

小型ロボットアームを用いた横型放電加工機の開発

The development of EDM use of the small robotic arm

工学院大学生产工学研究室

丸山雄暉 1)

指導教員 武沢英樹¹⁾

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：放電加工・ロボットアーム・横型放電加工・極間制御

1. 研究概要

放電加工は、電極と被加工物の間にパルス状のアーク放電を繰り返し発生させ材料を溶融除去する特殊加工の一種である。特徴は、高硬度な難削材料でも、高い精度を持って複雑形状の加工が可能であり、各種金型加工に多用されている。放電加工は、電極形状を転写加工する形彫り放電加工と、ワイヤ状の電極で糸鋸のように材料を切り出すワイヤ放電加工に分類される。両者は一般的な工作機械と同様に据え付け型加工機であり、被加工物をテーブル上に設置して加工がなされる。ところが、大型の金型や製造設備で、現場にて穴あけ加工などの追加工が必要となる場合がある。その際、焼入れ鋼であればドリルなどの機械加工が難しい。そのような現場で、金型や設備を取り外すことなく加工が可能な、横型放電加工機の開発を考えるに至った。本研究では小型のロボットアームの先端に、極間制御可能な小型放電加工機を追加した横型放電加工機の開発を目標としている。

2. 小型ロボットアーム VE026A

本研究で使用するロボットアームは DENSO WAVE 製の「VE026A」である。本体質量 550g の小型垂直多関節型のロボットアームであり、6 自由度を持つ。6 自由度のため、3 つの関節部で稼働と回転が可能である。専用の制御ソフト「WINCAPS III」で運動位置をプログラミングすることでロボットアームの動作を制御できる。図 1 に VE026A の可動範囲を示す。

この VE026A の先端部分に小型放電加工装置を取り付けて極間制御し横型放電加工を行う。また、VE026A は最大可搬質量が 100g のため、軽量なパーツで小型放電加工装置を自作して実験に用いる。

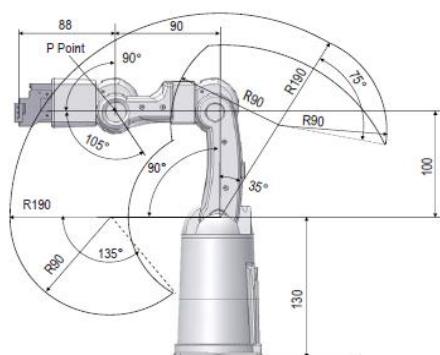


Fig.1 VE026A の可動範囲

3. 構型放電加工の動作シミュレーション実験

ロボットアームの先端に小型放電加工装置を取り付けて横型放電加工を行うにあたり動作のシミュレーション実験を行った。希望する位置に放電加工をするために、ロボットアームの動作アプローチを確認することが目的である。



Fig.2 シミュレーション装置

実験には紙と筆ペンを利用する。紙を挟んだバ

インダーを壁面に固定し、ロボットアームの先端に取り付けた筆ペンで線や文字を書かせた（図2参照）。アームを制御するには、あらかじめ制御ソフトに動作軌道をプログラミングしておく必要がある。今回は正方形を書くシミュレーションを行った。このVE026Aは、いくつかの指定したポイントをアームが辿るように動く。このポイントの個数とそれぞれの座標を指示することで、アームが動く軌道を制御できる。今回作成したポイントは5点であり、空中で静止するP0と正方形の頂点になるP1~4である。P1~4を一筆書きの要領で移動するようにプログラミングした。図3にプログラムと動作点の定義を示す。

```

02 PROGRAM writing_test
03
04 TAKEARM
05
06
07 MOVE P, @0 P0
08
09 MOVE P, @0 P1
10
11 MOVE P, @0 P2
12
13 MOVE P, @0 P3
14
15 MOVE P, @0 P4
16
17 MOVE L, @0 P0
18
19 END

```

	X	Y	Z	RX	RY	RZ
P0	150	0	140	0	90	0
P1	180	50	200	0	90	0
P2	180	50	100	0	90	0
P3	180	-50	100	0	90	0
P4	180	-50	200	0	90	0

Fig.3 正方形を書くためのプログラム

図4に動作結果を示す。アームの振動や、ペン先と紙面が引っかかりによる誤差もあったが、狙い通りの正方形を書かせることができた。掲載した画像は5回重ねて書いたものだが、ほとんどの線がプログラムした通りに重なっており、横型放電加工を行うには充分な精度であるといえる。

4. 小型放電加工装置の動作

先述したとおり VE026A は 100g までしか保持できないため、軽量なパーツで制作した。放電加

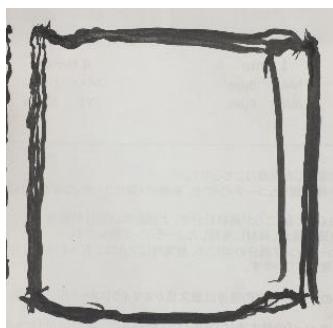


Fig.4 筆ペンで書いた正方形

工を連続して行うには、自動で極間制御を行う必要がある。そこで、放電加工中の極間電圧を用いた平均極間電圧制御が可能な制御回路と、ステッピングモーターを用いたスライダーを制作した。

図5に、制作した小型放電加工装置の極間制御部を示す。装置の土台は3Dプリンターで作成し、ABS樹脂を素材としているため、軽量かつ強度のある土台が完成した。電極を固定するホルダーは、アルミニウム材を 3cm×2cm に切断し電極を差し込むための穴とネジ穴を開ける。このネジ穴には長さ約 2cm のネジを通しておく。ネジとモーターの軸を接着しモーターを回転させることで、電極ホルダーが前後に動いて極間を制御できる仕組みである。これらのパーツを組み立て、完成時の総重量は約 96g であった。既存の極間制御回路にこの装置単体を接続して加工を行ったところ、実際に放電加工が可能なことを確認した。

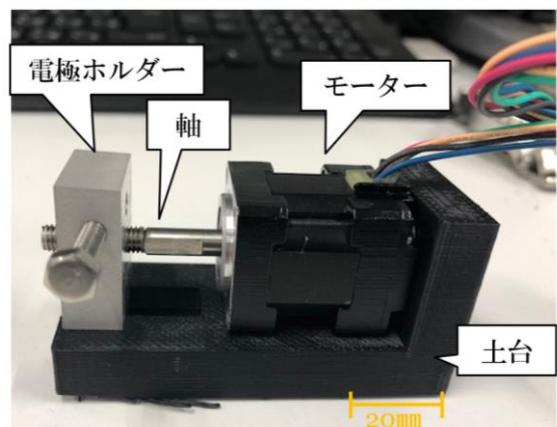


Fig.5 作成した小型放電加工装置

6. 今後の展望

今後は製作した小型放電加工装置をロボットアームに取り付けて実際に横型放電加工を行っていく。初期実験では、加工液は純粋を加工部位に吹きかけて行うことを想定している。ロボットアームを制御して加工したい箇所にアプローチし、小型放電加工装置で自動極間制御しつつ放電加工をする。その後は、図4のような動作を行い、走査放電加工を行う予定である。同時に加工精度や加工面性状を向上させる方法についても試行錯誤し、研究を重ねていく。