

## アルミニウム焼きなまし材の切削に及ぼすオクタン酸濃度の影響

苫小牧高専 ○山本大吾, 余湖健志, AZUWAN BIN DOL, 池田慎一, 中津正志, 室工大 田頭孝介

### 要 旨

焼鈍したアルミニウム試料の端面 ( $100 \times 2 \text{ mm}$ ) を予備切削し被削面とした。その被削面にカルボン酸である炭素数8のオクタン酸を  $0 \sim 100 \text{ mass\%}$  の濃度で塗布し低速二次元切削 (切削速度:  $100 \text{ mm/min}$ , 切込み量:  $0.05 \text{ mm}$ ) し, 切削抵抗, 切削面粗さの測定, 切屑自由表面の観察を行った。その結果, オクタン酸の濃度の増加に伴い切削抵抗, 切削面粗さは減少し, 約  $0.8 \text{ mass\%}$  以上ではほぼ一定となり, 主分力が約  $130 \text{ N}$ , 背分力が約  $90 \text{ N}$  の低い値となった。

### 1. 緒言

著者らはアルミニウムの乾式二次元切削において, 転位密度の小さな焼きなまし材とその被削面を予備切削し転位密度を大きくした予備切削材のそれぞれの被削面に, 各種濃度のオレイン酸 (炭素数: 18) を含む流動パラフィンを微量塗布し切削したり, その結果, 予備切削材に  $0.2 \text{ mass\%}$  という低濃度のパラフィン溶液を塗布し切削したときでも, 切削抵抗, 切削面粗さ, 切り屑厚さが無塗布での切削に比べて大きく減少することを確認している<sup>1)</sup>。その理由として, オレイン酸分子が転位近傍のアルミニウム原子と化学吸着し転位を固着するため, 変形を受ける領域が硬化し破断し易くなり, 細かなラメラ状の切りくずが生成され切削抵抗が減少するものであると推測している。

本研究では炭素数が8のオクタン酸を使用し, 切削抵抗および粗さに与えるオクタン酸濃度の影響を調べた。

### 2. 実験方法

被削材は板厚  $2 \text{ mm}$  の純アルミニウム冷延板 ( $100 \times 35 \text{ mm}$ ) を  $600^\circ\text{C} \times 4 \text{ h}$ , 真空中で焼きなましした試料である。試料の平均粒径は  $0.1 \text{ mm}$ , 平均硬さは約  $25 \text{ HV}$  である。被削面はこの被削材の端面 ( $100 \times 2 \text{ mm}$ ) とした。本実験の切削装置を図1に, 切削条件を表1に示す。

本実験では被削面の加工硬化層を一定にするために予備切削を行っているが, その条件はオレイン酸を流動パラフィンに溶かし  $1.0 \text{ mass\%}$  とした溶液を被削面に塗布し, 切削速度  $100 \text{ mm/min}$  で切込み量  $0.03, 0.02, 0.01 \text{ mm}$  と減少させた。このときの被削面の硬さは約  $40 \text{ HV}$  である。

塗布剤はアセトンで洗浄した被削面に微量塗布した。切削は低速二次元切削で, 切削抵抗は工具動力計で測定し, 切削面粗さは万能表面形状測定器で測定した。

表1 切削条件

切削速度	100 mm/min
切込み量	0.02 ~ 0.12 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	オクタン酸 (炭素数:8)

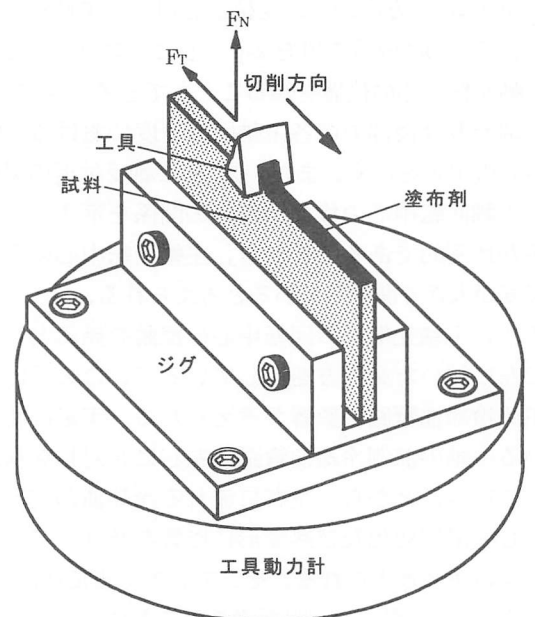


図1 切削装置

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 切削抵抗に与えるオクタン酸濃度の影響

図2に  $0 \sim 100 \text{ mass\%}$  オクタン酸を含む流動パラフィンを被削面に塗布し切込み量  $0.05 \text{ mm}$  で切削したときの切削抵抗 (主分力  $F_T$ , 背分力  $F_N$ ) を示し, 図3に切削面粗さを示す。  $0 \text{ mass\%}$  は流動パラフィンのみを塗布した場合である。いずれも, 切削抵抗は定常状態における最大値である。

オクタン酸濃度  $0 \text{ mass\%}$  では, 主分力が約  $220 \text{ N}$ , 背分力が約  $120 \text{ N}$  であるが,  $0.1 \text{ mas\%}$  では, それぞれ約  $170 \text{ N}, 100 \text{ N}$  に減少している。主分力は  $0.8 \text{ mass\%}$  までオクタン酸濃度の増加に伴い減少している。  $0.8 \sim 2.0 \text{ mass\%}$  では主分力と背分力は, それぞれ  $130 \text{ N}, 90 \text{ N}$  とほぼ一定の値を示す。

切削面粗さはオクタン酸濃度  $0 \text{ mass\%}$  で約  $14 \mu\text{m}$  であるが,  $0.1 \text{ mas\%}$  では約  $10 \mu\text{m}$  に減少している。切削抵抗の結果と同様に,  $0.8 \text{ mass\%}$  までオクタン酸濃度の増加に伴い減少し, それ以上ではほぼ一定の値を示している。  $1.5 \text{ mass\%}$  以上では切削面粗さが  $1 \mu\text{m}$  以下となっている。

このように, 切削抵抗および切削面粗さを低減させるには, オクタン酸濃度が  $0.8 \text{ mass\%}$  以上の塗布剤を塗布する必要がある。

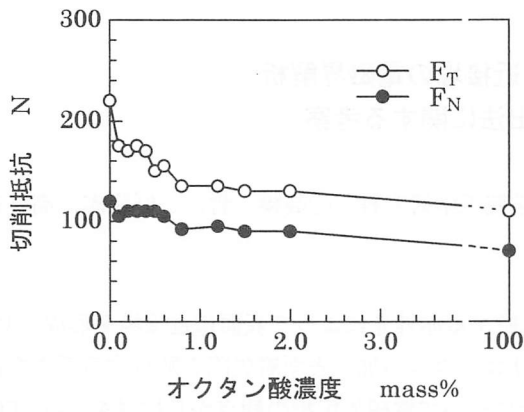


図2 切削抵抗とオクタン酸濃度の関係

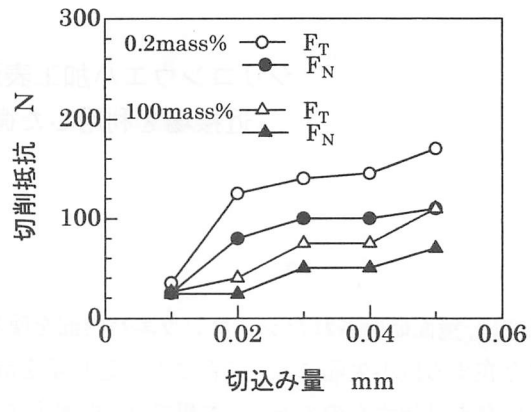


図4 切削抵抗と切込み量の関係に及ぼすオクタン酸濃度の影響

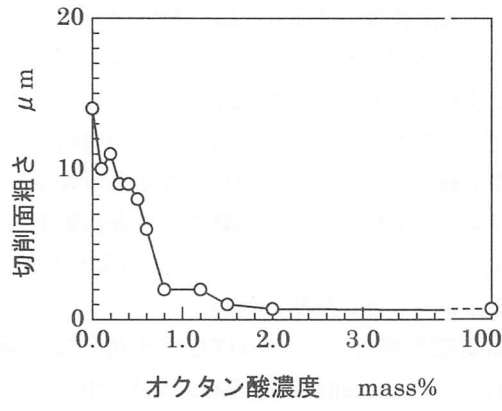


図3 切削面粗さとオクタン酸濃度の関係

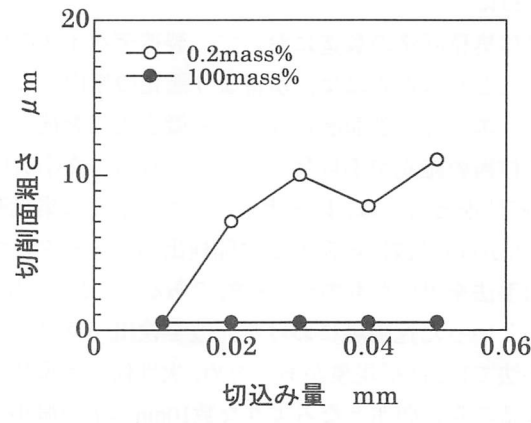


図5 切削面粗さと切込み量の関係に及ぼすオクタン酸濃度の影響

3. 2 切削抵抗に及ぼす切込み量の影響

図4に0.2および100mass%オクタン酸を被削面に塗布し切削したときの切削抵抗に及ぼす切込み量の影響を示し、図5に切削面粗さに及ぼす切込み量の影響を示す。

オクタン酸濃度0.2mass%では、切込み量0.01mmで100mass%と同様であるが、切込み量0.02mmでは主成分が約130N、背分力が約80Nと急激に増加している。これは切込み量0.02mm以上で過切削が起こったために、実質的な切削面積が増大したためと思われる。切込み量0.02mm以上では切込み量の増加に伴う切削抵抗値に過切削による切削抵抗値の増加分が加算されたために、切削抵抗は0.02~0.05mmの間で過切削が起こっていない100mass%に比べ大きい値を示しているが、切削抵抗増加の割合は100mass%と同様である。100mass%では、切込み量の増加に伴い主成分および背分力は増加し、切込み量0.05mmでもそれぞれ110N、70Nである。切削面粗さについても同様の傾向を示しており、オクタン酸濃度0.2mass%では切込み量0.02mmで8μmと急激に増加し、0.02mm以上では約10μmであるのに対し、100mass%では切込み量0.05mmまでは0.6μmである。

著者らが考えているカルボン酸分子による転位の固着作用とは、カルボン酸分子がアルミニウム母材表面の転位に化学吸着し転位を固着することによって、盛り上がり部の極表面層が硬化し、切屑自由表面のラメラを区分するクラックの形成が容易になることを示している。このラメラ生成が頻繁に

起こると切屑が短い周期で連続的に形成されるため切屑厚さは薄くなり、切削抵抗も減少する。このときラメラ間の摩擦を低減するための潤滑効果も同時に作用していると考えられる。このように、塗布効果は被削面で転位を固着するような化学吸着が起こることが必要である。

著者らが行ったオレイン酸を塗布した実験では、塗布した被削面に存在する全ての転位(約10<sup>12</sup>cm/cm<sup>3</sup>)を固着するために必要なオレイン酸の分子数は0.1mass%濃度に相当した。しかし、今回使用したオクタン酸では、0.6mass%でも塗布効果が現れなかった。つまり、全ての転位を固着するだけのオクタン酸分子が十分に存在するにも関わらず、塗布効果が現れなかったことになる。これは塗布効果が単にカルボン酸の化学吸着だけに依存するのではなく、各種カルボン酸の吸着力の違いやカルボン酸を構成する炭化水素の長さなどによる影響なども考慮する必要があることを示している。これらの点については今後の課題としたい。

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、および学生の西村圭太、末野秀昌両君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