

第5章 放電加工

1	ワイヤ放電加工	
1・1	目的	5-2
1・2	ワイヤ放電加工の原理	5-2
1・3	ワイヤ放電加工機とNCフライス盤との NC言語の相違点	5-2
1・4	実習使用機器	5-4
1・5	加工実習	5-6
1・6	加工に際しての参考資料	5-7

1 ワイヤ放電加工

1・1 目的

- 1) ワイヤ放電加工¹⁾の原理と特徴を理解する。
- 2) ワイヤ放電加工機の基本的なNCプログラミングを理解する。
- 3) アルミ(A5056)材料のワイヤ放電加工に関する諸特性を把握する。

危険

高電圧注意、感電により重大人身事故を起こす事があります。
加工中、ワイヤやワイヤガイドに絶対触れない事。

注意

ローラー露出注意、重大な人身事故を起こす事があります。

ローラー回転中は、絶対に触れない事。

1・2 ワイヤ放電加工の原理

銅や黄銅などの比較的柔らかい金属の細線を利用して、焼入硬化された鋼材や、高い硬度をもつ焼結合金などでも電流を流すことによって、どんなに硬い金属でも柔らかい金属と大差なく加工することができる。

図5・1にワイヤ放電加工の原理を示す。工具電極と工作物²⁾が加工液の水柱の中で向かい合い、数十ないし数百ボルトの電圧を加えられた状態で数 μm ないし数十 μm の微小な距離に近づくと、両者の間に放電が発生し放電電流が流れ熱が発生する。その結果、加工は主にこの電流の熱的な作用によって行われる。

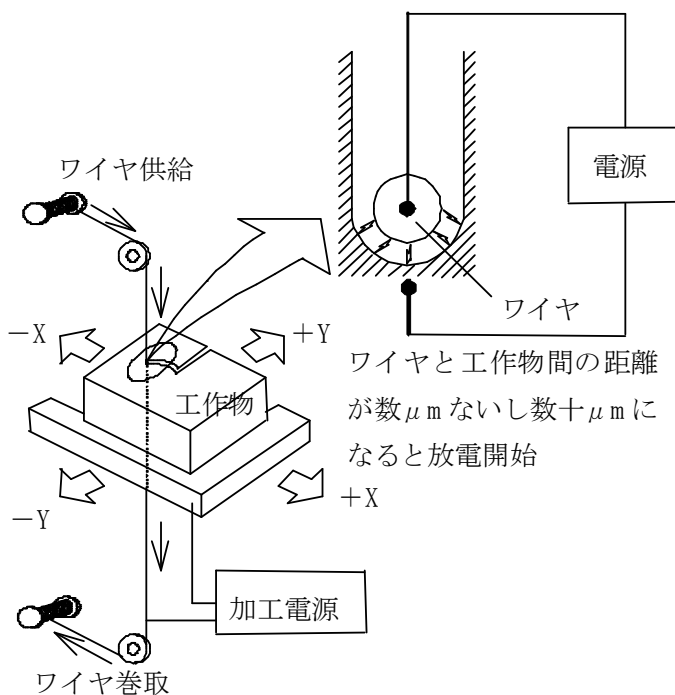


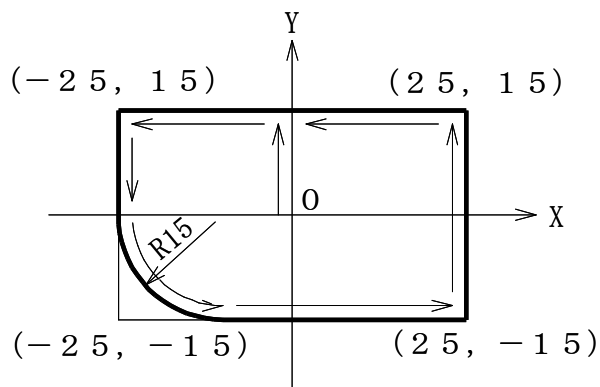
図5・1 ワイヤ放電加工の原理

1・3 ワイヤ放電加工機とNCフライス盤とのNC言語の相違点

1) 移動指令コーナCR

円弧補間指令ブロックにアドレスCRにつづいて半径値を指令することにより、指令した半径の円弧を挿入することができる。図5・2にコーナCRプログラムを示す。円弧中心座標値(I、J)の代わりに円弧半径指定(CR)を使うことができる。この時円弧補間回転角が 180° 以下の場合、指令値は正となり、 180° 以上は、負となる。

1) ワイヤ放電加工: wire electrical discharge machining 2) 工作物: work piece



基本の4角形プログラム
09801 (KIHON)
G92 X0. Y0.
G90 G01 X0. Y15.
X-25. Y15.
X-25. Y-15.
X25. Y-15.
X25. Y15.
X0. Y15.

コーナCRを使用したプログラム

09802 (K0-NA-R2)
G92 X0. Y0.
G90 G01 X0. Y15.
X-25. Y15.
X-25. Y0.
G03 X-10. Y-15. **CR15.**
G01 X25. Y-15.
X25. Y15.
X0. Y15.

I・Jを使用したプログラム

09803 (K0-NA-R3)
G92 X0. Y0.
G90 G01 X0. Y15.
X-25. Y15.
X-25. Y0.
G03 X-10. Y-15. **I15. J0.**
G01 X25. Y-15.
X25. Y15.
X0. Y15.

図 5 ・ 2 コーナCR

3) ドウェル (G 0 4)

プログラムの途中で一時停止をしたい場合に指令する。時間はアドレスXに続く数値で指令する。Xには小数点を用いることができる。指令単位は0. 001秒である。ドウェル中に放電するかいなかは、その時のGコードによる。G 0 0が指令されているときは放電しない。また、G 0 0以外では放電する。

(例) 2. 5秒のドウェルを指令する場合、G 0 4 X 2. 5と指令する。

4) ワイヤ径補正量とワイヤ径補正番号

仕上がり形状加工の場合、ワイヤ半径とワイヤおよびワークとの放電ギャップの距離を加えた値、すなわち、加工溝幅の半分の値を設定する。図 5 ・ 3 に工具補正と放電ギャップとの関係を示す。プログラムの中でアドレスHに続いてワイヤ径補正量を指令することにより、その補正番号に対応するワイヤ径補正量が用いられる。一度指令すると別のワイヤ径補正番号が新たに指令されるかリセット状態になるまで有効である。

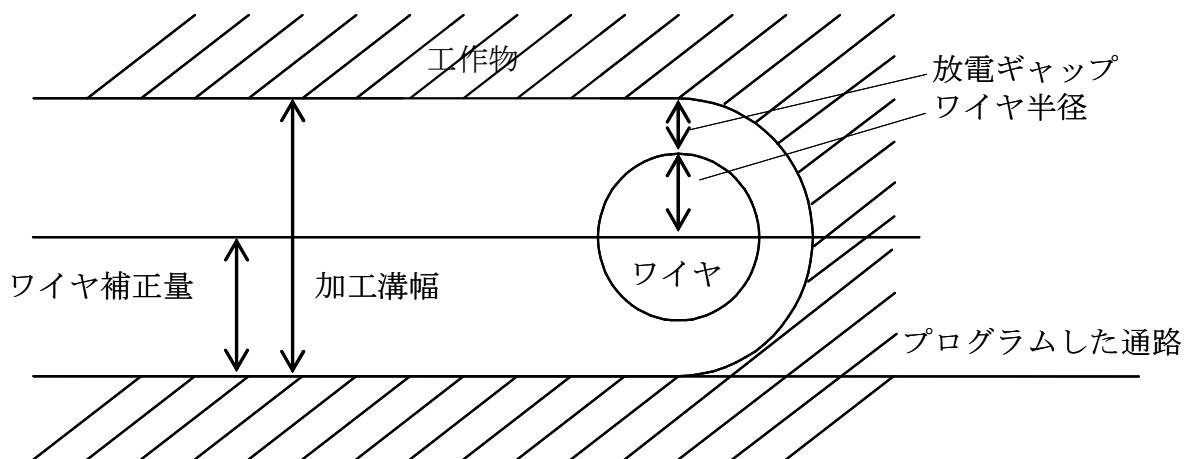


図 5 ・ 3 工具補正と放電ギャップ

1・4 実習使用機器

1) ワイヤ放電加工機：AL400G AQ327L

2) パーソナルコンピュータ

3) 消耗品材料

1. 加工材料：アルミ板 {A5056(厚さ 3mm)}

2. 使用ワイヤ：硬質真ちゅう(φ0.25mm)

4) ワイヤ放電加工機 AL400G の概略図を図 5・4 に、ワイヤ放電加工機の仕様を表 5・1 にそれぞれ示す。



図 5・4 ワイヤ放電加工機 AL400G の概略

表 5・1 ワイヤ放電加工機の仕様

項 目	単 位	仕 様
加工品最大寸法（幅×奥行×高さ）	mm	600×470×240
加工品最大積載重量	kgf	500
X Y 軸移動距離（左右×前後）	mm	400×300
Z 軸クイル上下移動距離 （加工品最大板厚）	mm	250
最大テーパ ¹⁾ 角度（標準）	度/板厚	±25° /130
ワイヤ径（標準）	mm	φ 0.25
外形寸法（幅×奥行×高さ） （電源、NC 装置を含む）	mm	2115×2500×2230
正味重量 （電源、NC 装置を含む）	kgf	3400

1) テーパ：taper



図 5 ・ 5 ワイヤ放電加工機 AQ327L の概略

表 5 ・ 2 ワイヤ放電加工機の仕様

項 目	単 位	仕 様
加工品最大寸法（幅×奥行×高さ）	mm	570×420×240
加工品最大積載重量	kgf	350
X Y 軸移動距離（左右×前後）	mm	370×270
Z 軸クイル上下移動距離 （加工品最大板厚）	mm	250
最大テーパ角度（標準）	度/板厚	±25° /100
ワイヤ径（標準）	mm	φ 0.25
外形寸法（幅×奥行×高さ） （電源、NC 装置を含む）	mm	2150×2200×2200
正味重量 （電源、NC 装置を含む）	kgf	3400

1・5 加工実習

1) プログラムの作成

1. プログラム条件

円弧補間を最低1ヶ所入れること。

2. 工作物

材質は、アルミ板（A5056）、厚さ3mmであり、一加工当たりの寸法は50mm×50mm、板の中心にφ3.0mmの開始穴があいている。

2) プログラムの入力

作成したプログラムを、PCを使って放電加工機に転送する。

3) プログラムの描画確認

各自のプログラムをグラフィック画面で確認する。

4) 加工実習の準備

工作物の開始穴にワイヤを通し自動中心出しでセンタリングし、ノズル位置を調整確認する。

5) 放電加工実習の開始

ワイヤを通常の状態に戻し、運転モードをランモードにし運転を開始する。

6) 運転状態の確認

放電加工中に電気条件、ワイヤ条件、加工液条件、加工速度、加工距離を確認する。

7) 自動運転による加工実習終了後、ワイヤを切断し工作物を外す。

1・6 加工に際しての参考資料

1) A5056 の化学成分を表 5・3 に示す。

表 5・3 A5056 の化学成分(%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Al
0.3	0.4	0.1	0.05～	4.50～	0.1	0.05～	残り
以下	以下	以下	0.2	5.6	以下	0.2	

2) ワイヤ電極について

ワイヤ電極は表 5・4 に示すワイヤ規格に適合している。

表 5・4 ワイヤ規格表

条 件	外 径	カール率	ウェーブ量(山数)	山の最大高さ
許容差	±0.002mm	10%	4 山以内	3cm 以内

ワイヤ外径

$\phi \pm 0.002 \text{ mm}$

カール率

$\frac{e(m)}{l(m)} \times 100(\%)$

手で押さえる 手を離す

ウェーブ量(山数)

4山以内

山の最大高さ

3cm以内

3) 高精度加工のポイント

1. 加工品を熱処理¹⁾して加工による歪みが発生しないようにする。
2. 加工品の脱磁処理を行う。
3. 加工品を精度よく、研削仕上げを行う。
4. 加工開始穴を設ける際、加工中の歪みが発生させない様にする。
5. 加工品の取り付け精度を十分にチェックする。

¹⁾ 1) 熱処理 : heat treatment

6. 研削仕上げで平坦の確認されたプレート上に垂直だし治具をのせて、ワイヤの垂直をチェックする。
7. 上下のノズルを工作物に接触させない。
8. トライアル加工で、オフセット²⁾量を確認する。
9. 実際の製品の形状加工に入ったら加工条件を変更しない。
10. セカンドカットを実施する。

4) 感電が人体に及ぼす影響

1. 感電とは人体に電流が流れる事をいい、流れる電流値と人体に及ぼす影響度は、表 5・5 に示すとおりである。

表 5・5 電流が人体に及ぼす影響

電流値	人体に及ぼす影響	電流値	人体に及ぼす影響
1mA	ただ感電する程度	5mA	相当に苦痛である
10mA	耐えられないほど苦しい	20mA	筋肉が収縮して自分で回路から離れられない
50mA	相当危険、死ぬこともある	100mA	致命的

2. 人体に対しては一般に、表 5・6 に示す人体の抵抗と流れる電流の計算から、ふつうの状態では 50V、手足等が濡れている場合は、20V の電圧がかかると危険だということになる。

表 5・6 人体の抵抗と流れる電流

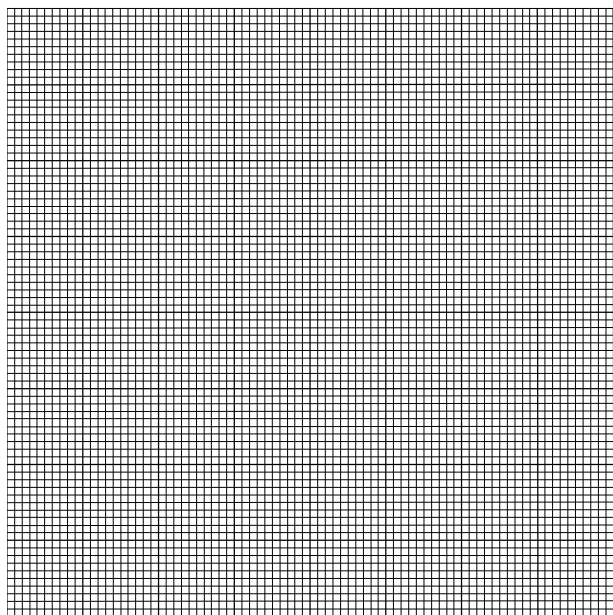
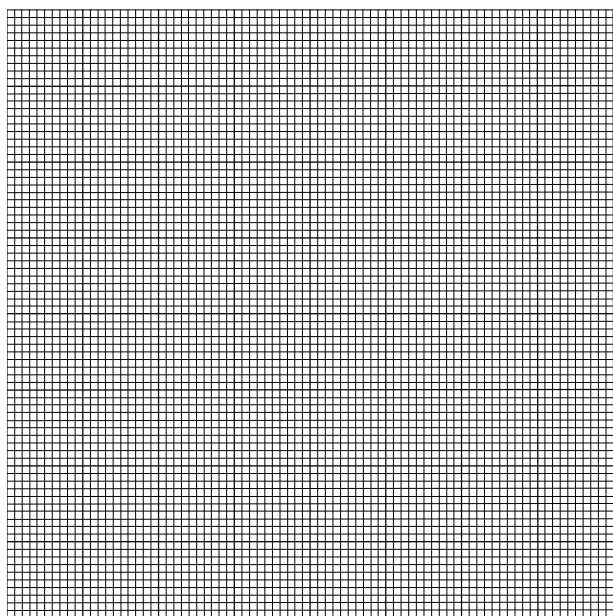
	人体の抵抗	20V 感電の場合	50V 感電の場合
普通の状態	5000 Ω	$I=V/R$ $20/5000=4mA$	$50/5000=10mA$
手足等が濡れている場合	2000 Ω	$20/2000=10mA$	$50/2000=25mA$

3. 放電加工の場合、ローラー部や電極ならびにワイヤ等電極側 {アースになっている構造物と反対側} には絶対！！ に人体を触れてはいけないことになる。

4. 導電率

物質の電流の通しやすさの度合いを表す数値。電気伝導率、コンダクティビティともいう。一般に導線などの導電率は、国際電気標準会議などで決められた、標準軟銅の導電率を 100 として表す。

NCプログラム作成用方眼紙



ワイヤ放電加工機プログラムの一例

```

(      =      ON OFF  IP  HRP MAO  SV V  SF  C PIK CTRL  WK  WT  WS  WP)
C000   =      009 014 2215 000 250 040 8 0150 0 000 0000 025 160 130 045
C001   =      011 014 2215 000 251 035 8 0150 0 000 0000 025 160 130 055
H000   = +000000.0100   ワイヤ径補正量 +0.01   mm
H001   = +000000.1860   ワイヤ径補正量 +0.1860mm
( FIG-1  1ST ZENSYUU)
QAIC(2, 1, 0.1250, 001.0, 0.1900, 0.0200, 004.0, 0051, 0120, 15, 035) AIC コーナ制御 ON

```

コンデショニングデータ


```

G54          ワーク座標系設定
G90          アブソリュート指令
G92X0.0Y0.0Z0 座標原点設定指令
G29          主レファレンス点の設定
T94          水浴加工への切換
T84          水ポンプ機動
C000          コンデショニングデータ C000 読込
G42H000G01X4.0Y0.0 右ワイヤ径補正、補正量 +0.01mm
C001H001      コンデショニングデータ C001 読込右ワイヤ径補正 補正量 +0.1860mm
M98P0001      サブプログラム N001 一回呼び出し
T85          水ポンプ停止
G149G249      AIC コーナ制御 OFF
M02          エンドオブプログラム

```



```

N0001          サブプログラムシーケンス番号 N0001
G01X4.0Y23.0
X47.5
Y-23.0
X4.0
Y-0.5
M00          プログラムストップ
Y0.0
G40H000X0.0   ワイヤ径補正キャンセル
M99          サブプログラム終了

```

コンデショニングデータの例

材質 アルミニウム 板厚 5 mm

(VER : 2.10A Sodick database 3.1[1]M)

(検索データ : Water, Brass ϕ 0.25, Punch, Open-U, Al, 5.00mm, E=0, 20.0, 1times, 0.0000)

(ON OFF IP HRP MAO SV V SF C PIK CTRL WK WT WS WP)

C000 = 006 016 2215 000 260 040 8 0350 0 000 0000 025 160 100 040

C001 = 008 016 2215 000 260 040 8 0350 0 000 0000 025 160 100 045

H000 = +000000.0100 (アブローチ)

H001 = +000000.1730 (1ST)

H999 = +000000.0000 (補正テーパデータ)

QAIC(2, 1, 0.1250, 000.1, 0.1700, 0.0100, 000.1, 0255, 0297, 15, 020)

材質 鉄 板厚 5 mm

(VER : 2.10A Sodick database 3.1[1]M)

(検索データ : Water, Brass. ϕ 0.25, Punch, Open-U, Steel, 5.00mm, E=0, 20.0, 1times, 0.0000)

(ON OFF IP HRP MAO SV V SF C PIK CTRL WK WT WS WP)

C000 = 006 015 2215 000 260 040 8 0130 0 000 0000 025 160 100 040

C001 = 008 015 2215 000 260 040 8 0130 0 000 0000 025 160 100 045

H000 = +000000.0100 (アブローチ)

H001 = +000000.1520 (1ST)

H999 = +000000.0000 (補正テーパデータ)

QAIC(2, 1, 0.1250, 000.3, 0.1550, 0.0100, 002.0, 0085, 0085, 15, 035)

表 5・7 各種パラメータの機能

加工条件項目	機 能	加工条件項目	機 能
O N	放電パルス時間	C	コンデンサー
O F F	休止パルス時間	P I K	P I K A 選択
I P	主電源ピーク値	C T R L	オプション
H R P	補助電源回路	W K	ワイヤ制御
M A O	パルス幅調整	W T	テンション制御
S V	サーボ基準電圧	W S	ワイヤ速度
V	主電源電圧	W P	高圧噴流
S F	サーボ速度		