

## アルミニウムの切削に及ぼすオレイン酸の影響

苫高専 ○本波龍, 中野正樹, 走出邦章, 中津正志, 池田慎一

## 要 旨

アルミニウムの焼鈍材を被削材とし, その予備切削面に 1wt%オレイン酸を含む流動パラフィン塗布し, 切込量 20 ~ 120  $\mu\text{m}$  で低速二次元切削する. その結果, 無塗布部と比べると全ての切込量で切削抵抗, 切屑厚さ, 切削面粗さが減少した. しかし, 切込量の増加に伴い切削抵抗及びせん断力は増加した. また, 切削抵抗から幾何学的に算出したせん断応力は切込量の増加に伴いほとんど変化しなかった.

## 1. 緒言

焼鈍したアルミニウムは安定した切削が行われぬ. しかし, その予備切削面にオレイン酸などの有機極性物質を含む塗布剤を塗布すると安定した切削が行われる. この時, 工具刃先にはその塗布剤は付着していない. 金枝らは塗布剤を塗布することにより切削抵抗の減少, 切削厚さの減少, 切削面粗さの減少などが観察できる現象を塗布効果<sup>1)</sup>と称している. この現象は金属表面に存在する微細なクラック内に有機極性物質が物理吸着することにより, 表面張力が低下し変形に伴うクラックの成長が容易になるというレピンダー効果<sup>2)</sup>に関係があると考えられたが, 金枝らはそれを否定し, 塗布剤は切屑ラメラ間の摩擦抵抗の低減に効果があるものと結論づけている. これらの現象は予備切削面に塗布された塗布剤の効果であるため, 切込量を大きくするとこの効果が小さくなる可能性がある. しかし, その詳細な報告はない.

そこで, 本研究では純アルミニウムの冷延板を焼鈍したものを被削材とし, その切削面に流動パラフィンで 1wt%としたオレイン酸を塗布し, 切込量を増加させたときの切削抵抗, 切屑の厚さ, 切削面粗さ及び自由表面形状等を測定し, オレイン酸溶液がアルミニウム切削にどのような影響を及ぼすかについて調べた.

## 2. 実験方法

被削材は商用純度のアルミニウム冷延板 (100 × 35 × 2mm) を焼鈍 (600 °C × 4h, 真空焼鈍) した試料を使用した. 本実験の切削条件を表 1 に示す.

予備切削は切削面の加工硬化層を一定にするために 100wt%オレイン酸を予備切削面に塗布し切削速度 100mm/min, 切込量 0.05, 0.02, 0.01mm と減少させ仕上げた. 図 1 に予備切削面から垂直方向のマイクロビッカース硬さ Hv (荷重: 15g) の変化を示す.

表 1 切削条件

切削速度	100 mm/min
切込量	0.02 - 0.12 mm
切削工具	
工具材種	(K-10 (WC))
すくい角	5°
にげ角	6°
刃先先端の半径	5 $\mu\text{m}$

塗布剤はオレイン酸濃度 1wt%とした流動パラフィンを使用し, 微量塗布し余分な塗布剤が工具先端に付着しないようにペーパータオルで塗布面を拭き取った. 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た. 切削面粗さは万能形状測定器で測定し, 切削面及び切屑自由表面の観察は実体顕微鏡及び SEM で行った.

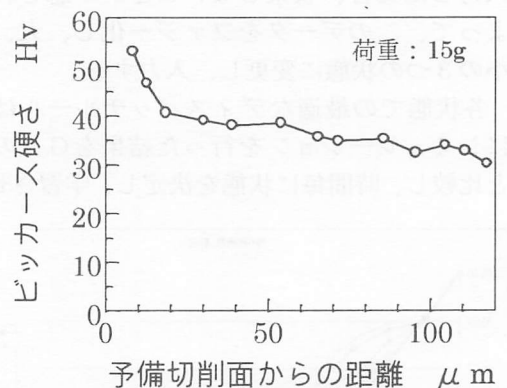


図 1 予備切削面から垂直方向のマイクロビッカース硬さの変化

## 3. 実験結果及び考察

図 2 に 1wt%オレイン酸溶液を塗布したときの切削抵抗 (主分力及び背分力) と切込量の関係を示す. 切削抵抗は定常状態の平均値を示している. 主分力及び背分力は切込量の増加に伴い増加している. 切込量が 0.06mm のとき無塗布部の主分力及び背分力の値は, 約 300N 及び 150N で, オレイン酸溶液塗布部の約 150N 及び 100N と比べると, 主分力で 1/2, 背分力では 2/3 に減少しており塗布剤の効果が認められる.

図 3 にオレイン酸溶液を塗布したときの切削面粗さと切込量の関係を示す. 切削面粗さは切込量の増加に伴い増加している. 特に, 切込量 0.05mm 以上でそれ以下の約 2 倍に増加した. これは, 予備切削面から垂直方向への硬さ, つまり, 加工硬化層が関係しているものと考えられる. しかしながら, 切込量が 0.12mm までは切削面粗さが 1  $\mu\text{m}$  以下で, 無塗布部の 20  $\mu\text{m}$  以上に比べると非常に小さい.

次に, オレイン酸溶液を塗布したときのせん断面におけるせん断力を主分力及び背分力から幾何学的に計算した. 主分力は切込量が 0.12mm で約 30N 変動する. せん断力の計算には主分力及び背分力の最大値を採用し

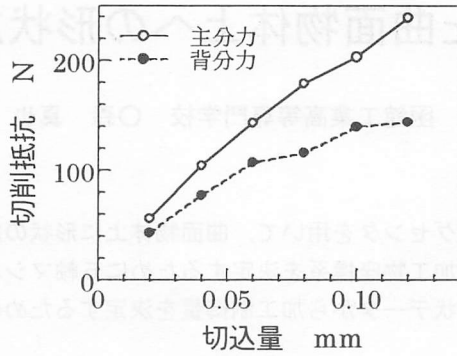


図2 切削抵抗と切込量の関係

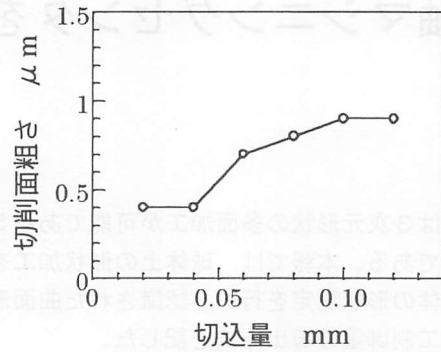


図3 切削面粗さと切込量の関係

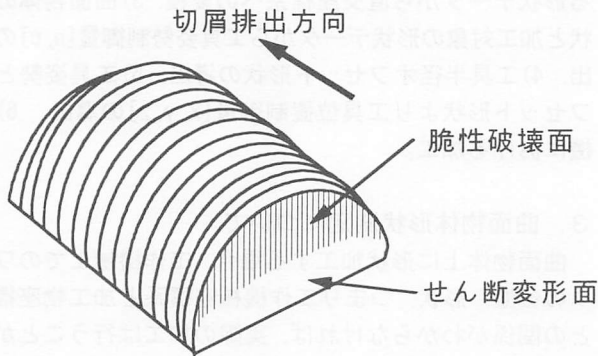


図4 切屑排出方向の断面の模式図

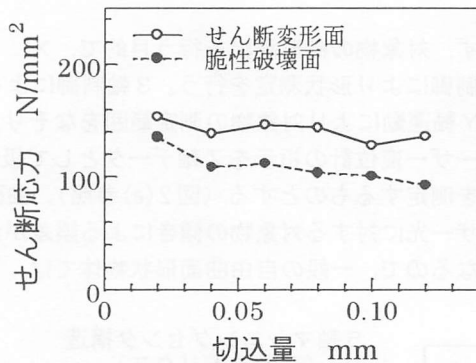


図5 せん断力と切込量の関係

た。また、せん断角の計算に使う切屑厚さは切屑中央の最も大きな値を採用した。このようにして計算したせん断力をせん断面積で除してせん断応力を計算した。せん断面の面積は切屑が流れせん断型なので、図4のような切屑の流れ方向の断面より測定した。

切削抵抗は盛上がり部を形成するときに増加し最大値となる。そして、その盛上がり部からせん断力により脆性破壊を起こし、切屑が塗布剤を介して盛上がり部表面と接触しながら排出されるとき、切削抵抗は最小値となる。もし、塗布剤が塗布されていなかったら、盛上がり部が工具前方へ大きく成長し、切屑自由表面形状が丸い無塗布部の切屑が排出される。このように塗布部を切削すると、せん断変形と脆性破壊が繰り返され、切屑自由

表面形状が鋸歯状の切屑が排出される。ここで、切屑排出方向の断面の観察から、切屑排出時に塗布剤を介して盛上がり部表面と接触したと思われる断面を脆性破壊面とする。一方、せん断変形が起こった断面をせん断変形面とする。

図4に、脆性破壊面とせん断変形面を示す。この脆性破壊面にはたらくせん断応力は、総断面積より計算したせん断応力とせん断変形面から計算したせん断力を、脆性破壊が起こり切屑が塗布された盛上がり部表面との接触によって減少した切削抵抗の最小値から減じ、脆性破壊面で除した値を脆性破壊面のせん断応力とした。

図5にせん断変形面と脆性破壊面にはたらくせん断応力の値と切込量の関係を示す。せん断変形面と脆性破壊面のせん断応力は共に切込量が増加してもほとんど変化しない。無塗布部のせん断応力も同様に求めると、約  $120\text{N/mm}^2$  でせん断変形面のせん断応力とほぼ同じ値であった。この結果は予備切削面上の塗布剤がせん断変形を促進させるのではなく、盛上がり部表面に脆性破壊を起こりやすくさせる効果があると考えられる。

この脆性破壊を起こりやすくさせる効果は予備切削面に塗布された有機極性物質が予備切削面近傍の転位と選択的に化学吸着し、転位を固着することにより起こり、その結果、表面層の脆化が促されると考えられる。

#### 4. 結言

焼鈍したアルミニウムの予備切削面に 1wt%オレイン酸溶液を塗布して低速二次元切削し、以下の結果を得た。

- 1)アルミニウム焼鈍材では予備切削面に 1wt%オレイン酸溶液を塗布したとき切削抵抗及びせん断力が無塗布部に比べ減少したが、切込量の増加に伴い増加した。
- 2)1wt%オレイン酸溶液を塗布しときのせん断応力は切込量が増加してもほとんど変化しなかった。

#### 謝辞

本研究を遂行するに当たり、室蘭工業大学教授の田頭孝介先生に終始技術的な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。

#### 引用文献

- 1)金枝敏明他：精密工学会誌,61,(1995),702.
- 2)P.Rehbinder:Nature,159,4052,(1947),866.