

月刊 トライボロジー

THE TRIBOLOGY

2016 **3** No.343

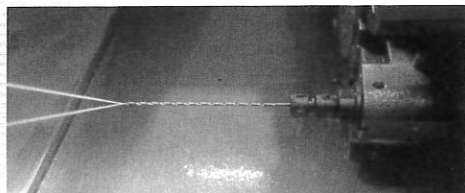


世界のもの造りを支える軸受 ULTAGEシリーズ
NTN

特集

加工技術

難削材に対応した切削加工油の技術



(写真提供：トクピ製作所)

編集部

航空機や自動車のターボチャージャーなどに使用される、様々な難削材加工に対応した各社の切削加工油の技術を、本稿では紹介する。

1. CFRPの加工

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は、鋼やガラス繊維強化プラスチック(GFRP)と比較し、比強度および比弾性率(比剛性)に優れ、軽量・高強度という機械特性を持つ。そのほかに、①継続的な負荷に対する優れた強度を誇るとともに、歪みにくく、摩耗しにくい②熱収縮・熱膨張が少ない、などの特徴を持っている。

この材料は、スポーツ用途で実用化が始まった後、現在では、航空機の胴体、翼などや、自動車向けなどの産業用途や、橋梁やトンネルなど土木・建築用途にも拡大している。

CFRPは被加工性が悪く、加工した際の工具摩耗が著しいほか、バリやデラミネーション(層間剥離)などの発生が問題となっており、CFRP専用工具の開発が進められている。

また、炭素繊維の特徴として、細く、切断伸びが小さいので、短くなった短繊維が粉塵になりやすい。そのため、炭素繊維の切り屑の粉塵化による機械汚れや作業環境の悪化も課題となっている。

そこで、CFRPの加工に対応した切削油にも注目が集まっている。従来の加工

では乾式切削や水道水を使用した切削が行われていたが、ユシロ化学工業では、CFRPに対応した切削油を公開した(ユシロ化学工業HP掲載)。

今回開発した「FGS5501」で加工テストを行った結果は以下のとおり。

【テスト条件(エンドミル加工)】

被削材：PAN系CFRP

工具：TiAlN コート K10

切削条件：V = 126m/min, f = 0.1mm/rev, d = 0.5mm

給油量：300mL/min

寿命：VB = 0.3mm

このテストでの工具寿命を図1に示す。本テストでは、ドライ加工や水道水の切削に比べて、寿命の延長が確認された。

また、樹脂への影響を確認するため、膨潤試験も実施した。水道水、汎用ソリュブル、今回の開発品を50℃に設定し、7日間、PAN系CFRPを上記3種に全浸漬さ

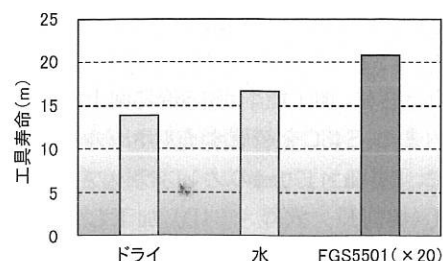


図1 CFRP専用切削油の加工テスト結果

せ、体積増加率を測定した。その結果、汎用ソリュブルが体積増加率が最も大きく、開発品については水道水と同等の増加率を示した。

今後、CFRP向けの切削油の開発が進むことによって、工具コストの削減が進むものと見られる。

2. チタン・インコネルの加工

2-1 高圧クーラント

自動車分野では燃費改善を進める中で、大量の空気を強制的に送り込んでエンジンの出力を増大させるターボチャージャーの需要が高まっている。エンジン排気量を小さくすることで燃費を高めつつ、性能の低下をターボチャージャーで補うというアプローチからだ。

「ル・マン24時間耐久レース」などのモータースポーツの世界でも、排気量2Lのターボチャージャーを採用した車が、同じくターボチャージャー搭載の排気量の大きい他社の車を抑えて優勝したことから、一層注目が集まるようになった。

ターボチャージャーの材料には、高温に達する排出ガスに耐える必要があり、高硬度かつ熱伝導率の低い、インコネル713などが使用される。

この材料は難削材であるため、製造現場では加工の高効率化が求められている。

そこで、切削液を7~30MPaの高圧で、工具の刃先に吐出する高圧クーラントの

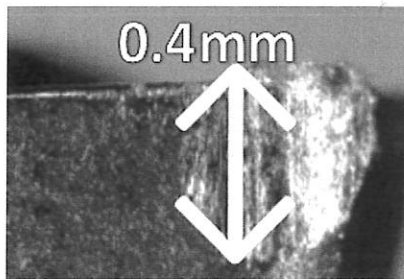


図2 逃げ面の摩耗

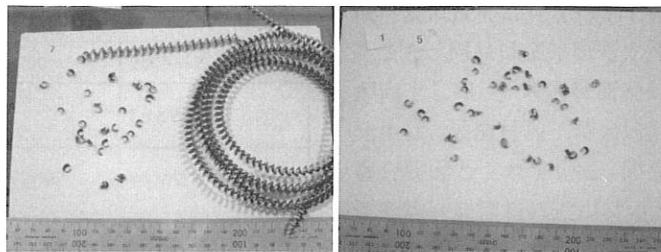


図3 インコネル718の切り屑

採用が増加している。

同加工法では、従来の加工法では届きにくい刃先へと切削油を直接供給できるのが特徴となっている。インコネル713の加工では、切削油が届きにくい上に、被削材の熱伝導率が低いため、刃先が高温となって摩耗の進行や塑性変形を促進することを防ぐほか、高圧によって切り屑を分断する役割などを持つため、高圧クーラントは難削材の加工に適している。

トクピ製作所では、高圧クーラントを使用したインコネル713の加工実験データを公開した。同実験は、通常のクーラント(A)と20MPaの高圧クーラント(B)で加工を行ったもので、加工条件は、以下のとおり。

【共通条件】

- 送り速度 (fn) : 0.15mm/rev
- ワークへの切込み量 (ap) : 0.1mm
- 切削速度 (Vc) : (A) 30m/min
(B) 60m/min

この試験では、高圧クーラントの切削速度を通常クーラント(A)の2倍の速度

に設定した。

試験の結果、逃げ面摩耗(VB)は、両方とも0.4mmと同等であった(図2)。そのため、20MPaの高圧である(B)での加工を行った方が、加工効率が高いことがわかっていく。

また、図3には、インコネル718を加工した際に排出される切り屑の状態を示した。7MPaの圧力でクーラントを吐出した場合の切り屑は、切断されない状態で排出されたが、こうした切り屑が機械に絡んで工作機械を停止させる可能性や、廃棄時に大量のスペースを取る恐れがある。一方、15MPaで吐出したものは、高圧のクーラントが切り屑を分断することで、細かくなっている様子がわかる。また、同社ではこれらのデータのほか、20MPaの試験データとして、CBN工具を使って周速V100、300、450、600m/minで加工したデータも公開する予定だ。

2-2 加工油

航空機産業向けの切削加工油として、ブラザー・スイスループ・ジャパンは、エステル油系の水溶性切削油「バスコ7000」を開発している。

同品では、チタン合金やニッケル合金

のほか、アルミニウム合金などの加工に適応させた。航空機のエンジン部品から機体構造部品にも幅広く対応しており、従来品に比べ冷却性能を強化させるために、ソリュブルタイプを採用している。また、人体や機械装置への影響を考慮し、塩素、ホウ素、ホルムアルデヒド放出物質、殺菌剤などを含有せず、鉱油ではなく、エステル油を使用している。

また、難削材の加工でのチップの寿命が短くなることが課題になっているが、同社では、チップと切削油の適切な組み合わせを選定することで、工具寿命の延長を模索している。

同社とチップメーカーのカイザー社が行ったテスト結果を示す。

図4(a)は、前述の航空機向け切削油を使用して、AlCrN(窒化アルミクロム)チップとTiAlN(窒化チタンアルミ)チップで、チタンに穴加工を施したものの場合、チップ以外は同条件であっても、TiAlNチップの摩耗が激しい。

一方、図4(b)は、AlCrNチップを使用し、2種類の切削油で加工した比較を示す。こちらは、同じチップを使用しても切削油の違いによって、摩耗の進行に変化が出ている。

このテストを、複数のチップと切削油の組み合わせで実施したところ、同じチップでも切削油によって、寿命が15倍に延長できることがわかった。

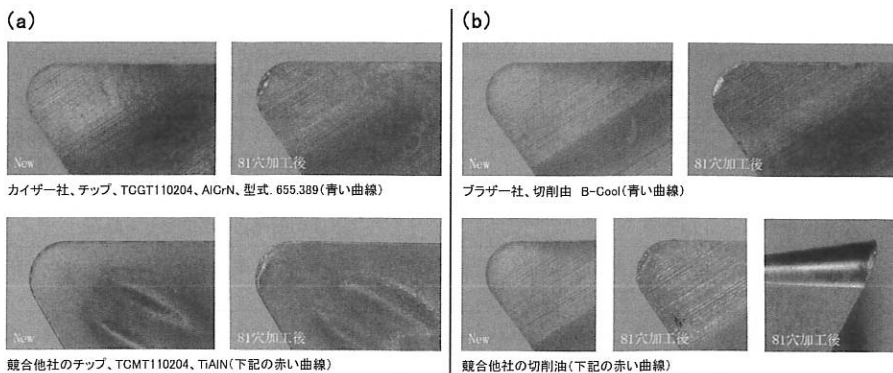


図4 (a)チタンを2種のチップで加工、(b)チタンを2種の切削油で加工