

軟磁性材料における最適加工条件と工具寿命の検討

Investigation of Optimizing Cutting Conditions and Tool Life for Soft Magnetic Material

○内田元¹, 三浦浩一², 山田高三², 李和樹², 高後哲也³, 後藤安司³, 窪田朝徳³
*Gen Uchida¹, Kohichi Miura², Takazo Yamada², Hwa-Soo Lee², Tetuya Kogo³, Yasushi Goto³, Tomonori Kubota³

In cutting process, in order to keep the machining accuracy, exchanging of tool before a tool life is very important. In case of improper cutting condition, since tool life becomes short, a lot of tool is needed for machining. Therefore, tool life influences not only machining accuracy, but also cost efficiency. On the other hand, a tool wear induces occurring burrs. In particular, in cutting of soft magnetic materials, since tool wear is remarkable, burrs are easily occurred. From such a viewpoint, this study aims to investigate an effect of tool wear and burr by changing cutting condition. From experimental results, it is known that tool wear is grown by increasing of the cutting distance of one blade.

1. 緒言

部品の加工工程において、加工品質を維持するためには工具の寿命を迎える前に工具を交換する必要がある。しかし、加工条件が悪いと工具摩耗の進行が速く工具寿命の低下に繋がるため、高コスト化の要因となる。

また、工具の摩耗が進むと加工によりバリが発生しやすくなる。特に、電磁力を利用する部品に多く用いられている軟磁性材料は、加工性の悪い材料であり工具の摩耗が激しい。また、バリが発生しやすいという特徴が挙げられる。そのため、加工品質とバリの発生に着目して最適な加工条件を選定する必要がある。

そこで本研究では、軟磁性材料に旋削加工を施すことで、加工条件の違いが工具摩耗量やバリの発生に及ぼす影響を明らかにし、最適な加工条件を実験的に検討した。

2. 工具寿命および工具摩耗量の評価

工具寿命とは、工具の摩耗量が一定の基準値に達したときを工具の寿命と定義している。工具摩耗の種類を図1に示す。図1より、工具摩耗は摩耗形態の違いから、逃げ面に生じる逃げ面平行部摩耗幅 V_B と横逃げ面境界摩耗幅 V_{BN} 、すくい面に生じるすくい面最大クレータ深さ K_T 、刃先部に生じる刃先摩耗幅 V_{BC} に分類される^[1]。

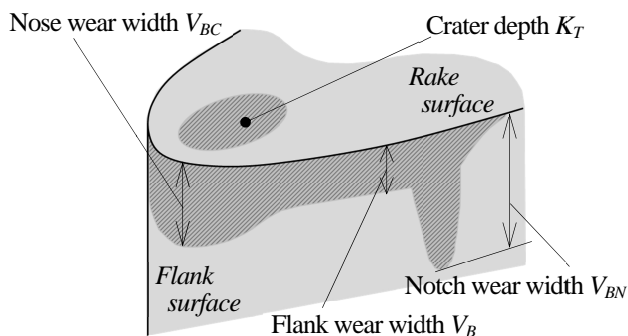


Figure 1. Classification tool wear

このうち、逃げ面平行部摩耗幅 V_B とすくい面最大クレータ深さ K_T は、加工条件に対して摩耗の進行が比較的安定している。そのため、一般的に工具寿命の評価にはこれらの摩耗量が基準値として用いられる。

3. 実験方法

旋削用工具を用いて加工した際、加工条件の違いにより工具寿命や加工精度がどの程度変化するかを検討するために加工実験を行った。本実験では、被削材に純鉄系軟磁性材料 ELCH2S を用いた。純鉄系軟磁性材料は表1に示すように、磁気特性を向上させるために炭素をほとんど含まない純鉄系の材料である。そのため切削加工時の負荷が高く、切削困難な材料である^[2]。

加工条件を表2に示す。実験は、NC 旋盤に取り付けられた円筒形状の被削材の外周部に対して、繰り返し旋削加工を行った。そして、バリの発生量が増加したところを工具寿命と定義し、工具寿命を迎えるまでの工具の摩耗量や被削材の粗さにどのような傾向があるかを検討した。工具摩耗量は刃先摩耗幅 V_{BC} および逃げ面平行部摩耗幅 V_B 、横逃げ面境界摩耗幅 V_{BN} で評価した。また、被削材の表面粗さは算術平均表面粗さ R_a および最大高さ粗さ R_z で評価した。最後にバリの高さは、工具が被削材に進入する際に、被削材の端面部に発生するバリの高さを測定し評価した。なお、工具寿命評価の基準には、1刃当たりの累積実切削距離で評価した。

Table 1. Chemical composition of soft magnetic material

(mass%)

Carbon	Silicon	Manganese	Phosphorus	Sulfur
C	Si	Mn	P	S
0.005	0.004	0.260	0.010	0.025

Table 2. Experimental condition

Tool	External turning tool
Depth of cut	0.1mm
Cutting speed	140m/min
Feed rate	0.06mm/rev
Workpiece	Soft magnetic material (ELCH2S)
Processing condition	Wet machining

4. 実験結果および考察

刃先摩耗幅と累積実切削距離の関係を図 2 に、逃げ面平行部摩耗幅および横逃げ面境界摩耗幅と累積実切削距離の関係を図 3 に示す。図 2 より、刃先摩耗は加工直後から急激に増加し、その後は緩やかな増加傾向にあることがわかる。対して、逃げ面境界摩耗および横逃げ面境界摩耗は、図 3 よりある程度加工が進んだ距離から発生し、その後、累積実切削距離が長くなるにつれ増加することがわかった。

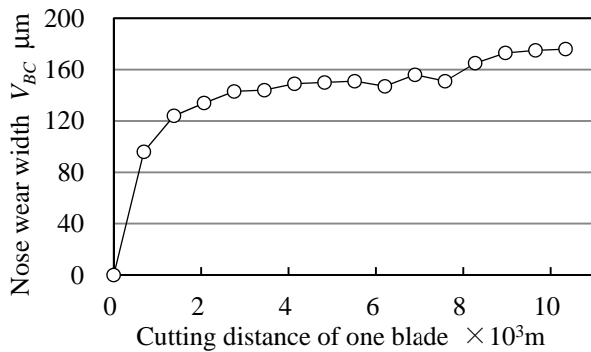


Figure 2. Relation between nose wear width and cutting distance of one blade

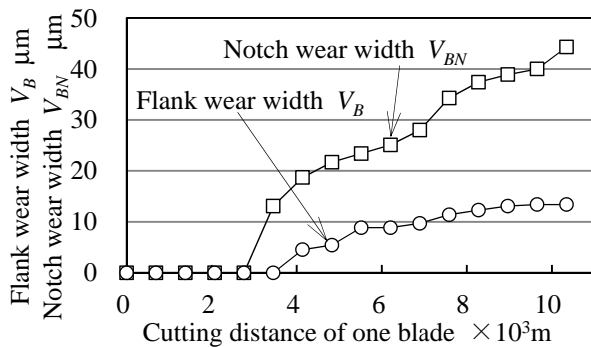


Figure 3. Relation between wear width and cutting distance of one blade

次に、表面粗さと累積実切削距離の関係を図 4 に示す。図 4 より、累積実切削距離が長くなるにつれ、算術平均粗さおよび最大高さ粗さともに悪くなっていることがわかる。また、図 3 と図 4 を比較すると、累積実切削距離 $3.0 \times 10^3 \text{m}$ からそれぞれ逃げ面摩耗が発生し、表面粗さも悪くなっていることがわかる。このことから、逃げ面摩

耗が進行すると表面粗さは悪くなると推測される。

さらに、端面のバリの高さも累積実切削距離の関係を図 5 に示す。図 5 よりバリの高さも累積実切削距離との関係は見られなかった。これは、本実験では切削距離が短く工具摩耗が十分に進行していないためバリに大きな違いが現れなかったと考えられる。

以上の結果より、本実験ではバリの発生に変化が見られなかったことから、工具寿命を迎えていないことがわかる。しかし、さらに加工を続けバリが発生すれば、工具摩耗より工具寿命を定義することができるとわかった。

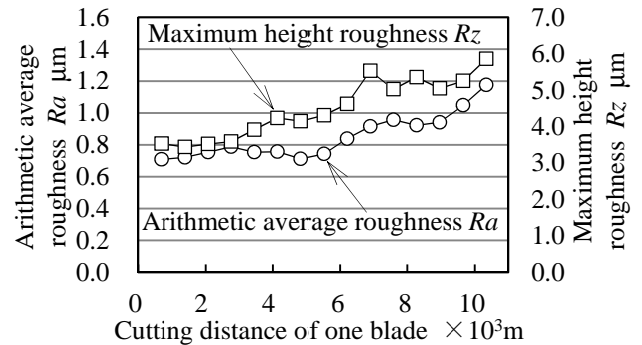


Figure 4. Relation between surface roughness and cutting distance of one blade

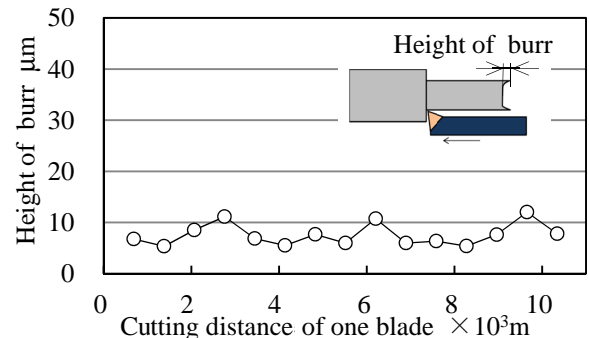


Figure 5. Relation between height of burr and cutting distance of one blade

5. 結言

- 累積実切削距離が長くなるにつれ、それぞれ工具摩耗幅および被削材の表面粗さは増加していることが確認できた。
- 累積実切削距離をさらに増やし実験を行うことで、逃げ面平行部摩耗幅より工具寿命を定義することができるとわかった。

6. 参考文献

[1] 中島利勝, 鳴瀧則彦:「機械系大学講義シリーズ27 機械加工学」, 株式会社コロナ社, pp.168-175, 1983.
 [2] 千葉政道, 阿南吾郎, 尾崎勝彦:「高機能電磁部品用純鉄系軟磁性材料」, 神戸製鋼技報, Vol.55, No.2, pp.18-21, 2005.