

平成23年2月28日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 北村 健三 印

論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	原田 敦史	学籍番号	第 043127 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	機械・構造システム工学専攻
論文題目	超音速ミスト流れ場中に発生する衝撃波と膨張波に関する基礎的研究		
公開審査会の日	平成23年2月24日		
論文審査の期間	平成23年1月27日～平成23年2月28日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成23年2月24日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨

本論文は、二相流エジェクタを用いた冷凍サイクルの効率向上を目的として、低クオリティ高速圧縮二相流中に発生する衝撃波と膨張波の特性を解析的に明らかにしたものである。論文は、全6章から構成されており、まず第1章では、過去の混相流と二相流エジェクタに関する研究を挙げ、多次元流れ場中に発生する二相流の超音速流動現象の研究の重要性を述べるとともに、研究の目的を明らかにしている。第2章では、空気-水系気液二相流中の気液相間の速度差によって生じる運動量緩和現象を考慮した基礎式および微小擾乱の伝播速度を示し、この緩和現象が衝撃波と膨張波に与える影響を示している。第3章では、気液相間の熱輸送現象を考慮した解析を行い、低クオリティ域におけるミスト流れ場における等温変化の妥当性を示している。第4章は、運動量、熱輸送現象に加え、実在気体や質量輸送の効果を考慮し、ヒートポンプ給湯器に使用される炭酸ガスを用いた超音速圧縮性ミスト流れ場中に発生する二相流斜め衝撃波の解析を行っている。第5章は、第4章で用いた解析モデルを用いて、液滴による非平衡性が超音速二相噴流に与える影響を数値解析によって示し、これらの解析結果と実験結果との比較を行い、本解析結果の妥当性を示している。第6章では、以上の内容を統括し、結論を述べている。

審査結果の要旨

近年、冷凍および空調機器では、地球温暖化防止の観点から、フロン系冷媒からCO₂などの自然冷媒への転換が積極的に進められている。しかし、自然冷媒を従来の膨張弁方式の冷凍サイクルの冷媒に用いると、サイクルの効率が低下することが問題となっている。この問題を解決する手段として、最近二相流エジェクタを利用した冷凍サイクルが注目を集めている。しかし、エジェクタ内では気液二相流が高速で流動するため、超音速流に似た非常に複雑な流れが生じ、このためエジェクタの効率、とくに圧力回復特性を予測するのが困難になっている。本論文は、低クオリティのミスト流中に発生する多次元の衝撃波や膨張波の特性を理論解析によって明らかにしようとしたものである。解析では、まず液滴と高速気流間の運動量、熱および質量輸送現象を考慮した支配方程式を提案し、CIP法を用いた解析を行っている。さらに、この基礎方程式からミスト流中の音速を理論的に導出し、この音速とCIP法によって解析された二相流衝撃波と膨張波の関係を明らかにしている。さらに、これらの解析を、実際の冷凍サイクルで使用される二相流エジェクタ内流れに適用し、エジェクタ内に生じる衝撃波および膨張波の特性等を予測している。本研究で提案した圧縮性二相流の支配方程式および数値解析手法は、二相流エジェクタを利用して冷凍サイクルの効率向上を図る上での理論的な裏付けを与えるものであり、今後の冷凍および空調機器の開発に大きく寄与するものと考えられる。

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。

審査委員

北村 健三 印 飯田 明由 印 鈴木 孝司 印
 中川 勝文 印 印 印

(注) 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。