

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13623 号
------	---------------

氏 名 NAM Soohyun

論文題目

High-Efficiency Cutting with Spindle Speed Variation
(主軸回転速度変動法を用いた高能率切削加工)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	社本 英二
委員	名古屋大学	教授	福澤 健二
委員	名古屋大学	講師	椿野 大輔
委員	名古屋大学	寄附講座教員	中村 隆

論文審査の結果の要旨

NAM Soohyun君提出の論文「High-Efficiency Cutting with Spindle Speed Variation（主軸回転速度変動法を用いた高能率切削加工）」は、切削加工の高能率化・高精度化を目的とし、加工中に発生するびびり振動の抑制手法の一種である主軸回転速度変動法（SSV）におけるびびり振動の抑制/成長原理の解明及び安定性評価指標の提案、安定性を向上できる新しいSSVプロファイルの提案、短時間加工における加工能率を最大化できる‘加速切削法’の提案に関する研究をまとめたものである。また、名古屋大学博士課程教育リーディングプログラム「実世界データ循環学リーダー人材養成プログラム」の履修生として、本博士研究の実世界データ循環学への寄与についても記述している。本論文は以下の6章より成っている。

第1章では、「序論」として本研究の背景と目的について述べている。まず、様々な種類のびびり振動とその抑制技術を説明している。次に、びびり振動抑制手法の一つであるSSVの基本概念を説明し、従来研究を引用して本加工技術の位置付けをまとめるとともに残された課題と限界について説明している。本研究では、SSVによるびびり振動の抑制効果を向上し、切削加工の高能率化を実現するために3つの研究課題と3つの研究目的を設定している。また、実世界データ循環学の概略、および実世界データ循環の観点から見た本研究成果の位置づけについても論じている。

第2章では、SSVのびびり振動抑制/成長特性と安定性評価指標について述べている。本研究成果から、SSVを用いた切削加工中に成長する再生びびり振動は一般に一定の空間周波数（可変の時間びびり周波数）で成長することが明らかになった。時間びびり振動周波数の変化は動的コンプライアンスの大きさの変化を生み出すため、びびり振動の抑制と成長に繋がる。この特性に基づいてSSVにおける2つの安定性評価指標を提案している。時間領域シミュレーション及び検証加工実験を通して、提案した安定性評価指標の有効性を確かめ、従来のSSVにおける安定性を高めるための適切なパラメータ設定法について示している。

第3章では、切削加工の更なる高能率化を目的とした新しいSSVプロファイルの提案及び検証について論じている。1回転前後の速度変化率（加速率）が大きくなるほど時間びびり振動周波数の変化率が大きくなるため、動的コンプライアンスの縮小効果が増大する。従来のSSVでは、加速率が常に変動し、動的コンプライアンスの縮小率が変動するためびびり振動の抑制効果も常に変化する。この発見に基づき、本研究では加速率を一定にするプロファイルを提案することによって加工能率を向上する。提案したSSVプロファイルの有効性を確かめるために、時間領域シミュレーションと検証加工実験を行い、従来SSVプロファイルと比較した結果、提案プロファイルの優れた実用性と安定性を明らかにしている。

第4章では、短時間切削加工での安定性を向上させるために‘加速切削’を提案している。本加工法は主軸を一方方向に加速し続け、その間に加工を終了させる方法である。従来のSSVでは、プロファイルの形状に関係なく加速と減速が切り替わる区間が存在する。この区間では、加速率がゼロに近づくため、びびり振動が発生しやすくなる。そこで、その区間を除去し得る‘加速切削’を提案し、通常切削との比較を通じてその優れた安定性を実証している。

第5章では、本研究を「データ取得」、「データ解析」、「実装」といった実世界データ循環の観点から分析し、生産及び加工分野に対する実世界データ循環学による理解について明確に記述している。また、本論文で記述された提案SSVプロファイルと‘加速切削’を実生産現場により幅広く応用するためのFuture worksについて論じている。

第6章では、「結論」として、本研究により得られた成果をまとめている。

以上のように本論文では、不明であったSSVのびびり振動抑制/成長特性を明らかにし、見出した抑制原理に基づく安定性評価指標を提案してその有効性を検証した。さらに、その指標を利用して安定性を高め得る従来SSVのパラメータ設定手法を示した。また、従来のSSVが持っていた限界を超えて、安定性を向上できる新しいSSVプロファイルと‘加速切削’を考案した。開発したモデルによるシミュレーションと検証実験により提案した2つの方法の有効性を実証済みであり、提案した新しいSSVプロファイルと‘加速切削’はすでに実際の工作機械への適用が始まっている。これらの成果は、学術上、工業上、寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるNAM Soohyun君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。