

純アルミニウムの切削に及ぼす切削条件の影響

苫小牧高専 ○島崎琢也, 柿坂佳幸, 竹内灯, 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を予備切削(切削速度 120 mm/min, 切込み量 0.03→0.01 mm)し予備切削面を仕上げた。この面に 0.1 mass% オレイン酸流動パラフィン溶液を塗布し, 切込み量 0.02 および 0.05 mm, 切削速度 100~15000 mm/min で二次元切削した。その結果, 切削速度の増加に伴い塗布による切削抵抗の減少量は大きくなった。しかし, 切削速度の増加に伴う切削熱により塗布効果が消失する可能性があるため, 一概に切削速度の増加に伴い塗布による効果が大きいとは言えない。

1. 緒言

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 $1\mu\text{m}$ 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⁾。上記の効果を著者らはオレイン酸をはじめとする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)~5)}。すなわち, 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することにより表面の転位を固着する。これにより盛り上がり部の表面層は硬化シラックの生成が頻繁に起こり, 切りくずが短い周期で連続的に形成される。そのため, 切りくず厚さが減少し切削抵抗も減少する。この塗布効果は盛り上がり部表面層の塑性変形能の大小, 予備切削面の温度などに大きく影響を受けることが分かっているが⁴⁾, 切削速度などの切削条件の変化による影響についての詳細は明らかではない。

そこで, 本研究では所定の予備切削後, 切込み量 0.02 mm および 0.05 mm, 切削速度 100~15000 mm/min で切削したときの切削抵抗に及ぼす切削速度の影響について調べた。

表1 切削条件

予備切削	
切削速度	120 mm/min
切込み量	0.03-0.02-0.01-0.01-0.01 mm
最終切込み量	0.01 mm
塗布剤	1.0 mass% オレイン酸溶液
本切削	
切削速度	100~15000 mm/min
切込み量	0.02, 0.05 mm
切削工具	
工具材種	K-10 (WC)
すくい角	5°
逃げ角	6°
刃先端の丸み	$5\mu\text{m}$
塗布剤	
溶質	オレイン酸
溶媒	流動パラフィン
濃度	0.1 mass%

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 $600^\circ\text{C}\times 4\text{h}$, Ar 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一面(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, 切削用試料の概要を図1に示す。

予備切削は本切削前の被削材表面層に所定の加工層を形成するために行う。まず, 1.0 mass% オレイン酸流動パラフィン溶液を塗布して切込み量 0.03 mm で切削する。その後 0.02, 0.01 mm と切込み量を減少させ, 最終的に 0.01 mm で3回切削し予備切削面を仕上げた。特に本切削時に塗布する塗布剤はアセトンで洗浄後, 切削中に工具すくい面と切りくずの間に塗布剤が浸入しないように予備切削面に約 $1\mu\text{m}$ という塗布厚さで塗布され二次元切削を行う。このときの切削抵抗は圧電式の工具動力計, 切りくず厚さはマイクロメーターで測定した。

3. 実験結果および考察

図2に切削速度 100~15000 mm/min, (a) 切込み量 0.02 mm および (b) 切込み量 0.05 mm のときの無塗布部およびオレイン酸溶液塗布部の切削抵抗を示す。特に無塗布部の切削抵抗の値は大きく変動するため最大値(主分力: F_{Tmax} , 背分力: F_{Nmax})で示している。横軸は対数で表示している。

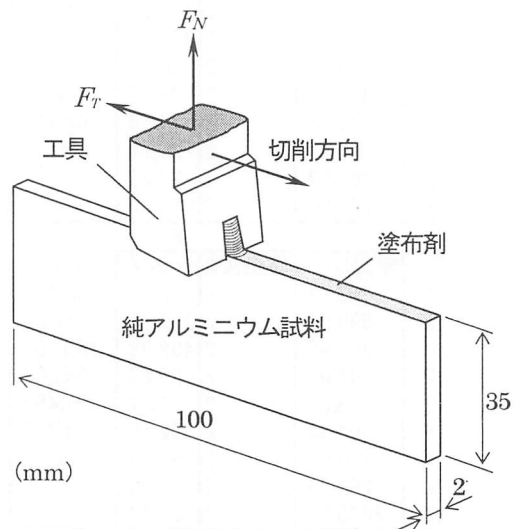


図1 切削用試料概要

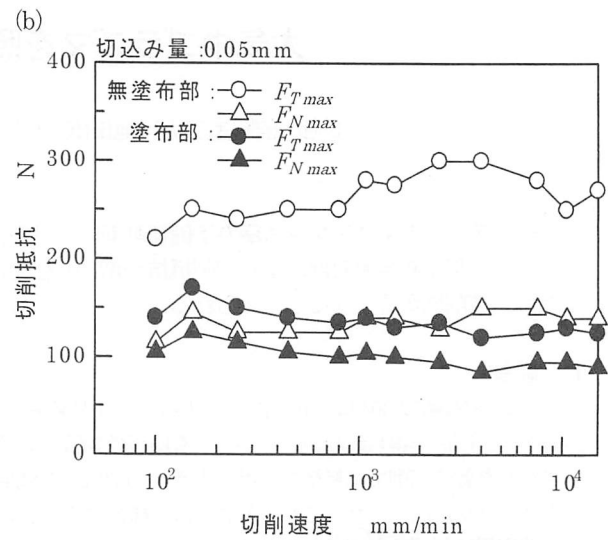
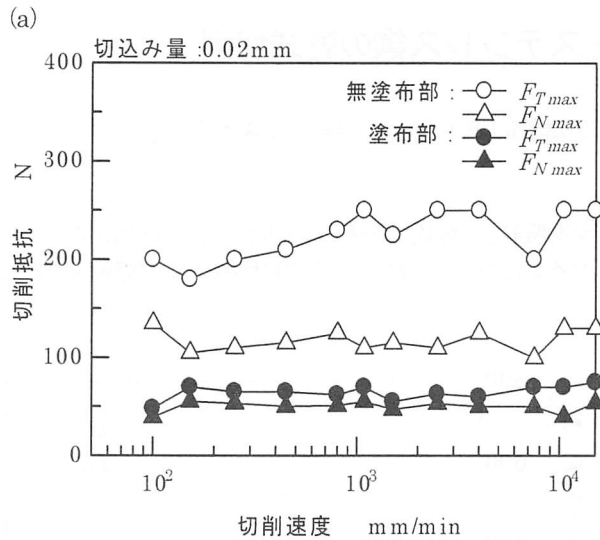


図2 切削抵抗に及ぼす切削速度の影響 (a) 切込み量 : 0.02 mm, (b) 切込み量 : 0.05 mm

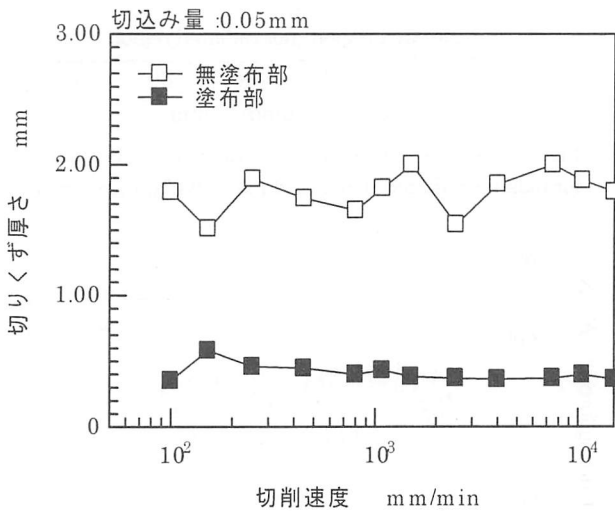


図3 切りくず厚さに及ぼす切削速度の影響

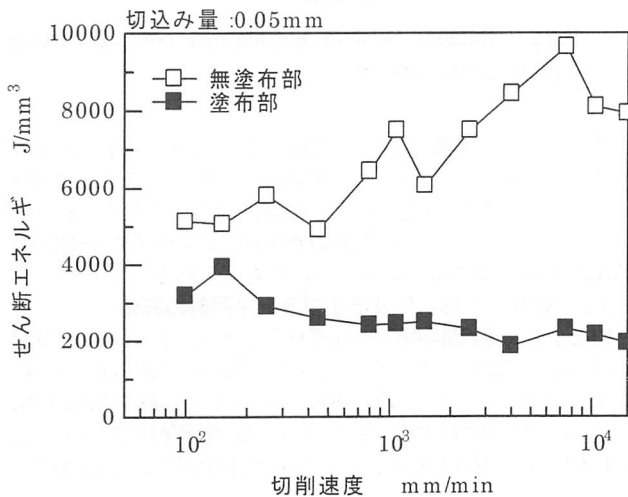


図4 せん断エネルギーに及ぼす切削速度の影響

無塗布部の主分力は (a), (b) 共に切削速度の増加に伴い増加している。背分力もはずかではあるが増加傾向を示している。このような傾向を示す無塗布部では切込み量に関わらず工具すくい面に切りくずが堆積することにより過切削が起るため切削抵抗が大きく変動する。この過切削現象が切削速度の増加による切削抵抗の増加と関係があるものと考えられる。ただし、低速切削で発生する構成刃先はいずれの切削条件においても確認されなかった。

一方、塗布部の切削抵抗は切削速度の増加に伴い減少している。この傾向は無塗布部と異なる傾向であり、切込み量が大きいほど明瞭である。(b) で切削速度 250 mm/min のときの主分力は無塗布部で約 250 N、塗布部で約 150 N であるが、2500 mm/min では無塗布部で約 300 N、塗布部で 135 N とオレイン酸溶液塗布による主分力の減少量が大きくなっている。つまり、切削速度の増加に伴い塗布による切削抵抗の減少量が大きくなっていると言える。ただし、切削速度の増加に伴い発生する切削熱が塗布剤の効果を消失させる可能性があるため、一概に切削速度が大きいほど塗布による効果が大きいとは言えない。

図3に切込み量 0.05 mm のときの切りくず厚さに及ぼす切削速度の影響を示す。切りくず厚さに及ぼす切削速度の影響は塗布剤の有無に関わらずほとんどない。

図4に切込み量 0.05 mm のときの単位容積当たりのせん断エネルギーに及ぼす切削速度の影響を示す。せん断エネルギーの算出は切削エネルギーに占めるせん断エネルギーの割合が大きいことから、近似的に切削距離 100 mm 中の主分力の平均値および切りくずの質量から見積もった。その結果、せん断エネルギーは切削速度の増加に伴い無塗布部では増加し、塗布部では減少しており、切削抵抗と同じ傾向を示している。

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) 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.
- 5) 田頭孝介, 池田慎一, 佐藤謙司: 精密工学会誌, 70, 1 (2004) 101.