

アルミニウム合金 A5052 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, 齊藤達也, 尾田川翔太, 柿坂佳幸, 伊藤裕一郎, 池田慎一, 中津正志, 室工大 田頭孝介

要 旨

アルミニウム合金 A5052 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, その面に有機極性物質を含まない流動パラフィンおよび炭素数 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, 流動パラフィンおよび炭素数 18 の飽和炭化水素塗布部で無塗布部の切削抵抗に比べ減少した. しかし, この現象はオレイン酸塗布による塗布効果と異なることを確認した.

1. 緒言

著者らは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 μ m 塗布し乾式切削した. その結果, 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を確認した¹⁾. 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できた^{2)~4)}. 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シ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 ではその効果, 例えば, 切削抵抗の減少量などは小さい. さらに, オレイン酸を含まない流動パラフィン塗布部の切削抵抗は無塗布部に比べ大きく減少した. 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, 本研究ではアルミニウム合金 (A5052, Al-Mg 合金) 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た. 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.

2. 実験方法

被削材は板厚 2 mm のアルミニウム合金 A5052 の圧延板 (100×35 mm) とその圧延板を 400℃×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で使用したオレイン酸の影響を十分に排除する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 μ m

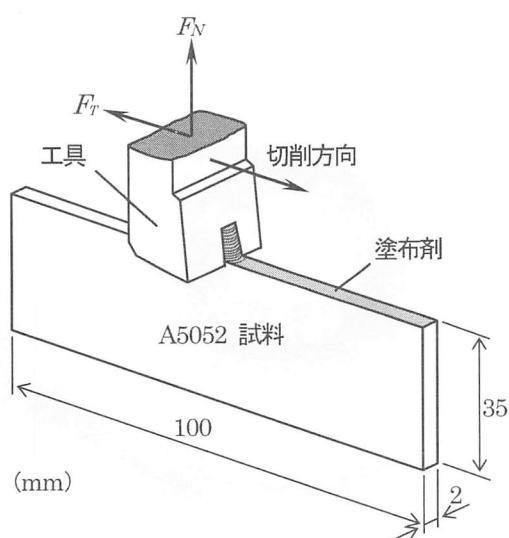


図 1 切削用試料概要

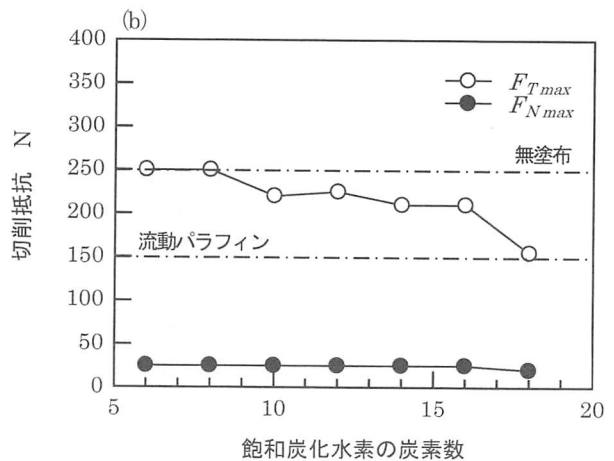
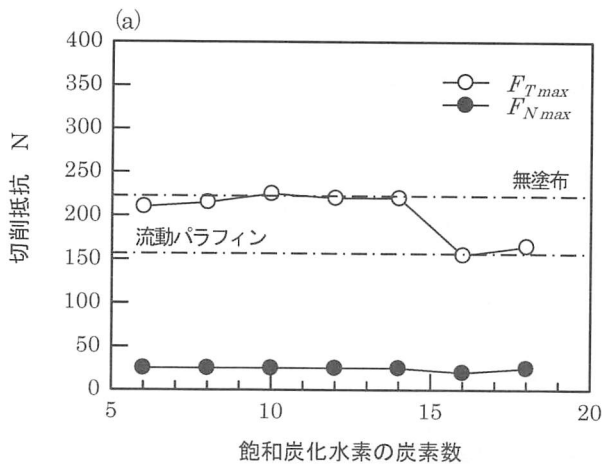


図2 切削抵抗に及ぼす飽和炭化水素の炭素数の影響

塗布剤：炭素数6～18の飽和炭化水素，流動パラフィン

(a) 圧延材 (b) 予備切削材

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 (a) 圧延材および (b) 予備切削材を切削速度2 mm/s，切込み量0.02 mmで切削したときの切削抵抗の最大値（主成分力 F_{Tmax} ，背成分力 F_{Nmax} ）を示す。それぞれの図中に一点鎖線で無塗布部および流動パラフィン塗布部の F_{Tmax} を示している。

(a) 圧延材の無塗布部の主成分力の最大値 F_{Tmax} は225Nを示しているが，流動パラフィンの塗布により約150Nに減少する。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145Nを示す。飽和炭化水素塗布部では，炭素数6～14までの F_{Tmax} は約250Nを示している。このとき主成分力 F_T はいずれも激しく変動（変動量が約80 N）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，仕上げ面粗さは約10 μm と悪化している。炭素数14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16～18では F_{Tmax} が約150Nを示し，主成分力 F_T の変動（変動量が約20 N）も小さくなっている。切りくずも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せず，仕上げ面粗さも約4 μm に減少している。炭素数16以上では流動パラフィン塗布部と同様の結果を示している。

一方，(b) 予備切削材でも (a) と同じ傾向を示しており，無塗布部の F_{Tmax} は250Nを示しているが，流動パラフィンの塗布により150Nに減少し，オレイン酸の塗布では，さらに減少し140Nを示している。飽和炭化水素塗布部では，炭素数6～16までの F_{Tmax} は約220Nを示しており， F_T も (a) 圧延材と同様に激しく変動し，むしれ型の切りくずが排出されている。仕上げ面にも過切削跡が観察され，無塗布部と同様の結果を示している。炭素数18では F_{Tmax} が約150Nを示し， F_T の変動も小さく，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せず，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。

以上のような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16以上の飽和炭化水素が含まれているといえよう。これらの飽

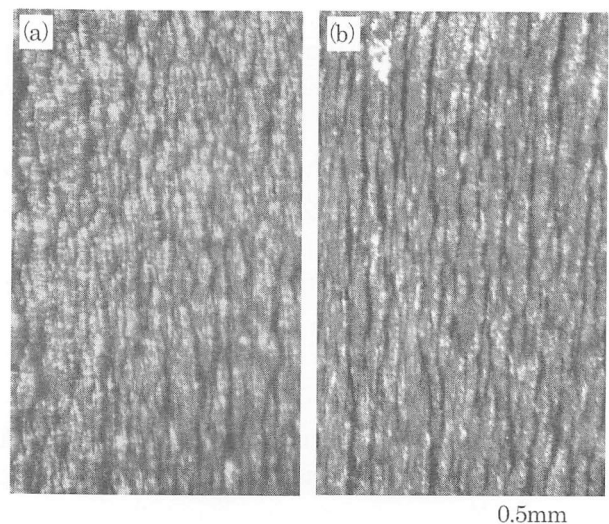


図3 切りくず自由表面の顕微鏡写真
塗布剤：(a) 流動パラフィン
(b) オレイン酸

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。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。

図3に (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顕微鏡写真を示す。(a)，(b) 共に切りくず自由表面には約50 μm 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) 101.