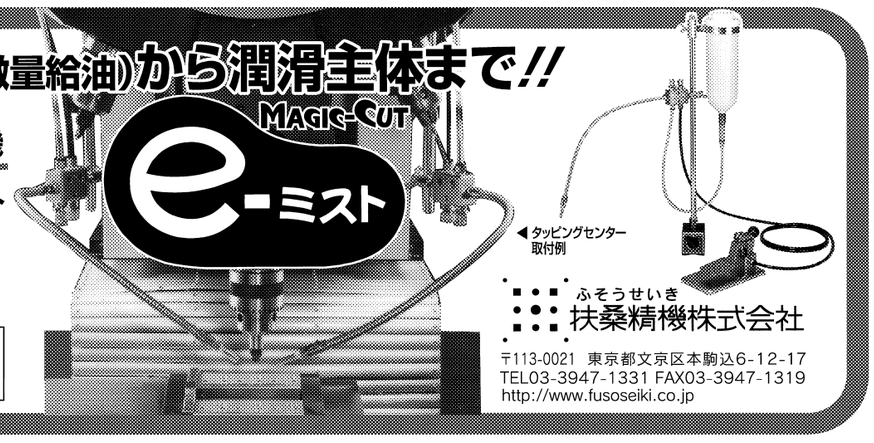
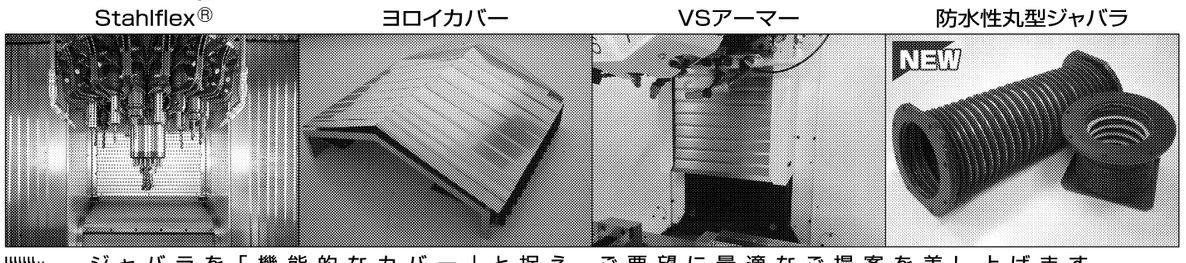
MQL給油(超微量給油)から潤滑主体まで!!
セミドライ式給油冷却機
マジックカット e-ミスト
●微調節がしやすいので、わずか5mℓ/時のセミドライ給油が可能。
●液量チェッカーで目視できるので液量管理が簡単。
●デモ機貸出中●
お気軽にお問い合わせください。


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

ナベルの匠が世界をカバー　Bella-Armor Protective Covers　Protecting the machines that drive the world !!
Stahlflex®　ヨロイカバー　VSアーマー　防水性丸型ジャバラ


ジャバラを「機能的なカバー」と捉え、ご要望に最適なご提案を差し上げます。
株式会社 ナベル　NABELL
HP ≫ http://www.bellows.co.jp/
お問合せ ≫ nabell@bellows.co.jp
本社 〒518-0131 三重県伊賀市ゆめが丘7丁目2-3 TEL:0595-21-5060 FAX:0595-23-5059
山口工場 〒759-3622 山口県阿武郡阿武町大字奈古3485-8 TEL:08388-2-2027 FAX:08388-2-0030
韓国支店 No.1808,21 Centurycity 55-1,Dae yeon 3dong,Nam-gu,Busan,Korea

環境対応技術　ドライ・ニアドライ切削加工

ニアドライ切削加工の効果と課題

中部大学特任教授
中部高等学術研究所所長
稲崎　一郎

生産技術の発展は、これまで加工精度と加工能率の向上、さらに自動化の向上を目指して進められてきた。しかし、これらの発展の影に忘れられ、また意識的に目をそらされてきた問題があった。それは生産活動に関連した環境問題である。近年の環境問題意識の高揚は生産活動の場にも及んでおり、クリーンな生産環境、廃棄物ゼロを目指した生産技術の実現が強く要請されている。生産の場における環境対応問題は多数あるが、現在大きな関心事となっている一つは切削液の問題で、その使用を停止するか最少化する技術の開発と普及に強い関心が寄せられている。

背景

切削液の使用は良好な切削プロセスを遂行する上で必須であるとされてきたが、一方、含有物の作業者への悪影響、購入・使用・廃棄に伴う費用、供給時のエネルギー消費などの問題が重要視されるようになってきた。これら切削液関連費用は、場合によって全加工費用の十数%に及び、工具費用を上回ることもある。

切削液の供給は、多くの場合ポンプで加圧されて行われる。切りくずの排除を良好に行わせようとすると、極めて多量の切削液を供給せねばならず（切削液供給量の約70%は切りくずの排除と搬送に必要だという調査結果もある）、切削液供給に必要なエネルギーの消費は全エネルギー消費の約30%にも及ぶと言われる。すなわち、切削液の供給を停止することができれば、廃棄物の低減だけでなく消費エネルギーの低減にも大きな効果が表れる。これらが切削液使用量の著しい低減（ニアドライ切削）あるいは停止（ドライ切削）を実現したいという動機である。

ニアドライ切削は、MQL（Minimal Quantity Lubrication）切削と呼ばれる場合も多い。切削液供給に伴うエネルギー消費を考えればドライ切削が最も理にかなっているのだが、良好な切削結果を達成する上での切削液の三つの役割、すなわち潤滑作用、冷却作用、そして切りくずの排除作用が失われるため、ドライ切削の適用範囲は限定される。広範囲な切削作業に応用可能な技術としてニアドライ切削に関心が寄せられている。

切削関連技術

ドライ切削の適用範囲は限定されるという認識から、極微量の霧状切削液（直径数マイクロメートル以下）を高圧空気に混入して加工点に供給しようとするのがニアドライ切削法である（**図1**）。潤滑を極微量の切削油で、冷却とある程度の切りくず排除を高圧空気で行おうとするのがその原理である。切削液の供給量は毎時数ミリリットルから数十ミリリットルで、通常の湿式切削に比べると数万分の1程度となるので加工点に的確に供給することが重要となる。現時点において、ニアドライ切削方式が適用可能と見なされる加工は機械加工分野の約50%に及ぶであろうと考えられている。

ニアドライ切削に使用される油剤には有害添加物が含まれていてはならない。霧状になって供給されるため、作業者に吸引される可能性があるからである。このため、生分解性の高い合成エステル油や植物油を使用されている場合が多い。ニアドライ切削では供給される油剤の量が微少であるから、潤滑作用が極めて高いことが第1の条件となる。加えて、霧状の液滴が酸化によってべとつき、供給路を詰まらせないことも重要である。

ニアドライ切削でまず必要となるのは微小径油滴の発生装置であり、すでに各種のものが商品化されている。油滴の大きさはニアドライ切削を成功させる上でのカギを握っている。

油滴発生装置から切削点までは配管内を高圧空気とともに搬送されるが、油滴径が大きいとその途中で配管内壁に付着して、切削点への供給が困難となる。このような付着を避けるには、油滴直径を2マイクロメートル－3マイクロメートル以下（ドライフォグと呼ばれる）にすることが必要である。しかし、潤滑効果を発揮するには工具あるいは被削材の表面に効果的に付着することが必要であり、供給ノズルを出た後にはこれより大きな直径に成長している必要がある。

次に重要なのは切削点への供給装置である。これには大きく分けて二つの方式がある。すなわち内部供給方式と外部供給方式である。回転切削工具の場合、最も効果的なのは工作機械主軸穴と工具に設けられた穴を通して供給する内部供給方式である。しかし、高速切削を実行するために主軸回転数を上昇させると、油滴が遠心力のために供給孔の内壁に付着する問題が生ずる。ニアドライ切削システム全体の性能として、供給開始、停止の指令に大きな時間遅れなく迅速に応答することも重要である。

ニアドライ切削では切削液による冷却効果を期待できないから切削熱を効果的に逃がすことが重要で、熱伝導性が高い工具材料の使用が必要である。工具材質の改善のみならず、特にドリルによる穴あけ加工においては、切りくずの円滑な排出を可能とする刃先形状や溝形状の改良も重要である。

ニアドライ切削を実行する上で最大の難関は切りくずの切削点からの排除問題である。切りくずの堆積による工作機械の熱変形は大きな問題である。工作機械構造の改善、積極的な切りくず回収機器の開発が望まれている。

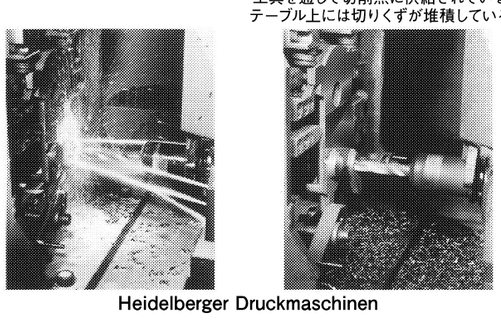


図1　湿式切削とニアドライ切削

切削の効果

主要な切削作業であるマシニングセンターによる加工の場合、主軸を通しての内部供給が必須となる。切削性能の評価は切削抵抗、工具摩耗、加工面品質などの観点から行われる。

図2はエンドミル加工における切削抵抗をドライ、ニアドライ、湿式の3種類の切削方式で比較したものである。ニアドライ切削において、油剤供給量の増加によって切削抵抗が減少する傾向はあるが、やがて飽和して湿式切削と同等の潤滑効果が発揮されている。油剤の種類は違っているが湿式切削の場合の1万の1以下の供給量である。

図3は工具摩耗状態の比較である。ニアドライ切削によって工具摩耗の進行が抑制され、湿式切削と同程度の結果になっている。

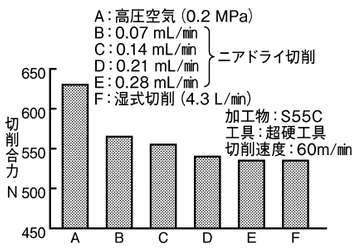


図2　ニアドライ切削の効果①

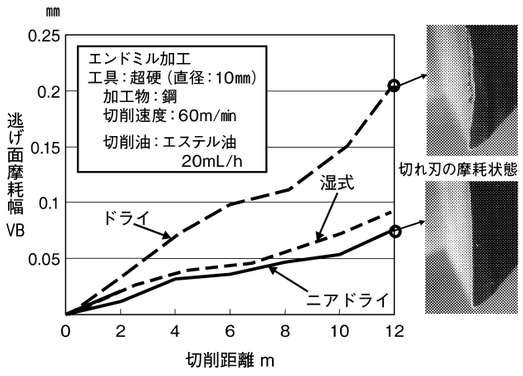
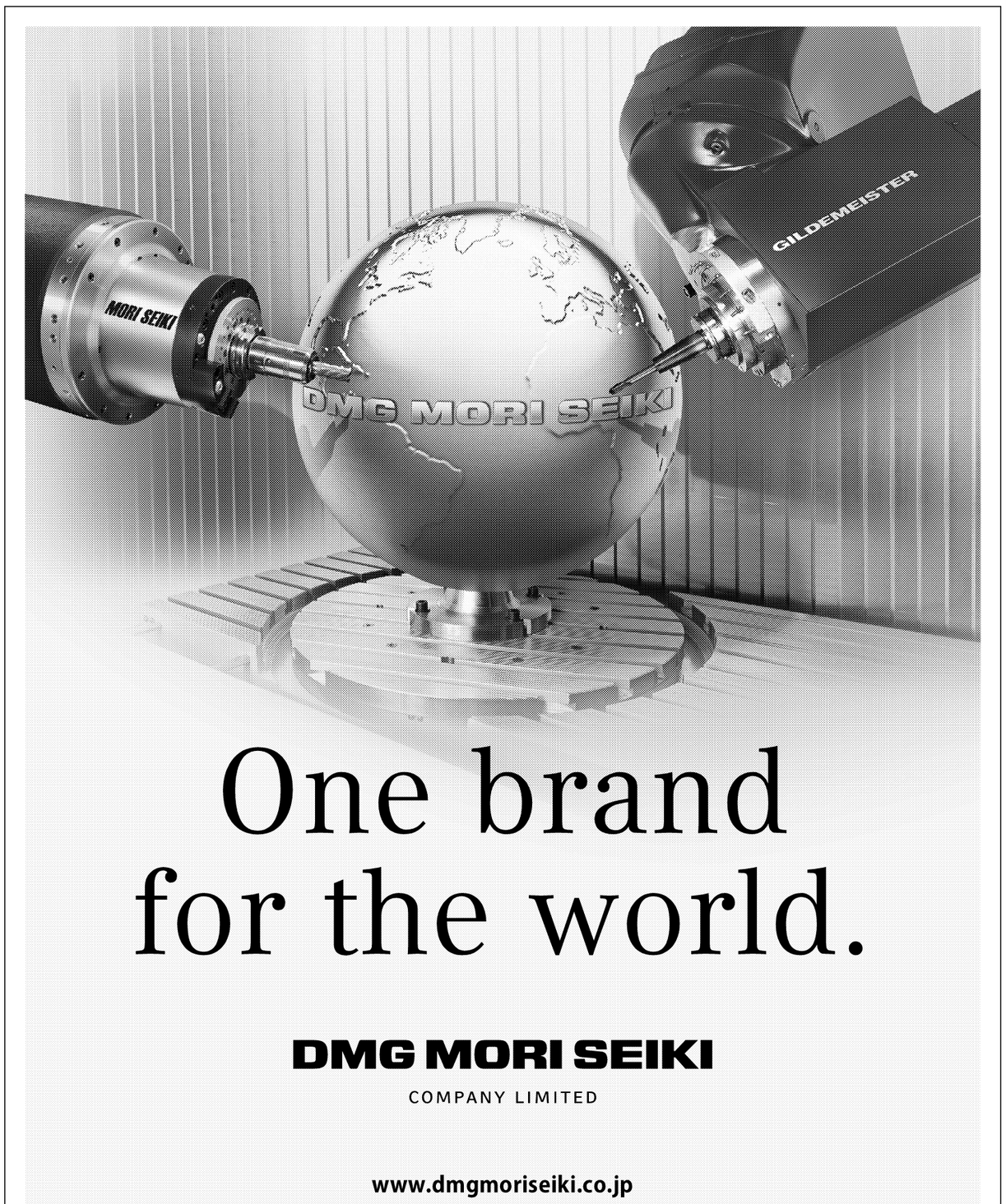


図3　ニアドライ切削の効果②

課題

ニアドライ切削は、切削油の使用量を激減させる上で効果的であることはすでに実証されたといえよう。しかし、その適用領域を拡大していくには解決しなければならない課題がまだ残されている。最大の課題は切りくずの処理問題である。高圧空気の供給に伴う騒音問題、供給後のオイルフォグの回収も重要である。主軸内部を通しての供給方式を高速切削に適用する際、遠心力によるオイルフォグの内壁への付着が依然として問題である。工作機械の構造改良、工具材料と刃先形状の改良、ニアドライ切削に適した切削油の開発などを総合的に推し進めていかなければならない。

加えて、ニアドライ切削の潤滑効果確認に関しても基礎的研究が必要である。通常の湿式切削の数万分の1程度までも切削液供給量を減らしてもなぜ良好な潤滑が行われるのかに関しては、まだ不明な点が多い。これまでニアドライ切削に関しては実用面での研究開発が先行し、基礎研究が不足していたことは否めない。ニアドライ切削のより一層の改善と普及のためには、さらなる切削トライボロジーの基礎研究が必要である。

〒480-0197 愛知県丹羽郡大口町竹田1-131
0587-95-1131(代表)　www.mazak.com
ヤマザキマザック株式会社　Your Partner for Innovation　Mazak