静的切削抵抗によるRバイトの摩耗の監視

鹿児島大学	近藤英二,皮籠石紀雄
鹿児島県工技センタ	岩本竜一,市来浩一
コマツ電子金属	田中一平

1.はじめに

単結晶ダイヤモンドを用いた R バイトによる軟質金属の超精密切 削加工では工具摩耗が大きくなると加工面の品位が著しく低下する ため,摩耗がある限度に達した段階で工具を交換する必要がある.し かしながら,工具摩耗の進行は個体差が大きく,予測が困難である.

そこで,本研究は静的切削抵抗により R バイトの摩耗を監視する ことを目的としてアルミニウム合金を R バイトにより正面切削し, 工具の摩耗と静的切削抵抗との関係を定量的に調べた.

2.実験装置と実験方法

工作機械は豊田工機㈱製の超精密三次元曲面加工機を使用した.実 験では,焼鈍した直径197 mmのアルミニウム合金の円盤をRバイト (ノーズ半径2 mm)で一定距離を正面切削した後,工具切れ刃を SEMで観察し,また直径30 mmの円筒形の被削材に取り替えて端面 を正面切削して切削抵抗を測定する,という工程を工具が寿命に達す るまで繰り返した.また比較のため,焼鈍していないアルミニウム合 金の被削材と,ノーズ半径が0.8 mm,5 mmのRバイトも使用した. 実験条件の詳細を表1に示す.以下ではノーズ半径2 mmの工具での 結果をR2,0.8 mmの結果をR0.8,5 mmの結果をR5 で示す.

3.実験結果と考察

図1には R2 で切削距離が 1995 km での工具切れ刃の摩耗状態が示してあり,(a)は切れ刃の観察方向,(b)は SEM 写真である.図1(b)の閉じた曲線で示した部分の右端が切削工具と被削材との接触弧の右端であり,図2のP点に対応している.逃げ面の摩耗幅 w_fとすく

表1 実験条件

View direction

(a) 切れ刃の観察方向

45 deg.

Tool No	Mterial	Single crystal diamond			
	Nose radius	2	0.8	5	
	Material	JIS A5056			
Workminen	Diameter mm	30 (, 197)			
workpiece	Heat treatment	Annealed	Non		_
	Hardness Hv	63	90		h
Feed rate	f μm/rev	40	30	50	
Cutting dista	ance L km	~ 2310	~ 500	~ 700	
Depth of cut	d μm	30			
Spindle spee	ed rpm	1000			
Cutting fluid	1	Kerosene			

Rake face

Wfh

図4

Tool

 W_f

切削過程のモデル

(b) 切れ刃の SEM 写真(切削距離 1995 km)



2003年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集

い面の摩耗幅 w_rは, P 点からの距離 l_w に対して徐々に大きくなり, 最大値に達した後、摩耗は左端 Q 点で見えなくなっている.図1の SEM 写真から求めた逃げ面の摩耗面積 A_{wf} に対する背分力 F_x 主分力 F_y ,送り分力 F_z を, R2 と R5 について図3 にそれぞれ示す.いずれ の切削分力も A_{wf} に比例して増加しているが,その大きさは R2 と R5 とでは大きく異なっている.図4 は摩耗した工具による切削過程の2 次元モデルである.ここで,工具切れ刃の形状が摩耗の増加に伴って 相似的に変化すると仮定すれば,切削分力比 F_x/F_y (切削力の方向) は,逃げ面摩耗部の投影長さ w_{fh} と切取り厚さ h の比 w_{fh} /h により一 義的に決まると考えられる.従って,このモデルを3 次元に拡張すれ ば A_{wf} は w_{fh} に比例し,また図3 の切りくず断面積 A_w (A_e に対する切削 分力比 F_x/F_y で, J-ズ半径によらない一義的な関係が見られる.

図6は, A_{wf}/A_c の値がほぼ同じ場合のR0.8,R2,R5での w_f (図1 参照)である.ノーズ半径により w_f の大きさは異なるが,形状は類 似している.図7は A_{wf}/A_c に対する最大切り取り厚さ h_{max} (図2参照) で基準化した逃げ面の摩耗幅 w_f/h_{max} で,接触弧の長さ C_w (図2参照) で基準化した右端からの距離 l_w/C_w がR2とR5とでほぼ同じになる場 合について二つ示してある.それぞれの l_w/C_w について,R2とR5の 傾向と大きさはほぼ一致しており,工具形状や切削条件によらず,逃 げ面の摩耗幅 w_f は, C_w , h_{max} , A_{wf}/A_c により決まると推定される. 参考文献

 J. M. Oomen and J. Eisses, Wear of Monocrystalline Diamond Tools during Ultraprecision Machining of Nonferrous Metals, Precision Engineering, Vol. 14, No. 4, (1992), pp. 206-218.

10

