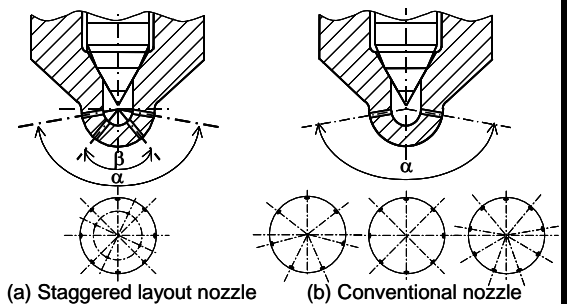


Fig.2-1 Configuration of staggered layout nozzle and Conventional nozzle (α = 160°, β = 80°)

千鳥噴射ノズルにおいては主噴霧と副噴霧の位置が比較的近いいためその領域の流動は非常に複雑となる．そのため、混合気形成過程において噴霧間干渉領域での噴霧や周囲気体の流動特性、周囲気体導入過程を調べることは非常に重要である．そこで、画像相関法を噴霧干渉領域に適用し、瞬間速度分布や乱流特性を調べる．光源に Nd:YAG レーザを用い、レーザシートを噴霧間干渉領域に微小時間差をつけ二回入射する．撮影にはイメージンテンシファイア付き CCD カメラを二台使用する．

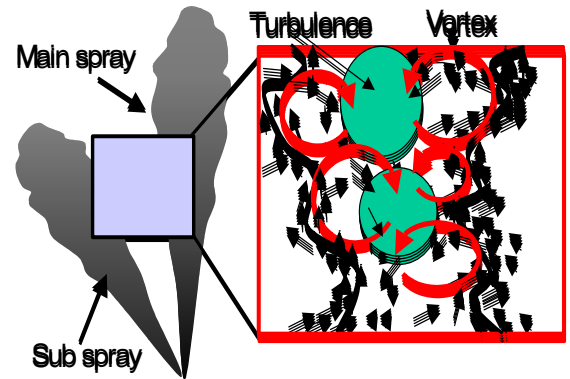


Fig.3-1 Observation of Flow pattern between main and sub spray

### 3.2 千鳥噴射三次元モデルノズルを用いたサック内および噴孔内流動特性の解明

#### 3.2.1 Mie 散乱撮影によるノズルサック内部流動の観察

直噴式ディーゼル機関においては、噴霧の分散および微粒化特性がその後の燃焼や排気特性に大きく影響を与えるため、ノズル内部流動を計測することが非常に重要である．本研究では、千鳥噴霧にノズル内部流動が与える影響を調べるため、三次元拡大亚克力ルモデルを作成し、Mie 散乱撮影によってサック内部流動および噴孔内部を観察する．光源には  $Ar^+$  レーザ、撮影にはハイスピードビデオカメラを用い、時系列画像を得る．噴射圧力はレイノルズ相似則を用いて決定する．噴射圧力およびニードルリフトをパラメータとし、さらにノズルサック内部における流動をより詳細に調べるためトレーサを燃料に混入する．トレーサには燃料への追従性を確認し、最適なものを用いる．

#### 3.2.2 背景光撮影によるサックおよび噴孔内部の観察

本研究では、千鳥型噴射ノズルにおけるサック内および噴孔内部の流動、キャビテーションの発生、噴霧の拡がりを背景光撮影により観察する．本実験では千鳥型および噴孔を同一平面状、副噴孔をねじれの位置に設けた三次元拡大亚克力ルモデルを用い、サック内および噴孔内流動現象を観察する．( Fig.3-2, Fig.3-3 参照 )

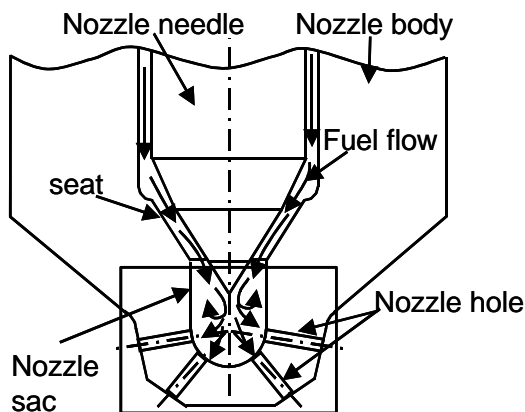


Fig.3-2 Internal flow pattern in staggered layout nozzle

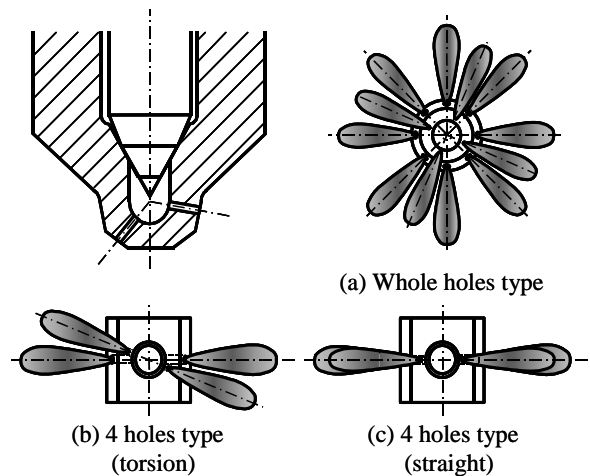


Fig.3-3 Configuration of model nozzles