

平成 15年 5月 30日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 高木 章二



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。
記

学位申請者	今村 孝	学籍番号	第957201号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学専攻
論文題目	フィラメントワインディングプロセスの最適制御系の設計と実装化に関する研究		
公開審査会の日	平成 15 年 5 月 29 日		
論文審査の期間	平成15年4月24日 ~ 平成15年5月30日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 15 年 5 月 29 日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨

本論文は、オンライン張力センサを搭載した炭素繊維巻き取り成形機の設計・試作、および張力プロセスのモデリングと最適制御系の設計について提案を行い、各種実験からその妥当性を示したものである。本論文は全6章で構成されている。第1章ではニップロールにより炭素繊維を送り出し、マンドレルに巻き付ける炭素繊維の張力制御に関する現状と問題点、目的を述べている。第2章では、オンライン張力センサを搭載した炭素繊維成形機の設計と製作について記述している。第3章では、炭素繊維をマンドレル軸に直角に巻き付けるフープ巻きの張力制御を詳細に述べている。マンドレルとニップ間の速度差を利用して張力を制御する方法を提案し、つぎに張力プロセスのモデル化を行っている。モデルに基づきフィードフォワード制御とフィードバック制御を併合した2自由度PID制御により最適制御系を構成し、各種制御仕様を満足させるための最適制御パラメータを、遺伝アルゴリズム(GA)を用いて自動的に求める方法を考案し、実験によりその妥当性を検証している。第4章では、マンドレルの回転軸に任意の角度で巻き付けるヘリカル巻きの、張力制御と巻き付け角度の制御を記述している。第5章では、実ラインでの仕様を考慮し、張力目標値の変更や厚巻きプロセス、また巻き取り中に巻き取り角度が任意に変更されていく場合を考察し、それらの変動に対しても制御性能を一定範囲に保証するロバストな制御系を構築した。第6章は、結論と今後の展望について述べている。

審査結果の要旨

炭素繊維材料は、軽量かつ高剛性な特性を有していることから、車体、燃料タンク、モータなどの補強材料としての適用が試みられ、またフィラメントワインディング(FW; 繊維巻き取り)成形法は、繊維強化複合材料を成形する加工手法として近年注目されている。FW成形機においては、繊維配向制御、および巻き取り張力制御が必要であるが、リアルタイムで張力を制御するシステムは少なく、また制御系の最適化が望まれている。これに対して本論文では、以下の研究に取り組み次の成果を得た。(1)張力制御ができるセンサ、アクチュエータ、およびコントローラを有するFW成形機の機械設計と試作。(2)炭素繊維巻き取り張力プロセスのモデル化。(3)張力制御をはじめ、各種制御仕様を満たす制御系をGAのアルゴリズムを用いて求める方法の提案。(4)提案手法の妥当性を、各種実験により実証。

特に、張力のフィードバック制御ができる新しいFW成形機を試作したこと、また、FW張力プロセスのモデリングと最適制御系の構築を行い、高精度な張力制御システムを実現した点は新規性がある。さらに、本成形機は、共同研究先で現在稼働しており、実用的見地から価値の高い研究成果をあげている。これらの成果は、学術論文3編、査読つき国際会議論文2編、特許1件として公表されており、学術的見地からも評価できる。以上により、本論文は、博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員

高木 章二



印

寺嶋 一彦

印

印

堀畑 聡



印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。