

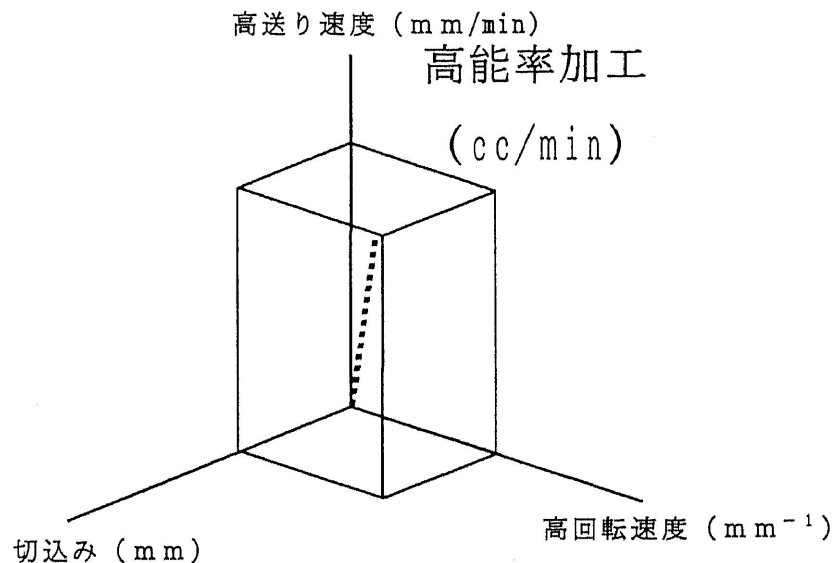
トロコイド加工の基礎データ収集

工学部 機械システム工学科

弦巻 明

1. 1 はじめに

高能率切削加工とはかぎられた時間内に従来以上の多くの切屑を排出する切削加工といえる。高能率加工を行うための要素としては「送り速度」「切込み」「回転速度」の3要素がある。「送り速度」と「切込み」を増加させれば加工能率は直接的に向上する。また「回転速度」を増加させることにより工具の切削性が向上するため「送り速度」を増加させることができ間接的に加工能率を向上させることができる。



しかし、高速送り時に切込み量を増加させれば、切削エネルギーが急激に上昇して工具に対する負荷が増大するため、これに対応する工具や、剛性の高い機械設備が必要となる。そこで現有設備で高速切削を行うことになれば、低切り込み、高送り切削を行うこととなる。低切り込み、高送り切削には次の利点が上げられる。

1. 低切り込みにより切削負荷が減少するため切削性が安定する。加工物の変形が少ないため高精度が上がる。
2. 発生した切削熱量の90%以上が切屑側に流れるので熱の滞留が少なく工具の寿命が延びる。
3. 回転速度が速いので径の工具でも適切な切削速度が得られるため工具寿命が延びる。
4. 加工時間の短縮が計られる。

1. 2 高速、高能率切削法には次ような種類がある。

1. 等高線ツールパス加工

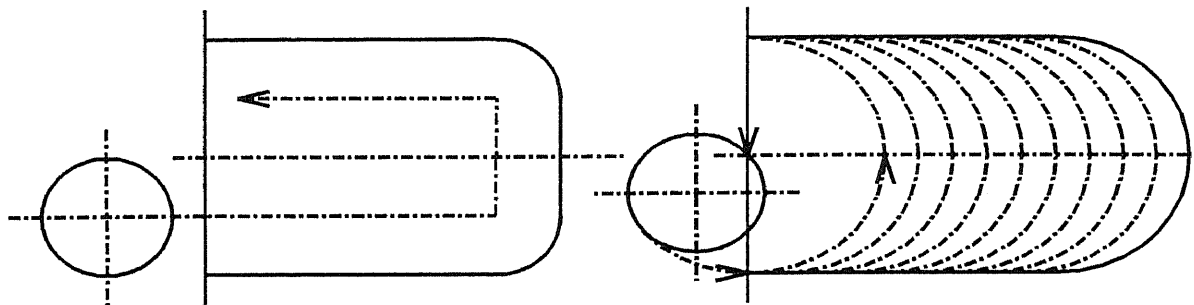
高速、高送り切削では切り込み断面積が変動することによる切削負荷量の変化や、ツールパスの急激な変化による工具への負荷方向の変化は、工具寿命を異常に短くする。このような現象を抑えるために等高線状にツールパスを設定することが望ましいといえる。等高線ツールパス加工法は軸方向の切込みを常に一定にして切削するため切削負荷の変動が少なく安定する。

2. 傾斜切削法

段差の大きい加工部位で工具突き出し量を大きくして切削した場合、工具剛性が低下し、曲がりや振動が発生し、切削条件の低減を余儀なくされることがある。このような加工においても切削条件を低下させることなく、高い条件で高能率な切削加工を行う方法である。一般切削法は一定切込み深さで切削するのに対して傾斜切削法では送りと共に切り込み深さを連続的に増加させる切削法である。利点としては、一般切削法では働かない底刃が切削を行うため垂直分力が発生し、工具底刃部を被削材が支えながら切削する効果があり、工具突き出し量が大きい状態でも工具先端部が支えられているので振動が抑えられる。切削のバランスが改善されることにより、送り速度を高速化させることができる。

3. トロコイド加工法

1 サイクル切削断面形状が三日月型であるため切削面積は、徐々に増加し円弧中央で最大となりまた徐々に低下する切削断面形状を繰り返すため工具に対する衝撃が少なく、工具の寿命が長くなる。サイクルの取り代が工具径の10～20%と小さいため切削熱の滞留が少なく工具の寿命が延びる。切屑が軽量で飛散排出性がよく、切屑の巻き込みも少なく工具の寿命が延びる。加工面積に対して比較的小径の工具が使用できるため工具の費用が低減できる。



一般切削法

トロコイド切削法

2. 1 トロコイド加工法の問題点

1. NCプログラムを作成するのに時間がかかる。

CAMやCNCフライス盤にトロコイド加工用の自動プログラムがない。

2. 機械摺動が激しくなるので慣性の大きい機械や重量加工物には、送り速度が制限されるため不適当な場合がある。

機械の動きが激しいため重量物は加工できない。

3. 機械工場でこの加工法を実施するには上記を含め学生の安全確保を最優先させなければならない。

3. 目的

本研究は、トロコイド加工法の自動NCプログラム作成ソフトウェアの構築と作業者(学生)の安全性、加工精度、工具の寿命に注目した加工データの蓄積である。

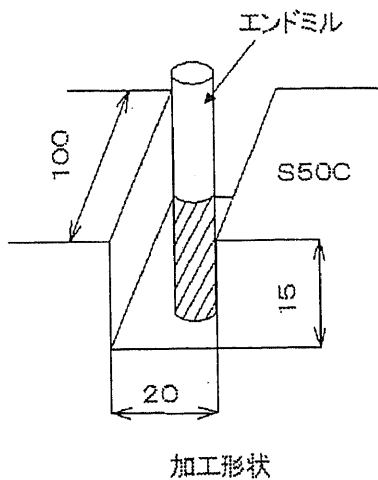
1. パソコンを利用し切削モデルを工具メーカー推奨のエンドミル切削条件とCAMのトレース機能を利用して一般加工方法とトロコイド加工法の計算上の加工時間(理論値)を計算し一般加工法とトロコイド加工法のメリット、デメリットを探る。

2. 実際に種々の材料の切削モデルを実際に加工し切削断面、切り屑形状や工具の状態を調べ一般加工法とトロコイド加工法の利点、問題点を探る。

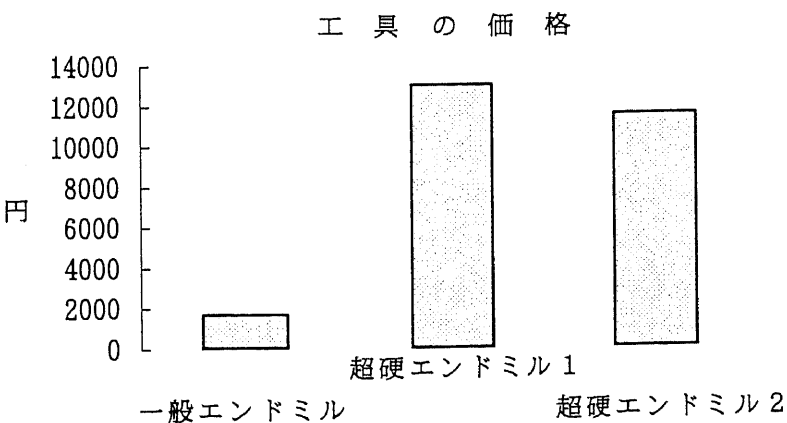
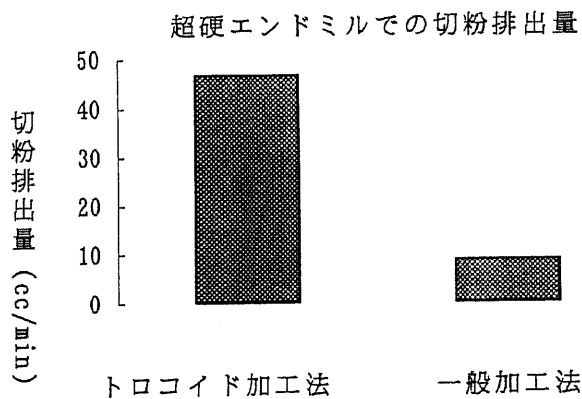
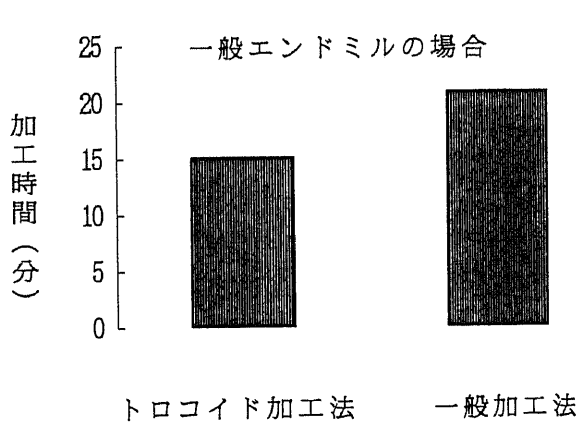
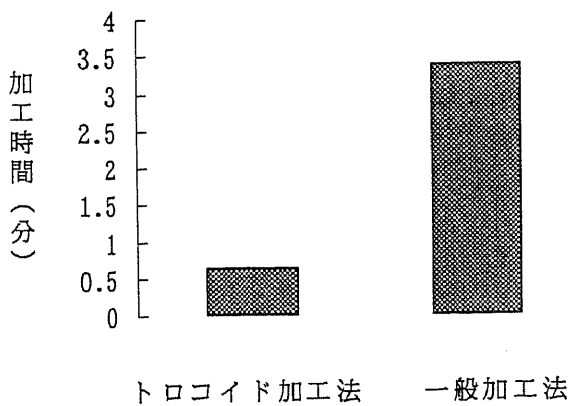
3. 実加工のデーターを基として、トロコイド加工法による、対話型溝ポケット加工用自動NCプログラムを制作する。

4. 切削実験

図のような形状のモデルを設定し切削実験を行った。



超硬エンドミルの場合



N C プログラム例

01(MAIN PRO)	メインプログラム
G90G92X0Y0Z50.	ワーク座標系設定
S4800	主軸回転数 4 8 0 0 r.p.m
M3	主軸正回転
G01Z-15.F1000	Z 軸 1 5 m m 切込み、切込み速度 1 0 0 0 mm/min
M98P0002L120	サブプログラムを 1 2 0 回繰り返す。
G90G00Z50.	Z 軸加工開始点へ
M30	加工プログラム終了、リセット
02(SUB)	サブプログラム
G91G17G03X-8.66Y0.R-5.F4000	円弧補間送り速度 4 0 0 0 mm/min
G01X8.66Y1.	直線補間
M99	サブプログラム終了

5. まとめ

本研究の成果として、簡易型の溝、ポケット加工用のトロコイド加工自動 N C プログラム作成ソフトウェアの構築を行った。本研究の加工モデルでの加工能率は、超硬エンドミルを使用した場合では、一般加工との差は 5.3 倍程である。

また、一般エンドミルでも、1.4 倍程度の能率アップができる。超硬エンドミルは用途により細分化されているので用途に合ったエンドミルを使用すれば工具寿命は一般のエンドミルの 7~10 倍程度以上であり価格差を考慮しても十分その切削能力を示した。しかし超硬エンドミルは、材料と刃物の取り付けを従来の加工法よりも強力に取り付けなければ、刃物の破損を招くことがわかった。加工精度は 0 ~ - 0.2 mm 程度になる。この加工データは、教官研究や学部卒業研究の実験装置の製作に役立てられる。

本研究を実施するに当たり、オーエスジー株式会社第 2 製造部設計課設計 1 係 夏目実氏よりエンドミルを借用させていただきました。

本研究は平成 9 年度科学研究費補助金(奨励研究 (B))による研究です。