

細穴加工技術に関する研究*

川越 新吾*¹・新穂 利宏*²・平山 国浩*¹・荒武 崇幸*¹

Study on the Technology of Micro-Drilling

Shingo KAWAGOE, Toshihiro NIIBO, Kunihiko HIRAYAMA and Takayuki ARATAKE

近年ますます各種の機器が小型化し、それらの部品に対する微細な穴加工の必要性が高まっている。例えば、金型のピン穴、紡孔、半導体関連装置部品、光デバイス関連装置部品など幅広いニーズが挙げられる。しかしながら、直径0.5mm以下の細穴加工においては、工具の折損、寿命が予測できないため、多数個の穴を安定して加工できる技術が確立されていない。そこで、本研究では、機械構造用炭素鋼S50Cへの加工条件の検討および試作ドリルの性能評価を行った。

キーワード：細穴，小径ドリル，試作ドリル

1 はじめに

平成14年に、県内機械加工関連企業37社を調査した結果（回答30社）、企業が早急に強化しなくてはならない技術として「細穴加工技術」を15社が要望した。平成17年度も56社を調査した結果、19社から同様の意見が寄せられている。

これらの企業ニーズに応えるべく、小径ドリルの高さ位置決め、振れ測定と抑制、形状特性の観察に加え、ステンレス鋼SUS304に対する工具寿命が長く加工単価が安い加工条件、各種ステンレス鋼に対する加工性比較について取り組んできた。本年度は機械構造用炭素鋼S50Cへの加工条件の検討、ならびに試作ドリルの性能評価を行ったので報告する。

2 実験方法

2-1 S50Cへの細穴加工

2-1-1 実験装置

実験装置は、マシニングセンター（牧野フライス（株）製V55型）の主軸に高速スピンドルモーター（ナカニシ（株）製HES/E-500型）を取り付け、給油方式としてオイルミスト装置（フジBC技研（株）

ブルーベBC-1）を取り付けたものである（図1）。



図1 実験装置

2-1-2 被削材

機械構造用炭素鋼S50Cを使用した。穴加工を行う前に、表面の研削加工を行い、表面粗さを $1.5\mu\text{mRz}$ 以下に抑えてある。

2-1-3 切削条件

ドリルは、サイトウ製作所（株）製 超硬ソリッド ロングルーマドリル（直径0.1mm）を用い、深さ2mmの止まり穴加工を実施した。

センタ穴の振れ抑制のため、先端角 90° の円すい型センタポンチを被削材に押しつけ、深さ $40\mu\text{m}$ のセンタポンチ穴の加工を実施した。

また、高さ位置決めの際には、前報にて報告した測定力 1gf （ 0.01N ）の高精度タッチセンサーを応用した高さ位置決め治具を用いて、位置決めを行った（図2）。実際の加工は、表1の切削条件で行った。

* 細穴加工技術に関する研究（第3報）

*1 機械電子・デザイン部

*2 現 材料開発部



図2 高精度タッチセンサーを用いた治具

表1 S50C用切削条件

切削速度 (m/min)	3.1, 6.3, 9.4, 12.5
送り速度 (mm/min)	25, 50, 100, 250
ステップ送り量 (μm)	1, 2, 5

2-2 試作ドリルの性能評価

2-2-1 試作ドリル

刃長を短くして心厚を大きくしたドリルを試作し、市販されている超硬ソリッドロングルーマドリル (図3) との切削性を比較した。試作したドリル (図4) の寸法を表2に示す。

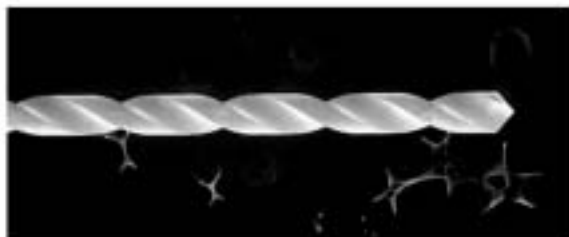


図3 超硬ソリッドロングルーマドリル

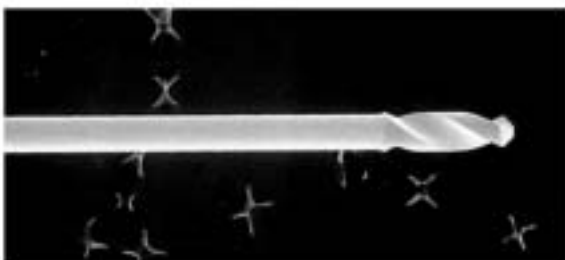


図4 試作ドリル

表2 試作ドリルの寸法

直径 (mm)	0.15
刃長 (刃部) (mm)	0.5
刃長 (全体) (mm)	4.0

2-2-2 被削材

SUS304を使用した。穴加工を行う前に表面の研削加工を行い、表面粗さを $1.5 \mu\text{m Rz}$ 以下にしてある。

2-2-3 切削条件

ドリルは、サイトウ製作所(株)製 超硬ソリッドロングルーマドリル (直径0.15mm) および試作ドリルを用い、深さ2mmの止まり穴加工(L/D≒13)を実施した。

加工に際してはS50C加工時と同様に、あらかじめ、振れ抑制のためにセンタポンチを用いたセンタ穴加工を施し、高さ位置決めには、高精度タッチセンサー式高さ位置決め治具を用いた。

実際の加工については、表3の切削条件にて実施した。

表3 SUS304用切削条件

切削速度 (m/min)	18.8 (40,000rpm)
送り速度 (mm/min)	250
ステップ送り量 (μm)	1, 2, 4, 6

3 結果および考察

3-1 S50Cへの細穴加工

送り速度100[mm/min]における切削速度、ステップ送り量と加工穴数との関係を調べた結果を図5に示す。

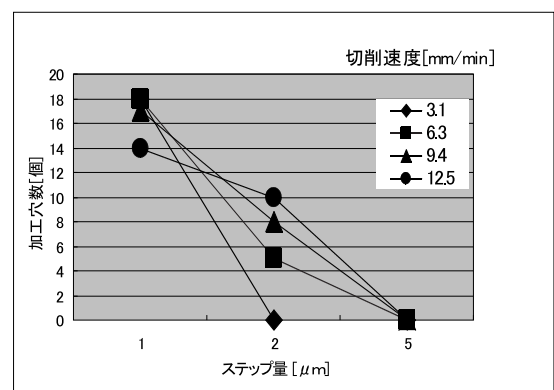


図5 S50C加工穴個数(送り速度100[mm/min])

次に、この結果を、加工穴数による評価でなく、加工コストの観点から検討を試みた。ドリル価格を加工穴数で除したものと、当センターの設備利用料金に1穴あたりの加工時間を乗じた分を加えることで1穴あたりのコストを算出するものとす

る。この手法で考察した結果を図6に示す。

加工穴数(図5)および加工コスト(図6)により考察した結果を見ると、多数個加工できる条件とコスト的に安価な条件は異なることが分かる。同じ送り速度100mm/minで多数個穴が空くのはステップ量1.0μmのときで、最も安価な加工はステップ量2.0μmのときである(図7)。

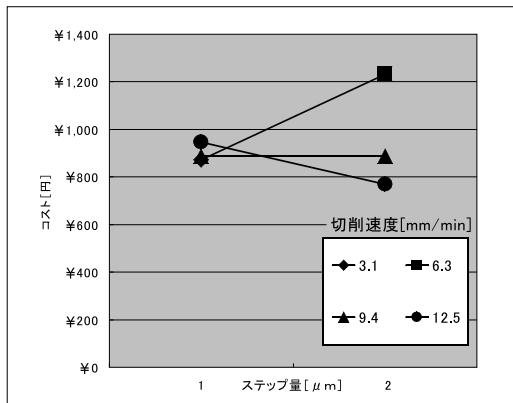


図6 加工コスト(送り速度100[mm/min])

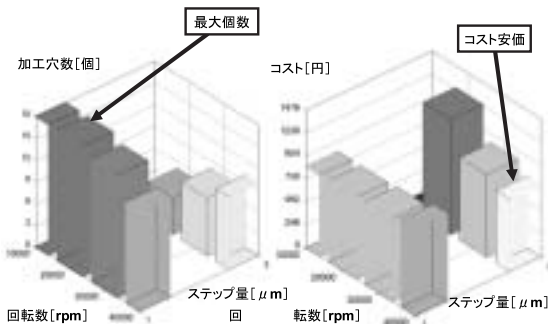


図7 加工穴数とコストの比較

3-2 試作ドリルの性能評価

SUS304に対する加工実験結果を図8に示す。

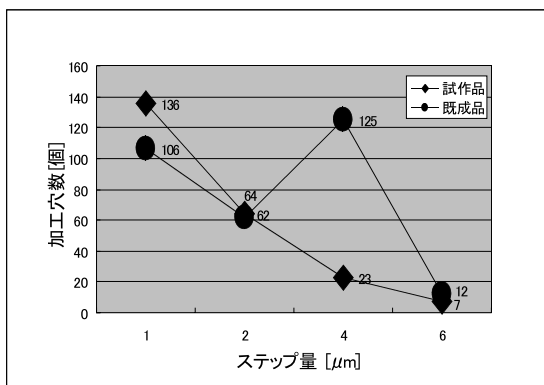


図8 SUS304加工実験結果

今回の試作ドリルは必要最小限の刃部を有し、心厚を大きくした。それにより、剛性を増して多数個加工を実現し、工具寿命への効果を期待したものであったが、ステップ量2.0μm以下で効果が見られただけであった。

加工プログラムも1加工毎、リファレンス点まで戻るように設定していたが、予想以上に切りくずの影響が大きかったものと思われる。

このことから、切りくず排出性を考慮した形状として刃長に改善を加えることで、性能の良い試作ドリルが製作できるのではないかと考えられる。

4 まとめ

小径ドリル加工において、機械構造用炭素鋼S50Cへの加工単価の安い加工条件、ならびにSUS304に対する試作ドリルの性能評価について研究を行い、次の知見を得た。

- 1) S50Cを加工する際の条件については、送り速度100 [mm/min] が最も有効であり、また、回転数よりもステップ量が大きく影響することが分かった。
- 2) 前報同様、被削材にかかわらず、実際の多数個穴を得られる加工条件と低コスト加工の条件とは異なることが確認できた。
- 3) 試作ドリルによる穴加工については切りくず排出性が大きく影響していることが分かった。今回の試作ドリルでは大きな成果は得られなかったが、さらに効果的な小径ドリルを作製するためには、刃長に改善を加え、切りくず排出性を向上させればよいものと推察される。

5 参考文献

- 1) 長友良行, 川越新吾, 荒武崇幸, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, 49, 37 (2004)