End mill cutting of a difficult-to-machine material

○正 川村 浩二 (熊本県工業技術センター) 非 塩澤 勇 (熊本県工業技術センター)

Koji KAWAMURA, Kumamoto Industrial Research Institute

, Higashimachi3-11-38, Kumamoto-city, Kumamoto

Isami SHIOZAWA, Kumamoto Industrial Research Institute

Key words: machinability, dry cutting, oil-mist cutting, difficult-to-machine material

1. 序論

平成12年度に産業技術総合研究所中国センターが中国地方5県の金属切削企業300社を対象にしてアンケートを行った。その結果から、ステンレス鋼、チタン合金及び超耐熱鋼などの難削材に対する切削工具・切削条件を調べられる切削加工データベースの作成を行ってほしいという要望が多く寄せられた。そこでこの企業ニーズに応えるため、産業技術総合研究所中国センターと中国・四国・九州地域の公設研究機関が集まり、これら切削加工データベースを作成するため共同加工試験を実施している。これらの中で、熊本県が担当したステンレス鋼 (SUS316, SUS630) 及び超耐熱鋼 (SUH310) のTiAlNコーテッド超硬エンドミル (日立ツール製エボック・パワーミル) 切削時の切削加工性能及び加工面精度 (表面粗さ) について計測・検討を行った。その結果について報告する。

2. 実験条件

今回の加工実験で設定した実験条件を表1に示す。

表1 実験条件

材料	SUS316, SUS630	SUH310
被削材料	形状	W100×T60×H60
	前加工	フライス切削
エンドミル	材質	TiAlNコーテッド超硬
	工具径(D)	φ8mm
	刃数	4枚
切削条件	切削方式	側面切削 ダウンカット
	切削液	乾式(エアブロー)、ミスト
	軸方向切込み(Ad)	10mm
	半径方向切込み(Rd)	0.05D=0.4mm
	切削速度(V)	80, 160m/min
	切削送り(f)	0.05, 0.1(mm/tooth)
	ホルダー	BIG HSK-A63-MEGA20D-90
	コレット	OCA-20-8
	工具突き出し	39.5mm
参考	工具メーカー推奨高速条件: Ad=1.5D, Rd=0.05D	
	切削速度	80m/min
	切削送り	0.05mm/tooth

3. 使用機器

本実験で使用した機器を表2に示す。なお、表面粗さ測定機は、新JIS (JISB0601-2001) には対応しておらず、旧JIS (JISB0601-1994) に基づいて加工面精度の評価を行った。

表2 本実験における使用機器

機器名称	メーカー及び型式	納入年月日
マシニングセンター	牧野フライス製作所 V33	H14.3.20
表面粗さ計	東京精密 サーフコム570A-3DF	H4.12.18
マイクロスコープ	オムロン VC100 3D	H5.11.15
ミスト装置	ブルーベ FK33-MFV-33	H14.3.20

4. 実験方法

4.1 実験概要

図1に今回の実験における装置概要図を示す。

図1 実験装置概要図

4.2 測定項目

各実験の停止パス (1 Pass : 100mm) ごとに、表2における計測機器を用いて下記の測定・観察を行った。

停止 Pass : 1, 3, 5, 10, 20, 40, 60, 80 計8回

- ① 切削面表面粗さ(Ra, Ry) 終了前0.5Adの位置
- ② 工具逃げ面摩耗 刃数3カ所平均
- ③ 工具最大チッピング幅
- ④ 切り屑の観察

4.3 実験終了条件

本実験の各停止パスにおける以下の3つの条件を1つでも満たしたとき、実験を終了するものとした。

- ① 工具逃げ面摩耗 平均0.1mm以上
- ② 工具最大チッピング幅 0.5mm以上
- ③ 送り方向切削距離 8.0m以上

5. 実験結果

5.1 被削材種別工具摩耗量の変化

図2より、TiAlNコーテッド超硬工具におけるSUS316とSUS630のV=80m/minの乾式切削において、途中の摩耗量の違いは多少あるものの切削距離8mでの逃げ面摩耗量は共に0.04mm程度であった。このことから、TiAlNコーテッド超硬工具は、切削距離8mまで両被削材に対してメーカー推奨高速条件で十分使用可能である。SUH310に関しては、TiAlNコーテッド超硬工具による乾式切削は余り適していない。このことは、SUH310がやわらかく靱性があり、

しかも加工硬化の大きいオーステナイト組織になっているため、工具への凝着が発生し工具摩耗を速めたものと推測される。工具摩耗の観点から被削性についてみると SUS316≒SUS630>SUH310 の順となる。

図2 被削材種別工具摩耗量の変化

5.2 切削送りの変化に伴う逃げ面摩耗量の変化

図3より、SUS316 エンドミル切削において、切削距離 8m での逃げ面摩耗量は $f=0.05\text{mm/tooth}$ の方が $f=0.1\text{mm/tooth}$ より大きくなった。このことは、切削送り速度が遅くて被削材の加工硬化した表面を削り、工具が摩耗したことが原因と推測される。この条件においては、工具摩耗の観点からみてみると切削送りを $f=0.1\text{mm/tooth}$ で加工した方がよい。

図3 切削送り変化に伴う逃げ面摩耗量の変化

5.3 SUH310 におけるミストの効果

図4より、SUH310 のエンドミル切削において、乾式切削では1パス目 (1Pass: 100mm) から終了条件に達するのに対して、ミストを使用することで切削距離 8m に達しても逃げ面摩耗量は 0.04mm 程度であった。SUH310 の切削において、ミストの使用は工具摩耗に大きな改善をもたらす。このことは、ミストの供給によって、潤

滑作用による工具、工作物、切り屑間の摩擦が小さくなり切削熱を抑え、逃げ面摩耗の進行を遅らせたものと推測される。

図4 SUH310におけるミストの効果

⑭ V160-f0.05-乾式 20Pass

⑮ V160-f0.05-ミスト 80Pass

図5 工具摩耗及び表面粗さの状態

5.4 実験後の表面粗さ

切削速度 $V=80\text{m/min}$ における実験終了時点の表面粗さは、最大山高さ表示で SUS316 の場合、切削距離 8m で $R_y=3.3\mu\text{m}$ の値を示した。SUS630 の場合、 $R_y=2.5\mu\text{m}$ と 3 材種の中で一番よい値を示した。SUH310 の場合、切削距離 2m で全刃欠損し、それに伴い表面粗さも $R_y=4.1\mu\text{m}$ と大きな値を示した。表面粗さの観点から被削性についてみると $\text{SUS630} > \text{SUS316} > \text{SUH310}$ の順となった。

6. 結論

SUS316, SUS630, SUH310 の TiAlN コーテッド超硬エンドミルによる切削加工実験を行い、以下の結論を得た。

- (1) SUS316, SUS630 の $V=80\text{m/min}$ 乾式切削に、TiAlN コーテッド超硬工具は十分使用可能であるが、SUH310 の $V=80\text{m/min}$ 乾式切削には適していない。
- (2) $V=160\text{m/min}$ で SUS316 を切削加工する場合、切削送り $f=0.05\text{mm/tooth}$ よりも $f=0.1\text{mm/tooth}$ を使用した方がよい。
- (3) $V=80\text{m/min}$ で SUH310 を切削加工する場合、ミストを使用すると工具寿命を大幅に改善することが確認された。

参考文献

- 1) 産業技術総合研究所中国センター：共同加工実験報告書(2005)
- 2) 賀勢晋：実用切削技術教本、日刊工業新聞社
- 3) <http://www.techno-qanda.net/dsweb/>