

東京大学 大学院新領域創成科学研究科  
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻  
2018年3月修了 修士論文要旨

# 切削加工における主軸速度制御による びびり振動の適応回避に関する研究

学生証番号 47-166070 氏名 下田 隆貴  
(指導教員 藤本 博志 准教授)

Key Words : Machining, Chatter vibration, Chatter avoidance, Semi-discretization, Disturbance observer,  
Extremum seeking control

切削加工は工業製品の加工に広く用いられ、産業界で重要な役割を担っている。切削加工において、加工能率、加工精度、工具寿命が重要な要素になっているが、びびり振動によりこれらが著しく損なわれてしまう。このびびり振動を回避するため、切削深さを小さく設定するなどの加工能率を下げようとする手法が広く用いられてきた。そのため加工能率を保ちつつ、びびり振動を回避する多くの手法が研究されている。これらの手法はout-of-process法とin-process法に分類することが可能である。

out-of-process法は事前に得たモデルに基づき解析をし、びびり振動の生じない条件を予測する手法である。しかし、モデルの不確かさや熱発生や経年劣化などのプロセス変化に敏感であるために、この解析ではしばしば予測に失敗してしまうという問題があった。一方、in-process法はセンサから得た情報からリアルタイムにびびり振動を抑制、回避する手法である。この手法にはプロセスの変化にロバストであるという利点はあるが、追加の外部センサやアクチュエータ、そして高い計算能力が要求されるという問題があった。

本論文では、これら従来法の問題点に着目し、次の主軸速度制御によるびびり振動の適応回避法を提案し、NC 工作機械を用いたミリング加工のシミュレーションと実験による提案法の検証を行った。

**提案法1** 半離散化法に基いたびびり振動の適応回避法

**提案法2** 外乱オブザーバを用いた外部センサレスでのびびり振動の適応回避法

**提案法3** 複数共振を持つ工具に対するびびり振動の適応回避法

**提案法4** 主軸速度の極値探索制御によるびびり振動の適応回避法

提案法1はout-of-process法のびびり解析とin-process法のびびり振動の適応回避を組合せた手法で、プロセス変化にロバストでありながら、従来法よりも優れたびびり抑制を達成した。提案法2では外乱オブザーバを用いて外部センサレスでのびびり振動の適応回避を達成した。提案法3では複数共振を持つ工具に対して従来法では必ずしも可能でなかったびびり振動の適応回避を達成した。提案法4では主軸速度の極値探索制御を用いることで、モデルフリーかつ簡単な計算でのびびり回避を達成した。