

## 焼結ダイヤモンドドリルを用いたマイクロ穴加工に関する研究 第一報

水江 宏\*・城門由人\*・大西 修\*\*・鬼鞍宏猷\*\*

\*機械・金属担当\*\*九州大学

### Study on Micro Drilling by Polycrystalline Diamond Drill vol.1

Hiroshi MIZUE\*・Yukihito KIDO\*・Osamu OHNISHI\*\*・Hiromichi ONIKURA\*\*

\*Mechanical & Metallurgical Engineering Gr.\*\*Kyushu University

#### 要 旨

ダイヤモンド焼結体をドリル先端の材料として、ワイヤカット放電加工機を用いてマイクロフラットドリル形状を形成し、石英ガラスを被削材としたマイクロドリリング加工実験を行い、工具の摩耗状態・被削材の欠けなどの観察から加工の可能性を確認した。

#### 1. はじめに

セラミックスやガラスなどの脆性材料に対するマイクロ加工の要求が近年高まっている。特に加工能率や設備の関係から、難加工材料への切削加工の適用が注目を集めている<sup>1)</sup>。また、ガラスに対する機械加工では、単結晶ダイヤモンドによる研究成果が報告されており<sup>2)</sup>、特に微小な切込み条件領域において、表面クラックを生じることなく金属の加工と同様に延性的な加工が可能な条件領域が明らかとなり<sup>3)</sup>、加工の高効率化・低コスト化が期待されている。本テーマでは、石英ガラスを被削材として、焼結ダイヤモンド(PCD)フラットドリルを用いたマイクロ穴加工を行い、適用可能性について検討した。

#### 2. 工具製作

製作したドリル形状を Table 1 に示す。

Table 1 ドリル形状

溝長[μm]	1500
直径(先端)[μm]	300
チゼル角	115°
先端角	118°
ウェブ厚(先端/根元)[μm]	150/210
バックテーパ	無し

焼結ダイヤモンドをロウ付けした旋削用スローアウェイチップ(住友電工製 NF-TPGW1600402, DA2200, 平均粒径0.5μm)をドリル素材として、角度割り出し機能付き放電用軸加工装置を搭載したワイヤカット放電加工機(三菱電機製 SX-20P, FS 回路付属)を用いてフラットドリル形状に成形し

た。

作製したドリルを Fig.1 および Fig.2 に示す。先端部の長さ約 250μm が PCD であり、その他の部分は超硬合金である。シャンク径は 3.175mm とした。

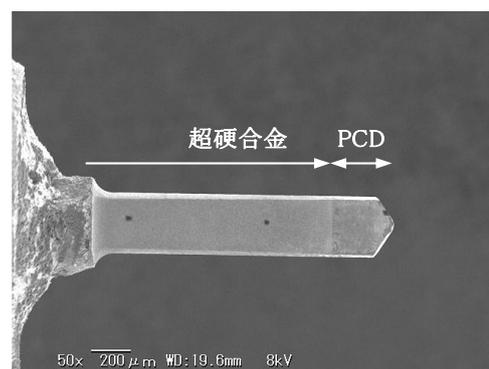


Fig.1 工具溝部全体図

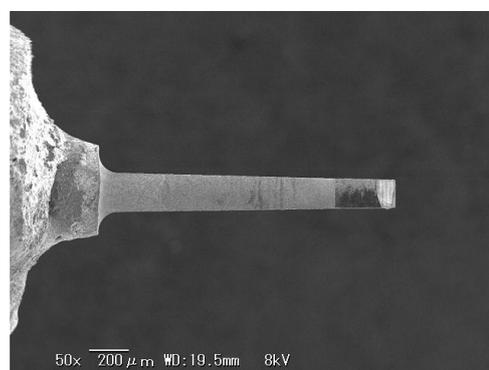


Fig.2 工具ランド部全体図

#### 3. 加工実験

マシニングセンタの加工テーブルに石英ガラス板を固定し、主軸に焼結ダイヤモンドフラットドリルを取り付け穴加工

実験を行った。使用した石英ガラス(東ソー製合成石英ガラス UV)の機械的性質を Table 2 に示す。加工条件を Table 3 に示す。穴深さは穴直径の約 2 倍となる 624 $\mu$ m と設定して、10 穴まで加工した。

Table 2 石英ガラスの機械的性質

密度[g/cm <sup>3</sup> ]	2.2
ビッカース硬度[MPa]	8900
ヤング率[GPa]	74
曲げ強度[MPa]	94.3
圧縮強度[MPa]	1130
引張強度[MPa]	49

Table 3 加工条件

回転数[ $\text{min}^{-1}$ ]	1000
送り速度[mm/min]	0.1
穴深さ[ $\mu\text{m}$ ]	624
加工液	水溶性

#### 4. 実験結果

Fig.3 に 10 穴加工後の工具軸方向先端部の写真を示す。

工具先端部に付着する切りくずを観察する限り、一刃あたり送り 0.5 $\mu$ m とした本加工条件では、延性モードで加工が行われていると推察される。逃げ面に観察されるチゼルエッジと同方向の筋は、穴加工による摩耗ではなくワイヤ放電加工跡であると思われる。

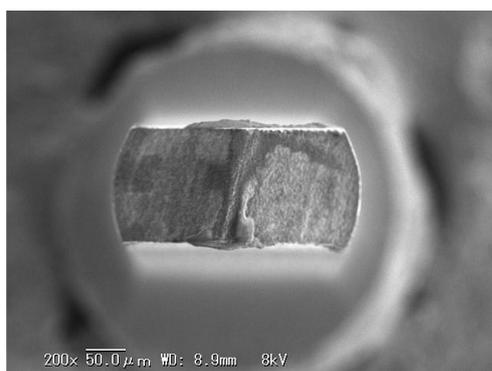


Fig.3 工具軸方向先端部(10 穴加工後)

Fig.4 に切れ刃部分の拡大写真を示す。10 穴加工後において大きな摩耗は確認されない。

Fig.5, 6, 7, 8 にそれぞれ加工穴全体の概観, 加工穴 1 穴目, 5 穴目, 10 穴目の状態を示す。1 穴目では穴入り口に小さなチッピングが, 5 穴目では若干大きめのチッピングが確認される。

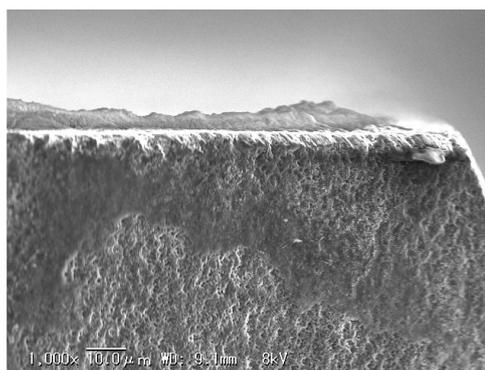


Fig.4 切れ刃部(10 穴加工後)



Fig.5 加工穴全体図

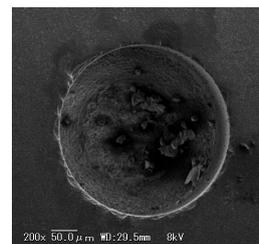


Fig.6 加工穴 1 穴目

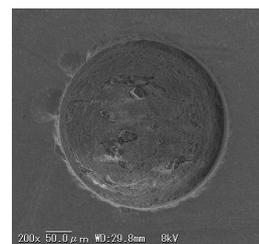


Fig.7 加工穴 5 穴目

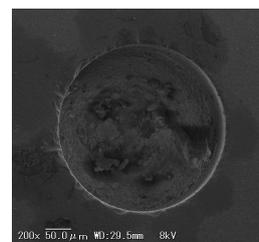


Fig.8 加工穴 10 穴目

#### 5. まとめ

汎用的なワイヤカット放電加工機を用いて成形した焼結ダイヤモンドフラットドリルが石英ガラスのマイクロ穴加工に十分適用可能であることが確認された。

今後は穴入り口部でのチッピングの原因解明および工具先端部形状の最適化に取り組む。

#### 参考文献

- 1) 鬼鞍宏猷:延性材と複合材へのマイクロ穴あけ技術,機械の研究,第 60 巻,第 1 号,(2008),P.129
- 2) 神雅彦:脆性材料のマイクロ穴あけ技術の現状と展望,機械の研究,第 60 巻,第 1 号,(2008),P.137
- 3) ダイヤモンド工業協会編:ダイヤモンド技術総覧,P.177