

マグネシウム合金のエンドミル加工に関する研究(第3報)
 一切削抵抗を一定化できる円弧型工具パス主体の工具パスパターン開発—

大塚裕俊
 機械・金属担当

Study on End-milling Magnesium Alloys (the 3rd report)
 -Development of Trochoid Tool Path Patterns for Constant Cutting Force-

Hirotooshi OHTSUKA
 Mechanics and Materials 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、切削抵抗を一定化することで工具損傷や工具摩耗の進行を防ぎ切削温度の上昇を抑止できるような工具パスの開発を行った。まず円弧型工具パスを主体とし切削関与角が一定値以下になるような工具パスパターンと加工条件を作成できるアルゴリズムを構築した。その工具パスを任意輪郭形状のポケット加工について適用した結果、一般的な材料の場合では工具寿命が従来型の工具パスと比較して伸びることがわかった。

1. はじめに

近年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、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、それが加工上の大きな問題となっている。そのためエンドミル切削加工において、工具損傷や工具摩耗の進行を防ぎ切削温度の上昇を抑止できるような適切な加工技術が求められている。

そこで本研究では2次元の任意加工形状を対象とし、切削抵抗の変動が小さくなるよう輪郭内側部を円弧型工具パスによってすべて置き換えたパスパターンを生成できるアルゴリズムを構築する。これをエンドミル加工に適用してその有効性を検証する。

2. 円弧型工具パスの生成アルゴリズム

これまで凹部加工のための工具パスの生成方法は、形状輪郭に対し内側へ工具半径だけオフセットすることで工具パスを得る方法が主であった。これによれば内側コーナー部や狭小部での切削抵抗の増加が避けられず工具損傷の発生等で問題となる。そこで本研究では円弧型工具パスによるパスパターンの設計を行いこの問題の解決をはかる。この手法によれば常に切削関与角が一定値以下となるように滑らかな形状で工具パスが隣接配置されるため、急峻な切削抵抗の増加等の問題を除くことができる。

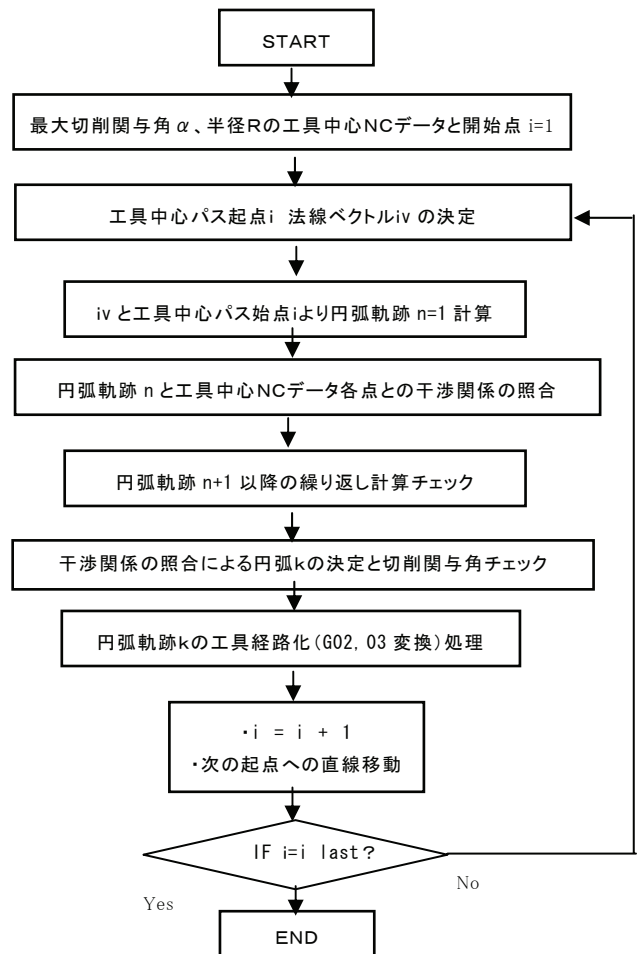


Fig.1 Algorithm for making trochoid tool paths

3. 加工データの試作と検証

Fig.1 に円弧型工具パスを主体とする工具パスパターン生成のためのアルゴリズム概要を示す。製品形状の端部より円弧工具パスで穴部を順次広げていくようにして、凹部形状全体を加工することができる。

ただしオフセット型工具パスと比較して、本手法によれば径方向切り込み量が一定でなく非切削状態の工具パスが長いため、全工具パスが長くなり加工時間も増大する。よって有効性の評価にあたっては工具寿命とともに加工時間等の生産性についても検討しなくてはならない。

そこで今回は、任意形状の凹部の粗加工についてNCデータを試作し、従来のオフセット型工具パスとの比較評価を行った。マグネシウム合金へ適用するための予備試験としてダイス綱を被削材として用い、小径の(A)スクエアエンドミルおよび(B)ボールエンドミルによる工具寿命実験を行った。対応するモデル形状輪郭と試作工具パスパターンを Fig.2 に示す。モデル(B)は(A)より穴深さが大きいリブ形状である。また実験条件を Table 1 に実験結果を Table 2 に示す。実験ではポケット凹部を工具寿命に達するまで一定の軸方向切り込み量を与えて多層連続加工した。

この実験結果に示されるように、円弧型工具パスパターンによるエンドミル切削では工具寿命がある程度延びることがわかった。しかしながらいずれの実験でも、工具寿命が加工体積にして 1.2~2 倍程度の伸びとなり、顕著な差とはならなかった。また円弧型工具パスでは切削工具長の増大のため加工時間が増大するので無駄なパスの省略など短縮化が必要であることが確認できた。さらに実用的なソフトウェアとするためにはCAD輪郭データ入力などインターフェース整備が必要と考えられる。なお実際のマグネシウム合金の部品加工へ適用した例について工具パスと加工状況を Fig.3~4 に示す。

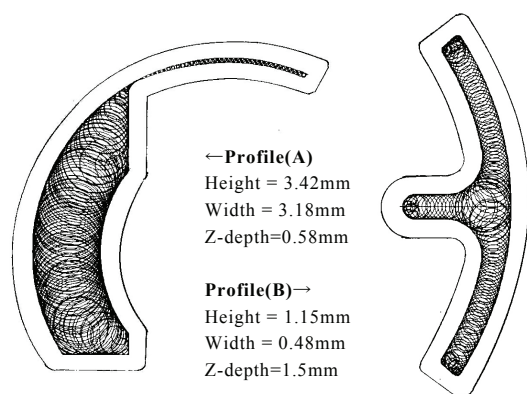


Fig.2 Profiles and trochoid tool paths for model(A)(B)

Table 1 Experimental conditions

| Case | Tools and workpiece | Cutting conditions |
|------|--|--|
| (A) | Tool: Coated Carbide end mill φ 0.3mm 2 blades Workpiece: HPM-31(HRC60) | Spindle speed 3000rpm Radial depth of cut 30μm Axial depth of cut 20μm Feed speed 300mm/min |
| (B) | Tool: Coated Carbide ball end mill φ 0.2mm 2 blades Workpiece: HPM-31(HRC60) | Spindle speed 3000rpm Radial depth of cut 20μm Axial depth of cut 3μm Feed speed 300mm/min |

Table 2 Experimental results

| Case | | Trochoid tool path | Offset tool path |
|------|-----------------|---|---|
| (A) | Data / layer | Path length 203mm Cutting time 67sec NC data volume 34KB | Path length 123mm Cutting time 24sec NC data volume 80KB |
| | Cutting results | Cutting length 9865mm (tool breakage) Cutting layers 49 (=1.8 cavities) Cutting time 29min.14sec. | Cutting length 2988mm (tool breakage) Cutting layers 24 (=0.9 cavities) Cutting time 11min.10sec. |
| (B) | Data / layer | Cutting length 56mm Cutting time 13sec NC data volume 13KB | Cutting length 21mm Cutting time 6sec NC data volume 7KB |
| | Cutting results | Cutting length 39200mm (tool breakage) Cutting layers 700 (=1.4 cavities) Cutting time 218 min. | Cutting length 11550mm (tool breakage) Cutting layers 550 (=1.1 cavities) Cutting time 87min. |

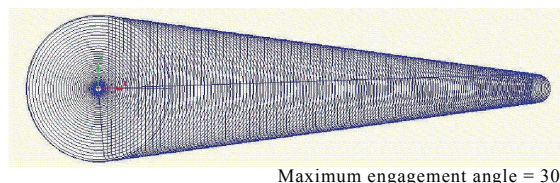


Fig.3 Trochoid tool path for end milling Mg-alloys



Fig.4 Outlook of end milling Mg-alloy parts

4. おわりに

- (1) 円弧型工具パスを主体とするエンドミル加工用の工具パス生成法のためのソフトを試作した。これを2次元輪郭形状に適用して所望の工具パスを得ることができた。
- (2) これを2次元形状凹部のエンドミル切削に適用しオフセット型工具パスと比較した結果、工具寿命が向上した。よってマグネシウム合金の切削加工への適用も有効と期待できるが、ソフトのインターフェース整備等が必要である。