

マグネシウム合金のエンドミル加工に関する研究 —エンドミル切削時の切削抵抗と工具摩耗—

大塚裕俊
機械・金属担当

Study on End-milling Magnesium Alloys

Hirotohi OHTSUKA
Mechanical and Metallurgical Engineering Division

要 旨

マグネシウム合金のエンドミル切削加工について、加工条件および工具摩耗と切削抵抗との関係を調べた。その結果、切削抵抗の増大には切りくず厚さと工具摩耗の影響が大きく、とりわけ工具摩耗による切削抵抗の増大は、エンドミル切れ刃の温度上昇に大きく関係することがわかった。

1. はじめに

近年ノートパソコン、携帯電話、自動車部品およびロボット部品などを中心に軽量化や強度向上を目的として、マグネシウム合金の利用が増えつつある。マグネシウムは実用金属では最も軽く、アルミニウムに比べても比重は2/3、強度・剛性・振動吸収性ともに優れた材料である。しかしその物理的な性質から、比較的低い温度でも発火がおこるため、切削温度上昇による発火・燃焼の危険性を抱えており、それが部品加工での大きな問題となっている。そのためマグネシウム合金の加工条件の整備を含む安全なエンドミル切削加工技術が求められている。

これまでは、エンドミル切削時の工具逃げ面温度が切削加工時の幾何的パラメータである切削関与長(角)などに大きく依存していることを示した。本報告ではこれを基にして、マグネシウム合金をエンドミル切削加工する際の切削抵抗や工具摩耗と、工具逃げ面温度の関係について検討する。

2. 実験装置と方法

2.1 被削材と切削工具

工具と被削材を Table1 に示す。Table1(a)はエンドミル切削の加工条件が切削抵抗へ及ぼす影響の実験Aと実験B、Table 1(b)は同じく切削抵抗と工具摩耗の進展についての実験Cに用いる。

2.2 実験装置と手順

Fig.1 に用いる実験装置の概略を示す。被削材を立形マシニングセンタ(MC)のテーブル上に取り付け、まず実験Aで3次元切削動力計により、マグネシウム合金を対象として直線切削(溝加工)による切削抵抗の測定を行う。溝加工では切削関与角は常に一定(180°)となる。主軸回転数(1000,

1500, 3000, 6000rpm)と送り速度(150, 300, 600, 1200, 1800mm/min)を変化させて組み合わせ、各条件での切削抵抗を測定する。加えて工具摩耗の影響を測定するため、エンドミル切れ刃の摩耗レベル(新品時から工具寿命時まで3段階)を変化させて溝加工による切削抵抗測定を行う(実験B)。主軸回転数は 3000rpm とする。軸方向切込み量はいずれでも 4mm とする。

同様にして実験Cは、マグネシウム合金を対象として直線切削による工具摩耗と切削抵抗の変化についての測定実験を行う。主軸回転数 2700rpm, 送り速度 1080mm/min, 軸方向切込み量 8mm, 径方向切込み量 2.5mm とする。

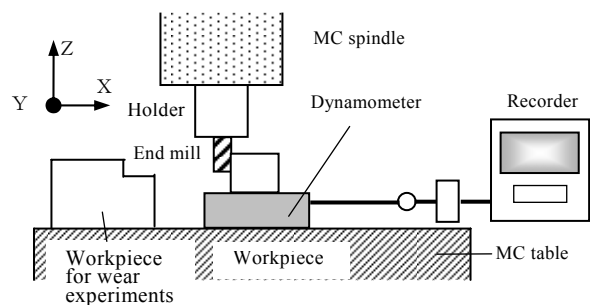


Fig. 1 Setup for experiments

Table 1 Endmill and workpiece

	Endmill	Workpiece
(a)	Coated High Speed Steel ϕ 8mm 4 blades Spiral angle 45°	AZ31(Mg alloy, Al 3%,Zn 1%)
(b)	High Speed Steel ϕ 10mm 4 blades Spiral angle 30°	AZ31(MgAlloy, Al 3%,Zn 1%)

3. 実験結果と考察

実験Aの結果を、2変数を含む2次式近似により Fig.2 に示す(自由度調整済み決定係数=0.85). これによれば、本実験での送り速度が大きくなるほど、主軸回転数が小さくなるほど、切削抵抗は大きくなることがわかる。これは送り速度が大きくなるほど、主軸回転数が小さくなるほど、幾何的な条件である切りくず厚さが増大し、結果的に工具切れ刃が除去するボリュームが大きくなり切削抵抗の増加が促進されることによるものと考えられる。

次に実験Bの結果を、2変数を含む2次式近似により Fig.3 に示す(自由度調整済み決定係数=0.90). これによれば、工具摩耗が進行するほど、送り速度が大きくなるほど、切削抵抗が増加することがわかる。これにより、工具摩耗の進展により切削抵抗が増大し発熱量が増大するとの前報告での推測がほぼ裏付けられたことがわかる。Fig.3によれば、工具寿命時まで摩耗した工具による切削抵抗の増大は非常に顕著であり、発熱量を増加させないためには工具摩耗の管理が重要であることがわかる。

最後に実験Cの結果を、切削距離による切削抵抗成分の変化として Fig.4 に示す。これによれば、切削距離が増加するほど切削抵抗成分が大きくなっている。実験での切削距離は、Fig.5 の切れ刃の観察結果からまだ工具摩耗の初期段階であると考えられるが、これ以降の切削距離の増大(工具摩耗の進展)により、切削抵抗と発熱量とはほぼ相関して増大することが予想される。また切りくず形状も粉状の切りくずが増加する傾向にあり注意が必要となる。

マグネシウムは低温で発火する可能性があるため、工具摩耗の進行や不適切な加工条件は危険であることが改めて確認された。工具逃げ面温度を不必要に上昇させないためには切りくず厚さなど加工条件の選択、工具摩耗の管理が非常に重要である。

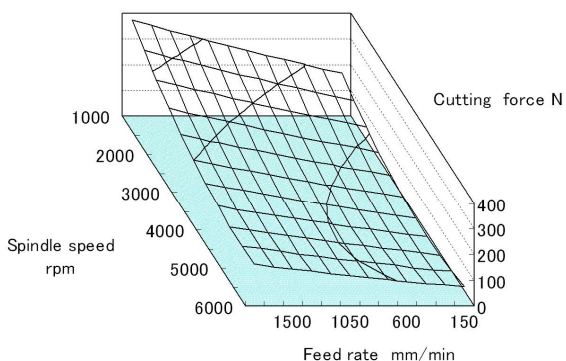


Fig. 2 Measured cutting forces for experiment A

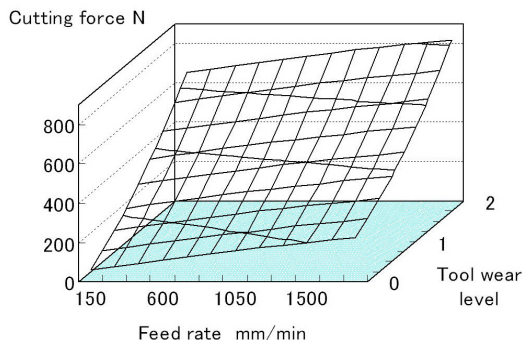


Fig. 3 Measured cutting forces for experiment B

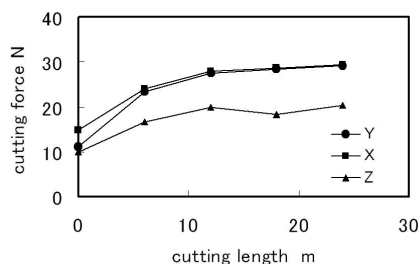


Fig. 4 Measured cutting forces for experiment C

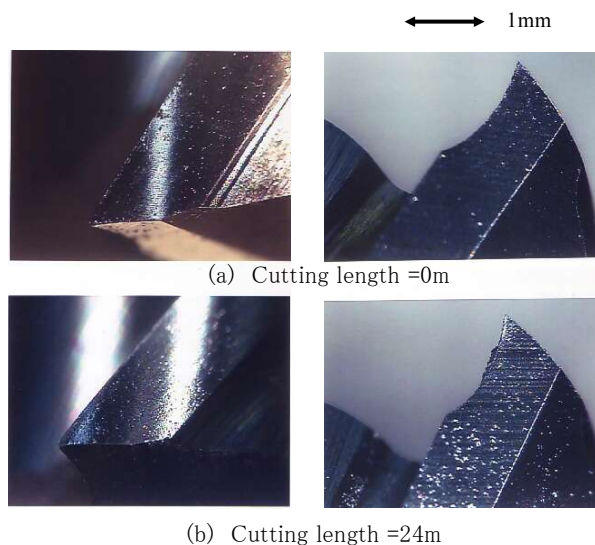


Fig. 5 Cutting edge (right: bottom edge left: side edge)

4. おわりに

- (1) マグネシウム合金のエンドミル工具による切削抵抗の増加については、切りくず厚さと工具摩耗の影響が大きいことがわかった。
- (2) マグネシウム合金のエンドミル切削加工では、工具摩耗による切削抵抗の増大は、エンドミル切れ刃の温度上昇に大きく関係する。

参考文献

- (1) 森精機製作所(株): マグネシウム加工の現状と問題点, 森精機製作所(株)資料, 2005, 1-8.