

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 横部 澄人 印

題 目 船用ディーゼルノズルの噴霧特性と内部流れに関する研究

学位論文の概要及び要旨

1. はじめに

これまで自動車用ディーゼルエンジンの燃料噴射ノズルについて、多くの研究がなされており、ノズル噴孔内に発生するキャビテーションが燃料噴霧特性に大きく影響することが知られている。船用大型2サイクル低速ディーゼル機関に用いられている燃料ノズルについては、ノズル内流れやキャビテーションに関する研究は多くなく、これらが燃料噴霧に及ぼす影響を調査し、現象を理解することは、ノズルを設計する上で非常に有益である。また、燃料噴霧特性はその後の燃料の燃焼に大きく影響することから、これらの現象を理解することは、燃焼により発生する有害物質の船舶からの排出抑制や、燃料消費量削減に対しても非常に重要である。

そこで、本研究は、船用大型2サイクル低速ディーゼル機関の燃料弁および燃料ノズルに着目し、その内部流れや、内部流れが燃料噴霧に及ぼす影響を実験および数値解析により明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法および結果

実験的研究においては、船用大型2サイクル低速ディーゼル機関の単気筒試験機関で実際に用いられたノズルおよび、燃料ノズルと同形状、同サイズのアクリル製可視化ノズルを製作し、実験に用いた。実験には水を用い、これらのノズルを装着した噴射弁から高圧で水を噴射する装置を製作し、実験を実施した。水の噴射圧力は、実際の燃料噴射圧力よりも低圧であり、噴射も大気雰囲気となるため、実機エンジンのシリンダ内で行われている高温・高圧下への燃料（重油）の噴霧とは異なる。しかし、本研究では、まず、これまで実施例の少ない船用大型2サイクル低速機関のノズルの噴霧やノズル内流れに関する基本的な特性を理解し、明らかにすることを目的としているため、今回の実験条件において得られる情報は非常に有益であると考えられる。ノズルは複数の噴孔とサックボリュームを持っており、実験では、

- ・単気筒試験機関で用いたノズルと可視化ノズルによる噴孔毎の噴射率計測
- ・噴孔毎の噴霧の可視化、噴霧到達距離および、噴霧広がり角の算出
- ・可視化ノズルによるノズル内流れの可視化

を実施した。

噴孔毎の噴射率計測では、噴霧モーメント法を船用ディーゼルノズルに初めて適用し、噴射率計測を行った。その結果、得られた噴射率波形は、噴射開始後、噴射率がほぼ一定値となる直前に、“スパイク状”の波形が見られた（図1）。

噴霧の可視化では、噴霧画像を撮影し、噴霧到達距離を算出した。噴射開始直後の噴霧は比較的緩やかな成長であり、その後、急激に成長する、2段階の成長過程が見られた。噴射開始直後は、サックボリューム内に水が込められると同時に噴孔から水が噴出されるため、噴霧到達距離は比較的緩やかな成長であるが、サックボリューム内に水が充てんされると、噴霧到達距離は急激に増加すると考えられる。

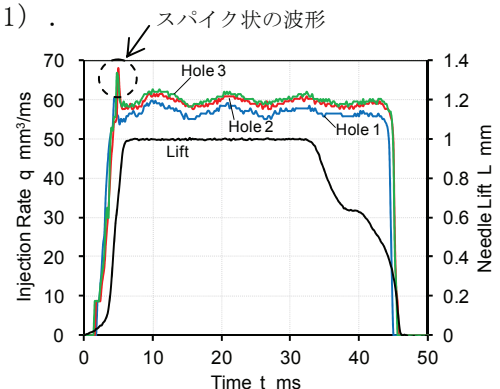


図1 噴射率計測結果

また、噴射率計測で見られた、“スパイク状”の波形は、噴射開始直後の比較的成長の遅い噴霧に、その後の急激な成長の噴霧の追いつき、追い越しが起こったことで発生したと考えられる。

可視化ノズルによるノズル内流れの可視化では、全ての噴孔の入口エッジ部からキャビテーションの発生が確認できた。サックボリュームのある船用ディーゼルノズルにおいて、キャビテーション発生を確認したのは、初めてである。また、キャビテーションの発生位置は、噴孔毎に異なることも確認した。

3. ノズル内流れの数値解析および結果

数値解析は汎用ソフトウェアであるCD-adapco社のSTAR-CCMを用いて、燃料弁内の以下の流れ解析を実施した。

- ・ 針弁の動きを考慮した2次元軸対称非定常解析
- ・ 針弁のリフト量は一定とした3次元定常解析

2次元軸対称非定常解析において、針弁上昇時および下降時のリフト量が小さい場合に、針弁シート部で急激な圧力低下が見られ、水の飽和蒸気圧以下となる箇所が見られた。また、ボイド率分布から針弁シート部下流にキャビテーションの発生が見られた。さらに、針弁リフト量がごく小さい場合を除き、噴孔部にキャビテーションの発生が見られた。

3次元定常解析において、各噴孔の入口エッジ部に縮流およびキャビテーションの発生が見られた。また、各噴孔の縮流やキャビテーションの状態は、噴孔毎に異なっていることが分かった。この噴孔毎の差異は、ノズル内の噴孔位置により、噴孔へ流入する流れの状態が噴孔毎に異なるために発生したものと考えられる。

4. まとめ

船用大型2サイクル低速ディーゼル機関の燃料弁、燃料噴射ノズルを対象とした実験および数値解析により、ノズルに複数ある噴孔毎に噴射特性が異なることが明らかになった。また、噴孔内には、キャビテーションの発生が確認された。噴孔毎の流れ場やキャビテーション発生状態の差異が噴射特性の違いに影響していると考えられる。