

# 小径深穴放電加工用電極への外周溝成形

## Forming of Periphery Groove to Thin Electrode for Small-hole EDM

湯浅拳汰<sup>1)</sup>

指導教員 武沢英樹<sup>1)</sup>

1) 工学院大学大学院 機械工学専攻 生産工学研究室

キーワード：細穴放電加工・細線電極・外周溝・加工粉排出

### 1. 緒言

高硬度材料へ直径数 mm 以下の深穴を加工する場合、ドリル加工は難しいため細穴放電加工が用いられる。古くはワイヤ放電加工でダイス形状を加工する際のスタート穴加工に用いられていたが、最近では、自動車の燃料噴射ポンプ穴などの部品加工にも多用されている。

放電加工は、電極形状を転写加工する形彫り放電加工と、ワイヤ電極を糸鋸状に動かし材料を切り出すワイヤ放電加工に大別される。それに加え、細穴加工専用の放電加工機も市販されている。直径 0.2~3mm のパイプ電極を用い、電極中央から水系加工液を噴射しながら電極を回転させて穴加工を行う。しかし、加工深さが深くなると加工粉の排出が滞り、加工が不安定になるため加工速度が低下する傾向にある。そこで、細穴放電加工で用いる細線電極の外周部に、溝を成形することで加工粉の排出を改善し、加工速度が向上するのではないかと考えた。本研究では、細線電極の外周部への溝成形法について検討した。

### 2. 細穴放電加工

今回、実際の穴加工に用いた細穴放電加工機はアステック製の A22M である (図 1 参照)。加工粉は、電極側面の放電ギャップを通り排出されるが、穴深さが深くなるとその排出が滞り、側面や底面で放電が不安定になることが知られている。そこで、電極外周部への溝加工を検討した。

### 3. ストレート溝の成形

本研究では、直径 3mm、長さ 400mm の黄銅パイプ電極 (図 1 参照) の外周にストレート溝を 3 本成形し、細穴放電加工特性への影響を調べた。電極の外周肉厚は図 1 に示すように 0.5mm であり、深さ 0.25mm の溝成形を検討した。ストレート溝

の成形は、引き抜き用金型を用いた引き抜き加工と形彫り放電加工機を用いた逆放電成形を試みた。



Fig.1 細穴放電加工機 (左) とパイプ電極断面 (右)

### 3.1 引き抜き加工

引き抜き加工で使用する金型は、材質 ASP23 の直径 20 mm、厚さ 10 mm の円盤中央に、図 2 に示すような溝部が突形状となる引き抜き用穴をワイヤ放電加工で加工した。その引き抜き穴に、パイプ電極の先端をすぼめた状態で差し込み、反対側から引き抜く方法をとった。引き抜きには、汎用旋盤を用いた。三爪チャックに引き抜き金型を保持し、引き抜き穴から突き出た細線電極を刃物台で固定した後、旋盤の送りハンドルを手動で動作させて引き抜いた。その際、潤滑スプレーを塗布しながら引き抜いた。

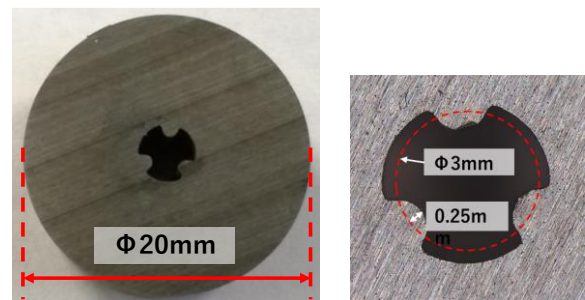


Fig.2 引き抜き用金型全景と引き抜き刃部

引き抜き成形は、切り粉が正常に排出され溝成形することが可能であった。ただし、溝エッジ部

にバリの発生や電極の長手方向に反りが発生するなどの問題があった。そのまま、細穴放電加工機に取り付け、細穴加工を行うと、電極ガイド部に引っかかり、穴加工が正常に行えなかった。

そこで、引き抜き成形時の抵抗を抑える目的で、引き抜き部の板厚 10mm を薄く成形し直した。この追加工により引き抜き部の金型の厚みは 3mm になった。改良型の引き抜き金型で成形すると、電極の変形とバリの発生が低減された。Fig.3 は電極の溝を、ワンショット 3D 形状測定機（キーエンス製：VR3200）で測定した結果を示す。溝深さは 0.39 mm であった。引き抜き金型は溝深さ 0.25mm を狙った形状としたが、成形時に引き抜き軸がずれたようで、3本の溝のうち、二本の溝は浅く図3に示した一本の溝は深く成形されたと考えられる。

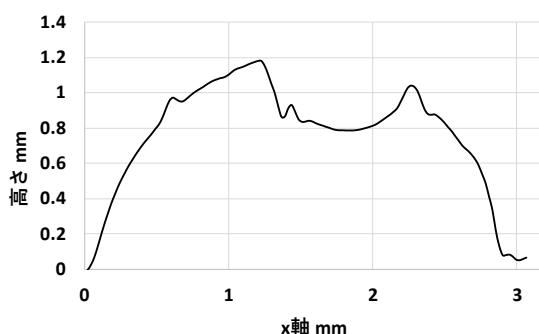
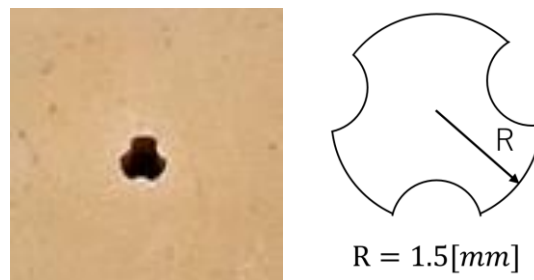


Fig.3 引き抜き加工溝断面

### 3.2 形彫り放電加工

放電加工で 1mm 以下の細線電極を成形する場合、ブロック形状の相手材料に回転させた電極側面を走査放電加工することにより、微細化する逆放電法が知られている。同様の逆放電手法で、ストレート溝の成形を試みた。厚さ 10mm の銅板にワイヤ放電加工機で溝形状を成形したものを成形用電極として使用した(図4参照)。主軸側に直径 3mm のパイプ電極を保持し、成形用NCテーブル側に 100mm ほど浮かせて設置する。成形穴の中心と、パイプ電極の中心を位置決めした状態で、電極を垂直に送りながら逆放電加工を行った。

当初は、中心位置決めがずれる、あるいは傾いた状態で加工が進行し、均一な溝形状が成形できなかったため、パイプ電極の位置決め治具などを



工夫して加工を行った。図5に、成形された溝形状の測定結果を示す。図3の引き抜き溝と比較して、溝エッジ部にバリなど発生していなく、きれいな溝成形がなされていることがわかる。0.25mm の溝深さ狙いに対して、成形された溝深さは 0.248mm とほぼ狙い通りに成形できていた。これより、溝形状の精度を重視する場合には逆放電を用いた溝成形が適していると考えられる。

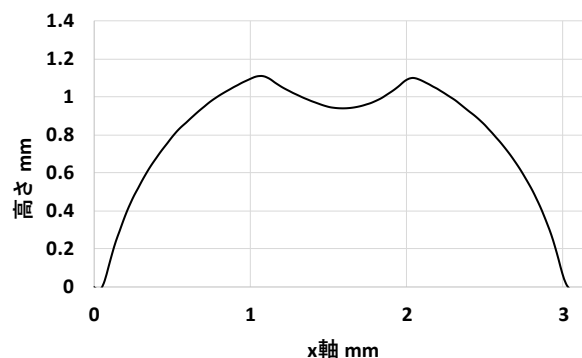


Fig.5 放電加工溝断面

## 4. 細穴放電加工実験の結果とまとめ

両者の溝成形電極と溝無しパイプ電極を用いて細穴放電加工を行った。メーカー推奨の放電条件で比較したところ、溝の有無による加工速度に違いは見られず、ストレート溝の効果は期待されなかった。これは、電極を回転させているためにストレート溝では加工粉の排出が促されなかったためと考えられる。そこで、電極回転を止めて同様の加工を行ったところ、溝有り電極のほうが加工速度の向上が見られた。引き抜き成形と逆放電成形では、バリなどの影響が無い逆放電成形のほうが安定した加工となった。

今後は、電極を回転しても加工粉排出の効果が期待できる螺旋溝の成形を目指す。