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。
MAGIC-CUT
e-ミスト
◀タッピングセンター取付例
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

環境対応技術
ドライ、ニアドライ加工

環境性・経済性の両面から取り組み

〝切り取り厚さを小さく〟
切削熱抑制に効果大

工具―被削材間に振動を付与
切りくずの溶着抑制

加工技術
生産基盤という認識が重要

神戸大学大学院工学研究科
准教授　柴坂　敏郎

持続可能な生産加工技術への改良、変革が経済的環境、社会的要請への柔軟な対応には不可欠である。環境対応加工技術としてドライ・ニアドライ加工は環境性と経済性の両面から取り組まれている。難削材料の利用、製品形状の複雑化、小型化などにより製品の高機能化が実現されつつあるが、さらなる環境性と経済性の高度化には加工技術の継続的改善が要請され、そこに介在する技能者、技術者への理解と育成が発展には必要である。

環境対応加工技術は製品生産時に廃棄される環境負荷要素を除くことである。例えば加工手順、工具経路を加工時間が短くなるよう変更することで電力消費が抑制され、加工素材のニアネットシェイプでは加工時間とともに、不要な切りくずも減量化されるなどの改善がある。その中で切削油剤は本来加工に不必要なものであり、油剤の環境性と、加工後の処理を考慮すれば無駄で排除すべき対象となる。

一方、加工時間、消費電力、油剤は生産コストの削減となり重要な改善点となる。ドライ・ニアドライ加工は環境性と経済性から注目され、加工コストの3割程度を削減する効果があると言われる。

このような流れは欧州では（油剤のミスト吸引を含めた）作業環境の問題として20年以上前から導入されており、国際標準ISO14001、有害廃棄物排出規則（PRTR法）などにより実現すべき課題として具体的に取り組まれている。

切削油剤を使用する目的は切削熱の除去、摩擦領域の潤滑、切りくずの除去、加工部品の防錆などである。切削熱は切削速度とともに上昇し、かつ、工具寿命を低下させ、加工時間、加工費用との兼ね合いで加工条件が決定される。切削油剤を使用しない、あるいは使用しても極少量のドライ・ニアドライ加工の場合、単純には加工時間とともに加工費用への逆効果となる。生産性、高性能部品への追求は工具材料に対する耐熱性の改善と工作機械の高精度化、高速化、高剛性化を進め、ドライ・ニアドライ加工を実現させている。

金型としての高硬度材料のドライ・ニアドライ加工が多く実用化され、再熱処理などの工程の短縮と相まって、主要な加工法となっている。これはコーティング技術による高靭性、高耐熱性工具の実現と、切り取り厚さを小さくし切削熱を低下させるとともに工作機械の高速回転による高速送りにより生産性を減少させずに、ドライ加工を実現している。切削熱に対して切削速度とともに切り取り厚さも重要な因子で、切り取り厚さを小さくすると温度が低下し、さらに、ある切り取り厚さ以下では温度低下が顕著となる（**図1** S45Cを切削速度毎分100㍍で切削したときの例、ドライ加工時と冷風加工時の結果）。切削油剤の使用と同様に、切り取り厚さを小さくすることが切削熱抑制の大きな効果となる。

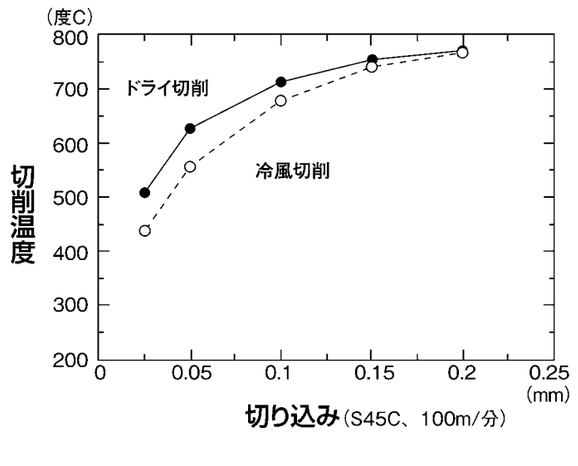


図1　切削温度と切り込みの関係の一例

高硬度材の切削加工における課題のもう一つが、切削熱による材料の軟化である。切り取り厚さが小さいと切削熱を抑制でき熱軟化の防止が可能となる。工具材料の高靭性、高耐熱性とともに、シャープな切れ刃を有する工具の開発は高精度な工作機械での小さな切り取り厚さを実現し、加工後の研削工程の不要な精度の高い製品の実現が期待される。

生産性という観点では切削速度、切り込み、工具材料などの変更が必ずしも可能ではない。この場合、工具と切りくずの潤滑性の改善による切りくず生成状態の変化で熱発生を抑制しようとする手法がとられる。

MQL（minimum quantity lubrication）加工法は通常の切削油剤使用量の1万分の1―10万分の1の極微量をミスト状で切削点に噴射し、主に潤滑性を改善する手法である。供給油剤の種類、ミスト供給法など多くの種類があり、かつ、油剤ではなく冷風、あるいは窒素ガス供給などのドライ加工もMQL加工法と称される。ミスト供給法が高コストとならないことから実用的に多く試みられ、利用されている。ミストの飛散、吸引という課題に対しても生分解性油剤の開発検討もなされている。

一方で、製品の高機能化は難削材料あるいは軽合金としてのアルミニウムなどの利用頻度が高く、難削材料ではより高温となること、アルミニウム合金では工具への切りくずの溶着といった問題で、ドライ化への限界が認識されている。アルミニウム合金ではMQL加工の適用が困難な穴加工で、溶着による切りくず詰まり、あるいは工具折損が問題となる。焼結ダイヤモンドや単結晶ダイヤモンド工具では溶着は生じないが、工具費用が難点となる。

ダイヤモンド以外の従来工具を使用し、工具―被削材間に振動を付与して溶着を抑制する手法がある。従来、超音波振動は加工にも多く利用されている。溶着現象は発生、溶着、脱落を繰り返すという観察から、この手法は溶着の周期に合わせた特定の振動数で抑制できることが確認されている（**図2**）。

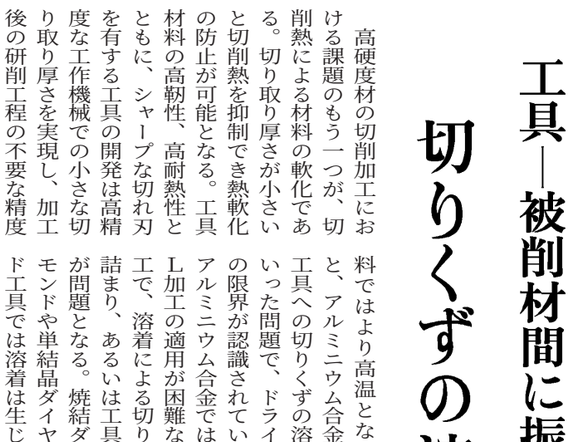


図2　切りくず裏面観察で分かる溶着模様

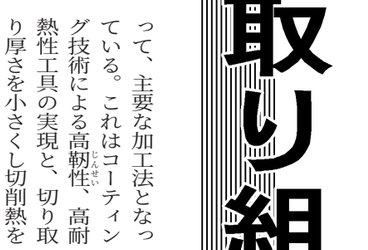
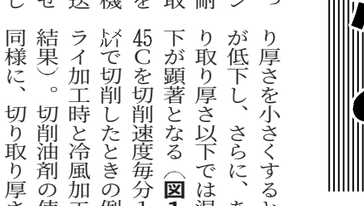
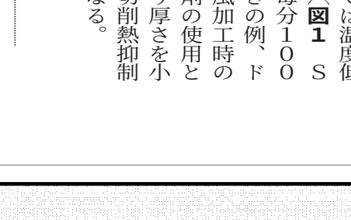
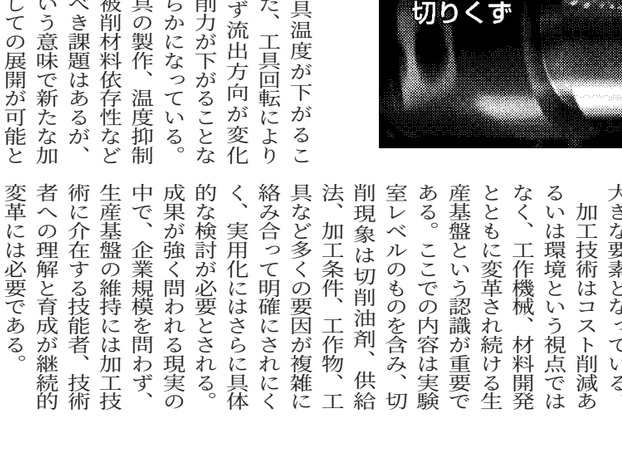
図3　スピニング切削加工

難削材料では切削熱抑制を想定したロータリー工具による切削加工の試みがある。この切削法の概念は1950年代までさかのぼるが、工具を回転させながら旋削加工を行うことから、工具の回転機構に課題があった。それが複合加工機などの多軸工作機械開発により工具回転剛性が向上し、実用的応用が可能になっている（**図3** 森精機製作所・ケナメタル共同開発工具によるスピニング切削加工）。

工具回転数、傾き角を任意に変化できることから、スピニング切削加工と称する場合もある。工具回転による非切削時に工具が冷却され工具温度が下がること、また、工具回転により切りくず流出方向が変化し、切削力が下がることなどが明らかになっている。回転工具の製作、温度抑制効果の被削材料依存性など検討すべき課題はあるが、実用という意味で新たな加工法としての展開が可能と考えられる。

超精密加工の領域ではあるが、ダイヤモンド工具が摩耗しやすい鉄系材料に対して超音波楕円振動を援用すると超精密切削加工が可能となること、また高硬度材の切削加工はエンドミル加工であり、いずれも断続切削による切削熱の抑制も大きな要素となっている。

加工技術はコスト削減あるいは環境という視点ではなく、工作機械、材料開発とともに変革され続ける生産基盤という認識が重要である。ここでの内容は実験室レベルのものを含み、切削現象は切削油剤、供給法、加工条件、工作物、工具など多くの要因が複雑に絡み合って明確にされにくく、実用化にはさらに具体的な検討が必要とされる。成果が強く問われる現実の中で、企業規模を問わず、生産基盤の維持には加工技術に介在する技能者、技術者への理解と育成が継続的変革には必要である。

AMADA
省スペース、工程集約、短時間加工を実現。

省スペース
●タレットとスピンドルが横並びの正面操作型
●幅1.7m×奥行き2m、10インチ対応複合機として従来にない省スペース

工程集約
●2タレットによる旋削とミーリングの同時加工
●1タレット工具10本搭載可能

短時間加工
●2タレットによる両方向同時加工
●機内のクランプバイスにより表裏を加工

S-10は、2タレットによる左右同時加工と旋削・ミーリング加工を1台にまとめた複合加工機です。クランプバイスによる6面加工も可能となり、工程の統合と加工時間の大幅短縮を実現しました。またフロアスペースが、対向2スピンドル複合加工機の約1/2の省スペース機となりました。
お客さまの課題を解決し大幅に生産効率を向上させる新しい複合加工機「S-10」登場です。
1スピンドル2タレット複合加工機
新商品 S10
第53回 日刊工業新聞社 2010年十大新製品賞 受賞
www.amada.com
www.amada.co.jp/amt
〒259-1196 神奈川県伊勢原市石田200　株式会社 アマダマシンツール