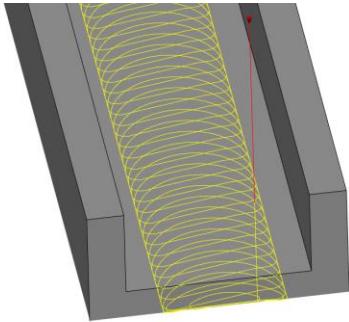


令和7(2025)年度経常研究
トロコイド加工による切削加工の生産性向上に関する研究

担当部所： 栃木県産業技術センター 機械電子技術部

背景

円弧状の軌跡を組み合わせて加工するトロコイド加工は、狭い領域でも高効率かつ工具寿命の長い切削加工が可能と注目されている。
しかし、加工事例や工具寿命に関する報告はあるものの、工具径や切削条件の選定に関する体系的な知見は限られており、加工現場への適用に向けた条件設定の知見が求められている。
そこで本研究では、トロコイド加工の工具径や切削条件が切削力に与える影響を調査するとともに、工具摩耗試験を行うことで生産性向上の効果について検証を行った。



トロコイド加工の工具経路例

研究目標と結果

研究目標

- トロコイド加工における工具径や切削条件が切削力に与える影響を調査する。
- 工具摩耗試験を行い、トロコイド加工による生産性向上の効果について検証する。

実施内容

① 工具径と溝幅の検討

4枚刃超硬スクエアエンドミル(ねじれ角 45°)を用いて、被削材S50Cに対し、工具径(6、8、10 mm)と溝幅(円弧比0.25、0.33、0.50、0.67)を組み合わせ、トロコイド加工の切削試験を行った。

溝幅が小さい条件では切削力変動が見られた(図1)。強制振動周波数より高い成分から1刃切込みごとの最大振幅を求め、切削力変動を評価した(図2)。

その結果、工具径8 mm以上、円弧比0.5以上とすることで、切削力変動を抑制できると考えられる。

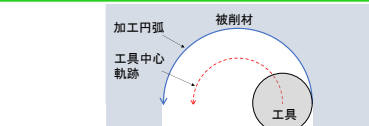


図1 工具径10 mmでの切削力波形の例

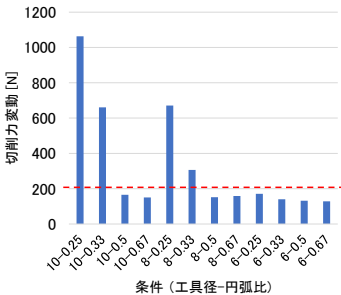


図2 切削力変動

② 切削条件の検討

①の工具径10 mm、溝幅30 mm(円弧比0.67)の切削条件を基準条件とし、1刃送り量 f_z 、切削速度 V_c 、半径方向切込み a_e を各0.6倍、1.4倍に変更して、切削試験を行った。

その結果、切削力変動は a_e の影響が最も大きく(図3)、変動を除いた1刃切り込みの最大切削力 $\ast$ は $a_e > f_z > V_c$ となった(図4)。

以上から、加工効率の向上には、 V_c 、 f_z 、 a_e の順に増加させることで最大切削力とその変動を抑制できる可能性がある。

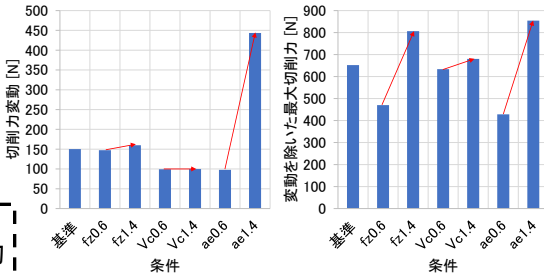


図3 切削力変動

図4 変動を除いた最大切削力

③ 工具摩耗試験

トロコイド加工(基準条件)と通常加工の工具摩耗試験を行った。なお、通常加工では、切りくず排出量をトロコイド加工と同等にすると加工面の凹凸が増大したため、 f_z を下げて排出量を1/2とした。

切削力の推移(図5)と工具刃先の観察(図6)から、トロコイド加工は通常加工に比べて工具摩耗の進行が遅く、加工時間も約1/3に短縮された(6分40秒/19分)。

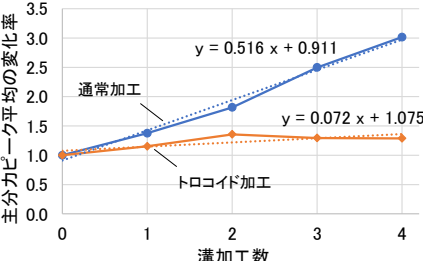
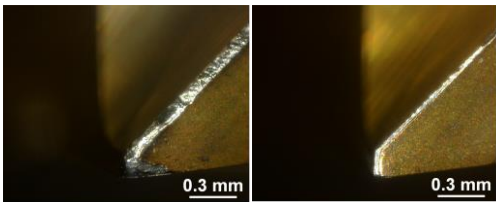


図5 切削力の推移



(a) 通常加工 (b) トロコイド加工
図6 工具刃先(4溝加工後)

まとめ

- トロコイド加工時の工具径は、切削力の変動が小さい範囲で選定することが望ましい。
(本研究では工具径 ≥ 8 mmなら円弧比0.5以上)
- 加工効率を上げる際は、 V_c 、 f_z 、 a_e の順で増加を検討することが有効である。
- トロコイド加工は通常加工に比べ工具摩耗の進行が遅く、加工時間も約1/3に短縮できる可能性がある。

ご来場の皆様へ

問い合わせ先: 栃木県産業技術センター 機械電子技術部 TEL 028(670)3396

- 切削加工における荒加工の生産性向上が可能です。

