

工作機械における主軸制御によるびびり振動抑制制御及び 切削抵抗制御に関する研究

学生証番号 47-126057 氏名 石橋央成
(指導教員 藤本博志 准教授)

Key Words : NC Machine Tools, Chatter vibration, Cutting resistance, Repetitive learning control, Perfect tracking control

1. はじめに

産業界では数値制御(NC)による工作機械がマザーマシンとして重要な役割を担っている。工作機械は主にワークを固定するステージ部と、工具を取り付ける主軸部によって構成されている。加工中にはワークと工具の間に発生する切削抵抗によって加工精度の低下や、工具の摩耗などの問題が生じる。また、工具もしくはワークが振動する「びびり振動現象」が発現することがある。びびり振動は加工精度の低下や、工具の摩耗などを引き起こす。本研究の目的は、主軸部の制御を行うことによって、上記の問題を解決することである。本研究では以下のことを提案した。

[提案1] 切削抵抗制御

[提案2] 再生型自励びびり振動抑制のための高周波速度変動制御

切削抵抗制御、びびり振動抑制を目的としたこれまでの研究は、最適な加工条件（送り速度、主軸回転数など）を求めるための解析的手法が主流であった。しかし、解析的手法はワークや工具に関するパラメータを用いるため、パラメータ同定のための同定試験や切削試験が必要であった。これらの試験には追加のセンサや、熟練した技術が必要であったため、広く実用化するには至らなかった。

提案1の切削抵抗制御は追加のセンサを用いずに主軸のエンコーダを用いて切削抵抗を推定し、その情報をもとに主軸の速度指令値を生成することで、切削抵抗を陽に制御することを可能にした。

提案2では、加工中に主軸速度を高周波に変動させることによって自励びびり振動の原因である再生効果の周期性を崩し、びびり振動の発生を抑制することを可能にした。また、びびり振動抑制に有効であるびびり振動周波数の特定を提案した。

2. シミュレーション、実験による検証

提案法の検証はシミュレーションと実験によって行った。

切削抵抗制御では、ケミカルウッドをワークとした切削実験を行い、切削抵抗のセンサレス検出と切削抵抗の主軸による制御の検証を行った。提案手法では、切削抵抗が指令値に対して追従することを実験により確認した。

再生型自励びびり振動抑制では、シミュレーションと金属をワークとした切削実験を行なった。シミュレーションでは、可変速切削によってびびり振動が抑制可能であることを確認し、またその変動周期と変動周波数の増加が抑制効果を高める傾向にあることを確認した。切削実験においても、可変速切削によってびびり振動が抑制できることを確認し、シミュレーションと同様の傾向があることを確認した。びびり振動抑制に望ましい高周波な速度変動を実現するための主軸速度制御系の有効性をシミュレーションと実験によって確認し、本主軸速度制御系を適用することでより効果的にびびり振動を抑制することに成功した。

3. 結論

本研究では、数値制御による工作機械において問題となっている切削抵抗とびびり振動の問題の解決を目的とした切削抵抗制御系とびびり振動抑制のための主軸モータの速度制御系を提案した。提案法は、従来主流であった解析的手法に比べ容易に上記の問題を解決すること可能とした。