

微細放電加工用電極の製造法の提案

Proposal of Generating Method of the Electrode for micro-EDM

○成岡隆一¹, 李和樹², 山田高三², 三浦浩一²

*Ryuichi Naruoka¹, Hwa-Soo Lee², Takazo Yamada², Kohichi Miura²

Since the machining force in electrical discharge machining (EDM) is very small, EDM is suitable for the micro-machining. However, EDM for the manufacturing of electrodes takes a lot of time. On the other hand, in previous study, the turning method of micro shafts has been proposed. From such a viewpoint, this study aims to fabricate the micro electrode for micro-EDM using proposed turning technology. In this paper, generating method and machining performance of turning micro electrode are discussed.

1. はじめに

現在、半導体や電子機器部品の金型、自動車やプリンタなどに用いられるノズルなど多くの分野で、微細穴加工の需要は高まっている。これらの微細穴加工には放電加工が多く用いられている。しかし、この加工に用いる電極は放電加工による作製法が一般的^[1]で、作製に時間がかかるという問題点がある。

いっぽう、本研究ではこれまでに、旋削加工を用いて微細軸を容易に作製する方法を提案している^[2]。そこで本研究では旋削加工によって作製した微細軸を放電加工用の電極に適用することで、電極作製における生産性の向上を目指した。また、放電加工における問題点として、加工屑の排出性が加工能率と仕上がり精度に大きく影響することから、加工屑の排出性を考慮した微細電極の形状とその作製法についての検討を行い、加工屑排出性の向上に対する効果について実験的な検証を行った。

2. 微細電極の加工方法

旋削加工において背分力は工作物をたわませ、寸法精度を低下させる要因である。背分力は、工具の横切れ刃部分とノーズ部分の2か所から発生する。横切れ刃からは、アプローチ角 ψ が正の場合、図 1(a)のように工作物を押す方向に背分力が作用する。また、アプローチ角 ψ が負の場合、図 1(b)のように工作物を引き込む方向に背分力が作用する。さらに、横切れ刃から発生する背分力は、切込み量を変化させることにより背分力の大きさを変えることができる。

いっぽう、ノーズ部分の背分力はアプローチ角の値によらず常に工作物を押す方向に一定の背分力が発生する。これより、アプローチ角を負に設定し、両者の背分力が釣り合うように、切込み量を設定することで背分力を制御することができる。

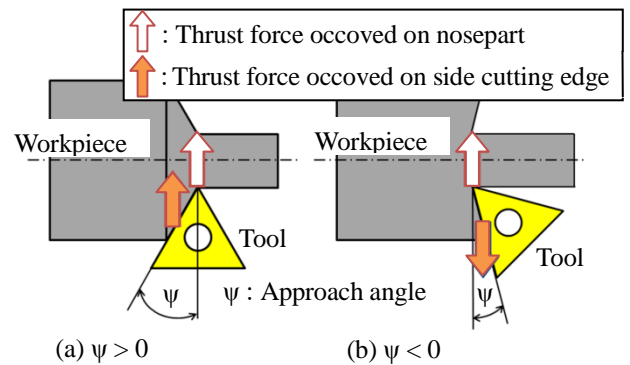


Figure 1. thrust force Relationship

3. 微細電極作製のための加工機と放電加工機

本研究で用いた旋盤 TSL-55DELUXE を図 2 に示す。本軸にはエアスピンドル、送り台にはサーボモータを取付け、工作物の高速回転および低速自動送りが可能となっている。

次に、放電加工機を図 3 に示す。精密ボールねじとステッピングモータによって構成される卓上 NC 加工機の送り機構により、電極は Z 方向に、工作物は XY 方向に動く。また、電極はエアスピンドルの主軸にコレットチャックによって把持されており、工作物は絶縁されて XY ステージに固定されている。極間には圧縮気体流がノズルより供給される。なお、放電回路には、微細放電加工に適した RC 回路を用いた。

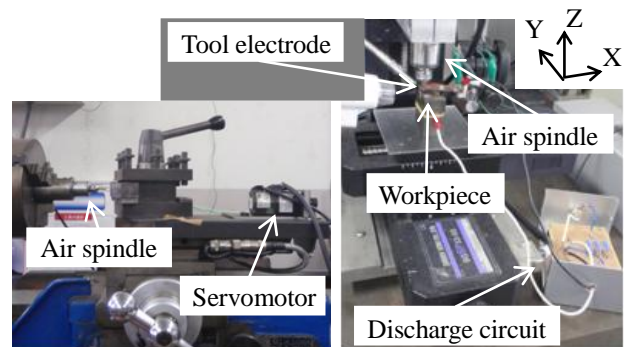


Figure 2. Lathe

Figure 3. EDM machine

1 : 日大理工・院 (前)・機械 2 : 日大理工・教員・機械

4. 加工結果

4.1 微細電極の作製

本研究は電極材料に銅タングステンを用いて、表 1 に示す加工条件にて微細電極の作製を行った。作製した微細電極は、SEM を用いて根元から先端に向かって 0.2mm の間隔で直径の測定を行った。合計 5 本の微細電極を作製し直径の測定を行った。測定結果を図 4 に示す。図 4 より、円筒度の高い微細軸が作製可能である。また、加工時間は数秒程度であった。

Table 1. Turning condition

Spindle speed min ⁻¹	2000
Feed rate mm/rev(mm/s)	0.0036(0.12)
Excrescence quantity mm	24
Initial diameter mm	4
Finished diameter mm	0.1
Nose radius of tool mm	0.1
Tool approach angle deg	-8
Rake angle deg	14

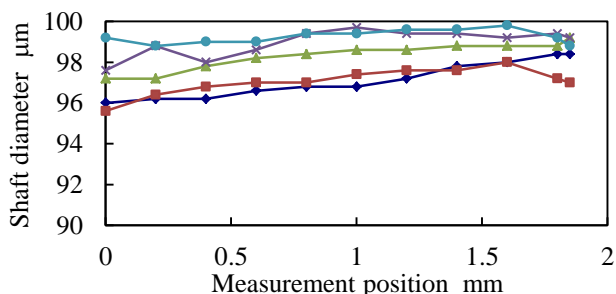


Figure 4. The diameter of the shaft

4.2 加工屑の排出性を考慮した微細電極

放電加工中の加工屑の排出性を高めるため、微細電極の断面が半月形になるよう、放電加工による追加工を行った。このときの加工条件を表 2 に示す。加工方法は、微細電極を V ブロックに固定し、円筒状の電極を回転させ近づけていき、微細電極の円筒面を平面に加工する。図 5 に追加工の模式図を示す。

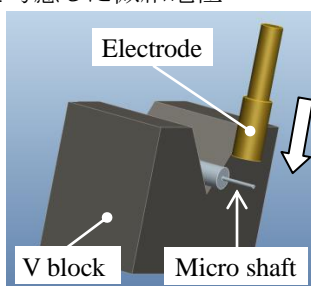


Figure 5. Additional machining

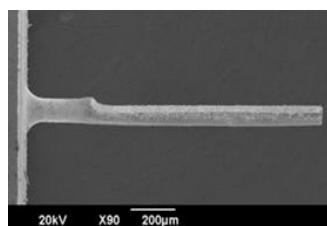


Figure 6. Machined shaft

図 6 に示すように、軸の円筒面を削り、半月形断面の微細電極を作製することができた。加工時間は約 4 分である。

Table 2. Machining condition

Open voltage V	100
Circuit current A	0.9
Condenser capacity pF	100
Circuit resistance Ω	1000
Spindle speed min ⁻¹	10000
Polarity	Normal (Negative tool electrode)

4.3 放電加工による穴あけ加工

半月形断面の電極と円筒形の電極を用いて、厚さ 50μm の SK 材の薄板に穴あけ加工を行い加工時間を比較した。電極を工作物に近づけていき放電が始まったときを計測開始とし、計測開始点から電極を 60μm 送るまでの時間を測定した。加工条件は追加工時と同条件とし、7 回ずつ穴あけ加工を行い、それぞれの平均を求めた。穴あけ加工による工具電極の送り量と加工時間の関係を図 7 に示す。

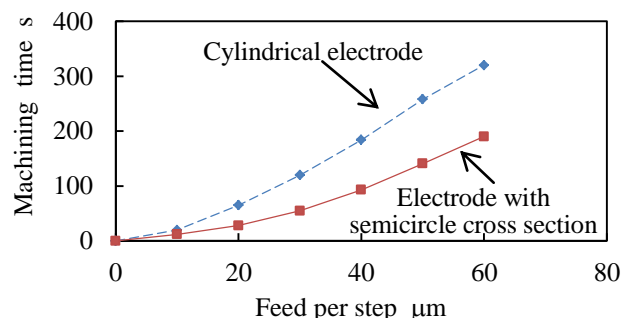


Figure 7. Machining time

図 7 より、半月形断面の電極のほうが円筒形の電極よりも平均で 41%ほど加工時間が縮まり、追加工の効果がみられた。

5. まとめ

- ・旋削加工により円筒度の高い微細電極を作製した。
- ・加工屑の排出性をよくするため追加工により半月形断面の微細電極を作製した。
- ・追加工を行った電極で穴あけ加工した方が、追加工を行わない電極よりも、加工時間が短くなった。

6. 参考文献

[1] T.Masuzawa, M.Fujino, K.Kobayashi, T.Suzuki : Wire Electro Discharge Grinding for Micro-machining, Annals of the CIRP, Vol.34, No.1, 431-434, 1985.
 [2] 李和樹, 取出優, 山田高三, 荒木秀一郎 : 旋削加工による微細軸の創成に関する研究, 砥粒加工学会誌, Vol.51, No.11, 657-661, 2007.