

Title	冷媒自然循環を用いる空調・冷凍機器の高性能化に関する研究
Author(s)	岡崎, 多佳志
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46779
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名 岡 崎 多 佳 志

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20395 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

基礎工学研究科物質創成専攻

学 位 論 文 名 冷媒自然循環を用いる空調・冷凍機器の高性能化に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 平 田 雄 志

(副査)

教 授 大 垣 一 成 教 授 井 上 義 朗

論 文 内 容 の 要 旨

オゾン層保護の観点から、空調機器では R410A と R407C を中心に、冷凍機器では R404A を中心に空調・冷凍機器の冷媒変換が進められている。また、地球温暖化防止の観点から、自然冷媒である二酸化炭素の利用が注目され、超臨界域を含めた熱搬送媒体としての研究が進められている。

環境温度条件、設置条件を利用する省エネルギー技術として、重力で冷媒を搬送する冷媒自然循環が挙げられる。代替冷媒や自然冷媒を用いる冷媒自然循環の冷却性能予測に際し、基礎となる蒸発・凝縮熱伝達率の従来予測式には、適用範囲に関して不明点が多かった。また、代替冷媒の自然循環特性を実設置条件を考慮して調べた研究例や自然循環を駆動力として非共沸混合冷媒の組成を分離する充填塔型精留器の設計手法に関する研究例は少なかった。

そこで、本論文では、始めに代替冷媒 R407C、R410A、R404A の平滑管と内面溝付管における蒸発・凝縮熱伝達率および圧力損失を測定し、自然循環の冷却性能予測に活用可能な無次元の実験相関式を作成した。その実験相関式に基づいて、代替冷媒や二酸化炭素の自然循環特性に及ぼす駆動温度差、冷媒封入量、高低差の影響をシミュレーションモデルにより調べ、実験値との比較からモデルの有効性を示した。加えて、二酸化炭素の冷却能力は気液二相状態では R410A よりも 4~13%大きくなるが、超臨界状態では約 11%小さくなることを示した。

また、充填塔型精留器における R407C の組成分離特性を実験的に調べ、総括物質移動係数に関する実験相関式を作成した。その実験相関式に基づいて冷媒封入量、充填高さの影響をシミュレーションモデルにより調べ、実験値との比較からモデルの有効性を示した。

本研究で提案した熱伝達率や総括物質移動係数の実験相関式は、空調・冷凍機器の性能予測に有効に活用できる。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文の第 1 章では、地球温暖化防止、オゾン層保護、省エネルギー性の観点から従来の空調・冷凍技術の概容と問題点を整理し、本研究の目的を述べている。第 2 章では、代替冷媒の蒸発・凝縮熱伝達および圧力損失の測定結果の相関を行い、実機的设计・操作に適用できる形に整理した。第 3 章では、冷媒自然循環の流動・伝熱特性について、圧力損失と冷媒の有効ヘッド差、熱交換量、気液二相流状態も含めた冷媒量の関係を定式化し、それらを組み込んだ

シミュレーション解析法を提案した。室内外温度差、冷媒封入量、凝縮器と蒸発器の高低差を変化させたときの運転特性をシミュレーション解析結果と比較し、良好な一致を得ている。第4章では、試作した対向流型プレートフィンチューブ熱交換器を有する冷媒自然循環型冷却器を用いて、二酸化炭素の冷却能力を R410A と比較するとともに、冷媒封入量、熱交換量、圧力損失を考慮したシミュレーション解析モデルを開発し、二酸化炭素の冷却能力は、R410A に比べて気液二相状態では優れているが、超臨界状態では劣ることを示した。また、冷媒が超臨界状態にある場合のみ確率的に生じる逆流現象についてモデル解析を行って原因推定を行い、逆循環を正循環に反転させる制御法を提案した。第5章では、非共沸混合冷媒を用いた空調・冷凍サイクルの冷媒循環組成を変化させるために用いた全還流蒸留操作の検討結果をまとめている。3成分系冷媒 R407C の組成分離特性を R32 と R125 の混合低沸点成分と R134a からなる高沸点成分からなる2成分系としての評価が可能であることを示し、充填蒸留塔（組成分離型自然循環サイクル）内の蒸発質量速度を総括物質移動係数の形で無次元整理した。また、冷媒封入量および充填高さが組成分離特性に及ぼす影響をシミュレーション解析し、解析結果が実験値と良好に一致することを確かめている。

以上のように、本論文で提案した代替冷媒の流動特性、熱伝達特性、充填蒸留塔の総括物質移動係数の整理式および代替冷媒・自然冷媒を用いた自然循環操作のシミュレーション解析法は空調・冷凍機の性能予測に有効に利用できるものであり、本論文で記述されている内容は工学的価値があるものと認められる。