双回転型丸鋸切断機の切断特性

Cutting property of aluminium alloy with work turns type circular sawing machine.

○学 池崎 智幸 (富山大院) 正 森田 昇 (富山大)
山田 茂 (富山大) 正 高野 登 (富山大)
大山 達雄 (富山大) 佐伯 均 (津根精機株)

Tomoyuki IKEZAKI, Toyama University, Gofuku3190, Toyama-shi, Toyama

Noboru MORITA, Toyama University

Noboru TAKANO, Toyama University

Hitoshi SAEKI, Tsune Seiki Co.,Ltd.

Shigeru YAMADA, Toyama University

Tatsuo OYAMA, Toyama University

1. はじめに

加工精度と生産性の点から、丸鋸刃による切断が多く使われている。この場合、円柱材を切断する場合も多く、これまでは被削材を固定して(回転させないで)切断する汎用性の高い丸鋸盤が使用されてきた。一方、被削材を回転させながら切断することにより、1)一刃当りの送りと同じ場合、半分の時間で切断できる。2)切りくずが極端に短くなるので、チップポケットを小さく設計でき、刃の突き出し量を小さくできる。3)鋸刃を主軸に固定するフランジの径を大きく設計でき、振動による振れを小さくできる。4)被削材と鋸刃の接触部分が小さく、また常に変化することにより、熱が蓄積されにくい。などの利点が考えられる。そこで、被削材を低速で回転させながら切断する双回転型丸鋸切断法について検討を行ない、従来の被削材を固定して切断する方法と比較し、切断特性においてどのような点で優れているかを検証した。

2. 実験装置および実験方法

2-1 実験装置

Fig.1 は試作した双回転型丸鋸切断機の全体写真である。被削材を固定・回転させる手段として普通旋盤の主軸を使用し、その送りに固定することが可能な丸鋸切断機のヘッド部を製作した(主軸モータ; 定格 3.7kW, 19rpm)。また、送り速度を任意に変化できるよう旋盤の切り込みノブとインダクションモータをタイミングベルトでつないだ送り装置を取り付けた。また、乾式での切断では切削熱による影響が大きかったため、冷却性に優れたソリュブル形水溶性切削油剤をミスト状にして、鋸刃と被削材に直接噴霧できるミスト供給装置も取り付けた。

① Traditional lathe ② Circular sawing unit
③ Feeding unit ④ Mist unit

Fig.1 View of work turns type circular sawing machine.

2-2 実験方法

同一の切断条件において被削材を回転させながら切断、または固定して切断するといった2つの切断方法の加工を行ない、仕上げ面あらかさ、表面形状、切りくず形状、および切断抵抗と工具摩耗の関係などの切断特性について比較した。切断抵抗については、工具と被削材の両方が回転するので、動力計での測定が困難であったため、切断機の主軸モータに流れる電流の変動分を、ロードセンサー(EL-Fi)で測定した。切断抵抗への換算には、水晶式圧電動力計を用いた。Table1 におもな実験条件を示す。

Table1 Experimental conditions

Work piece		
Material	Al2024-T4	Al17%Si-T6
Diameter	20~50 mm	32mm
Turn speed	0.67 rps	
Circular sawing machine		
Cutting speed V	10, 12, 15 m/s	
Feed rate f	0.5, 1.0, 1.5 mm/s	
Cutting condition	Wet cutting	
Saw blade		
Double-sided mutual helix bevel carbide tipped blade		
Tool size and tips	$\Phi 225 \times 1.6t - 80z$	

3. 実験結果および考察

3-1 計算値と実験値の比較

被削材に Al2024 合金 (Φ50mm) を使用し、V=10m/s、f=1.5mm/s の切断条件において実験を行なった。Fig.2 に示すように、1回の切断を5つの過程に別けて切断し、それぞれの切断箇所ごとに切りくずを採取し、最大の切りくず厚さと長さを顕微鏡にて測定した。また、測定した切りくずの厚さと長さの値を計算で求めた値と比較した。被削材を回転させながら切断した場合の計算値については、一般的な円筒プランジ研削の公式を参考にした式により求めた。

a) Work turned type b) Work fixed type

Fig.2 Cutting area.

Fig.3 は切断箇所ごとの切りくず厚さ, Fig.4 は切断箇所ごとの切りくず長さである。切りくず厚さの計算値は, 最大切り込み深さとし, 被削材を固定して切断した場合は1 刃当りの送り量とみなした。切りくず長さの計算値は, 切れ刃と被削材の接触弧長とした。切りくずの厚さに着目すると, 切り込みの設定値より実測値のほうが大きく, 切りくず長さは接触長さより実測値のほうが小さくなったが, これは切りくずのせん断変形によるものと考えられる。それぞれの実測値と計算値との間には同じ傾向がみられ, 計算値は実際の値に近いものであると考えられる。

Fig.3 Relation between cutting area and chip thickness.

Fig.4 Relation between cutting area and chip length.

3-2 摩耗実験

被削材にAl17%Si合金のT6材を使用し, 切断条件は $V=10\text{m/s}$, $f=1.5\text{mm/s}$ とした。この合金は高強度であるが, 初晶として晶出する非常に硬いSi粒子が, 切削加工中に工具を著しく摩耗させるため, アルミニウム合金の中では難削材とされている。Fig.5 は切断回数と摩耗幅, Fig.6 は切断回数と切断抵抗の関係である。丸鋸刃は, 切削機構上コーナー部の抵抗が大きいため, 逃げ面コーナー部の摩耗幅を測定した。明らかに被削材を回転させて切断した方が, 摩耗量は少ないことがわかる。これはFig.4に示したように, 被削材を回転させながら切断した場合は, 従来のように固定して切断した場合と比べ, 被削材と切れ刃の接触している長さが短い。このため, 切断回数が同じであったとしても, 超硬チップ一つ一つの総切削長さに違いが生じる。この合金のように主要な工具摩耗機構が引っかかり摩耗である場合, このような総切削長さの違いが, 摩耗量の違いとなって現れたと考えられる。また切断抵抗については, 切断回数の少ない間は同じような値を示していたが, 切断回数の増加するにつれて, 摩耗の進展が少ない回転させながら切断する方が, 低い値を示した。

Fig.5. Relation between cutting times and width of wear.

Fig.6. Relation between cutting times and cutting force.

3-3 切断温度の測定

切断であるので切断箇所を直接観察できないため, 被削材の切り落とす側の側面の表面温度を放射温度計により測定し, 切断温度とした。放射温度計の測定範囲が $473.5\sim 723.5\text{K}$ であり, ミストをかけた場合, 発熱量が少なく温度計の測定範囲以下であったため, 乾式で行なった。1回の切断ごとに被削材を常温まで冷まし, 切れ刃への付着物は取り除かず繰り返した。Fig.7 は切断回数と切断温度である。測定温度は明らかに被削材を回転させながら切断した方が低いことがわかる。(被削材を回転させながら切断した1回目と2回目は 473.5K 以下のため測定不可であった)被削材を回転させなかった場合は, 丸鋸刃が熱により変形したため, 3回で切断を終了した。これから被削材を回転させて切断した方が, 熱の発生が少ないことがわかった。

Fig.7 Relation between number of cuts and cutting temperature.

4. おわりに

本研究で提案した双回転型丸鋸切断機は, 被削材を回転させながら切断することにより生産性がよく, 切りくずが短く, 逃げ面における摩耗量も少なく, さらに切削熱の発生が少ないなどと, 従来の丸鋸切断方法と比べ, 非常に有効であることがわかった。