

## 経常研究

## ドリル加工におけるバリ抑制手法の開発

岡村 弘太\* 西宮 紹\*

## Development of Method for Burr Suppression in Drilling

OKAMURA Kota and NISHIMIYA Sho

ドリル加工において穴の出口に発生したばりは、部品の機能や品質の悪化につながるため除去作業を行っている。ばりを抑制し除去作業の短縮化を図るため、ステンレス鋼のドリル加工において、加工条件を変え、発生したばりの高さや硬さを測定し、ばりを抑制する加工条件を検討した。

その結果、HV450以上の硬いばりのほとんどが0.3mm以下の小さなばりであることがわかった。さらに、より材料内部まで硬化している方がばりが小さくなった。ばり抑制の加工条件として、切削速度と1刃送りを抑えて加工することで、硬く小さなばりが生成された。また、表面付近があまり硬化していない材料に関しては、フェイスミルを用いて面をより硬化させた後ドリル加工を行うと、ばり抑制の効果が期待できる結果となった。

Key Words : ドリル, ばり, 切削加工, ビッカース硬さ

## 1 はじめに

金属の部品加工では、ほとんどの場合穴あけ加工が行われ、その中でもドリル工具を用いて穴あけをするドリル加工法が大きな割合を占めている。ドリル加工では、被削材から切り粉として分断せずに残った残留部が塑性変形することで、穴の出口にばりが発生する。ばりは、部品の機能や品質の悪化につながるため、製造現場ではばりの除去作業工程が必要となり、その工程が加工時間や加工コストの増大を招き、加工の高能率性が阻害されている。そのため、ばりの抑制は企業の長年の課題となっており、製造現場で対応できる、加工時におけるばり抑制の手法が求められている。

ばりの発生要因は、工具形状や摩耗、被削材の材質、加工条件等が複雑に影響している。穴の出口にばりが発生しやすいステンレス鋼は、切削加工で加工硬化が起きやすい材料である。加工硬化とは、金属材料に力を加えると材料が硬くなる現象のことである。そこで、加工条件により加工硬化を起こすことで、残留部が塑性変形しにくくなり、ドリルで削り取られることでばりが抑制できるのではないかと考えた。

既往研究としてドリル外周コーナを面取りした特殊形状ドリルの使用に関する報告<sup>1)</sup>や、ばりの高さや加工条件の関係に着目した報告<sup>2)3)</sup>があるものの、加工

条件変化による加工硬化とばりの関係を明らかにした報告は見当たらない。

そこで本研究では、穴の出口ばりを抑制し除去作業の短縮化を図るため、加工条件による加工硬化とばりの関係を明らかにし、加工硬化の観点から、ばりを抑制する加工条件を検討した。

## 2 研究の方法

## 2.1 ドリル加工

加工条件を変えてドリル加工を行った。加工機はマシニングセンタ(オークマ(株)製 MB-56VA)を用い、工具は直径6mm 2刃超硬ドリル((株)不二越製 AQDEXR0600)を使用した。ドリルの先端角は135°である。被削材はステンレス鋼 SUS304を使用した。試験片形状は縦140mm、横20mm、厚さ5mmの短冊状である。

加工条件を表1に示す。切削速度と1刃送りの2因子を3水準に振って組み合わせた9条件(条件1~9)と追加の3条件(条件10~12)を加えた計12条件を設定した。

## 2.2 ばりの測定

ドリル加工であけた穴を精密切断機で半分に切断し、穴の断面を観察できるよう樹脂埋め、鏡面研磨を行った。

ばりの高さの評価には、金属顕微鏡(オリンパス(株)製 GX71)を用いて、1穴に対して2つのばりの高さを測定した。測定の様子を図1に示す。

\* 栃木県産業技術センター 県南技術支援センター

表1 加工条件

加工条件	切削速度 [m/min]	1刃送り [mm/刃]
1	15	0.025
2	15	0.05
3	15	0.1
4	30	0.025
5	30	0.05
6	30	0.1
7	45	0.025
8	45	0.05
9	45	0.1
10	45	0.2
11	60	0.025
12	60	0.1

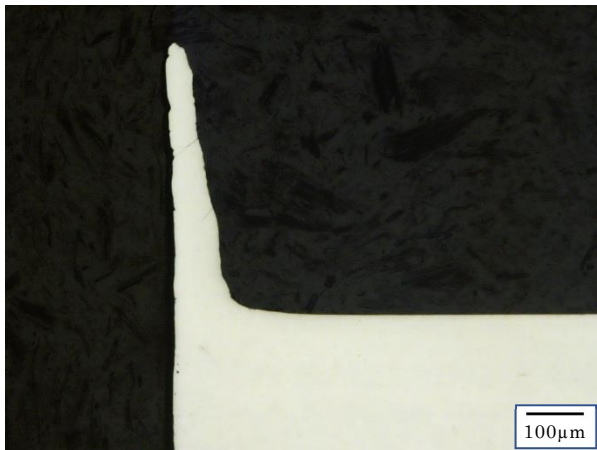


図1 金属顕微鏡で観察したばりの一例

ばりの硬さの評価には、ワイドレンジビッカース硬さ試験機((株)フューチャアテック製 FLV-10ARS-F)を用いて測定を行った。試験荷重は 0.9807N で、1つのばりに対して根元、中間、先端の3か所のビッカース硬さの測定を行った。なお、使用した SUS304 の母材硬さは HV200 程度であった。

### 3 結果及び考察

#### 3.1 ばりの高さの測定

ばりの高さとの加工条件の関係を図2に示す。なお、ばりの高さは各条件の平均値で表している。切削速度が大きくなるとばりの高さが緩やかに小さくなり、1刃送りが大きくなるとばりの高さが大きくなっていくことから、ばりの高さは1刃送りの影響が大きいことがわかった。このことから、1刃送りを抑えて切削速

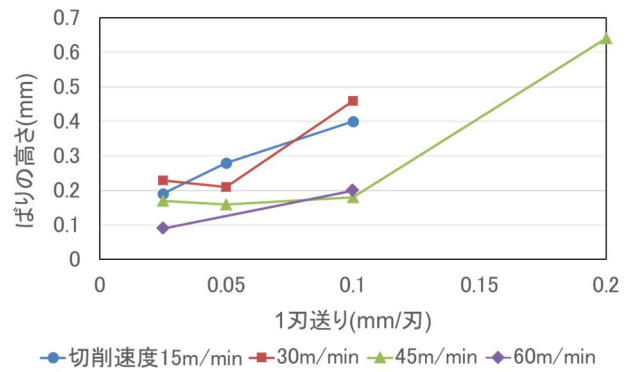


図2 ばりの高さとの加工条件の関係

度を大きくすることで、送り速度を保ったままばりを抑える加工が可能であることがわかった。

#### 3.2 ばりの硬さの測定

得られたばりの硬さとの加工条件の関係を図3に示す。なお、ばりの硬さは各条件の平均値で表している。切削速度、1刃送りが小さくなるとばりの硬さが硬くなることがわかった。

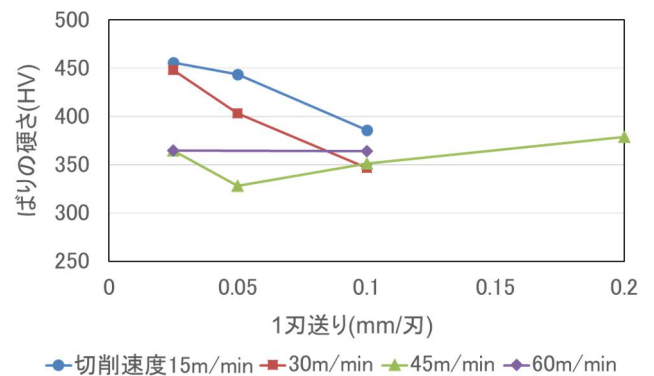


図3 ばりの硬さとの加工条件の関係

#### 3.3 ばりの高さとの硬さの関係

ばりの高さとの硬さの関係を図4に示す。HV300台前半の柔らかいばりは、どの高さにも存在している。一方で、HV450以上ある硬いばりに関しては、ほと

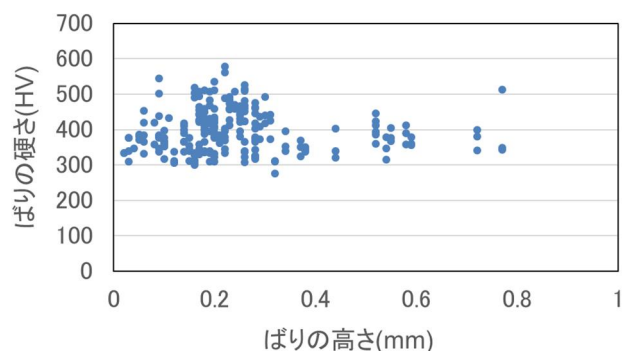


図4 ばりの高さとの硬さの関係

んどが 0.3mm 以下の小さなばりであることがわかった。

図 3, 4 から得られた結果より, ばりの抑制条件として, 切削速度と 1 刃送りを抑えてドリル加工することで, 硬く小さなばりが生成されることがわかった。

### 3. 4 前加工による加工硬化の影響

硬いばりは高さが小さい傾向にあるという結果から, ばりが生成される面を事前に加工硬化によって硬化させたのちドリル加工を行えば, さらに硬く小さなばりが得られるのではないかと考え, 追加実験を行った。

ドリル加工前の被削材に対して, ばりが生成される面をフェイスミルを用いて切削加工し, 加工硬化を発生させた。この切削加工を行った被削材の表面のビッカース硬さを測定したところ, HV450 以上の硬さとなった。また, 被削材を切断し, 断面について硬さを測定したところ, 表面から 0.075mm 程度内部まで硬化が確認された(図 5)。

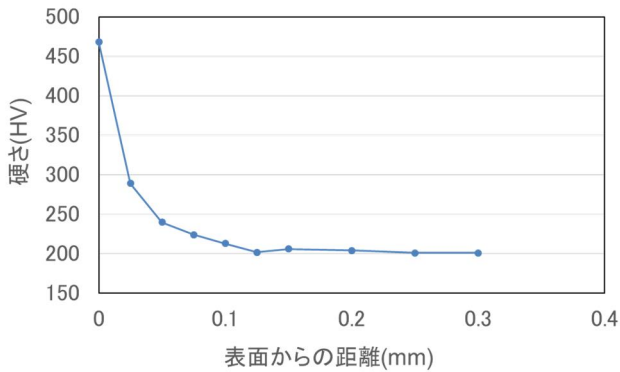


図 5 前加工による硬化の深さ

ドリル加工の加工条件として, 比較的大きなばりが出た条件 3(切削速度 15m/min, 1 刃送り 0.1mm/刃)を用い, フェイスミルによる前加工の有無で生成されたばりの高さや硬さの平均を比較した。実験結果を表 2 に示す。

表 2 前加工の有無によるばりの比較

	ばりの高さ [mm]	ばりの硬さ [HV]
前加工なし	0.42	399
前加工あり	0.53	406

ばりの硬さに関しては前加工の有無でほとんど違いはなかったが, ばりの高さに関しては, 前加工なしと比較して前加工ありの方がばりが 0.11mm 高いという

結果となった。そこで, 前加工なしの被削材の表面と内部の硬さを測定したところ, 前加工なしの被削材の方が表面からより深くまで硬化していたことが確認できた(図 6)。つまり, 用いた被削材(被削材 A)は表面が硬化していたため, 元から硬かった表面部分が前加工によって削り取られ, 表面付近が相対的に柔らかくなってしまったため, ばりが大きくなったと考えられる。

そこで, 表面があまり硬化していない SUS304(被削材 B)についてフェイスミルによる前加工とドリル加工を行った。前加工の有無による材料内部の硬化の深さを図 7 に, ドリル加工の結果を表 3 に示す。材料内部の硬さについて, 前加工ありの方が表面が硬く, より材料内部まで硬化していることが確認された。

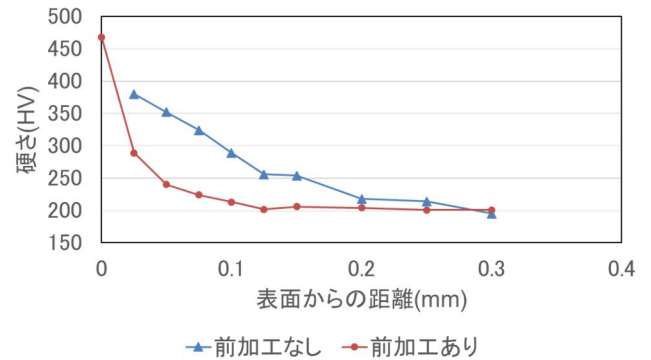


図 6 材料内部の硬化の深さ(被削材 A)

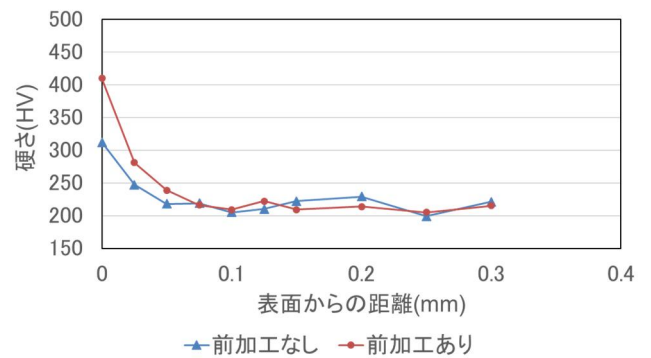


図 7 材料内部の硬化の深さ(被削材 B)

表 3 前加工の有無によるばりの比較(被削材 B)

	ばりの高さ [mm]	ばりの硬さ [HV]
前加工なし	0.50	413
前加工あり	0.46	427

そしてドリル加工で発生したバリについて、前加工ありの方がばりの硬さが HV14 硬くなり、高さが 0.04mm 小さくなった。

この追加実験から、より材料内部まで硬化している方がドリル加工において発生するばりは小さくなるということがわかった。また、表面付近があまり硬化していない材料に対して、フェイスミルによる前加工の有効性が期待できる結果となった。

#### 4 おわりに

SUS304 のドリル加工において、加工条件による加工硬化とばりの関係及び、ばりを抑制する加工条件について検討した結果、以下の知見を得た。

- (1) HV450 以上の硬いバリに関しては、ほとんどのばりが 0.3mm 以下である。
- (2) より材料内部まで硬化している方がばりは小さくなる。

(3) 切削速度, 1 刃送りを抑えて加工することで、硬く小さなばりが生成される。

(4) 表面付近があまり硬化していない材料に関しては、フェイスミルを用いて面をより硬化させた後ドリル加工を行うと、ばり抑制の効果が期待できる。

#### 参考文献

- 1) 和田 浩明, 吉田 薫: "金属のドリル加工におけるバリ無し化", (2000)
- 2) 三宅 輝明, 山本 章裕, 北嶋 弘一, 田中 行雄, 高沢 孝哉: "ドリル加工におけるバリ生成に関する研究", (1991)
- 3) 安木 誠一, 藤原 久一: "ドリル出口バリの生成過程とその抑制", (2014)