

交差穴用高速バリ取りツールの仕組みと事例

山田マシンツール株式会社 内谷 貴幸

1. 開発の流れ

ドイツのベルリン工業経済大学のハンス・ミハエル・バイヤー教授は長年、生産性を向上させるためにバリを出さない加工やバリの除去方法等の研究をしてきたが、バリが発生しやすく除去の難しい交差穴のバリ取りに注目した。交差穴用バリ取り工具は各メーカーが製作しているがバリの除去に必要な刃のショックを吸収する仕組みも様々である。バイヤー教授も95年に刃のショックをゴムで吸収するツールを開発して販売を行っている。交差穴といっても千差万別で材質、横穴の軸穴に対する対比率、切削条件等によりバリの特徴は異なりこのショックを吸収するテンションはもともと重要といえるが前者も後者もこのコントロールが出来ない。そこで2002年に発表した液体や空気を媒体にしたテンションをコントロールできる交差穴用高速バリ取りツール(HSD ツール)の開発に取り組んできた。

写真1

マシニングセンタに取り付けた HSD ツール

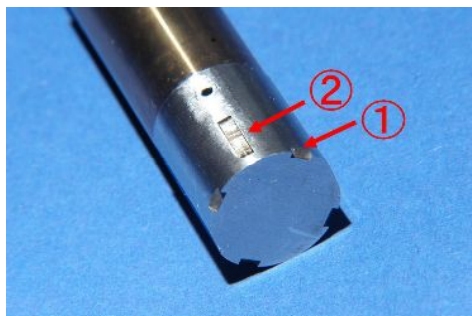


2. ツールの仕組み

このバリ取りツールは交差穴に対して2重の刃でバリを落とす仕組みになっている。それぞれの刃は役割が異なり、始めにバリに接触する刃をプレデバリングカッタと呼びツール最先端部に位置して粗いバリ削除する仕掛けになっている。写真のように切りかけがあり回転によって粗いバリをここで引っ掛けて破壊する。そこで処理できなかった細かいバリをカッティングエッジで削除する。図のように工具全体はセンタースルーの構造になっており後部から圧力をかけた媒体を取り入れヘッドカバー内部にあるブレードを外に押し出す仕組みになっている。バネなどの要素を使わず直接圧力をコントロールするためである。押し出されたブレード上のカッティングエッジは横穴に侵入しバリを根こそぎ削除する。工具は正回転させながら通常軸穴から進入させエッジが横穴を通り過ぎてから逆転に切り替えツールを後退させる。この動作の目的は穴の上下に対して均等にエッジを接触させるためとエッジをしつこいバリに対して両方向から衝突させることによりバリの根に衝撃を与えるためである。またこの動作は2次バリを発生させることを防止している。尚、削除したバリは媒体に吹き飛ばされる仕組みになっている。尚媒体の圧力はワークの形状や材質で決定するが実績で0.5~1.5Mpa くらいのもが多い。

写真2 ヘッドカバー

- ①プレデバリングカッタ
- ②カッティングエッジ



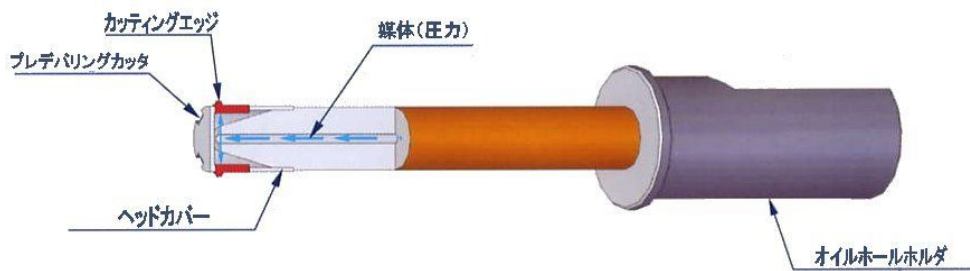


図1 ツールの仕組み

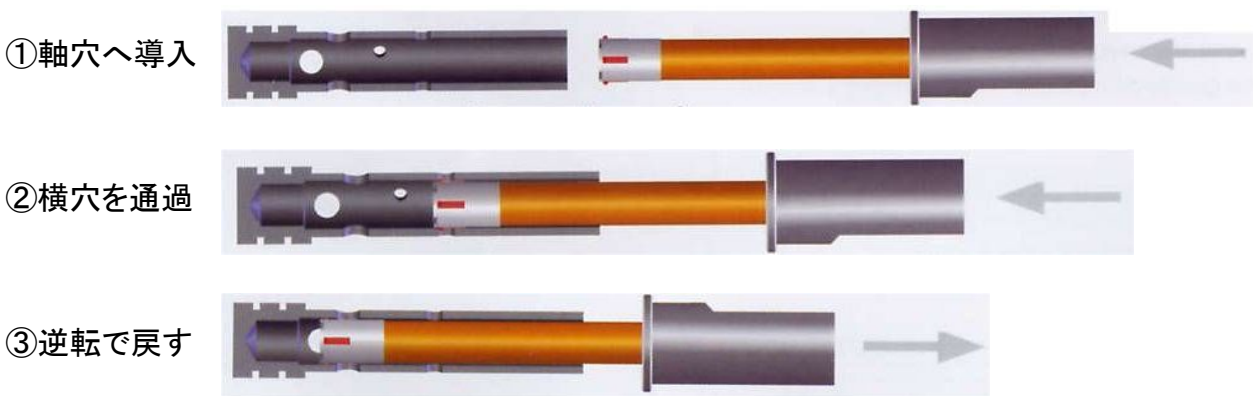
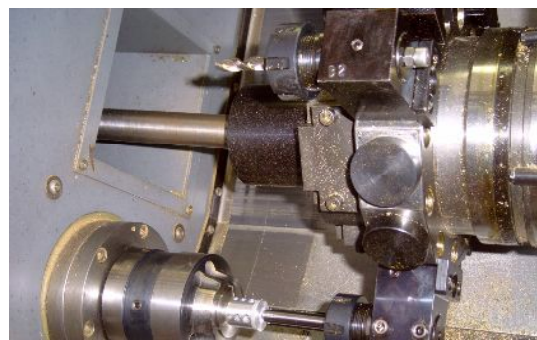


図2 ツールの動き

3. ツールの特長

HSD ツール(ハイ・スピード・デバリングツールの略)は名前の通り高速でバリを削除しタクトや工程短縮を実現できる工具である。従来のバリ取り工具との違いは、交差穴のワークに対して横穴ではなく軸穴から侵入させるところにある。従来のばねの要素を使ったバリ取り工具はテンションによって軸穴の内径に傷をつけてしまうことがあり、基本的には横穴から進入させることが多い。従来品と比較するため例として写真のような軸穴Φ10 全長 27 mmの炭素鋼にφ6、φ5、φ4 の3種類の径の横穴を4方向から軸穴に対して空け合計12の横穴のワークのバリ取りの実験を行う。HSD ツールは高速回転(2000回転)で軸穴に進入しφ6、φ5、φ4 と3種類の横穴のバリを送り 0.3 mm/rev の1往復約6秒でバリを削除できます。次に従来品を横から進入させるのに上記の高速回転の 1/2 から1/3で回転させる。これは反発、クッション性を生かすために回転数が制限されているためである。それぞれ3種類のバリ取りに要する時間は変わらないが上下の送りに12回、ツール交換のインデックスを2回インターバルが入る。仮に1000回転の0.2mm/rev で設定すると移動距離は約 10 mmなので行き3秒帰り3秒、インデックスを各3秒としても合計(3秒×2)×12箇所+インデックス(3秒×3回)=81秒と単純な計算でもタクトの違いがわかる。つまり横穴の数が多いほど HSD ツールのメリットが出る。最大のメリットは加工時間または工程短縮にある。

写真3



NC 旋盤でバリ取りテスト バリ取りテストの状況

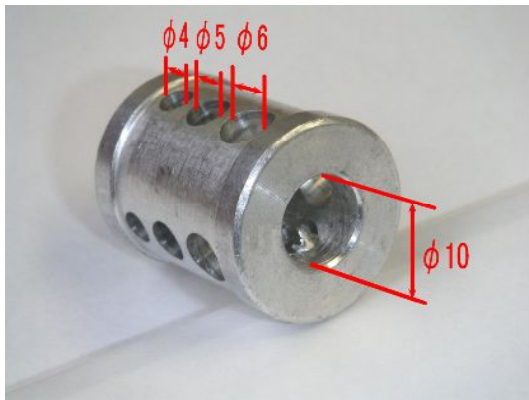


写真4バリ取り前(交差穴に大きなバリが見える)

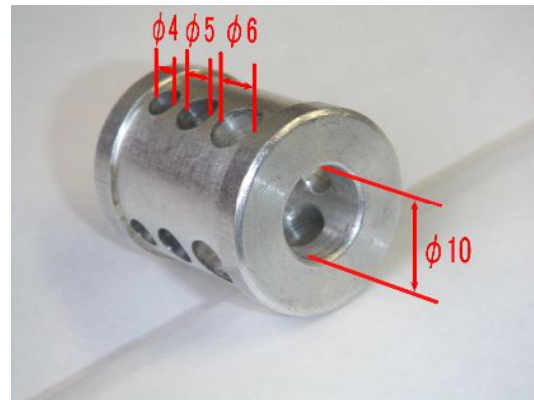


写真5バリ取り後(バリがきれいに削除されている)

4. HSD ツールの能力

HSD ツールは全て設計製作で、使用できる対象ワークは以下の条件が必要なる。

- ① オイルホールシステム付の加工機(マシニングセンタ、NC 旋盤等)
- ② 正逆転可能な加工機
- ③ 被削材の軸穴に対して 90 度に近い形で横穴と交差していること。
- ④ 被削材の横穴が軸穴に対して同芯上にあること。
- ⑤ 横穴(交差穴)径1mm以上
- ⑥ 軸穴の交差が 0.2 mm以内であること
- ⑦ 寸法(実績) 最小径 = $\phi 3.5$ mm 最大径 = $\phi 25$ mm 最長 = 750 mm
- ⑧ 対象ワーク: アルミニウム、銅、真鍮、炭素鋼、ステンレス鋼等
- ⑨ 同芯度 = ± 0.05 mm以内で設置が出来る。

5. 軸穴内径面粗度への影響

バリ取り工具は、いわゆる仕上げの後つまり最終工程に近い事が多く、バリ取り工具のワークへの影響がよく心配される。そこで HSD を通過させたワークの内面の面粗度調べて、バリ取り前と後ではどのような変化が見られるか、バイヤー教授の研究室にて一般的によく使われている材料アルミニウム合金、快削鋼、ステンレス鋼の3種類の材種について実験を行った。単に工作機械内で穴あけ加工といっても仕上げの目標がことなるので、ドリルで穴あけした穴とその後リーマを通した穴の2種類の面粗度におけるバリ取り前後の比較調査を行った。また圧力媒体での違いについても、エアと切削液の2種類を比較した。材料の形状は軸穴 9.8 に対して軸直角交差穴 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 3$ があいているものと $\phi 4$ 、 $\phi 5$ 、 $\phi 6$ があいている2種類を用意した。尚面粗度についても R_a 、 R_z 、 R_{max} の3種類で表示している。



写真6 テストピース

ドリル穴 アルミニウム合金

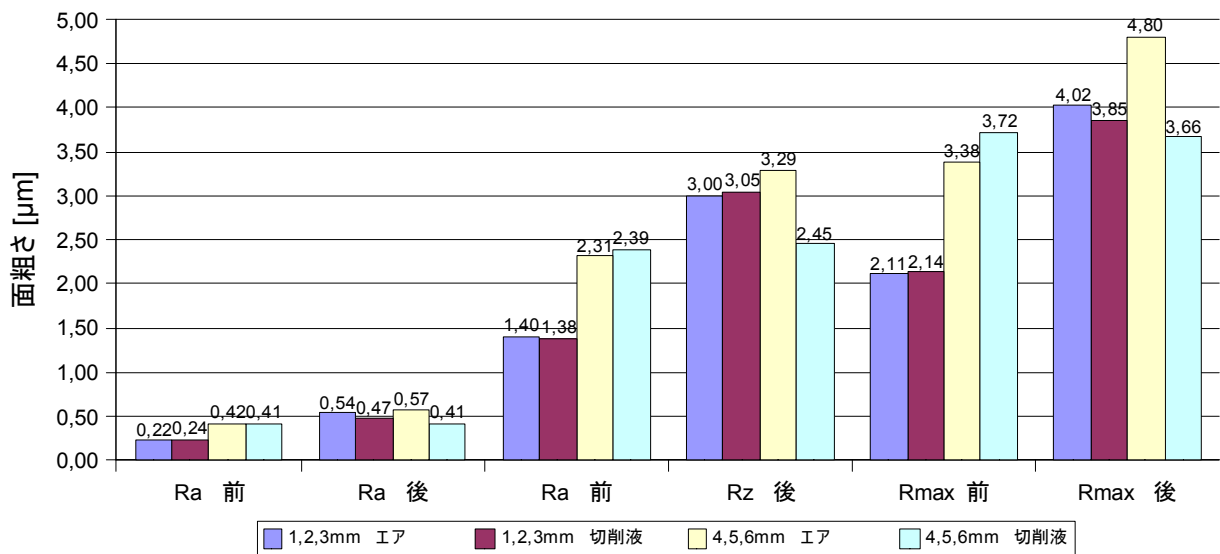


表1

リーマ穴 アルミニウム合金

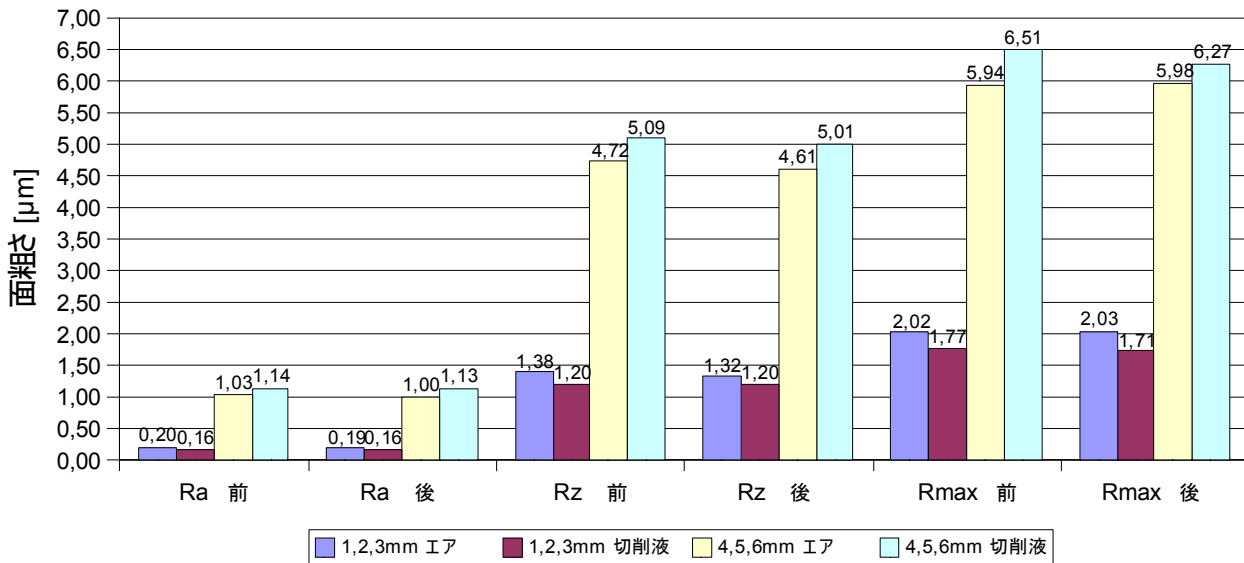


表2

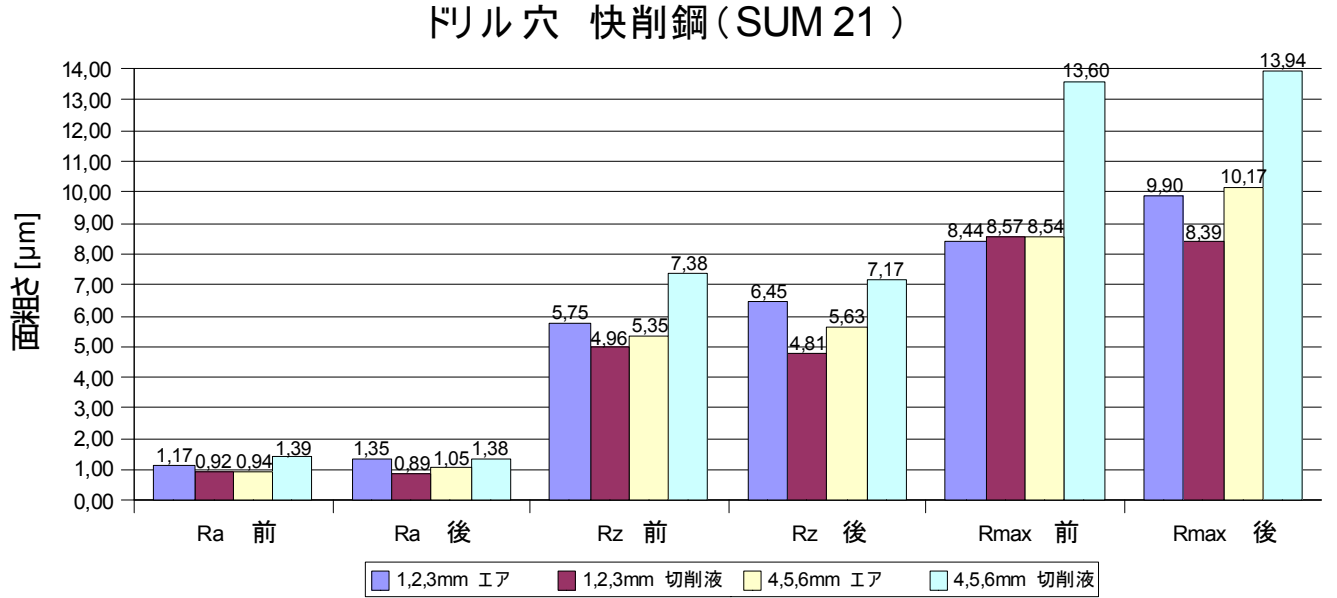


表3

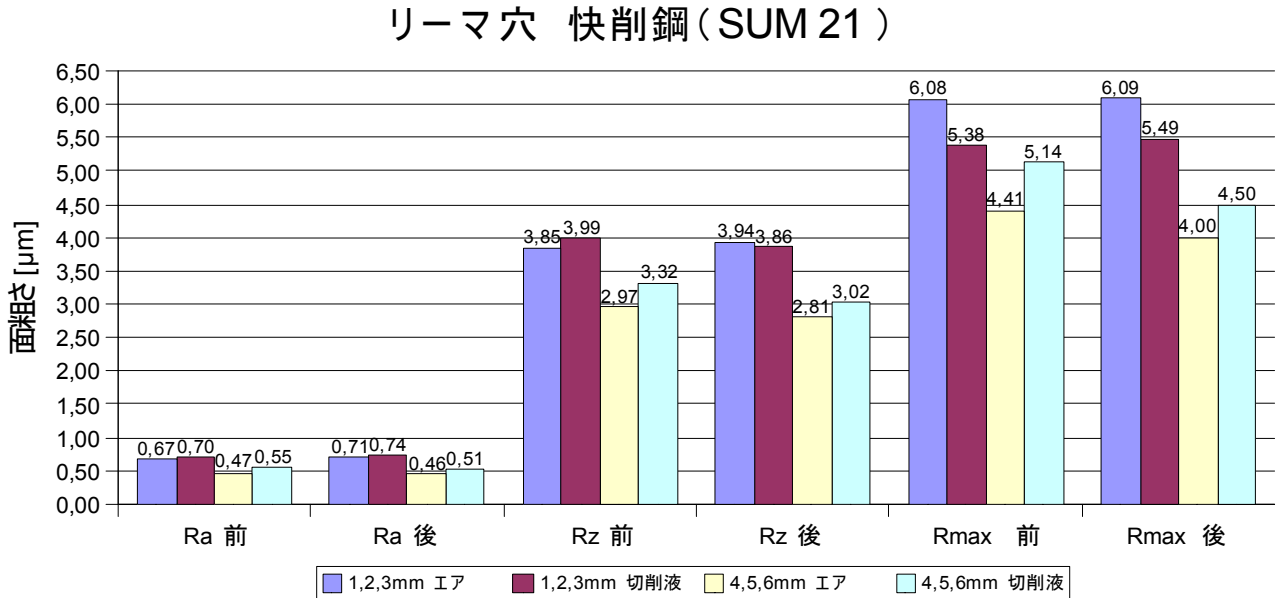


表4

ドリル穴 ステンレス鋼 (SUS 304)

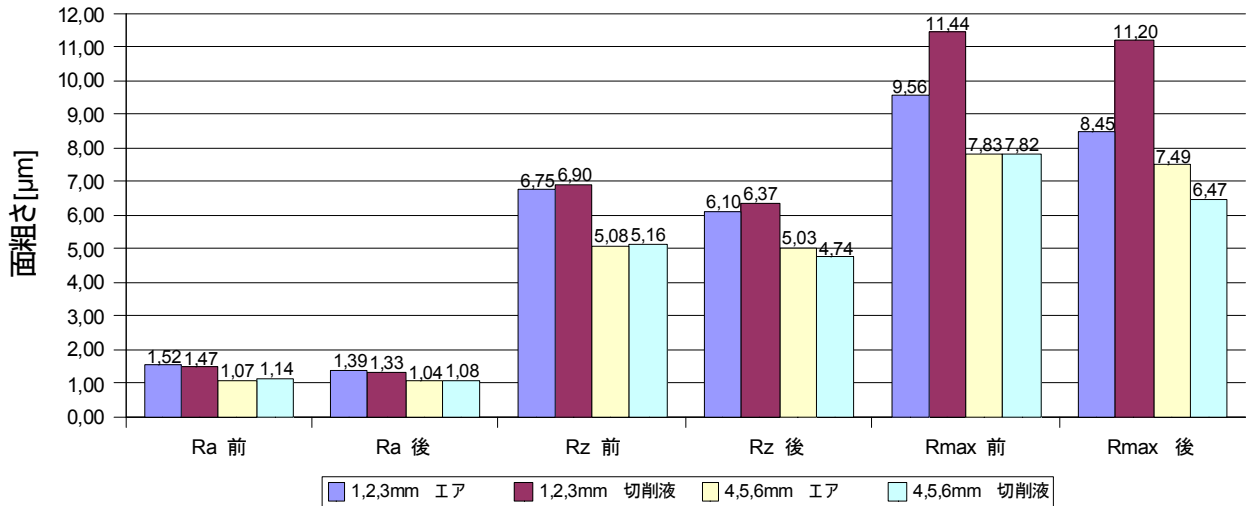


表5

リーマ穴 ステンレス鋼 (SUS 304)

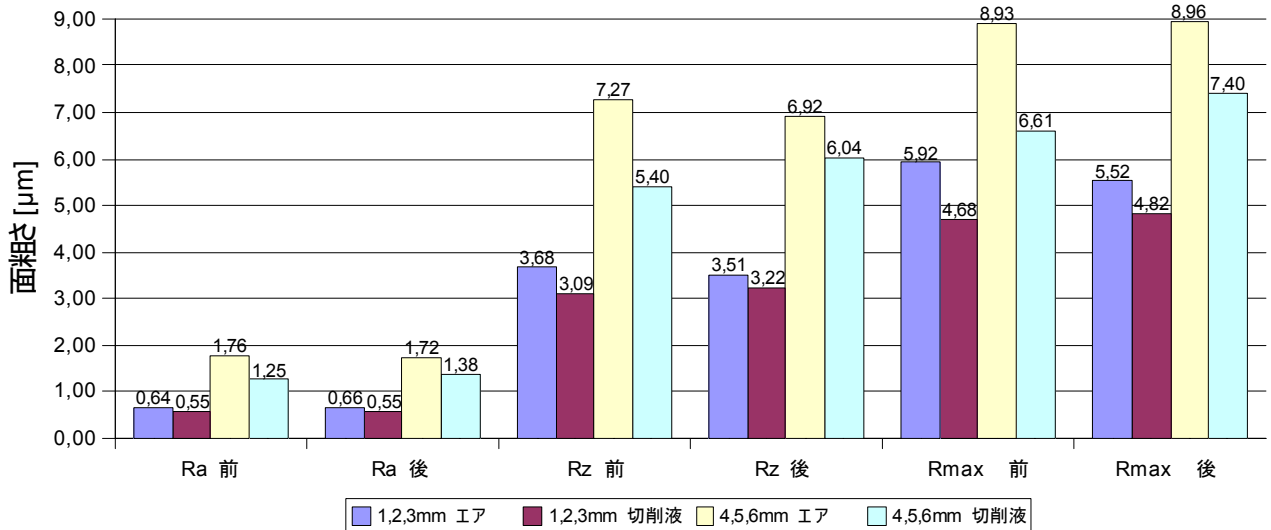


表6

面粗度の比較表からも分かる通り、多少のバラツキは見られる(エアは圧力の安定性や摩擦係数を減少させる効果が切削液に比べて少ないためか、柔らかいアルミニウム合金に対して多少の変化が見られる)がバリ取り前と後では際立って大きな変化は見られず面粗度への影響が少ないことがわかる。

6. 事例集

交差穴事例＝軸穴からバリを除去

① レーザ発信機のカス挿入口

材質：アルミマグネシウム合金

HSD ツール詳細

ツール外径＝ $\phi 11.65$

媒体＝クーラント

圧力＝0.8Mpa

回転方向＝正回転/逆回転

ポイント＝交差穴の数(タップ穴)4箇所

ブレードの交換頻度は極めて少ない。

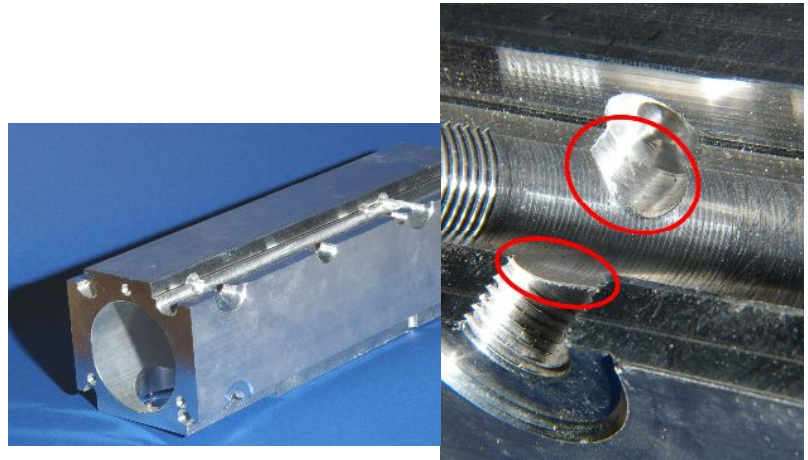


写真7、8 長軸穴で多交差穴の事例

② カムシャフトの一部

材質：鋳鉄

HSD ツール詳細

ツール外径(段付)＝ $\phi 16.7/\phi 20$

媒体＝クーラント

圧力＝0.8Mpa

回転方向＝正回転/逆回転

ポイント＝段つき軸穴に一往復でバリを除去

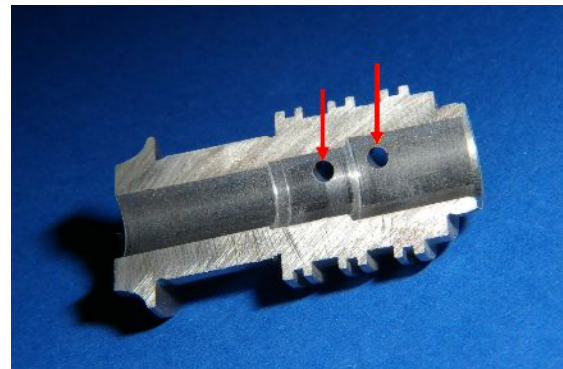


写真9 段付軸穴の事例

③ エンジン部品

材質：鉛鋳鉄クロム合金

HSD ツール詳細

ツール外径＝ $\phi 9.8$

媒体＝エア

圧力＝0.6Mpa

回転方向＝正回転/逆回転

ポイント＝交差穴というより溝なので
バリの出方がドリル穴と異なる。

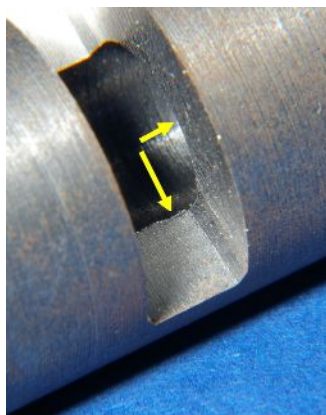


写真10 長穴事例バリ取り前

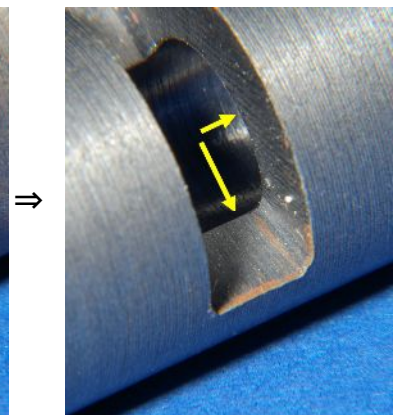


写真11 長穴事例バリ取り後

交差穴以外の事例＝バリ取りと同時に穴の出入り口に小さな面をとる。

① アウトプットシャフト

材質＝炭素鋼

ツール外径＝ $\phi 11$ mmと $\phi 12.8$ mm

媒体＝クーラント

回転方向＝正回転/逆回転

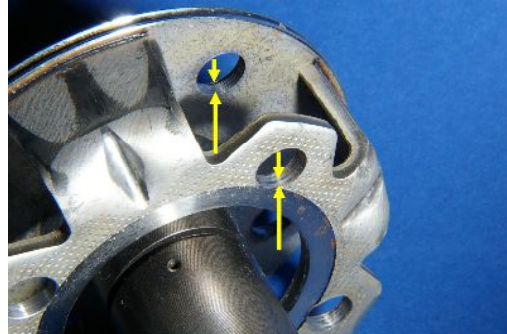


写真12 面取り事例

②ABS 部品

材質＝鉛鋳鉄

ツール外径＝ $\phi 9.9$

媒体＝クーラント

圧力＝1.2Mpa

回転方向＝正回転/逆回転

ポイント＝穴の入り口に段がついている。

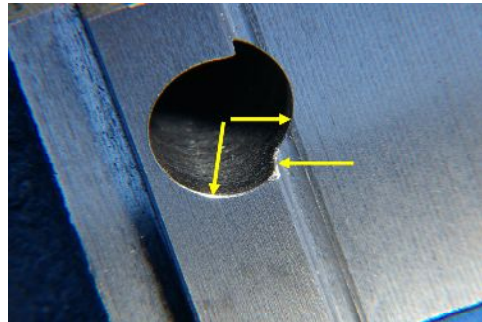


写真13 段付穴バリ取り事例①

③コンロッド(キャップ)

材質＝炭素鋼

ツール外径＝ $\phi 9.8$

媒体＝クーラント

圧力＝1.2Mpa

回転方向＝正回転/逆回転

ポイント＝穴の入り口に溝がある。

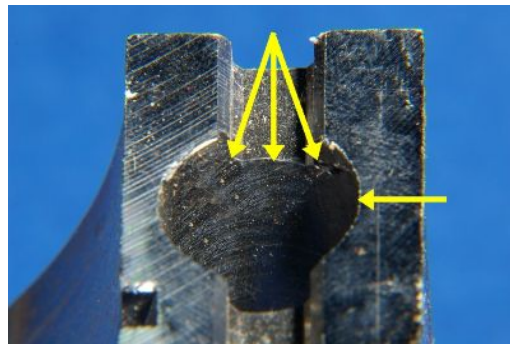


写真14 段付穴バリ取り事例②

7. まとめ

「バリ取りは永遠のテーマである」と言われる様に、バリを出さない加工がいかに難しいかは、バリ取りが多く企業の重要な課題となっていることでわかる。バイヤー教授も永年バリをいかに出さないようにするかという研究を重ねてきたが、生産性やコスト等を考慮すると、発生させないことに対しては多くのネックとなる問題がある。そこでこの工具が発明された次第であるが、世の中に万能で完全なバリ取り装置や機器は存在し得ないし、HSD ツールもある条件の下で効力を発揮するそのう

ちの一つのバリ取り工具である。バリ取り工具や装置を使用する前に、材料の選定からはじめ加工条件や刃具の管理や工夫にてのバリの最小化などを含め、トータルでバリ取りを考えることが大切であり、そのような対策の上にバリ取り工具の真価は発揮される、とバイヤー教授は常々話している。HSDツールが世に出て数年であるが徐々に様々な問題を解決している。それに伴いシステム自体の大きな変更はないが、ツールの形状は改良を重ね、進化し続けている。課題はこの先も多く累積するだろうがユーザーと協力して問題解決に努めたい。