

# 切削加工におけるバリ生成と観察

小岩俊彦

国立一関工業高等専門学校

技術室

## 概要

切削加工に使用される工具には多くの種類があり、被削材の種類や要求される寸法精度ごとに工具および切削条件の選定を行い加工するが切削後の被削材端面にはバリが発生する。一般的にバリを除去する方法として治具の使用やバフによる研磨、また面取り工具などによる 2 次工程で処理されるが<sup>[1]</sup>小径の製品では僅かなバリでも寸法精度上問題となる事が多く、バリの程度も素材の種類や延性、加工する諸条件によって変化すると推測される。

本研究では切削加工でのバリ生成のメカニズムを把握し、バリの抑制を目指し、バリ無しでかつ良好な寸法精度を得るための最適加工条件を明らかにする事を目的とする。この研究により従来行われているバリ取り工程を省略でき、生産性の向上に寄与し、今後の高専実習教育用資料として役立つものである。

## 1 実験方法



図 1. 2次元切削用のバイトと 10の素材

使用した素材は市販の炭素鋼(S45C)および延性材料の銅(C1020)2種類で、バリの生成メカニズムを把握するために基本的な2次元切削を形削り盤(光谷金属工業 MS-350)で行った。10の部分切削し、その状態を高速度ビデオカメラと工具顕微鏡で観察した。工具はハイスを使用し、すくい角は S45C..15°, C1020..30°に設定し、横切刃角 90°,切削速度 V: 2(m/min),切込み量 t: 0.5, 1.5(mm) 切削油: 無で切削した。

次に 50の素材を CNC 旋盤(森精機 SL-25A)で切削した。

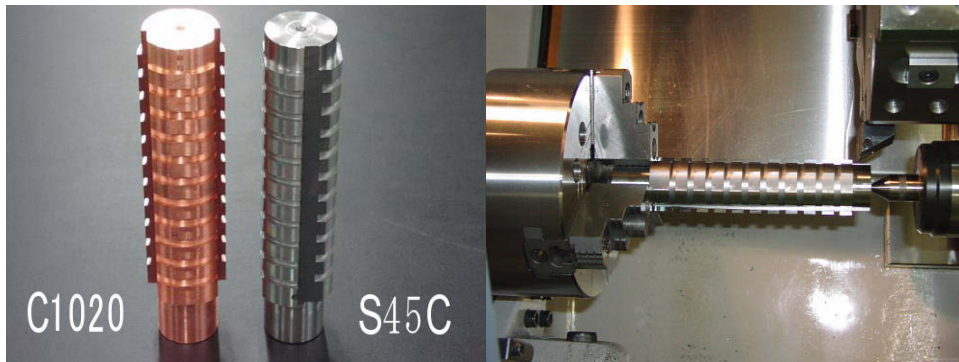


図2. 切削素材とCNC旋盤による切削

バリ観察しやすいよう素材の外周に溝、軸方向に段加工をしておき、表面を平面研削盤で仕上げた。チップは素材ごとに工具メーカーで適用されている超硬チップを用い、ノーズRは0.4,0.8の2種類で横切刃角も0°と45°2種類用意した。切削条件は工具メーカーが推奨する標準切削条件<sup>[2]</sup>を参考にし切削速度V:120(m/min)..S45C,300(m/min)..C1020,送り量f:0.25(mm/rev),切込み量d:0.3,1.0,3.0(mm)と各素材12種類設定した。

## 2 結果

### 2.1 2次元切削でのバリ生成

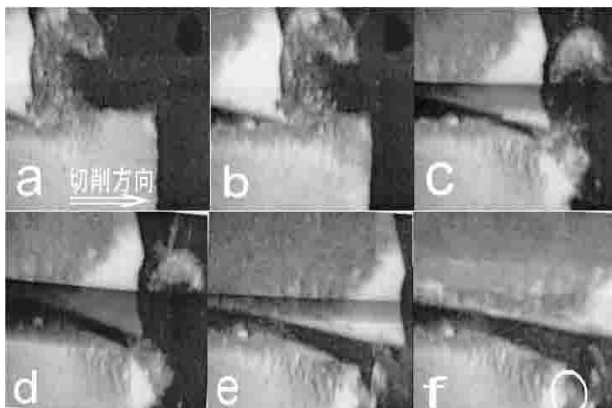


図3. バリの生成過程 S45C-切込み1.5mm

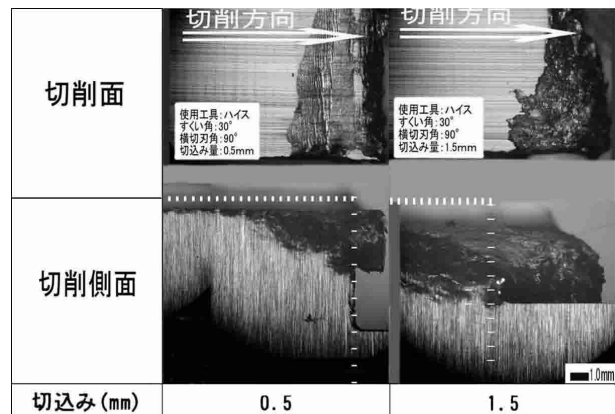


図4. 形削り後のバリ-C1020

形削り盤での切削状態を高速度ビデオカメラで観察した。図3がS45Cの切削過程である。観察では切削開始と同時に刃先が被削材に食い込み、多少びびりを生じたが、すぐに安定し良好な切りくずを排出した。しかし切削途中で急に刃先が母材に食い込み始め、同図(a)被削材を一気に捲り上げ(b)それはやがて母材より分裂し脱落した。写真(c~e)のとおり母材はバイト刃先で変形され切削端面に残ったものがバリ(f部)である。C1020ではS45Cと同様に刃先が母材に食い込んだが、最後まで被削材は母材と分離する事はなかった。図4にC1020の形削り後のバリを示す。点線部分が切削前の素材形状であるが、切込み量の増加とともにバリが極端に増える結果となった。

### 2.2 3次元切削後のバリ観察

旋盤で切削を行った後、工具顕微鏡で切削終了端面のバリを観察した。S45Cで横切刃角0°と横切刃角45°の条件でのバリを比較すると横切刃角0°のバリは端面から脱落しかかっているものが多く、横切刃角45°でのバリは脱落が無く薄く延びていた。全体的に切込み量や横切刃角、ノーズRが大きくなるとバリが多く見られた。

延性材料のC1020のバリはS45Cのようなバリの脱落は全く無く、薄く延びているものが殆どだった。全体的に横切刃角 $0^\circ$ より横切刃角 $45^\circ$ でのバリが少なく、S45Cと逆の結果であった。C1020でのバリは切込み量やノーズRが大きいほど多くあった。以上の観察より、バリの長さを測定し比較しようとしたがバリには捲れや変形があり測定は困難であった。したがって、バリの断面観察を行い断面積でバリ大きさを比較した。

## 2.2.1 バリの大きさと組織

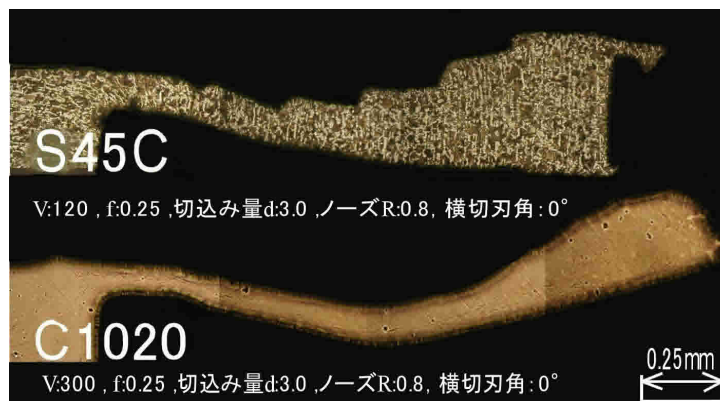


図 5. 樹脂埋め後のバリの断面

各素材の切削終了断面を金属顕微鏡で観察した。バリの断面は図 5 に示すように S45C のバリは表面には凸凹があり素材端近くは薄く先端に向けて厚くなっていた。また C1020 のバリは同図に示すように全体的に表面が滑らかで S45C 同様に素材端付近は薄く、先端に向かうほど厚くなっていた。

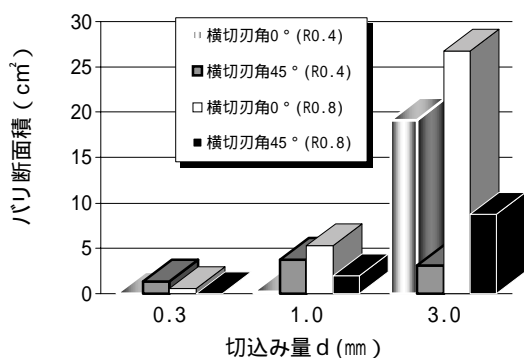


図 6. S45C-切込み量とバリ断面積

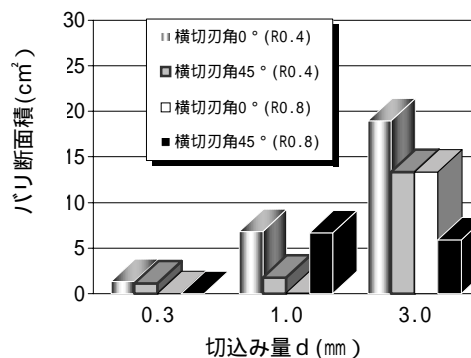


図 7. C1020-切込み量とバリ断面積

バリは横切刃角により形状が変化し、切込み量  $d=0.3(\text{mm})$  で無いも条件もあった。これより切込み量を少なくすることがバリ抑制につながる一つの条件となるが削り代の多い加工、また工具寿命を考慮すると能率的な加工とはいえない。図 6-7 は S45C と C1020 の切削後の切込み量とバリ断面積を比較したもので全体的に切込み量の増加とともにバリも増えている。各工具で切込み量  $0.3\text{mm}$ 、 $1.0\text{mm}$ 、 $3.0\text{mm}$  のバリ断面積を足して比較し、バリの少ない切削条件を探したところ、S45C ではノーズ R0.4、横切刃角  $45^\circ$  で C1020 ではノーズ R0.8、横切刃角  $45^\circ$  であった。以上の結果より今回は切込み量  $3.0(\text{mm})$  でのバリ抑制につながる効率的な加工条件について調べた。この切削条件を基に横切刃角だけを  $56^\circ$ 、 $67.5^\circ$  に変えてバリの比較をした。

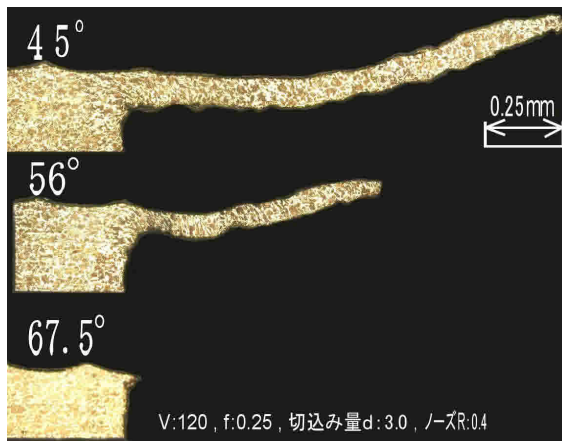


図 8. S45C-横切刃角とバリ組織

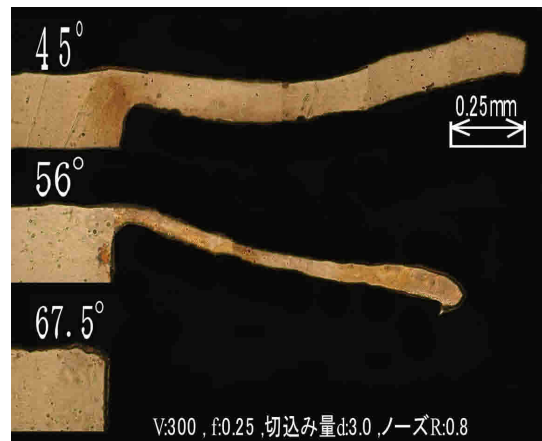


図 9. C1020-横切刃角とバリ組織

横切刃角を変更し、観察した結果を図 8-9 に示す。横切刃角  $56^\circ$  でバリの断面積では横切刃角  $45^\circ$  のバリと比較し 52%減り、 $67.5^\circ$  で 99%減った。また C1020 は横切刃角  $56^\circ$  で 64%減り  $67.5^\circ$  でバ리를ほぼ無くすことができた。

### 3 結言

切削加工でのバリ生成メカニズムを把握しバリの抑制を目指し、バリ無しでかつ良好な寸法精度を得るための最適加工条件を明らかにする事を目的として調べ次の結果が得られた。炭素鋼(S45C)および延性材料の銅(C1020)でバリの生成過程を観察した。延性の度合いによってバリ生成過程が異なりバリになることが確認できた。S45C の 3 次元切削では横切刃角を  $45^\circ$   $67.5^\circ$  と変えることでバ리를抑制でき、C1020 も同様にすることで殆どバ리를無くすことができた。今後は切込み量の少ない切削のバリ生成についても検討する必要がある。また S45C では、切削抵抗の増大など問題もあるのでさらに切削条件を考慮し寸法ごとの切削条件を設定する必要がある。本研究は日本学術振興会平成 13 年度科学研究費補助金(奨励研究(b))の援助によって行われた。ここに深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- [1] 日本機械学会, 機械工学便覧, A.基礎編, B.応用編(1991)
- [2] 東芝タンガロイ株式会社, 切削工具, 技術試料