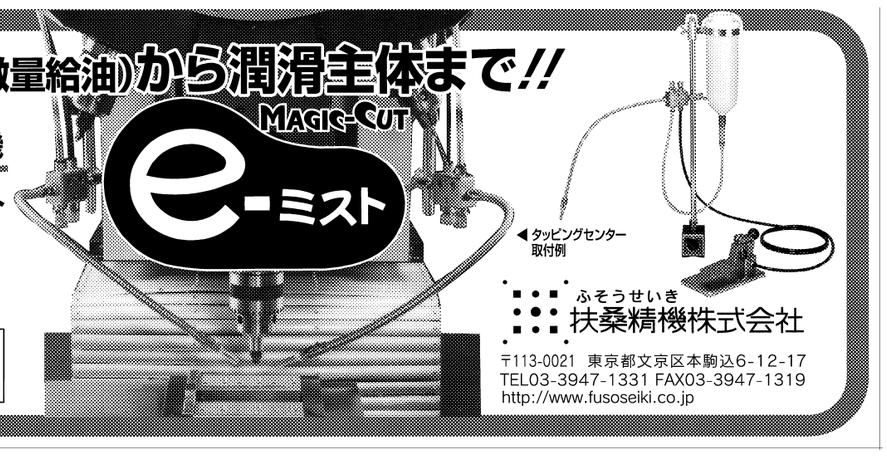
MQL給油（超微量給油）から潤滑主体まで!!

セミドライ式給油冷却機

マジックカット e-ミスト

●微調節がしやすいので、わずか5mℓ/時のセミドライ給油が可能。
●液量チェッカーで目視できるので液量管理が簡単。

●デモ機貸出中●
お気軽にお問い合わせください。



ふそうせいき
扶桑精機株式会社
〒113-0021 東京都文京区本駒込6-12-17
TEL03-3947-1331 FAX03-3947-1319
http://www.fusoseiki.co.jp

深穴加工における環境対応技術・システムの実現化

有明工業高等専門学校
機械工学科　教授　明石　剛二

切削油剤の主な作用として、冷却性や潤滑性、切りくず排出性が挙げられるが、特に、深穴加工において精度の良い加工を実現するためには、それらの作用は必要不可欠なものである。一方で、環境保全対策の観点からは、切削油剤の使用量を削減することが望まれている。そこで、深穴加工における切削油剤の使用量を削減しながら、加工に必要な切削油剤の効果を維持し、なおかつ期待されている精度を保つことができるような新たな環境対応技術やシステムの実現化を考えてみる。

切削油剤削減し高精度に

近年、環境問題に対する関心が高まるにつれて製造業に対して環境負荷低減が求められている。それを受けて、金属加工分野においても、環境負荷を減らす取り組みがなされている。切削加工においては、特に加工時に使用される切削油剤使用量を削減させるセミドライ加工、もしくは切削油剤を全く使用しないドライ加工の研究が盛んに行われ、その適用範囲は旋削加工、フライス加工、エンドミル加工、ドリル加工、研削加工あるいは歯切り加工と多岐にわたっている。

しかし、穴径に対する穴深さの比が10以上になるような深穴加工で、高い加工精度が求められる場合、ガンドリルやBTA方式工具といった特殊深穴加工用工具が用いられる。この種の特殊工具を用いた深穴加工においては、穴径が大きく穴深さが深くなるほど、多量の切削油剤が必要とされる。例えば、BTA方式工具を用いて鋼に直径30ミリメートルの穴を加工する際には切削油剤を毎分120リットルも供給する必要があり、高精度な深穴加工にいかに切削油剤が必要とされているかがうかがえる。

このように切削油剤を多量に必要とする深穴加工にも、いずれはセミドライ加工、最終的にはドライ加工が望まれるであろうが、深穴加工特有のさまざまな制約のために切削油剤使用量の削減は非常に困難である。

ウェット加工とセミドライ加工

一般にBTA方式工具を用いた深穴加工には3種類の方法がある。被削材に対して1工程で穴加工が完了するソリッドボーリング加工、下穴があいている被削材に対して二次加工を行うカウンターボーリング加工、芯を残して加工するトレパニング加工である。

今回はすでに開けられた穴を拡大する場合に用いられるカウンターボーリング加工での切削油剤削減の研究成果から今後の深穴加工に対するセミドライ化への可能性を探ってみる。

切削油削減の方法としてウェット加工とセミドライ加工を紹介するが、ここでのウェット加工とは、外部給油式で切削油剤の供給油量を毎時1リットルとしている。

ウェット加工で用いた加工システムの概略を図1（a）に示す。工具回転・工作物送りで加工が行われ、切りくずは後方から吸引することにより、被削材の下穴を通して排出される。被削材後方には切りくず受け箱を設置しており、内部のフィルターにより切りくずと空気流は分離される。穴外部から滴下された切削油剤は、被削材の穴入り口から空気とともに吸引され、加工域に供給される。

セミドライ加工はウェット加工システムと同様に工具回転・工作物送りで加工される。図1（b）に示すようにミスト発生器でミスト状にされた切削油剤は、圧縮空気とともに工具シャンク内を通り工具先端まで搬送され、工具先端に設けられたオイルホールから供給される。

図2に示すようにBTA方式工具は切れ刃と案内パッドを持ち、案内パッドが穴壁に接することで切削力を支持すると同時に、切削後の穴壁をバニシ加工することで良好な仕上げ面を得ることを可能にしている。標準的なBTA方式工具では第1案内パッドが切削力の大部分を支えている。今回はそのことを考慮して、オイルホールを切れ刃部と第1案内パッド部に設けた工具を用い、アルミニウム合金の加工実験を行った結果の一部を紹介する。

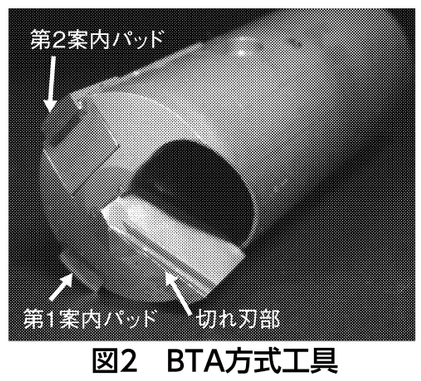


図2　BTA方式工具

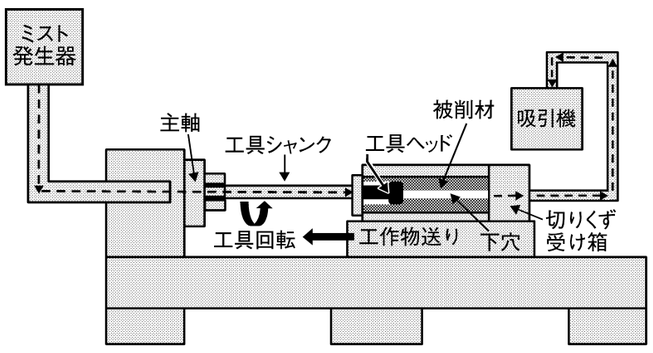


図1(b)　セミドライ加工システム

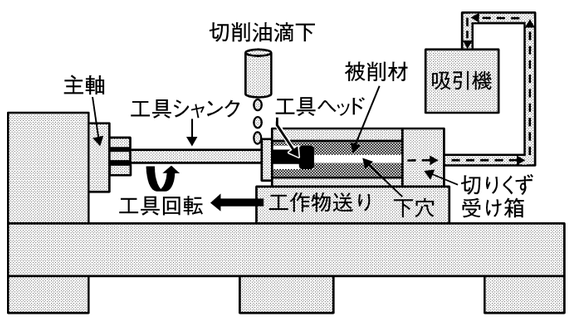


図1(a)　ウェット加工システム

加工後の粗さと下穴径の変化

まず、工具径32ミリメートルで、下穴径30ミリメートルのセミドライ加工における切削油剤供給量とミストを供給するオイルホールを変えて加工した際の穴入り口と出口における粗さの関係を図3（a）に示す。

切削油剤を第1案内パッド部に毎時7ミリリットル供給した場合と第1案内パッド部と切れ刃部に毎時3・5ミリリットルずつ、計毎時7ミリリットル供給した場合では、加工開始後、切りくず詰まりが生じ、それ以上の加工は不可能であった。これは明らかに切れ刃への切削油剤供給量が少ないために刃先での切削油剤の効果が不十分になったためである。

一方、総切削油剤供給量は毎時7ミリリットルであるが、切れ刃部にのみ供給した場合は切りくず詰まりを生じることなく加工が行われた。ただし、案内パッド部の潤滑が不十分であり、穴出口付近では粗さが大きくなっている。さらに、切れ刃部への切削油剤供給量は毎時7ミリリットルであり、それに加えて第1案内パッド部へも毎時7ミリリットル供給し、総切削油剤供給量を毎時14ミリリットルとした。

この場合では、穴出口における粗さは穴入り口と比較してわずかに大きな値を示したが、おおむね満足のいく仕上げ面が得られている。すなわち、切削油剤の潤滑作用が案内パッド部のバニシ効果に影響を与えていると考えられる。

次に、加工後の粗さにおける下穴径に対する変化を図3（b）に示す。セミドライ加工（切れ刃部毎時7ミリリットル加えて第1案内パッドへ毎時7ミリリットル供給した総切削油剤供給量毎時14ミリリットル）とドライ加工において、下穴径を小さくすると、あるところで粗さが急増している。

ウェット加工では下穴径に対する粗さの変化は小さく、非常に良好な仕上げ面が得られている。それらの下穴径の影響が生じるメカニズムは以下のように説明できる。

加工面粗さ増加の直接的原因は、案内パッドと穴壁の間にかみ込むように生じた凝着物である。これが生じる主な要因は、下穴が小さくなったことで、切りくず幅が増加すると同時に切りくず排出経路が狭まる。その結果、切れ刃部に切りくずが留まり、加工域から下穴へ排出不可能となった切りくずが詰まる。その切りくずの一部が工具と穴壁の間に入り込み、案内パッド部と加工穴壁との間に堆積するためである。

アルミニウム合金におけるカウンターボーリング加工においては、セミドライ加工の実現化への可能性は示されており、オイルホールの方向や形状を最適化することでさらなる加工精度の向上が期待できる。また、下穴なしのソリッドボーリング加工におけるセミドライ化を実現させるための二重管方式を用いた新たなシステムがすでに提案されている。

このシステムの実現化への課題は、二重管方式となるために切りくずの排出路がさらに狭くなるため、排出可能な切りくず形状を持続して生成させることにある。すでに、切れ刃部への凝着を含めて、切りくず形状への切削油剤の影響を考察し、セミドライ加工に適した工具切れ刃形状の最適設計が行われ、実現化に向けての検討が進められている。併せて、アルミニウム合金以外の材種におけるセミドライ化の実現に向けて、工具寿命を含めた課題解決にも取り組んでいる。

最終的なドライ化への実現にはさらに大きな課題はあるが、深穴加工におけるセミドライ化の実現は大いに期待できる。

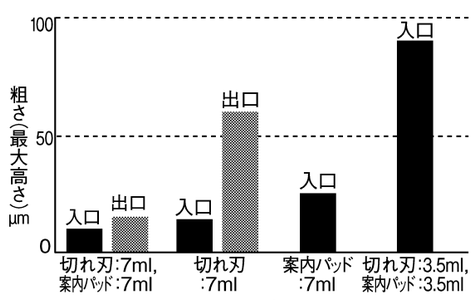


図3(a)　切削油剤供給条件と加工面粗さ

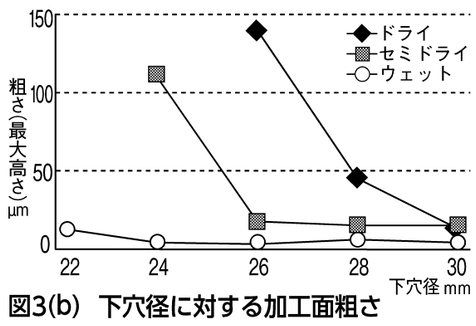


図3(b)　下穴径に対する加工面粗さ

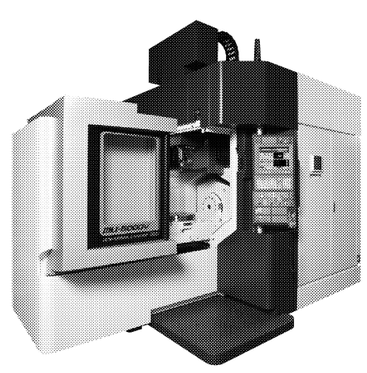
OKUMA

すべては その先にいる人のために

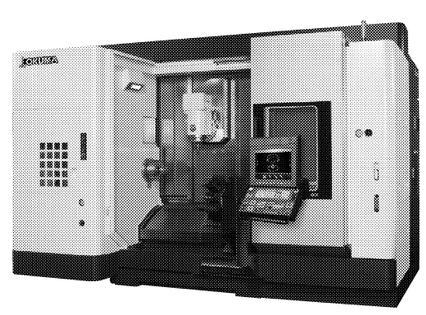
総合一貫した"最高のモノづくりサービス"の追求こそ、私たちの誇り。
世界中のお客様の生産性・生産力・技術力の向上に貢献し、
お客様と共に「モノづくり」の喜びと感動を分かち合い、未来を切り拓きます。

オークマは人と世界を
結ぶ

便利で快適な社会は、数多くの優れたものづくりに支えられています。
オークマの工作機械は、今日も人々と世界を結び続けています



5軸制御立形マシニングセンタ
UNIVERSAL CENTER
MU-5000V



インテリジェント複合加工機
MULTUS U3000

オークマ株式会社　〒480-0193 愛知県丹羽郡大口町下小口5-25-1
TEL 0587-95-7823　FAX 0587-95-4091営業部

詳しくはオークマサイトでご覧ください
http://www.okuma.co.jp/