

アルミニウムの切削に及ぼす有機極性物質塗布の影響

苫高専 ○池田慎一, 中津正志, 藤川 昇 室工大 米川 賢, 田頭孝介

要 旨

アルミニウムの冷延板を焼鈍したもの及びそれをさらに圧延したものを被削材とし, その切削予定面に 0 ~ 100wt%オレイン酸を含む流動パラフィン塗布剤を塗布し切削した. その結果, 焼鈍材では予備切削面にオレイン酸 0.1wt%以上含む塗布剤を塗布したとき常に塗布効果が現れた. また, 圧延した試料ではオレイン酸以外の塗布剤でも切削抵抗値が減少し切削面性状も向上したが, SEM 観察から切屑の形状は有機極性物質による塗布効果とは異なっていた.

1. 緒言

アルミニウムのような軟質金属を切削する際, 加工面に有機極性物質を含む塗布剤を塗布すると, 工具刃先とその塗布剤が直接付着しないにも関わらず, 切削抵抗の減少, 切削厚さの減少, 切削面性状の向上などが観察できる. これは被削材の表面に塗布された有機極性物質が吸着することによって, 被削材の降伏応力, 加工硬化率, 破壊強度が減少するレビンダー効果¹⁾に関係があると考えられていたが, 金枝らによりレビンダー効果とは全く異なる切削特有の効果であることが示された²⁾.

そこで, 本研究では純アルミニウムの冷延板を焼鈍, 及び圧延したものを被削材とし, その切削面に塗布剤としてオレイン酸 (有機極性物質), 流動パラフィン, 四塩化炭素を用い, 切削抵抗, 切屑の厚さ, 切削面性状及び自由表面形状等を測定し, オレイン酸とその他の塗布剤でアルミニウム切削に及ぼす影響がどう異なるかについて調べた.

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 (試料 a とする) と, この冷延板を 50%圧延した試料 (試料 b とする) (100 × 35 × 1mm), 及びこの試料 b を焼鈍した試料 (試料 c とする) 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変質層を一定にするために 0.2wt%オレイン酸を切削面に塗布し切削速度 100mm/min, 切込量 0.05 ~ 0.02mm で切削し, 最終的に 0.01mm で数回切削した. 塗布剤はオレイン酸濃度 0 ~ 100wt%とした流動パラフィン, 及び潤滑剤である四塩化炭素を使用した. 塗布剤は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とし, 切削抵抗は工具動力計で測定した. 切削面及び切屑自由表面の観察は SEM で行った.

Table 1 Cutting condition

Cutting speed	100 mm/min
Cutting Depth	0.02 mm
Tool geometry (K-10 (WC))	
Rake angle	5 °
Relief angle	6 °
Radius of cutting edge	5 μm

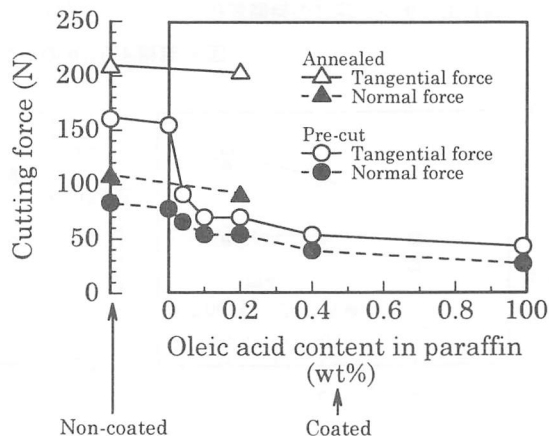


Fig.1 Relation between cutting force and concentration of oleic acid.

3. 実験結果及び考察

Fig.1 に試料 a についてオレイン酸濃度と切削抵抗の関係を示す. 図中の△印は予備切削を行わなかった面に 0.2wt%オレイン酸溶液を塗布したときの切削抵抗を示している. ○印は予備切削面に 0 ~ 100wt%オレイン酸溶液を塗布したときの切削抵抗を示している. また, 左側の縦軸は無塗布部の切削抵抗を示している.

まず, 予備切削を行っていない試料 a では, 0.2wt%濃度で主分力, 背分力 (主分力で約 200N, 背分力で約 100N) は無塗布部に比べ変化していない. 予備切削を行った試料でも純流動パラフィンのみを塗布したときには主分力, 背分力 (主分力で約 150N, 背分力で約 80N) は変化しなかった. しかし, 予備切削を行った試料 a に 0.04wt%オレイン酸濃度を塗布したときは主分力が 0wt%のときの約 1/2 に減少した. オレイン酸濃度が 0.1wt%以上では主分力はほぼ一定の値となり約 50N を示した.

このように, 予備切削を行った試料表面にオレイン酸を含有する流動パラフィンを塗布したときのみ, 無塗布部に比べ切削抵抗が大きく減少した.

次に, 加工変質層と塗布剤の関係について調べる. 以前, 著者らは予備切削時に切込量 50 μm とし切削面に 60HV 以上の加工変質層をつくり切削したとき, 塗布剤の有無に関係なく切削抵抗が低い値 (有機極性物質を含む塗布剤を塗布したときと同等の値) を示すことを確認した³⁾. そこで, 試料 b と試料 c にそれぞれ塗布剤を塗布し切削した.

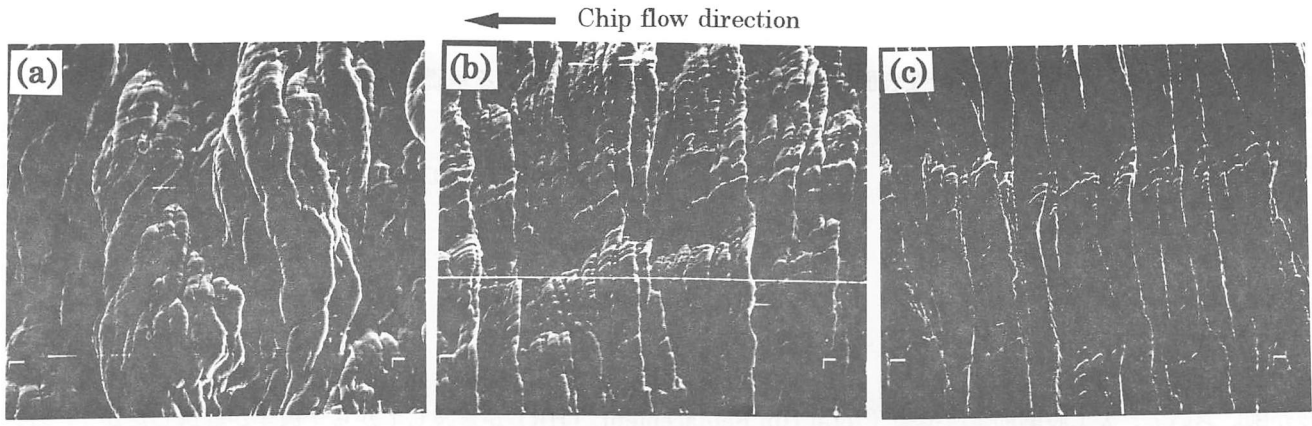


Fig.3 SEM photographs of the free chip surface.
 (a)Non-coated (b)Liquid paraffin (c)Oleic acid

20 μm

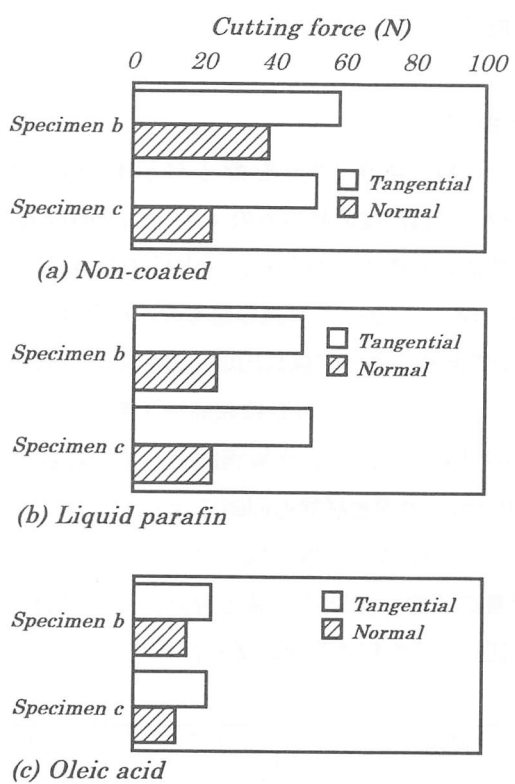


Fig.2 Effect of coated materials on cutting force.
 (a)Non-coated (b)Liquid paraffin (c)Oleic acid

Fig.2(a)~(c)に試料 b 及び試料 c の無塗布部及びオレイン酸、流動パラフィン塗布部の切削抵抗値を示す。無塗布部では試料 b の方が試料 c に比べ切削抵抗が大きい。これは単に切削面の残留ひずみ量の違いであろう。一方、流動パラフィンを塗布すると試料 b の切削抵抗は試料 c よりも小さい値となった。この傾向は四塩化炭素についても同様で、試料 b では有機極性物質以外の塗布剤で切削抵抗値の減少、切削面性状の向上、切屑厚さの減少といった塗布効果と同様の効果が現れた。オレイン酸を塗布すると試料 b 及び試料 c の切削抵抗は共に減少し塗布効果が現れた。

Fig.3 に試料 b の切屑自由表面の SEM 写真を示す。(a)は無塗布部、(b)は流動パラフィン、(c)はオレイン酸(100wt%オレイン酸)を塗布した場合である。全ての切屑自由表面には約 3 μm 幅のラメラが観察された。(a)の切屑自由表面でみられるようなラメラの集まりを 1 ブロックとすると、(a)ではブロック及びその中のラメラが複雑に圧縮されており、ブロック間の摩擦が過大であったことを示している。(b)ではブロック単位でせん断変形しており、ブロック間の摩擦が流動パラフィンにより緩和されたものと思われる。(c)ではラメラ単位でせん断変形している。これはラメラ間の摩擦がオレイン酸の吸着膜により境界潤滑が起り緩和されたためであると思われる。

このように試料 b のようなひずみエネルギーの高い試料では切屑排出の際に要するエネルギーが小さいので、せん断領域でのせん断変形が容易となり、盛上がり部表面より発生した段差が 1 ブロックの切屑となり盛上がり部に塗布されている塗布剤の上をすべりながら切屑が排出される。この時盛上がり部と切屑との間の摩擦が緩和されスムーズに切り屑が排出され、結果的に切削抵抗が減少したものと思われる。しかし、オレイン酸塗布部はラメラ単位で段差が発生し切屑が排出されるため、上記のような切屑排出過程とは異なるものと思われる。

4. 結言

アルミニウムの切削面にオレイン酸濃度の異なる塗布剤を塗布し低速 2 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オレイン酸を含む塗布剤を塗布したときのみ塗布効果が現れた。
 2)圧延により加工硬化された試料では流動パラフィンのみを塗布しても切削抵抗値は減少したが、この効果は有機極性物質塗布効果とは異なるものであった。

引用文献

1)P.Rebinder:Nature,159,4052,(1947),866.
 2)金枝敏明他:精密工学会誌,61,(1995),702.
 3)池田慎一他:苫小牧高等専門学校紀要,33,(1998),33