

平成 10年 06月 25日

機械構造システム工学専攻	学籍番号	959101
申請者氏名	武内 裕嗣	

指導教官氏名	三田地 敏史 中川 勝文 北村 健三
--------	--------------------------

論文要旨(博士)

論文題目	二相流エジェクタを用いた冷凍サイクルに関する研究
------	--------------------------

(要旨 1,200 字程度)

二相流エジェクタを用いた冷凍サイクル（エジェクタサイクル）は従来の膨張弁の代替としてエジェクタを用いるもので、膨張過程で捨てられていた有効なエネルギーを圧縮仕事として回収することができ冷凍サイクルの効率を高めることができる。しかし、従来の単相流理論から決定されたエジェクタ形状では実用化に耐えうる性能を得ることが出来ない。このエジェクタサイクルの開発のためには二相流エジェクタの高効率化が不可欠であるが、熱力学的非平衡などのため流れが複雑であり実用化研究された例はほとんどない。そこで本研究では、二相流エジェクタの高効率化の指針を見出すためにノズル、混合部、ディフューザの流動特性を理論と実験により定量的に調べ、エジェクタサイクルの性能特性を明確化した。まず、代替フロン R134a を用いるラバルノズルの代表的な幾何学的要素としてノズル出口断面積、末広部の拡がり角度に対するノズル内部の減圧特性とノズル効率を測定した。その結果、ノズル効率は減圧速度に大きく依存し、かなりゆっくりと膨張させる必要があり、末広部の拡がり角度に対する減圧速度とノズル効率の特性を定量的に明らかにした。また、フロン R134a を用いた二相流ノズルでは加熱水の場合とは異なり、表面張力が小さく気液の密度差が小さいことにより効率が高いので、適切な減圧速度をもったノズルでは最適な出口断面積と喉部断面積の比はほぼ理想的なノズルから推測される値に近くなることを示した。

次に駆動流の高速ミスト流と吸引流の気体が混合される混合部での流動特性を二相流を支配する二次元の偏微分方程式を解くことによって明らかにした。その結果、混合部の幾何学形状は二相流エジェクタの性能を決定するのに非常に重要な因子であり、最適なエネルギー変換効率をもつ混合部径は吸引流量比の増加に伴い大きくなり、混合部長さは駆動流速度を十分減速させ吸引流速度を加速させるのに必要な距離を要することを示した。また、ディフューザでも十分な圧力回復を得るには混合部と同程度の長さが必要であり拡がり角度も単相流に比較し減少させる必要があることを示した。以上のノズル及び混合部の幾何学形状の影響を定量的に示すとともに二相流エジェクタの単体性能を大幅に向上させ得ることを明らかにした。

実際の空調装置に適用した場合の効果を推定するためにエジェクタサイクルの性能推定シミュレーションを構築した。その結果、冷凍サイクルの作動条件の中で凝縮器と蒸発器間の断熱熱落差が冷凍性能向上効果に大きく影響し、ノズル入口でのサブクール度と圧力に大きく依存することを定量的に示した。この解析方法を用いて冷凍サイクルにエジェクタを適用した場合このエジェクタサイクルの性能向上効果を種々のサイクル条件に対して明確化することが出来る。