

## 純アルミニウム A1070 の切削に及ぼすオレイン酸水の影響

苫小牧高専 ○高橋宏典, 金田祥吾, 河森貴広, 池田慎一, 藤川 昇, 室工大名誉教授 田頭孝介

## 要 旨

純アルミニウム A1070 の丸棒 (約  $\phi 60$  mm) 切削用試料とし, 所定の予備切削後, 切削速度 25 ~ 100 m/min, 送り量 0.02 mm/rev および切込み量 0.5 mm で無塗布部, オレイン酸塗布部, オレイン酸を水道水で均質化したオレイン酸水をそれぞれ塗布および刃先近傍に供給 (約 50 ml/min) しながら約 100 m 切削した. その結果, オレイン酸水の供給でもオレイン酸を塗布したときと同様の効果が確認できた. しかし, その効果は切削速度の増加に伴い小さくなった.

## 1. 緒言

著者らは焼きなました純アルミニウムを予備切削し転位密度を大きくした試料表面に, 各種濃度のオレイン酸流動パラフィン溶液を塗布し切削し, 0.1 mass% という低濃度の溶液塗布部の切削抵抗, 切削面粗さおよび切りくず厚さが無塗布に比べて大きく減少することを確認している<sup>1)~3)</sup>. この効果はオレイン酸などのカルボン酸分子と転移近傍のアルミニウム原子の化学吸着による転位の固着作用で説明している. 一方で, 同様の試料の予備切削材に 0.1 mass% オレイン酸溶液を塗布し, 二次切削したときの切削抵抗に及ぼす切削速度 (0.1~15 m/min) の影響を調べ, 切削速度の増加に伴い塗布による切削抵抗の減少量が大きくなることも確認している. ただし, 切削速度の増加に伴い発生する切削熱の影響により塗布効果が消失する可能性があることも同時に確認している<sup>4)</sup>. しかし, この効果を実用化する場合, 切削速度の増加に伴う切削熱およびオレイン酸溶液の塗布方法という課題を解決する必要がある.

そこで, 本研究では実用域に近い切削条件によるオレイン酸の塗布効果について調べるため, 純アルミニウム A1070 丸棒を切削する工具近傍にオレイン酸を水道水で均質化したオレイン酸水を供給しながら, 切削速度 25 ~ 100 m/min で切削し, 無塗布部およびオレイン酸塗布部の結果と比較した.

## 2. 実験方法

被削材は純アルミニウム A1070 の丸棒である. 切削用試料の形状は  $\phi 60 \times 200$  mm である. 本実験の切削条件を表 1 に, 予備切削および本切削の概要を図 1 に示す. いずれの切削も汎用旋盤で行い, 旋削においても従来の二次元切削と同様に本切削を行う前に加工変質層などの条件を同一にするため, 予備切削を行う.

上述した予備切削は本切削の直前に切削速度約 50 m/min, 送り量 0.08 mm/rev および切込み量 0.1 mm の条件で, オレイン酸の原液を連続的に塗布しながら切削し仕上げる. その後, 本切削は予備切削時の様々な影響を取り除くためにアセトンで洗浄し, 無塗布部の切削はそのまま行い, オレイン酸塗布部は図 1 の塗布剤塗布面に綿棒で連続的に塗布しながら行う. 本切削時の塗布剤であるオレイン酸水は, オレイン酸の原液を水道水に市販の攪拌機で均質化 (濃度 5 mass%) したものを使用する. しかし, 攪拌直後, 作成した塗布剤の表面には均質化に寄与しなかったオレイン酸が分離するため, 実際に使用するオレイン酸水 (白濁部分) は 5 mass% 以下の濃度となる. 本切削ではこのオレイン酸水を工具刃先近傍に約 50 ml/min で連続的に供給しながら切削する. 水道水に関しても同様である. また, 本切削時の切削抵抗 (主分力:  $F_T$ , 送り分力:  $F_A$ , 背分力:  $F_R$ ) は圧電式の工具動力計で, 仕上げ面粗さは表面形状測定器で測定する.

以上の条件で無塗布部, 水道水供給部, オレイン酸水供給部およびオレイン酸塗布部の切削を行い, 切削抵抗および仕上げ面粗さに及ぼすオレイン酸水の影響を調べた.

表 1 切削条件

予備切削	
切削速度	50 m/min
送り量	0.08 mm/rev
切込み量	0.1 mm $\times$ 5
塗布剤	オレイン酸
本切削	
切削速度	25 ~ 100 m/min
送り量	0.02 mm/rev
切込み量	0.5 mm
塗布剤	水道水, オレイン酸 オレイン酸水
切削工具	
工具材種	K-10 (WC)
すくい角	10°
逃げ角	1°
前切刃角	30°
横切刃角	0°
刃先先端の丸み	5 $\mu$ m

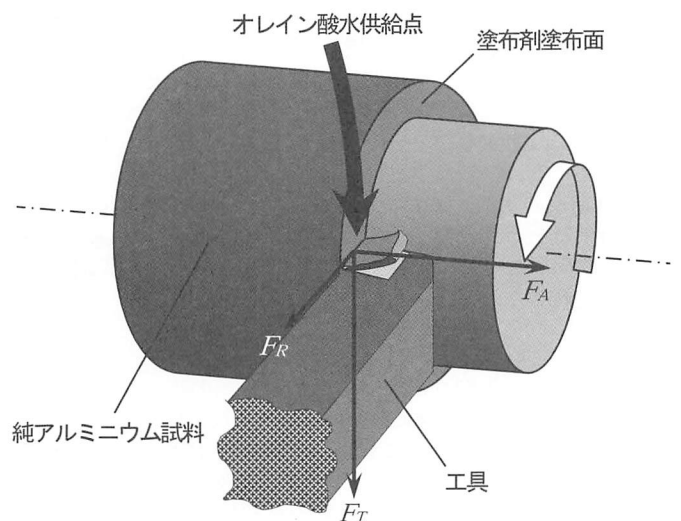


図 1 旋削の概要

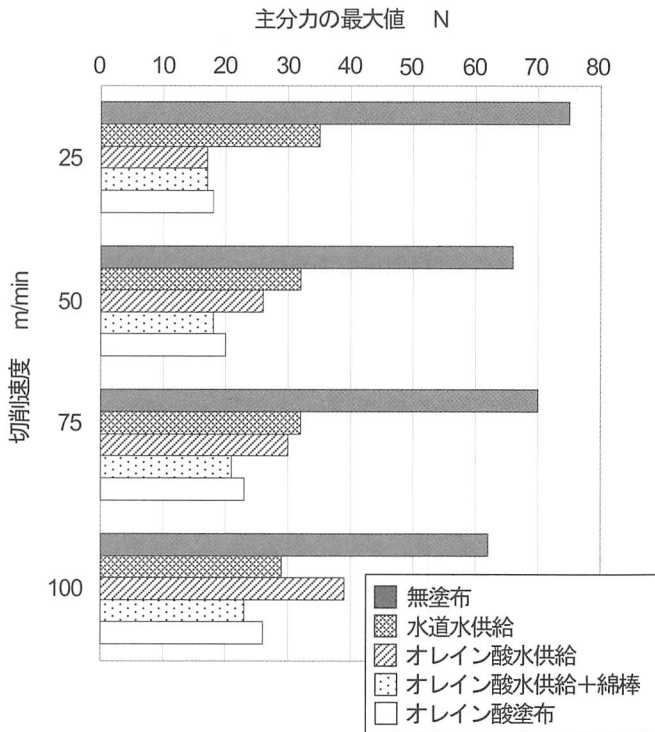


図2 主成分力の最大値に及ぼす切削速度の影響  
すくい角:  $10^\circ$ , 送り量:  $0.02 \text{ mm/rev}$ , 切込み量:  $0.5 \text{ mm}$

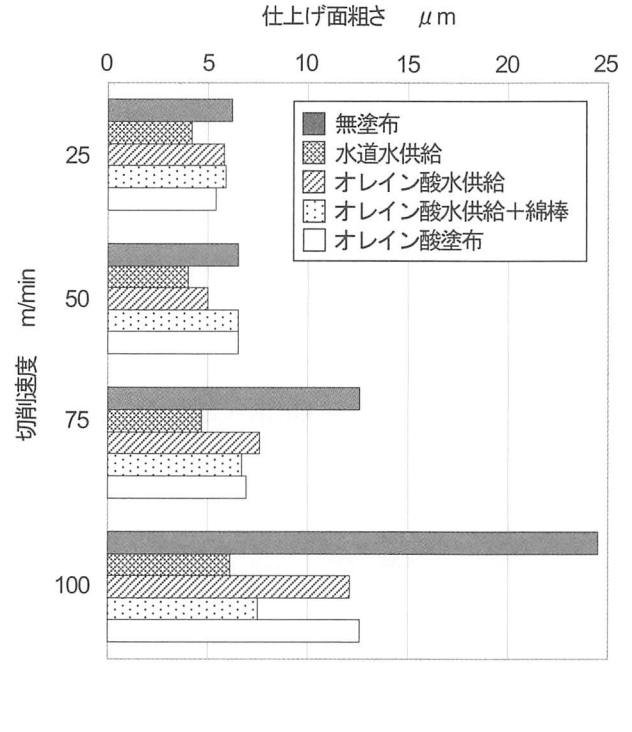


図3 仕上げ面粗さに及ぼす切削速度の影響  
すくい角:  $10^\circ$ , 送り量:  $0.02 \text{ mm/rev}$ , 切込み量:  $0.5 \text{ mm}$

### 3. 実験結果および考察

図2にすくい角 $10^\circ$ , 送り量 $0.02 \text{ mm/rev}$ および切込み量 $0.5 \text{ mm}$ で無塗布部, 水道水供給部, オレイン酸水供給部, 塗布剤塗布面を綿棒で押し付けたオレイン酸水供給部およびオレイン酸塗布部をそれぞれ切削したときの切削抵抗に及ぼす切削速度の影響を示す。いずれも最終切削距離は約 $100 \text{ m}$ である。まず, 無塗布部の主成分力の最大値  $F_T \text{ max}$ は切削速度 $25 \text{ m/min}$ で $75 \text{ N}$ と全ての切削条件の中で最も大きい値を示すが, 切削速度の増加に伴い減少し,  $100 \text{ m/min}$ では約 $60 \text{ N}$ を示している。無塗布部の切削では切削速度に関係なくバリの発生が確認されている。しかし, オレイン酸塗布により無塗布部で発生していたバリは消滅し,  $F_T \text{ max}$ も激減している。オレイン酸塗布による  $F_T \text{ max}$ の減少量は切削速度 $25 \text{ m/min}$ で約 $60 \text{ N}$ ,  $50$ および $75 \text{ m/min}$ で約 $45 \text{ N}$ ,  $100 \text{ m/min}$ で約 $35 \text{ N}$ と切削速度の増加に伴い小さくなっている。これは切削速度の増加に伴い発生する切削熱の影響と考えることもできるが, オレイン酸塗布部の  $F_T$ に変動(オレイン酸塗布部の  $F_T$ には変動する部分があるが図2では変動する部分を除いた結果で整理している)が確認できるため, オレイン酸塗布部に塗布ムラが生じているものと考えられる。

そこで, 塗布ムラの問題を解決するため, 塗布剤の塗布方法を綿棒による方法から連続的に供給する方法とした。供給するオレイン酸水はオレイン酸と水道水を市販の攪拌機で攪拌し均質化した後, 表面に分離したオレイン酸を除いた白濁部を使用する。まず, オレイン酸を含まない水道水を供給したときの  $F_T \text{ max}$ は, 切削速度 $25 \text{ m/min}$ で $35 \text{ N}$ と無塗布部に比べ半減している。 $F_T \text{ max}$ の減少量は切削速度に関係なく約 $35 \text{ N}$ を示しており, 無塗布部と同様の傾向を示している。次に, オレイン酸水を供給したときの  $F_T \text{ max}$ は切削速度 $25 \text{ m/min}$ で約 $15 \text{ N}$ ,  $50 \text{ m/min}$

で約 $25 \text{ N}$ ,  $75 \text{ m/min}$ で $30 \text{ N}$ ,  $100 \text{ m/min}$ で約 $40 \text{ N}$ と切削速度の増加に伴い大きくなっており, 減少量も切削速度 $25 \text{ m/min}$ では水道水供給部に比べ半減しているが,  $75 \text{ m/min}$ ではその差がわずかとなり,  $100 \text{ m/min}$ では約 $10 \text{ N}$ 大きくなっている。つまり, オレイン酸を水道水に均質化した場合, オレイン酸の効果は切削速度の増加に伴い小さくなることが確認された。これは切削速度の増加により水道水中に分散しているオレイン酸が予備切削面(塗布剤塗布面)に到達していないと考えられる。

最後に, 塗布剤中の寄与できなかったオレイン酸を強制的に予備切削面に到達させるために, オレイン酸水供給時に工具刃先から離れた予備切削面に綿棒を押し当て同様の切削実験を行った。その結果,  $F_T \text{ max}$ は切削速度 $25$ および $50 \text{ m/min}$ で約 $15 \text{ N}$ ,  $75 \text{ m/min}$ で約 $20 \text{ N}$ ,  $100 \text{ m/min}$ で約 $25 \text{ N}$ と切削速度の増加に伴い大きくなるものの, その値は常にオレイン酸塗布に比べ小さくなっている。

図3に図2の切削条件における仕上げ面粗さ示す。主成分の結果と同様で, いずれの切削速度でも仕上げ面粗さ  $R_z$ は無塗布部が最も大きい値を示しているが, 最大値は切削速度 $100 \text{ m/min}$ のときで約 $25 \mu\text{m}$ である。その他, 水道水供給部の  $R_z$ が切削速度に関係なく小さな値を示している。

このようにオレイン酸を水道水に均質化したオレイン酸水でもオレイン酸塗布による効果と同等の効果が確認できた。

#### 参考文献

- 1) 池田慎一, 田頭孝介他: 精密工学会誌, 66, 7 (2000) 1103
- 2) 池田慎一, 田頭孝介他: 精密工学会誌, 67, 7 (2001) 1150
- 3) 池田慎一, 田頭孝介他: 精密工学会誌, 69, 1 (2003) 95
- 4) 島崎琢也, 池田慎一他: 2004年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, (2004) 19