

Title	分布熱交換システムの極・零点配置および最小分散制御に関する研究
Author(s)	川田, 誠一
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33373
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	川 田 誠 一
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 0 5 3 号
学位授与の日付	昭 和 58 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 産業機械工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	分布熱交換システムの極・零点配置および最小分散制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 増淵 正美 教授 赤木 新介 教授 高城 敏美

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、単管加熱プロセス、並流型・向流型熱交換器、連続加熱炉などの分布熱交換システムを対象とし、極配置に関する問題、零点の配置と操作量の分布形状との関係、外乱を考慮したフィードバック制御についての理論的研究をまとめたものであり、以下に示す6章から成り立っている。

第1章は序論であり、本研究の目的と特色、そして本研究の概要と従来の研究との関連について述べた。

第2章では、単管加熱プロセスを重みつき残差法で近似して極配置する問題について検討し、一つの極配置則を見出した。

第3章では、まず単管加熱プロセスの根軌跡の形状を検討し、適切な零点の配置の重要性を指摘した。そして操作量の分布形状の選択に任意性がある場合に零点を移動させることができることから、操作量の分布形状と零点の配置との関係を検討し、安定な応答を示す範囲に閉ループ極が存在するような零点の配置が得られる分布形状を明らかにした。

第4章では、並流型・向流型熱交換器を対象とし、操作量に関する分布形状関数を定義し、それと零点の配置との関係を検討した。その結果、入口温度および流量を操作する並流型熱交換器と向流型熱交換器の特徴ある相違を見出した。また、並流型・向流型熱交換器においても、単管加熱プロセスと同様に、操作量に関する分布形状が、管入口から管出口に向って大きく増加するほど、零点が複素平面上を左へ移動し、上に述べた好ましい零点の配置が得られることを明らかにした。さらに、流量を操作量とする向流型熱交換器を対象として、静特性で重要な温度効率と、零点の配置および操作量に関する分布形状との関係を検討し、静特性と動特性の特徴ある関係を見出した。

第5章では、単管加熱プロセスの一例と考えられる連続加熱炉の外乱を考慮した制御系の構成を検討し、確率的変動を持つ外乱の影響を考慮して、主として最小分散制御の効果について検討した。その結果、加熱炉出口付近の帯を操作することによって外乱の影響を効果的に抑制することができることがわかった。

第6章では、本論文全体の結論を述べた。

論文の審査結果の要旨

分布定数系を近似した集中系に極配置を行い、これを元の分布定数系に適用すると、目的とした極位置と全く異なる極配置をうることがあり、時には制御系は不安定ともなりうる。

本論文は分布熱交換システムについてこの問題を研究し、望ましい極と零点の配置および最小分散制御に関して研究した論文であり、主な成果は次の通りである。

- (1) まず、管壁と1流体から成る単管加熱プロセスについて重みつき残差法を用いて近似極を求めた。この近似系における閉ループ極配置と同一の制御則を与えた場合の元の分布定数系プロセスにおける閉ループ極配置を比較した結果、近似した極のすべてを同時に移動させるのではなく、虚部の最も大きい一組の共役極を固定し、残りの極を開ループ近似系の極の右側に配置した場合に、安定な良い極配置ができることがわかった。
- (2) 次に、同一の単管加熱プロセスについて管壁温度を操作量とする場合の零点の位置について研究し、操作量として流体の出口側に重みをもつ分布形状をとることにより、零点を安定側に配置することができることを見出した。
- (3) つづいて、並流型・向流型熱交換器の操作量に関する分布形状と零点の配置との関係は、壁の熱発生量を操作量とする単管加熱プロセスと同様な関係にあることを明らかにした。すなわち、分布形状関数が管入口から管出口に向って大きく増加するほど零点は複素平面上を左へ移動し、逆に大きく減少するほど零点は右へ移動する。
特に、流量を操作量とする向流型熱交換器において静特性として温度効率に着目すると、制御量に関係ある流体ではなく、流量操作量として用いる流体の温度効率を高くすることにより、零点の配置も改善されることを示している。
- (4) 最後に炉温を操作する連続加熱炉においても上述の理論が適用できることを見出し、加熱炉出口近傍の加熱帯のみについて最小分散制御を行うことにより、加熱炉入口側の鋼片の温度外乱の分散を出口側において著しく小さくおさえることができることを指摘している。

以上のように本研究は熱工学上広く用いられている熱交換器のフィードバック制御を行う場合の応答改善の条件を詳しく検討し、さらに連続加熱炉の温度制御の有効な手法を提案した研究であり、制御工学上、寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。