

微細放電加工機によるアスペクト比と加工形状について

西村正彦*

Study on aspect ratio and machining profile by micro electric discharge machine

by Masahiko NISHIMURA

This paper describes the electric discharge scanning(EDSCAN) is effective for improving the precision on property of the shape of a small hole fabricated by electric discharge machining (EDM). The shape of small hole fabricated by EDM is not straight, the diameter of the entrance is larger than that of the exit. The experimental results show that using EDSCAN can significantly improve the quality of the shape of a small hole.

Key Words: electric discharge scanning, electric discharge machining

1. はじめに

放電加工技術は現在、2次元形状の金型加工、3次元形状加工、放電加工用電極製作、試作品および部品加工、プロファイルゲージ加工、及び微細加工等に広く応用されている。なかでも化繊ノズルや異形スリット等の微細部品加工においては、加工形状の高精度化（穴径の微小化、高アスペクト比化、形状精度の向上）が強く求められている。

そこで超微細放電加工機により微小穴開け加工を実施し、加工形状高精度化技術の開発を目指した。第一報は①微細電極の作成技術の確立②2次元形状加工技術の確立を検討した。

2. 実験方法

2.1 微細電極の作成

微細電極の作成にはワイヤ放電研削法(WEDG法)¹⁾を用いた。概念図を図1に示す。ワイヤ放電研削法では回転する電極素材がZ軸方向に送り込まれ、この時走行ワイヤとの間に電圧を印加し、放電加工により、回転して電極素材の外周を削り、所定径の電極を製作する。本装置では電極素材にφ1mmのタングステン電極を、走行ワイヤにはφ

0.2mmのワイヤ電極を用いた。

2.2 2穴開け加工

ワイヤ放電研削法により作成した微細加工用電極により連続穴開け加工を実施した。加工ワークには厚さ20μmのSUS製スキマゲージを用いた。

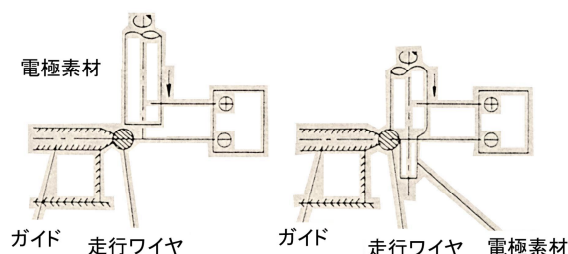


図1 ワイヤ放電研削法

2.3 高アスペクト比加工

一般的に機械加工では直径1mm未満の細穴の場合、アスペクト比（深さ／直径）が5～10以上の深穴は困難とされる。φ200μmのCuパイプ電極により高アスペクト比穴開け加工を実施した。加工ワークにはφ11×2.5mmの超硬製の円柱体を用いた。

2.4 2次元形状加工

AutoCADLTにより2次元形状加工用データを作成し、EDSCAN/CAMにより、CAMデータを作成した。2次元形状として0.5×0.6mmの「み」形状とした。

* 機械情報電子グループ

ワイヤ放電研削法により作成した微細加工用電極により厚さ0.6mmのSUS製スキマゲージの表面に「み」形状の加工を実施した。

3. 実験結果および考察

ワイヤ放電研削法により作成した微細加工用電極を図2に示す。φ1mmのタングステン電極より目標径25μm、突き出し長さ1mmの微細加工用電極を加工時間3時間19分56秒にて実現した。図中の計測値は放電加工機上に測定顕微鏡を設置し、放電加工機のX, Y, Zスケールを用いての非接触測定で行った。微細加工用電極の作成では放電加工機のエージングの有無が大きく影響した。特にスピンドルの上下の伸び及びY軸の前後への伸びによるものが大きく、これらは何れも、温度ドリフトによるものと考えられる。スピンドルを1000rpmで回転させ、加工液を5時間以上循環処理すると加工寸法は安定した。

微細加工用電極30μmにより連続穴開け加工した例を図3に示す。板厚20μmのSUS製スキマゲージを200μmピッチで加工したもので、加工時間1分/1穴、穴径40μmを達成している。さらに加工時間を高速化すると放電現象が不安定になり、良好な加工形状は得られなかった。

φ200μmのCuパイプ電極により高アスペクト比穴開け加工した例を図4に示す。超硬製ワーク(図中中央濃い褐色部分)、板厚2.5mmを加工したもので、加工時間5分59秒/1穴、穴径290μmである。IN側の穴径282.5μmに対しOUT側の穴径は283.3μmと高アスペクト比(約8.8)加工でありながら高精度を達成している。

微細加工用電極30μmにより「み」形状を加工した例を図5に示す。板厚600μmのSUS製スキマゲージを加工したもので、加工時間2時間1分である。EDSCAN/CAMによるCAMデータより作成した2次元形状NCパスにより、一定微小深さでの加工を繰り返し実施し、500×600μmの微小な2次元形状を達成している。今回用いた輪郭加工法は従来の電極側面で加工する方法と異なり、電極底面で層状に加工する創成放電加工(EDSCAN, Electric Discharge Scanning)のため、電極底面のエッジ部分を常にシャープに維持することができ、その結

果、高精度な加工が実現できたと考えられる。

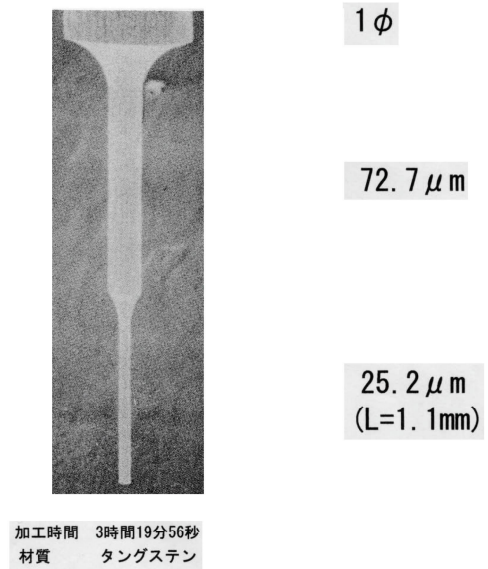


図2 微細加工用電極

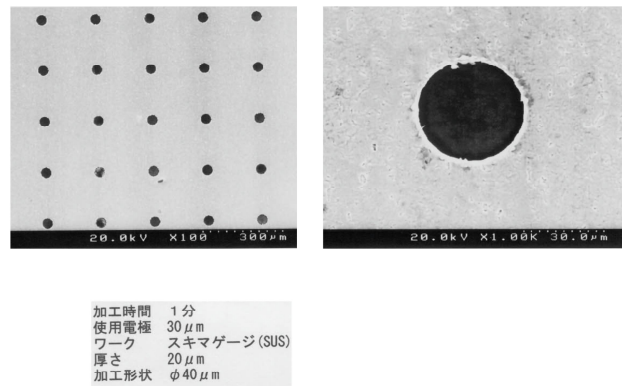


図3 微細加工用電極による微細穴加工

また、放電加工においては加工形状の高精度化と共に加工面の高精度化が重要視されている。放電加工は高エネルギー密度を用いて被加工材を局部的に熔融して除去する方法であり、材料の機械的性質による影響がほとんどなく、チタン合金のような難削材の加工方法として期待されているが、加工部の除去が熔融による放電痕の累積で行われるため、放電加工後の表面状態は決して良好とは言えない。最近チタン合金の放電加工に関する研究報告がいくつかあるが、放電加工面精度に関する問題がまだまだ多く残っている。

放電加工による被加工物表面の再凝固層は、材料の疲労強度を低下させる。特に再凝固層内に気



加工時間 5分59秒
 使用電極 200 μ m(Cuパイプ)
 ワーク 超硬
 厚さ 2.5mm
 加工形状 ϕ 290 μ m

図4 ハイ π 電極による高アスペクト比穴加工



加工時間 2時間1分
 使用電極 30 μ m(W)
 ワーク スキマゲージ(SUS)
 厚さ 600 μ m
 加工形状
 500 μ m
 600 μ m

図5 微細加工用電極による「み」加工

泡や亀裂を含有すること、部品や金型の品質を劣化させ、使用に支障をもたらすことになる。この問題を解決するため、通常は放電加工後に、二次加工として手仕上げのような研磨加工を施さなければならないのが現状である。しかし、極微細な間隙や穴のような場合になると、内面状態の修正がほとんど不可能である。微小間隙や微細穴に対し、効果的な仕上げ法としては遊離砥粒の加圧流動加工を用いてTi-6Al-4V合金の微細放電加工穴をポリシング加工し、材料除去量や穴の内面および形状精度を改善する粘弾性流動研磨が許²⁾により報告されている。

4. まとめ

第一報では微細加工用電極の作成技術の確立、および2次元形状作成技術の確立を目的に上述の実験を実施した。その結果、以下の技術の確立を達成した。

- ①微細加工用電極として、25.2 μ m電極の作成を達成した。
 - ②2次元形状として、「み」形状のCAD/CAMデータを作製し、30 μ m電極による加工実験より、500 \times 600 μ mの微小な2次元形状を得ることができた。
- 第2報では3次元加工技術の確立に取り組む。

参考文献

- 1) T. Masuzawa et al. : “Wire Electro-Discharge Grinding for Micro-machining”. Ann. CIRP. 34.1. p431-435(1985)
- 2) 許栄宗 : “粘弾性流動研磨によるTi-6%Al-4%V合金微細放電加工穴の仕上げ加工”. 軽金属. 48 p143-147(1998)