

氏 名	昆 潤一郎
学 位 の 種 類	博士(工学)
学 位 記 番 号	博工甲第774号
学 位 授 与 年 月 日	平成24年9月19日
学 府 ・ 専 攻	工学府 応用化学専攻
指 導 を 受 け た 大 学	東京農工大学
学 位 論 文 名	化学プラントにおけるプロセス制御の性能向上と新たなモデル予測制御に関する研究

論文の内容の要旨

近年、地球温暖化の問題に対する関心が高くなってきており、様々な場合において省エネルギーに対する取り組みが必要不可欠なことになってきている。このような状況の下で、プロセス産業界においても省エネルギーは企業努力として行わなければならないことになってきている。従って、プロセス制御は、ハードウェアの改造を最小限に行い、ソフトウェアの適用で省エネルギー効果が高いために、以前にも増して、注目を集めている。プロセス制御の役割を考えると、第一にプロセス運転安定性の向上があげられる。安定性が向上することで、製品仕様から大きなマージンを取って運転していたところから、製品仕様に近づけての運転が可能になる。製品仕様に近づけて運転することでメリットが得られることになる。この例としては、蒸留塔では製品仕様を守るために大きくマージンをとったりボイラースチームの炊きあげ過剰運転を行っているが、製品仕様に近づけることで過剰炊き上げを防ぎ、省エネ運転が実現可能となる。プロセス制御性能の向上により、安定性を改善し、コストメリットを得られるためにはプロセスモデリング・コントローラチューニング・コントローラアルゴリズムの 3 つの技術開発が必要である。制御性能の向上のためには、プロセスモデリング技術により制御対象プロセスを精度のよいモデリングを行い、それをもとにコントローラチューニング技術により制御チューニングパラメータを決定すればよい。もしくは、制御性能が上がるようなコントローラアルゴリズムの開発が必要である。開発されたアルゴリズムを適用する際にも、精度のよいモデリングによりチューニングパラメータを決める必要がある。そこで、本研究はこれらの 3 つの技術の開発を行うことにした。チューニング手法としては PID コントローラのチューニング手法、コントローラアルゴリズムとして未測定外乱に対するモデル予測制御性能改善アルゴリズム、この 2 つの技術に対して必要なプロセスモデリングとしてのプロセスモデル精度改善のためのモデル同定手法を提案した。これらの 3 つの手法に対して有用性を確認できた。

第 1 章「緒論」では、プロセス制御の性能向上の意義に対して言及を行い、研究の概要に

ついてまとめた。

第2章「参照軌道に基づくPIDコントローラの最適チューニング」では、PIDコントローラのPIDチューニングパラメータデザイン手法を提案した。プロセスプラントの制御構造としては、一番下層にはDCSがありその中で構築される制御ループはPIDコントローラをベースとするループが90%以上を占めており、まず、最下層での制御性能を確保しなければ、その上位にどんなプロセス制御を構築したとしても、それらの性能を限界まで使うことができなくなる。そこでPIDコントローラの比例・積分・微分という3つのチューニングパラメータを適切なバランスで選んでチューニングする必要がある、そのバランスが崩れると、PIDコントローラの性能を損なう可能性がある。そこで、様々なプラットフォームに対応したPIDコントローラのPIDチューニングパラメータデザイン手法を提案して、まず、最下層の制御性能向上の実現できることを確認した。

第3章「伝達関数を応用したARXモデルによるモデル同定」では、線形のプロセスモデルを容易に同定する新たな手法について提案した。PIDコントローラのチューニングやモデル予測制御適用においてだけではなく、プロセス制御を構築する上で、最も重要となるのは、プロセスモデリング技術であり、プロセスダイナミクスに対するモデル精度が維持・改善できれば、制御性能を維持し改善することが可能である。さらに、このプロセスモデル精度の維持・改善は一番時間と労力を要する作業である。そこで、この改善・維持のためのプロセスモデリング技術として、新たな同定手法を本章で提案した。実プロセスに対して、モデル予測制御をオンラインにしながら設定値変更を行いモデル同定のためのデータ収集を行う閉ループステップ応答テストを行い、本提案同定手法により、モデル予測制御のモデルメンテナンスを行い、モデル精度向上およびモデル予測制御の性能改善が実現可能であることを確認した。

第4章「ARXモデルを使用したモデル予測制御」では、未測定外乱に対する速い補償動作を行うことができる新たなモデル予測制御アルゴリズムを提案した。モデル予測制御はランプ上の反応熱外乱や外気温の急激な変化のような未測定外乱に対して制御性能が確保できない問題がある。そこで、新たなモデル予測制御アルゴリズムを提案して、未測定外乱の補償動作スピードに対しても調整を行えることを確認し、そのアルゴリズムの有用性を証明した。

第5章「結論」では、本論文で得られた結果を総括した。