

Pb の切削に及ぼすカルボン酸の影響

苫小牧高専 ○逢坂誠, 木村嘉之, 池田慎一, 中津正志, 室工大 田頭孝介

要 旨

切削用純鉛試料の被削面を予備切削し、炭素数が2~10のカルボン酸の原液および0~100mass%のオレイン酸流動パラフィン溶液を被削面に塗布し低速二次元切削した。このときの切削抵抗、切削面粗さおよび切りくず厚さは炭素数およびオレイン酸濃度に関わらず変化しなかった。しかし、炭素数が8以上のカルボン酸およびオレイン酸濃度が0.1mass%以上で切りくず自由表面に塗布効果の特徴である先端の尖ったラメラが観察された。

1. 緒言

著者らはアルミニウムの焼きなまし材と予備切削により転位密度を大きくした予備切削材の被削面に、各種濃度のオレイン酸流動パラフィン溶液を約1 μ m塗布し乾式切削した。その結果、予備切削材では0.1 mass%という低濃度パラフィン溶液でも、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し、焼きなまし材ではオレイン酸の原液を塗布しても上記の効果は現れないことを確認した¹⁾。また、同様の予備切削材の被削面に、各種炭素数の直鎖のカルボン酸を塗布し、炭素数が7以上で上記の効果が現れることも確認した²⁾。著者らは上記の効果をおレイン酸などのカルボン酸分子と転位近傍のAl原子の化学吸着による転位の固着作用で説明した。

さらに、著者らは上記の効果がfcc系の軟質金属だけでなく、bcc系の純鉄でも現れることを明らかにし、赤外スペクトル測定によりオレイン酸分子が活性化した転位の周りのFe原子と化学吸着することを確認した³⁾。

本研究では、上記の効果がアルミニウムや銅と同じfcc系の金属である純鉛に各種塗布剤を塗布し乾式切削して、カルボン酸の炭素数およびオレイン酸濃度の影響を調べた。

2. 実験方法

被削材は板厚2mmの純度99.99%の研究用純鉛板である。これを100×35mmに切断し、被削面(100×2mm)に一連の予備切削を行い、加工硬化層を形成させた。予備切削は被削面に1.0mass%オレイン酸パラフィン溶液を2 μ m以下

の厚さで塗布し、切込み量0.03mmから0.01mmずつ減少させ、最終的に0.01mmで予備切削し本切削用の被削面を仕上げた。表1に本切削時の塗布剤を示し、表2に切削条件を示す。図1にマシニングセンタのテーブルに固定した二次元切削装置の概要を示す。工具は表2に示す超硬工具を用いた。以上の切削条件で本切削を行い、切削抵抗(主分力 F_T 、背分力 F_N)は工具動力計で測定し、切りくず自由表面は光学顕微鏡およびSEMで観察した。

3. 実験結果および考察

3.1 切削抵抗に及ぼすカルボン酸の影響

図2に炭素数が2~10のカルボン酸原液を被削面に塗布したときの切削抵抗の最大値(主分力 F_{Tmax} 、背分力 F_{Nmax})

表2 切削条件

本切削	
切削速度	100 mm/min
切込み量	0.05 mm
予備切削	
切削速度	100 mm/min
切込み量	0.03, 0.02, 0.01 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 μ m

表1 塗布剤

炭素数	塗布剤	化学式
2	酢酸	CH ₃ - COOH
3	プロピオン酸	C ₂ H ₅ - COOH
4	酪酸	C ₃ H ₇ - COOH
5	吉草酸	C ₄ H ₉ - COOH
6	ヘキサン酸	C ₅ H ₁₁ - COOH
7	ヘプタン酸	C ₆ H ₁₃ - COOH
8	オクタン酸	C ₇ H ₁₅ - COOH
9	ノナン酸	C ₈ H ₁₇ - COOH
10	デカン酸	C ₉ H ₁₉ - COOH
12	ラウリン酸	C ₁₁ H ₂₃ - COOH
14	ミリスチン酸	C ₁₃ H ₂₇ - COOH
16	パルミチン酸	C ₁₅ H ₃₁ - COOH
18	ステアリン酸	C ₁₇ H ₃₅ - COOH
18	オレイン酸	C ₁₇ H ₃₃ - COOH

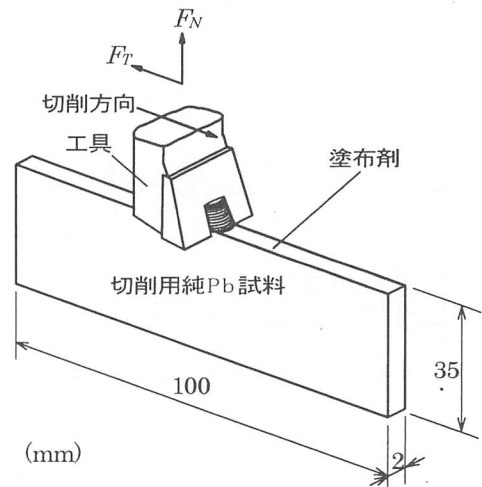


図1 切削装置概要

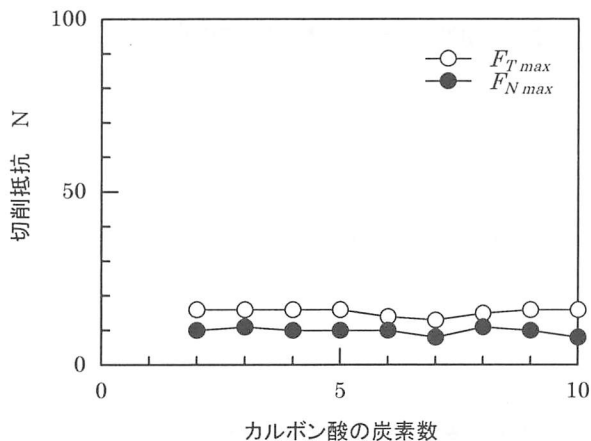


図2 切削抵抗とカルボン酸の炭素数の関係

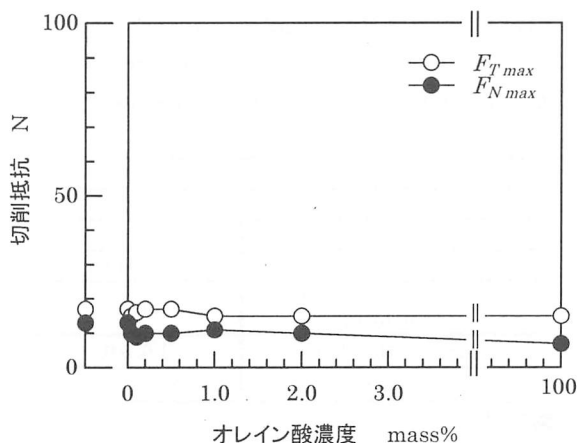


図3 切削抵抗とオレイン酸濃度の関係

を示す。切削抵抗は炭素数に関わらず主分力が約 15N、背分力が約 10N であった。被削材がアルミニウムの場合は炭素数 7 以上で切削抵抗が減少したが、純鉛では切削抵抗の減少は確認できなかった。また、切削面粗さは触針式万能表面形状測定器では触針が切削面を傷つけるために測定できなかった。ただし、切削面の光沢からカルボン酸の炭素数に関わらず約 $1\mu\text{m}$ と推定できる。

図3にオレイン酸流動パラフィン溶液を被削面に塗布したときの切削抵抗の最大値を示す。図の左側端の縦軸は無塗布部の切削抵抗を示し、炭素数 0 は無極性の流動パラフィンのみを塗布したときの切削抵抗を示す。切削抵抗はオレイン酸濃度に関わらず一定で、主分力および背分力はそれぞれ約 15N、10N となった。アルミニウム予備切削材ではオレイン酸濃度が 0.1mass% 以上で切削抵抗が減少したが、鉛試料では各種炭素数のカルボン酸を塗布した結果と同様に切削抵抗の減少は確認できなかった。このように、純鉛の切削では、切削抵抗に及ぼすカルボン酸の炭素数およびオレイン酸濃度の影響は確認できなかった。

3.2 切りくず自由表面形状に及ぼすカルボン酸の影響

図4(a)に無塗布部、(b)に 0.1mass% オレイン酸溶液塗布部を切削したときの切りくず自由表面の SEM 写真を示す。切りくずの排出方向は写真の左方向である。(a)、(b)にせん断面

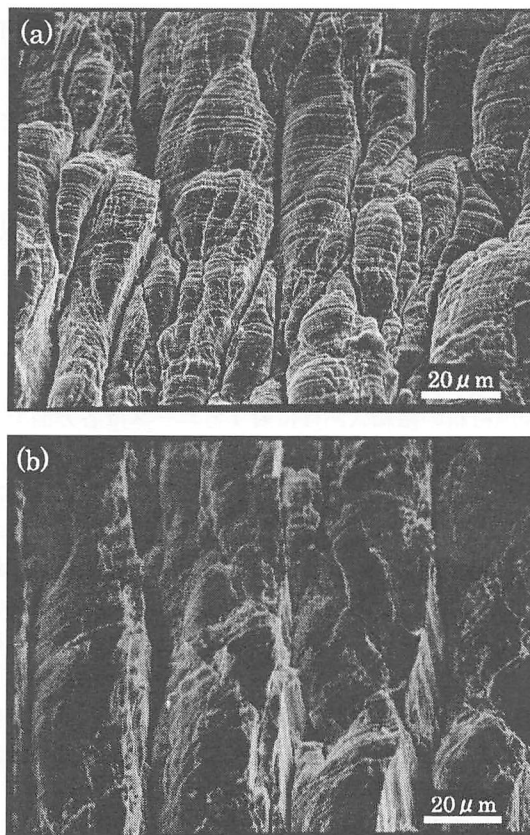


図4 切りくず自由表面のSEM像
(a) 無塗布 (b) 0.1mass%オレイン酸

にはほぼ平行に堆積した約 $10\mu\text{m}$ の薄板状の切りくず素片(以下ラメラと呼ぶ)が確認できる。(a)の無塗布部ではラメラ同士が圧縮変形しあい、切りくず自由表面の形状が丸みを帯びて複雑な形状を呈している。(b)の 0.1mass% オレイン酸溶液塗布部では切りくずが約 $25\mu\text{m}$ 間隔でこの歯状にせん断破壊した跡が確認できる。この傾向はオレイン酸濃度 0.1mass% 以上で顕著に確認できる。上記のこの歯状切りくずの排出は有機極性物質塗布効果の一つの特徴であり、アルミニウムの切削でも同様のオレイン酸濃度で確認されている。すなわち、鉛についても盛り上がり部でカルボン酸分子が Pb 原子と化学吸着し、転位を固着する作用があるものと考えられる。ただし、鉛はアルミニウムなどに比べ引張り強さや硬さなどが低いため、無塗布の切削において盛り上がり部が工具前方に大きく成長せずに、切りくずが工具すくい面上をスムーズに排出される。そのため、切削抵抗からは塗布効果が確認できなかったものと考えられる。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、苫小牧工業高等専門学校技官の藤川昇氏にご協力を頂いたことに対しここに心から感謝の意を表します。

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) 池田慎一, 田頭孝介: 精密工学会誌, 67, 7 (2001) 1150
- 3) 田頭孝介, 池田慎一, 米川賢: 精密工学会誌, 66, 12 (2000) 1917