

実 技 編

実技課題（1）ワイヤ放電加工機の手扱

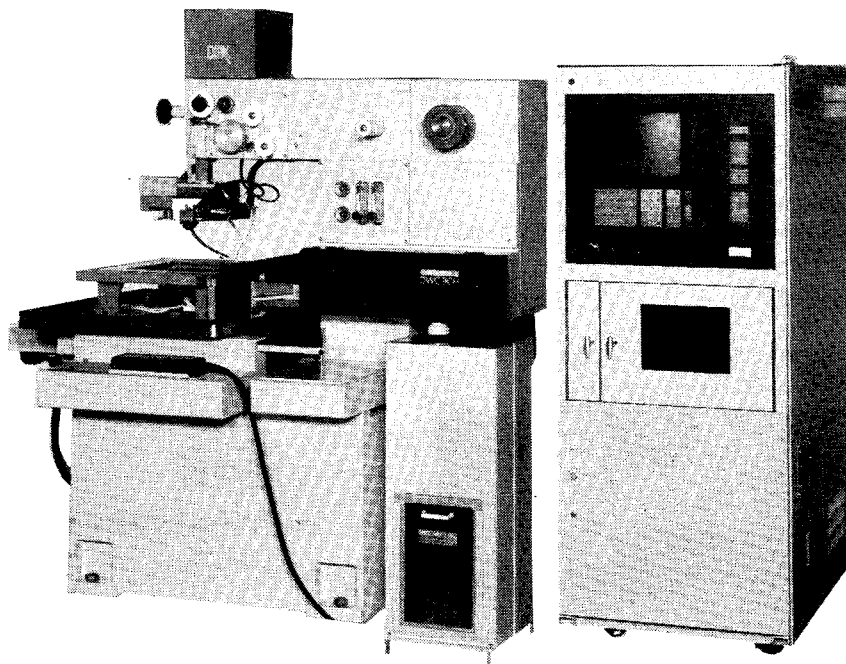


図1-1 ワイヤ放電加工機

ワイヤ放電加工は、機械加工（旋盤、フライス盤、ボール盤）などと異り、黄銅、銅、タングステン、モリブデンなどの細いワイヤを巻き取りながら、これを電極として、2次元輪郭形状を数値制御により送りをかけ、糸鋸式に輪郭をくり抜いて加工する加工機である。

また、導電性のあるものなら、硬度に関係なく加工でき、最近、新素材として注目されている導電性セラミックスの加工にも使用されるようになっている。

ここではワイヤ放電加工機の手扱を習得する。

1. 準備作業

(1) 工作機械

・ワイヤ放電加工機（主な仕様…資料1.参照）

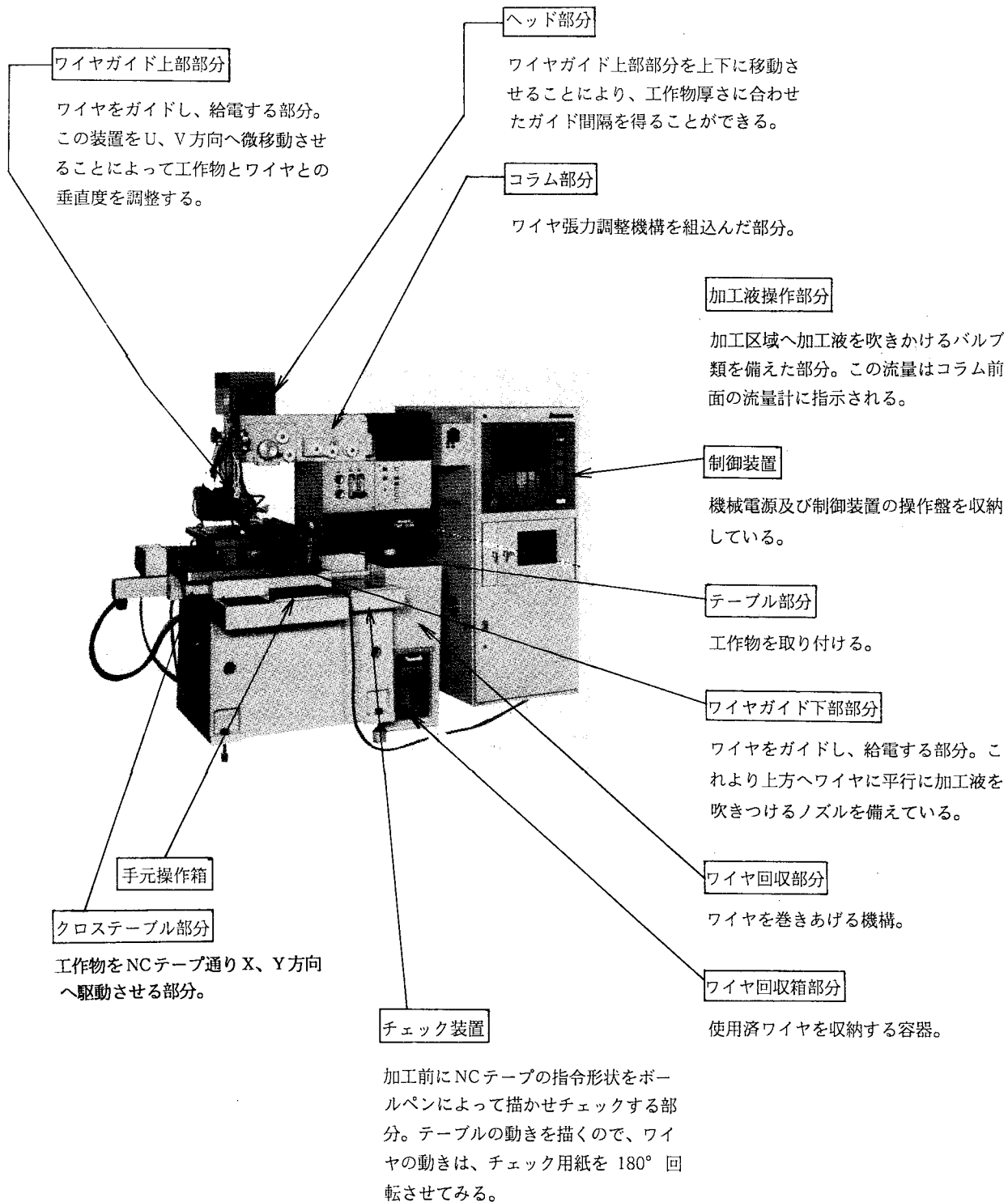


図1-2 主要部の名称と働き

(2) ワイヤ電極

- ・黄銅φ0.2ワイヤ

(3) 工作物

- ・導電性セラミックス (ZrB_2)

(4) 測定器

- ・スタンド付きテコ式ダイヤルゲージ (0.002mm)
- ・スケール
- ・ノギス

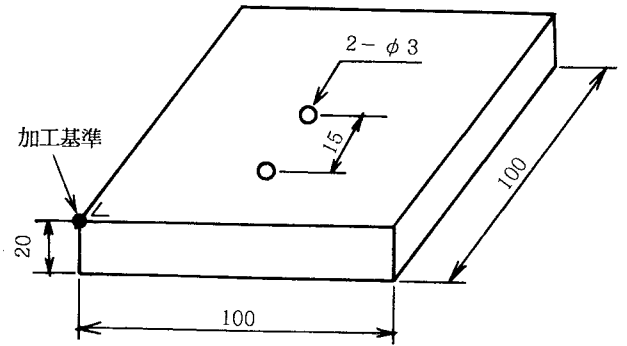


図1-3 工作物

(5) 器工具

- ・押え金
- ・締付けボルト・ナット
- ・標準工具一式

(6) 潤滑油

- ・指定潤滑油

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・日常点検表 (資料2) にしたがって各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・給油箇所 (資料3) に指定潤滑油を給油する。

3. 機械の起動・停止

(1) 起 動

- ① 電源制御装置の「電源ブレーカ (NFB)」をONにする。
- ② CRT 設定表示装置の「パワーオン」を押す。
 - ・ CRT 設定表示装置…資料4.参照
- ③ 「準備」を押す。
 - ・ 以後運転可能状態となる。
- ④ 「リセット」を押す。
 - ・ 「リセット」を押さなくても運転可能状態にすることはできるが、安全確認を期するために電源投入後は「リセット」を押すようにする。
 - ・ 「キーロック」のランプが点灯していないことを確認する。点灯していると「全停止」・「パワーオフ」・「キーロック」以外のスイッチは作動しない。

(2) 停 止

- ・ CRT 設定表示装置の「パワーオフ」を押し、電源制御装置の「電源ブレーカ」をOFFにする。

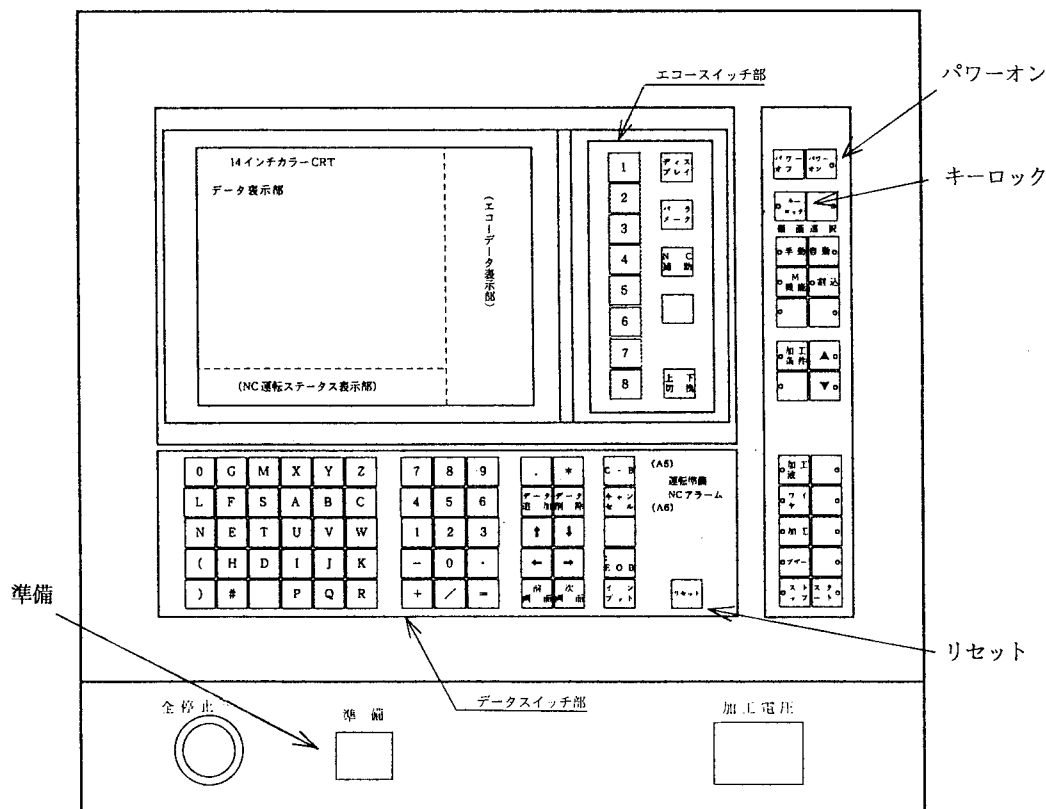


図1-4 CRT 設定表示装置

4. 機械原点の設定

- ① CRT設定表示装置で「手動」→「5」と押して「原点復帰」モードを選択する。
- ② CRT設定表示装置で「X」→「Y」と押す。
 - ・加工テーブルが機械原点に向って移動を開始する。
 - ・テーブルが機械原点に到着すると「位置決中」が消灯し、「位置決完」が赤反転する。

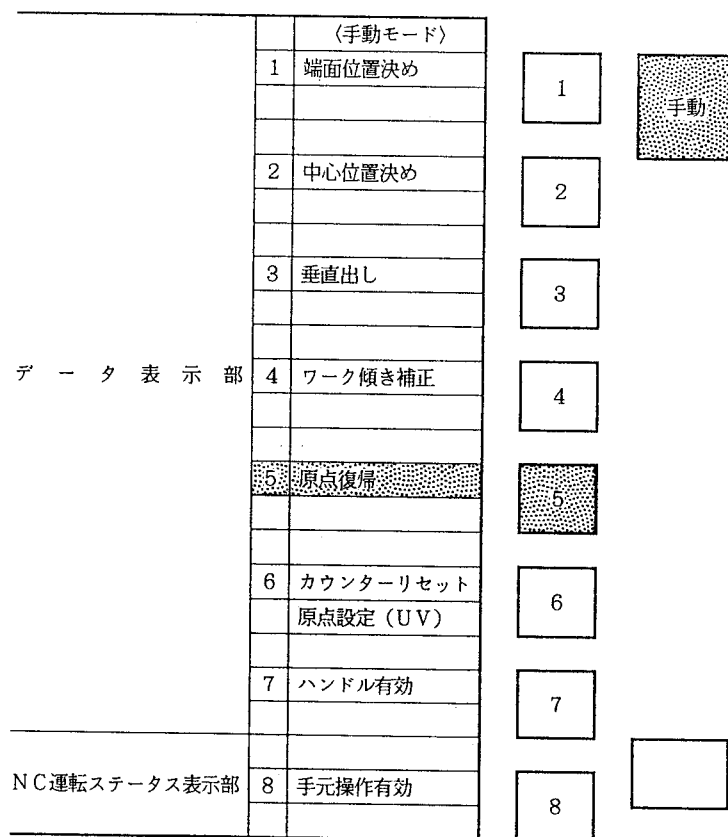


図1-5 CRT設定表示装置のエコーデータ部

5. 手元操作箱の取扱い

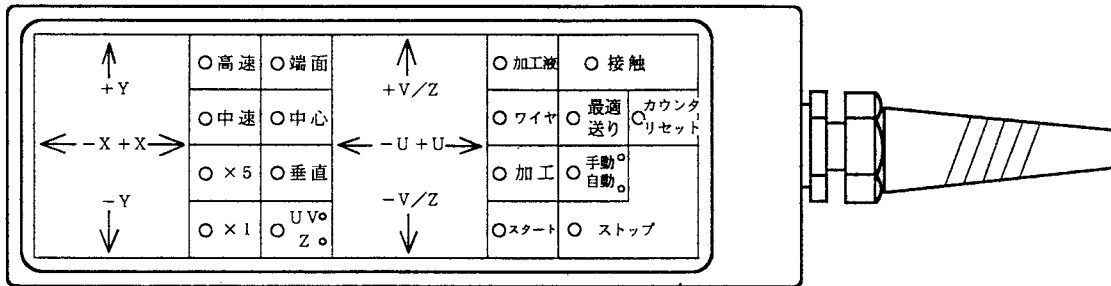


図1-6 手元操作箱

(1) 手元操作箱の「手動自動」の釦を押す。

(2) テーブルの送り操作

- ① 手元操作箱の移動速度切換ボタン「高速」、「中速」、「×5」、「×1」のうちから1つを選択する。
- ② 手元操作箱の位置決めボタン「+X」「-X」、「+Y」「-Y」、を押してテーブルを移動させる。
- ③ 手元操作箱の「UV Z」を押して点灯させ「+U」、「-U」、「+V」、「-V」を押してテーパユニットを移動させる。

表1-1 テーブルの送り

軸 \ 速度選択	高 速	中 速	インチング×5	インチング×1
X, Y	800mm/min	120mm/min	5μm / PUSH (10mm/min)	1μm / PUSH (1mm/min)
U, V	120mm/min	12mm/min	5μm / PUSH (6mm/min)	1μm / PUSH (1mm/min)

() 内は超低の速度を表わす。

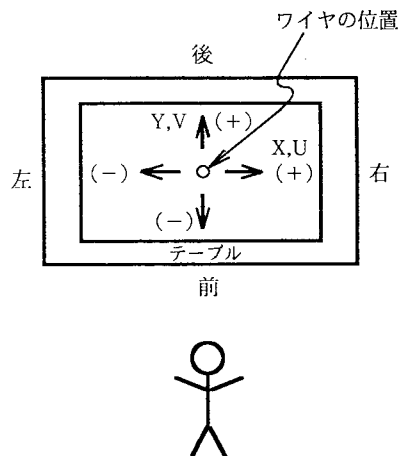


図1-7 各軸の移動方向

6. ワイヤ電極の張り方

(1) ワイヤホビンの取付け

- ・ 取付け軸にワイヤホビンを取り付け、締付けボルトでワイヤホビンを固定する。

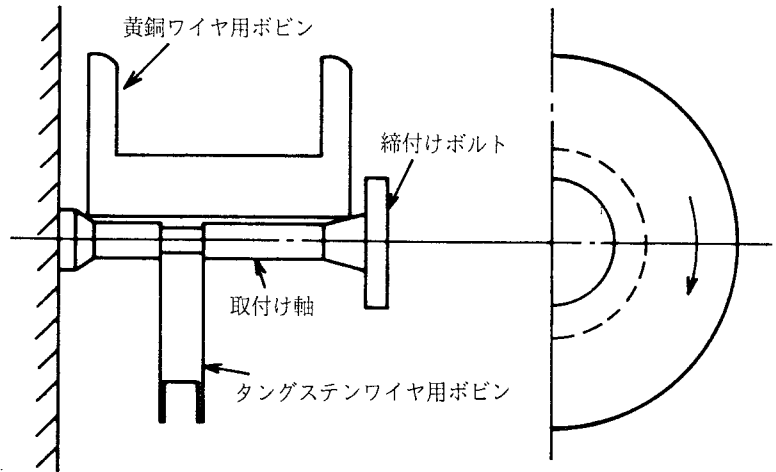


図1-8 ワイヤホビンの取付け

(2) ワイヤ通し

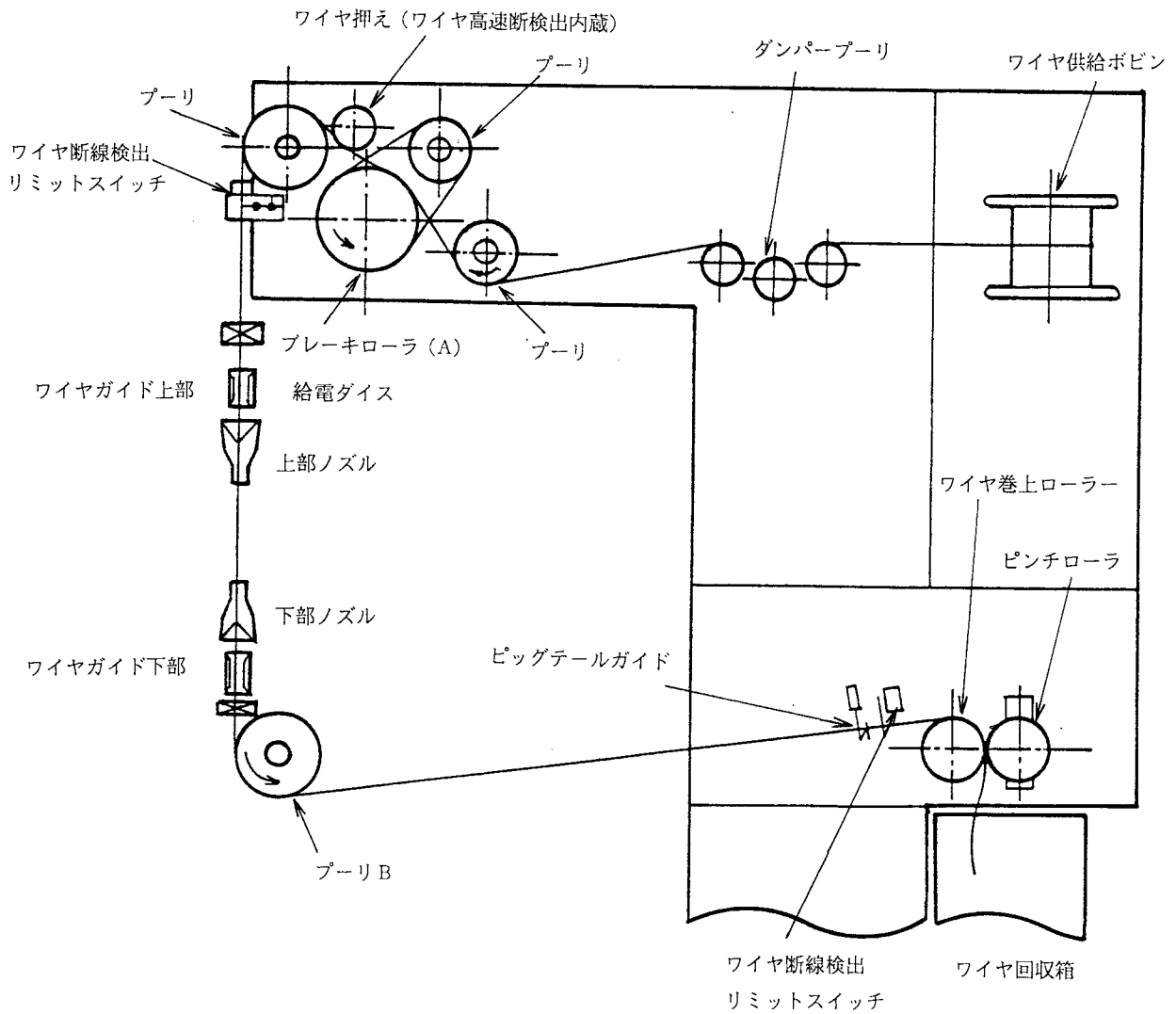


図1-9 ワイヤ通し

- ・ワイヤ供給ホビンのワイヤ電極を、ワイヤ回収箱まで図のようにワイヤ通しをする。
- ・ワイヤと機械本体は電氣的に絶縁されているのでワイヤが機械本体に触れないように十分注意する。
また、ワイヤと加工テーブルまたは機械本体とが接触していると、“ワイヤ入り”の状態を手元操作箱の「接触」ランプが点灯し、加工入の状態でも電圧計に電圧は表示されない。(短絡状態)
- ・ブレーキローラ (A) には二重巻を行う。まず右下のプーリより奥の溝へ反時計方向に1回巻き、次に右上のプーリに掛けて、またブレーキローラ (A) の手前側の溝に反時計方向に1回だけ巻き付ける。くれぐれも同一の溝には重ねて巻かないように注意する。
- ・プーリ B の軸受ベアリングは加工粉が蓄積しやすく、それによりプーリの回転が滑らかでなくなり、ワイヤ張力に変動をきたすことが起こるので、時々プーリの回転をチェックする。
万一、回転が滑らかでないときはプーリを取り外して、ベアリングの清掃を行う。

(3) ワイヤ張力の調整

- ・ワイヤ張力は、プリテンション (PT) とワイヤテンション (WT) の値によって決定される。

- ① **加工条件** → **8** と押してプリテンションを選択する。
- ② **▼** **▲** を用いて () 内の値を増加または減少させ、希望の値に設定する。
・数字が大きい程、プリテンションは強くなる。
- ③ **加工条件** → **7** と押してワイヤテンションを選択する。
- ④ **▼** **▲** を用いて () 内値を増加または減少させ希望の値に設定する。
・数字が大きい程ワイヤテンションは強くなる。

		〈加工条件設定〉		
データ表示部	1	Vo ()		1
		LQ ()		
	2	Ip ()		2
		LR ()		
	3	OFF ()		3
		VG ()		
	4	SA ()		4
		SC ()		
	5	SB ()		5
		FS ()		
	6	WS ()		6
		SD ()		
NC運転ステータス表示部	7	WT (11)		7
	8	PT (10)		8
		E OFFLINE		

エコーデータ表示部

図1-10

(4) ワイヤ送り速度の設定

- ① **加工条件** → **6** と押してワイヤスピード (WS) を選択する。
- ② **▼** **▲** を用いて () 内の値を増加または減少させ、希望の値に設定する。
 - ・ 数字が大きい程、ワイヤ送り速度は速くなる。

		〈加工条件設定〉		
	1	Vo ()		1
		LQ ()		
	2	Ip ()		2
		LR ()		
	3	OFF ()		3
		VG ()		
データ表示部	4	SA ()		4
		SC ()		
	5	SB ()		5
		FS ()		
	6	WS ()		6
		SD ()		
	7	WT (11)		7
NC運転ステータス表示部	8	PT (10)		8
		E OFFLINE		
		エコーデータ表示部		

図1-11

7. 工作物の取付け

(1) テーブルへの工作物の取付け

- ・ 押え金を用いて工作物をテーブルに軽く固定する。

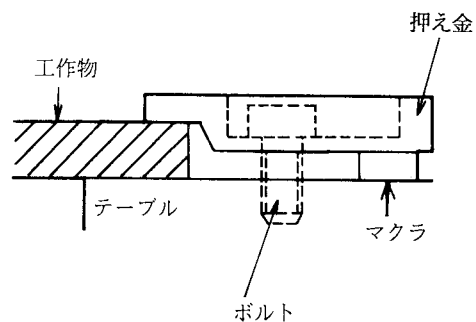


図 1-12

(2) 工作物の心出し調整

- ① 機械本体部にダイヤルゲージを取り付ける。
- ② 手元の操作箱の「手動・自動」の釦を押す。

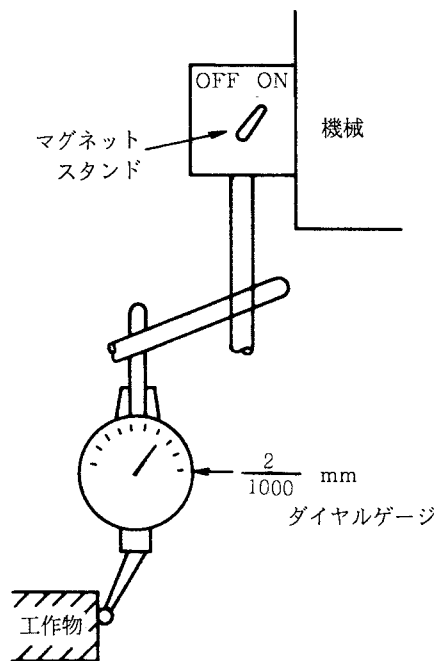


図 1-13

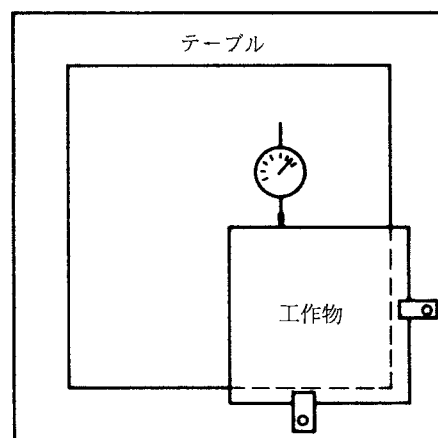


図 1-14

- ③ 手元操作箱の「高速」、「中速」、「×5」、「×1」のうち1つを選択してテーブルの移動速度を決める。
- ④ 移動したい方向の「位置決めボタン」(+X、-X、+Y、-Y)を押してテーブルを移動させる。
 - ・ この時、工作物の基準面がテーブル移動方向に対して傾いている場合は、ダイヤルゲージの指針が変化する。
 - ・ 工作物を銅などで軽くたたいて、工作物の基準面とテーブル送り方向を平行に調整する。
- ⑤ 押え金を締めて工作物を固定する。

8. プログラムの登録

(1) データ入力画面の呼出し

- ・ **ディスプレイ** → **7** → **1** と押して、データ入力画面を呼び出す。

データ1/0 入力	(データ 1/0サブ)
1	データ 入力
2	データ 出力
3	データ 比較
4	データ コピー
5	
6	
7	
8	

データ	
〈1〉 NC プログラム	
〈2〉	
〈3〉 ピッチエラー 補正	
〈4〉 変 数 (H50~H249)	
〈5〉 E パック	
〈6〉 パラメータ	
入力装置	
〈0〉 テープリーダー (2) RS-232S	
〈1〉 カセット デッキ	
〈データ 設定〉 1--6, R, D, E 頭出し: *	
データ () プログラム () 装置 () 頭出し ()	
N C 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部	

図1-15 データ入力画面

(2) NCテープの読み込み

- ① NCテープをテープリーダーにセットする。
- ② データスイッチ部から、プログラム番号を入力する。

データ (1) プログラム (1000) 装置 (0) 頭出し ()



- ③ **インプット** を押す
 - ・ NCテープが読み込まれ、両面右下に“データニューリョクカンリョウ”が表示されればプログラムの登録が完了する。

9. プログラムのサーチ

(1) プログラムサーチ画面の呼出し

- ・ **ディスプレイ** → **3** と押して、プログラムサーチ画面を呼び出す。

L				N				B				サーチ	(サーチ・サブ)			
												プログラム	プログラム			
〈実行中〉												1				
〈次指令〉												2				
〈サーチプログラム〉												3				
												4				
〈ネスティング〉												5				
1	L	N	B	7	L	N	B	13	L	N	B	19	L	N	B	6
2				8				14				20				7
3				9				15								8
4				10				16								9
5				11				17								10
6				12				18								11
												12				
〈データ設定〉												13				
												14				
M/T () L () N () B () モード ()												15				
												16				
NC 運転ステータス表示部												17				
												18				

図1-16 プログラムサーチ画面

(2) プログラムの呼出し

- ① データスイッチ部から、プログラム番号を入力する。

M/T (M) L (1000) N () B () モード ()

↑ ↑
H:メモリ プログラム番号
T:NCテープ

- ② **インプット** を押す

- ・ プログラムをサーチしはじめサーチが完了したら、「サーチカンリョウ」のメッセージを画面右下隅に表示し、サーチが完了する。
- ・ サーチしたいプログラム番号が見つからない場合は、「ガイトウL.N.Bナシ」のメッセージを表示する。**リセット** を押してメッセージを消去し、正しいプログラム番号を設定してサーチをしなおす。

10. 運転モードの切換え

(1) 手動運転モード

- ・「手動」スイッチを押し、手動運転モードの初期画面（手動入力位置決め画面）を呼び出す。

<p>(現在位置)</p> <p>X 1 2 3 4 5 . 6 7 8 9 # 1</p> <p>Y 1 2 3 4 5 . 6 7 8 9 # 1</p> <p>U 1 2 3 4 5 . 6 7 8 9 # 1</p> <p>V</p> <p>Z</p>						<p>(手動モード)</p> <p>1 端面位置決め</p> <p>2 中心位置決め</p> <p>3 垂直出し</p> <p>4 ワーク傾き補正</p> <p>5 原点復帰</p> <p>6 カウンタリセット 原点復帰 (UV)</p> <p>7 ハンドル有効</p> <p>8 手元操作有効</p>	
<p>(位置カウンタ) (認定値)</p> <p>X ±12345.6789 X ±12345.6789 F 12345.6789</p> <p>Y . Y .</p> <p>U . U .</p> <p>V . V .</p> <p>Z . Z .</p>		<p>ワイヤ径 nw : 0.25</p> <p>ワイヤ位置 (1-4) w : 2</p> <p>位置決/手動</p>					
<p>項目: X, Y, U, V, Z, H, F, D, M モード: A, I, P</p> <p>設定項目 () データ () モード ()</p>							
<p>N C 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部</p>							

図1-17 手動運転モードの初期画面

・ 手動モードの内容

a. 「端面位置決め」

ワークの端面に対してワイヤを自動的に位置決めする場合

b. 「中心位置決め」

ワークの基準穴に対してワイヤを自動的に中心位置決めする場合

c. 「垂直出し」

テーパ加工装置と垂直度計により自動的にワイヤの定盤に対する垂直度を出す場合

d. 「ワーク傾き補正」

テーブル上のワークの傾きを測定して端面の傾き角を求め、プログラム形状をその傾き角だけ補正する場合

e. 「原点復帰」

手元操作箱の原点方向のJOGボタンを押すことにより、テーブルを機械原点に復帰させる場合

f. 「カウンタ リセット」

位置カウンタの値をクリアする場合。JOD ボタンの押された軸の位置カウンタが0となる。

g. 「ハンドル 有効」

手元操作箱による操作ができなくなり、手動ハンドル（オプション）が有効となる。このモードを解除するには「手元操作有効」にする。

h. 「手元操作有効」

手動ハンドルによる操作ができなくなり、手元操作箱が有効となる。手動ハンドルを使えるようにするには「ハンドル 有効」にする。

(2) 自動運転モード

・「自動」スイッチを押し、自動運転モードにする。

・自動運転モードの内容

a. 「テープ モード」

紙テープによる自動運転モード。

b. 「メモリ モード」

メモリに記憶されたプログラムによる自動運転モード。

c. 「MDI モード」

MDI 画面で作成されたプログラムによる自動運転モード

d. 「セカンドカットモード」

自動セカンドカット運転モード。

e. 「BTR (オンライン) モード」

DC 方式による外部機器とのオンライン運転時に用いる。

		(自動モード)	
データ表示部	1	テープ モード	1
	2	メモリー モード	2
	3	MDI モード	3
	4	セカンドカットモード	4
	5	BTR (オンライン)モード	5
NC運転ステータス表示部	6		6
	7		7
	8		8

図1-18 自動運転モード

11. 後始末

・機械および器工具の清掃と整理整頓をする。

- 次の評価項目にもとづいて、ワイヤ放電加工機の実験の確認をする。

評価項目

項 目	A/B	備 考
1. 各部の点検と給油が正しくできる 2. 機械の起動・停止が正しくできる 3. 機械原点の設定が正しくできる 4. 手元操作箱の実験が正しくできる 5. ワイヤ電極の張り方が正しくできる 6. 工作物の取付けが正しくできる 7. プログラムの登録が正しくできる 8. プログラムのサーチが正しくできる 9. 運転モードの切り換えが正しくできる		A : できる B : できない

実技課題（2）摺動部品の加工

工作物：導電性セラミックス (ZrB_2)

大きさ：100×100×20

($\phi 3 \times 2$ 下穴加工済み)

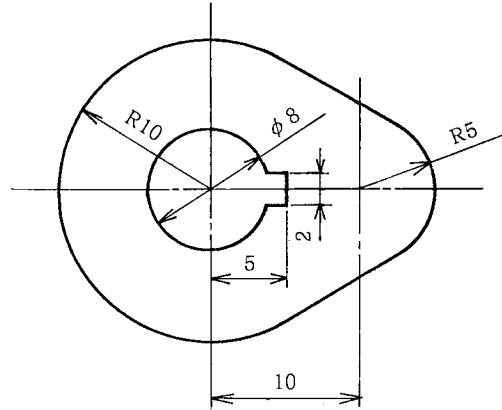


図2-1 課題図

ワイヤ放電加工機は金型製作、あるいは部品加工に広く使用され、最近では、新素材として注目されている導電性セラミックスも加工できることが明らかになり、さらに用途拡大を続けている。

ここでは、ワイヤ放電加工機でカム形状の摺動部品を加工することにより、セラミックスの放電加工の基本作業を習得する。

1. 作業準備

(1) 工作機械等

- ・ ワイヤ放電加工機（主な仕様 資料1.参照）
- ・ NCテープ自動作成装置（知識編（4）－⑤参照）

(2) ワイヤ電極

- ・ 黄銅φ0.2ワイヤ

(3) 工作物

- ・ 導電性セラミックス (ZrB_2)

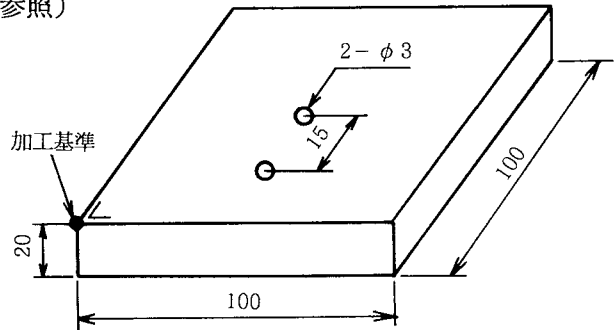


図2-2 工作物

(4) 測定器

- ・ スタンド付きテコ式ダイヤルゲージ (0.002mm)
- ・ スケール
- ・ ノギス

(5) 器工具

- ・ 押え金
- ・ 締付けボルト・ナット
- ・ 標準工具一式

(6) 潤滑油

- ・ 指定潤滑油

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検表（資料2）にしたがって各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所（資料3）に指定潤滑油を給油する。

3. プログラムの作成

(1) 図形定義

- 部品図にしたがって、点、線、円などの図形定義をする。

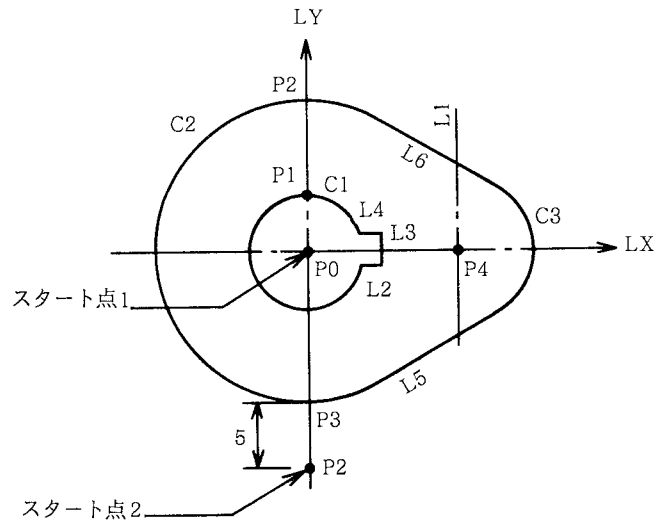


図2-3 図形定義

(2) プログラムの入力

- NCテープ自動作成装置に、図形定義および経路定義を入力する。
- プログラムの内容
 - a : 図形定義
 - b : 座標系およびスタート設定
 - c : 最適送り入および送り速度設定
 - d : オフセットキャンセルおよび最適送り切
- NCテープ作成装置の操作およびプログラム法は取扱い説明書を参照のこと。

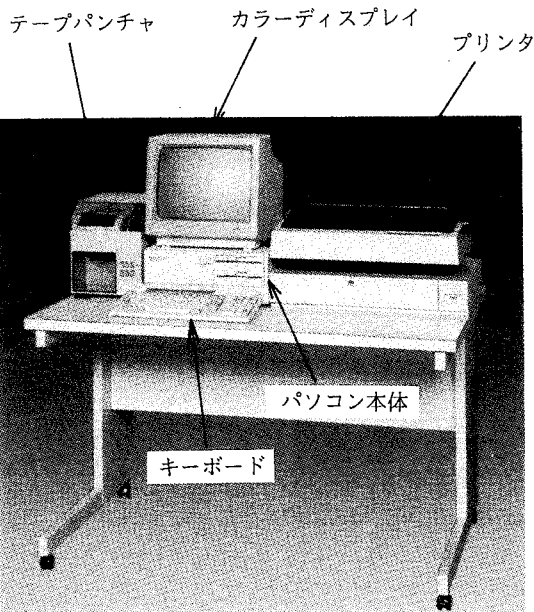


図2-4 NCテープ自動作成装置

```

$ LIST
0001 C1:P0/R4
0002 P1:LY/C1, U
0003 L2, 4:LX, D/D1, -1
0004 L3:X5
0005 P2:0/-15
0006 C2:P0/R10
0007 P3:LY/C2, D
0008 L1:X10
0009 P4:L1/LX
0010 C3:P4/R5
0011 L5:C2, D/C3, D
0012 L6:C2, U/C3, U
0013 SET/P0, R ← b
0014 ;;;;M90F3.0 ← c
0015 P1
0016 C1, CW
0017 L4, R
0018 L3
0019 L2
0020 C1, CW, R
0021 P1
0022 STOP
0023 ;;;;G40F60. M91; ← d
0024 P0
0025 STOP
0026 P2
0027 STOP
0028 SWT/P2, R
0029 ;;;;M90F3.0
0030 P3
0031 C2, CC
0032 L5
0033 C3, CC
0034 L6
0035 C2, CC
0036 P3
0037 STOP
0038 ;;;;G40F60. M91;
0039 P2
0040 END
0041 MEND
    
```

図2-5 入力するプログラム

4. NC テープの作成

- NC テープ自動作成装置で、入力したプログラムの NC テープおよび NC リストを出力する。

```

$ MTN, LO
N0001 M80
N0002 M82
N0003 M84
N0004 G90
N0005 G92 X          0 Y          0
N0006M90F3.0
N0007 G01 G42 X          0 Y          4000
N0008 G02 X          3873 Y          1000 I          0 J          -4000
N0009 G01 X          5000 Y          1000
N0010 G01 X          5000 Y          -1000
N0011 G01 X          3873 Y          -1000
N0012 G02 X          0 Y          4000 I          -3873 J          1000
N0013 M00
CUTTING LENGTH =          314 X0.1 MM
N0014 G01 X          0 Y
N0015 M00          OG40F60.M91
CUTTING LENGTH =          354 X0.1 MM
N0016 G01 X          0 Y          -15000
N0017 M00
CUTTING LENGTH =          504 X0.1 MM
N0018 M80
N0019 M82
N0020 M84
N0021 G90
N0022 G92 X          0 Y          -15000
N0023M90F3.0
N0024 G01 G42 X          0 Y          -10000
N0025 G03 X          5000 Y          -8660 I          0 J          10000
N0026 G01 X          12500 Y          -4330
N0027 G03 X          12500 Y          4330 I          -2500 J          4330
N0028 G01 X          5000 Y          8660
N0029 G03 X          0 Y          -10000 I          -5000 J          -8660
N0030 M00
CUTTING LENGTH =          747 X0.1 MM
N0031 G01 X          0 Y          -15000G40F60.M9
N0032 M02
CUTTING LENGTH =          797 X0.1 MM

```

図2-6 NCリスト

5. 機械の起動と機械原点の設定

(1) 機械の起動

- ・ 実技課題 (1) の3、と同じ要領で、電源制御装置をONにする。

(2) 機械原点の設定

- ・ 実技課題 (1) の4、と同じ要領で、X・Y軸を機械原点に移動する。

6. プログラムの登録とチェック

(1) プログラムの登録

- ・ 実技課題 (1) の8、と同じ要領で、作成したプログラムをL1000番に登録する。

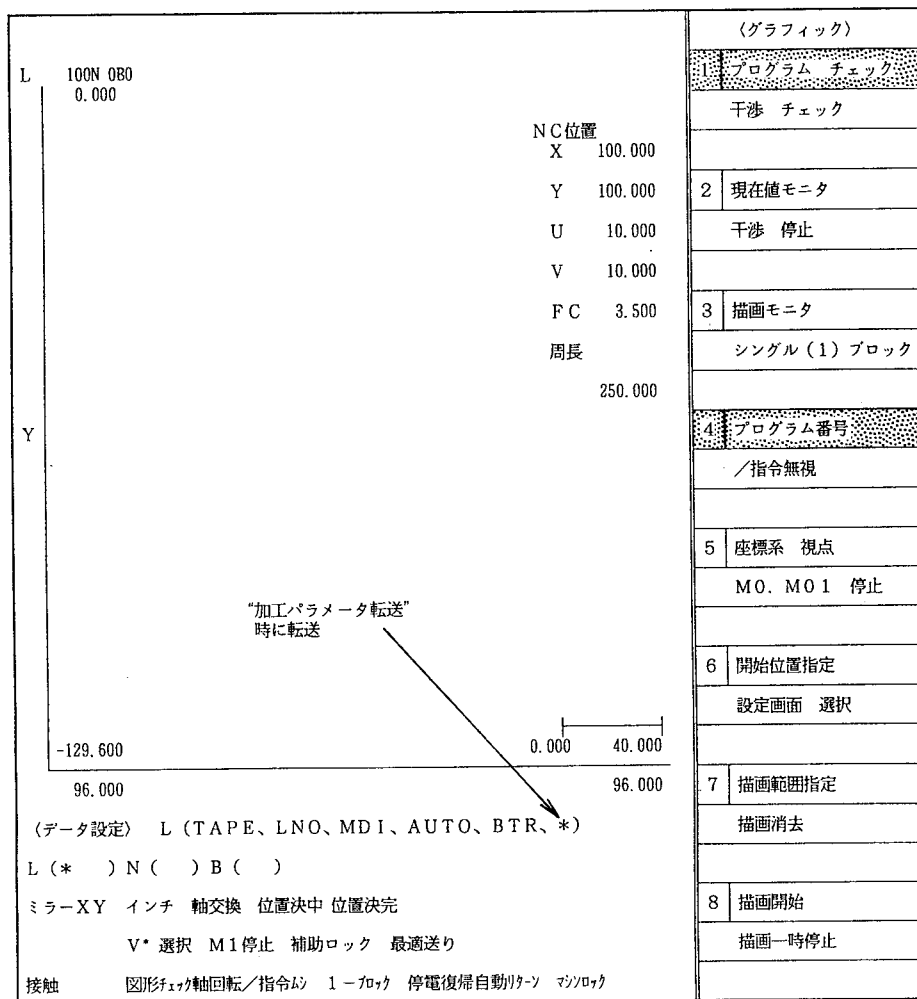


図2-7 プログラムチェック画面

(2) プログラムのチェック

- ① **ディスプレイ** → **6** → **1** と押し、プログラムチェック画面を呼び出す。
- ② プログラムの描画をチェックする。
 - a. **4** を押して、L1000 番のプログラムを呼び出す。
 - b. **5** を押して、表示座標系 (XY、XY-YZ、3D) を選択する。
 - c. **6** を押して、描画開始位置を指定する。
 - d. **7** を押して、描画開始範囲を指定する。
 - e. **8** を押して、描画を開始させる。

7. 摺動部品の放電加工

(1) 工作物の取付け

- ・ 実技課題 (1) の 7、と同じ要領で、工作物をテーブルに取り付ける。

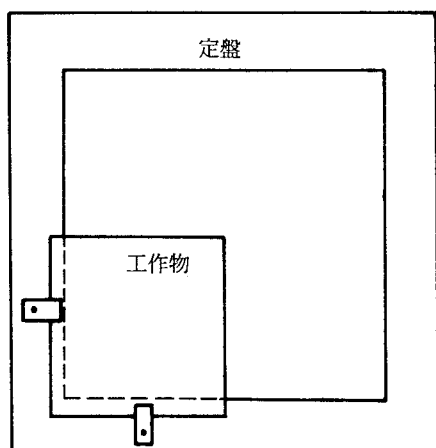


図2-8

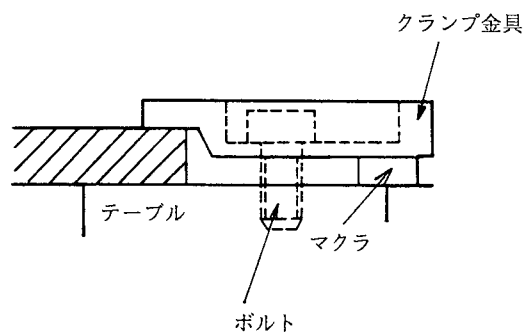


図2-9

(2) ワイヤ電極のセット

- ① ワイヤ通しをする
 - ・ 実技課題 (1) の 6 と同じ要領で、工作物軸穴の下穴 (軸穴の加工開始点) にワイヤを通す。
- ② 上部ノズルの位置を調整する。
 - ・ 上部ノズルを工作物上面より 0.2mm の位置にセットする。

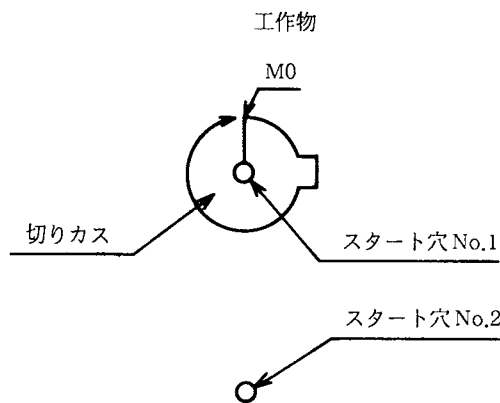


図2-10

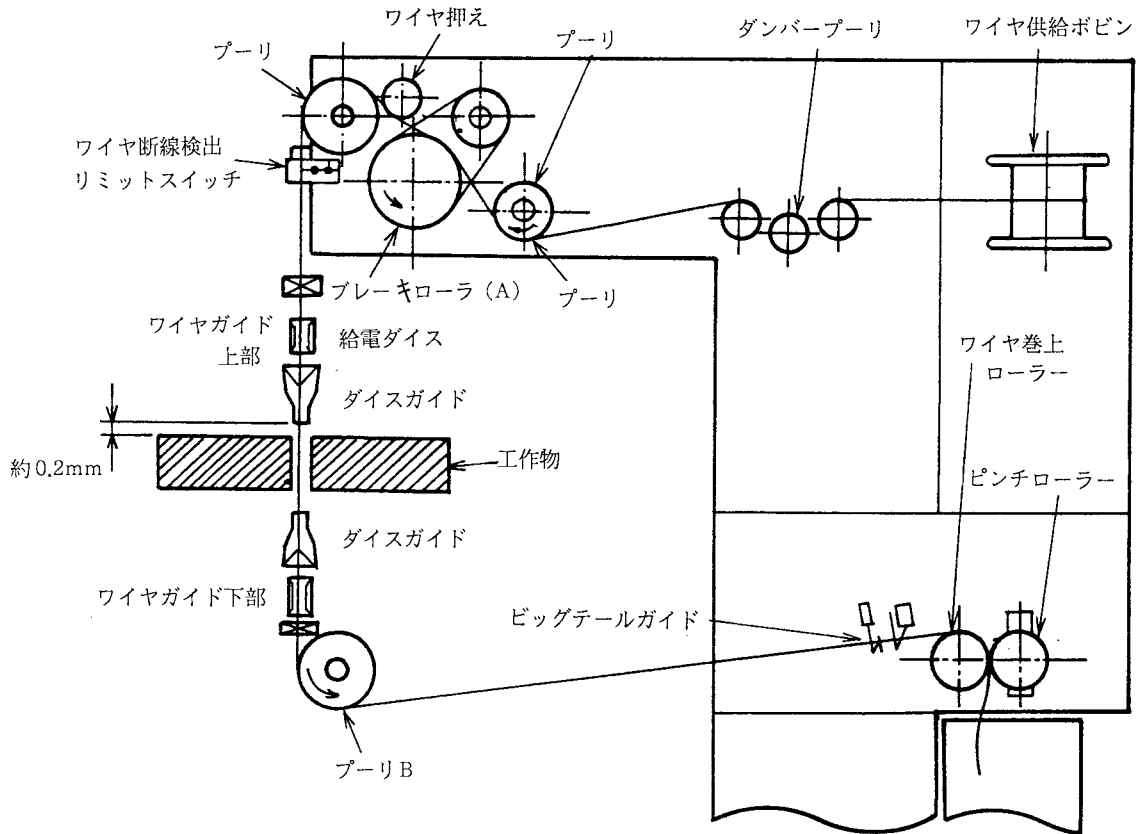


図2-11

(3) 加工条件の設定

① ディスプレイ 2 1 を押し、ユーザセッティング画面を呼び出す。

		パラメータ		ユーザ設定		パラメータUサブ	
〈加工速度〉	〈ターボ諸元〉	〈積算時間〉	17 電源入	:	:	1 ユーザ設定	
1 FA	6 Z1	17 電源入	:	:	バックピッチ		
FC	7 Z2	18 スタート中	:	:			
〈加工電圧〉	8 Z3	19 加工時間	:	:	2 オフセット (H1 H40)		
2 VG	9 Z4	20 ワイヤ残り	:	:	ピッチエラー補正		
	10 Z5	21 残距離					
〈オフセット〉 41 42	〈ミラーイメージ〉	〈ワイヤ径〉			3 (ワークオフセット)		
3 H1	11 X	22 DW MM					
	12 Y						
〈ターボ角度〉	〈軸交換〉	〈現在位置〉	〈位置カウンタ〉		4 軸パラメータ		
4 A	13 軸	X X					
		Y Y					
〈倍率〉	〈座標回転〉	U U			5 切残しデータ		
5 S	14 回転角度	V V					
	15 ベクトルH	Z Z					
	16 ベクトルV				6 変数 (H50~H249)		
〈実行/次〉							
					7 加工条件		
〈データ設定〉 F: FA, V: VG, E: Eバック							
NO. () データ/時間 () () ()					8 原点設定		
N C 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部							

図2-12 ユーザセッティング画面

② オフセットを入力する。

- データ設定

〈データ設定〉 F : FA, V : VG, E : Eバック

NO () データ/時間 () () ()

↑
3

↑
オフセット値

- オフセット方向 : 右 (42)

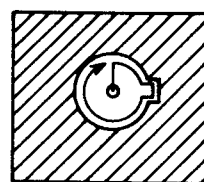


図2-13

③ 加工条件を入力する。

- データ設定

〈データ設定〉 F : FA, V : VG, E : Eバック

NO () データ/時間 () () ()

↑
E

↑
表2-1参照

表2-1 加工条件参照表

加工回数		助走	1 st	2 nd	3 rd	4 th まで
EバックNo		691	508	509	510	511
電圧切換	Vo (ノッチ)	4	4	4	5	10
加工セッティング	Ip (ノッチ)	5	7	4	3	2
休止時間	OFF (ノッチ)	14	9	15	1	1
安定回路A	SA (ノッチ)	2	3	2	-	-
安定回路B	SB (ノッチ)	16	7	15	-	-
ワイヤ速度	WS (ノッチ)	12	12	12	12	12
ワイヤ張力	WT (ノッチ)	8	8	11	11	11
プリテンション	PT (ノッチ)	14	14	14	14	14
加工液流量	LQ (ノッチ)	2	2	1	1	1
加工液比抵抗	LR (ノッチ)	7	7	7	7	7
平均加工電圧	VG (V)	50	40	50	50	50
安定回路C	SC (ノッチ)	1	1	1	1	1
ファインサーフェス	FS (ノッチ)	1	1	1	1	1
設定加工速度	FA (mm/min)		5.0	4.0	4.0	3.5
実加工速度	FC (mm/min)		4.5~5.0	6.0~9.0	8.0~12.0	8.0~12.0
オフセット量	(μ m)		184	124	111	107
加工面あらさ	(μ mRmax)					2~4

(4) プログラムの呼出し

- ・ 実技課題 (1) の9と同じ要領で、L1000のプログラムを呼び出す。

(5) 軸穴の放電加工

- ① 自動運転モードを選択し、**スタート**を押す。
 - ・ 実技課題 (1) の10と同じ要領で放電加工を開始させる。
- ② 加工終了後は、切りカスを取り除き、**スタート**を押し、軸穴加工開始点にワイヤをもどす。

(6) カム形状の放電加工

- ① ワイヤを切り、**スタート**を押し、ワイヤガイドをカム形状加工の下穴位置に位置決めする。
- ② ワイヤを結線し、**スタート**を押し、カム形状の放電加工を開始させる。
- ③ 加工終了後は、摺動部品を取り出し、ワイヤを切る。
- ④ 各軸を機械原点位置にもどし、押え金をゆるめ工作物を取り外す。

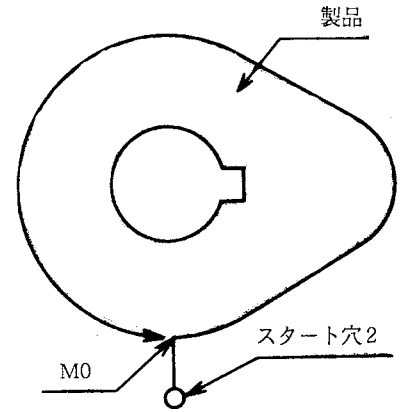


図2-14

8. 後始末

- ・ 機械・器工具の清掃と整理整頓をする。

- 次の評価項目にもとづいて、摺動部品のワイヤ放電加工の確認をする。

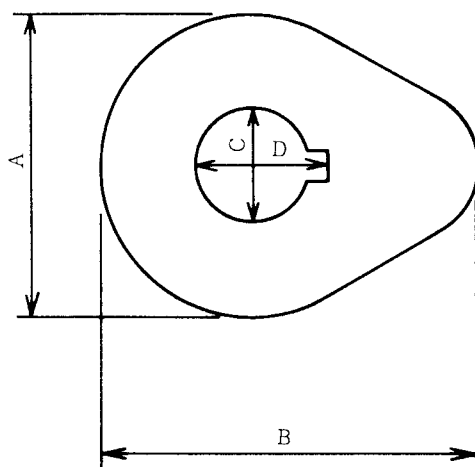
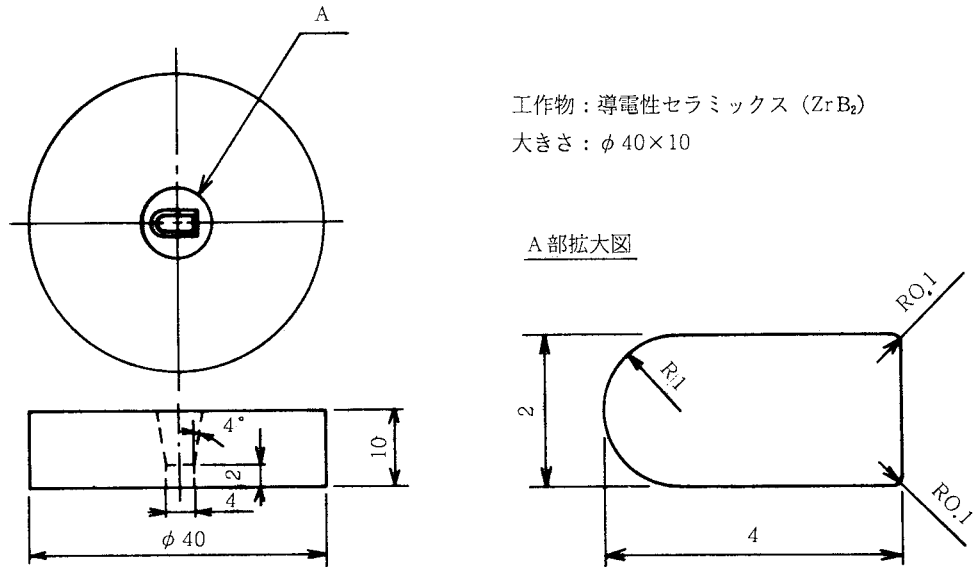


図2-15

評価項目

測定箇所		目標寸法	実測値	採点基準						
寸法精度	A			± 0.01	25	± 0.015	20	± 0.02	15	
	B			± 0.01	25	± 0.015	20	± 0.02	15	
	C			± 0.01	25	± 0.015	20	± 0.02	15	
	D			± 0.01	25	± 0.015	20	± 0.02	15	
	寸法精度採点 基準外れ一箇所 につき			-5						/100
	工具の整理整頓			上	0	中	-4	下	-6	
合格採点										

実技課題 (3) 異形線引きダイスの加工



工作物：導電性セラミックス (ZrB_2)

大きさ： $\phi 40 \times 10$

A部拡大図

図3-1 課題図

異形線引ダイスの材料は主に超硬合金が使用されている。しかし、線引きダイスは耐摩耗性が重視されるので、さらに硬度の高い材料（セラミックスなど）が求められている。

ここでは、ワイヤ放電加工機によりセラミックスの異形線引ダイスの放電加工を習得する。

1. 作業準備

(1) 工作機械等

- ・ ワイヤ放電加工機（主な仕様 資料1.参照）
- ・ NC テープ自動作成装置（知識編（4） - ⑤参照）

(2) ワイヤ電極

- ・ 黄銅φ0.2ワイヤ

(3) 工作物

- ・ 導電性セラミックス（ZrB₂）

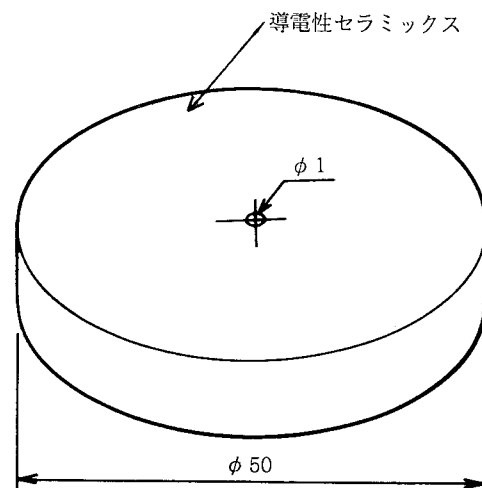


図3-2 工作物

(4) 測定器

- ・ スタンド付きテコ式ダイヤルゲージ（0.002mm）
- ・ スケール
- ・ ノギス

(5) 器工具

- ・ 取付け具
- ・ 押え金
- ・ 締付けボルト・ナット
- ・ 標準工具一式

(6) 潤滑油

- ・ 指定潤滑油

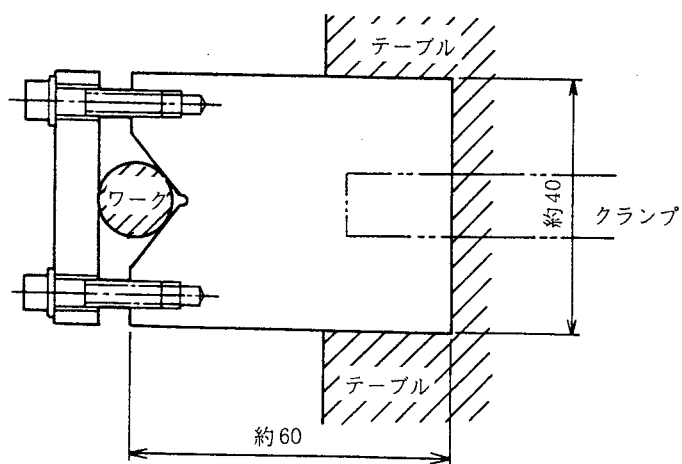


図3-3 取付け具

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検表（資料2）にしたがって各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所（資料3）に指定潤滑油を給油する。

3. プログラムの作成

(1) 図形定義

- ・ 部品図にしたがって、点、線、円などの図形定義をする。

(2) サブプログラムの入力

- ・ NCテープ自動作成装置に、図形定義および経路定義を入力する。
- ・ サブプログラムの内容
 - a: コーナR (0.1) の指定
 - b: テーパー角度 (4°) の指定
 - c: P2、P3 にコーナRを指定
 - d: オプショナルストップ
 - e: サブプログラムエンド
- ・ NCテープ作成装置の操作およびプログラム法は取扱い説明書を参照のこと。

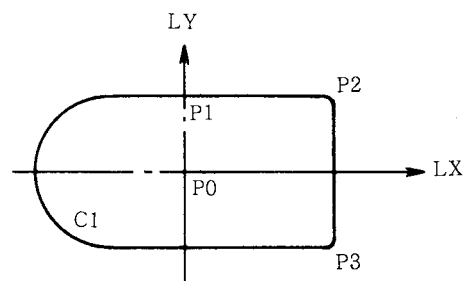


図3-4 図形定義

```
$ LIST
0001 P1:0/1
0002 P2:2/1
0003 P3:2/-1
0004 C1:-2/0/R1
0005 SET/P0,R
0006 MINR/0.1 ← a
0007 ANGL/-4.0 ← b
0008 P1
0009 P2/ ← c
0010 P3/ ← c
0011 C1,CW
0012 P1
0013 OSTP ← d
0014 :::G40;
0015 P0
0016 :::G23 ← e
0017 END
0018 MEND
```

図3-5 入力するサブプログラム

4. NC テープの作成

- ・ NC テープ自動作成装置で、入力したプログラムの NC テープおよび NC リストを出力する。

```
$ MTN, LO
N0001 M80
N0002 M82
N0003 M84
N0004 G90
N0005 G92 X          0 Y          0
N0006 A   -4.0000
N0007 G01 G42 X          0 Y          1000
N0008 G01 X          1900 Y          1000
N0009 G02 X          2000 Y          900 I          0 J          -100
N0010 G01 X          2000 Y          -900
N0011 G02 X          1900 Y          -1000 I          -100 J          0
N0012 G01 X          -2000 Y          -1000
N0013 G02 X          -2000 Y          1000 I          0 J          1000
N0014 G01 X          0 Y          1000
N0015 M00
CUTTING LENGTH =          141 X0.1 MM
N0016 G01 X          0 Y          0G40
N0017G23
N0018 M02
CUTTING LENGTH =          151 X0.1 MM
```

図3-6 NC リスト

5. 機械の起動と機械原点の設定

(1) 機械の起動

- ・ 実技課題 (1) の3、と同じ要領で、電源制御装置を ON にする。

(2) 機械原点の設定

- ・ 実技課題 (1) の4、と同じ要領で、X・Y軸を機械原点に移動する。

6. サブプログラムの登録

(1) サブプログラムの登録

- ・ 実技課題 (1) の8、と同じ要領で、作成したサブプログラムをL1000番に登録する。

(2) サブプログラムのコピー

- ・ サブプログラムL1000をL2000のコピーし、L2000のテーパ角度（A4.000）を削除する。
- ・ L2000：ストレート穴加工サブプログラム
- ・ L1000：テーパ穴加工サブプログラム

7. メインプログラムの作成

(1) MDI入力画面の呼出し

- ・ ディスプレイ 4 を押す。

(2) メインプログラムの入力

- ・ 入力するプログラム

HI=83 H2=63 H3=58 ← オフセット量の指定 (H1: 1st カット、H2: 2nd カット、H3: 3rd カット)

H1E1F2.0 ← 1st カット条件の指定

G22L2000 ← サブプログラム (L2000) の呼出し

H2E2F4.0

G22L2000

H3E3F2.0

G22L2000

M0

H1E1F2.0

G22L1000 ← サブプログラム (L1000) の呼出し

H2E2F4.0

G22L1000

H3E3F2.0

G22L1000

M02

	MDI	(MDI-サブ)	
	1	MDI	1
	2		2
	3		3
	4		4
	5		5
	6		6
	7		7
(データ設定) モード (1) 跳出し (2) 続込み ラベル () 跳出/番込 ()			
N C 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部	8		8

図3-7 MDI入力画面

8. テーパ諸元の設定

(1) ワイヤ通し

- ・実技課題(1)の6、と同じ要領で行う。

(2) ワイヤの垂直出し

- ① テーブル上に垂直度計をセットし、ケーブルで機械本体と接続する。
- ② 手元操作箱の位置決めボタンによってワイヤを垂直度計に近づける。
 - ・ワイヤ垂直出しは、A,B、それぞれの方向について行う。
- ③ 手元操作箱の「垂直」を押す。
 - ・ワイヤ送りが自動的にONになり「ワイヤ」のランプが点灯する。
- ④ ワイヤ張力を設定する。
 - ・表3-1の加工条件を参照。
- ⑤ 手元操作箱の「+X」、「-X」、「+Y」、「-Y」の釦を押して、ワイヤを垂直度計の方向へ進ませる。
 - ・ワイヤが移動し、垂直になった時点で垂直度計から5mm離れて停止する。
 - ・「位置決完」が点灯したら手元操作箱の「垂直」を押す。
- ⑥ 「+X」、「-X」、「+Y」、「-Y」の釦を押してワイヤを垂直度計の他軸(AまたはB)側に移動させ②～⑤を繰り返す。

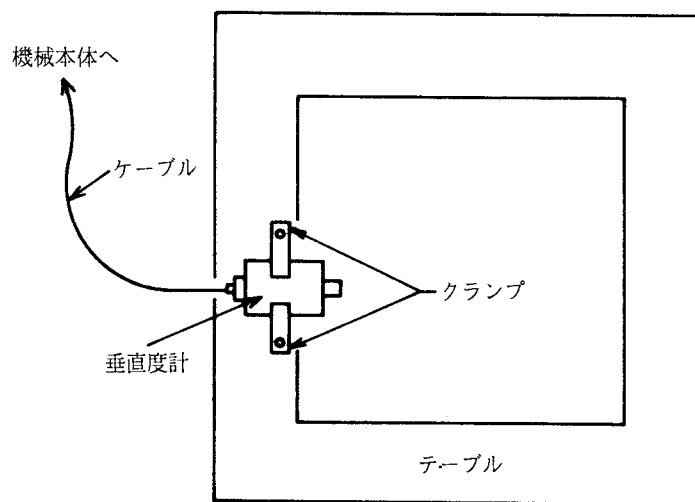


図3-8

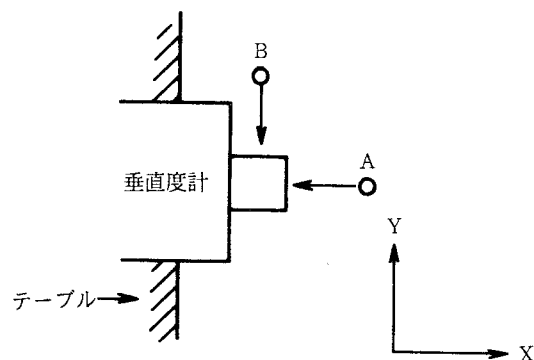


図3-9

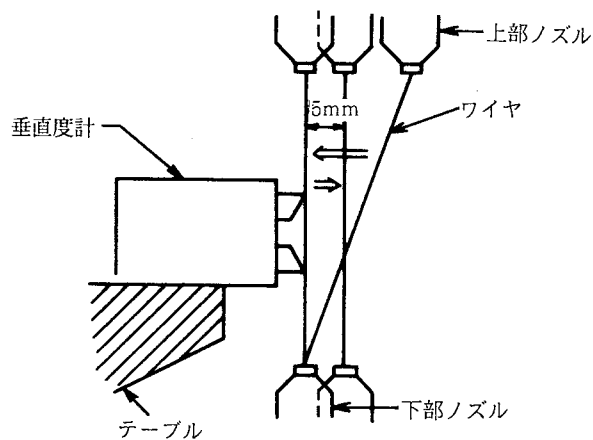


図3-10

(3) テーパ諸元の自動計算

- ① MDI画面からテーパ諸元自動計算プログラムを呼び出す。
 - ・ L9100を入力する。
- ② 自動運転モードから **スタート** を押し、テーパ諸元自動計算プログラムを実行する。
- ③ 変数表示画面 (**ディスプレイ** **2** **6**) を呼び出し、テーパ諸元を確認する。
 - ・ テーパ諸元
 - H82 : 角度 (4°)
 - H91 : Δ Z3 (工作物上面から上部ダイスまでの高さ)
 - H92 : Z4 (テーブル面から下部ダイスまでの高さ)

MDI	(MDI-サブ)
L9100 (AUTO-CACULATING-Z3Z4)	1 MDI
H95=100.0 (SCALE)	
H97=5.0 (ANGLE)	
G22L9110	2
M02	
%	
	3
	4
	5
	6
	7
(データ設定) モード (1) 読出し (2) 書込み ヨミダシ カンリョウ ラベル () 読出/書込 ()	
NC 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部	8

図3-11 テーパ諸元自動計算プログラム

9. 異形線引きダイスの放電加工

(1) 工作物の取付け

- ・ 実技課題 (1) の7、と同じ要領で、工作物をテーブルに取り付ける。

(2) ワイヤ電極のセット

① ワイヤ通しをする

- ・ 実技課題 (1) の6と同じ要領で、工作物下穴にワイ

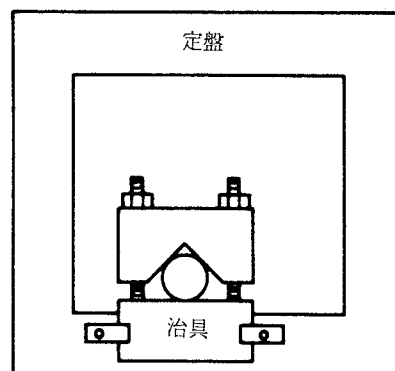


図3-12

ヤを通す。

- ② 上部ノズルの位置を調整する。
 - ・ 上部ノズルを工作物上面より 0.2mm の位置にセットする。

(3) 加工条件の設定

- ① ユーザセッティング画面を呼び出す。
- ② テーパ諸元を入力する。
 - ・ Z1：プログラム面までの高さ
 - ・ Z2：加工速度設定面までの高さ
 - ・ Z3：テーブル面から上部ダイスまでの高さ
 - ・ Z4：テーブル面から下部ダイスまでの高さ
 - ・ Z5：上下任意形状の場合に使用する、Z5面までの高さ

L	N	B	パラメータ		(パラメータUサブ)
〈加工速度〉		〈ターパ諸元〉	〈積算時間〉	ユーザ設定	ユーザ設定
1 FA		6 Z1	17 電源入	: :	バックピッチ
FC		7 Z2	18 スタート中	: :	
〈加工電圧〉		8 Z3	19 加工時間	: :	2 オフセット (H1-H40)
2 VG		9 Z4	20 ワイヤ残り	: :	ピッチエラー補正
		10 Z5	21 残距離		
〈オフセット〉 41 42		〈ミラーイメージ〉	〈ワイヤ径〉		3 (ワークオフセット)
3 H1		11 X	22 DW MM		
		12 Y			
〈ターパ角度〉		〈軸交換〉	〈現在位置〉	〈位置カウンタ〉	4 軸パラメータ
4 A		13 軸	X X		
			Y Y		
〈倍率〉		〈座標回転〉	U U		5 切残しデータ
5 S		14 回転角度	V V		
		15 ベクトルH	Z Z		
		16 ベクトルV			6 変数 (H50~H249)
〈実行/次〉					
〈データ設定〉 F:FA, V:VG, E:Eバック					7 加工条件
NO. () データ/時間 () () ()					
N C 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部					8 原点設定

図3-13 ユーザセッティング画面

③ 加工条件を設定する。

- ・ 実技課題 (2) の 7 (3) と同じ要領で行う。

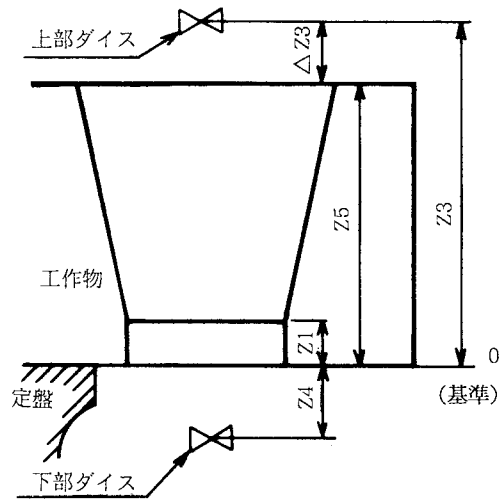


図3-14 テーパー諸元

表3-1 加工条件参照表

加工回数		助走	1 st	2 nd	3 rd
EバックNo			001	002	003
電圧切換	V _o (ノッチ)	3	3	4	9
加工セッティング	I _p (ノッチ)	4	4	3	2
休止時間	OFF (ノッチ)	16	10	1	1
安定回路A	SA (ノッチ)	2	2	1	1
安定回路B	SB (ノッチ)	16	15	1	1
ワイヤ速度	WS (ノッチ)	10	12	12	12
ワイヤ張力	WT (ノッチ)	2	3	3	3
プリテンション	PT (ノッチ)	8	8	8	8
加工液流量	LQ (ノッチ)	2	2	1	1
加工液比抵抗	LR (ノッチ)	7	7	7	7
平均加工電圧	VG (V)	50	45	50	50
安定回路C	SC (ノッチ)	1	1	1	1
ファインサーフェス	FS (ノッチ)	1	1	1	1
設定加工速度	FA (mm/min)		2.0	4.0	2.0
実加工速度	FC (mm/min)		2.0	4.0	4.0
オフセット量	(μm)		83	63	58
加工面あらさ	(μmRmax)		-	-	3 ~ 4

(4) 放電加工

- ① 自動運転モードを選択し スタート を押す。
 - ・ 実技課題 (1) の 10 と同じ要領で、放電加工を開始させる。
- ② 加工終了後は、ワイヤを切り、各軸を機械原点に移動させる。
- ③ 押え金をゆるめ工作物を取付け具から取り外す。

10. 後始末

- ・ 機械・器工具の清掃と整理整頓をする。

- 次の評価項目にもとづいて、異形線引きダイスのワイヤ放電加工の確認をする。

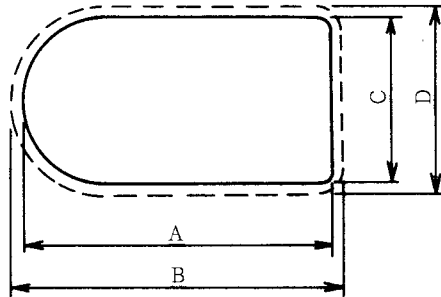


図3-15

評価項目

測定箇所		目標寸法	実測値	採点基準						
寸法精度	A			± 0.005	25	± 0.01	20	± 0.02	15	
	B			± 0.005	25	± 0.01	20	± 0.02	15	
	C			± 0.005	25	± 0.01	20	± 0.02	15	
	D			± 0.005	25	± 0.01	20	± 0.02	15	
	寸法精度採点基準外れ一箇所につき			-5						/100
	工具の整理整頓			上	0	中	-4	下	-6	
合計点										/100

実技課題（4）面あらし見本の製作

工作物：導電性セラミックス (ZrB_2)

大きさ：40×20×10

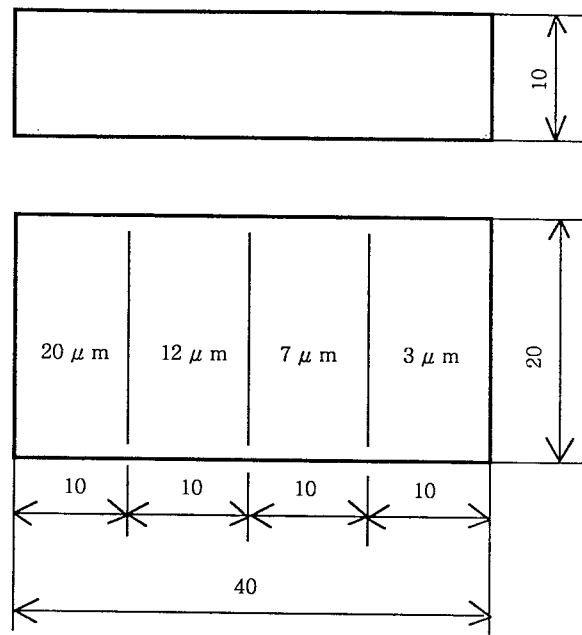


図4-1 課題図

ワイヤ放電加工は、セカンドカット（以下、2ndカットと呼ぶ）を行うことによって、加工面あらしを向上させることができる。セラミックスは、用途上でとくに耐摩耗性が要求されることから、2ndカットはワイヤ放電加工の重要な作業になる。ここでは、ワイヤ放電加工機によるセラミックスの面あらし見本の製作を通して、2ndカット作業を習得する。

1. 作業準備

(1) 工作機械等

- ・ ワイヤ放電加工機（主な仕様 資料1.参照）
- ・ NCテープ自動作成装置（知識編（4）－⑤参照）

(2) ワイヤ電極

- ・ 黄銅φ0.2ワイヤ

(3) 工作物

- ・ 導電性セラミックス（ ZrB_2 ）

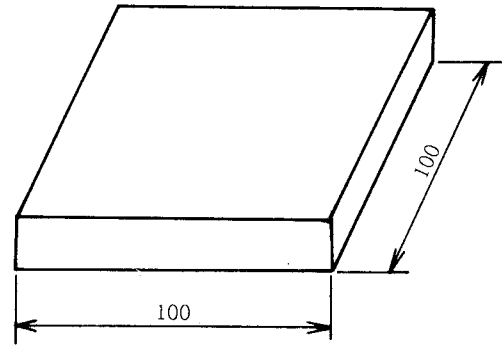


図4-2 工作物

(4) 測定器

- ・ スタンド付きテコ式ダイヤルゲージ
（0.002mm）
- ・ スケール
- ・ ノギス

(5) 器工具

- ・ 押え金
- ・ 締付けボルト・ナット
- ・ 標準工具一式

(6) 潤滑油

- ・ 指定潤滑油

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検表（資料2）にしたがって各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所（資料3）に指定潤滑油を給油する。

3. プログラムの作成

(1) 図形定義

- 部品図にしたがって、点、線、円などの図形定義をする。

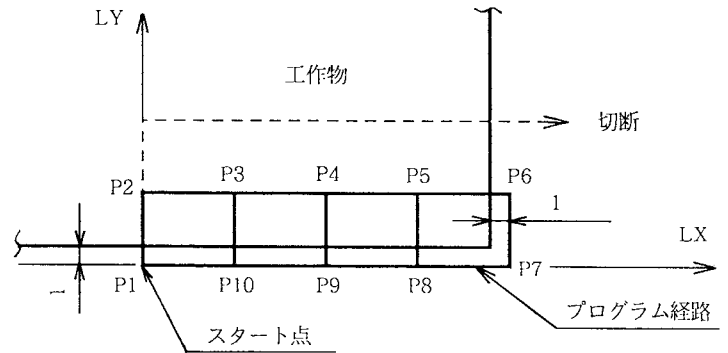


図4-3 図形定義

(2) プログラムの入力

- NCテープ自動作成装置に、図形定義および経路定義を入力する。
- プログラムの内容
 - a: オフセット量の設定
(H1: 1stカット、H2: 2ndカット、H3: 3rdカット、H4: 4thカット)
 - b: 1stカット開始点
 - c: 1stカット助走加工条件の設定
 - d: 1stカット加工条件の設定
 - e: 切りカスを取り除くための停止ポイント
 - f: 2ndカット開始点
 - g: 3rdカット開始点
 - h: 4thカット開始点

```

$ LIST
0001 P2:0/5
0002 P3:10/5
0003 P4:20/5
0004 P5:30/5
0005 P6:41/5
0006 P7:41/0
0007 P8:30/0
0008 P9:20/0
0009 P10:10/0
0010 ;;;H1=184H2=124H3=111H4=107← a
0011 SET/P0,R← b
0012 ;;;H1E691F5.0← c
0013 P2
0014 ;;;E508← d
0015 P6
0016 STOP← e
0017 ;;;G40F60.;
0018 P7
0019 P0
0020 SET/P0,R← f
0021 ;;;H2E509F4.0
0022 P2
0023 P5
0024 ;;;G40F60.;
0025 P8
0026 P0
0027 SET/P0,R← g
0028 ;;;H3E510F4.0
0029 P2
0030 P4
0031 ;;;G40F60.;
0032 P9
0033 P0
0034 SET/P0,R← h
0035 ;;;H4E511F3.5
0036 P2
0037 P3
0038 ;;;G40F60.;
0039 P10
0040 P0
0041 END
0042 MEND
    
```

図4-4 入力するプログラム

4. NC テープの作成

- NC テープ自動作成装置で、入力したプログラムのNC テープおよびNC リストを出力する。

```

S MTN, LO
N0001H1=184H2=124H3=111H4=107
N0002 M80
N0003 M82
N0004 M84
N0005 G90
N0006 G92 X          0 Y          0
N0007H1E691F5.0
N0008 G01 G42 X          0 Y          5000
N0009E508
N0010 G01 X          41000 Y          5000
N0011 M00 X
CUTTING LENGTH =          460 X0.1 MM
N0012 G01 X          41000 Y          0G40F60.
N0013 G01 X          0 Y
N0014 M80
N0015 M82
N0016 M84
N0017 G90
N0018 G92          0 Y          0
N0019H2E509F4.0
N0020 G01 G42 X          0 Y          5000
N0021 G01 X          30000 Y          5000
N0022 G01 X          30000 Y          0G40F60.
N0023 G01 X          0 Y          0
N0024 M80
N0025 M82
N0026 M84
N0027 G90
N0028 G92 X          0 Y          0
N0029H3E510F4.0
N0030 G01 G42 X          0 Y          5000
N0031 G01 X          20000 Y          5000
N0032 G01 X          20000 Y          0G40F60.
N0033 G01 X          0 Y          0
N0034 M80
N0035 M82
N0036 M84
N0037 G90
N0038 G92 X          0 Y          0
N0039H4E511F3.5
N0040 G01 G42 X          0 Y          5000
N0041 G01 X          10000 Y          5000
N0042 G01 X          10000 Y          0G40F60.
N0043 G01 X          0 Y          0
N0044 M02
CUTTING LENGTH =          300 X0.1 MM

```

図4-5 NC リスト

5. 機械の起動と機械原点の設定

(1) 機械の起動

- ・ 実技課題(1)の3、と同じ要領で、電源制御装置をONにする。

(2) 機械原点の設定

- ・ 実技課題(1)の4、と同じ要領で、X・Y軸を機械原点に移動する。

6. プログラムの登録とチェック

(1) プログラムの登録

- ・ 実技課題(1)の8、と同じ要領で、作成したサブプログラムをL1000番に登録する。

(2) プログラムのチェック

- ・ ディスプレイ → 6 → 1 と押し、プログラムチェック画面を呼び出し、プログラムの描画チェックを行う。

7. 表面あらさ見本

(1) 工作物の取付け

- ・ 実技課題(1)の7、と同じ要領で、工作物をテーブルに取り付ける。

(2) ワイヤ電極のセット

- ① ワイヤ通しをする。
 - ・ 実技課題(1)の6と同じ要領で行う。
- ② 上部ノズルの位置を調整する。
 - ・ 上部ノズルを工作物上面より0.2mm位置にセットする。

(3) ワイヤの端面位置決め

- ① ワイヤを工作物の基準端面に接近させる。

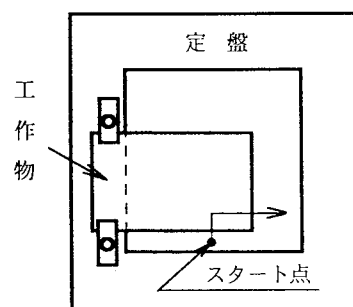


図4-6

- ② 手元操作箱の「手動・自動」を押す。
- ③ 手元操作箱の「端面」を押す。
- ④ ワイヤ張力を所定の値に設定する。
- ⑤ 「+X」、「-X」、「+Y」、「-Y」のうちから目的方向側の釦を押す。
 - ・ 右図のような動作により、ワイヤが工作物の端面に接する位置で停止する。

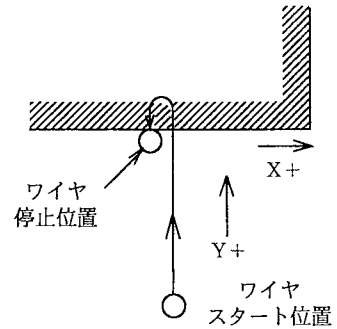


図4-7 端面位置決め

(4) 加工液の流量調整

- ① 「加工条件」→「上下切換」→「1」と押して「加工液流量切換 (LQ)」を選択する。
- ② ▲ ▼ スイッチにより () 内の値を1 (弱) にし、「加工液」を押す。
- ③ 加工液弱バルブで流量を調整する。
 - ・ 上下のバルブが全開で流量が共に 1 ℓ/mm になるように加工液弱バルブを調整する。

		〈加工条件設定〉			
データ表示部	1	V _o	()	1	加工条件
		LQ	()		
	2	I _p	()	2	
		LR	()		
	3	OFF	()	3	
		VG	()		
	4	SA	()	4	
	SC	()			
NC運転ステータス表示部	5	SB	()	5	上下切換
		FS	()		
	6	WS	()	6	
		SD	()		
	7	WT	()	7	
	8	PT	()	8	
		E OFFLINE			

図4-8

(5) 加工条件の設定

① を押し、ユーザセッティング画面を呼び出す。

② オフセットを入力する。

・データ設定

〈データ設定〉 F : FA, V : VG, E : Eバック

NO () データ/時間 () () ()

↑
3

↑
オフセット値

③ 加工条件を入力する。

・データ設定

〈データ設定〉 F : FA, V : VG, E : Eバック

NO () データ/時間 () () ()

↑
E

↑
表4-1参照

表4-1 加工条件参照表

加工回数	助走	1 st	2 nd	3 rd	4 th まで
EバックNo	691	516	517	518	519
電圧切換 Vo (ノッチ)	4	4	4	8	12
加工セッティング Ip (ノッチ)	5	8	4	3	2
休止時間 OFF (ノッチ)	14	9	14	1	1
安定回路A SA (ノッチ)	2	3	2	-	-
安定回路B SB (ノッチ)	16	6	14	-	-
ワイヤ速度 WS (ノッチ)	12	12	12	12	12
ワイヤ張力 WT (ノッチ)	8	8	11	11	11
プリテンション PT (ノッチ)	14	14	14	14	14
加工液流量 LQ (ノッチ)	2	2	1	1	1
加工液比抵抗 LR (ノッチ)	7	7	7	7	7
平均加工電圧 VG (V)	50	40	50	47	40
安定回路C SC (ノッチ)	1	1	1	1	1
ファインサーフェス FS (ノッチ)	1	1	1	1	1
設定加工速度 FA (mm/min)		3.0	4.0	3.0	3.0
実加工速度 FC (mm/min)		2.7~3.0	5.0~7.0	6.0~9.0	6.0~9.0
オフセット量 (μm)		186	126	111	108
加工面あらさ (μmRmax)					3 ~ 4

(6) 1stカット

- ① 実技課題(1)の9、と同じ要領で、L1000のプログラムを呼び出す。
- ② **自動** → **2** でメモリーモードを選択し、**スタート** を押す。
 - ・ 1stカットで、切りカスが落ちるとプログラムは停止するので、切りカスを取り除く。

(7) 2ndカット

- ・ 加工条件は1st-Cutのままであるので、LQの加工液ノッチだけ1にしてから、**加工液** → **ワイヤ** → **加工** → **スタート** の順で押す。
- ・ 加工条件エコーの“ONLINE”設定は忘れず確認する。“OFFLINE”のままだと、自動的に電気条件が切り替わらない。

(8) 3rdカット

- ・ (7)と同じ要領で行う。

(9) 4thカット

- ・ (7)と同じ要領で行う。

(10) 表面あらさ見本の切断

- ① MDI画面を呼び出し、表面あらさ見本の切断プログラムを入力する。
- ② プログラムを実行して、表面あらさ見本を切断する。
- ③ 加工終了後は、表面あらさ見本を取り出し、ワイヤを切断する。
- ④ 各軸を機械原点位置にもどし、押え金をゆるめ工作物を取り外す。

```
E 6 9 1  
M 8 0  
M 8 2  
M 8 4  
G 1 Y 1 6 . F 5 .  
X 4 5 .  
M 0 2
```

図4-9 表面あらさ見本の切断プログラム

8. 後始末

- ・ 機械・器工具の清掃と整理整頓をする。

• 次の評価項目にもとづいて、表面あらさ見本の確認をする。

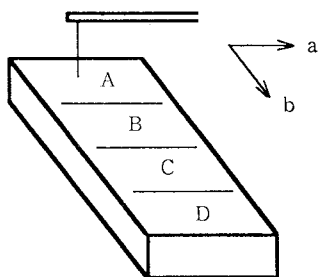


図4-10 測定箇所

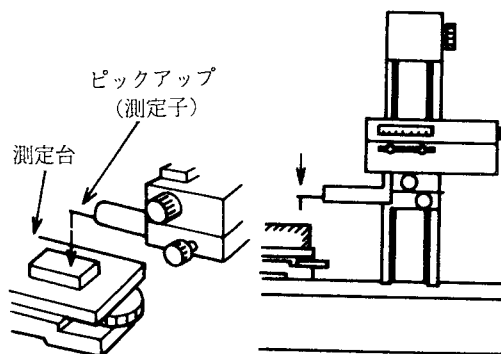


図4-11 表面あらさ測定器による測定

評価項目

単位： μmRmax

測定箇所	目標寸法	実測値	採点基準						
A	20 μmRmax		± 1	25	± 2	20	± 3	15	/100
B	12 μmRmax		± 1	25	± 2	20	± 3	15	
C	7 μmRmax		± 2	25	± 3	20	± 4	15	
D	3 μmRmax		± 2	25	± 3	20	± 4	15	
寸法精度採点 基準外れ一箇所 につき			-5						
工具の整理整頓			上	0	中	-4	下	-6	
合計点									/100

実技課題 (5) 上下任意形状の加工

工作物：導電性セラミックス (ZrB_2)

大きさ：100×100×50

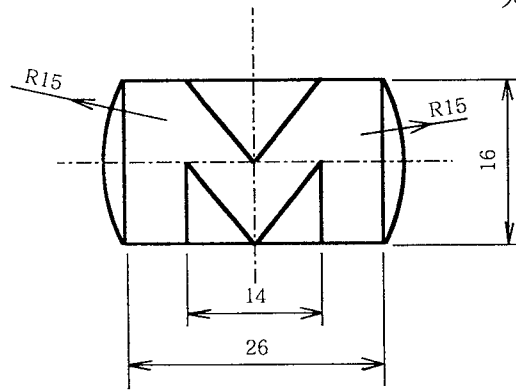


図5-1 課題図

ワイヤ放電加工は、従来、輪郭形状の加工を主としていたが、NC制御装置の機能向上により、上下任意形状の加工ができるようになった。

ここでは、セラミックスの上下任意形状の放電加工を習得する。

1. 作業準備

(1) 工作機械等

- ・ ワイヤ放電加工機（主な仕様 資料1.参照）
- ・ NCテープ自動作成装置（知識編（4）－⑤参照）

(2) ワイヤ電極

- ・ 黄銅φ0.2ワイヤ

(3) 工作物

- ・ 導電性セラミックス（ZrB₂）

(4) 測定器

- ・ スタンド付きテコ式ダイヤルゲージ（0.002mm）
- ・ スケール
- ・ ノギス

(5) 器工具

- ・ 押え金
- ・ 締付けボルト・ナット
- ・ 標準工具一式

(6) 潤滑油

- ・ 指定潤滑油

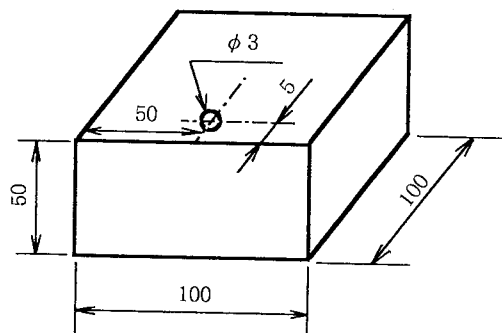


図5-2

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検表（資料2）にしたがって各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所（資料3）に指定潤滑油を給油する。

3. プログラムの作成

(1) 図形定義

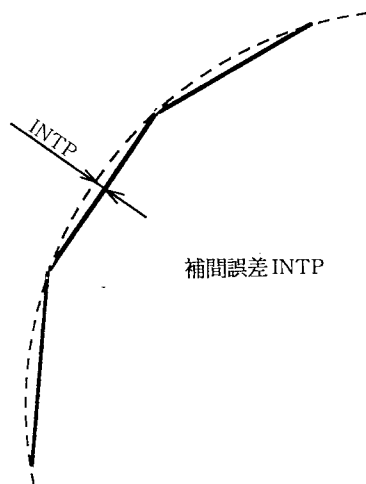
- 部品図にしたがって、点、線、円などの図形定義をする。

(2) プログラムの入力

- NCテープ自動作成装置に、図形定義および経路定義を入力する。
- プログラムの内容

a: 上下任意形状のプログラムは、任意の形状に対応できるように、すべて微小直線の合成で形成される。そのため円弧と直線での組み合わせでもプログラムが可能となる。

下図に補間誤差INTPを表す。



$INTP/n$ は、 $n \mu m$ で直線と円弧とを近似する。この例では補間誤差を $100 \mu m$ に設定してあり、NCプログラム図5-4は30行程度になっているが、実際の加工の時は任意に変更してNCテープを出力すること。

- b: 範囲指定をする時に使う記号である。今回のプログラムは、基準軸LYに対し、左右対称になっているため、右側だけ定義して、残りの左側は右側の加工経路を反転させることができる。

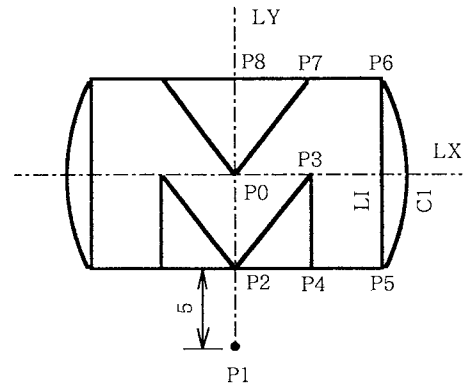


図5-3 図形定義

```

$ LIST
0001 P1:0/-13
0002 P2:0/-8
0003 P3:7/0
0004 P4:7/-8
0005 P5:13/-8
0006 L1:X13
0007 P6:13/8
0008 P7:7/8
0009 P8:0/8
0010 c1:P5/P6,L/R15
0011 INTP/100 ← a
0012 SET/P1,R
0013 1)P2 ← b
0014 P3^P4
0015 P4^P4
0016 P5^P5
0017 L1^C1,CC } c
0018 P6^C6
0019 P7^P7
0020 2)P0^P8 ← d
0021 MIRR/X,1,2,R ← d
0022 STOP
0023 ;;;;G40F60.M91;
0024 P1
0025 END
0026 MEND
    
```

図5-4 入力するプログラム

c: 工作物上面と工作物下面の点、線、面、面など、相互の対応を指定する。

(例) P3 ^ P4...上面 (点P3) と下面 (点P4) の対応

L1 ^ C1...上面 (線L1) と下面 (弧C1) の対応

d: 右の形状を左に移すためにこのようなコマンドを使用する。このコマンドの持つ意味は、Xミラーイメージをかけて、経路定義文の1から2の間を逆に実行するということになる。

4. NC テープの作成

- NC テープ自動作成装置で、入力したプログラムのNC テープおよびNC リストを出力する。

```
$ MTN, LO
N0001 M80
N0002 M82
N0003 M84
N0004 G90
N0005 G92 X          0 Y   -13000
N0006 G01 G42 X      0 Y    -8000
N0007 G01 X          7000 Y    0 U          0 V    -8000
N0008 G01 X          7000 Y   -8000 U          0 V    8000
N0009 G01 X         13000 Y   -8000 U          0 V     0
N0010 G01 X         13000 Y   -4800 U         1465 V   -167
N0011 G02 X         13000 Y   -1600 U          752 V    83
N0012 G01 X         13000 Y    1600 U          0 V    168
N0013 G01 X         13000 Y    4800 U         -752 V    83
N0014 G01 X         13000 Y    8000 U        -1465 V   -167
N0015 G01 X          7000 Y    8000 U          0 V     0
N0016 G01 X          0 Y      0 U          0 V    8000
N0017 G01 X          0 Y      0 U          0 V     0
N0018 G01 X         -7000 Y    8000 U          0 V   -8000
N0019 G01 X        -13000 Y    8000 U          0 V     0
N0020 G01 X        -13000 Y    4800 U        -1465 V    167
N0021 G01 X        -13000 Y    1600 U         -752 V   -83
N0022 G01 X        -13000 Y   -1600 U          0 V   -168
N0023 G01 X        -13000 Y   -4800 U          752 V   -83
N0024 G01 X        -13000 Y   -8000 U         1465 V    167
N0025 G01 X         -7000 Y   -8000 U          0 V     0
N0026 G01 X         -7000 Y    0 U          0 V   -8000
N0027 G01 X          0 Y    -8000
N0028 M00
CUTTING LENGTH =      1195 X0.1 MM
N0029 M01 X          0 Y   -13000G4F60.M91
N0030 M02
CUTTING LENGTH =      1245 X0.1 MM
```

図5-5 NCリスト

5. 機械の起動と機械原点の設定

(1) 機械の起動

- ・ 実技課題 (1) の 3、と同じ要領で、電源制御装置を ON にする。

(2) 機械原点の設定

- ・ 実技課題 (1) の 4、と同じ要領で、X・Y 軸を機械原点に移動する。

6. プログラムの登録とチェック

(1) プログラムの登録

- ・ 実技課題 (1) の 8、と同じ要領で、作成したサブプログラムを L1000 番に登録する。

(2) プログラムのチェック

- ・ ディスプレイ → 6 → 1 と押し、プログラムチェック画面を呼び出しプログラムの描面チェックを行う。

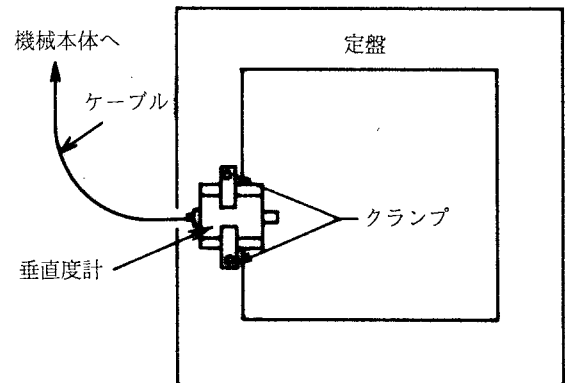


図5-6

7. テーパ諸元の設定

(1) ワイヤ通し

- ・ 実技課題 (1) の 6、と同じ要領で行う。

(2) ワイヤの垂直出し

- ・ 実技課題 (3) の 8.(2) と同じ要領でテーブル上に垂直度計をセットし、テーブルに対するワイヤの垂直を出す。

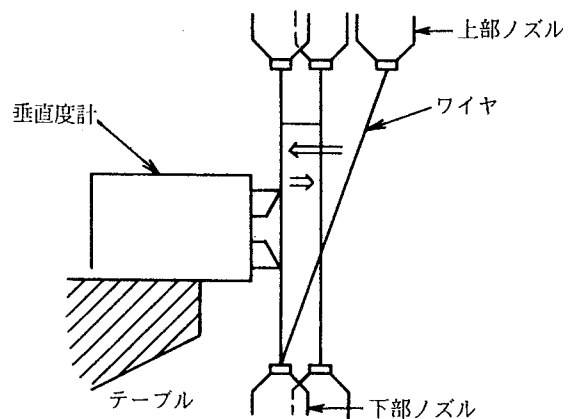


図5-7

(3) テーパ諸元の自動計算

① 実技課題 (3) の 8.(3) と同じ要領で、テーパ諸元自動計算プログラムを呼び出し、実行させる。

② **ディスプレイ** **2** **6** と押して変数画面を呼び出し

H 82 : 角度

$\Delta Z 3$: 工作物上面から上部ダイスまでの高さ

Z 4 : テーブル面から下部ダイスまでの高さ

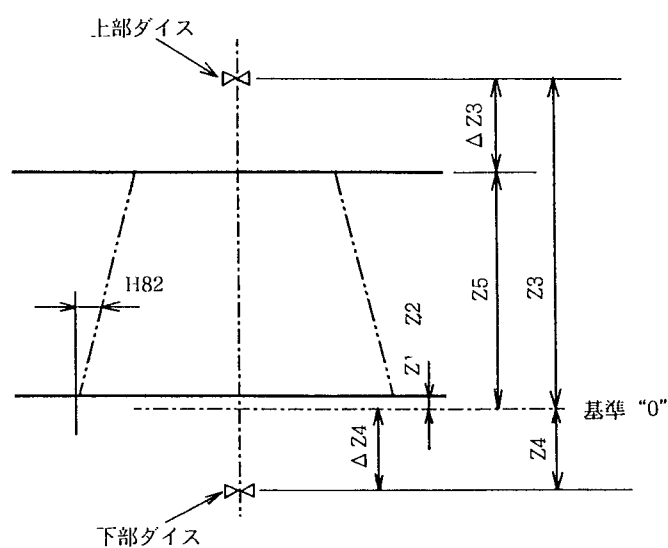


図5-8 テーパ諸元

8. 上下任意形状の放電加工

(1) 工作物の取付け

- ・ 実技課題 (1) の 7、と同じ要領で、工作物をテーブルに取り付ける。

(2) ワイヤ電極のセット

① ワイヤ通しをする

- ・ 実技課題 (1) の 6 と同じ要領で、工作物軸穴の下穴（軸穴の加工開始点）にワイヤを通す。

② 上部ノズルの位置を調整する。

- ・ 上部ノズルを工作物上面より 0.2mm の位置にセットする。

(3) 加工条件の設定

① ユーザセッティング画面を呼び出す。

② テーパ諸元を入力する。

- ・ Z 1 : プログラム面までの高さ
- ・ Z 2 : 加工速度設定面までの高さ

- ・ Z3 : テーブル面から上部ダイスまでの高さ
- ・ Z4 : テーブル面から下部ダイスまでの高さ
- ・ Z5 : 上下任意形状の場合に使用する、Z5面までの高さ

③ 加工条件を設定する。

- ・ 実技課題 (2) の 7 (3) と同じ要領で行う。

L	N	B	パラメータ		パラメータUサブ
〈加工速度〉		〈ターボ諸元〉	〈積算時間〉	ユーザ設定	1 ユーザ設定
1	FA	6 Z1	17 電源入	: :	バックピッチ
	FC	7 Z2	18 スタート中	: :	
〈加工電圧〉		8 Z3	19 加工時間	: :	2 オフセット (H1-H40)
2	VG	9 Z4	20 ワイヤ残り	: :	ピッチエラー補正
		10 Z5	21 残距離		
〈オフセット〉 41 42		〈ミラーイメージ〉	〈ワイヤ径〉		3 (ワークオフセット)
3	H1	11 X	22 DW MM		
		12 Y			
〈テーブル角度〉		〈軸交換〉	〈現在位置〉	〈位置カウンタ〉	4 軸パラメータ
4	A	13 軸	X X		
			Y Y		
〈倍率〉		〈座標回転〉	U U		5 切残しデータ
5	S	14 回転角度	V V		
		15 ベクトルH	Z Z		
		16 ベクトルV			6 変数 (H50~H249)
〈実行/次〉					
〈データ設定〉 F: FA, V: VG, E: Eバック					7 加工条件
NO. () データ/時間 () () ()					
N C 運 転 ス テ ー タ ス 表 示 部					8 原点設定

図5-9 ユーザセッティング画面

(4) 放電加工

- ① 自動運転モードを選択しスタートを押す。
 - ・ 実技課題(1)の10と同じ要領で、放電加工を開始させる。
- ② 加工終了後は、ワイヤを切り、各軸を機械原点に移動させる。
- ③ 押え金をゆるめ工作物を取付け具から取り外す。

表5-1 加工条件参照表

加工回数		助走	1st
EバックNo		690	
電圧切換	Vo (ノッチ)	3	3
加工セッティング	Ip (ノッチ)	5	6 ~ 4
休止時間	OFF (ノッチ)	14	9
安定回路A	SA (ノッチ)	2	3 ~ 2
安定回路B	SB (ノッチ)	16	8 ~ 16
ワイヤ速度	WS (ノッチ)	12	12
ワイヤ張力	WT (ノッチ)	8	8
プリテンション	PT (ノッチ)	14	14
加工液流量	LQ (ノッチ)	2	2
加工液比抵抗	LR (ノッチ)	7	7
平均加工電圧	VG (V)	50	39 ~ 55
安定回路C	SC (ノッチ)	1	1
ファインサーフェス	FS (ノッチ)	1	1
設定加工速度	FA (mm/min)		8.0
実加工速度	FC (mm/min)		7.0 ~ .0
オフセット量	(μ m)		132
加工面あらさ	(μ mRmax)		14 ~ 16

10. 後始末

- ・ 機械・器工具の清掃と整理整頓をする。

- ・ 次の評価項目にもとづいて、上下任意形状の確認をする。

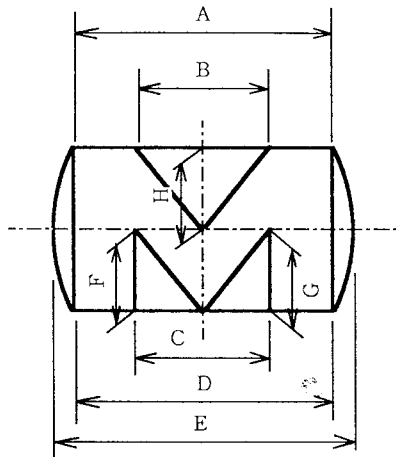


図5-10

評価項目

測定箇所		目標寸法	実測値	採点基準						
寸 法 精 度	A			± 15	10	± 20	7	± 25	4	/100
	B			± 15	10	± 20	7	± 25	4	
	C			± 15	10	± 20	7	± 25	4	
	D			± 15	10	± 20	7	± 25	4	
	E			± 15	15	± 20	10	± 25	5	
	F			± 15	15	± 20	10	± 25	5	
	G			± 15	15	± 20	10	± 25	5	
	H			± 15	15	± 20	10	± 25	5	
	寸法精度採点 基準外れ一箇所 につき			-5						
	工具の整理整頓			上	0	中	-4	下	-6	
合計点										/100