

スカイビング加工に関する研究

Study of Skiving cutting

日 熊 義 隆 *1

HIGUMA Yoshitaka

要 約 旋盤による旋削加工は、回転する被削材に対して切削工具を送り方向へ移動させることで切削が行われるため、加工した材料の表面に微小ならせん状の切削痕が残る。切削痕は微小であるが、密封が必要な部品では漏れの原因となり、精密部品では機器の動作精度や寿命へ大きく影響する。そのため切削痕を除去するために研削工程や研磨工程があり、使用する機械も異なるため段取り時間が生じる。本稿で報告するスカイビング加工は、研削工程や研磨工程の代わりに適用する技術であり、旋盤を使用するため、段取りの必要がない。本研究では Y 軸を有する NC 旋盤において、旋削加工で適用する切削条件でスカイビング加工を行い、表面性状を測定した。本稿ではそのシステムおよび表面粗さの結果について評価した。

1 はじめに

スカイビング加工は、回転する被削材と送り方向へ移動する切削工具の相対運動によってそぎ落すように切削が進行する。そのため時間経過で切削量が変化する。切削工具は長い切れ刃を有しており切削の進行に伴い、切削点が切れ刃上を転移していく特徴がある。スカイビング加工は歯車製造への応用が検討されており、技術が向上している。一方で、軸部品の製造へ応用する研究は多くない。摺動部に使用する軸部品は流体の漏れや、部品同士が擦れて摩耗する原因となるため、高精度な表面特性が要求される。旋削加工は加工した被削材の表面に微小ならせん状の切削痕が残る。高精度な表面特性を得るために研削や研磨の工程で切削痕を除去する。この方法は旋削加工した後、研削盤などの機械を用いるため、部品の運搬、機械への取り付けなどの段取り時間が生じる。そこでスカイビング加工を NC 旋盤で行い、研削や研磨と同等の表面特性を得られれば、段取り時間の省略や工具や機械の導入費などを削減できるため、NC 旋盤によるスカイビング加工の有用性について検討する。

2 実験方法

実験装置 (図 1) は Y 軸付きの NC 旋盤 (OKUMA LB3000EX II) 内のタレット端面にスカイビング工具が取り付けられており、その切れ刃を傾けて固定している。実験は、図 2 に示す X 軸で切込量を設定し、Y 軸及び

Z 軸の同時制御により送り方向が被削材に対して 20° となる。切れ刃は傾ける角度を 20° とし、スローアウェイ式ノーコーティング超硬合金インサートを用いた。工具の突き出し長さはツールホルダの端面から 14mm で保持した。被削材は直径 40mm のアルミニウム (A5056) をチャック端面から突き出し長さ 75mm で保持した。表 1 に本実験で用いる切削条件をまとめた。

3 表面粗さの評価方法

本実験はスカイビング加工による表面粗さと旋削加工の切削条件 (表 2) による理論粗さを比較する。スカイビング加工した被削材は、粗さ測定器 (東京精密 SURFCOM1500SD3) で測定する。粗さ曲線は切削量が時間経過で変化することから台状の波形を示すことを確認する。測定条件は粗さ曲線の平均長さ $0.4 < RSm \leq 1.3$ から評価長さを 12.5mm、カットオフ値 λc を 2.5mm とした。旋削加工の表面粗さは、切削工具の刃先半径 R と送り速度 f が影響するため、(1) 式から理論粗さが与えられる。表面粗さは算出した理論粗さよりも $1\mu\text{m}$ を超えない程度に粗くなる傾向がある。

$$Rz = \frac{f^2}{8 \times R} \times 1000 \quad (1)$$

4 実験結果

表面粗さの測定から表面粗さは $Rz2.8\mu\text{m}$ であった。表 2 の切削条件による旋削加工の理論粗さ $3.13\mu\text{m}$ と

比べて表面粗さは向上したが、送り速度 0.09mm/rev で得られる精度であり、短縮される加工時間を比較しても 3 秒程度と短い。粗さ曲線 (図 3) は深い切削と浅い切削が周期的に繰り返す波形を示しており、切削量が変化している。

5 考察

粗さ曲線 (図 3) は送り速度の周期で切削工具の刃先形状が被削材へ転写される旋削加工の粗さ曲線とは異なる波形を示すことから (1) 式はスカイビング加工に適用できない。波形の周期は送り速度未満であることから送り角を θ_f として送り速度の Z 軸成分は $f \cdot \cos \theta_f$ で表されるため、波形と比較するとこれを満たす。また、波形が明瞭な台状にならないのは、工具の傾き角が影響していると考えられる。同時期上で切削点が複数存在し、傾けたことで切れ刃が転写される切削痕の間隔に位相差が生じるとすると、その位相差は (2) 式に示す関係から切れ刃傾き角と送り角度がスカイビング加工の表面粗さに影響しており、切れ刃傾き角によって位相差は小さくなると考える。結果と考察を基にスカイビング加工の理論粗さは (3) 式となる。

$$Rz = \left\{ R_0 - \sqrt{R_0^2 - \frac{(f \cdot \sin \theta_f \cdot \tan \varphi)^2}{4 \cdot \cos^2 \varphi}} \right\} \times 1000 \quad (3)$$

6 まとめ

Y 軸を有する NC 旋盤を用いてスカイビング加工を行い、表面粗さの測定結果から理論粗さが得られるモデル式を導出した。今後は導出した (3) 式の妥当性について検討する。

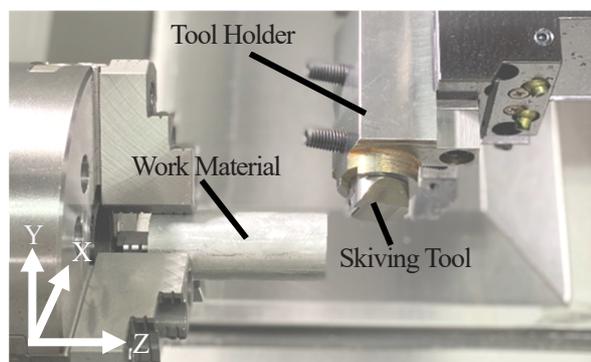


図 1 スカイビング加工の実験装置

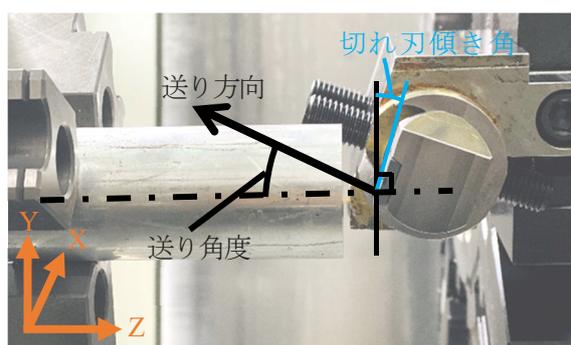


図 2 切れ刃の傾きと送り方向

表 1 加工条件

工具材質	超硬合金
切削速度【m/min】	200
切込量【mm】	0.1
切れ刃傾き角 φ 【degrees】	20
送り角 θ_f 【degrees】	20
送り速度 f【mm/rev】	0.1

表 2 旋削加工の切削条件

切削速度【m/min】	200
切込量【mm】	0.1~0.5
送り速度 f【mm/rev】	0.1
刃先半径 R【mm】	0.4

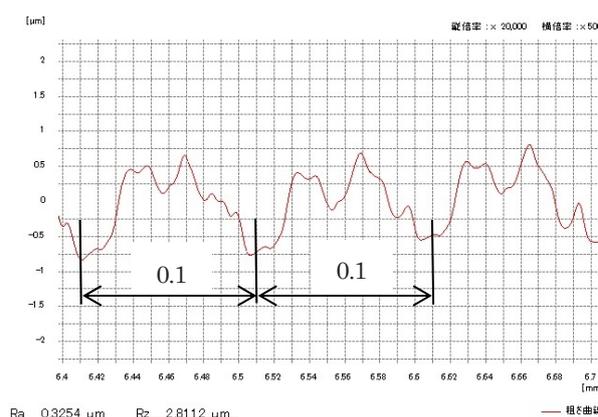


図 3 表面粗さ測定結果

参考文献

- 佐久間敬三ほか:「スカイビング切削法の研究 (だい 1 報) 直線切れ刃による切削機構」精密工学会誌 42 巻 499 号 (1976) pp.693-698