

氏 名	やぶ き やす あき 藪 亀 恭 明
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3695 号
学位授与の日付	平 成 15 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	プロセスデータを活用した化学プラントの品質安定化の研究

論文調査委員 (主 査) 教授 大 嶋 正 裕 教授 橋 本 伊 織 教授 谷 垣 昌 敬

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、Multiple PLS 法などの新規な統計的手法を開発し、化学プラントから時々刻々得られる大量のデータを解析し運転・品質管理にフィードバックさせるという、プラントデータを活用した品質管理・制御の基本的技術とその応用事例をまとめたものである。本論文は以下に述べるように8つの章の構成からなる。

第1, 2章では化学プラントのなかで特にポリマープラント・ファインケミカルプラントの品質安定化を実施するにあたり配慮すべき課題を挙げる。特に、品質を安定向上させるには、品質の変動状況を解析して変動要因を把握する技術、数式モデルを用いて品質を推算する技術、プロセスの特徴を踏まえた品質制御技術等の重要性について述べる。

第3章では品質のセンシング技術について述べる。オンライン物性センサーや、それに代わってオンラインで計測できる変数データから品質を推算するソフトセンサー技術、さらにソフトセンサー技術においては理論モデルを基に構築していく方法と過去に蓄積された運転データを基にモデルを構築していく方法について述べる。

第4章から第7章までは適用事例をまとめている。

第4章ではオンライン物性センサー適用事例（近赤外線分析計の機能化学品プロセスへの適用事例）及びソフトセンサーの適用事例を挙げる。

第5章では汎用樹脂およびファインケミカルプロセスのバッチプラントの品質安定化事例を挙げる。汎用樹脂プラントの事例は重合方法の特徴を踏まえた品質安定化事例を、ファインケミカルプロセスの事例は従来のQC的なアプローチに加えて、多変量解析適用した事例を挙げる。これらの事例を通して、バッチプラントの品質安定化の重要な留意点や実践的な手法を述べる。ファインケミカルプロセスの多くはバッチプラントであり紹介する手法は品質安定化に有効な手法である事を述べる。

第6章では非定常運転下での品質安定化事例を挙げる。機能化学品の連続プロセスにおける品種切替最適化により規格外品を削減した事例を挙げる。

第7章では開発・試作段階での品質安定化の取り組みについて述べる。開発・試作段階での因子の絞り込みや運転制約条件下での品質設計事例を挙げる。

最後の第8章は結論であり本研究全体を通じて得られた結果をまとめている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、Multiway-PLS 法などの新規な統計的手法を開発し、プラントから時々刻々得られる大量の時系列データを解析し運転・品質管理にフィードバックさせるという、プラントデータを活用した品質管理・制御の基本的技術とその応用事例をまとめたものである。その主な成果は次の3つにまとめられる。

1) Multi-way PLS 法による重縮合反応バッチプラントの粘度管理

バッチプラントでは、運転を一旦開始してしまうと終了するまで品質を測定することができず、いかに品質を保証して

運転の終了を判断するかが課題となっていた。この課題に対して、プラントの動的な運転データを Multi-way PLS 法により解析し、運転終了時の粘度をコンピュータで推算できるようにすることによって、従来の攪拌動力値による運転終了判断に代わる新たな指標を提案した。これによりバッチ運転終了時における粘度のばらつき的大幅な削減を可能とした。

2) 多変量解析によるファインおよび乳化重合バッチプラントの品質安定化

プロセスでおこる物理・化学的な現象や運転に関する知識に基づき、実際にプラントから得られる大量のプロセスデータを詳細に解析し、品質の推算式の構築ならびに品質の変動要因を検出して、品質の変動要因の削減あるいは除去を果たした。ファイン系バッチプラントでは従来の QC 的なアプローチに加えて、多変量解析手法を適用して、仕込み条件のばらつき削減により、品質のばらつきを半減させた。また、乳化重合バッチプラントの研究では、乳化重合反応モデルからポリマーの平均粒子径を予測する代替変数を選択し、これらをオンラインで測定することによりポリマー平均粒子径の予測・制御を行い、ポリマー平均粒子径のばらつき削減を可能にした。

3) ポリテトラメチレンエーテルグリコールプラントの銘柄変更最適化制御

対象とする重合反応器で起こる素反応に立脚した物理・化学モデルから分子量を推算するモデルを構築し、動的最適化プログラム手法を使って、最適な運転操作軌道の導出を行った。検討した最適品種変更操作と重合工程より後段に設置された近赤外線分析計による分子量のリアルタイム監視を組み合わせ、規格外品の削減・品種変更操作時間の短縮に成功している。

以上の内容により、本論文は、プラントから時々刻々得られる大量のデータを、新規開発した統計的手法により解析し、運転・品質管理にフィードバックさせるという、データにもとづく新しく、かつ現実的な制御方式を開発・提案したものであり、学術上、実際に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成14年10月28日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。