

## S45C の切削に及ぼすオレイン酸水の影響

苫小牧高専 ○鈴木拓磨, 池田慎一, 藤川 昇

### 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、機械構造用炭素鋼 S45C 丸棒を切削用試料とし、所定の予備切削後、切削速度 80~120 m/min, 送り量 0.04 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 10000m 切削した。その結果、無塗布部とオレイン酸水供給部の切削抵抗の差（減少量）は切削速度の増加に伴い増加した。また、無塗布部を切削したときに観察した工具刃先の境界摩擦もオレイン酸水の供給により消滅した。

### 1. 緒言

これまでの研究ではオレイン酸に代表される有機極性物質を微量塗布し切削加工を行うと、切削抵抗、切削面粗さおよび切りくず厚さが減少することを確認している<sup>1)</sup>。著者らは、熱処理を施したチタン合金 Ti-6Al-4V の丸棒を旋盤において、オレイン酸水を供給しながら三次元切削を行ったところ、工具刃先への凝着を抑制し、チタン合金に及ぼすオレイン酸水の有効性を確認している<sup>2)</sup>。さらに、アルミニウム A5056 の切削においても、切削速度の増加に伴い、無塗布部とオレイン酸水供給部の切削抵抗の差（減少量）が増加し、オレイン酸水の効果を確認した<sup>3)</sup>。いずれの被削材の切削においても、それぞれの合金用切削油剤供給部よりもオレイン酸水供給部の方が効果的であったことを確認している。

そこで、本研究では機械構造用の炭素鋼鋼材として炭素鋼 S45C を切削用試料とし、無塗布、オレイン酸およびオレイン酸を水道水に攪拌したオレイン酸水を供給しながら切削したときの切削抵抗に及ぼすオレイン酸水の効果について調べる。さらに、オレイン酸水の実用性を確認するために、市販の切削油剤についても同様の切削を行い比較検討する。

### 2. 実験方法

図 1 に実験装置模式図、表 1 に切削条件を示す。本実験では、被削材には機械構造用の炭素鋼鋼材 S45C の丸棒（試料直径が最大約 58mm, 最少約 40mm）を使用した。切削は卓上精密旋盤を用いて行った。本切削を行う前に材料表面の条件（加工変質層など）を同じにするため予備切削を行った。予備切削の条件は、切削速度約 120m/min, 送り量 0.08mm/rev, 切込み 0.1mm として数回切削を行った。その後、最終切込み量 0.5mm で予備切削面を仕上げた。

本切削は送り量 0.04mm/rev, 切込み量 0.5mm で、まず、予備切削面を切削するが、その後は一度切削した面を繰り返し切削する。そのため、切削速度は約 80~120m/min, と変化する。オレイン酸塗布時は塗布剤塗布面にオレイン酸の原液をしみ込ませた綿棒を押し当て、連続的に塗布しながら行った。オレイン酸水は、オレイン酸の原液と水道水を市販の攪拌機で均質化（濃度 5 mass%）したものを作成し、工具刃先近傍に約 50 ml/min で連続的に供給しながら切削を行った。市販の切削油剤供給部も同様に行った。使用工具は、すくい角 0° の超硬合金を使用して切削を行った。切削抵抗

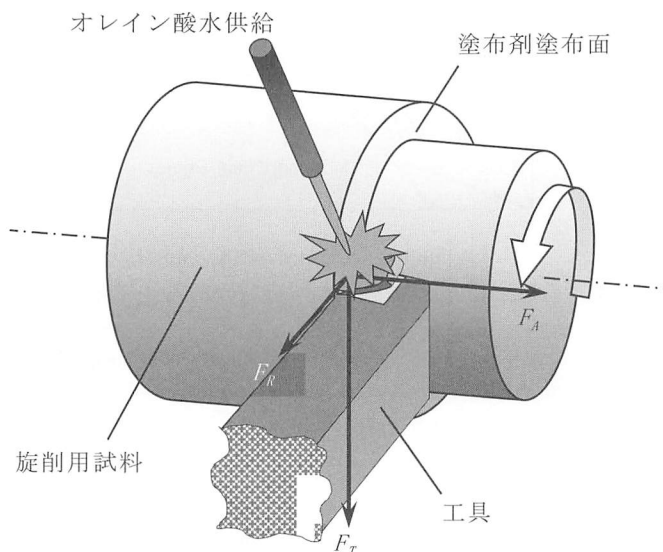


図 1 旋削装置の概要

表 1 切削条件

|         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| 予備切削    |                                  |
| 切削速度    | 120 m/min                        |
| 送り量     | 0.08 mm/rev                      |
| 切込み量    | 0.1mm                            |
| 最終切込み量  | 0.5mm                            |
| 切削液     | 無塗布                              |
| 本切削     |                                  |
| 切削速度    | 80~120 m/min                     |
| 送り量     | 0.04 mm/rev                      |
| 切込み量    | 0.5 mm                           |
| 切削液     | オレイン酸<br>5mass%オレイン酸水<br>市販の切削油剤 |
| 切削工具    |                                  |
| 工具材種    | K-10 (WC)                        |
| すくい角    | 0°                               |
| 逃げ角     | 11°                              |
| 刃先先端の丸み | 5 μm                             |

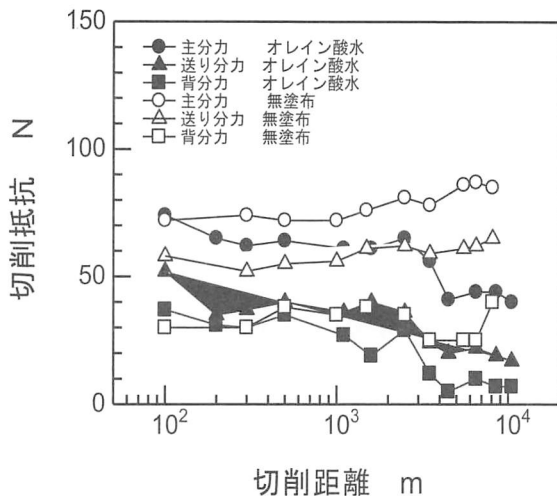


図2 無塗布部及びオレイン酸水供給部の切削抵抗

(主分力:  $F_T$ , 送り分力:  $F_A$ , 背分力:  $F_R$ ) は工具動力計で測定し, 仕上げ面および工具刃先は光学顕微鏡で観察し, S45C の切削に及ぼすオレイン酸水の効果を調べた。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 切削抵抗

図2に無塗布部, オレイン酸水供給部をそれぞれ約10000m切削したときの主分力, 送り分力, および背分力の変化を示す。切削距離は約500mまでは予備切削面を切削し, それ以降については一度切削した面を切削する。そのため, 切削距離は繰り返し切削した距離を合計したものとす。

まず, 無塗布部では切削距離が1000m以上で主分力および送り分力が上昇する傾向にある。これは, 切削の進行に伴い切削温度が上昇することにより刃先の摩耗も進行したためと考えられる。一方, 背分力は, 主分力, 送り分力とは逆に減少している。これは, 摩耗によって刃先が後退したためと考えられる。

オレイン酸水供給部では, 切削抵抗が切削距離の増加に伴い減少している。これは水道水にオレイン酸を攪拌したことで, 切削によって発生する切削熱を減少させ, オレイン酸の効果を十分に引き出したためと考えられる。また, 切削距離の増加に伴う切削用試料直径の減少により切削速度が減少し, 切削熱の影響が小さくなることも, 水道水による冷却効果を促進させ, 切削抵抗の減少に寄与したものと考えられる。

切削抵抗に及ぼすオレイン酸水の影響について, 主分力では, 切削開始時には無塗布部で72N, オレイン酸水供給部で74Nとほとんど差はないが, 切削終了時には無塗布部で85N, オレイン酸水供給部で40Nと45Nの大きな差がみられる。この傾向は送り分力および背分力でもみられ, 切削抵抗に及ぼすオレイン酸水の効果を確かめた。

#### 3.2 工具刃先の観察

図3に無塗布部, オレイン酸水供給部をそれぞれ10000m切削したときの工具刃先 (a), (c) すくい面および (b), (d) にげ面の工学顕微鏡写真を示す。まず,

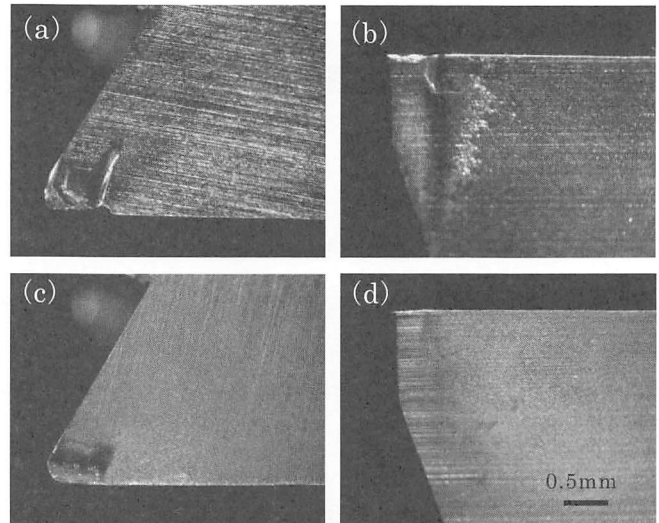


図3 工具刃先の光学顕微鏡写真

無塗布 : (a)すくい面, (b)にげ面  
オレイン酸水 : (c)すくい面, (d)にげ面

無塗布部では刃先の摩耗が進行しており, すくい面および逃げ面のいずれにも境界摩耗の痕跡が明瞭に確認できる。オレイン酸水供給部では, 無塗布部で確認できた境界摩耗は, すくい面および逃げ面のいずれにも確認できない。特に, にげ面摩耗はオレイン酸水によって激減した。これは, 切りくず排出過程で切りくずとすくい面の接触部が断続的に変化し, すくい面との接触部が最少となるときに, それまで接触していたすくい面にオレイン酸水が供給されてオレイン酸分子が吸着し, 単分子膜を作ることにより, 切りくずとすくい面の一部の潤滑を促進させたためと考えられる。切削距離約3000m以降で切削抵抗が減少し, この潤滑効果は, 図3の(c)でみられるクレータ摩耗によりすくい角が大きくなったこともあったと考えられる。

次に, 仕上げ面に及ぼす工具摩耗の観察について, 無塗布部およびオレイン酸水供給部の仕上げ面を観察したが, 大きな差は見られなかった。仕上げ面の算術平均粗さ  $R_a$  は無塗布部が  $2.8\mu\text{m}$ , オレイン酸水供給部で  $1.9\mu\text{m}$  とオレイン酸水の効果をみられた。

最後に, 市販の切削油剤とオレイン酸水を比較検討する。まず, 市販の切削油剤の切削抵抗は切削開始時で65N(オレイン酸供給部74N)だが, 切削終了時では55Nとオレイン酸水供給部よりも15N高い値となった。さらに, 工具刃先のすくい面およびにげ面の境界摩耗が確認できた。これらのことからオレイン酸水の有用性が確認できた。

#### 引用文献

- 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.
- 金田祥吾, 河森貴広, 高橋宏典, 池田慎一, 藤川昇, 田頭孝介: 2010年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, (2010) 29.
- 中川祐樹, 鈴木拓磨, 高橋宏典: 2011年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, (2011) 13.