

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

児玉英也*1、河田圭一*1、水野和康*1、石川和昌*2、斉藤昭雄*1、島津達哉*3

Cutting of Titanium Alloy Using a Diamond Coated Tool

Hideya KODAMA*1, Keiichi KAWATA*1, Kazuyasu MIZUNO*1,
Kazumasa ISHIKAWA*2, Akio SAITOU*1 and Tatsuya SHIMADZU*3

Industrial Research Center*1~3

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が、難削材として知られており、切削加工技術のさらなる向上が求められている。本研究では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実験を実施し、加工能率の向上や長寿命化の可能性について検討した。その結果、ダイヤモンドコーティング工具はコーティングが早期に剥離しない切削速度領域において、超硬合金工具と比較して耐摩耗、耐欠損性に優れることが分かった。

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。一方でチタン合金の切削加工は、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おり、工具寿命が短く、加工能率が低いため、切削加工技術のさらなる向上が求められている¹⁾。そこで本研究では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実験を実施し、加工能率の向上や長寿命化の可能性について検討した。

2. 実験方法

切削実験の様子を図1に示す。加工機は立形マシンニングセンタ(MU-400VA、オークマ(株)製)を使用した。加工条件を表1に示す。被削材はチタン合金 Ti6Al4Vを使用した。工具形状はφ12 スクエアエンドミルで、工具材種は超硬合金(K種)とダイヤモンドコーティング(工具母材は超硬合金)の2種類を用いた。切削速度は超硬合金が50、100、150m/min、ダイヤモンドコーティングは100、150m/minとした。被削材の側面をダウンカットで加工し、加工時間に対する外周刃の逃げ面平均摩耗幅の変化をマイクロスコップで評価した。加工時間は60分までとし、その間に逃げ面平均摩耗幅が0.08mmを超えた場合は実験を中止した。

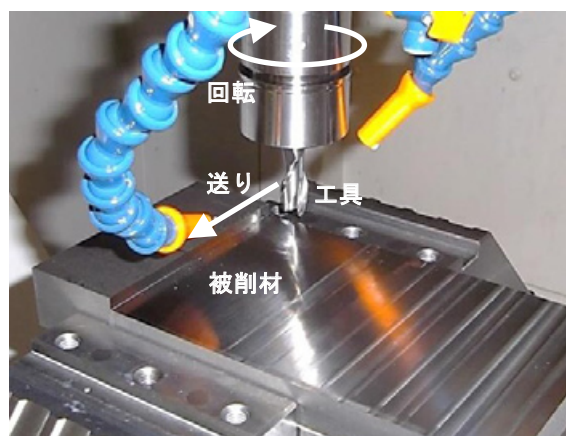


図1 切削実験の様子

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：超硬合金 (K種) ダイヤモンドコーティング 刃数：2枚
切削速度	超硬合金：50、100、150m/min ダイヤモンドコーティング：100、150m/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 (エマルジョン系)
給油方法	外部給油 (8L/min)

*1 産業技術センター 自動車・機械技術室 *2 産業技術センター 自動車・機械技術室 (現三河繊維技術センター製品開発室) *3 産業技術センター 自動車・機械技術室 (現総合技術支援・人材育成室)

3. 実験結果及び考察

超硬合金及びダイヤモンドコーティングについて加工時間に対する逃げ面平均摩耗幅の変化を測定した結果を図2に示す。超硬合金は切削速度 50m/min で 60 分加工後の摩耗幅が約 0.06mm、100m/min で 25 分加工後の摩耗幅が約 0.09mm、150m/min で 5 分加工後の摩耗幅が約 0.10mm となり、切削速度の増加により工具摩耗の進行が速くなった。切削速度 100m/min、150m/min について、実験終了後の工具写真を図3に示す。100m/min で加工した工具は切れ刃にチッピングが複数確認された。150m/min では工具先端が大きく摩耗し、チッピングや欠損が確認された。切削速度が増加すると切削熱が上昇し、切れ刃強度は低下する。そこへ切れ刃に溶着し加工硬化した切りくずが噛みこむことによりチッピングや欠損が発生したと推察される。

ダイヤモンドコーティングは切削速度 100m/min で 60 分切削後の摩耗幅が約 0.02mm となり、すべての条件の中で最も小さくなった。150m/min では加工時間 10 分付近でコーティングが剥離し、母材である超硬合金が露出した。それにより 10 分以降の摩耗は超硬合金の結果と同様に急激に進行した。

実験終了後の工具写真を図4に示す。切削速度 100m/min ではコーティングの大きな剥離はなく、超硬合金でみられたようなチッピングや欠損はほとんど確認されず、良好な切れ刃稜線を維持していることがわかった。切削速度 150m/min ではコーティングが工具先端から境界部まで大きく剥離し、チッピングや摩耗が確認された。

実験結果よりダイヤモンドコーティングは切削速度 100m/min(他の切削条件については表1を参照)で、コ

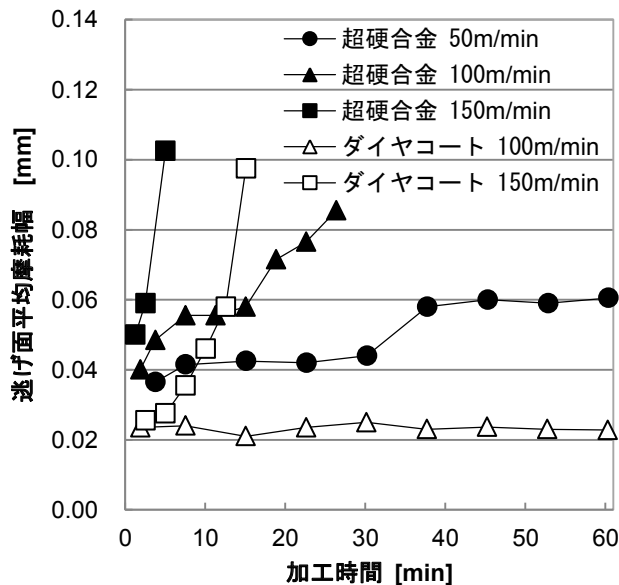
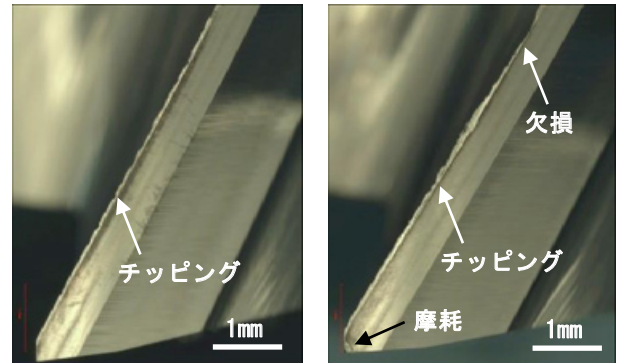


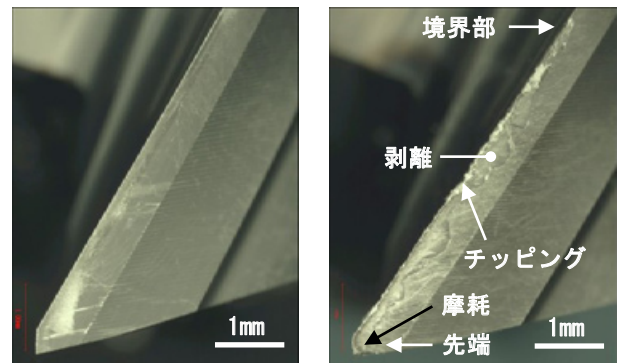
図2 逃げ面平均摩耗幅の変化

ーティングの大きな剥離なく切削することが可能であり、超硬合金と比較して摩耗やチッピングが低減することから、チタン合金の仕上げ加工の高能率化に適用できる可能性が認められた。



(a) 切削速度 100m/min (b) 切削速度 150m/min

図3 工具写真(超硬合金)



(a) 切削速度 100m/min (b) 切削速度 150m/min

図4 工具写真(ダイヤモンドコーティング)

4. 結び

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実験を実施した。その結果、ダイヤモンドコーティング工具はコーティングが早期に剥離しない切削速度領域で切れ刃の摩耗やチッピングが低減し、超硬合金と比較すると加工能率や工具寿命が向上した。

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)