

# 細穴加工技術に関する研究\* (小径ドリルの形状特性)

川越 新吾\*<sup>1</sup>

## Study on the Technology of Micro-Drilling (Characteristic Shape of Micro Drill)

Shingo KAWAGOE

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ある。直径0.5mm以下の細穴加工において、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していない。これに加え、実際の加工現場においては、各種市販ドリルの実際の形状に関する情報が少ない。そこで、本研究では小径ドリルの形状観察及び寸法測定を実施し、形状特性の分類を目標に研究に取り組んだ。

キーワード：細穴、形状特性、形状観察、寸法測定

### 1 はじめに

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」に対する要望が多かった。

現在の加工現場では、どのような種類のドリルを使えばよいか、各種市販ドリルの実際の形状に関する情報がほとんど無いのが現状である。そこで、いくつかのメーカーの小径ドリルを入手し、刃先形状の状態を分類し実加工に使用できる工具の選別基準を作成するため、小径ドリルの形状観察及び寸法測定を実施し、形状特性をまとめたので、その結果について報告する。

(株KEYENCE製、VH-6200)、電界放出形走査電子顕微鏡（株日立製作所製、S-800）を用いた。図1～4に観察装置の外観を示し、それぞれを観察手法1～4とする。



図1 観察手法1  
(株ニコン製システム実体顕微鏡)

### 2 形状観察

#### 2-1 観察装置

本実験ではシステム実体顕微鏡（株ニコン製、SMZ-U）、デジタルハイドロスコープ（株HIROX製、KH-2400）、デジタルマイクロスコープ

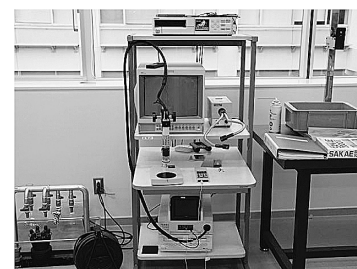


図2 観察手法2  
(株HIROX製デジタルハイドロスコープ)

\* 細穴加工技術に関する研究（第1報）

\* 1 機械電子・デザイン部



図3 観察手法3  
(株KEYENCE製デジタルマイクロスコープ)



図4 観察手法4  
(株日立製作所製電界放出形走査電子顕微鏡)

## 2-2 観察方法

観察手法1～4を用いて、表1のように分類したドリルの観察を実施した結果、それぞれの観察手法の特徴を得たので、その特徴を生かし、形状特性を知るための観察を実施した。

表1 ドリルの分類番号

分類番号	会社	ドリルの種類	直径
①	A社	ハイス鋼	0.3
②			0.5
③	B社	ハイス鋼	0.3
④			0.5
⑤		TiNコーティング処理	0.3
⑥			0.5
⑦		超硬	0.3
⑧			0.5
⑨	C社	ハイス鋼	0.3
⑩			0.5
⑪		超硬	0.3
⑫			0.5

## 2-3 結果及び考察

手法1から3により形状観察を実施した結果、手法3のデジタルマイクロスコープが他の手法に比べ焦点深度も深く、形状観察に適しており、手

法4の電界放出形走査電子顕微鏡に関しては、今後、取り組む実加工前後のドリルの摩耗状況の詳細を観察するのに適していることが分かった。

手法3で分類番号①から⑫について形状観察した結果を図5～図16に示す。

形状観察したところ、マーatinの有無、ドリル表面のコーティング状態、切れ刃形状、margin形状等を観察することができた。その結果、メーカー、型式に応じて異なることが分かった。

大きな特徴としては、A社の①、②、B社の⑦については小径ドリルであるにも関わらずmarginが成形されていた。

B社の⑤、⑥（TiNコーティング処理）は径によって処理の程度が異なっており、0.5mmのドリルに関しては綺麗な仕上がりであったが、0.3mmのドリルのコーティングは前者に比べて、粗い感じが見受けられる。

また、どのメーカーにおいてもハイス鋼と超硬のドリルを比較すると、超硬の方が極めてきめ細かでシャープに製造されていることが分かる。

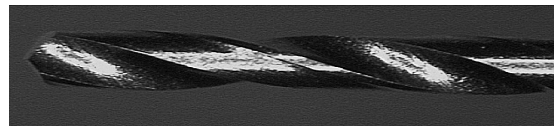


図5 ①

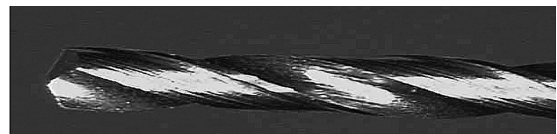


図6 ②

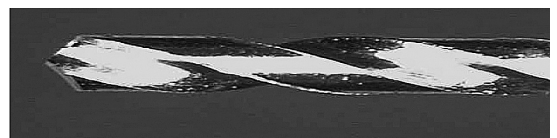


図7 ③

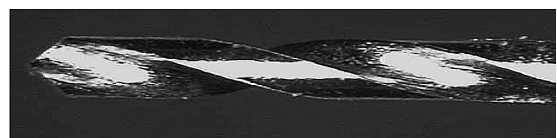


図8 ④

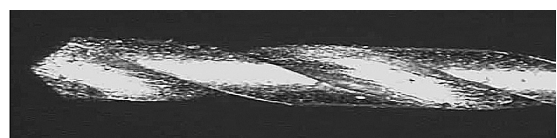


図9 ⑤

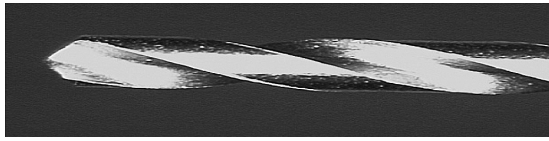


図10 ⑥

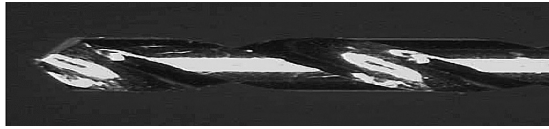


図11 ⑦

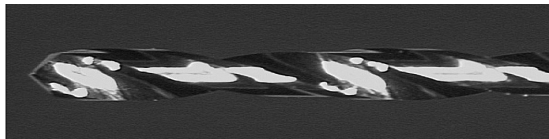


図12 ⑧

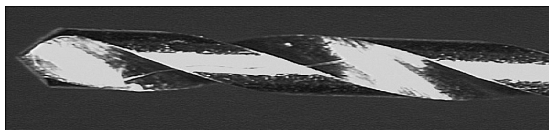


図13 ⑨

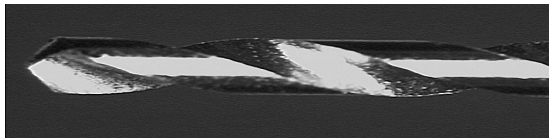


図14 ⑩

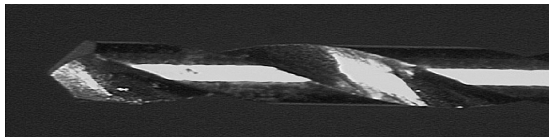


図15 ⑪

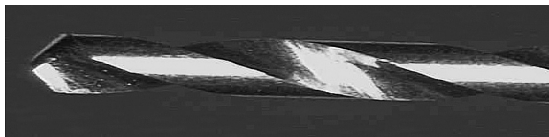


図16 ⑫

次に、手法4で③、⑤、⑦の形状観察を行った結果を図17～19に示す。

③はハイス鋼、⑤は③にTiNコーティングを施したもの、⑦は超硬製であり、同じメーカーの製品であるがそれぞれ特徴がある。

先端形状の作りが鮮明に確認でき、コーティングの状態と超硬のシャープさがよく確認できた。

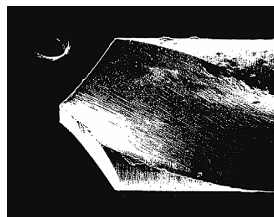


図17 ③

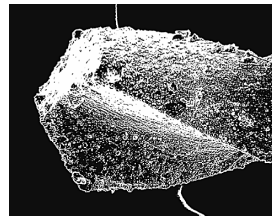


図18 ⑤

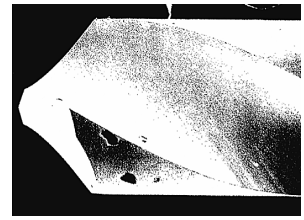


図19 ⑦

### 3 寸法測定

#### 3-1 測定装置

本実験では工具顕微鏡（株）ニコン製、MM-100 B/L3FA）を用いた。図20に測定装置の外観を示す。



図20 工具顕微鏡

#### 3-2 測定方法

測定箇所を絞り込み、直径、溝長、先端角、ねじれ角、マージン幅、シャンク径について測定した。測定の際にはドリルを測定盤に固定し、測定した。測定箇所を図21に示す。

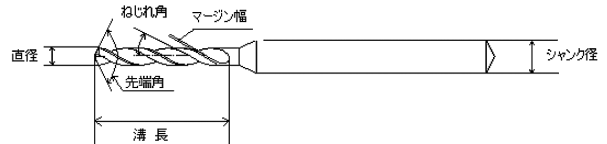


図21 測定箇所

#### 3-3 結果及び考察

分類番号ごとに寸法測定を実施し、その実測値をメーカーのカタログ値と比較した。

直径については太さに関わらず、3.0%程度カタログ値よりも小さく製造されていることが分かった。

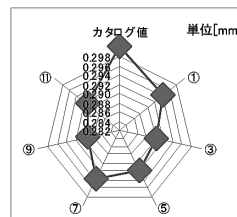


図22 直径 (0.3mm)

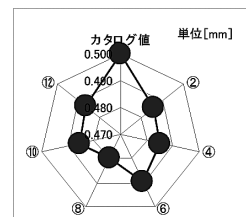


図23 直径 (0.5mm)



た（図22～23）。

溝長については、B社がカタログ値より短い傾向が見られたが、他メーカーはほぼカタログ値同様の長さであった（図24～25）。

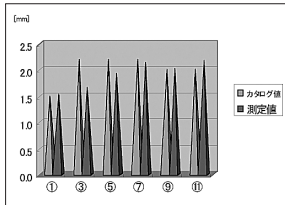


図24 溝長（0.3mm）

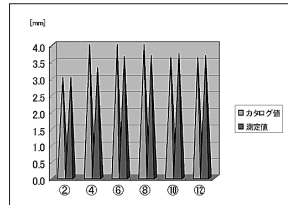


図25 溝長（0.5mm）

マージンについては、A社の①、②、B社の⑧の3種が小径であるにも関わらずマージンが成形されていた。⑧に関してはカタログ値の倍近くのマージン幅があった（図26）。

シャンク径については、どのメーカーともほぼカタログ値どおりであった（図27）。

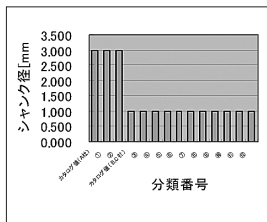


図26 マージン幅

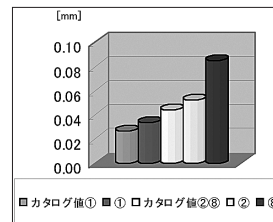


図27 シャンク径

先端角については、0.3mm径の場合、⑦のドリルについてカタログ値と測定値に大きな差がみられたが、その他と0.5mm径については $\pm 2^\circ$ 内の誤差にとどまった。今回の測定では先端角の測定が最も困難であり、測定のポイントとしてドリルを置く向き等の基準を設けて行った（図28～図29）。

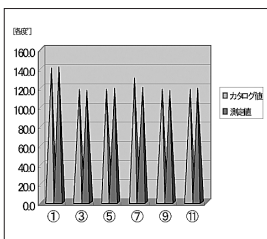


図28 先端角（0.3mm）

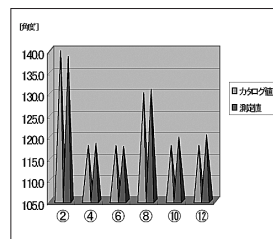


図29 先端角（0.5mm）

ねじれ角についてはほぼカタログ値どおりという結果が得られた（図30～31）。

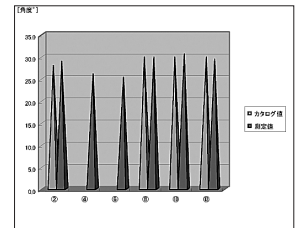
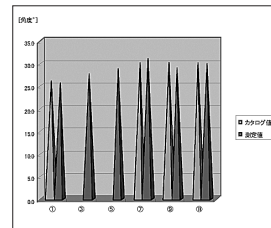


図30 ねじれ角（0.3mm） 図31 ねじれ角（0.5mm）

#### 4 まとめ

形状観察及び寸法測定を実施し以下のことが分かった。今後は、この結果をふまえ、形状の特徴をおさえたうえでドリル選定を行い、加工実験を実施し、切削性能の比較検討及び加工時のドリルの振れ実験に取り組みながら細穴加工技術の研究をさらに進めていく予定である。

- 1) 形状観察については、コーティングされた状態のドリル先端形状、マージンが確認できた。また、どのメーカーにおいてもハイス鋼と超硬のドリルを比較すると、超硬の方が極めてきめ細かでシャープな形状をしていることが分かった。
- 2) 寸法測定については、直径は太さに関わらず、3.0%程度カタログ値よりも小さく製造されていることが分かった。溝長については、今回採用したドリルに関してはB社が短い傾向にあるが、他メーカーはほぼ同様の長さであった。シャンク径、ねじれ角についてはどのメーカーもほぼカタログ値どおりであった。先端角については0.3mm径⑦以外はほぼ $\pm 2^\circ$ の範囲内におさまっていることが分かった。

#### 5 参考文献

- 1) 産業技術総合研究所と中国・四国・九州地域公設研究機関，平成14年度共同加工試験報告書，3（2002）