

# アルミニウムの切削抵抗に及ぼす流動パラフィンの影響

苫小牧高専 ○高橋竜典, 金田祥吾, 廣岡伸哉, 池田慎一, 室工大名誉教授 田頭孝介

## 要旨

純アルミニウム A1030 及びアルミニウム合金 A5052 を予備切削し, その表面に各種濃度のオレイン酸流動パラフィン溶液および炭素数 6~18 の飽和炭化水素を塗布し, 切込み量 0.02mm, 切削速度 2mm/s で二次元切削した. その結果, 純アルミニウムの予備切削材では炭素数 18 の炭化水素塗布で切削抵抗が減少したが, アルミニウム合金では炭素数 10 以上で切削抵抗が減少した.

## 1. 緒言

焼きなましたアルミニウム合金 A5052 切削用試料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約 1 $\mu$ m 塗布し乾式切削すると, 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が確認されている<sup>1)</sup>. この現象は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されてきた<sup>2)~4)</sup>. これは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. それにより盛り上がり部の表面層は硬化しク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. その結果, 切りくず厚さが減少し切削抵抗も減少する. この塗布効果は焼きなました純アルミニウムで顕著に確認できたが, アルミニウム合金 A5052 では効果は小さい. さらに, オレイン酸を含まない流動パラフィンを塗布しても切削抵抗は無塗布部に比べ減少する. この現象は純アルミニウムの結果とは異なり, その詳細は明らかではない.

そこで, 本研究では純アルミニウム(A1030)とアルミニウム合金(A5052)の圧延板およびその圧延板を焼きなましたものを切削用試料とし, 所定の予備切削後, 流動パラフィンおよび流動パラフィンを構成する飽和炭化水素(炭素数: 6~18)を塗布して切削したときの切削抵抗を測定し, 切削抵抗に及ぼす塗布剤の影響を調べ, 特に, 切削抵抗に及ぼす飽和炭化水素の炭素数の影響について調べた.

表 1 切削条件

予備切削	
切削速度	2 mm/s
切込み量	0.01 mm
塗布剤	オレイン酸
本切削	
切削速度	2 mm/s
切込み量	0.02 mm
塗布剤	流動パラフィン 飽和炭化水素 (C : 6~18) オレイン酸
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 $\mu$ m

## 2. 実験方法

被削材は板厚 2 mm のアルミニウムの圧延板(100×35 mm)とその圧延板を 400°C×4 h, Ar 中で焼きなましたものである. 圧延板の平均硬さは 66.6HV0.1, 焼きなましたあとは 44.1HV0.1 となった. この圧延板を「圧延材」, 焼きなました圧延板に所定の予備切削を行った試料を「予備切削材」と呼び, 切削はこれらの被削材の端面 (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, 切削用試料の概要を図 1 に示す.

上述した予備切削は本切削を行う前に被削材表面層に所定の加工層を形成するために行うが, このとき塗布剤はオレイン酸の原液を工具すくい面に付着しないように微量塗布し, 切削速度 2 mm/s, 切込み量 0.01 mm で数回切削し予備切削面を仕上げた. 本切削は予備切削時に使用したオレイン酸の影響を十分に取り除くためにアセトンで洗浄した予備切削面に流動パラフィンおよび炭素数の異なる飽和炭化水素の原液を塗布し二次元切削した. 本切削も予備切削時と同様に, 塗布剤が切削中に工具すくい面と切りくずの間に浸入しないように十分注意した. 本切削時の切削抵抗は圧電式の工具動力計で測定し, 切りくず自由表面は SEM で観察を行った.

## 3. 実験結果および考察

図 2 に炭素数 6~18 の飽和炭化水素を塗布した予備切削材 (a) A1030 および (b) A5052 を切削速度 2mm/s, 切込み量 0.02mm で切削したときの切削抵抗の最大値 (主分力  $F_{Tmax}$ , 背分力  $F_N$ ) を示す. それぞれ図中の線は上部が無塗布部, 下部が流動パラフィン塗布部の  $F_{Tmax}$  を示している.

(a) A1030 では, 無塗布部の  $F_{Tmax}$  が約 160N であるが, 流動パラフィン塗布部では 130N を示しており, 流動パラフィン塗布により主分力の最大値は  $F_{Tmax}$  は約 30N 減少した. 飽和炭化水素塗布部では炭素数 6~16 までは無塗布部とほぼ同じ値を示

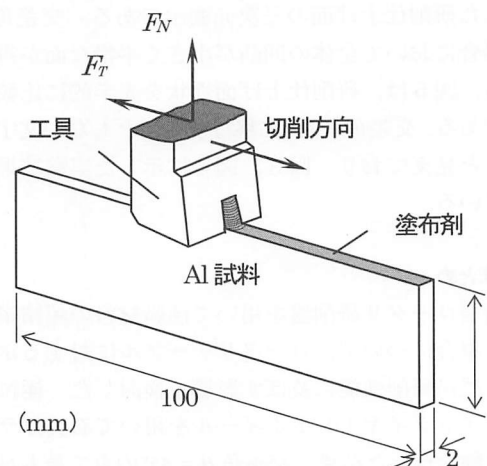


図 1 切削用試料概要

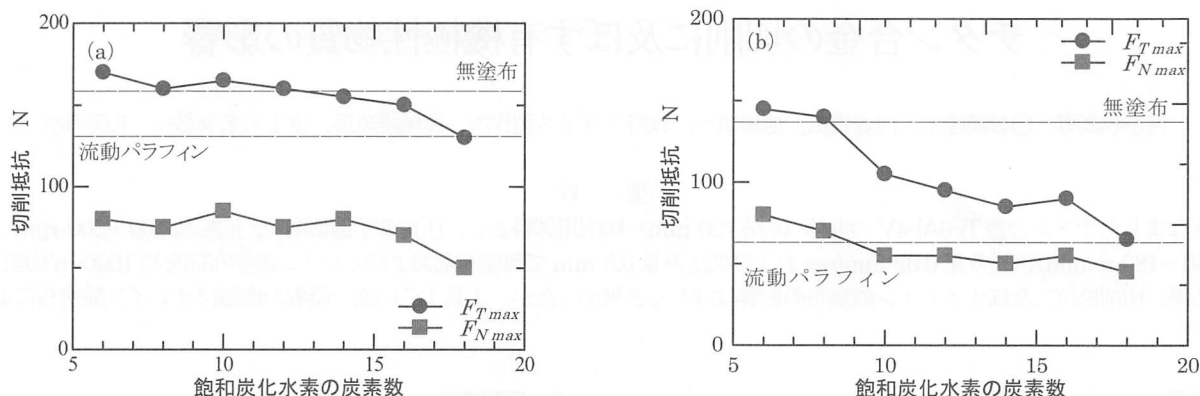


図2 切削抵抗に及ぼす飽和炭化水素の炭素数の影響  
試料：(a) A1030, (b) A5052

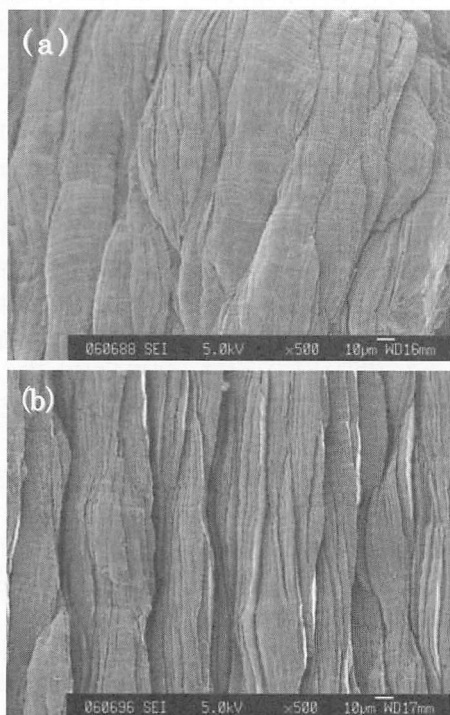


図3 予備切削材の切りくず自由表面のSEM写真  
塗布剤：(a) 流動パラフィン, (b) オレイン酸

示している。図には示していないが、オレイン酸を塗布すると、流動パラフィン塗布よりもさらに減少し約 50N を示す。また、A1030 の圧延材についても炭素数 6~16 では無塗布とほぼ同じ値だが、炭素数 18 では切削抵抗を減少させる効果が確認できた。

一方、(b) A5052 では、無塗布部の  $F_{Tmax}$  は 140N を示しているが、流動パラフィンの塗布により 60N に減少している。飽和炭化水素塗布部では炭素数 6~8 は無塗布とほぼ同じ値で  $F_T$  は激しく変動している。炭素数 10~16 は炭素数の増加に伴い  $F_T$  の変動量は減少している。炭素数 6~16 ではむしれ型の切りくずが排出されており、仕上げ面にも過切削跡が観察できる。炭素数 18 では  $F_{Tmax}$  が約 65N を示し、 $F_T$  の変動量も小さく、流れ型切りくずが排出されている。仕上げ面には過切削跡がほとんど観察されず、仕上げ面粗さも減少し、流動パラフィン塗布部と同様の結果を示している。図には示していないが、オレイン酸を塗

布すると、流動パラフィン塗布よりもさらに減少し約 50N を示す。また、圧延材の飽和炭化水素塗布部では、炭素数 6~16 の主成分  $F_T$  はいずれも激しく変動しており、むしれ型の切りくずが排出されている。仕上げ面には過切削跡が観察される。炭素数 16 以下ではいずれも無塗布部と同様の結果を示している。炭素数 18 では  $F_T$  の変動は小さくなっており、切りくずはむしれ型ではなく流れ型切りくずが排出されている。仕上げ面の過切削跡はほとんど観察されず、流動パラフィン塗布部と同様の結果を示している。

以上のように、予備切削材、圧延材、いずれの試料においても切削抵抗を減少させる効果がある流動パラフィンは飽和炭化水素の混合物で構成されている。本実験結果から流動パラフィンには炭素数 18 以上の飽和炭化水素が含まれていることが考えられる。これらの飽和炭化水素には炭素数の増加により融点や粘度が増加する性質があるため、この性質が切りくず生成過程で切りくずラメラ間の潤滑に寄与し、切削抵抗を減少させると考えられる。ここで、無塗布部と流動パラフィン塗布部の  $F_{Tmax}$  から流動パラフィン塗布による主成分減少の割合を、A1030 と A5052 で比較すると、A1030 は 19%、A5052 が 57% となった。つまり、A1030 よりも A5052 の方が切削抵抗に及ぼす流動パラフィンの影響が大きく、A5052 の方が低い炭素数で  $F_{Tmax}$  が減少するという結果と一致した。

図3に切込み量 0.02mm、切削速度 2mm/s で切削したときの予備切削材の (a) 流動パラフィンおよび (b) オレイン酸を塗布したときの切りくず自由表面の SEM 写真を示す。(a)、(b) 共に切りくず自由表面には約 50µm の細かなラメラが観察できるが、(a) では切りくず生成時の塑性変形による切りくず自由表面形状が丸い細かなラメラが観察でき、(b) ではオレイン酸による転位の固着作用によるせん断破壊の痕跡(切りくず自由表面形状が尖っている)が観察できる。

このように流動パラフィンにより切削抵抗の減少は、オレイン酸などの有機極性物質による塗布効果とは異なることが確認できる。

参考文献

- 1) 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.
- 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) 田頭孝介、池田慎一、米川賢：精密工学会誌、66, 12 (2000) 1917.
- 4) 田頭孝介、池田慎一、佐藤謙司：精密工学会誌、70, 1 (2004) 10