

氏 名	廣 井 和 男
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3350 号
学位授与の日付	平 成 10 年 5 月 25 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	非線形制約条件を考慮したPID型制御アルゴリズムとその燃焼制御への応用に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 荒木光彦 教授 橋本伊織 教授 片山 徹

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、プロセス制御の分野で広く用いられているPID制御方式のアルゴリズム構成上の諸問題を研究し、その結果を燃焼制御に応用してその有効性を確かめたもので、6章からなっている。

第1章は序論であり、PID制御方式の歴史を概観したあと、その中で本研究の位置付けを明らかにしている。

第2章では、上下制限および変化率制限という非線形制約条件を満足する新しいPID制御アルゴリズムを提案している。このアルゴリズムは、比例・積分・微分という3動作において本質的に要請される機能的な条件を満たすものである。新しいアルゴリズムを使用することによって、従来のアルゴリズムが持っていた(1)上下制限による操作信号の引き戻し現象、(2)上下制限による操作信号の飽和時変動現象、(3)変化率制限による引き戻し現象とP動作の消失、という3つの問題点がすべて解決できることを示している。

第3章では、PID制御方式を2自由度化するためのアルゴリズムを研究し、積分補償部分についても近似的な形であれば2自由度化ができることを明らかにしている。さらに、その結果を具体的なアルゴリズムの形で提案し、その有効性をシミュレーションで確認している。また、パラメータの最適値についても検討を加えて、実用的なパラメータ調整法を提案している。実用上の諸要求に対応するために、2自由度PID制御装置の各種変形構造についても考察し、それらの性質を調べて実装に便利な構造を明らかにしている。

第4章では、プロセス制御の分野においてPID制御と一体として使われているフィードフォワード制御について研究し、フィードフォワード信号を静特性補償成分と動特性補償成分に分離するアルゴリズムを提案している。さらに、このアルゴリズムを使えば(1)上下制限・変化率制限をかけながらバランスレス・バンプレス切替が可能となること、(2)上下制限・変化率制限をかけながらフィードフォワードの定常成分を限界まで利用できること、(3)選択機能や方向性機能を自由に附加できること、の3つの利点が得られることを明らかにし、そのような機能を備えたフィードフォワード付きPID制御方式を具体的に示している。また、混合形プロセスの場合の問題点についても研究し、原料流量の変化によって引き起こされるゲイン変動を補償するようなゲインスケジューリング型のフィードフォワードアルゴリズムを提案している。

第5章では、燃焼プロセスの制御についての研究成果を述べている。燃焼プロセスでは、環境汚染防止の立場から、負荷変化によって生じる過渡状態においても、燃料流量と空気流量の比率を高い精度で制御することが要求される。この要求を満たす方式として、両流量のセットポイントを、それぞれ他方の実測値によって制限するというダブルクロスリミット制御方式を提案している。さらに、多様なタイプの燃焼炉にも対応できるように汎用形混焼ダブルクロスリミット制御方式および自然通風式ダブルクロスリミット制御方式をも提案し、また、ダブルクロスリミット制御方式の速応性と制御性の改善方策も示している。5章の後半では、本論文の主な研究成果をボイラーの燃焼制御に適用して、総合的な効率が実際に改善されることを確認している。

第6章は結論であり、以上の結果を総括し、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、PID制御方式のアルゴリズム構成上の諸問題についての研究成果をまとめたもので、得られた結果の主なものは以下の通りである。

1. 上下制限・変化率制限を満足する新しいアルゴリズムを提案し、従来のアルゴリズムが持っていた(1)上下制限による操作信号の引き戻し現象、(2)上下制限による操作信号の飽和時変動現象、(3)変化率制限による引き戻し現象とP動作の消失、という3つの主要問題を解決した。
2. 積分補償部分を近似的に2自由度化する方法を発見し、それを実用化した。
3. 実装に便利な2自由度PID制御装置の構造を明らかにした。
4. フィードフォワード信号を静特性補償成分と動特性補償成分に分離して実装するという方法を提案し、その有用性を明らかにした。
5. 混合形プロセスに対して、ゲインスケジューリング型のフィードフォワードアルゴリズムを提案し、原料流量の変化による制御性能の低下を防ぐことに成功した。
6. 燃焼プロセスに対してダブルクロスリミット制御方式を提案し、燃料流量と空気流量の比を過渡状態においても高い精度で制御することを可能とした。

以上を要するに、本論文は、PID制御方式について研究し新しいアルゴリズムを提案することによって従来のアルゴリズムが持っていた問題点の多くを解決したもので、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10年3月31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。