

チタン合金の切削に及ぼす有機極性物質の影響

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

要旨

チタン合金 Ti-6Al-4V 丸棒を切削用試料とし, 所定の予備切削後, 切削速度 140 m/min, 送り量 0.02 mm/rev および切込み量 0.5 mm にて無塗布部, オレイン酸を水道水で均質化したオレイン酸水を刃先近傍に供給しながら約 600 m 切削した。その結果, 工具刃先への凝着の痕跡がオレイン酸水を供給することにより減少した。

1. 緒言

チタン合金の切削加工は小熱伝導率のために刃先近傍が高温となり, 工具寿命を著しく低下させる。さらに, 強い凝着性を示し, この凝着現象はチタン合金切削における工具損傷などの工具寿命低下に直結すると言われている¹⁾。そのため切刃の凝着はく離損傷を避ける目的から, アルミニウム合金を始めとする他の工具用金属材料に比べて極めて非能率的な加工条件を選択しなければならないのが現状である。

一方, 著者らは焼きなました純アルミニウム切削用試料に予備切削し転位密度を大きくした表面に, 各種濃度のオレイン酸流動パラフィン溶液を約 1 μm の厚さで塗布し乾式切削した。その結果, 0.1 mass% という低濃度のオレイン酸溶液で切削抵抗, 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た²⁾。しかし, このようなオレイン酸塗布による効果, つまり切削抵抗の減少や切りくず自由表面の形状の変化などはチタン合金の中で最も広く用いられている Ti-6Al-4V では確認できなかった³⁾。

そこで本研究ではよりチタン合金 Ti-6Al-4V の切削においてより実用的な条件でのオレイン酸の効果の詳細を調べるために旋盤による三次元切削を行った。

2. 実験方法

被削材は熱処理を施したチタン合金 Ti-6Al-4V の丸棒である。本実験の切削条件は表 1 に示す。切削は図 1 のように汎用旋盤にて行う。まず前段階として本切削を行う前に, 同一の加工変質層を得るため予備切削を行う。予備切削は本切削の直前に表 1 に示された条件で行い仕上げる。

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, 本切削時の切削液であるオレイン酸水は, オレイン酸の原液に水道水を市販の攪拌機にて均質化(濃度 5 mass%)したものを使用する。しかし, 攪拌直後, 作成した切削液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。オレイン酸水の溶媒である水道水の供給方法に関しても同様である。本切削での切削速度は 140 m/min とした。これはチタン合金の切削において切削速度が 180 m/min を超えると, 切りくずが発火する可能性があり危険であるためである。

工具は毎回未使用品を使用し, 切削後の切削液の有

無による凝着状態の違いを観察する。工具のすくい面, 逃げ面の観察は SEM にて行う。図 1 に示す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)は工具動力計で測定する。

以上の条件で無塗布, 水道水およびオレイン酸水の供給による切削を行い, その時の切削抵抗を測定する。また, 従来のオレイン酸の効果と比較するため, 塗布剤塗布面にオレイン酸原液を連続的に塗布した時の切削抵抗も同様に測定した。

表 1 切削条件

予備切削	
切削速度	100 m/min
送り量	0.08 mm/rev
切込み量	0.2 mm
切削液	なし
本切削	
切削速度	140 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, 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	11°, 1°
前切刃角	30°
横切刃角	0°
刃先先端の丸み	5 μm

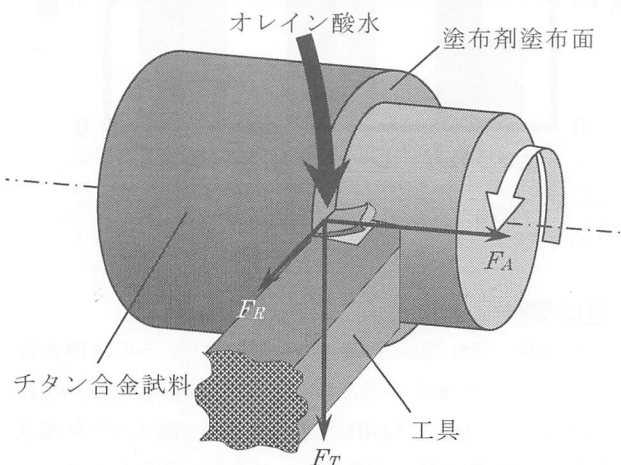


図 1 旋削の概要

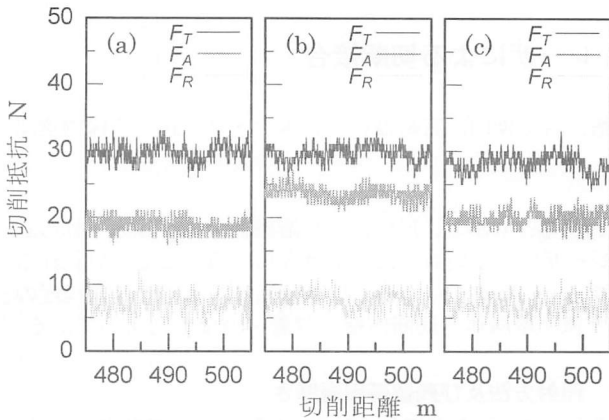


図2 切削抵抗に及ぼす切削液の影響
切削液：(a)無塗布，(b)水道水，(c)オレイン酸水

3. 実験結果および考察

図2にすくい角 10° ，切削速度 140 m/min ，送り量 0.02 mm/rev および切込み量 0.5 mm で(a)無塗布，(b)水道水，(c)オレイン酸水を供給し切削したときの切削抵抗に及ぼす切削液の影響を示す．いずれも最終切削距離は約 600 m で，切削開始より $475 \sim 505 \text{ m}$ の間の切削抵抗を示している．まず，(a)無塗布での切削抵抗の最大値は主分力が 33 N ，送り分力が 21 N ，背分力が 12 N であった．また，抵抗の変動量は主分力が 8 N ，送り分力が 5 N ，背分力が 10 N であった．(c)オレイン酸水供給部では主分力の最大値が 31 N ，送り分力が 23 N ，背分力が 13 N であり，変動量は主分力が 9 N ，送り分力が 6 N ，背分力が 10 N であった．(b)水道水供給部ではそれぞれ 33 N ， 27 N および 11 N であり，変動量は 8 N ， 6 N および 7 N であった．オレイン酸水の主分力は無塗布および水道水に比べてわずかではあるが低い抵抗値を示していることがわかる．同様の現象はオレイン酸原液を綿棒で押し当てながら塗布したときにも確認している．また，水道水の送り分力の最大値は 27 N と，オレイン酸水の 23 N ，無塗布の 21 N より高い抵抗値を示している．

図3に前述の図2で切削した工具逃げ面のSEM写真を示す．いずれの逃げ面にも横切れ刃稜から凝着の痕跡が確認できる．SEM観察で凝着量を測定するのは困難なので，刃先より切込み量の $1/2$ の距離における工具逃げ面の刃先稜からの凝着の距離を凝着幅と定義する．凝着幅は(a)無塗布が $74 \mu\text{m}$ ，(b)水道水が $63 \mu\text{m}$ ，(c)オレイン酸水が $45 \mu\text{m}$ であった．そのため凝着幅は無塗布および水道水に比べオレイン酸水を供給することで減少していることがわかる．この傾向はすくい面でも同様であった．また，水道水の工具逃げ面には堆積物が観察され，これはすくい面でも同様で，特に前切刃稜に大量に堆積している．この堆積物は水道水を供給した時の送り分力の最大値に影響を与えたと考えられる．オレイン酸水についても，送り分力のわずかな増加は，同様の堆積物の影響によるものと考えられる．

以上のことから，チタン合金の切削では切削抵抗に及ぼすオレイン酸水の影響はわずかであったが，オレイン酸水の供給により工具への凝着を抑制する効果が

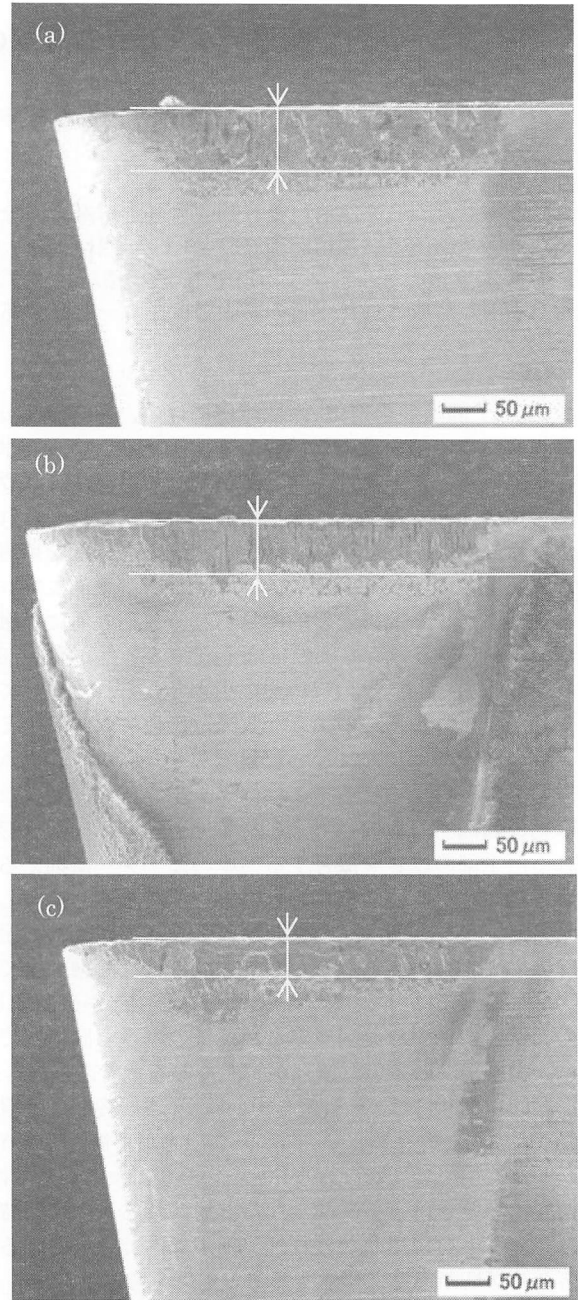


図3 工具逃げ面のSEM写真
切削液：(a)無塗布，(b)水道水，(c)オレイン酸水

確認できた．この効果は切削距離が増加することにより，工具への効果のみならず，切削抵抗へも効果が現われると考えられる．

参考文献

- 1) 篠崎賢二他：精密工学会誌，66，2 (2000) 224.
- 2) 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.
- 3) 辻田尚史，フィルダウスピンハムダン，伊藤祐一郎，池田慎一，中津正志，藤川昇：機械工学会北海道学生会講演論文集，37，(2008) 114.