

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	中 島 聖
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 内燃機関のピストン冷却におけるオイルジェットとチャンネル内気液二相流の流動特性 (Characteristics of Piston Cooling Oil Jet and Two-phase Flow in Channel for Internal Combustion Engines)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	尾形 陽一	印
審査委員	教 授	西田 恵哉	印
審査委員	教 授	難波 慎一	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、オイルジェット流入によるピストンクーリングチャンネル内気液二相流の流動特性について論じており、既往研究では直管ノズルからのジェット、チャンネル内の数値シミュレーションが主であったが、実機を模擬した曲りノズルからのジェット特性、およびチャンネル内気液二相流動形態の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、本研究に関連する噴流挙動・クーリングチャンネル内流動の基礎研究レビューを行っている。</p> <p>第2章では、ジェット界面挙動とチャンネル内気液二相流の流動を繋げて議論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。ジェットの界面挙動特性を適切に評価するため、ポンプ後流に整流器および十分に長い直管部を設け、発達した一様流が曲り管ノズルに流入することで、管内流速場の非対称性がジェットに及ぼす影響を排除している。また、実機を模擬した往復運動装置で透明チャンネルを摺動し、チャンネル内部の流動・気泡の可視化を可能にしている。</p> <p>第3章では、曲り管ノズルからのオイルジェット界面挙動特性を明らかにするため、始めに実機搭載ノズルから噴出されるジェットの可視化観察結果について述べている。次に、曲りの影響を詳細に検討するため、直管および曲り管の透明アクリル製拡大ノズルから噴出されるジェット界面挙動を可視化、曲りの有無がジェットの拡がり・界面変動に及ぼす影響を考察する。また、ノズル曲り後の長さ、曲り部曲率半径の諸元違いの影響についても述べている。曲り管では噴流噴射方向に対する垂直断面における噴流断面形状は、噴流下流にいくにつれて円形から次第に楕円形状に変形し、レイノルズ数 <math>Re = 2000</math> 付近でのみ長軸側が切り替わる特性があ</p>			

ることが分かった。また、ノズルの曲り内側および外側の界面は、 $Re$  数が 2000 以上では曲り部での遠心力の影響で高速となる外側と比較し、内側の界面変動が増大する特性が明らかになった。

第 4 章では、2 次元断面内の 2 成分、および 3 成分速度場を各々計測可能な 2D2C, 2D3C PIV を用いたノズル内部の流動場について述べている。 $Re=2000$  を境にノズル断面内二次流れの Dean 渦が変化し、第 3 章で述べたジェット界面挙動の  $Re$  依存性がノズル内の二次流れに起因することが明らかになった。

第 5 章では、往復運動中のチャンネル内気液二相流動特性を明らかにするため、往復運動装置を作成、基礎的な形状である直円柱状の透明アクリル製チャンネルを対象に、ピストン振動周波数・噴流レイノルズ数・流入口径の違いがチャンネル内の気相面積割合、気相重心、気泡径分布などに及ぼす影響について述べている。

チャンネル内のオイル挙動は気泡を多く含む複雑な気液二相流であり、気相投影面積の割合は  $Re$  数の増加に伴い増加するが、これはチャンネル流入口で、チャンネル内オイルと流入ジェットの衝突による気相の巻き込みが要因であることが明らかになった。また、サイクル中の気相割合の変動は振動周波数に支配されるが、 $Re$  数の増加に伴う気相割合が増加すると、振動周波数の影響は小さくなる。また、低  $Re$  数条件かつ下死点における気相流入量は大きく低減するが、 $Re = 2500$  ではオイルジェット界面変動の増大により、流入口径による低減効果は小さくなることが分かった。

第 6 章では本研究の総括と、今後の課題、実機への応用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。