

Rバイトの振動測定による切削加工面粗さの監視

鹿児島県工業技術センター 岩本竜一, 市来浩一
 鹿児島大学工学部 近藤英二, 皮籠石紀雄
 鹿児島大学大学院 田中一平

1. はじめに

単結晶天然ダイヤモンド工具による軟質金属の超精密切削加工で作られる光学部品は、加工面の表面粗さが製品の機能に大きく影響する¹⁾。また、転写性の良い軟質金属の超精密切削加工では、工具の振動が加工面の表面粗さに大きく影響していると考えられる。そこで、本研究は加工面の表面粗さを工具の振動により監視することを目的として、アルミニウム合金を単結晶天然ダイヤモンド R バイトにより超精密正面旋削加工し、加工面形状と R バイトの振動との関係を定量的に調べたので報告する。

2. 実験装置および方法

実験は、超精密旋盤(豊田工機㈱ AHN60-3D)に単結晶天然ダイヤモンドのスローアウェイ R バイトを取り付け、アルミニウム合金(A5056)を正面切削した。切削加工時の振動を加速度センサ(リオン㈱ PV-32A)で計測し、工具摩耗は電子顕微鏡(日本電子㈱ フィールドエミッション走査電子顕微鏡 JSM-6330F(以下 SEM))を用いて観察した。加工後は走査型白色干渉計(Zygo New View 5032)で加工面を観察し加工面粗さを測定した。切削条件を表1に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 工具摩耗と加工面粗さ

図1に SEM による工具摩耗観察写真の一例を示す。図から、すくい面および逃げ面の摩耗面積を測定した。この結果を図2に示す。すくい面摩耗は実切削距離 $L=750\text{km}$ 付近で急増して、これ以降は微増する傾向が見られる。逃げ面摩耗も実切削距離 $L=750\text{km}$ 付近で急増するが、全体的にはほぼ単調に増加しており、摩耗の進行は逃げ面の方が2倍以上早い。これより、工具摩耗は切削距離の増加に伴い逃げ面摩耗を主として進行すると考えられる。

図3に実切削距離 L と送り方向および切削方向の加工面粗さ

PV の関係を示す。送り方向の加工面粗さは実切削距離 L に対してほとんど変化せず、ほぼ理論粗さ ($0.1\ \mu\text{m}$) と一致した。一方、切削方向の表面粗さは、実切削距離 $L < 700\text{km}$ の範囲では増加し、 $L > 700\text{km}$ の範囲ではややばつづくものの、ほぼ一定あるいは微増する傾向を示した。これより、切削距離の増加に伴う加工面粗さの変化は、切削方向の表面粗さの増加として表れると言える。切削距離の増加に伴う加工面粗さの変化の特徴が、工具摩耗の変化とよく一致することから、切削方向の加工面粗さが増加する原因は、工具摩耗の進行によって工具に振動が発生したことによると推定される。

3.2 振動測定による粗さの監視

工具摩耗の進行に伴い、工具に振動が発生して加工面粗さが増加すると仮定すると、工具の振動スペクトルと加工面の断面形状のスペクトルの間に相関関係が成立すると考えられる。

図4に実切削距離 L に対する工具振動スペクトルの変化を示す。あらかじめインパルス応答実験から求められた工具系の固有振動数のピークと一致する $1\sim 4\text{kHz}$ 、 $4\sim 7\text{kHz}$ 、 $26\sim 31\text{kHz}$ の3つの周波数帯域のスペクトルに注目すると、これら3つの周波数帯域のスペクトルが切削距離の増加に伴い明らかに増加している。図5に切削距離と3つの周波数帯域でのスペクトルのピーク値との関係を示す。この中で $4\sim 7\text{kHz}$ の周波数帯域のスペクトルに注目すると、実切削距離 $L < 800\text{km}$ の範囲ではほぼ一定値を示し、 $L > 800\text{km}$ の範囲では増加しており、工具摩耗および加工面粗さの傾向と良く一致することがわかる。なお、加工面の断面形状より、切削方向の加工面粗さのスペクトルは、おおよそ $6\sim 8\text{kHz}$ であると概算され、これは $4\sim 7\text{kHz}$ の周波数帯域のスペクトルにほぼ一致している。

したがって、工具振動の $4\sim 7\text{kHz}$ の周波数帯域のスペクトルは、切削方向の加工面粗さのスペクトルと一致しており、この周波数帯域の工具振動をモニタリングすることによって加工面粗さを監視することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 菅野 健・吉田嘉太郎：超精密切削加工における工具と表面性状について、1993年砥粒加工学会学術講演論文集，pp. 7-12。

Tool	Single crystal diamond tool Rake angle=0° Clearance angle=4° Nose radius R=2mm	
Work piece	Material	Al-Mg alloy annealed (A5056-H112)
	Diameter	30,197mm
	Hardness	63Hv
Spindle speed	1000rpm	
Feed speed	40 $\mu\text{m}/\text{rev}$	
Depth of cut	30 μm	
Cutting fluid	Kerosene(mist)	

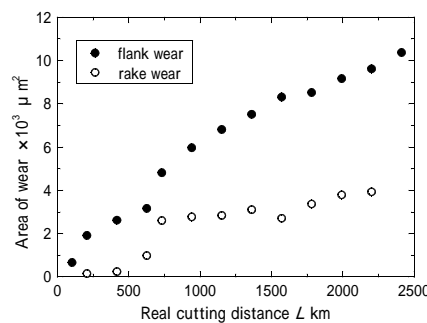


図2 切削距離と工具摩耗面積の関係

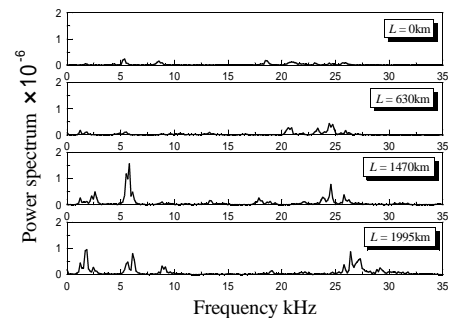


図4 切削距離に対する振動スペクトルの変化



図1 工具摩耗観察写真の一例 (R=2mm, L=1995km)

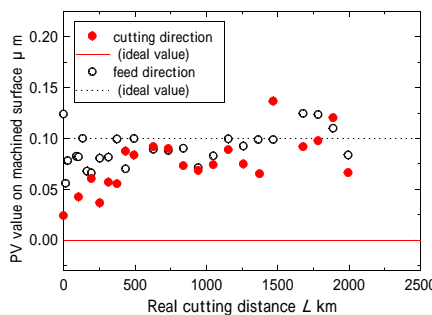


図3 切削距離と加工面粗さの関係

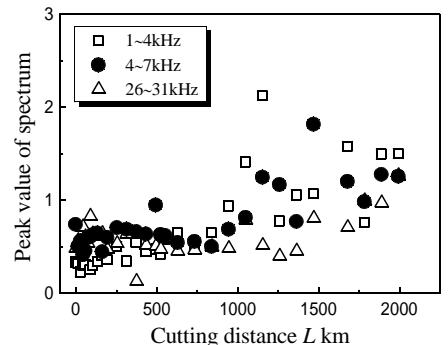


図5 切削距離と3帯域のスペクトルの変化