

氏名	やま おか よし のり 山 岡 義 典
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3704 号
学位授与の日付	平 成 15 年 1 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	タ ッ プ 加 工 用 知 能 化 工 作 機 械 シ ス テ ム に 関 す る 研 究

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

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高速・高精度なマシニングセンタを熟練度の低いオペレータでも有効に使用できるようなシステムの開発をめざして、知能化工作機械システムによるタップ加工について研究を行ったものである。すなわち、知能化工作機械システムの基本的なコンセプトについて検討し、従来の幾何情報に加えて加工技術情報を併せ持つ固定サイクルのコンセプトを提案し、これを用いた場合に必要な各種の機能について検討している。また知能化工作機械システムの主要な構成ユニットである機械構造、オープンアーキテクチャー CNC、各種データベース、スーパーバイザーなどの構成と機能について研究した。さらに、これらの機能を実際の加工に適用してその妥当性を検証しており、緒論、結論を含めて10章からなっている。

第1章は緒論で、知能化工作機械システムの必要性を述べた後、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、現在の高速・高加速度なマシニングセンタに存在する問題点を詳細に検討し、これらを解決するためにどのような機能を CNC に持たせるべきか検討した後、知能化工作機械システムの基本コンセプトを提案している。

第3章では、第2章で検討した結果に基づいて研究開発する知能化工作機械システムの主要な構成ユニットである工作機械構造、CNC、データベース、スーパーバイザーなどの具体的な構成について検討し、検討結果に基づいて実際にそれらを構築し、以後の章における使用に供している。

第4章では、知能化タップ加工に必要な手法について考察している。すなわち、熟練したオペレータがもっているタップ加工のノウハウをアルゴリズム化し、加工能率の向上、工具折損の防止、工具寿命の検出、精度向上のための適応制御法などについて考察し、穴ごとの適応制御、リアルタイム適応制御、高減速度適応ベッキングの手法を開発し、提案している。

第5章では、内部センサーによってどの程度の精度でタップ加工中の切削抵抗のモニタリングが可能であるかを考察している。すなわち、本研究では信頼性を確保するため、外部センサーは使用しないので、内部センサーである電流検出センサーでどの程度微小な切削抵抗が検出できるかを考察している。

第6章では、第4章で提案した各種の検出・制御システムを実際に応用するために必要な加工と制御に関するデータベースを構築するために、一般材料と難削材料のタップ加工実験を多数行い、データを取得した。すなわち、工具摩耗係数、切削速度オーバーライド係数、加速度オーバーライド係数、適応制御用閾値、ベッキング用時定数、ねじピッチオーバーライド量などを定めている。

第7章では、以上の章で開発した各種のシステムと手法の妥当性を検証するため、一般材料である炭素鋼について、 $L/D=2\sim3$ 程度の一般穴深さのタップ加工実験と $L/D=10$ 以上の深穴のタップ加工実験を行い、これらのシステムと手法が適切に機能して、安全で高能率なタップ加工が行えることを確認している。

第8章では、耐熱合金インコネル718、チタン合金 Ti-6Al-4V およびステンレス鋼 SUS304 という難削材をタップ加工する場合について、各種のタップ加工実験を行い、第7章と同様に開発した各種のシステムと手法が適切に機能して、安全で高能率なタップ加工が行えることを確認している。

第9章では、ドリル加工とタップ加工を同時に行う複合タップ加工法について、工具寿命の延長、工具摩耗の検出、工具折損の防止などの知能化のためのシステムと手法が適切に機能するかどうかを確認するための加工実験を行い、複合タップ加工においてもこれらが適切に機能して、安全で高能率なタップ加工が行えることを確認している。

第10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、高速・高精度なマシニングセンタを熟練度の低いオペレータでも有効に使用できるようなシステムの開発をめざして、知能化工作機械によるタップ加工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. 高速・高加速度・高精度なマシニングセンタを対象として、オープンアーキテクチャ CNC を用いて、加工形状、被削材、工具などの加工情報を CNC に持たせる手段とスーパーバイザー、データベースからなる知能化工作機械システムを構築した。
2. 内部センサである主軸モータと送り軸（Z 軸）モータの電流センサを用いることによって、0.5Nm（M4 タップの切削トルク相当）まで検出できるシステムを構築した。またこれによって切りくずつまりや工具損傷の程度と時期をモニタリングすることができた。
3. タップ加工時に生ずる工具異常の最大の原因である切りくずつまりに対して、タップ加工時定数を大きく（加速度を小さく）すると、切りくずつまりの発生が抑制できることを利用した穴毎の適応制御法を開発した。
4. 難削材のタップ加工や穴深さ $L/D=3$ を超える深穴のタップ加工に対して、リアルタイム適応制御法を用いることによって高能率で安全な加工が行える適応バックキシング法を開発した。
5. 工具寿命を判定する方法として、タップ加工時の切削抵抗の増大比率より判定する方法と加工能率の変化より判定する方法を開発し、その有効性を確認した。
6. 以上の知能化手法に必要なデータベースを一般材料と難削材料について構築した。
7. 以上のシステムを用いて実際に各種材料についてタップ加工を行ったところ、高能率で、安全、長工具寿命のタップ加工を行えることを確かめ、本知能化タップ加工システムの有効性を確認した。

以上要するに、本論文は知能化工作機械システムによるタップ加工について研究し、高速・高能率加工を安全に行う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。

よって本論分は博士（工学）の論文として価値あるものとして認める。また、平成14年12月16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。