

氏 名	ふじ 藤 純
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3601 号
学位授与の日付	平 成 13 年 7 月 23 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	NC 工作機械送り駆動系の特性解析と輪郭運動性能向上に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 垣 野 義 昭 教 授 吉 村 允 孝 教 授 松 久 寛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、NC 工作機械の輪郭運動精度の向上をはかるために最も重要な要素である送り駆動系の特性について研究を行っている。すなわち、まず送り駆動系をサーボ制御系と送り駆動機構に分け、それぞれのモデル化を行った後、両者を統合したモデルを作り、速度制御系の安定性に及ぼすボールねじのねじり振動の影響を研究した。さらに案内の摩擦特性及び非線形ばね特性などが円弧象限切換部誤差に及ぼす影響を解析し、それらを減少させる方法を開発した。また、自由曲面加工で特に問題となる加減速に伴う輪郭運動誤差に対する駆動系の特性の影響を種々の場合について解析し、その向上法について研究しており、緒論、結論を含めて7章からなっている。

第1章は緒論で、NC 工作機械の輪郭運動精度の重要性とそれに及ぼす送り駆動系の特性を述べた後、それに関連する研究の現状を述べ、本研究の目的とその概要を述べている。

第2章では、NC サーボ部及び送り駆動機構の構成を検討し、輪郭運動精度に影響を及ぼす様々な要素を含んだモデルを構築し、以下の各章においてこのモデルに対して問題がない程度の近似を行い、簡略化して必要なシミュレーションと解析解の導出を行う。

第3章では、輪郭運動精度向上のために、サーボ系のゲインを大きくしようとする際に問題となるサーボ系の発振現象に対して、送り駆動機構を構成しているボールねじのねじり振動が及ぼす影響を検討し、適切なフィルタを用いて発振現象を防止する方法について考察している。

第4章では、送り駆動機構を構成しているリニアボールガイドの非線形ばね特性及び支持ベアリング、ボールねじナット等の回転系の摩擦力が、円弧象限切換部における運動誤差に及ぼす影響を解明した後、すべりガイドを用いた場合の円弧象限切換部における運動誤差の解析を行い、転がりガイドを用いた場合との違いを明らかにしている。

第5章では、送り駆動機構の特性とサーボ系のパラメータが、45度方向直線補間送りを行わせた場合の輪郭運動誤差に及ぼす影響について理論解析と測定実験を行って、輪郭運動誤差の補正方法及び適切なサーボパラメータのチューニング法を考察している。

第6章では、NC サーボ系における補償器である速度フィードフォワード制御、移動平均フィルタが運動誤差の一つである円弧半径減少量及び加減速に伴う振動に及ぼす影響について検討し、これらの輪郭運動誤差を抑制するための方策について検討している。

第7章は、以上を要約した本論文の結論である。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、NC 工作機械の輪郭運動精度の向上をはかるために最も重要な要素である送り駆動系の特性について研究を行ったもので、得られた主な成果は次の通りである。

1. 輪郭運動精度を直接支配する、サーボ制御系と送り駆動機構からなる送り駆動系の汎用的なモデルを導出した。

2. 輪郭運動精度に大きな影響を与える送り駆動系の安定性に対してボールねじのねじり振動が大きく影響する場合があります，系の安定性を向上させる方法を提案し，有効であることを確認した。
3. 送り駆動機構およびサーボ制御系の特性が円弧象限切替時に生じるステップ形ロストモーション，漸増型ロストモーションおよびスティックモーションなどの運動誤差に及ぼす影響を解明し，その抑制法を開発した。
4. 送り駆動機構およびサーボ制御系の特性が，加減速に伴う輪郭運動誤差に及ぼす影響を解明し，その抑制法を開発した。
5. NC の前置補償器の特性と，円弧半径減少量および直線加速時の振動の関係を解明した。

以上要するに，本論文は NC 工作機械の送り駆動系の特性について研究して，輪郭運動精度の向上を図る方法を提案しており，基礎のみならず応用の面からも多くの知見を得ており，学術上，實際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の論文として価値あるものとして認める。また，平成13年6月25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。