

アルミニウム切削に及ぼす塗布剤の影響

苫小牧高専 ○五十嵐圭一, 内田大毅, 秋山尚寛, 池田慎一, 中津正志, 室工大 田頭孝介

要 旨

焼きなました切削用純アルミニウム試料の端面を従来の方法(切削速度 2 mm/s, 切込み量 0.03→0.02→0.01 mm)で予備切削し, さらに最終切込み量として 0.01~0.05 mm でそれぞれ予備切削面を仕上げた. この面の前半を無塗布とし, 後半に 0.2 mass% オレイン酸溶液を塗布し, 切込み量 0.01~0.05 mm で同様に低速二次元切削した. 切削抵抗は最終切込み量 0.04 mm, 切込み量 0.01 mm のときと, 最終切込み量 0.05 mm, 切込み量 0.01 および 0.02 mm で塗布の有無に関係なく低い値を示した.

1. 緒言

著者らは純アルミニウムを焼きなまし, 予備切削により転位密度を大きくした試料の表面に, 各種濃度のオレイン酸流動パラフィン溶液を約 1 μm 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¹⁾. 著者らは上記の効果をオレイン酸などのカルボン酸分子と転位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た^{1)~4)}. つまり, オレイン酸分子が母材表面の転位近傍のアルミニウム原子と化学吸着し, 表面の転位を固着することにより, 盛り上がり部の表面層が硬化しクラックの生成が頻繁に起こる. そのため切りくずが短い周期で連続的に形成され, 切りくず厚さは減少し, ついには切削抵抗も減少する. しかしながら, 盛り上がり部の表面層の塑性変形能の大小が塗布効果に及ぼす影響については明らかでない.

そこで, 本研究では従来の予備切削の後にさらに最終切込み量として 0.01 mm~0.05 mm で切削し, 表面層の塑性変形能が異なる予備切削面を仕上げ, 主に切込み量を変化させた切削条件での切削抵抗を測定し, 塗布効果発生の有無について調べた.

2. 実験方法

被削材は板厚 2 mm の純アルミニウム冷延板(100×35 mm)を 600°C×4 h, 真空中で焼きなましたものである. 試料の平均粒径は 0.1 mm, 平均硬さは約 30 HV である. 切削はこの被削材の端面(100×2 mm)に塗布剤を塗布して行った. 本実験の切削条件を表 1, 切削装置概要を図 1 に示す.

本切削前の予備切削は被削材表面層に加工層を形成するために行う. 本実験では予備切削後に最終切込み量として 0.01~0.05 mm で切削し, 予備切削表面層の塑性変形能が異なる

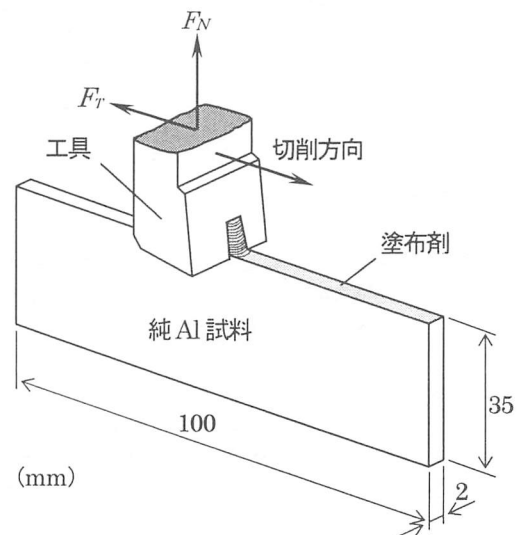


図 1 切削装置概要

表 1 切削条件

予備切削	
切削速度	2.0 mm/s
切込み量	0.03-0.02-0.01-0.01-0.01 mm
最終切込み量	0.01~0.05 mm
塗布剤	1.0 mass% オレイン酸溶液
本切削	
切削速度	2.0 mm/s
切込み量	0.01~0.05 mm
切削工具	
工具材種	K-10 (WC)
すくい角	5°
逃げ角	6°
刃先先端の丸み	5 μm
塗布剤	
溶質	オレイン酸 (炭素数 18)
溶媒	流動パラフィン
濃度	0.2 mass%

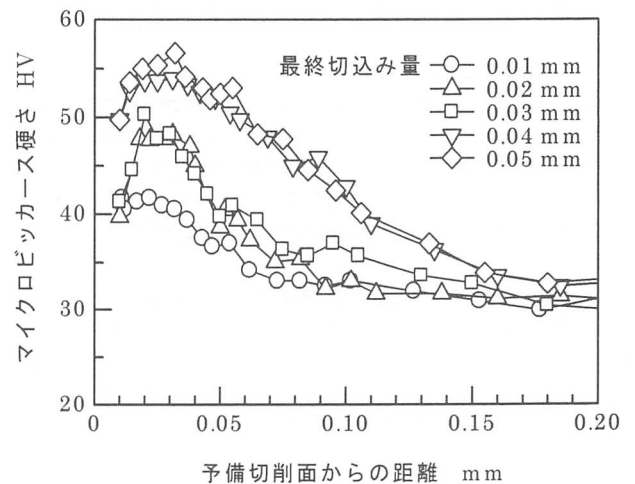


図 2 予備切削後の試料断面のマイクロビッカース硬さ

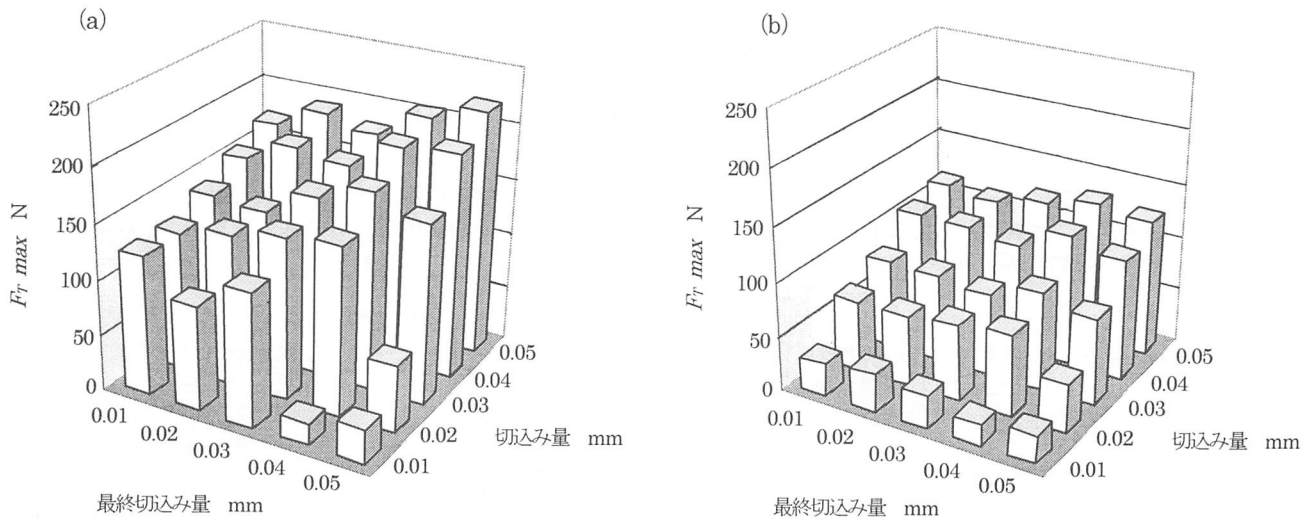


図3 主分力に及ぼす切込み量と最終切込み量の影響

(a) 無塗布部, (b) 0.2 mass%オレイン酸溶液塗布部

予備切削面を仕上げた。図2に仕上げた試料側面のマイクロビッカース硬さを示す。表面から0.02 mmの領域の硬さは最終切込み量0.01 mmで42 HV, 0.05 mmで55 HVと最終切込み量の増加に伴い増加している。

塗布剤はアセトンで洗浄後の予備切削面に厚さ約1 μmでオレイン酸溶液を微量塗布し二次元切削した。そのときの切削抵抗を圧電式の工具動力計で測定した。切りくず自由表面はSEMで観察した。

3. 実験結果および考察

図3に切込み量0.01~0.05 mm, 最終切込み量0.01~0.05 mmで(a) 無塗布部, および(b) 0.2 mass%オレイン酸溶液塗布部を切削したときの主分力の最大値($F_{r\max}$)を三次元の棒グラフで示す。(a) 無塗布部の主分力は最終切込み量一定の条件で切込み量の増加に伴い増加している。これは単に切削面積の増加によるものであろう。また、切込み量一定の条件では主分力が最終切込み量の増加に伴い増加傾向を示している。これは最終切込み量の増加に伴う工具刃先通過部分の硬さの増加によるものと考えられる。ただし、最終切込

み量0.04 mm, 切込み量0.01 mmのとき、最終切込み量0.05 mm, 切込み量0.01および0.02 mmでは主分力がそれぞれ20, 30および60 Nと同じ切込み量における他の条件と比べ低い値を示している。最終切込み量0.04および0.05 mmでは硬さ分布が示すように表面層の塑性変形能が低い。そのため、表面層でのせん断破壊が容易に起こり、流れ型切りくずが排出され、結果として主分力が低くなったと考えられる。

(b) 塗布部の主分力も無塗布部と同様の傾向を示している。

最終切込み量0.01 mm, 切込み量0.01 mmの主分力は無塗布部で125 N, 塗布部で30 Nとオレイン酸溶液塗布により無塗布部の約25%に減少している。切込み量0.05 mmでは無塗布部で170 N, 塗布部で115 Nと塗布により無塗布部の約70%に減少しており、切込み量の増加により塗布による効果は小さくなる傾向を示している。しかし、最終切込み量0.05 mm, 切込み量0.01 mmの主分力は無塗布部で30 N, 塗布部で25 Nとオレイン酸溶液塗布の有無に関係なく低い値を示している。つまり、塗布効果は予備切削面の表面層の塑性変形能の大きさに左右されるものと考えられる。

図4に最終切込み量0.05 mm, 切込み量0.02 mmのときの切りくず自由表面のSEM写真を示す。写真中央の左側が塗布部, 右側が無塗布部の切りくず自由表面を示しており、切りくずの排出方向は写真の左方向である。このときの主分力はオレイン酸溶液塗布の有無に関係なく低い値を示しており、切りくず自由表面の形状に関しても同様に塗布剤の有無に関係なく、せん断面上でほぼ等間隔に変形・破壊を繰り返すことによって、微視的には切りくず断面の輪郭がごこ歯状に見える流れ型切りくずが確認できる。

このように、塗布効果は予備切削面の表面層の塑性変形能が大きく、さらに切込み量が小さい方がより明瞭に現れることが確認された。

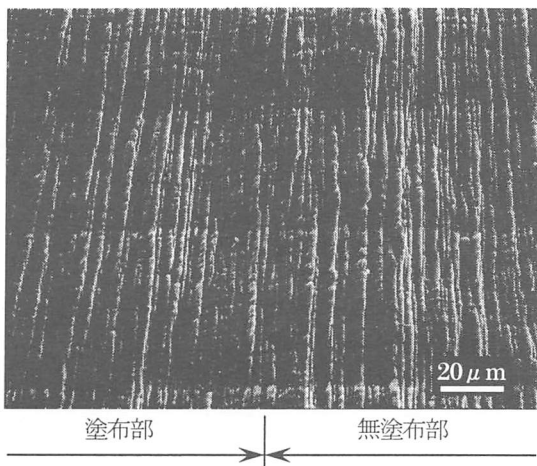


図4 切りくず自由表面のSEM写真

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) 田頭孝介, 池田慎一, 米川賢: 精密工学会誌, 66, 12 (2000) 1917.
- 3) 池田慎一, 田頭孝介: 精密工学会誌, 67, 7 (2001) 1150.
- 4) 池田慎一, 田頭孝介, 中津正志: 精密工学会誌, 69, 1 (2003) 95.