B24 アルカリ電解水ミストの金属切削への適用

MQL with alkaline water in metal turning

○学 溝口 洋 (静岡大院) 正 鈴木康夫 (静岡大工学部) 正 酒井克彦 (静岡大工学部)

Hiroshi MIZOGUCHI, Shizuoka University, Johoku3-5-1, Naka-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka

Yasuo SUZUKI, Shizuoka University

Katsuhiko SAKAI, Shizuoka University

Minimum quantity lubrication, or MQL is a technique used in metal turning to reduce the use of cutting fluids in order to obtain costs and environmental risks to be lowered. But the mist of cutting fluids produced by the technique causes another problem related to the workers and the working environments. In this paper, we carried out experiments of metal turning in MQL with alkaline water as the cutting fluid. We also tested metal turning using MQL with typical cutting oil and pure water, and in dry cutting. The results show that alkaline water can be used as an alternative to existing cutting oils in MQL.

Key Words : Turning, MQL, Cutting fluid, Alkaline water, Tool wear

1. 結 言

近年、環境やコストに対する負担を緩和すべく切削油剤の使用を大幅に減らして加工を行う MQL(Minimum Quantity Lubrication) 加工法が注目されており、日本では切削油剤を噴霧して加工点に供給するミスト供給法が一般的である。しかし、切削油剤が飛散することで作業者への悪影響や作業環境の悪化といった問題が生じている。そこで、本研究では近年脱脂用途に利用されているアルカリ電解水の優れた生分解性と揮発しても何も残さない無残滓性に注目し、これが MQL 加工で切削油剤の代替となるかどうかを検討した。

2. 実験方法および装置

本実験ではミヤノ製 NC 旋盤 BNC-34C を用い、被削材を外周旋削して、切削点近傍温度、工具摩耗、表面粗さを測定し、アルカリ電解水の切削性能を調査した。アルカリ電解水は産業洗浄用であるイオン・パワー・クリーン(日進機工製, pH.12.5)を使用した。比較対象を MQL 専用植物油 LB-1(フジ BC 技研製)と純水とし、ドライ切削も行った。被削材は $\phi 80$ の炭素鋼 S45C とアルミニウム合金 A5056 の 2 種類を用意し、S45C では切削液が工具摩耗に及ぼす効果を、A5056 では溶着に及ぼす効果を主に調査した。この為、A5056 の溶着が生じやすいよう、意図的に切削速度を落とした。ミスト供給装置はフジ BC 技研製外部給油機 FK タイプを、バイトはすくい面と逃げ面にミストを同時に噴射できる同 EB-TOOL を、チップは三菱マテリアル製超硬合金 P20 種 TNMG160404MS をそれぞれ使用した。ミスト供給量は 20cc/h, エア流量は 40L/min, 圧力は 0.6MPa とした。Table1 に切削条件を示す。また、炭素鋼 S45C を切削後 2 週間乾燥させた後、表面に残留物が有るか確認するため、EPMA 分析を行った。加速電圧は 15kV で、電子ビーム径は $\phi 200\mu\text{m}$ とした。

3. 実 験 結 果

3.1 S45C 加工時の切削点近傍温度の最大値を Fig.1 に示す。これより、アルカリ電解水は植物油 LB-1 以上の冷却能力を持っていると言える。また、Fig.2 はアルカリ電解水と純水

Table 1 Cutting Condition

Material	S45C	A5056
Cutting speed (m/min)	100,200	100,300,500
Feed (mm/rev)	0.2	0.2
Depth of cut (mm)	1.0	1.0
Cutting distance (m)	3000	200

をそれぞれ用いた場合の同温度の温度変化を比較した図である。放射温度計で測定したため、飛散する切り屑が測定部前面を横切することで局部的に温度が変動してしまったが、全体の傾向から判断すると平均およそ 30~40°C, 最大値では 65°C の温度差が出た。これはアルカリ電解水の持つ強い還元性が旋削で表出した新生面の酸化反応を抑制し発熱を抑えているからだと思われる。

Fig. 1 Maximum cutting temperature

次に、工具の横逃げ面平均摩耗の測定結果を Fig.3 に示す。切削速度が 100m/min(Fig.3(a)) の場合、各切削液間であまり大きな差は見られなかった。しかし、切削速度がチップの推奨切削速度を超えた 200m/min(Fig.3(b)) では、純水は他の切削液やド

Fig. 2 Temperature comparison between alkaline water and pure water

ライ切削と比較して約2倍程度の摩耗が生じた。また、切削距離2400mでドライ切削では工具欠損が生じたが、アルカリ電解水は植物油LB-1と同程度の摩耗に抑えていた。

(a) Cutting speed = 100m/min

(b) Cutting speed = 200m/min

Fig. 3 Flank wear versus cutting length

3.2 A5056 アルカリ電解水はアルミニウム合金を溶かすことができるので、アルカリ電解水を使った切削では溶着が抑制されることが期待していた。しかし、本実験において特別にアルカリ電解水だけが溶着を抑制したという結果は得られなかった。これは供給するアルカリ電解水の量が20cc/h、言い換えると0.33cc/minであり、加工によって溶着するアルミニウム合金を絶えず溶かしていくにはアルカリ電解水の絶対量が足りないためと思われる。また、表面粗さをFig.4に示す。十分な切削速度であれば、アルカリ電解水は植物油LB-1に近い良好な表面粗さを得ることができると言える。

Fig. 4 Surface Roughness Rz of A5056

3.3 残留物の確認 EPMA分析より推定した各切削液に対する被削材表面の構成元素を表2に示す。単位はwt%で、表中の-は検出されなかったことを表す。これより、アルカリ電解水は純水やドライ切削と同様に無残滓液体であることが確認された。一方、植物油LB-1による被削材表面ではチタンと塩素が検出された。塩素は植物油に極圧添加剤として添加されたものの一部が被削材表面に付着したものと思われる。

Table 2 Results of EPMA

Cutting fluid	Alkaline water	LB-1	Pure water	Dry cutting
Fe	97.304	94.034	96.377	96.861
Mn	1.280	1.320	1.473	1.382
C	0.742	3.279	1.343	0.881
Cr	0.468	0.554	0.501	0.608
Si	0.207	0.481	0.306	0.268
O	0.000	0.000	0.000	0.000
Ti	-	0.193	-	-
Cl	-	0.138	-	-

4. 結 言

本研究ではアルカリ電解水がミスト切削に適用可能か調査を行った。その結果、

- アルカリ電解水が切削油と同程度に工具摩耗や表面粗さを抑制することが確認された。
- 被削材表面はドライ切削の場合と同等であり、被削材表面に清浄性が求められる場合にもアルカリ電解水を切削液として使えることがわかった。

今後はステンレス鋼といった難削材に対してもアルカリ電解水をミスト切削に適用可能か検証する。