

氏名	清 水 健 吾		
学位の種類	工 学 博 士		
学位授与番号	博 甲 第 846 号		
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 28 日		
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻（学位規則第 5 条第 1 項該当）		
学位論文題目	多段平衡プロセスのモデル化とシミュレーション		
論文審査委員	教授 佐山隼敏	教授 和田 力	教授 大崎紘一
	教授 笠岡成光	教授 中田高義	

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

第 1 章では、本論文の構成および研究の目的について、化学プロセスの中での蒸留プロセスの重要性、および高度で多様な工業的要求に対応できるシミュレーション技術開発の意義を述べている。第 2 章では、従来の研究の概要として、気液平衡 蒸留操作に関して本論文に関係する事項を要約し、これまでに発表された代表的蒸留計算法の概要と特徴、課題を示している。

第 3 章から第 6 章までは、本研究での成果を課題毎にまとめている。第 3 章では、数理的な解析に基き、陰関数の定理を用いた気液平衡計算法を提案している。第 4 章では、Newton-Raphson 法による蒸留計算法のうち、沸点法について、解析的偏導関数を用いた改良法を提案している。第 5 章では、蒸留塔の操作問題を多段最適化問題として定式化し、解の必要条件を導出し、その解法を提案している。この方法は、蒸留塔制御問題に適用可能である。第 6 章では、数値的に不安定とされている逐次段計算法において、実行可能解を安定に探索する方法を提案している。第 7 章では、これらの研究からえられた結論を要約している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

多段平衡プロセスは、物質分離操作として工業的に重要であり、非理想系多成分多段プロセスの問題に対する計算法はいくつか報告されているが、高度の品質が要求される視点から、さらに新しい計算法の開発が望まれている。

本論文では、多段平衡プロセスの中で、とくに蒸留プロセスを対象とし、新たな視点から、気液平衡および蒸留操作の構造を解析することにより、数理的に厳密で適用範囲の広

いモデルとそのシミュレーション手法を確立した。

以下に本論文の業績の要約を示す。

- (1) 与えられた系の蒸気組成に対して、平衡な液組成と温度を決定するために、非理想系気液平衡問題の最適化計算法を開発した。この計算法の特徴は、液組成を独立変数として選定すれば、平衡温度は液組成の陰関数となり、これまで数値微分により求めていたヤコビ行列の解析式を導出した点にある。
- (2) 多成分非理想系蒸留塔の操作問題に対して、Newton-Raphson法の中で沸点法による新しい計算法を開発した。この方法では、組成に関して正規化は必要とせず、量論的關係は常に満足され、収束安定性、計算時間において、従来の方法を改良できることを明らかにした。
- (3) 蒸留塔が平衡段の直列多段構造を有することに着目し、新しいモデルを提案し、操作問題に関する解法を開発した。この計算法は、改良されたNewton-Raphson法と同程度の収束特性を有し、従来の逐次段計算法での数値的不安定は生じないことを明らかにした。
- (4) 逐次段計算において、実行可能解を求めるための新しいアルゴリズムを開発した。この方法では、実行不可能解に対して、仮想的気液平衡関係を用いることにより、最適解の探索と共通のアルゴリズムを適用することができる。McCabe-Thieleの階段作図法を用いて、その幾何学的意味を明らかにした。

以上、本論文は多段平衡プロセスのモデル化とシミュレーションの新しい方法を開発し工業規模の問題に適用して本法の有用性を明らかにしたものであり、実現が期待されている大規模プロセスのシミュレーション法の確立の基礎を与えており、工業上、学術上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。