



| | |
|--------------|---|
| Title | 多重流路式分布系熱交換器の動的解析と制御 |
| Author(s) | 高島, 俊 |
| Citation | 大阪大学, 1986, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/35399 |
| 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。 |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

| | | | |
|---------|----------------------|----------|----------|
| 氏名・(本籍) | たか 高 | しま 島 | すぐる 俊 |
| 学位の種類 | 工 | 学 | 博 士 |
| 学位記番号 | 第 | 7 3 1 4 | 号 |
| 学位授与の日付 | 昭和 61 年 4 月 2 日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当 | | |
| 学位論文題目 | 多重流路式分布系熱交換器の動的解析と制御 | | |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 増淵 正美 | | |
| | 教授 高城 敏美 | 教授 赤木 新介 | |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、多重流路式分布系熱交換器として、うず巻形交換器と多重円筒式熱交換器を取り上げ、それらの基礎方程式の導出、動的特性の解析、実験による基礎方程式の妥当性の確認およびそれらの熱交換器に有効な制御を開発することを目的とし、7章からなっている。

第1章では本研究の目的や特色ならびに概要と従来の研究について述べる。

第2章では、両熱交換器の基礎方程式を導出し、その動的特性を周波数応答をもとに解析している。うず巻形熱交換器の基礎方程式は、パラメータが空間座標の関数となり、多重円筒式熱交換器の基礎方程式は各流路ごとにパラメータは異なるが流路内では可変ではない。両熱交換器は流体の流れ方は異なるが、その特性はよく似ており解析方法もほとんど同一でよいことがわかった。

第3章では、第2章で求めた基礎方程式から温度変化入力に対する出口温度変化を表わす動特性を求め、実験値との比較を行なっている。両熱交換器とも周波数応答は実験値と理論値がよく一致しており、基礎方程式の妥当性が確かめられている。

第4章では、流量変化に対する温度変化を表わす動特性を求め、うず巻形熱交換器については理論的周波数応答と実験的周波数応答を比較し、実用上十分一致していることを確かめた。多重円筒式熱交換器についてはパッフル板の影響と定常流量の変化に対する動特性の変動について吟味し、流量変化により大幅に特性の変化する流動形式があることを示している。

第5章では、多重円筒式熱交換器の動特性を近似する理論上の円錐型熱交換器と名付けた熱交換器について基礎方程式を導出し、多重円筒式熱交換器の動特性を近似できることを確かめている。

さらに第5章では、多重円筒式熱交換器を多数の集中系熱交換器を連結した熱交換器システムによっ

て近似することを考え、物理的考察から、各種パラメータを多重円筒式熱交換器と等価になるように決定し、周波数応答により近似の精度を確かめている。

第6章では、熱交換器のパラメータ変動のうち特に動特性に最も影響を与える流量変動に対して、フィードバック制御系がより安定になり、外乱に対してロバストな制御系を実現するため、熱交換器の出口温度だけでなく中間点の温度もフィードバックする制御系を考え、理論的、実験的に検討した。その結果、中間点フィードバックを持つ制御系は、特に流量外乱に対して、特性の改善が顕著であり、安定でロバストな制御系であることを確認している。

第7章では本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

熱交換器は、化学工業、原子力工業、発電プラント、また食品や薬品工業などほとんどあらゆるプラントにおいて用いられ、熱工学上重要な役割を担っている。特にエネルギーの有効利用という面から効率的な熱交換の運用を考えると、適切な制御方式を開発することが必要である。

本論文は流路が複雑なうず巻形および多重円筒式熱交換器についてその動的な熱移動を支配する基礎偏微分方程式を求め、動的応答を数値的に解き、制御方式を研究したもので、主な成果は以下のとおりである。

- (1) まず、流路がうず巻状に構成されているうず巻形熱交換器および流路が多重円筒を構成している多重円筒式熱交換器についてそれぞれ動的な熱収支を考慮することにより基礎方程式を導出した。
- (2) 次に両形式の熱交換器において流体の温度変化入力の場合を考え、周波数応答を一般的に導出し、入出力間の周波数特性を理論的に求めると共に、実験的にも理論式の妥当性を確かめている。
- (3) さらに両形式について流体の流量変動に対する基礎式の導出を行い、同様に周波数応答を求め、実験的にもその妥当性を検討した。これらの基礎式の数値計算は複雑であるので、特に、多重円筒式熱交換器について軸上に引伸ばした形状の円錐形熱交換器、および集中系熱交換器を考えることにより、高い精度で動特性の近似化が可能であることを示している。
- (4) 熱交換器の動特性は流体流量の変動などのパラメータ変動によって大きく変動するため、最適な制御条件を維持することが困難であるが、本研究では目的とする流体出口温度の検出値以外に、中間流路の温度変動情報をもフィードバック信号として利用することにより、システムの安定性が著しく向上し、すぐれた制御応答が得られることを理論的、実験的にも確認した。

以上のように本論文は、多重流路式熱交換器について動的な熱移動と最適制御条件を明らかにしたもので、熱交換器の設計と効率的な熱交換器の運用上多くの有用な資料を示しており、熱工学、システム工学、制御工学に寄与する所が大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。