環境対応技術　ドライ、セミドライ加工

MQL加工の切削温度における有効性

供給油量毎時100cc限度

金沢大学 理工研究域機械工学系
教授 上田　隆司

機械加工において、毎時数十ccというごく微量の加工液をミスト状にして供給するMQL（Minimum Quantity Lubrication）加工が注目されて久しい。切削加工において切削温度は重要なファクターであり、工具の寿命のみならず加工材料の寸法精度、表面粗さ、残留応力などにも大きく影響する。切削温度を低く抑えて加工するには、ミスト供給はどれほど有効なのであろうか。

近年、機械加工における環境負荷低減の要望が強く、加工液の管理、廃液処理、供給装置の消費電気などが大きな問題となっている。ドライ加工が可能になればこれらの問題は解決するが、工具寿命や加工面品位の問題があり、簡単には実現できない。そこで、ここでは代表的な加工法である旋削加工、エンドミル加工、ドリル加工を取り上げ、オイルミストの供給効果を切削温度の観点から検討してみる。

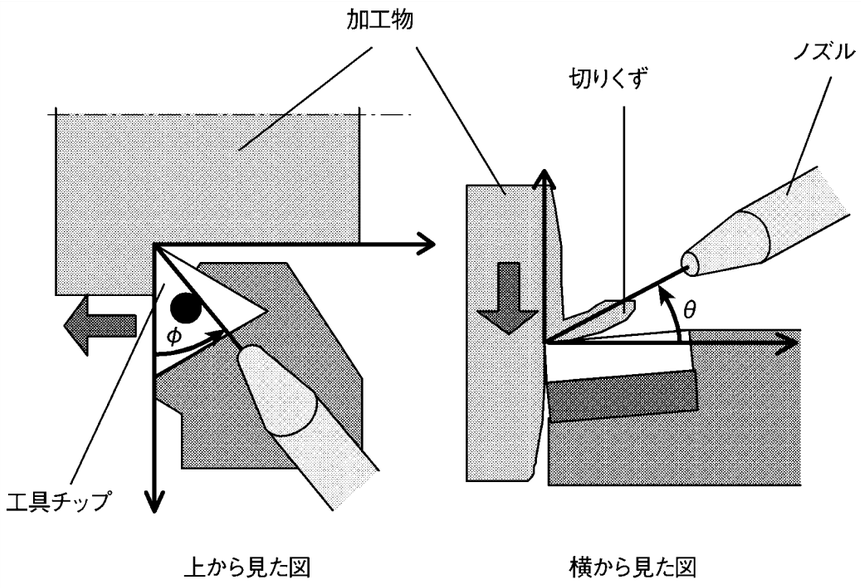


図1(a)　ミスト旋削におけるノイズの設置

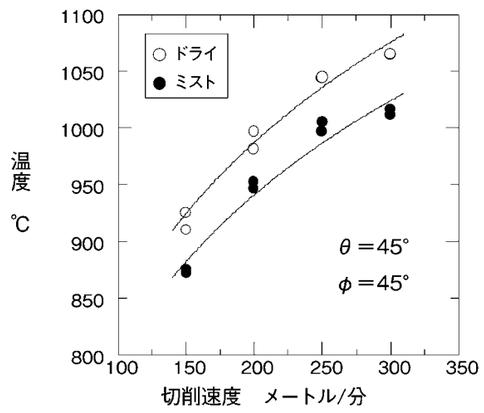


図1(b)　旋削加工におけるミストの供給効果

●ミストについて

オイルミストには一般に植物性油剤が使われる。理由として、作業者がミストを吸い込んだとき、健康に及ぼす被害を食い止めること、潤滑性や浸透性に優れていることなどが挙げられる。供給量は毎時30―50cc程度である。最近では、酸化されやすい植物性油剤に比べ安定性が高く生分解性や冷却性に優れた水溶性油剤も開発されている。ミストは平均径が5μm―10μm程度の油滴が空気中に分散した状態である。ミストの粒径が細かくなり過ぎると空気の流れに乗って移動しやすくなり、工具や被削材表面に付着しにくいと言われている。粒径が大きくなると配管の壁などに付着しやすくなり、切削点にまで搬送することが難しくなる。

特に規定があるわけではないが、供給する油量が毎時100ccを超えるとMQLとは言えないとの考えもある。

ノズル方向に注意必要

●旋削加工

旋削加工の場合、切りくずが常にすくい面上にある。このため、オイルミストは切りくず―すくい面接触領域に入ることが難しい。効果的にミストを供給するためにはノズルの方向に注意する必要がある。

図1（a）は旋削加工における切削点付近の図であるが、図のような場合、θ＝φ＝45度がもっとも効果的と言われている。その効果的な位置にノズルをセットして、ミスト供給の効果を調べた結果が**図1**（b）である。ドライ加工と比較して50度C程度切削温度が低くなっている。1000度C近い切削温度において50度Cの違いであるが、切削速度に換算するとおよそ毎分50μmの差に相当している。すなわちミスト供給状態で毎分250μmで加工しても、ドライ加工の毎分200μmとほぼ同じ温度で加工できることになる。

このほか、バイトの内部にあけた穴を通してミストを搬送し、すくい面や逃げ面に確実にミストを供給する研究もなされている。

両面に異なる油剤のミストを供給すると、すくい面側に植物性油剤、逃げ面側に水溶性油剤を供給する場合が最も効果が高いという結果が得られている。

熱疲労の恐れ減少

エンドミル加工　ドリル加工

ADC12で効果

●エンドミル加工

エンドミル加工は旋削加工と異なり断続切削である。したがって空転時において工具すくい面に切りくずがなく、ミストが付着しやすい。多量の加工液を供給すると急加熱、急冷が繰り返される。このため、超硬工具では熱サイクルによる疲労によって工具にカケが起こりやすくなる。ミスト供給では急冷が抑制され、熱疲労の恐れが減少することも大きな利点である。

切削速度が高速になると、ミスト供給効果が低下してくるといわれている。エンドミルの回転数が上がると、工具へのミストの付着量が減少すること、回転中にミストが飛散することから、切削域にミストが十分供給されないためとされている。

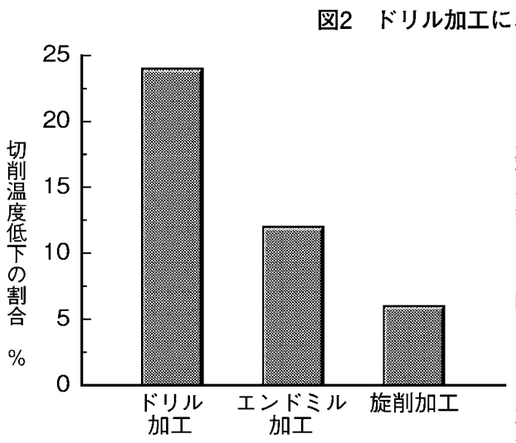


図3　ミスト供給効果の比較

ドリル加工効果大きく

●おわりに

図3はドリル加工、エンドミル加工、旋削加工において、ミストの供給効果を比較した結果である。加工材料はS45Cである。縦軸はミスト供給によって切削温度が低下した割合を示している。

ドリル加工において最も供給効果が大きく、25％近くも低下している。エンドミル加工で10％程度、旋削加工で5％程度の低下である。

過酷な加工状態にあるドリル加工でミスト供給効果が最も大きいことがわかる。このことはミストの有効な使い方を示しており、過酷な加工にミストを使えば有効に作用する可能性が高いと考えられる。

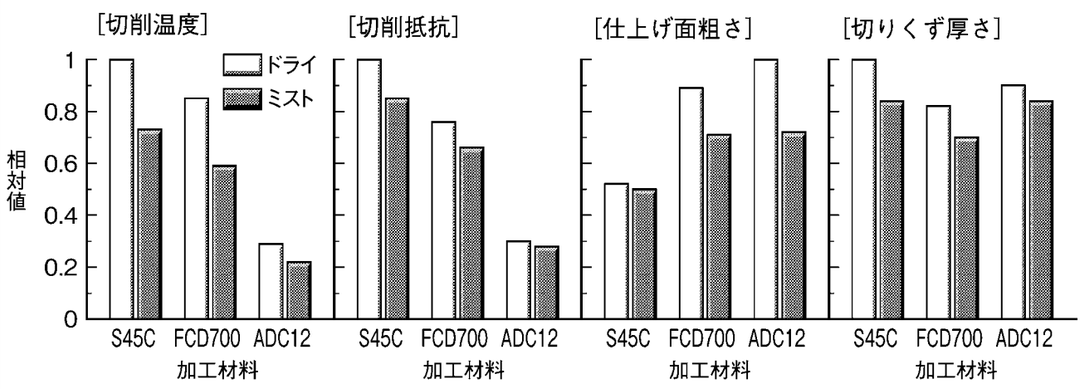
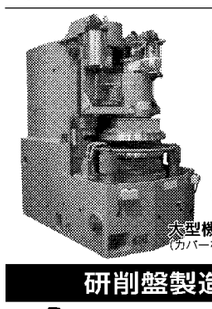
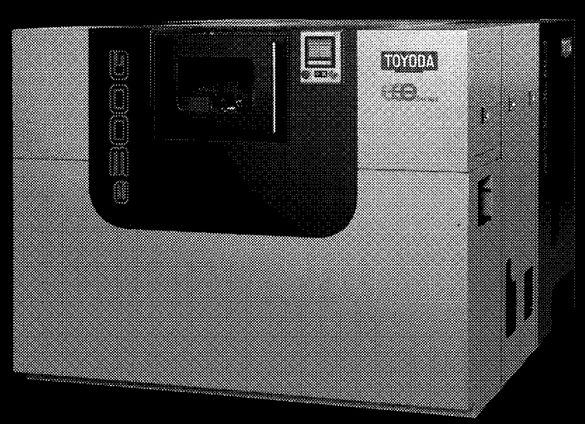


図2　ドリル加工におけるミストの供給効果

●ドリル加工

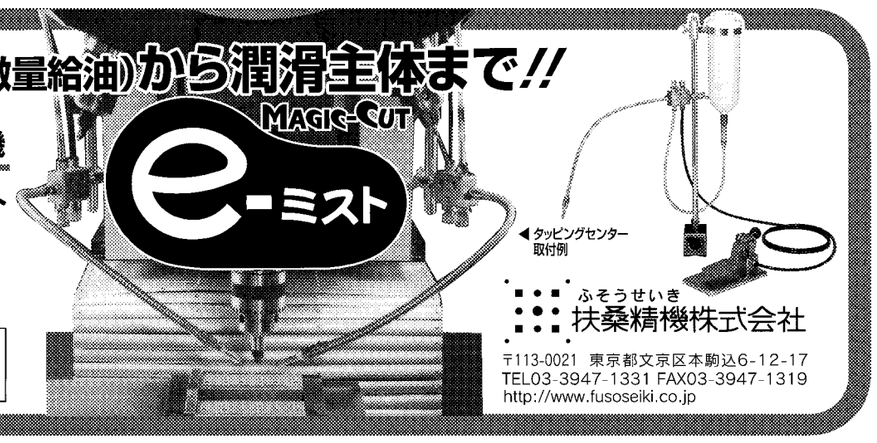
切りくずの排除が難しい、切削油剤を刃先先端まで供給するのが難しい、工具の剛性が小さく振動を起こしやすいなど、ドリル加工には不利な点が多い。**図2**はオイルミストの供給が切削温度、切削抵抗、仕上げ面粗さ、切りくず厚さに及ぼす影響をドライ加工と比較している。加工材料は炭素鋼（S45C）、鋳鉄（FCD700）、アルミダイカスト合金（ADC12）である。切削温度はいずれの材料においても20％程度低下している。切削抵抗も低下しているが、切削温度ほどの効果は表れていない。表面粗さについては加工材料で差があり、ADC12において最もよく効果が表れている。切りくず厚さにおいても供給効果が表れている。旋削加工では高速においても供給効果が維持されていることに比べて大きな差である。

平面研削加工承ります
縦軸両頭平面研削盤　キャリア（治具）300種類、砥石各種を常備
機種：FS-35AN、-45AN、-75A　（加工範囲以外も御相談下さい）
加工範囲：真円 φ5～345mm、厚み 0.8～100mm
材質：ガラス、サファイア、アルミ等の非鉄金属、セラミックス等の難研削材

大型機 FS-75A（カバーを外した状態）
●サーボ制御を付加した弊社NC機により、ガラスやサファイア、プラスチック、ゴム等の脆弱なワークにも対応致します。（加工範囲を御相談下さい）
●定圧研削＆遊星加工方式
担当：戸田、吉永
研削盤製造・機械加工・研削加工
富士産機株式会社
〒812-0008 福岡市博多区東光2丁目22-66
TEL:(092)411-7666　FAX:(092)451-7787
http://www.fujisanki.co.jp

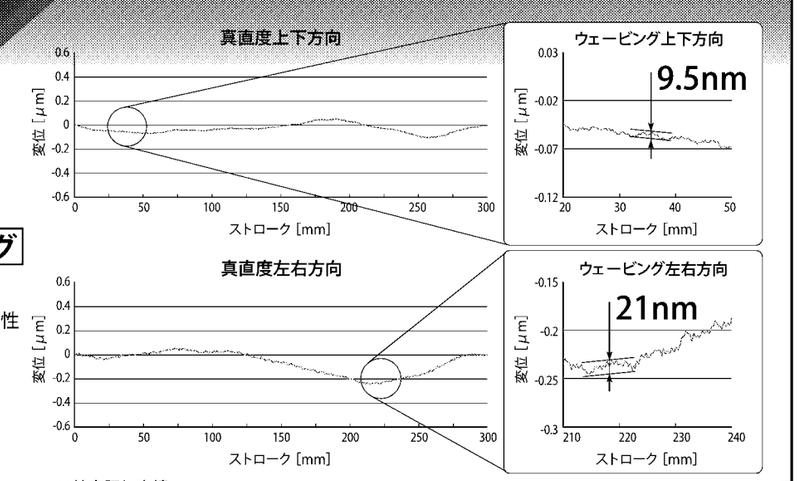
JTEKT
株式会社ジェイテクト
JTEKT CORPORATION
JTEKT Koyo TOYODA
eee Series
「この時代に最適な製品」をテーマに開発した、高い生産性とコストパフォーマンスに優れた、
シンプル・スリム・コンパクトを実現したｅシリーズを開発いたしました。
その中で小物量産加工に最適な研削盤として『ｅ３００Ｇ』をお届けします。
高い生産性・高精度・かんたん操作で、ものづくりに貢献します。

TOYODA CNC円筒研削盤 e300G
e300G P/A 機械仕様

項目	単位	CBNといし仕様	普通といし仕様
センタ間距離	mm	280	320
テーブル上振り	mm	φ200	φ200
研削直径	mm	0～φ80	0～φ80
センタ間負荷質量	kg	20	20
といし径（外径×幅×内径）	mm	φ300×30×φ100	φ355×50×φ127
といし周速度	m/s	45	45

TOYODA は、株式会社ジェイテクトの登録商標です。
◆資料請求はこちら　工作機械・メカトロ事業本部　〒448-8652　愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地　TEL. 0566-25-5430　FAX. 0566-25-5472
www.jtekt.co.jp

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

THK
The Mark of Linear Motion
「超低ウェービング」の領域。
―ボールリテーナ入りLMガイドSPR/SPS―
直線運動案内の世界がまた一つ広がりました。
従来品の2倍となる8条列の転動溝を持ち、
ナノレベルの高い精度と、ローラーガイドを
超える剛性を両立させたLMガイド。


超低ウェービング
高い剛性と静圧案内に匹敵する超低ウェービング特性という高い精度を実現。
従来の一般的なLMガイドのウェービング値（100nm～300nm）比
約1/10※
※社内評価実績
THK株式会社
テクノセンター 応用技術統括部 TEL 03-5735-0225　www.thk.com