

エンドミル加工での工具寿命向上に関する研究

機械システム課 羽柴利直 金森直希 機械電子研究所 杉森 博 生活工学研究所 上野 実
中央研究所 川堰宣隆 若い研究者を育てる会 田中精密工業(株) 中嶋 謙

1. 緒言

切削加工の更なる高能率化を図るため、設備性能だけでなく、工具を寿命に至るまで使い切ることが重要である。しかし、開発段階では、工具寿命を見極めるだけ多くの加工を行えないため、量産に入ってから精度が外れるまで加工を行い、工具寿命を設定している。この際、安全率(1.1~2.0程度)を見込んで、生産現場では工具寿命としている。これにより、安定した精度は得られるが、工具を寿命に至るまで使い切ることができない。そこで本研究では、加工時に発生する各種物理現象をリアルタイムで捉えて、工具寿命を判断することを試みた。具体的には、精度に影響を及ぼす切削力と加工振動に着目し、これらと工具寿命の関係を検討した。

2. 実験方法

CNCフライス盤を使用し、エンドミルによる側面加工を行った。エンドミルは、生産現場で実際の加工に使用されている工具を用いた。フライス盤のテーブルには、テーブル式動力計測装置を取り付け、この上に被削材を固定して、被削材に作用する切削力の測定を行った。また、振動解析装置(MAL社製Cut Pro)およびFFTアナライザを用いて加工振動の測定、周波数分析を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 加工条件の選定

主軸回転数を、工具のハンマリングによりCut Proから導出される安定限界線図における安定領域とし、送り量と切込み幅をできるだけ小さくすると、切削力や加工振動は小さくなった。この結果から、主軸回転数を3,170rpm、送り量を0.1mm/rev、切込み幅を0.1mmに選定した。

3.2 工具摩耗による切削力・加工振動への影響

切削力、加工振動は、工具が摩耗すると増加することが分かった。また、加工振動について、FFT分析を行った結果、工具が摩耗すると10kHz付近(特定周波数)の加工振動が増加することが分かった。この特定周波数は、治具の構成によって変化した。

3.3 振動要因の調査

10 kHz 付近の治具の伝達関数の測定を行った結果と、

加工時の治具の10kHzの振動の大きさの分布を比較したところ、ほぼ同じ傾向が見られた。このことから、10kHzの加工振動の要因は、治具の固有振動数によるものと推測される。

3.4 工具寿命類推の試み

未使用の工具を用いて切削距離80mまで加工を行い、特定の切削距離ごとに、加工面粗さと特定周波数における切削力、加工振動を測定した。その結果から、量産加工中に測定可能な切削力、加工振動と(工具寿命の指標の)加工面粗さの関係を調べた。図1に加工面粗さと切削力の関係を示し、図2に加工面粗さと加工振動の関係を示す。これらの図より、加工面粗さが増加すると、切削力、加工振動ともに増加する傾向が見られた。

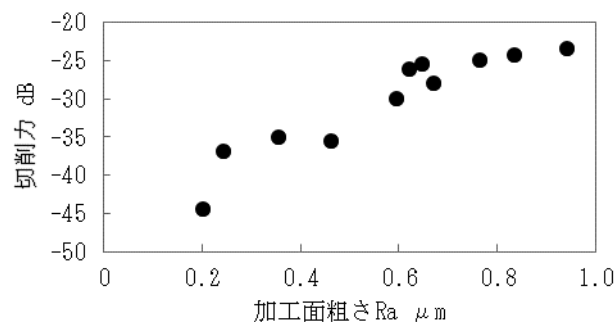


図1 加工面粗さと切削力の関係

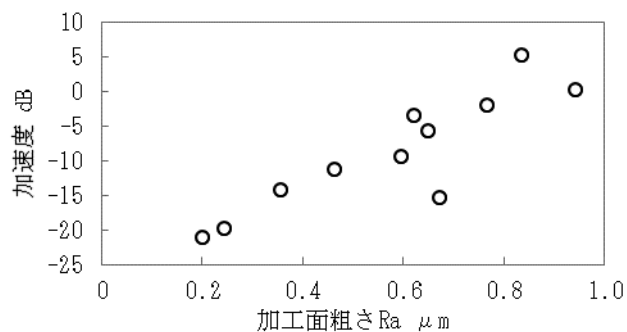


図2 加工面粗さと加工振動の関係

4. 結言

切削力、加工振動の治具の固有振動数由来の特定周波数成分の大きさと、加工された試料の表面粗さの相関が概ね見られた。これより、切削加工中の切削力、加工振動から工具寿命類推の可能性が確認できた。

(詳細は、平成28年度若い研究者を育てる会「研究論文集」pp.29-36参照)