






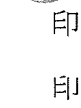
平成 29 年 8 月 31 日

豊橋技術科学大学長 殿

機械工学専攻
学位審査委員会
委員長 飯田 明由 

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	西 嶋 春 幸		学籍番号	第 149108 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学 専攻	
博士学位 論文名	エジェクタに発生する二相流衝撃波の形態と圧力変動に関する研究 (Study of two-phase flow shock waves structure and pressure fluctuation occurring in an ejector)			
論文審査の 期間	平成 29 年 7 月 27 日 ~ 平成 29 年 8 月 31 日			
公開審査会 の日	平成 29 年 7 月 31 日	最終試験の 実施日	平成 29 年 7 月 31 日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 飯田 明由 </p> <p>委員 柳田 秀記  鈴木 孝司 </p> <p>中川 勝文  </p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、エアコンや冷凍機の効率を上昇させる技術である二相流エジェクタにおいて発生する二相流衝撃波の形態を実験的に明らかにしたものである。また、この二相流衝撃波によって生ずる圧力変動の発生メカニズムを解明するものであり、全7章から構成される。

第1章では、地球環境の保護や世界的エネルギー需要の増加を背景に冷凍・空調機器の高効率化の重要性を示し、その対策としてのエジェクタ冷凍サイクルにおける昇圧作用としての二相流衝撃波の有用性を明らかにし、この二相流衝撃波の形態と、騒音や異音の元となる衝撃波によって発生する圧力変動の解明の重要性を論じている。

第2章では、シャドウグラフを用いた可視化実験装置を作製し、高速度カメラによって二相流衝撃波の形態を撮影している。エジェクタのノズルの背圧を上昇させると二相流衝撃波は上流に移動し、斜め衝撃波から垂直衝撃波に形態を変化することを明らかにしている。また、第3章では高速度カメラの画像から液滴速度を求める方法を開発し、二相流衝撃波による液滴の速度の変化を実験で求め、形態による速度低下の違いを明らかにしている。

第4章では、静圧分布と微小な圧力変動を同時に計測できるノズルを用いて、衝撃波によって発生する可聴スペクトル域の圧力変動を詳細に計測している。その結果、二相流衝撃波では上流の圧力変動を増加させる作用に加え、上流の圧力変動を減少させる作用があること明らかにしている。この圧力変動を減衰させる効果は、二相流中に存在する液滴による圧力波の分散によるものであることを液滴の体積含有率の依存性から示している。さらに第5章では衝撃波の発生位置や強さを変えた場合の圧力変動の変化を実験で検証している。

第6章では、ノズルの流路中心の圧力を測定し、ノズル壁面の静圧分布と比較することにより斜め衝撃波の特徴を実験で示している。また、ノズル入口クオリティを大きく変化させ、蒸気単相の斜め衝撃波と二相流斜め衝撃波の特性の差異を明らかにしている。

第7章で全体の総括を行っている。

審査結果の要旨

冷凍空調機の高効率化は、二相流エジェクタの実用化によって冷房分野でかなり達成されてきたが、暖房用のヒートポンプでも高い圧力比の二相流エジェクタが開発されれば高効率化が可能となる。この圧縮には二相流衝撃波の利用が不可避である。エジェクタ内で発生する二相流衝撃波の形態はどのような条件で変化するのか明らかにされていない。また、現在まで二相流衝撃波によって発生する騒音や異音の元となる圧力変動の発生メカニズムは不明である。

本論文は、これまで静圧分布でしか捉えることの出来なかった二相流衝撃波の形態をシャドウグラフを用いた高速度カメラによる可視化によって初めて明らかにした。また、ノズル入口クオリティを変化させることで、単相の蒸気から液体に近い低クオリティでの二相流衝撃波の形態を可視化した。開発した速度測定法を用い高速度カメラの映像から超高速で流れる液滴の速度を求め、二相流衝撃波の形態の違いによる減速過程を明らかにし、理論的に予測される液滴の速度緩和現象が支配する二相流衝撃波の特徴を実験で実証した点も評価できる。

二相流衝撃波を用いたヒートポンプを実用化するためには、衝撃波によって発生させられる騒音や異音を低減させる必要がある。本研究は地球温暖化係数の低い最新冷媒を用いた実験で、非常に高い精度で微小な圧力変動を計測した。二相流衝撃波では単相の衝撃波では存在しない圧力変動を低下させる周波数帯域があることを実験で初めて明らかにした。この現象を利用して、騒音を低減する技術の可能性も示した。

これらの研究成果は、冷凍空調分野で今後の開発が期待される二相流衝撃波を用いたヒートポンプ用エジェクタの設計に寄与するばかりでなく、二相流衝撃波の形態と発生する圧力変動を実験的に明らかにしたことは、混相流の流体力学の進展に大きく貢献する。

以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)