

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲第88号	氏名	東井上 真哉
学位審査委員		主査	茂地 徹
		副査	児玉 好雄
		副査	石田 正弘
		副査	桃木 悟
<p>・論文審査の要旨</p> <p>東井上 真哉氏は、平成9年3月に長崎大学大学院工学研究科修士課程を修了し、直ちに(株)ダイフクに入社したが大学院入学試験受験のために同社を平成14年8月に退社し、平成15年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に入学し、現在に至っている。</p> <p>同氏は、生産科学研究科に入学以降、物質科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、冷媒の管内蒸発流の熱伝達の研究に従事し、その成果を平成17年12月に主論文「冷媒の水平内面ら旋溝付鋼管内蒸発流における流動様相と熱伝達に関する研究」として完成させ、参考論文5編(うち審査付学术论文2編)と2編の審査付き学術雑誌論文(校閲中1編、投稿中1編)を付して、長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士(工学)の学位の申請をした。</p> <p>長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、平成17年12月21日の定例教授会において論文内容の要旨を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を平成18年2月15日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>冷凍機やヒートポンプなどの空調機の蒸発器で起こる冷媒の管内蒸発流の流動と伝熱の機構を明らかにすることは、これらの機器の高性能化における重要な課題となっている。気体(蒸気)と液体が混在して管内を流れる気液2相流の場合には、流動様相が圧力や流量などの運転条件および粘性や表面張力などの流体の物理的性質に依存して流動方向に多様に変化するため、熱伝達特性も流動様相に依存して変化する。さらに、近年では蒸発管の伝熱促進のために内面に微細な溝をら旋状に施した内面ら旋溝付管が広く使用されるようになったが、この場合の気液の流動様相は平滑管の場合と比べてより一層複雑である。管内蒸発熱伝達係数を精度よく推定するためには、熱伝達特性が依存して異なる流動様相毎に伝熱整理を行うべきである。しかし、内面ら旋溝付管内の流動様相を判定するための十分な情報は得られておらず、また、流動様相のような物理的根拠に基づく熱伝達係数の予測法は現在のところほとんどみあたらない。</p> <p>提出された論文は、冷媒を用いる水平内面ら旋溝付鋼管内の蒸発熱伝達特性と内面に形成される液膜の状態により4種類に分類される流動様相を定量的に判定する方法をそれぞれ実験的に決定し、流動様相を考慮した蒸発熱伝達係数の新しい予測法を提案するものであり、冷凍機やヒートポンプで用いられる高性能蒸発器の開発・設計に極めて有用である。</p> <p>本論文では、フロン系冷媒 HCFC123 と HCFC22 を試験流体に用いて水平内面ら旋溝付鋼管</p>			

内の蒸発流の流動と伝熱の実験を行い、次の主な成果を得ている。

- (1) 圧力損失、管周平均蒸発熱伝達係数および流動様式を圧力 0.2~1.1MPa、質量速度 100~300kg/(m²・s)、熱流束 5~25kW/m² の実機の熱流動設計に有効な圧力、質量速度および熱流束の範囲で測定し、貴重なデータを提供した。
- (2) 管周方向の壁温分布の測定値から伝熱面上に形成される液膜の状態を検討し、熱伝達特性に影響すると考えられる内面ら旋溝付管内の流動様相を①管頂側が乾く分離流、②管頂側が濡れる分離流、③環状流、および④管周全域に極めて薄い液膜が形成される環状流、の4種類に分類できることを明らかにした。さらに、分離流と環状流の境界を森らの濡れ境界角度の概念を援用して決定し、管頂側が乾く分離流から管頂側が濡れる分離流へ遷移する蒸気クオリティおよび環状流と管周全域に非常に薄い液膜を形成する環状流へ遷移する蒸気クオリティを、それぞれ精度良く予測できる実験式を提案した。
- (3) 内面ら旋溝付管において決定された4種類の流動様相に対して熱伝達係数の予測式を作成し、予測値と実験データとを比較検討している。環状流域の熱伝達係数の予測式はChenの形式で整理している。管周全域に非常に薄い液膜が形成される環状流域の熱伝達係数については、伝熱が熱伝導に支配されるという仮定に基づき整理している。さらに、分離流域における管頂側の熱伝達係数については、伝熱面が乾く場合と溝構内に液膜を形成する場合の2種類に対してそれぞれ予測式を作成している。流動様相の予測に基づいて管周平均熱伝達係数を予測する場合には、全実験データ数の89%を±30%の範囲内で予測することができる。このように物理的な根拠に基づいて熱伝達係数を予測することで従来の経験的な整理式より格段に高い予測精度を有する伝熱整理式を作成することができることを明らかにした。なお、本論文で採用された熱伝達係数の予測手法は従来の研究にはない、全く新しい手法である。

以上のように本論文は、冷媒の水平内面ら旋溝付鋼管内の蒸発流の流動と伝熱に関する新しい知見を提供するとともに、冷凍機やヒートポンプの熱設計に有用な基礎資料を提供し、伝熱工学に多大の寄与をするものと評価できる。

生産科学研究科教授会は、審査委員会の報告に基づき審議した結果、本論文は伝熱工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士(工学)の学位に値するものとして、合格と判定した。