

平成11年 2月22日

電子・情報工学専攻	学籍番号	891213
申請者氏名	矢野賢一	

指導教官氏名	寺嶋一彦 北川孟
--------	-------------

論文要旨 (博士)

論文題目	Robust Control Design of Liquid Container Transfer Systems (液体搬送システムのロバスト制御設計に関する研究)
------	---

(要旨 1,200字程度)

スロッシング(液面振動)を解析し、制振させることが必要な分野は多い。その応用例として、ロケット内の液体燃料の制振問題、液化天然ガス用貯蔵タンクの安全設計問題や地震に対する制振問題、鉄鋼鑄造分野における溶解炉から注湯工程へのタンクによる溶湯の搬送制御、また溶湯の鑄型への注湯制御などがある。本研究では、特に鉄鋼鑄造分野における液体搬送系に焦点を当てる。これらは、高温の熔融金属を扱うため、極めて危険で、かつ悪環境であり、これらの環境から人間を解放し、自動化させることはクリーン工場の実現や環境改善の観点からも不可欠である。一方、生産システムの効率化、製品品質の向上の観点からは、搬送中のスロッシングによるコンタミネーションを回避し、また、溶湯の温度低下を防ぐため、残留振動のない速い時間内の搬送が要求される。近年、これらの要求に伴い、多くの研究がなされてきた。しかし、これらはいずれも適当な一定液位での搬送であり、液位変化に対するシステムのロバスト性は考慮されていなかった。このことは実際の注湯などのシステムを考えた場合、回避しなければならない問題であり、液位変化に対するシステムのロバスト性を保証する制御システムの構築が望まれる。さらに、スロッシングは、搬送の全区間で抑制されるのが望ましいが、従来からのタンク加速度のみによる制御では、搬送の加速減速時にスロッシングを生じざるを得ないという問題も存在する。本研究では、液位変化に対するプロセスのパラメータ変動に対してロバストであり、かつ高速、高性能な液体搬送システムを構築することを目的とする。

以下に、本論文における研究内容を示す。1. 液位変化に対するプロセスのパラメータ変動に対してロバストであるシステムを構築するため、制御設計に用いる最適な公称モデルについて検討し、それに基づきモデルの不確かさを定量的に評価することで、 H^∞ 制御理論を本システムに適用する。また、目標値を合理的に与えることで、さらにスロッシング現象を抑制させることを考え、Fletcher-Reeves法を用いて非線形最適化問題を解き、最適目標位置軌道を算出した。2. スロッシングを搬送の全区間で抑制するために、液体搬送システムに容器回転を加え、加速減速時におけるスロッシング抑制を可能とするシステムを構築した。3. 液体搬送システムにLMIに基づく混合 H_2/H^∞ 制御、さらに極配置制約付き混合 H_2/H^∞ 制御を適用することにより、従来通りの静止液位の変化に対するロバスト性を保持した上で、スロッシングの抑制性能、タンク搬送の高速化、そして初期外乱の抑制など多目的仕様を満たす制御系を構築した。4. 自走式注湯システムに見られるような液位変動を伴う液体搬送システムに対して、ゲインスケジューリング H^∞ 制御を適用し、搬送の高速化やさらなるスロッシング抑制を実現する制御系を構築した。

本研究の結果は、液体搬送や自動注湯分野の発展のみならず、様々な搬送を要する分野においても適用でき、広範囲の工学の分野において、基礎的知見を与えると考えられる。