

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名

浅野 一 哉

制御理論の急速な発展と産業現場における制御系設計との間に横たわるギャップを埋めるべく、本論文では現場調整と保守の容易さを念頭においた合理的かつ実用的な制御系の設計法を提案している。この方法は「内部モデル制御」とよばれている制御対象のモデルをループ内に含む制御のアーキテクチャを、「外乱推定オブザーバ」と組み合わせて実現したもので、既設制御との協調がとりやすく調題も容易で現場のオペレータに使いやすいのが特徴である。本論文ではこの方法の原理とアルゴリズムを述べ、他の手法と組み合わせて3つの鉄鋼プロセスの制御に実際に適用している。

第一章は緒言で、論文の動機を述べている。

第二章は「実用的な制御系」と題して実用的な制御系として望まれる条件を、産業現場のサイドから検討考察し、現在企業の現場で用いられている「アドバンス制御」の問題点を挙げている。特に制御系を設計した後の実装の段階におけるチューニングに関してこれまでの制御理論の注意が足りなかったこと、それによって実装後長続きがしなかったことを述べ、本論文で解決すべき問題点を明らかにしている。

第三章は「提案する制御系」と題し、本論文の骨格となる申請者独自の制御系設計法を述べている。この方法は内部モデル法と外乱推定オブザーバを結びつけたもので、外乱推定オブザーバをループ内の逆モデルと考えると内部モデル原理の観点からその役割に意味付けを与えるとともに具体的な設計法を示している。この部分は申請者の独創によるものであり、理論的な価値も少なくない。この方法の優れている点は既設の制御装置に Add On することが容易な点と、アーキテクチャが分かりやすく、調整が容易な点である。数値例を通してこの方法の有効性を示している。

第四章は「外乱推定オブザーバを用いた連铸モールド内溶鋼レベル制御」と題し、連铸のレベル制御に用いた結果を述べている。この方法により铸込み速度変更による外乱がうまく吸収され、操業の安定性が確保されるとともに、制御系全体のロバスト性が格段に改善されたことが示されている。

第五章は「冷間タンデム圧延板厚・張力制御における最適な分散制御系の構造」と題し、冷間圧延に対する本方法の適用結果について述べている。この章では各スタンドの圧下制御と速

度制御の非干渉化と分散化を主眼に考察し、動的な影響係数を導入することによって最適な分散制御の構造をもとめている。この影響係数は申請者のオリジナルなもので、分散制御系の安定性と相互干渉の度合いを定量的に示す指標となっている。それぞれの局所制御器に3章で述べた設計法を適用し、簡便で実用的な制御系を導出している。この章でのべた方法の効果はシミュレーションによって確認されている。

第六章は「分散と協調にもとづく熱延仕上げミル張力・ルーパ制御」と題し、熱間圧延における張力とルーパの独立制御を第五章と同様の視点から行っている。それぞれの局所制御器には3章で述べた外乱オブザーバを適用し、2自由度の内部モデル制御を実現している。この方法を実機に適用し、従来法と比べて外乱による変動からの回復が速くなったなどさまざまな改善が得られたことが報告されている。

第七章には結論が述べられている。

以上、本論文は産業現場の制御技術の立場から制御系設計の合理性を追求し、制御理論が見落としがちな実装時の調整の容易さと操業開始後の保守と技術伝達の容易さに焦点を合わせた新しい制御系を提案した。この制御系は理論と実際のギャップを埋めるものとして制御工学に貢献する所が大きい。そしてそれを鉄鋼生産の3つの基幹プロセスに適用した。得られた成果はプロセス操業上で価値の高いものであり、申請者の提案した手法が優れていることが立証されている。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。