

切削域での最適な最小切込量を精選する計測システムの構築と教示教材の検討

橋本 安弘

富山高等専門学校 技術室

1. はじめに

適切な切込量(削り取る厚み)の決定は、切削条件や刃先形状および要求精度等を総合的に勘案し非常に複雑で最終的に試し切削や経験に頼っている部分が多い。また、製造現場では瞬時に全体を把握し適切な加工条件を選択する技術が求められる。座学で学んだ切削概論を実習の場で確実に体得し鮮明に脳裏に焼き付ける(理解促進)ことも技術職員として重要であり責務ではないかと考えている。

本報告では、切込量 t と刃先端のすくい角 α および刃先半径 R に着目し最適な最小切込量を精選(簡易的な設備を用いて切削力を測定)する環境を構築することを目的とし報告する。

2. 装置の構築および実験方法と教示教材の検討

図1に本装置の構成を示す。切削時に掛かる切削力は、切削条件や刃先形状の変化に伴い動的に変動し被削材の加工精度に影響を与えるため検討した。切削力の測定に推奨の計測器は高額で价格的に断念せざるを得なく装置の整備にブリッジ回路を形成したひずみゲージを自製ホルダに貼付して測定した。本実験は切削条件(表1)に従いNC旋盤を使用しすくい角及び刃先半径を変更したインサートチップを用いて切込量を段階的に減少させ加工した。実験後、被削材の熱変形による誤差を防ぐため十分に冷却した状態で直径誤差と表面性状を測定した。

本研究では、切削状態の教示教材も同時に検討した。切削加工をする際に切削力を事前に予測する事は高効率・高精度・工具破損防止を図る上で大変重要である。安価に構築できるRaspberry PiとA/Dコンバータ(HX711)で試作した。得られたデータを無線通信でタブレットに表示し実用化を考えている。

3. 実験結果および考察

3.1 切込量の違いによる切削力の測定結果

切込量が0.001~0.01mm未満になると検出できず切削条件下では切削域の下限界である。切削力は刃先端のすくい角と刃先半径ともに概ね切込量を増す事に増加した。すくい角の差は、すくい角が小さいほど切削力が増した。微小切込み領域になると比切削抵抗が急増し寸法効果が顕著になった。

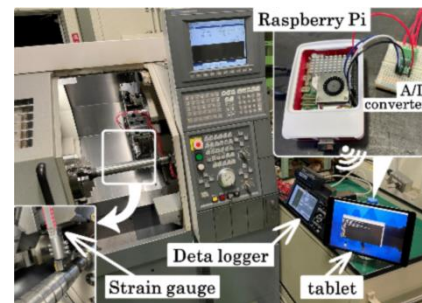


図1 実験装置(計測システムの構成)

表1 切削条件

被削材	S45C ($\phi 50$ mm)
工具材種	CVD 超硬, サーメット
すくい角 α [°]	6, 10, 20
刃先半径 R [mm]	0.2, 0.4, 0.8
切削速度 V [m/min]	49
送り量 f [mm/rev]	0.05, 0.1, 0.2
切込量 t [mm]	0.001, 0.005, 0.01, 0.025, 0.03, 0.05 0.055, 0.07, 0.085, 0.1, 0.13, 0.16 0.2, 0.4, 0.53, 0.67, 0.8, 1.6, 2.0

3.2 被削材の測定結果

切込量に対し直径誤差を測定した結果、推奨切込領域内では ± 0.005 mm以内で推奨最小切込量を境界とし推奨切込領域外では誤差が拡大した。推奨切込量が適切に示唆されておりよく一致していた。

表面粗さ Ra 値は、すくい角と刃先半径ともに推奨切込領域内で概ね一定値 ($Ra = 2.0\mu\text{m} \sim 4.0\mu\text{m}$) となり安定切削した。すくい角 $\alpha = 10^\circ$ と $\alpha = 20^\circ$ では、推奨切込領域外から Ra 値が徐々に小さくなっている。これは、刃先端が被削材に食い込まず表層部を上滑りして凹凸が押し潰され(パニシング効果)ていることが考えられる。

4. おわりに

本報告では、構築した簡易的な装置を用いて最小切込量の事象を示すことができ切削条件の選定時には柔軟に適用可能なひとつの指標としての教材を作成できた。今後、切削現象をイメージできる教示装置として適用し更なる実習の充実を図っていく、より一層理解促進できる教材教具を構築できるよう検証と技術研鑽を重ねていきたい。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP24H02476 の助成を受け実施した。