

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	川口 幹祐
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 90° 曲がりノズル内の非定常流特性が噴出するオイルジェットに及ぼす影響 (Effect of characteristics of the unsteady internal flow of a 90-degree bent nozzle on the ejected oil jet)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	尾形 陽一	印
審査委員	教 授	鈴木 康浩	印
審査委員	特任教授	西田 恵哉	印
審査委員	准教授	下栗 大右	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、自動車用内燃機関ピストン冷却に用いる、曲り管ノズルから噴出されるオイルジェットの界面挙動特性とノズル内流動特性の相関について論じている。曲率半径が <math>R=15\text{mm}</math>, <math>60\text{mm}</math> で異なる2種類の90°曲がりノズル内部の非定常乱れ成分に生じる特徴的な流動モードについて詳細な考察を行っている。直管ノズルでは、ノズル出口から離れた下流で流体力学的不安定性から界面変動が始まる一方、曲がりノズルでは出口近傍から界面変動が成長し、流体力学不安定性とは別のジェット界面の成長要因がノズル内流動場に起因する新たな知見と考察について論じられている。</p> <p>第1章では、内燃機関におけるピストン冷却の重要性と開発の現状、本研究に関連する曲り管内部の二次流れ、ノズルから噴出される液体ジェットの基礎研究レビューを行っている。本研究は曲り管内流動・非定常乱流・気液二相流の液体ジェットが相互に関連するほぼ未解明の研究領域であり、本研究の学術的・産業的重要性を明記している。</p> <p>第2章では、ジェット界面挙動、およびノズル内流速場の時間変動・空間分布を詳細に計測するために開発した実験装置および計測方法について述べている。ノズル内非定常流速場は時系列 PIV (Particle Image Velocimetry)、噴出ジェット界面時間変動は高速度カメラ・LED 変位計で計測を行う。流速場・界面変動共に計測手法の十分な精度を示し、次章以降の議論の妥当性を保証している。</p> <p>第3章では、時系列 PIV を用いて計測されたノズル出口近傍の2次元水平断面内流速2成分(2D2C)の時間変動と、ノズルから噴出するジェット界面の波立ちとの相関について述べている。曲率半径が小さく、大きいレイノルズ数(Re数)ではノズル内主流の時間変動が大きく、画像相互相関法を用いて得られたノズル内乱れの伝搬速度が、出口から噴出した直後に成長するジェット界面変動の伝搬速度と一致することを見出し、ノズル内乱れとジェット界面挙動の相関が明らかとなった。ノズル内の乱れがジェット界面に影響を及ぼすと仮定し、乱流エネル</p>			

ギーの大きい順にモード分解が出来る主成分分析 (POD) を用いて非定常流動の特徴を抽出した結果、曲率半径が大きいノズルでは、乱流エネルギー分率が 50%になるモードまで重ねても乱れの伝搬の特徴が再構築できない一方、曲率半径  $R$  が小さい管では  $Re$  数が大きい流れでエネルギーの大きい特徴的なまだらモードが現れ、エネルギー分率が大きいモードのみで乱れの伝搬の特徴を再現出来ることを明らかにした。

第 4 章では、第 3 章で得られたノズル内流動場の特徴的モードについて更に詳細な議論を行うために、時系列ステレオ PIV (2D3C) を用いた計測で得られた主流方向に対して垂直断面内の流速 3 成分および渦度の、時間平均場・非定常場について述べている。時間平均場から複数の渦構造が生じることが確認され、2D2CPIV で変動が見られた、 $R$  が小さく  $Re$  数が大きい条件で、断面内最大流速位置が変動することが分かった。また、流速 3 成分に対して POD を用いてモード分解を行った結果、小さい  $R$  では主流付近にピークを有する特徴的なモードが出現し、主流位置の変動に寄与することが明らかとなった。

第 5 章では本研究の総括と、今後の課題、実機への応用が述べられている。本論文の研究結果から、ノズル内流動を把握することで実機運転条件からジェット挙動の予測が可能になることで、開発工数の効率化に繋がることを期待されるとの展望が述べられている。

.....

以上、審査の結果、本論文の著者は博士 (工学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。