

## アルミニウム合金 A5056 の切削に及ぼすオレイン酸水の影響

苫小牧高専 ○中川佑貴, 鈴木拓磨, 高橋宏典, 池田慎一, 藤川 昇, 室工大名誉教授 田頭孝介

### 要旨

オレイン酸を水道水に均質化したオレイン酸水の実用性を調べるため, アルミニウム合金 A5056 丸棒を切削用試料とし, 所定の予備切削後, 切削速度 10~125 m/min, 送り量 0.02 mm/rev および切込み量 0.5 mm の切削条件で刃先近傍にオレイン酸水を供給しながら約 80 m 切削した. その結果, オレイン酸水供給部では切削速度の増加に伴い切削抵抗の減少量は増加した.

### 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, 約 0.1 mass% という低濃度の溶液塗布部で切削抵抗, 仕上げ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をはじめとする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されている. しかし, この効果を実用化するためには, 切削速度の増大に伴い発生する熱による塗布効果の消失や塗布方法などが課題となっている. これらの解決法の一つとして, 著者らは純アルミニウム A1070 丸棒の旋削においてオレイン酸原液を水道水に均質化したオレイン酸水を切削油剤として使用し, 切削熱および塗布方法に関する課題を解決し, かつ, オレイン酸の効果についても確認している<sup>4)</sup>. しかし, アルミニウム合金についての詳細なデータは無い.

そこで, 本研究ではアルミニウム合金丸棒の切削におけるオレイン酸水の効果について調べるため, A5056 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し, 無塗布部およびオレイン酸塗布部の結果と比較する.

### 2. 実験方法

被削材はアルミニウム合金 A5056 (Al-Mg 系合金) の丸棒である. 切削用試料の形状は  $\phi 50 \times 300$  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. いずれの切削も卓上精密旋盤で行い, 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. 予備切削の切削条件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 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 で連続供給しながら切削する. 比較のための水道水の供給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:  $F_R$ )

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
切削液	オレイン酸
本切削	
切削速度	10~125 m/min
送り量	0.02 mm/rev
切込み量	0.5 mm
切削液	水道水, オレイン酸, 5 mass% 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

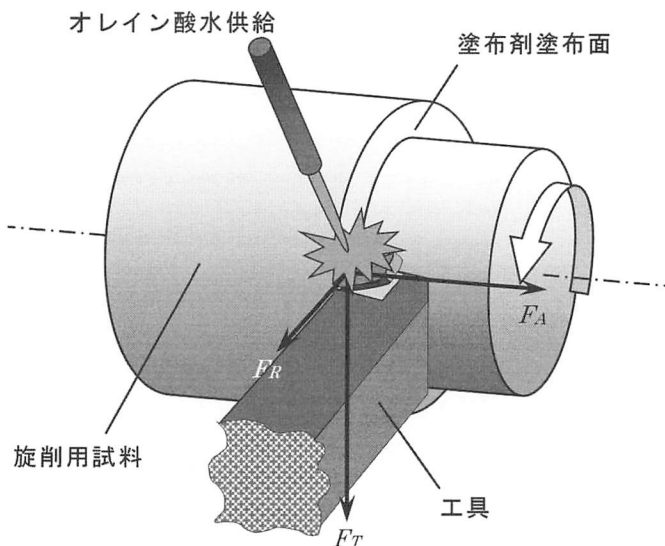


図 1 旋削装置の概要

は工具動力計で、仕上げ面粗さは表面形状測定器で測定する。工具刃先および仕上げ面の観察は工具顕微鏡で行う。

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る。

### 3. 実験結果および考察

図2に切削速度が10~125 m/minで、すくい角10°、送り量0.02 mm/revおよび切込み量0.5 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状態の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主分力の最大値  $F_{Tmax}$  を示す。

まず、無塗布部では  $F_{Tmax}$  が、切削速度10 m/minでは約20 Nであるが、切削速度の増加に伴い増加し、50 m/minでは約25 Nを示している。50 m/min以上では大きな変化は確認できない。次に、水道水供給部では切削速度の増加に伴い全て切削抵抗の最大値で増加傾向を示しており、特に、 $F_{Tmax}$  は切削速度10 m/minでは約15 Nであるが、50 m/minでは約20 N、125 m/minでは約30 Nと大きく増加している。この結果から、水道水の供給により切削で発生した切削熱を抑制する効果は期待できるが、切削抵抗を減少させる効果はほとんどないことが確認できる。

一方、オレイン酸水供給部では  $F_{Tmax}$  が、切削速度10 m/minでは約10 Nで、切削速度の増加に伴い増加し、50 m/minでは約20 Nを示すが、50 m/min以上では減少傾向を示し、125 m/minでは約15 Nまで減少している。このオレイン酸水供給の効果をさらに向上させる目的で、塗布剤塗布面に綿棒で押し付けた状態でオレイン酸水を供給する。綿棒で押し付けることによりオレイン酸水供給時にオレイン酸分子が塗布剤塗布面まで到達できず、切削抵抗の減少に寄与できなかったオレイン酸分子を強制的に塗布剤塗布面に到達させることができる。この条件をオレイン酸水供給部+綿棒とする。しかし、オレイン酸水供給部+綿棒では、純アルミニウムの結果<sup>4)</sup>と異なり、ほぼ、オレイン酸水供給部の結果と同様の傾向を示している。

最後に、オレイン酸塗布部では  $F_{Tmax}$  が、切削速度10 m/minでは約15 Nであるが、切削速度の増加に伴いわずかに増加し、50 m/minでは約20 Nを示している。しかし、50 m/min以上では変化していない。

以上の結果より、オレイン酸水供給部およびオレイン酸水供給部+綿棒の  $F_{Tmax}$  は全ての切削速度で無塗布部および水道水供給部より減少している。特に、25 m/min以下ではオレイン酸水供給部+綿棒の方がオレイン酸水供給部に比べ小さい値を示している。しかし、100 m/min以上ではオレイン酸水供給部の方がオレイン酸水供給部+綿棒より小さい値を示しており、純アルミニウムの結果<sup>4)</sup>とは異なっている。いずれもオレイン酸塗布部より小さい値を示している。

つまり、切削速度10~125 m/minにおけるA5056の切削におけるオレイン酸の効果は25 m/min以下の低速域では純アルミニウムの切削などで確認されている塗布効果<sup>1)~3)</sup>が支配的になり、100 m/min以上の

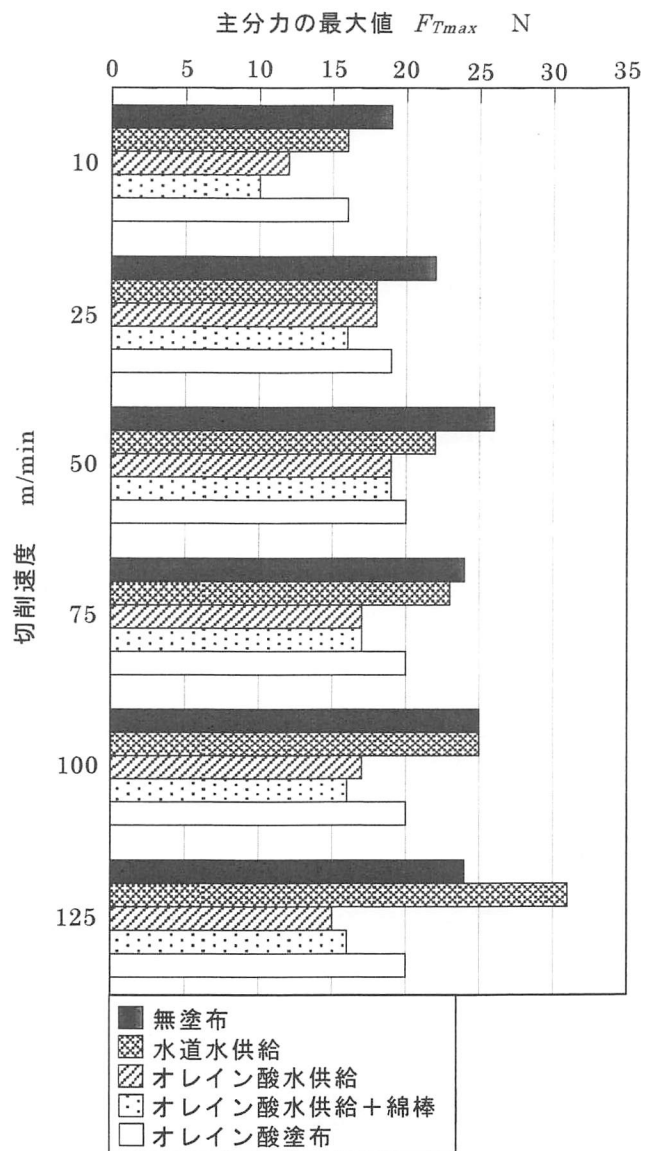


図2 主分力の最大値  $F_{Tmax}$  に及ぼす切削速度の影響

高速域ではオレイン酸の単分子膜による潤滑効果が支配的になっているものと考えられる。高速域での潤滑効果は水道水にオレイン酸を均質化することにより、冷却効果とオレイン酸の効果が相乗的に現れ、オレイン酸のみを塗布したときよりも  $F_{Tmax}$  を減少させたものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 池田慎一, 田頭孝介, 中津正志, 佐藤謙司: 精密工学会誌, 66, 7 (2000) 1103.
- 2) 池田慎一, 田頭孝介: 精密工学会誌, 67, 7 (2001) 1150.
- 3) 池田慎一, 田頭孝介, 中津正志: 精密工学会誌, 69, 1 (2003) 95.
- 4) 高橋宏典, 金田祥吾, 河森貴広, 池田慎一, 藤川昇, 田頭孝介: 2009年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, (2009) 53.