

氏 名	林 書 鼎
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1871 号
学位授与の日付	平成 11 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 精 密 工 学 専 攻
学位論文題目	A Study on Measurement and Improvement of the Contouring Accuracy of NC Machine Tools (NC 工作機械の輪郭運動精度の測定と向上に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 垣 野 義 昭 教 授 吉 村 允 孝 教 授 久 保 愛 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、NC 工作機械の輪郭運動精度の測定法と精度向上法について研究している。すなわち、まず機械構造と NC サーボシステムに原因する代表的な誤差原因を分類した後、それぞれの生成原因を解析し、次に複雑な形状の輪郭運動誤差を正確に測定する方法を研究開発し、さらに 3 軸制御機までに限られていた従来の運動精度測定法を 5 軸制御機までに拡張するとともに、切削抵抗の加工形状誤差に及ぼす影響や象限切替時に発生するスティックモーションの生成機構と補正法を考察したもので、緒論、結論を含めて 9 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必要性とそれに関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 工作機械の輪郭運動誤差に影響する主な運動誤差を機構系から発生するものとサーボ系から発生するものに大別し、さらにそれらを細かく原因別に分類し、それらの生成機構について考察している。

第 3 章では、輪郭運動誤差を評価するために交差格子法、位置フィードバック値を用いる方法を提案し、それらの方法と従来用いられている DBB 法とを比較して新しい方法の精度、周波数特性、使い易さなどについて考察している。

第 4 章では、従来の 3 軸制御機の運動誤差測定に限られていた DBB 法を拡張して、5 軸制御機の運動誤差を測定する方法を開発し、実際に 5 軸制御機の運動誤差原因を診断し、運動精度を向上させる方法について考察している。

第 5 章では、10 nm オーダーの分解能と高い周波数帯域を持ち、非接触式の測定法である交差格子法を用いて超精密加工機で輪郭加工を行う場合の微小な運動誤差を測定し、その運動誤差原因を診断し、運動精度ひいては加工精度を向上させる方法について実験的に考察している。

第 6 章では、エンドミル工具で輪郭形状を高精度に仕上げ加工する際に切削抵抗が加工形状誤差に及ぼす影響を実験的に考察し、硬い材料においては運動誤差の転写が柔らかい材料に比べてわずかであることを考察している。

第 7 章では、象限切替時に案内面の摩擦抵抗の変化と制御系の応答が遅れることが原因して生じるスティックモーションの生成機構を解析的手法とシミュレーションによって考察した後、これを外力を加えて補正する方法の有効性について実験的に考察している。

第 8 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測定法と精度向上法について研究したもので、特に機械構造と NC サーボシステムに原因する代表的な誤差要因を分類し、それぞれの生成原因について研究したもので、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 自由形状を加工する際の輪郭運動誤差を測定するために、交差格子法を用いた方法を開発し、それを用いてマシンニングセンタや超精密金型加工機の運動誤差を測定し、誤差原因を診断し、輪郭運動精度を大幅に向上させた。

2. 3軸制御機の運動誤差の測定に限られていた従来のDBB法を拡張して、5軸制御機の運動誤差を測定し、誤差原因を診断する方法を開発し、5軸制御機の運動精度を大幅に向上させた。

3. 被削材の硬さが輪郭加工形状誤差に与える影響を実験的に考察し、硬い場合には運動誤差が加工形状誤差に転写されにくいことを明らかにした。

4. 象限切替時に発生し、運動誤差を大幅に低下させているスティックモーションの生成機構を解析的手法とシミュレーションを用いて解明し、静止摩擦と動摩擦の差によって生じていることを明らかにし、それを適切な外力を加えて補正する方法を開発した。

以上、本論文はNC工作機械の輪郭運動誤差原因を分類し、その測定法について研究するとともに、それを向上させる方法を提案したものであり、学術上、実際に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。まだ、平成11年7月30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。