

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工具逃げ面温度の測定—

大塚裕俊*・小谷寛**

*機械・金属担当** (株)サイメックス

Study on End-milling Magnesium Alloys

Hirotohi OHTSUKA*・H. Kotani**

*Mechanical and Metallurgical Engineering Gr. **Symex Corp.

要 旨

マグネシウム合金のエンドミル切削加工について、加工時の幾何的パラメータ・加工条件および工具摩耗と工具逃げ面温度との関係を調べた。その結果、温度上昇には切りくず厚さに比べ切削関与長の影響が大きく、切削速度・工具摩耗が増大するほど工具逃げ面温度が上昇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。

本研究では、まず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)に大きく依存していることを示す。またこれを基にして、マグネシウム合金をエンドミル切削加工する際の他の加工条件や工具摩耗の工具逃げ面温度への影響について検討する。

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幾何的パラメータが工具逃げ面温度へ及ぼす影響の実験A、表 1(b)は同じく加工条件と摩耗の工具逃げ面温度へ及ぼす影響の実験B、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で非接触式のファイバ式放射温度計(チノー社製 IR-FL)により、焼入れ鋼を対象として最大切りくず厚さ t_m と切

削関与長(角)L の2つの幾何的パラメータを変化させて直線切削による工具逃げ面温度の測定を行う(Fig.3 に示す10条件の t_m とLを用いる)。温度測定は被削材に測定用の小孔(直径 2.0mm)を加工し、それを通して切削時に工具中心が小孔を通過する時の工具逃げ面温度を測定する(小孔と工具送りの方向(Fig.1 のY方向)は垂直)。主軸回転数は 3000rpm とする。

同様にして実験Bは、マグネシウム合金を対象として直線切削(溝加工)による工具逃げ面温度の測定を行う。溝加工では切削関与角は常に一定(180°)となるので、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、各条件での温度を測定する(小孔と工具送りの方向(Fig.1 のX方向)は一直線上)。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0, 摩耗時1, 工具寿命時2)を変化させて溝加工による温度測定を行う(実験C)。主軸回転数は 3000rpm とする。軸方向切込み量はいずれの実験でも 10mm とする。

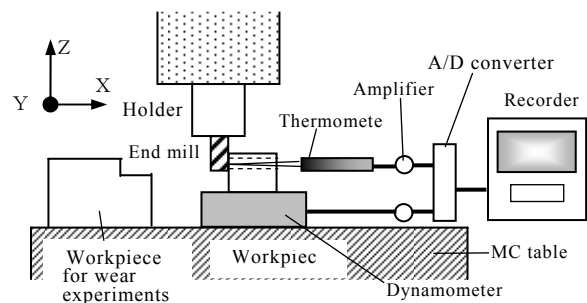


Fig. 1 Setup for experiments

Table 1 Endmill and workpiece

	Endmill	Workpiece
(a)	Coated Carbide ϕ 8mm 6 blades Spiral angle 45°	SKD61(HrC53)
(b)	Coated High Speed Steel ϕ 8mm, 4 blades Spiral angle 60°	AZ31 (Mg Alloy, 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1次式近似により Fig.2 に示す(自由度調整済み決定係数=0.74). これによれば、本実験での最大切りくず厚さ t_m と切削関与長(角)L の2つの幾何的パラメータの範囲では、工具逃げ面温度は切削関与長(角)L によってほぼ決定されることがわかる。これは切削関与長(角)L が増大すると、切削時間の増加とともに非切削時間が減少し、結果的に工具切れ刃の温度上昇が促進されることによるものと考えられる。以上により切削関与長(角)L が支配的条件であると仮定すれば、マグネシウム合金の実験では最も危険側の条件である溝加工(切削関与角は常に最大(180°))を用いることで十分であることがわかる。

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). ここでは摩耗レベル1の工具を用いた。これによれば、ほぼ主軸回転数(切削速度)が大きくなるほど、送り速度(最大切りくず厚さ t_m) が小さくなるほど工具逃げ面温度が高くなることわかる。これは主軸回転数が大きくなるほど単位時間当たりのエネルギー消費量が増えることと、切りくず厚さが薄く、その質量が小さくなるほど容易に温度が上昇することが原因と考えられる。

最後に実験Cの結果を、2変数を含む2次式近似により Fig.4 に示す(自由度調整済み決定係数=0.94). これによれば、工具摩耗が進行するほど工具逃げ面温度が高くなることわかる。これは工具摩耗が進行するほど切削抵抗が増大し発熱量が増大することと大きく関係すると考えられる。また摩耗レベルによっては必ずしも送り速度(最大切りくず厚さ t_m) が小さくなるほど工具逃げ面温度が高くなるとは

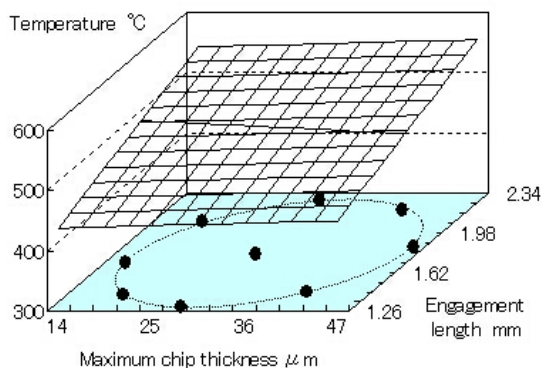


Fig.2 Measured temperature for experiment A (SKD61)

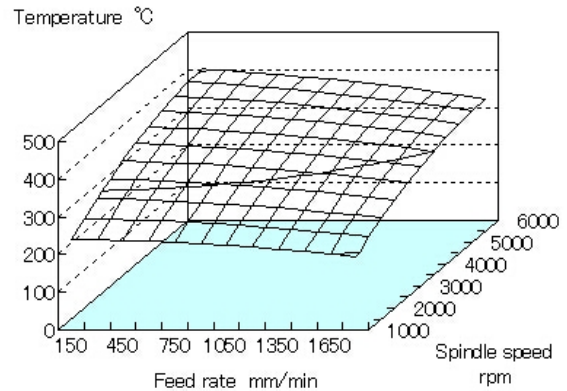


Fig.3 Measured temperature for experiment B (AZ31)

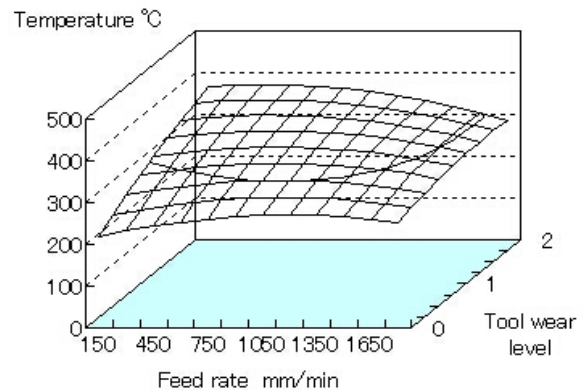


Fig.4 Measured temperature for experiment C (AZ31)

いえないことがわかる。

マグネシウムは 500°C 未満で発火する可能性があるため Fig.2~4 の結果によれば、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わかる。工具逃げ面温度を不必要に上昇させないためには早い送り速度や適切な切削速度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ことがわかる。

4. おわりに

- (1) エンドミル工具逃げ面温度の上昇については、切削関与長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、切削速度・工具摩耗が増大するほど工具逃げ面温度が上昇することがわかった。
- (3) 安全な加工実施のため、加工条件の選択と工具摩耗の管理が重要であることがわかった。

本研究で使用したマシニングセンタは、競輪の補助により設置したものです。

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.
- (2) 足立芳樹: 金型加工における工具寿命に与える切削温度の影響, 京都大学修士論文, (2003)3