

本紙座談会 難削材加工の可能性と適用事例

新加工法・新条件で難材に挑む

— 生産性が鍵、ソリューション協同で —

§ 出席者(順不同)

- 東京大学生産技術研究所 教授 帯川 利之氏
- サンドビック(株) コロマントカンパニー 技術/製品開発部部長 河田 洋一氏
- (株)ジェービーエム 名古屋支店営業部課長 前田 弥生氏
- 新日本工機(株) 生産技術課課長 向井 秀彰氏
- (株)トクビ製作所 代表取締役 森合 主税氏
- 三井精機工業(株) 精機販売推進室室主 下村 栄司氏

進行:本紙 東京支社長 福田 能久
 編集部 山田 博之(記事)



機械加工の現場でいわゆる難削材の加工仕事が増えている。特に自動車、航空機業界では、軽量化による燃費向上を目的に、チタン、ニッケル、インコネル、炭素繊維強化プラスチックなどの材料を導入する動きが年々加速方向だ。金属加工全体のポリウムに比べれば、まだニッチな分野ではあるが、これら「難削材」への対応が新たなビジネスチャンスとして注目される。

そこで本紙は2月末、「難削材加工の可能性と適用事例」をメインテーマとして、東京都内で座談会を開催した。工作機械メーカー、切削工具メーカー、CAD/CAMメーカーに、難削材加工に関する考えや具体的な提案内容を語り合ってもらった。コーディネーターを東京大学生産技術研究所の帯川利之教授にお願した。

難削材の現況は?

本紙 本日は難削材加工に関する皆様

の取り組みなどをお聞きしたいと思います。軽く強い、ゆえに低燃費で長持ちするといった理由から、様々な素材が製品や部品、あるいは金型などに新たに採用された。これら多くの加工が難しい、削りにくいというところが出てきている。同時に、これだけ加工が難しいのが、最新情報として提供できる。河田(サンドビック) お客様によって異なりますが、共通認識として言えば、耐熱合金、チタン、インコネル、炭素繊維強化プラスチックなどが難削材として考えられています。

森合(トクビ製作所) 一般的な難削材削りやすい材料でも、切削速度を10倍にあげたいとなれば難削材に値します。

下村(三井精機工業) 当社の工作機械が得意とするのは、エンジンや機構部品です。従来の機械メーカーやエンジンメーカーをはじめ、この関連メーカーは多くの工作機械を納入させていただいていますが、プラチナ、チタンは「こういう材料があるけど、どうやったら削れるだろう」といった共同開発みたいな取り組みも出ています。

向井(新日本工機) 当社は中製から大型の工作機械をメーカーに納めていますが、フレーム、リブ、スパーなどが従来はすべてアルミ製でした。それがボーイング787以降、チタンが複合材のジョイント部にも使われるようになって

います。帯川(東大教授) 航空機業界について言えば、エアバス、ボーイングが使用するチタン合金の使用量が、ここ8年で2倍に増加しています。上昇率が非常に高いです。ボーイング787に必要なチタンの量は、機体あたり約100ト。プロセッサから削り出す量が多くなり、おおよそ削りくずが50%になります。



森合(トクビ製作所) 軽量化と燃費向上を目的に、自動車も新素材へ変わっています。低炭素鋼もその一つ。当社が提案する最大30MPaの高圧クーラントでテストカットしましたが、削りはインコネルに難しかったですね。それと自動車業界ではインコネルの採用もかなり増えています。

新日本工機(株) 向井 秀彰氏

切りくず排出量は、寿命1時間の条件で毎分330ccのめどがついています。

金型の素材は、HRC50から55のダイス鋼がよく使われるようになりま

帯川(東大教授) 航空機業界について言えば、エアバス、ボーイングが使用するチタン合金の使用量が、ここ8年で2倍に増加しています。上昇率が非常に高いです。ボーイング787に必要なチタンの量は、機体あたり約100ト。プロセッサから削り出す量が多くなり、おおよそ削りくずが50%になります。

ハイテンで変わる金型材料 本紙 自動車の金型はどうですか。向井 当社は、自動車の部品ではなく、主にプレス金型を加える高速形状加工機の販売がメインとなっています。燃費向上のために車体を軽くする方法として、ハイテン材やウルトラハイテン材が採用され、プレス金型も削りにくい高硬度の材料に変化しています。

エーバス、ボーイングはもともと材料を供給するだけでなく、切りくずも回収します。最も多く使われている614チタンは、リサイクルしても品質が落ちにくい素材です。新しい素材になると、新たなリサイクルのルートが必要になるので、614チタンから当分は抜け出せないでしょう。

(株)ジェービーエム 前田 弥生氏



ワスパロイの加工は消耗戦みたいなところがあります。切削条件で一番おいしい合うところ、そのレンジはおそらく極端に狭いでしょうね。

一般材から耐熱合金加工、航空機エンジン部品まで

あらゆる切削加工に威力を発揮

超高压クーラント

U-HIPRECO
ULTRA HIGH PRESSURE COOLANT

切粉の巻き付き防止
品質と精度の安定
生産効率の向上
難削材加工に最適

瞬時に切替

2方弁/3方弁
10~30MPa

超高压切替販売中

次世代の革命的切削法

HPB ハイプレッシャーブレーカー

超高压のウォーターブレーカー切削法が革命的な高効率切削加工を実現

チップブレーカー

従来の切削パターン
7MPa以下

巻き付き切りくず

ハイプレッシャーブレーカー

超高压クーラント
使用 15MPa

切粉を分断して切削

細かく切断された切りくず

切りくずを細かく分断
切削速度向上
エネルギー使用量削減

特長

高圧クーラントにより切りくずを細かく分断します。このため低炭素鋼やステンレスのような切りくずの伸びやすい被削材においても、切りくずの絡むトラブルを防止し、加工の手離れ化、無人化に貢献します。

インサートチップ刃先の冷却効果により、通常工具より切削速度を上げることが可能です。これにより生産性向上に貢献します。

切削速度が上がる事により機械の稼働時間も大巾に短縮し、使用エネルギーの削減に貢献します。

TOKUPI 株式会社トクビ製作所 本社・工場 / 〒581-0854 大阪府八尾市大竹3丁目167 TEL.072-941-2288 FAX.072-941-5181

<http://tokupi.co.jp>

本紙座談会 難削材加工の可能性と適用事例



三井精機工業(株) 下村 栄司氏

まだまだチタンを加工する機械は圧倒的に足りていないので、できるだけ能率の上がる機械づくりを進めています。

帯川 先ほど航空機のチタン使用量が約2倍に伸びていると申し上げましたが、新造機の数がそれだけ増えているというよりも、1機あたりのチタンの占める割合が高まっている。いかに早く削るかポイントになるといっていい。一方、小物部品に限れば、「6

削りやすいが... 帯川 先ほど航空機のチタン使用量が約2倍に伸びていると申し上げましたが、新造機の数がそれだけ増えているというよりも、1機あたりのチタンの占める割合が高まっている。いかに早く削るかポイントになるといっていい。一方、小物部品に限れば、「6

した。帯川先生のおっしゃる通り、硬く強くなったので加工しづらくなっていきます。 帯川 金型の国内回帰に合わせて、ハインテックに高付加価値の金型に変えていくという機運が高まっています。従来の仕事はそのまま日本に返すわけではなく、新しい仕事として戻ってくる。それをいかにつかまえて、加工の仕事を増やしていくかというところは重要なポイントです。 下村 金型の場合、これまでの生材から焼入れ鋼のようになりR60の金属で直彫りしたいという要望はかなりの割合で出ています。放電でやっていたものを直彫りに変えていくとする金型メーカーさんが多いです。とくに5軸加工機が普及したことで、数年前までは加工機で求められたものは重切削よりも追従性。切削工具とカッターパスの問題になるといいます。加工面の精度をいかに上げていくかということですね。 本紙 ジェービーエムさんは、ダイヤモンド工具を使わず、超硬工具による超硬材の微細金型加工に取り組みされています。 前田 CAMメーカーの仕事は、工作機械や切削工具のポンジを引く。出す最適なカッターパスを作ること。お客様だけでなく、機械と工具の両メーカーの要望に応えるために、超硬工具で超硬材を削るような種無謀にも思える取り組みにもチャレンジしています。

金型に超硬材を使用する動きは、全体のボリュームから見れば少ないと思えます。そこに力を入れていくのは、商売として成り立たないではないかと思われがちです。超硬材は硬いだけでなく、ナイーブな材料なので、上手く切削できることはすなわち一般材の加工能力を上げられるノウハウにつながります。 加工中に切削条件が変化することを好まないのが、超硬材の特徴です。主軸に負荷変動を発生させ、切削条件も取り代も常に一定に保つことがポイントになります。冷間鍛造になれば金型の素材は硬くなるので、削れるけど刃物が摩耗しやすい。精度をどうやって保つかも考えるところです。

河田 お二人の言うように、削ること自体は別に難しいものではないと思います。ただ、チタンは生産性向上が絡むと、他の材料以上に難しくなると思います。 帯川 サイズが大きいとなると遠端に削りにくくなり、「何で切削速度が上がらないんだ」ということですね。 森合 回転が間に合わないわけですね。向井 鉄を加工するよりも切削速度(主軸回転数)を上げて削ると、工具寿命も変わります。切り込み量を大きくして高効率を狙います。いわゆる「ゴリゴリ加工」です。しかし、従来の「ゴリゴリ加工」で削られていたところを、シリンダー部品が削られていくところを、日本でのチタン加工はまだまだ実績が少なく、未知と考えるところも多々あります。 下村 チタンをバリバリ削る必要は、日本国内よりも海外、とくにポロインクなどの機械メーカーが集まっている北米が多いですね。航空機のエンジンマウントを高能率で加工する主軸は以前開発しましたが、バリバリ削るだけじゃなく、工具寿命の点でも配慮しました。加工時間が短くても、工具コストがかかれば元も子もありません。 工具寿命の点では、工作機械の剛性や耐振動性が少なからず影響します。工具自体でエンジンをマウント1個しか削れないという状況です。

14チタンなんか難削材じゃない。ガンガン削って削って削って」という話も聞きました。 向井 力学的な数値(比切削抵抗)で見ても、6-14チタンは1000N/mm²と、45Cの1700N/mm²に比べて落ちます。極端に言ってしまうと、鉄を加工できる機械であれば、あまり苦になりません。 河田 お二人の言うように、削ること自体は別に難しいものではないと思います。ただ、チタンは生産性向上が絡むと、他の材料以上に難しくなると思います。 帯川 サイズが大きいとなると遠端に削りにくくなり、「何で切削速度が上がらないんだ」ということですね。 森合 回転が間に合わないわけですね。向井 鉄を加工するよりも切削速度(主軸回転数)を上げて削ると、工具寿命も変わります。切り込み量を大きくして高効率を狙います。いわゆる「ゴリゴリ加工」です。しかし、従来の「ゴリゴリ加工」で削られていたところを、シリンダー部品が削られていくところを、日本でのチタン加工はまだまだ実績が少なく、未知と考えるところも多々あります。 下村 チタンをバリバリ削る必要は、日本国内よりも海外、とくにポロインクなどの機械メーカーが集まっている北米が多いですね。航空機のエンジンマウントを高能率で加工する主軸は以前開発しましたが、バリバリ削るだけじゃなく、工具寿命の点でも配慮しました。加工時間が短くても、工具コストがかかれば元も子もありません。 工具寿命の点では、工作機械の剛性や耐振動性が少なからず影響します。工具自体でエンジンをマウント1個しか削れないという状況です。



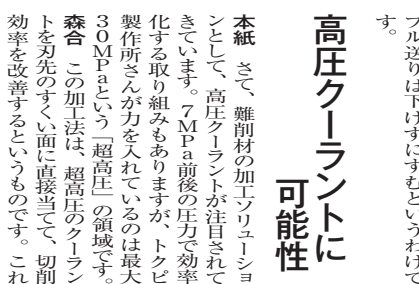
サンドビック(株) 河田 洋一氏

7MPa前後に設定することは、工作機械から見てもメリットがあります。高圧クーラント導入のハードルはかなり低くなりました。

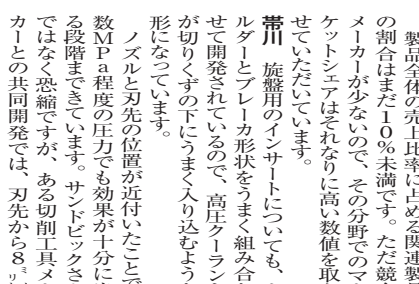
かなという感じで実際の加工ではないですね。当社では、実際の加工に適用できるように、寿命時間という条件を付加したテスト実績を持ちます。現状では、毎分300cのものがついでにいます。 下村 私どもは、6000回転の主軸トルクで3331N・mが最大の。格好です。切りくず排出量は最高で毎分642cですが、ほとんどの条件下の結果ですので、刃物次第ではまだ上にはいると思います。 帯川 数年前は毎分500cが最高値。長時間の切削に対しては、その半分と言われた。両社の話を聞くと、かなり技術革新が進み、削り方がよくなっているというですね。 本紙 チタンの特性として、熱伝導率が低いです。刃先で発生する熱が外に逃げず、その熱が刃先を軟化させて一気に寿命を縮めてしまうわけですが、サンドビックさんをはじめ、チタン加工用材料も近年出始めてきました。 河田 鋼、ステンレス、鋳物系に比べて、チタンに対応する工具は市場の中で少ない。当社製品でも、チタン加工にまだに数十年前のノンコーティングの超硬工具が使われているところも結構あります。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



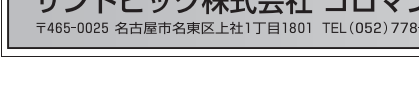
本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ



本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

工具コストの問題に対して、航空機業界はシビアですが、全部加工したチップ何割消費しちゃう」と聞かれました。エドモンドが何を必要かとは聞かれない。自分のところで作るからですね。刃のつけ方が全然違うみたいで、そのノウハウは世の中に出ていない。 森合 問題はチタンよりもインスルで、刃先が冷やさない。チップ交換で、チップ交換で。コストが合わないのでも、「注文をもらっても困る」という声を聞くくらい削れない。 本紙 そういった難削材に対してはCAM側からどのようなアプローチをされているのでしょうか。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

工具コストの問題に対して、航空機業界はシビアですが、全部加工したチップ何割消費しちゃう」と聞かれました。エドモンドが何を必要かとは聞かれない。自分のところで作るからですね。刃のつけ方が全然違うみたいで、そのノウハウは世の中に出ていない。 森合 問題はチタンよりもインスルで、刃先が冷やさない。チップ交換で、チップ交換で。コストが合わないのでも、「注文をもらっても困る」という声を聞くくらい削れない。 本紙 そういった難削材に対してはCAM側からどのようなアプローチをされているのでしょうか。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

工具コストの問題に対して、航空機業界はシビアですが、全部加工したチップ何割消費しちゃう」と聞かれました。エドモンドが何を必要かとは聞かれない。自分のところで作るからですね。刃のつけ方が全然違うみたいで、そのノウハウは世の中に出ていない。 森合 問題はチタンよりもインスルで、刃先が冷やさない。チップ交換で、チップ交換で。コストが合わないのでも、「注文をもらっても困る」という声を聞くくらい削れない。 本紙 そういった難削材に対してはCAM側からどのようなアプローチをされているのでしょうか。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

工具コストの問題に対して、航空機業界はシビアですが、全部加工したチップ何割消費しちゃう」と聞かれました。エドモンドが何を必要かとは聞かれない。自分のところで作るからですね。刃のつけ方が全然違うみたいで、そのノウハウは世の中に出ていない。 森合 問題はチタンよりもインスルで、刃先が冷やさない。チップ交換で、チップ交換で。コストが合わないのでも、「注文をもらっても困る」という声を聞くくらい削れない。 本紙 そういった難削材に対してはCAM側からどのようなアプローチをされているのでしょうか。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

工具コストの問題に対して、航空機業界はシビアですが、全部加工したチップ何割消費しちゃう」と聞かれました。エドモンドが何を必要かとは聞かれない。自分のところで作るからですね。刃のつけ方が全然違うみたいで、そのノウハウは世の中に出ていない。 森合 問題はチタンよりもインスルで、刃先が冷やさない。チップ交換で、チップ交換で。コストが合わないのでも、「注文をもらっても困る」という声を聞くくらい削れない。 本紙 そういった難削材に対してはCAM側からどのようなアプローチをされているのでしょうか。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

工具コストの問題に対して、航空機業界はシビアですが、全部加工したチップ何割消費しちゃう」と聞かれました。エドモンドが何を必要かとは聞かれない。自分のところで作るからですね。刃のつけ方が全然違うみたいで、そのノウハウは世の中に出ていない。 森合 問題はチタンよりもインスルで、刃先が冷やさない。チップ交換で、チップ交換で。コストが合わないのでも、「注文をもらっても困る」という声を聞くくらい削れない。 本紙 そういった難削材に対してはCAM側からどのようなアプローチをされているのでしょうか。 前田 カッターパスは図学の世界なので、あくまでも理論値として、「こう通れば、刃物が喜ぶはずですよ」と主軸に対する負荷が一定に保たれたら機械も喜ぶはずですよ。というところからスタートしています。 先ほどお話に出たシリンドリッドミル。とくに耐熱合金を加工する場合、従来のような微小切り込み高送りでは両方が立ちません。効率も上がりませんが、刃物が壊れてしまう。現在、そのあたりはどうなっているのでしょうか。CAMメーカーとしては、刃先が冷えるのは非常にありがたいことです。 森合 当時は刃先の遠いところからクーラントを当てる「外かけ」で、無駄に圧力を使っていたんですよ。今は違います。刃先を冷やします。つまり狙ったところピンポイントに当ててツールをサンドビックさんが開発しました。 河田 当社の工具(コトラーンH)は、刃先に近いところからノズルを通して、クーラントを拡散させて取戻す状態です。数年かけて高圧クーラント関連の製品を出していますが、現在は当初の難削材向けから一般的なソリューションにもシフトして、圧力よりも精度でフォーカスしたメッセージを発信しています。 本紙 さて、難削材の加工ソリューションとして、高圧クーラントが注目を浴びています。7MPa前後の圧力で効率化する取り組みもありますが、トクビ製作所さんが力を入れているのは最大30MPaという「超高圧」の領域です。森合 この加工法は、超高圧のクーラントを刃先のすぐそばに直接当て、切削効率を改善するというものです。これ

思いをカタチに。お客様と同じ目標に、世界に誇れる「ものづくり」を支えるパートナーとしてCAMソリューションを生み出します。

Advertisement for CAM solutions featuring Mastercam X9, OCTOPUS, and Verisurf. Includes text about CAD/CAM software and 3D printing, and contact information for JBM.

本紙座談会

難削材加工の可能性と適用事例

新素材・難削材の現状を探る

難削材座談会を終え

難削材ではなく…

チタン・インコネルなどが代表する難削材の種類と量が年々増加し、これらの対応がモノづくりの世界で大きなテーマになっている。ただ、「難削材」という一般的な呼び方は、現実を即して考えた場合、やや違和感もある。



「難削材」とは難削材の略語であるが、現実的な意味合いからは「削れるが時間がかかる」「削れるがコストがかかる」「削れるが条件が上げられない」、あるいは「削れるが人の監視が必要」といった被削材も含め、言葉として正しい表現にならない。トータルに難削材、難削材と捉えられているのではない。つまり「削れるが難しい」というレベルだけで「難削材」とかを判断しているわけではない。

今回の座談会でも「チタンの削りやすさが難しいわけではない」という発言が複数にわたって出た。「難削材対応」といった言葉が機械加工業の周辺を飛び交うが、現実的な意味合いからはむしろ「やっかいな被削材」をいかに効率よく削るか、その努力や取組をどうするか、そして究極は採算の合う仕事にできるかどうか、に目的があり、そこに真の難削材対応がある。

「透けて見えるレベル差」
そういうふうに見ると、一つは「いわゆる」難削材の加工レベルが現場によってまちまちであることが透けて見えてくる。「ウチでは削れる」という話のその先に「差」があることを取組先でも時に実感する。

「難削材の動向は」
以上の内容を念頭に入れた上で、新素材・難削材の採用を進めてきた民間航空機の「構造材の変化」と、主な難削材の種類を（一部ながら）経済産業省など公的資料から掲載した。

●主な難削材一被削性指数(AISI-B1112基準)より※

Table with 2 columns: Material Type (Super-difficult/Difficult) and Material Name, and 2 columns: Index Value. Includes materials like HS31, X-40, Inconel 700, Hastelloy C, Inconel 901, Tool Steel (H), Titanium alloy (A-110), Low alloy steel (61xx), Low carbon steel (cold working), and Stainless steel (405).

※ AISI-B1112基準=硫黄快削鋼を一定の工具寿命を保つ削る場合の切削速度を指数化
※ 指数が低いほど削りが難しい。スペースの関係上、およそ各指数帯で主だった素材を一種のみ掲載

などといったことも、SUS303と304では品番は1番しか違わないが、後者のほうがはるかに切削難とされる。アルミでも7075あたりになると条件設定を含め難しいとされ、何をどこまで加工できるか、競争力の比較検証はたやすくはない。

のところにクランクの吐出を設け、逃げ面に当たってだけで工具寿命が3〜4倍に伸びました。刃先の冷却を目的としたもので、切りくず分断は別の話になります。河田 7MPa前後に設定することは、工作機械から見てもメリットがあります。20MPaといった圧力に対応するために、より高圧に耐えるシリンドラを使うよりも費用的な負担が少なく、搭載するポンプも小さい。しかもクランクの泡立ちなども起こりにくく、インシールドコストを抑えた効果は大きく、導入のハードルはかなり低くなったと思います。

718の実験データでも、10MPaでは良好な切りくず分断は得られず、1〜2MPa以上になれば細かくなりすぎて針状の切りくずが発生してしまふ。チタン、ニッケル、ステンレスなどにも当てはまりますが、適切な圧力設定が必要というところで、先ほど話題にあがっていたハイテックにも十分な効果が期待できます。先日もくりくりしたのが、ある工作機械メーカーで立ち会ったときのこと。20MPaの高圧クランクで試そうと思つた泡立ちがすごくて、海外製のクランクでしたが、消泡剤を添加して向井 軟水と硬水のような水質の影響も効果は一時のものです。

東京大学 帯川 利之氏

国内の産業を育成していくためには、ソリューションに対する評価をもっと上げていかなければならないと思います。

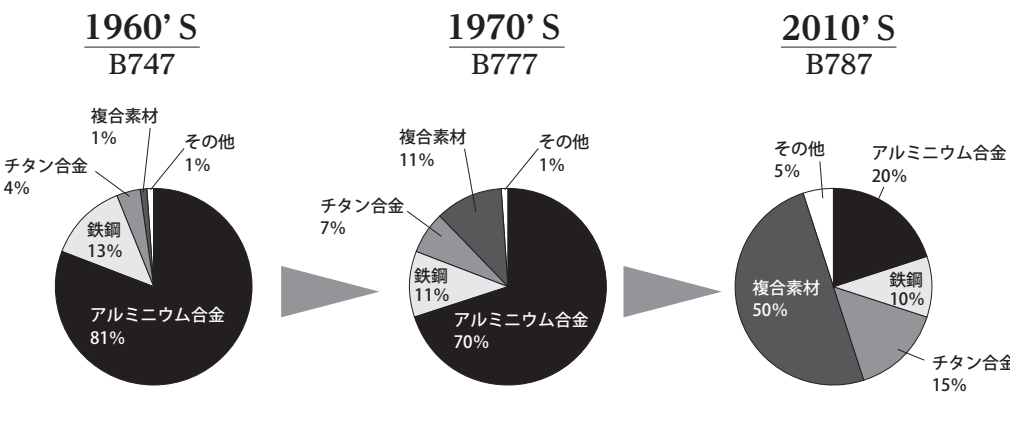
具はよくなってしまいましたが、やはり油性で速く削った煙が出てしまふ。一方チップに合った周速(回転数)で取り代を少なくし、回転トルクを下げて刃先の進捗に適合させることで、驚くほど加工能率が上がったという話は、驚きました。水溶性にしても、油性にしても、温度はどのくらいか、あまり冷やしすぎると、サーマルクラックが入るので、やっぱり生ぬるい方がいいのでは。帯川 温度はそこまで敏感にならなくともいいと思います。以前は油性の切削油で削っていたのが、加工も、MQL(ミニドライ加工)が世の中に浸透してか、相対早くなりました。高速のホブ切りに変わっていったのは、クランクを使わないようにしてと最初に考えた人が、それから色々な展開に広がっていった。それは特殊用途ですが、それによって相当生産性が変わりました。

「ソリューションに重点」
最後に質問です。出席者の皆様は、難削材の切削を含めた加工技術の先行きをどのように見えていますか。河田 今後さらに増えてくるであろう、塑性加工、積層造形、3Dプリンターに対しても、サンドビックは、脅威ではない。新しいチャンスと捉えています。そういった技術を使って作られる部品は、難削材になりうる可能性を捉えています。生産財メーカーのノウハウが求められるところかな。

「先程プレスの話もありましたけれども、国内で生き残れる業種、加工、材質は限られてきています。ハイテックを高度な型でプレスするのには本気で付加価値の高い仕事じゃないと、日本国内では生き残れない。切削加工がなくなるとは思いませんが、個人的には小径レザの仕事をやりたいですね。レザでドロックから形状をつくると思うし、どんなレザも小さくならなくていいし、小径レザを相手にしたいな」という夢を語ります。

「いずれにしても、皆様方がやろうとされているのはソリューションですね。難削材の加工ソリューションに対して、海外だけでなく、日本の企業も価値を見つけた対応をしてくれるかどうか、国内の産業を育成していくためには、ソリューションに対する評価をもっと上げていかなければならないと思います。」

ボーイング旅客機における構造材の変遷(重量比)



SNK advertisement featuring an airplane and industrial machinery. Text includes '夢をかたちに... Giving shape to dreams', 'HPS-A/B 横型高速5軸加工機', 'GMV-100T 5軸マシニングセンタ', and '新日本工機株式会社'.

MITSUBI SEIKI advertisement for aerospace parts. Text includes '三井精機の工作機械は世界中の航空宇宙部品加工分野で活躍しています', '航空機部品加工のキーワードは「5軸加工」「難削材加工」', and '三井精機工業株式会社'.