

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 ○杉浦隆浩, 河森貴広, 池田慎一, 牧野フライス製作所 高橋維玖馬, 室工大名誉教授 田頭孝介

要 旨

焼きなましたチタン合金 Ti-6Al-4V の丸棒 (約 $\phi 120$ mm) 切削用試料とし, 所定の予備切削後, 回転数 100~500 rpm (切削速度 30~180 m/min), 送り量 0.02 mm/rev および切込み量 0.5 mm で無塗布部およびオレイン酸塗布部を約 1000 m 切削した。その結果, 切削抵抗に及ぼすオレイン酸塗布の影響はほとんど無かったが, 工具すくい面の凝着の痕跡はオレイン酸塗布により低減した。

1. 緒言

近年, チタン合金の需要は自動車部品用・航空機用等の材料として高まってきている。しかし, 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度となり, 工具寿命を著しく低下させる。さらに, 強い凝着性も示す。この凝着現象は特にチタン合金切削における工具損傷等の工具寿命低下に直結すると言われている。¹⁾ そのため切れ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はじめとする他の工業用金属材料に比べてきわ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アルミニウム合金 A5052 に所定の予備切削し転位密度を大きくした表面に, 濃度 0~100mass% のオレイン酸流動パラフィン溶液をわずかに塗布し乾式切削し, 0.04mass% 以上の濃度で切削抵抗, 切削面粗さおよび切りくず厚さが 0.04mass% 未満の濃度に比べてわずかではあるが減少することを確認した²⁾。同様の効果は難削材であるステンレス鋼でも確認している³⁾。

そこで, 本研究ではチタン合金 Ti-6Al-4V を切削用試料とし, 過飽和カルボン酸であるオレイン酸の原液を塗布しながら切削したときの切削抵抗および切削後の工具すくい面の凝着状態に及ぼすオレイン酸の影響について調べた。

2. 実験方法

被削材は焼きなましたチタン合金 Ti-6Al-4V の丸棒である切削用試料の形状は $\phi 120 \times 100$ mm である。本実験の切削条件を表 1 に示す。本切削は図 1 に示すように汎用旋盤で試料を切削する。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同一径の条件 (加工変質層等) を同一にするために予備切削を行う。

上述した予備切削は本切削の直前に切削速度約 100 m/min, 送り量 0.08 mm/rev および切込み量 0.2 mm の条件でドライ切削し仕上げる。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。そのため, 従来のこの種の実験 (二次元切削) とは異なり塗布剤がすくい面やにげ面に浸入する可能性は十分にある。本切削の切削速度は 30~180 m/min とした。切削速度は 150 m/min を超えると切りくずが試料に絡むだけで発火の危険性があるため, 180 m/min までとした。本切削で使用する工具は未使用品を使用し, 切削後の塗布剤の有無による凝着状態の変化を観察する。工具すくい面の観察については SEM で行う。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) は圧電式の工具動力計で測定する。

以上の条件で無塗布部およびオレイン酸塗布部の切削を行い, その時の切削抵抗を測定し, さらに, 切削後の工具すくい面の SEM 観察を行いチタン合金の切削に及ぼすオレイン酸の影響を調べた。

表 1 切削条件

予備切削	
回転数	300 rpm
送り量	0.08 mm/rev
切込み量	0.2 mm
塗布剤	なし
本切削	
回転数	100~500 rpm
送り量	0.02 mm/rev
切込み量	0.5 mm
塗布剤	オレイン酸溶液
切削工具	
工具材種	K-10 (WC)
すくい角	0°, 10°
逃げ角	11°, 1°
前切刃角	30°
横切刃角	0°
刃先先端の丸み	5 μ m

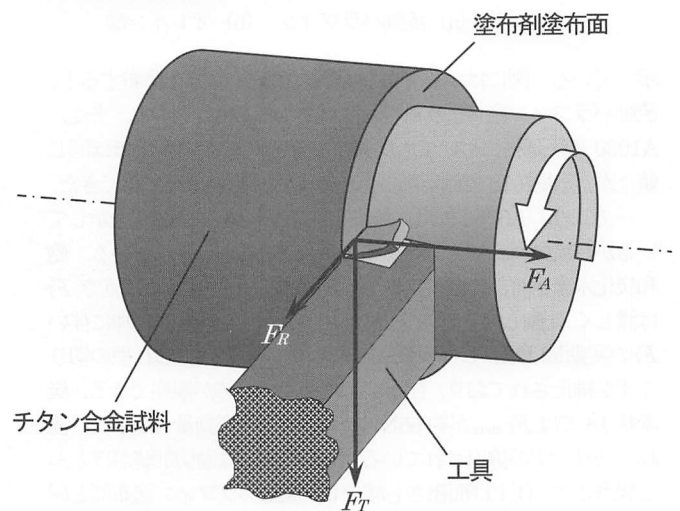


図 1 旋削の概要

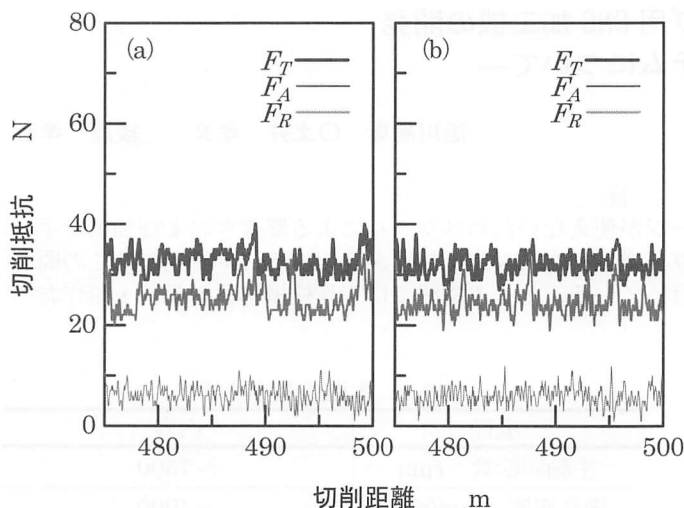


図2 切削抵抗に及ぼすオレイン酸の影響
 切削速度：150 m/min すくい角：10°
 (a) 無塗布部, (b) オレイン酸塗布部

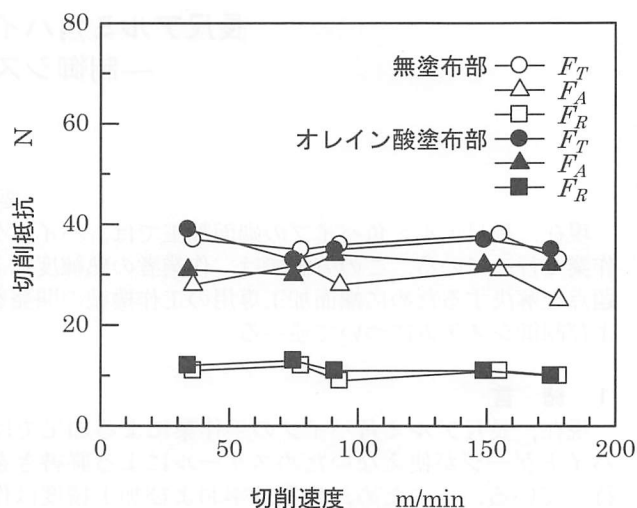


図3 切削抵抗に及ぼす切削速度の影響
 すくい角：10°

3. 実験結果および考察

図2にすくい角10°，切削速度150 m/min，送り量0.02 mm/rev および切込み量0.5 mm で (a) 無塗布部と (b) オレイン酸塗布部を切削したときの切削抵抗に及ぼす切削距離の影響を示す。いずれも最終切削距離は約1000 mで，図に示している切削距離は切削開始より475~500 mである。切削抵抗はオレイン酸の塗布の有無に関係なく主成分が最も大きくなっている。主成分，送り成分および背成分の最大値はオレイン酸の塗布の有無に関係なくそれぞれ，38 N 30 N および10 Nを示している。また，三分力の全てで変動しており主成分，送り成分および背成分の変動量はいずれも約10 Nを示している。この変動量は切削距離1000 mでも同一であった。この結果から，切削速度150 m/minではオレイン酸の効果は確認できなかった。

図3にすくい角10°，送り量0.02 mm/rev および切込み量0.5 mm で無塗布部およびオレイン酸塗布部を切削したときの切削抵抗に及ぼす切削速度の影響を示している。三分力はいずれも切削距離500 mにおける最大値で示している。多少のバラツキはあるもが切削速度30~180 m/minの間ではオレイン酸の塗布に関係なく，主成分で約40 N，送り成分で約30 N，背成分で約10 Nを示しており，切削速度に関係なくオレイン酸の効果は確認できなかった。

図4に (a) 無塗布部および (b) オレイン酸塗布部を切削距離1000 m切削したときの工具逃げ面のSEM写真を示す。いずれの逃げ面にも横切れ刃（写真上側）から凝着の痕跡が確認できる。しかし，その凝着の痕跡は無塗布部に比べオレイン酸塗布の方が明らかに少ない。この傾向はすくい面でも同様である。さらに，逃げ面摩耗幅は無塗布部で約150 μm，オレイン酸塗布部で約100 μmとオレイン酸塗布により逃げ面摩耗幅も明らかに減少している。

このように，チタン合金の切削では切削抵抗に及ぼすオレイン酸の影響はほとんど見られなかったが，オレイン酸塗布により工具摩耗を抑制する効果が確認できた。

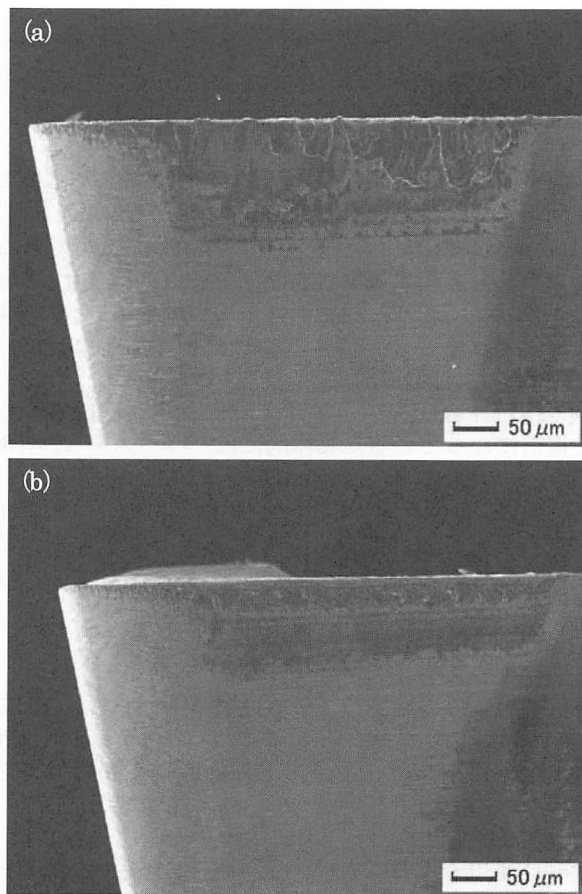


図4 工具逃げ面のSEM写真
 (a) 無塗布部切削後, (b) オレイン酸塗布部切削後

参考文献

- 1) 篠崎賢二他：精密工学会誌 66, 2 (2000) 224.
- 2) 船田和也他：2005年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集 (2005) 71.
- 3) 張春艶，池田慎一，田頭孝介：精密工学会誌 71, 7 (2005) 905.