

|              |  |
|--------------|--|
| Title        | 過渡応答のロバスト性を考慮した制御系設計法の構築   |
| Author(s)    | 國松, 禎明   |
| Citation     | 大阪大学, 2005, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/45922">https://hdl.handle.net/11094/45922</a>  |
| rights       |  |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | 國松禎明   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)                                       |
| 学位記番号      | 第 19591 号                                    |
| 学位授与年月日    | 平成 17 年 3 月 25 日                             |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>基礎工学研究科システム人間系専攻         |
| 学位論文名      | 過渡応答のロバスト性を考慮した制御系設計法の構築                     |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 藤井 隆雄<br>(副査)<br>教授 飯國 洋二 教授 潮 俊光 |

### 論文内容の要旨

現実の制御対象と数式モデルとの間にはモデル化誤差の存在が避けられず、そのためにシステム全体が不安定となることがある。このモデル化誤差を許容する安定性に関するロバスト制御は多岐に渡り整備されているが、過渡特性に関するロバスト制御については必ずしも整備されていない。そこで本研究では、過渡応答のロバスト化の実現を目指して二つのアプローチから考察を行う。

まず「機能追加による積み上げ式」を目指したアプローチでは、最適制御の逆問題を応用した実用的な設計法として知られる ILQ サーボ系設計法を基礎とし、それを過渡応答のロバスト化が実現できる機能を持った構成へと拡張する。具体的には、通常の ILQ サーボ系に規範モデルと実際の出力との差を誤差調整補償器を介して入力に戻す機構を付加したモデル規範型 ILQ サーボ系を導入する。そして、その利点や性質を解析するとともに、通常の ILQ 設計法と同様に各出力ごとに設計可能な設計法を提案する。さらに、機能を追加していく積み上げ式では性能追求が難しいという欠点を補うべく、過渡応答のロバスト性を評価するのに最適と思われる「誤差出力の最大振幅の不確かさに対する最悪値(ロバスト  $L_\infty$  性能)」を評価指標として導入するとともに、その計算手法を与える。そしてそれをモデル規範型 ILQ サーボ系に応用し、ロバスト  $L_\infty$  性能を改善する繰り返しアルゴリズムに基づいた設計法として提案する。

つぎに「包括型設計法による一括式」を目指したアプローチでは、一般の 2 自由度制御系に対して、過渡応答のロバスト性を評価する枠組みを提供し、それに基づいて過渡応答のロバスト化を実現する設計法を構築する。具体的には、通常の  $H_2$  ノルムを不確かさに対する最悪値で評価したロバスト  $H_2$  性能を評価指標として導入し、それを 2 自由度制御系に適用することで、ロバスト  $H_2$  性能を最適化する問題として定式化する。そしてそれがよく知られた  $H_\infty$  制御問題に一つの制約条件を付加した最適化問題へ帰着されることを示し、不確かさのクラス次第では、最適解が得られることを示す。

### 論文審査の結果の要旨

サーボ系設計問題では、オーバーシュートや振動などは好ましくない場合が多く、なるべく避けるべきであるが、

これらの現象を抑制するような過渡応答のロバスト化を実現する制御系設計法は、これまで必ずしも整備されていなかった。そこで本論文では、2つのアプローチから過渡応答のロバスト化を実現する手法を提案している。

まず1つが、「機能追加による積み上げ式」を目指したモデル規範型 **ILQ** 設計法である。これは最適制御の逆問題を応用した実用的な設計法として知られる **ILQ** サーボ系設計法を基礎とし、それを過渡応答のロバスト化が実現できる機能を持った構成へと拡張したものである。もう1つが、「包括型設計法による一括式」を目指した2自由度制御系に対するロバスト **H2** 制御である。これは一般の2自由度制御系に対して、過渡応答のロバスト性を評価する枠組みを提供し、それに基づいて過渡応答のロバスト化を実現する設計法を構築したものである。これら2つのアプローチでは、これまで時間領域で直接的に扱われることの少なかった過渡応答のロバスト化問題に対して、固定入力に対するロバスト **L $\infty$** 性能やロバスト **H2** 性能といった評価指標を導入することで、過渡応答を直接的にロバスト化する手法を与えている。これによって、従来結果で問題となっていた周波数領域での間接的な評価や誘導ノルムによる保守的な評価などに対して、一つの解決策を与えている。また、実用上重要と思われる「機能追加による積み上げ式」アプローチにおいて、これまで系統的にロバスト性能問題まで扱える枠組みがほとんど提供されていなかったが、これに対しても、モデル規範型 **ILQ** 設計法という1つの枠組みを提案することで、一つの解決策を与えている。

以上のように、本論文はサーボ系の過渡応答のロバスト化問題に対して、新しい枠組みを与えた点で学術的な貢献が認められ、博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。