

平成28年2月29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 章 忠

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	川村 洋介		学籍番号	第 093115 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	二相流エジェクタ混合部に発生する衝撃波・膨張波に関する基礎的研究 (Fundamental Study on Shock Waves and Expansion Waves in Mixing Section of Two-phase Flow Ejector)			
論文審査の 期間	平成 28 年 1 月 28 日 ~ 平成 28 年 2 月 29 日			
公開審査会 の日	平成 28 年 2 月 1 日	最終試験の 実施日	平成 28 年 2 月 1 日	
論文審査の 結果*	合格		最終試験の 結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士學位論文について、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。				
委員長	北村 健三			
委員	柳田 秀記		鈴木 孝司	
		印		印
		印		印

※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、超音速二相流と亜音速気体单相流が共存する場で発生する衝撃波・膨張波の特性を解析的に、また、自然冷媒である炭酸ガス冷媒の超音速二相流ノズル内に発生する二相流斜め衝撃波・膨張波の特性を実験及び解析の両面からそれぞれ明らかにしたものであり、全6章から構成されている。

第1章では、エネルギー消費及び温室効果ガス排出低減の観点から冷凍・空調機器の更なる省エネルギー化が必要であることが述べられ、その方策として膨張弁の代わりに二相流エジェクタを用いる方法が提案されている。この二相流エジェクタの高効率化を図るには、エジェクタ混合部流れのように、異なる音速をもつ二相流と気体单相流からなる流れ場中に発生する衝撃波・膨張波の特性を明らかにすることが重要であり、本研究はこの特性解明を目的としていることが述べられている。

第2章では、空気-水の二成分気液二相流を対象として、気液相間における相互作用のうち、最も支配的である運動量緩和現象に注目した解析を行ない、二相流・気体单相流が共に超音速流れである場合と、気体单相流が亜音速で、二相流が緩和過程によって超音速から亜音速と変化する場合について、半無限空間の角部に生じる斜め衝撃波・膨張波の特性を論じている。

第3章では、第2章で考慮した運動量緩和現象に加えて熱緩和現象も考慮した場合について、また、第4章では実用冷媒であるCO₂ガスを対象とし、CO₂液滴の蒸発・凝縮を考慮した解析をそれぞれ行ない、第2章で示した亜音速気体单相流と超音速二相流が共存した流れ場中に発生する衝撃波・膨張波の特性について、数値解析結果を基に論じている。

第5章では、CO₂冷媒を用いた間欠放出実験から二相流ノズル内に発生する衝撃波・膨張波の測定を行ない、また、実験より得られた結果と第4章で示した相変化を考慮した解析との比較から、実験系における流れ場の特性について定量的に評価している。

第6章では、全体の総括を行なっている。

審査結果の要旨

二相流エジェクタは、冷凍・空調機器の熱効率を大幅に向上させることが可能なことから、その実用化が急務となっている。この二相流エジェクタの混合部では、駆動流が超音速二相流、吸引流が亜音速気体单相流となっており、これら超音速場と亜音速場が共存した場での衝撃波や膨張波の挙動は、エジェクタ出口での圧力回復、ひいては機器の熱効率に重大な影響を及ぼすことが予想されている。しかし、その挙動を予測することは極めて困難であり、衝撃波や膨張波の発生条件等の詳細については現在でも不明のままである。

本論文は、二相流エジェクタの混合部でみられる、異なる音速をもつ流体が共存した流れ場で発生する衝撃波や膨張波について、気液相間の輸送現象を考慮した数値解析を試み、理論的に解明したものである。第2,3章では、壁面近傍に空気の单相流が流れ、その上部に超音速の空気-水二相流が流れる体系で、亜音速の空気流中に衝撃波及び膨張波が定在することを圧縮性二相流の理論から初めて明らかにしている。また第4章では、実際の冷凍・空調機に用いられているCO₂冷媒を対象として、CO₂の相変化を考慮した衝撃波解析を行い、亜音速のCO₂ガス流中においても空気-水と同様に衝撃波・膨張波が発生することを明らかにしている。また、解析により得られた斜め衝撃波による圧力上昇や膨張波による圧力低下は、二相流エジェクタ内にCO₂冷媒を流した第5章の実験結果と良好に一致している。このことから、本解析は実際の二相流エジェクタ内での衝撃波及び膨張波による圧力回復過程を良好に模擬していると言える。

これらの成果は、超音速二相流エジェクタ内での衝撃波や膨張波の発生を解析によって予測可能なことを示すだけでなく、今後衝撃波を利用した新たな二相流エジェクタを開発する上で役立つものと思われる。

以上より、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。