

研究ノート

ダイヤモンドコーティング工具を用いた チタン合金の切削加工における工具すくい角の影響

児玉英也*¹、河田圭一*¹、水野和康*¹、斉藤昭雄*¹、脇祐介*¹、水野優*¹

The Effect of Rake Angle on Cutting of Titanium Alloy Using a Diamond Coated Tool

Hideya KODAMA*¹, Keiichi KAWATA*¹, Kazuyasu MIZUNO*¹,
Akio SAITOU*¹, Yuusuke WAKI*¹ and Yuu MIZUNO*¹

Industrial Research Center*¹

すくい角の異なるダイヤモンドコーティング工具を用いてチタン合金の切削加工を実施し、コーティングの剥離の影響について検討した。その結果、負のすくい角の工具は、正のすくい角の工具より剥離するまでの切削距離が増加するが、負角を大きくすると、境界部の剥離により切削距離が減少することがわかった。

1. はじめに

チタン合金は比強度が高く耐食性や耐熱性に優れる材料であることから、航空機部品、医療機器や生体用部品等、幅広い分野で使用されている。とりわけ航空機部品においては需要が増加しており、生産性のさらなる向上が要望されている。一方でチタン合金は、熱伝導率が低いため切削熱が上昇しやすい、切りくず形態がせん断型で切削抵抗の変動が大きい、工具材料との親和性が高く、切りくずが切れ刃に溶着しやすいなどの特徴から、難削材として知られている。このため工具寿命は短くなり、加工能率が低くなることから、切削加工技術のさらなる向上が求められている¹⁾。筆者らはこれまでにダイヤモンドコーティング工具によるチタン合金の切削加工について研究を行ってきた²⁾。その結果、ダイヤモンドコーティングを用いることで切削能率を向上できることを確認したが、コーティングが突発的に剥離するため、原因解明とその抑制が課題となっている。そこで本研究では、工具すくい角がコーティングの剥離に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

切削加工の様子を図1に示す。加工機は立形マシンングセンタ(MU-400VA、オークマ(株)製)を使用し、ダイヤモンドコーティングエンドミルで被削材を側面切削した。加工条件を表1に示す。工具は正のすくい角(13°)と、負のすくい角(-10°、-20°)を用いた。マイクロスコ

プを用いて、切削距離 25m ごとにコーティングの剥離の有無を確認し、100m ごとに工具逃げ面の平均摩耗幅を測定した。また、電子顕微鏡を用いて、工具の状態を観察した。なお、切削距離は工具 1 刃が被削材を擦過する距離とした。



図1 切削加工の様子

表1 加工条件

被削材	チタン合金 Ti6Al4V
工具	形状: φ12mm スクエアエンドミル 材種: ダイヤモンドコーティング (母材: 超硬合金) すくい角: 13°、-10°、-20°
切削速度	100m/min
送り量	0.1mm/tooth
切込み量	軸方向: 5mm 径方向: 0.5mm
切削方式	ダウンカット
切削油剤	水溶性切削油(ソリュブル系)
給油方法	外部給油

*1 産業技術センター 自動車・機械技術室

3. 実験結果及び考察

各すくい角での剥離時の切削距離を図2に示す。すくい角 13° の工具は切削距離 350m、すくい角 -10° の工具は切削距離 400m、すくい角 -20° の工具は切削距離 275m で剥離した。すくい角 13° の工具と比較してすくい角 -10° の工具は切削距離が 14%程度増加し、すくい角 -20° の工具では 21%程度減少した。図3に剥離時の工具逃げ面の状態を示す。すくい角 13° 、 -10° の工具は先端部付近で剥離した。すくい角 -20° の工具は境界部付近で剥離した。剥離はすべての工具ですくい面、逃げ面の両側で発生した。加工後の被削材を観察したところ、すくい角 -20° の工具は他の工具と比較して、被削材にバリが大きく発生していた。一般的に、すくい角を負角に大きくすると、せん断角の減少により切削抵抗が急激に増加することで、被削材にバリが大きく発生する。この加工硬化した大きなバリが切れ刃境界部付近を繰返し擦過することにより、すくい角 -20° の工具は境界部付近でチッピングや欠損が発生し、短い切削距離でコーティングが剥離したと推察される。

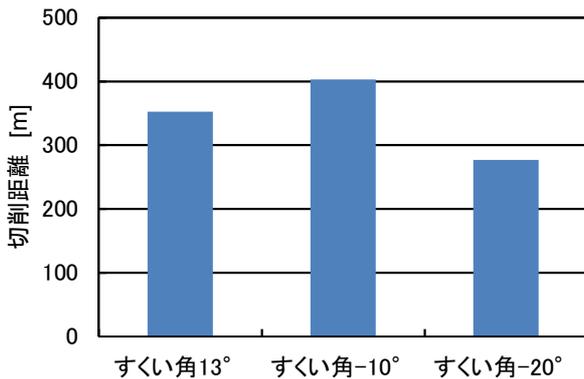


図2 剥離時の切削距離

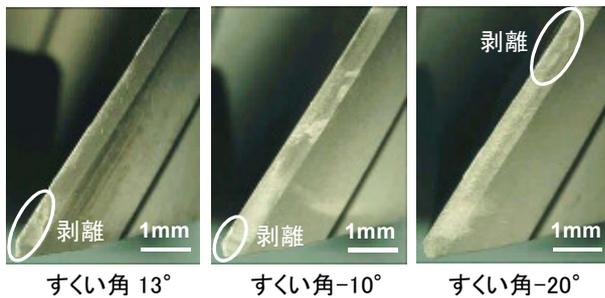


図3 剥離時の工具逃げ面の状態

切削距離に対する逃げ面の平均摩耗幅の変化を図4に示す。図中の記号×は剥離したことを表している。各工具ともに切削距離の増加に対して、摩耗幅 0.02mm程度で変化が無く剥離が発生した。すくい角 13° の工具について、剥離直前の工具先端の状態を図5に示す。すくい面、逃げ面ともに被削材の凝着が多くみられたが、工具刃先稜線の摩耗は軽微であった。エネルギー分散型 X

線分析で工具を分析した結果、工具母材である超硬合金の露出は確認されなかった。これらの結果より、すくい角 13° 、 -10° の工具におけるコーティングの剥離は、逃げ面摩耗の進行によるものではなく、凝着やコーティング、母材およびその界面における亀裂進展等、他の要因によるものであると考えられる。今後はサンプル数を増やして再現性を確認し、剥離の主な要因を調査、検討する予定である。

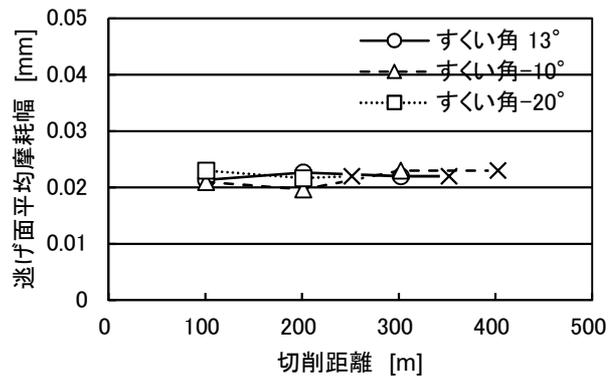


図4 逃げ面平均摩耗幅の変化

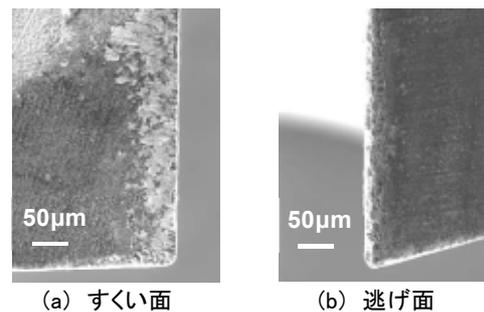


図5 剥離直前の工具先端の状態

4. 結び

すくい角の異なるダイヤモンドコーティング工具を用いてチタン合金の切削加工を実施し、コーティングの剥離の影響について検討した。その結果、すくい角を負角にすることで剥離するまでの切削距離が増加するが、負角を大きくするとバリに起因する境界部での剥離により切削距離が短くなることがわかった。

付記

本研究は、「知の拠点あいち重点研究プロジェクト」(モノづくりを支える先進材料・加工技術開発プロジェクト)で行った研究の一部である。

文献

- 1) 長谷川良栄: 精密工学会誌, **75**(8), 953(2009)
- 2) 児玉, 河田, 水野, 石川, 斉藤, 島津: あいち産業科学技術総合センター研究報告, **6**, 24(2017)