

実 技 編

実技課題（1）超音波研削盤の操作

ここでは、超音波研削盤の操作について次のことを習得する。

1. 作業準備
2. 研削砥石の取替えなどの業務に係る特別教育
3. 超音波研削盤の各部の名称
4. 超音波研削盤の始動前の点検
5. 超音波研削盤の操作
6. ダイヤモンド砥石の取付け
7. ダイヤモンド砥石の修正

1. 作業準備

(1) 研削工具

- ・ダイヤモンドコアリング砥石
- ・ツルーイング用砥石
- ・ドレッシング用スティック砥石

(2) 器工具

- ・ホーン着脱用フックスパナ
- ・砥石締付用片口スパナ
- ・ホーン固定用片口スパナ
- ・ツルーイング装置（ブレーキ式）
- ・定圧加圧加工台、コンプレッサー
- ・バイス
- ・台座ブロック
- ・恒温槽

(3) 測定器具

- ・ダイヤルゲージ（0.001mm）
- ・ダイヤルゲージ用マグネットスタンド
- ・マイクロメータ（25～50mm）
- ・ノギス（150mm）
- ・表面あらさ計

(4) 研削液

- ・水溶性研削液（シミクール-S-4）
- ・接着剤

2. 研削砥石の取替えなどの業務に係る特別教育

- ・研削砥石の取替え時の試運転の業務にたずさわる者は特別教育を受けなければならない。「安全衛生特別規定」

3. 超音波研削盤の各部の名称

(1) 機械装置本体部分

- ① スピンドルユニット
- ② コラム
- ③ XYテーブル
- ④ 研削液圧送ポンプ
- ⑤ 研削液濾紙
- ⑥ Z軸回転モータ
- ⑦ 超音波ホーン
- ⑧ 制御盤
- ⑨ 電源収納箱
- ⑩ 数値制御装置電源盤
- ⑪ モニター装置
- ⑫ 数値制御装置 CTR/MDIパネル
- ⑬ 操作盤

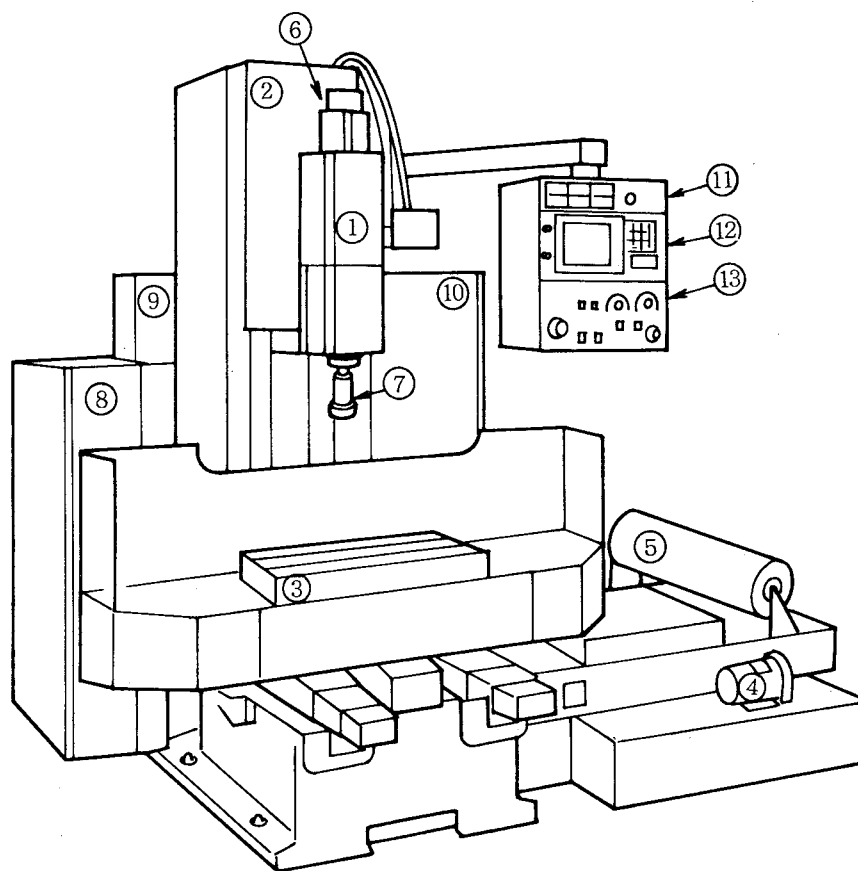


図1-1 超音波研削盤外観図

(2) 電気操作パネル

I モニタ装置パネル

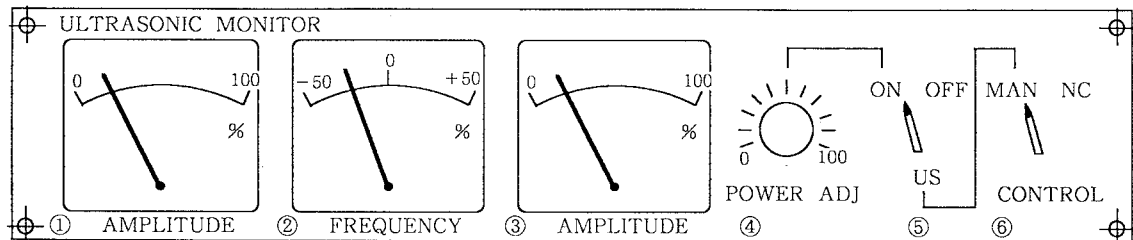
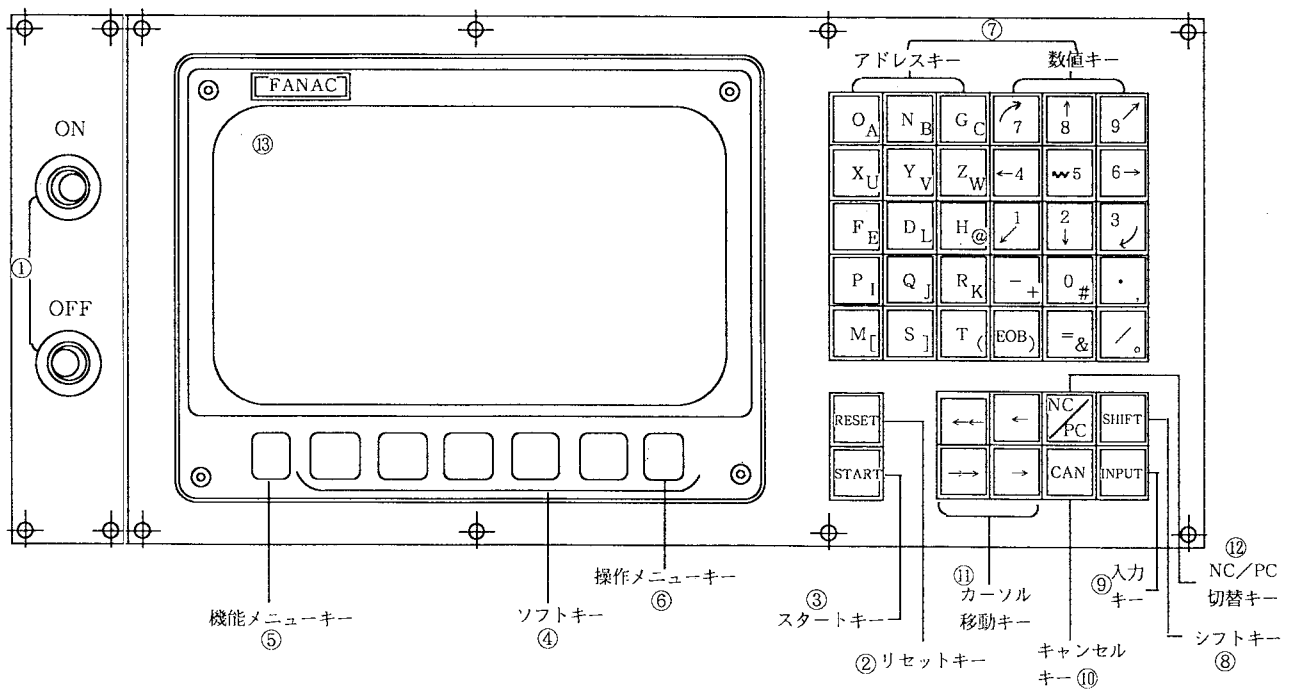


図1-2 モニタ装置パネル

- ① 超音波振幅指示計 …………… 校正表にて読取る。
- ② 超音波周波数指示計 …………… 校正表にて読取る。
- ③ 超音波出力指示計 …………… 校正表にて読取る。
- ④ 超音波出力調整
- ⑤ 超音波電源スイッチ
- ⑥ 手動、NC 切換スイッチ

II 数値制御装置 CRT/MDI パネル



①	電源スイッチ	電気操作パネル全体の電源をON/OFFする。
②	リセット (RESET) キー	アラームの解除等のために、NCをリセットしたい時に押す。
③	スタート (START) キー	MDIのサイクルスタートまたは自動運転のサイクルスタートをしたい時に押す。
④	ソフトキー	ソフトキーは、用途に応じて種々な機能が与えられる。 ソフトキーにどのような機能が与えられるかは、CRTの一番下に表示される。
⑤	機能メニューキー	ソフトキーが機能選択キーでない時このキーを押すと、ソフトキーを機能選択キーの状態に戻すことができる。ソフトキーが機能選択キーの時このキーを押すと、ソフトキーを今まで表示されていなかった機能選択キーに換えることができる。(9インチCRT/MDIパネルでは5個のソフトキーを、14インチCRT/MDIパネルでは10個のソフトキーを持っている。CRTの一番下の右端に+が表示されていると、まだ表示されていないキーがあることを示している。)
⑥	操作メニューキー	ソフトキーは、用途に応じて種々な機能が与えられる。ソフトキーが操作選択キーでない時このキーを押すと、ソフトキーをその時選択されているCRT画面で可能な操作選択キーの状態にすることができる。ソフトキーが操作選択キーの時このキーを押すと、ソフトキーを今まで表示されていなかった操作選択キーを換えることができる。(9インチCRT/MDIパネルでは5個のソフトキーを、14インチCRT/MDIパネルでは10個のソフトキーを持っているが、CRTの一番下の右端に+が表示されると、まだ表示されていないキーがあることを示している。)
⑦	アドレス/数値キー	アルファベット、数字等の文字を入力するのに使用する。
⑧	シフト (SHIFT) キー	アドレスキーで1つのキーに2つの文字が刻印されたものがある。ソフトキーを押してからアドレスキーを押すと、右下の文字を入力することができる。ソフトキーを押すとCRT画面左下へ印が表示されキー右下の文字が入力されることを示す。
⑨	INPUTキー	アドレスまたは数値キーが押されると一旦キー入力バッファに入力され、CRT上に表示される。キー入力バッファに入力された情報をオフセットレジスタ等にセットしたい場合にINPUTキーを押す。ソフトキーのINPUTキーと等価であり、どちらを使用してもかまわない。

<p>⑩ キャンセル (CAN) キー</p>	<p>キー入力バッファ (CRT画面左下) に入力された文字または記号を削除したい場合に押す。 キー入力バッファの内容はCRT上に表示され、次にアドレスまたは数値キーが押されるとそれらが挿入される位置を____で示す。 キャンセル (CAN) キーを押すと____の直前の文字がキャンセルされる。 例 キー入力 バッファの表示が >N001×100Z____ の時、キャンセル (CAN) キーを押すとZがキャンセルされ >N001×1000____ となる。</p>
<p>⑪ カーソル移動キー</p>	<p>4種類のカーソル移動キーがある。 → : カーソルを小さな区分単位で移動させるために使用する。 カーソルを順方向に移動させる。 ← : カーソルを小さな区分単位で移動させるために使用する。 カーソルを逆方向に移動させる。 →→ : キー入力バッファに文字が入力されている場合は、キー入力バッファのカーソルを移動させるために使用する。キー入力バッファのカーソル位置は____で示される。カーソル位置____は次にアドレスまたは数値キーが押されるとそれらが挿入される位置を示す。キャンセル (CAN) キーを押すと____の直前の文字がキャンセルされます。 キー入力バッファに何も入力されていない場合は、CRT画面のカーソルを大きな区分単位で移動させるために使用する。 カーソルを順方向に移動させる。 ←← : キー入力バッファに文字が入力されている場合は、キー入力バッファのカーソルを移動させるために使用する。キー入力バッファに何も入力されていない場合は、CRT画面のカーソルを大きな区分単位で移動させるために使用する。 カーソルを逆方向に移動させる。</p>
<p>⑫ NC/PC切替えキー</p>	<p>PC MODEL-I が付いた場合、CRT/MDIパネルをNCで使用するかを切替える時に使用する。</p>
<p>⑬ CRTキャラクターディスプレイ</p>	

Ⅲ 機械操作盤パネル

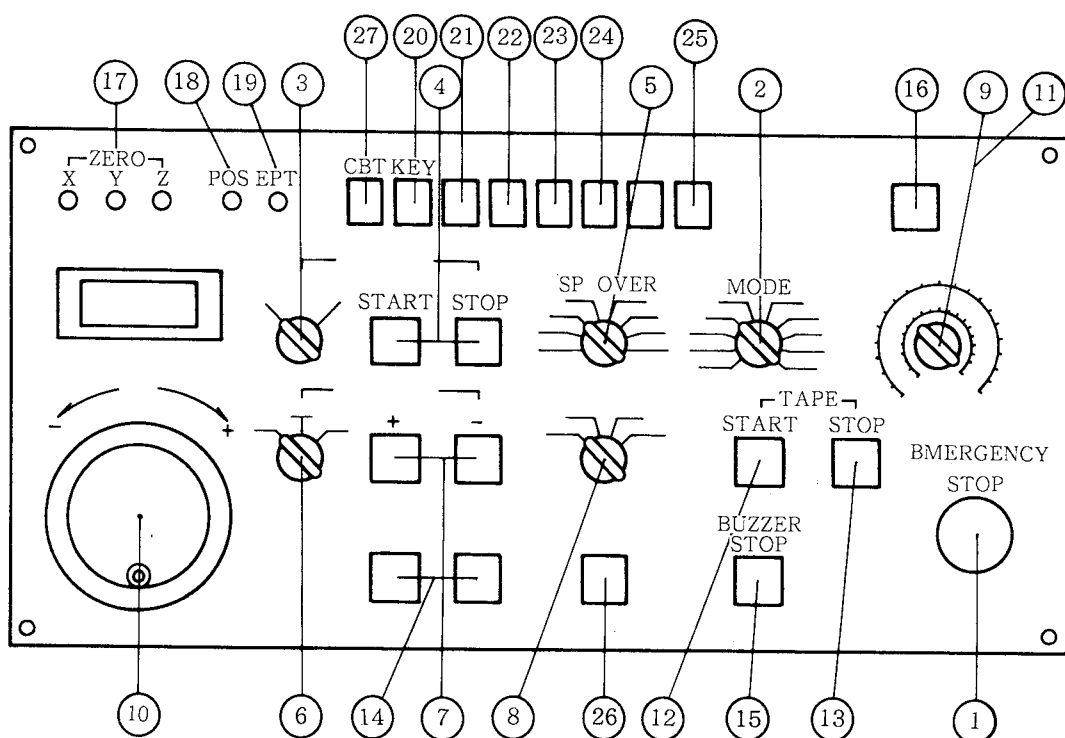


図1-4 機械操作盤パネル

① EMERGENCY (非常停止ボタン)

非常停止を行う場合、このボタンを押す。このボタンを押すと送りは瞬時に停止し、リセット状態になる。また、主軸回転も瞬時停止する。

② MODE (モード選択スイッチ)

運転のモードを選択するスイッチで、次の機能を持つ。

- T (テープ) …… NCテープによる自動運転を行う場合、スイッチをこの位置にする。
- H/S …………… 手動パルス発生器を使用する時に、この位置にする。またスイッチを (ハンドル/ この位置にし、軸方向選択ボタンを押すと、軸切換スイッチによって ステップ) 選択されている軸を1ステップ動かせる。
- J (手動送り) …… スイッチをこの位置にし、軸方向選択ボタンを押すと、軸切換スイッチによって選択されている軸を0~2000mm/min (0~78.7in/min) の範囲で動かせる。この時の速度は、手動送り速度ダイヤルの設定速度である。
- R (早送り) …… スイッチをこの位置にし、軸方向選択ボタンを押すと、軸切換スイッチによって選択されている軸を早送りで動かせる。
- MDI…………… 手動データ入力を行う時、スイッチをこの位置にする。
- MEM…………… メモリに記憶されているNC指令を実行させる時、スイッチを (メモリ) この位置にする。

EDT…………… テープ編集機能を使用する時、スイッチをこ
 (テープ編集) の位置にします。

ハンドルステップ送りの移動量を下表のような倍率にする事ができる。
 ただし、ハンドルとステップとでは倍率が異なる。

	×1	×10	×10 ²	×10 ³ (10) ²
ハンドル (mm)	0.001	0.01	0.1	0.1
(inch)	0.0001	0.001	0.01	0.01
ステップ (mm)	0.001	0.01	0.1	1
(inch)	0.0001	0.001	0.01	0.1

③ SPINDLE CW.CCW (主軸回転方向選択スイッチ)

主軸の回転方向を選択する時に使う。

CW : (正転) ワークに対して時計方向に回転する。

CCW : (逆転) ワークに対して反時計方向に回転する。

中間の赤丸印の位置にすると主軸は停止する。

④ SPINDLE START.STOP (主軸起動停止ボタン)

START : 主軸回転

STOP : 主軸停止

⑤ SP.OVER RIDE (%)

S4桁直接指令に指令した回転数に対して、50~120%のオーバーライドをかけることができる。

ただし、オーバーライドをかけても主軸速度 (180~8000rpm) は180rpmより低くなったり、8000rpmを越えることはできない。

例1. S1000にて50%とすると、500rpmの主軸速度となる。

2. S180にて50%としても、180rpmのまま。

3. S5000にて120%とすると、6000rpmの主軸速度となる。

4. S8000にて120%としても、8000rpmのまま。

⑥ 軸切換スイッチ

手動送り、ステップ、ハンドル及び早送りの場合、このスイッチにより使用する軸を選択する。

X：テーブル左右方向

Y：テーブル前後方向

Z：主軸頭上下方向

⑦ 軸方向選択ボタン

手動送り、ステップ、早送りの場合、軸切換スイッチで選択した軸の送り方向を決定し、押している間送る事ができる。

(プラス方向) テーブル左行、テーブル前進、主軸頭上昇

(マイナス方向) テーブル右行、テーブル後退、主軸頭下降

⑧ RAPID OVER RIDE (早送りオーバーライドスイッチ)

早送り速度にオーバーライドを掛けることができる。

早送り速度が12m/minの時50%にすると、6m/minの速度になる。

⑨ JFEED RATE (手動送り速度ダイヤル)

手動送り及びドライランで運転する場合の送り速度を設定するダイヤルで、0~2000mm/min (0~78.7in/min) の範囲で24段に切換可能。

⑩ 手動パルス発生器

モード選択スイッチをH/Sにし、ハンドルを回転させる事により軸切換スイッチで選択された軸に手動ハンドル送りを行わせることが可能。

ハンドル1回転で100パルス発生する。

⑪ OVER RIDE (オーバーライドダイヤル)

自動運転 (T. MDI. MEM) で切削送り (F4桁直接指令) を指定した場合、このダイヤルで指定速度に対し0~200%のオーバーライドを掛ける事ができる。

⑫ TAPE START ボタン (サイクルスタートボタン)

自動運転 (T. MDI. MEM モードのいずれか) の時、このボタンを押す事によって、起動を掛ける事ができる。

このボタンは次の場合に有効。

○リセット状態

(電源投入直後、設定表示盤のRESET ボタン等による)

○休止状態

(TAPE STOP ボタンによるブロック途中での休止)

○停止状態

(シングル、ブロック等のブロック終了後の停止)

このボタンが押されると、表示ランプが点灯し、対応する動作を実行する。

⑬ TAPE STOP ボタン (フィードホールドボタン)

このボタンを押すと TAPE START のランプが消え、各送りが一時停止し、内装されているランプが点灯する。主軸は止まらない。

再び TAPE START ボタンを押すと、TAPE START ランプが点灯し、前に引続いて各軸が送られ TAPE STOP ランプは消灯する。

⑭ COOLANT (研削液 ON、OFF ボタン)

研削液の ON、OFF に用いる。このボタンはどのモードでも使用できる。

⑮ BUZZER STOP (ブザーストップボタン)

このボタンによりブザーの解除を行う。

ブザーは M00、M01、M02 及び M30 を読込んだ時、エラー表示された時、摺動面集中潤滑用タンクのオイルレベルが低下した時鳴る。M01 は OSP スイッチが ON の時のみブザーが鳴る。

なお、制御盤内のブザータイマスイッチを ON にすれば、タイマ BZT の設定時間後にブザーを止める事ができる。

⑯ ERROR (エラー表示)

エラー表示番号が表示される。

⑰ ZERO (原点位置表示ランプ) X,Y,Z

原点リファレンス点復帰により、原点に復帰された軸のランプが点灯する。

X,Y,Z は機械原点復帰完了ランプ。

⑱ POS ランプ (プログラムストップ、オプションストップ)

NC 装置が M00 又は M01 (OSP スイッチ “ON” の時) を読込んだ時に、このランプが点灯する。

⑲ EPT (エンドオブプログラム、エンドオブテープランプ)

NC 装置が M02,M03 を読込んだ時、このランプが点灯する。

⑳ KEY (キースイッチ)

次の操作を行う時に、このスイッチをONする。

- a. 座標系をリセットする時、X,Y,Z軸の座標値をオリジンボタンによりゼロにする時。
- b. RMT, INCH, ISO, TVONをSETモード (NCのMDI&CRT) にてセットする時。
ただし、選ばれていないオプションを使う設定はできない。
- c. プログラムテープのメモリへの登録の時。
- d. メモリ内のデータを編集する時。

㉑ ZRN (手動原点復帰スイッチ)

このスイッチをONにして、軸切換スイッチを指定の軸にし、軸方向選択ボタンにより原点の方向 (プラス) に早送りで送ると、自動的に機械原点で停止し、原点位置表示ランプが点灯する。

原点復帰を行うには、機械原点から約50mm離れた位置から行うこと。

また、機械原点より動かす場合には、このスイッチをOFFにする。

なお、原点復帰の方向は各軸共プラス方向で、原点はそのストローク端にある。

* 電源投入時及び非常停止ボタンの解除をした時は、必ずこの動作を行うこと。

㉒ SBK (シングルブロック選択スイッチ)

自動運転 (T, MDI, MEM) の場合のみ有効で、このスイッチをONにすると機械は1ブロック終わった所で停止し、TAPE STARTボタンを押すと再び1ブロックの動作を行い停止します。OFFにした場合は連続で動作を行う。

注) MDIで固定サイクルの繰返し回数を指定した場合には、有効となる。

㉓ DRN (ドライランスイッチ)

テープ、MEM, MDIモードで運転中にこのスイッチをONにするとF指令が無視され、手動送り速度ダイヤルに設定された速度で動く。

㉔ OBS (オプションブロックスキップスイッチ)

自動運転 (T, MEM) の場合のみ有効で、このスイッチをONにすると機械はスラッシュ (/) が指定されているブロックの情報を無視する。OFFにした場合には、スラッシュは無視されすべてのブロックの動作を行う。

㉕ OSP (オプションストップ選択スイッチ)

自動運転 (T, MDI, MEM) の場合のみ有効で、このスイッチをONにすると機械はM01を読んだ時に一時停止する。

再起動はTAPE STARTボタンにより行う。

OFFにした場合は、M01を無視する。

⑳ 2nd LS REMOVE

送り軸が第2ストロークエンドを越えて、LSがドッグを踏んだ場合には、非常停止の状態になる。その場合は、LSからドッグが外れるまでこのボタンを押しながら手動で軸をもどす。

㉑ CBT（電源遮断装置オプション）

就業時間内に加工している製品が完成しないために、無人運転により製品完成まで加工を続け、加工が完了した時にすべての電源をOFFする。また、無人運転中にエラー表示された時にもすべての電源がOFFする。

- a. 加工用テープの最後には必ずM02また、M30を入れておくこと。
- b. 操作盤上のCBTのスイッチをONにしておくとM02または、M30を読み込むと電源がOFFする。

注) このスイッチがONになっていると電源投入後、主電源スイッチがOFFされるので、電源投入前にはこのスイッチをOFFにしておくこと。

< 電源遮断順序 >

- a. メモリ運転の場合には、M02またはM30を読み込むと数秒後にNC電源がOFFする。
- b. NC電源がOFF後、数秒後に主電源がOFFする。
- c. エラー表示した場合にもNC電源がOFF後に、主電源がOFFする。

㉒ SRN（プログラムの再開、オプション）

工具が破損した時、あるいは休み明けに加工を再開したい時に、再開したいブロックのシーケンス番号を指定し、そのブロックから加工を再開させる機能。

㉓ F1D（F1桁、オプション）

Fに続けて1～9までの1桁の番号を指定すると、その番号に対応して設定された送り速度になる。速度はあらかじめF0を指令すると、早送り速度になる。

機械側操作盤上のF1桁送り速度変更のスイッチをONにして、手動パルス発生器を回転させると、現在選択されている番号の送り速度が増減される。

$$\text{送り速度の増減量 } \Delta F = \frac{F_{\text{max}i}}{1000X} \quad \text{／手パ1目盛}$$

Fmax1 : F1～F4用の送り速度上限値（パラメータ設定）

Fmax2 : F5～F9用の送り速度上限値（パラメータ設定）

X : 1～127のどれかの値（パラメータ設定）

設定あるいは、変更された送り速度は、電源断の間も保持されている。

現在の送り速度は、CRT上に表示される。

4. 超音波研削盤の始動前の点検

(1) 運転前の点検項目

- ① エアー設定圧が $5\text{kg}/\text{cm}^2$ であることを確認する。
- ② 機械背面の自動潤滑油装置のオイルレベルを点検し、必要ならば給油する。給油量を毎回記録する。
- ③ オイルコントローラのオイルレベルを点検し、必要ならば給油する。給油量を毎回記録する。
- ④ 研削液レベルを点検し、必要ならば補給する。
- ⑤ テーブルカバーにゆるみ破損がないかを確認する。
- ⑥ 注水ノズルや吸塵口の固定が正常であることを確認する。

- ・点検は電源スイッチをOFFにして行う。

(2) 始動時の点検項目

- ① 各スイッチやリレーなどの動作確認。
- ② モータ、軸受などの異常音の発生はないか。
- ③ デジタル表示、ランプなどの点灯不良はないか。
- ④ 潤滑油の供給は確実か。

(3) 1時間後の点検項目

- ① 油漏れの個所はないか。
- ② 超音波振動系の異常な発熱はないか。
- ③ モータに異常な発熱はないか。

5. 超音波研削盤の操作

(1) 手動運転

- ① 電源スイッチをONにする。(制御盤のノーヒューズ遮断器をONにする。)
- ② 操作パネルの電源スイッチをONにする。(数値制御装置CRT/MDIパネルの電源スイッチをONにする。)
- ③ 手動原点復帰スイッチ (② ZRN をONにする。)
- ④ 機械操作盤のモード選択スイッチ (② MODE) を手動送り (J) または、早送り (R) にする。
- ⑤ 軸切換スイッチ (⑥) でX,Y,Zのいずれかの動作軸を選ぶ。

- ・制御盤電源および超音波発振器の電源の各パイロットランプが点灯する。
- ・自動潤滑油装置が動作する。
- ・操作パネル電源表示灯の点灯を確認する。
- ・電源投入時には各軸は原点にあるのが原則であるが念のため復帰させる。

- ⑥ 手動送り速度ダイヤル (⑨JFEEDRATE) で送り速度を選ぶ。
 - ⑦ 軸方向選択ボタン (⑦) で、送り方向のボタンを押すと機械がその方向に動作する。
 - ⑧ モード選択スイッチを手動データ入力 (MDI) にする。
 - ⑨ 数値制御装置CRT/MDIパネルのアドレスキーのSを押す。
 - ⑩ 数値キーの数字のボタンを押して回転数を4桁で設定する。
 - ⑪ EOBキーを押してから、INPUTキーを押す。
 - ⑫ モード選択スイッチを (J) または (R) に戻す。
 - ⑬ 主軸回転方向選択スイッチ (③ SPINDLE CW, CCW) により、主軸の回転方向を選択する。
 - ⑭ 研削液 (⑭ COOLANT ON) をONにしてから、主軸起動ボタン (④ SPINDLE START) をONにする。
 - ⑮ 主軸の停止は同上STOPボタンを押す。続いて研削液をOFFにする。
 - ⑯ モード選択スイッチをハンドル/ステップ (H/S) にする。
 - ⑰ 軸切換スイッチで寸動させる軸を選ぶ。
 - ⑱ 軸方向選択ボタンを寸動方向によって+、-のいずれかを選んで押すと、1回押す毎に、1ステップずつ送ることができる。ハンドルの場合は1回転で100ステップ動く。
 - ⑲ 各軸を機械原点に戻す。手動原点復帰スイッチ (⑳ ZRN) をONにする。
 - ⑳ 各軸が原点に戻ったらば、手動原点復帰スイッチはOFFにする。
- ・ 早送りの場合は不要
 - ・ +, - の方向は、機械操作パネルの⑦参照
 - ・ 主軸機能を選択した。
 - ・ 数値キーはアドレスキーの隣にある。
 - ・ 例えば3000rpmならば3000と押す。
 - ・ 同じCRT/MDIパネル上にある。
 - ・ 主軸回転時に変速をしてはいけない。必ず主軸停止をしてから変速すること。
 - ・ 研削液はスピンドルの回転部のシールの摩耗を防止するために流す。
 - ・ 主軸の芯出しなどの微細な動きをさせる。
 - ・ 移動量については、機械操作盤パネルの②項の表を参照のこと。
 - ・ X,Y軸の原点は+方向のストロークエンドの近くにあるから、手動早送り (R) でその軸の軸方向選択ボタンの+を押すと、ストロークエンド近くにある原点に停止し、原点位置表示ランプが点灯する。
 - ・ Z軸原点の位置は、テーブル上面よりスピンドル端まで630mmの所にあり、+方向で原点復帰ができる。

- ②① 操作パネルの電源スイッチをOFFにする。
- ②② 制御盤の電源スイッチをOFFにする。

- ・電源表示灯の消灯を確認する。
- ・各電源表示灯の消灯を確認する。

(2) NCテープ運転またはメモリ読出し運転NC操作は、プログラミングを修得した後に、NCテープを作成して行う作業であり、プログラミング修得にも約1週間を要するので、あらかじめ作成したプログラムに用いて課題2以降で、その操作のみを修得することにする。

- ・プログラミングの詳細については数値制御装置取扱説明書を参照のこと。

6. ダイヤモンド砥石の取付け

(1) ホーンの取付け

- ① ネジ結合部の当り面をウェスできれいに拭って清掃する。当然ブースター当り面も清浄する。

当り面にシリコングリスを薄く塗布。

- ② ホーンをブースターに手でもってネジこんで、両者の当り面が接触するまで、ホーンを回す。

- ③ 片口スパナをブースターにかけ、フックスパナをホーン部の穴にかけて、ホーン取付けネジの締付けをする。

(図1-5参照)

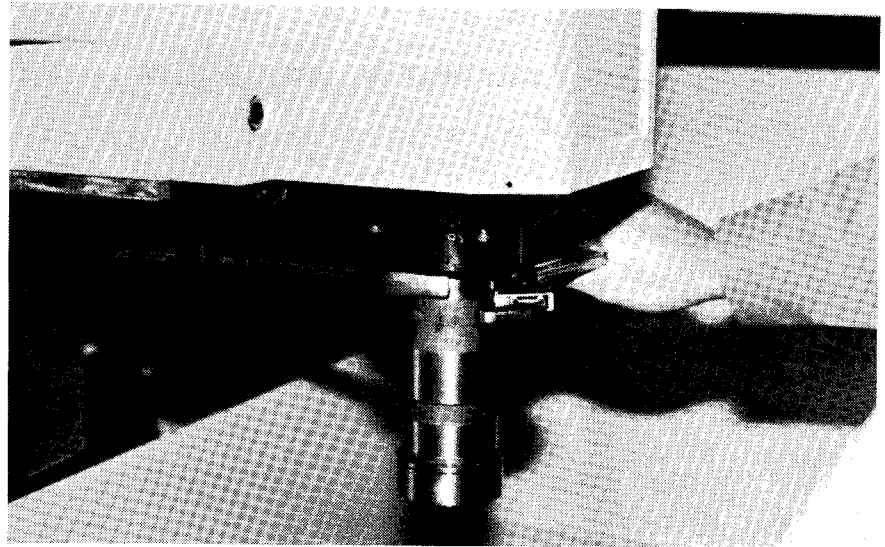


図1-5

- ・必ず2ケのスパナを使用すること。
- ・締付け力はネジが固くなった点から、さらに約20度回転させた程度でよい。
- ・締付けが弱いと超音波振動時に異常音が発生したり、ネジ部分での摩擦圧着がおこることがある。

(2) ダイヤモンド砥石の取付け

外径φ10内径φ8のコアリング砥石を用いる。

- ① ネジ結合部の当り面およびネジ部分を清浄する。
- ② 砥石を手でホーン先端にネジ込み、回らなくなるまで手で回す。
- ③ 片口スパナを2本使ってネジ部を締めあげる。

- ・締付け力は上記のホーンと同程度でよい。

7. ダイヤモンド砥石の修正

(1) ツルーイング砥石を装置に取り付ける。

- ・ ツルーイング砥石 ; GC #80

(2) ツルーイング装置を取り付ける。

(3) ツルーイング（形直し）をする。

① 主軸を回転させる。研削液も通水する。

- ・ 砥石周速 ; 1000~2000m/min

② 砥石を手動送りで下げて、ツルーイング砥石に近づける。

③ 砥石をツルーイング砥石に軽く押し当て、砥石につれて回転することを確認する。

④ 切込みを与えながら回転を続ける。

⑤ 砥石端面にマジックインクを塗っておき、これが消えるまで行う。

⑥ ツルーイング面をルーペで観察して、ダイヤモンド砥粒が数多く突き出しているのを確認する。

(4) ドレッシング（目立て）をする。

① ツルーイング後、ステック砥石でドレッシングを行う。

- ・ ステック砥石 ; WA #200

② ステック砥石をバイスに取り付けて、手動送りを数ミクロンかけてドレッシングを行う。

・ ツルーイング装置 ; ブレーキ制御式

・ コアリング砥石は円筒周面もツルーイングを行うこと。

・ コアリング砥石は径方向肉厚が薄いので、ツルーイング砥石に対して往復運動させる必要はない。

・ 1回の切込み量の目安砥石粒度 #100 ~ #200 0.010~0.020mm

・ マジックインクは砥石の中に浸み込むことがあるので、ツルーイング完了時点を適宜判断する必要がある。

次の評価項目にもとづいて超音波研削盤の操作の確認をする。

1. 始動前の点検

A : 正しくできる B : 正しくできない

No.	評価項目	A	B
1	始動前の点検が正しくできる		

2. 超音波研削盤の操作

1	原点復帰操作が正しくできる。		
2	X, Y, Z軸の操作が正しくできる。		
3	回転数の設定が正しくできる。		
4	寸動操作が正しくできる。		

3. ダイヤモンド砥石の取付け（締め付け加減）

1	ホーンの取付けが正しくできる。		
2	ダイヤモンド砥石の取付けが正しくできる。		

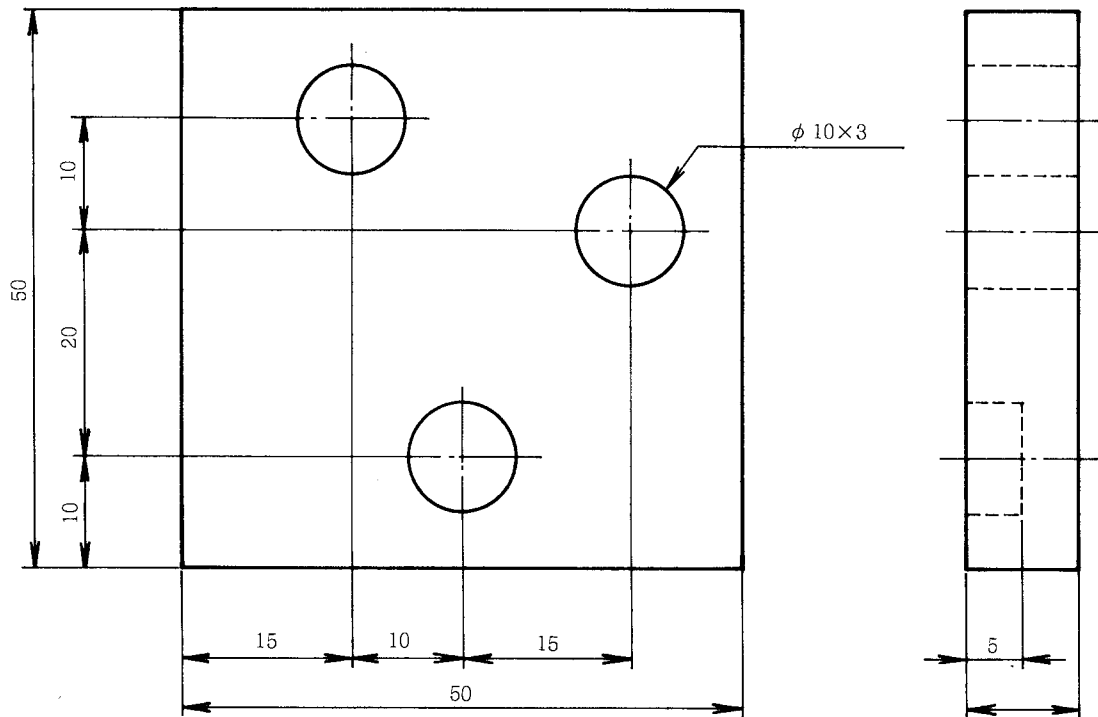
4. ダイヤモンド砥石の修正

1	ツルーイングが正しくできる。		
2	ドレッシングが正しくできる。		

5. 機械の清掃

1	機械の清掃が正しくできる。		
---	---------------	--	--

実技課題 (2) セラミックス板のコアリング



ここでは、超音波研削盤によるセラミックスの穴あけ加工を習得する。

1. 作業手順

次の工程図で、大体の作業手順を理解してから、課題に取り組むこと。

(1) 工作物と台座の接着

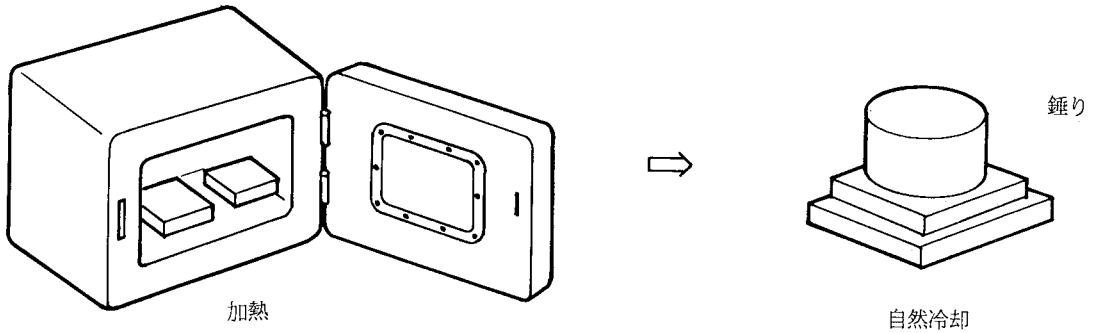


図2-1

(2) 工作物の取付け

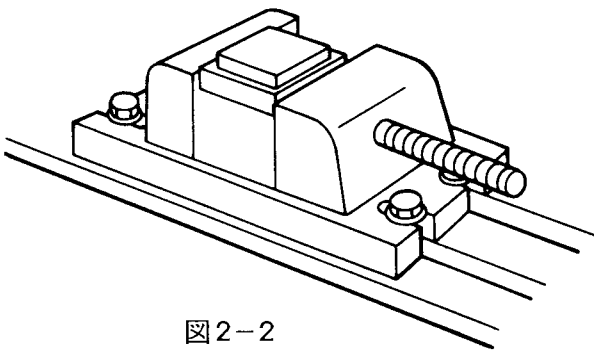


図2-2

(3) 操作盤

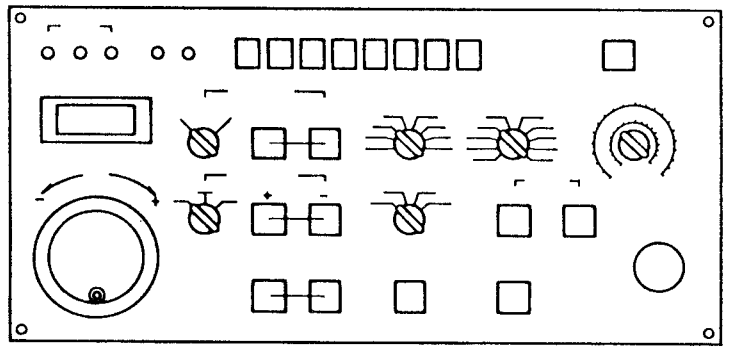


図2-3

(4) x, y 値の決定

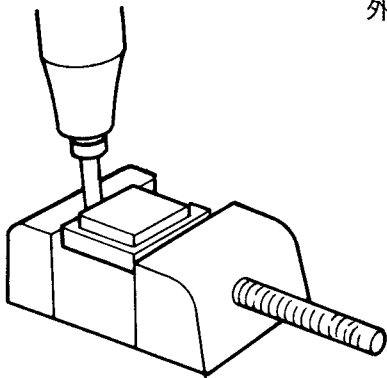


図2-4

(5) ダイヤモンド砥石の外径の測定

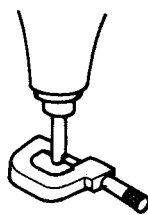


図2-5

(6) プログラミング

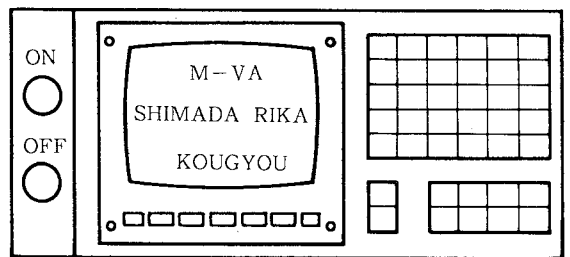


図2-6

(7) コアリング

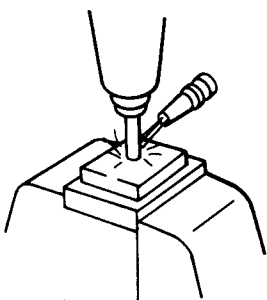


図2-7

(8) 接着はずし

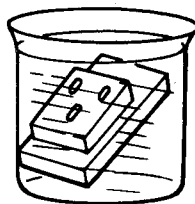


図2-8

(9) 測定

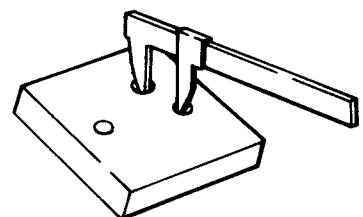


図2-9

2. 研削前の準備

(1) 工作物および台座の寸法の確認

- ① 工作物寸法は、厚さ $10\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、縦、横各々 $50\pm 2\text{mm}$ を確認する。

材質はアルミナで、できれば焼結法、組成粒径などがわかっているのが望ましい。

- ② 台座は、ガラス板厚さ 10mm 程度で工作物よりは、各辺共 10mm 程度大きいもので、バイス取付けができる程度の切口仕上りのものでよい。

- ・ 台座ガラスは加工貫通時のバリの防止のため使用する。

(2) 工作物と台座の接着

- ① 工作物のセラミックスと台座のガラス板を工業用アルコール（IPA）で洗って表面の脱脂を行う。

- ② 脱脂後アルコール分が蒸発したら直ちに恒温槽にセラミックスとガラス板を入れ、接着面をおのおの上に向け、その上面に熱軟化性加工用接着剤をのせる。

- ③ 恒温槽温度を接着剤の軟化温度より 10°C 程高めに設定して加温する。

- ④ 接着剤が充分軟化したならば、槽内で細いガラス棒を用いて、接着剤が接着面に一様に広がるようにする。

- ⑤ セラミックスとガラス板を槽から取出し、接着剤塗布面を合せて、平坦な板の上におき、更にその上から約 5kg の錘りをのせて、自然冷却で硬化させる。

- ・ 引火し易いので火気には充分注意すること。
- ・ 接着剤は仮接着用のものが有機溶剤で簡単に除去できるものがよい。例えばグルコールフタレート（軟化点 68°C 、接着力 $30\text{Kg}/\text{cm}^2$ ）などのワックス類でよい。

- ・ ガラス棒はあまり太いと、接着剤の熱を奪って接着剤の広がりが悪くなる。
- ・ セラミックスとガラス板との平行度をできるだけとるように心掛けること。

(3) バイスの取付け

- ① バイス下面のばり、ごみを完全に取除き、電磁チャック上面の中央に固定口金を左側にしてバイスを置く。

- ② バイス取付け心出しを行う。平行後 0.005mm 以内

(4) 工作物のバイスへの取付け

工作物を上にしてガラス台座をテフロンシートを介してバイスにはさむ。ガラス板とバイス底部との隙間に適当な厚さの座を取り付けて、ガラス板が上下方向に動かないようにし、セラミックスの面がバイス底面と平行になるようにする。

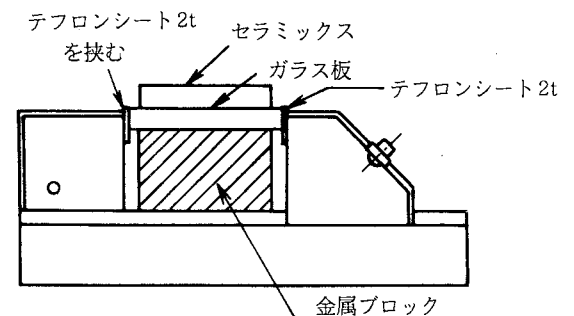


図2-10

(5) 注水ノズルの位置調整

・研削液がダイヤモンド砥石先端部分に適確に注水するように、ノズルのフレキシブルホースの位置を調整する。写真 [2] 2-1 参照

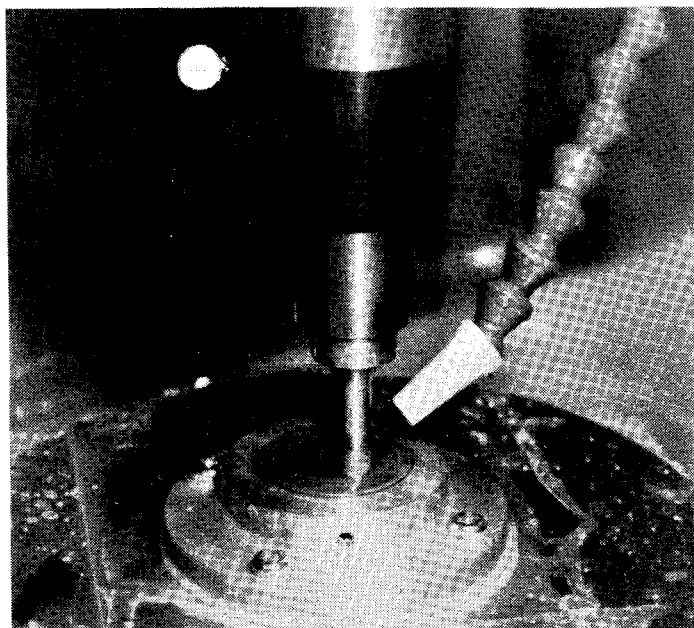


図2-11 注水ノズル位置調整

3. コアリング作業

ダイヤモンド砥石は実技課題(1)にて行ったものをそのまま使用する

(1) 準備作業

- | | |
|---|---|
| <p>① 制御盤の電源スイッチ(ノーヒューズ遮断器)をONにする。</p> <p>② CRT/MDIパネルの電源スイッチをONにする。</p> <p>③ 手動原点復帰スイッチ(ZRN)をONにする。</p> <p>④ CRT/MDIパネルの機能メニューキーを押し、ソフトキーを機能選択キー状態にし、POSITIONキーを2回押す。</p> <p>⑤ モード選択スイッチ(MODE)を手動送り(J)にする。</p> <p>⑥ 軸切換スイッチをX,Yにし、手動送りダイヤル(JFEED)で送り速度を調節し、軸方向選択ボタンを押して、主軸が加工物のセラミックス上にくるように操作する。</p> <p>⑦ 軸切換スイッチをZにし、上記と同じ操作で、セラミックス上にダイヤモンド砥石の先端が接触するように、主軸を下降させる。</p> <p>⑧ 主軸を3mm上昇させ、工具先端をセラ</p> | <p>・制御盤および超音波発振器の電源パイロットランプが点灯し、自動潤滑装置が動作する。</p> <p>・同パネルの電源パイロットランプが点灯する。</p> <p>・作業終了時に原点に復帰しておくが念のため確認する。</p> <p>・CRT上にテーブルの位置が表示される。X,Y,Z各軸とも0を表示する。</p> <p>・実技課題(1)の手動運転の項(1) - ④⑤⑥⑦を参照。</p> <p>・下降時のZ軸の位置をCRT上で読取る。</p> |
|---|---|

ミックス面上より離してから、XY方向に移動させて、セラミックス面の外に工具先端をもってゆき、また主軸を5mm下降させる。

- ⑨ テーブルをXY方向に移動させて図2-12の①と②におおの設定し、そのときの位置表示値をCRT上のX,Y値で読取る(x,yとする)

ダイヤモンド砥石の外径を測定し、その1/2の値(r)をx,y値におおの計算すると、セラミックスの角の位置となる。

- ⑩ ダイヤモンド砥石をセラミックスから離し、さらに主軸を5mm上昇させてから原点に復帰させる。

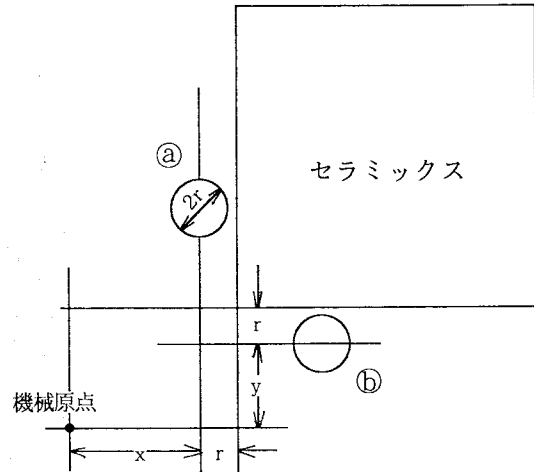


図2-12

・マイクロメータで測定する。

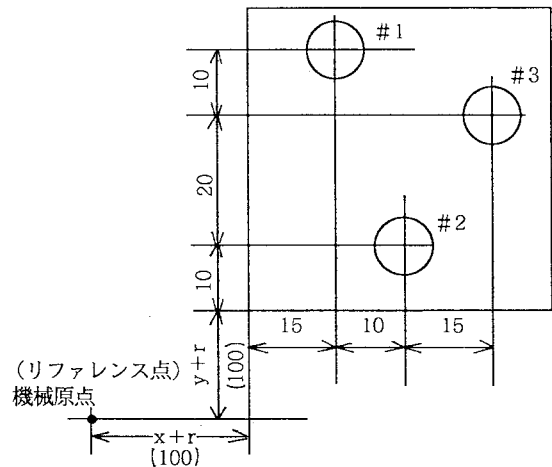


図2-13

(2) プログラム作業

- ① ソフトキーのPROGRAMを押す。
・プログラム作業に伴って、プログラム表示画面がCRT上に表れる。

以下アドレスキーと数値キーを操作してプログラムを入力する。

- ② G91 X0 Y0 Z0 ;
③ G00 X-115.0 Y-1400 Z-127.0 ;
・CRT画面の文字が横1列に並びきる前にINPUTキーを押す。

- ④ S3000 M03 M50 ;

・原点をリファレンス点として座標系を設定した。インクリメンタル指令(各軸移動量指令)で座標指定。
・;の印はEOBのボタンを押すことで各指令の行の終りを意味する。

・ $x+r$, $y+r$ は各々100と仮定した。Z軸の下降距離から3mmを引いた値を各々設定する。(下降距離を130mmと仮定した)したがってテーブルは#1の点まで移動し砥石は、セラミック上3mmの点まで早送りされる。
・加工廻転速度3000rpm主軸は時計方向回転、超音波ON

- ⑤ G01 Z-15.0 F30 ;
- ⑥ G00 Z15.0 ;
- ⑦ X10.0 Y300 ;
- ⑧ G01 Z-8.0 F30 ;
- ⑨ G04 P2000 ;
- ⑩ G00 Z8.0 ;
- ⑪ X15.0 Y-20.0 ;
- ⑫ G01 Z-15.0 F30 ;
- ⑬ G00 Z142.0 ;
- ⑭ X140.0 Y130.0 ;
- ⑮ M05 M02 M51 ;
- ⑯ INPUT キーを押す。

(3) コアリング作業

- ① モード選択スイッチ (MODE) を MEM にする。
- ② TAPE START ボタンを押す。
- ③ 加工が完了して原点復帰して停止する。
 - ・ 作業中異状音を発生したり、ビビりが激しくなったときは、非常停止 (EMERGENCY STOP) を押して作業を中断し、原点復帰させてから砥石の締付けまたは交換を行って、作業を最初からやり直す。

(4) 後作業

- ① 操作盤および制御盤の電源スイッチを OFF にする。
- ② バイスから工作物を取り外す。
- ③ 工業用アルコールに工作物を浸漬する。
- ④ セラミックスの加工穴位置をノギスで測定して、入力値通りの穴ピッチで加工されているかを確認する。
- ⑤ 研削盤の清掃を行う。

- ・ セラミックを貫通して2mm ガラスに喰い込む。加工速度は30m/min
- ・ 主軸上昇後 #2 に移動 (早送り)
- ・ 深さ5mmの加工をする。
- ・ 5mmの深さに達してから2秒後、次の工程を開始する。
- ・ 主軸上昇後 #3 に移動 (早送り)
- ・ #1 の穴と同じ加工をする。
- ・ 主軸上昇後リファレンス点に復帰
- ・ 主軸停止、超音波OFF、プログラム終了
- ・ 残りプログラムがメモリに入力される。
- ・ 入力したプログラムを使用する。
- ・ 加工作業は入力したプログラムによって進められる。
- ・ 加工作業完了

- ・ パイロットランプが各々消灯する。
- ・ 約30分間浸漬しておくで接着剤が溶解する。

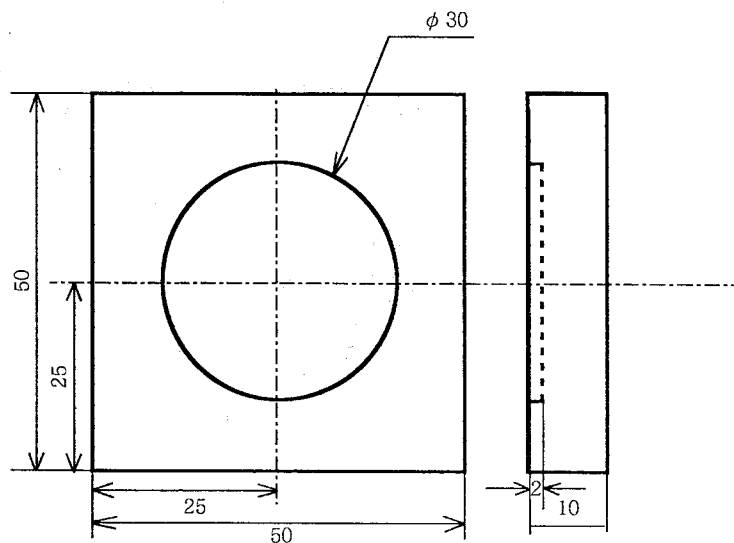
次の評価項目にもとづいてセラミックス板のコアリング作業の確認をする。

1. プログラミング

A : 正しくできる B : 正しくできない

No.	評価項目	A	B
1	X, Yの座標設定が正しくできる。		
2	直線補間が正しくできる。		
3	インクリメンタル指令が正しくできる。		
4	ドウェル指令が正しくできる。		

実技課題 (3) セラミックス板の座ぐり穴加工。



この作業は、NC操作の中にカスタムマクロ機能を加えて、ヘリカルスパイラル加工を習得することが目的である。

カスタムマクロ機能はあらかじめ機械のメモリにサブプログラムのように登録されていて、その代表命令だけを書き込むことにより機能させることができるNC操作の応用例で、座ぐり穴加工に適したプログラムである。

1. 研削前の準備

(1) 工作物および台座の寸法確認

- ・ [2] 2 (1) 項と同じ。

(2) 工作物と台座の接着

- ・ [2] 2 (2) 項と同じ

(3) 定圧治具の取り付け

- ① 定圧治具をXYテーブル上に当り面を清掃した後取り付ける。取付けはクランプ金具を4ヶ使用して、対向する2辺をしっかりと締めつける。平行度が0.005mm以内になるよう、必要に応じてスペーサを挟む。
- ② 定圧治具に空気圧レギュレータからのホースを接続する。空気バルブを開きレギュレータを調整して $2\text{kg}/\text{cm}^2$ になるようにする。



図3-1 定圧治具取付

(4) バイスの取付け

- ① 定圧治具の上にバイスの当り面を清掃した後取付ける。平行度は0.005mmになるようにする。

(5) 工作物のバイスへの取付け

- ・ 実技課題 (2) 2 (4) 項と同じ

(6) ホーンの取付け

- ・ 実技課題 (1) 6 (1) 項と同じ

(7) ダイヤモンド砥石の取付け

- ・ 外径 $\phi 10$ 内径 $\phi 6$ のコアリング砥石をホーン先端に取り付ける。
- ・ 方法は実技課題 (1) 6 (2) 項と同じ

(8) ダイヤモンド砥石の修正

- ・ 実技課題 (1) 7 (1) ~ (4) 項と同じ。

(9) 注水ノズルの位置調整

- ・ 実技課題 (2) 2 (5) 項と同じ

2. ヘリカルスパイラル加工による 座ぐり穴加工

(1) 準備作業

- ① 制御盤の電源スイッチをONにする。
- ② CRT/MDIパネルの電源スイッチをONにする。
- ③ 手動原点復帰スイッチ (ZRN) をONにする。
- ④ 機能メニューキーを押し、ソフトキーを機能選択キー状態にし、POSITIONキーを2回押す。
- ⑤ モード選択スイッチ (MODE) を手動送り (J) にする。
- ⑥ 軸切換スイッチをX,Yにし手動送りダイヤル (JFEED) で送り速度を調節し、軸方向選択ボタンを押して、座ぐり穴の中心にくるようにする。そのときの座標位置表示値をCRT上のX,Yの値で読み取る。
・ 図3-2にヘリカルスパイラルの加工のプロセスを示す。円形砥石は螺旋を描きながら設定切込みで座ぐり加工を行い。その操作を何層か繰返して、所定の深さまでの座ぐりを行うことができる。
- ⑦ 軸切換スイッチをZにし、上記と同じ操作で、セラミックス上にダイヤモンド砥石の先端が接触するように、主軸を下降させ、そのときのZ軸位置を読み取る。
- ⑧ 原点復帰させる。

- ・ 制御盤および超音波発振器の電源パイロットランプが点灯し、自動潤滑装置が動作する。
- ・ 同パネルの電源パイロットランプが点灯する。
- ・ 念のため原点復帰を確認する。
- ・ CRT上にテーブルの位置が表示される。X,Y,Z各軸とも0を表示する。
- ・ カスタムマクロのヘリカルスパイラル加工はG150として機械の中に登録されている。

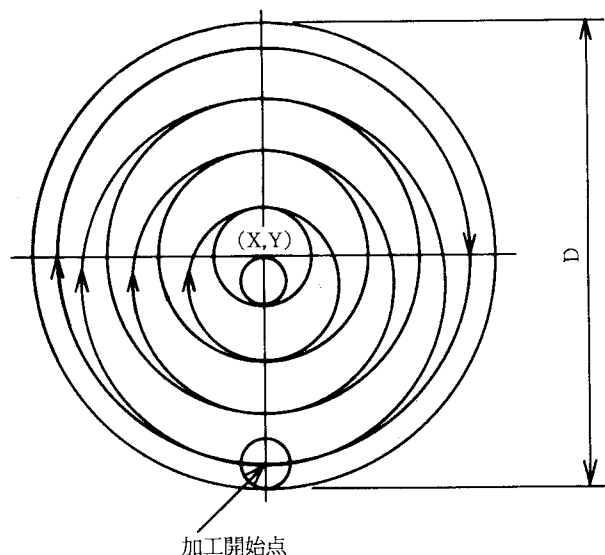
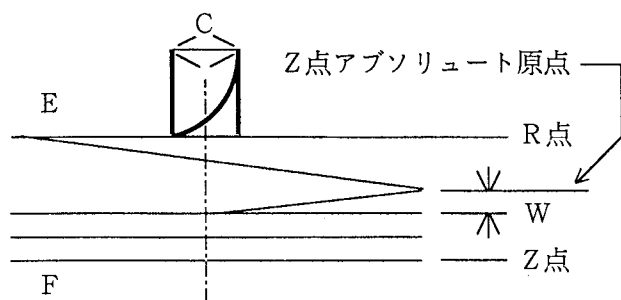


図3-2 ヘリカルスパイラル加工プロセス図

(2) プログラム作業

① ソフトキーのPROGRAMを押しアドレスキーと数値キーを操作してプログラムを入力する。

② 00001 ;

③ N1 G00 G40 G80 ;

④ N2 G90 G54 X0 Y0 ;
(X0→X-読取り値)
(Y0→Y-読取り値) ⑩で補正

⑤ N3 G43 Z50.0 H01 ;
(01→-読取り値) ⑩で補正

⑥ N3 S3000.0 M13 M50 ;

⑦ N4 G150 X0 Y0 R3.0
Z-2.0 W0.5 D30.0
C10.0 K100.0 E20.0
F20.0 ;

[参 考]

- ・ X,Y : 中心座標 (アブソリュート位置)
- ・ R : R点座標 (Z軸早送り点)
- ・ Z : Z点座標 (Z軸最終切込み点)
- ・ W : Z軸1回の切込み量
- ・ D : 加工直径 (mm)
- ・ C : カッタ直径 (mm)
- ・ K : 加工幅 (カッタのかかり代、%)
- ・ E : アプローチ速度 (mm/min)
- ・ F : X,Y方向送り速度 (mm/min)

⑧ N5 M05 M51 ;

⑨ N6 M30 ;

⑩ 次の手順でG54,G43を入力する。

a. G54の座標値を補正する場合

- ・ CRT/MDIパネルの機能メニューを押し、ソフトキーを機能選択キー状態にし、SETTINGキーを何回か押して、G54~G57のX,Y,Z座標の画面を表示

- ・ プログラム番号を書き込む。
- ・ 位置に関する数値をすべてキャンセルしておく。
- ・ アブソリュート指令で、座標系G54を設定する。(2) ⑩の項で(1) ⑥の読取り値を補正入力する。
- ・ 工具長補正G43でH01を設定する。(2) ⑩の項で(1) ⑦の読取り値を補正入力する。
- ・ 回転数3000rpm、時計方向回転、超音波ON
- ・ 送り速度Eで外周上をヘリカル補間で1回の切込み点へアプローチする。
- ・ 送り速度Fでスパイラル研削の中心まで加工する。
- ・ 送り速度Fで中心より外周までスパイラル研削する。
- ・ 0.5mmの切込みで4回同じ研削を行い。Z点に達したならばヘリカル補間で外周上をR点まで逃げて、イニシャル復帰する。
- ・ 主軸停止、超音波OFF
- ・ エンドオブテープ
- ・ ④と⑤では仮の入力がしてあるのでその補正を行う。

させる。

- ・ G54 の X 座標にカーソルを移動させる。
- ・ あらかじめ読みとってある X 座標の数値をアドレス/数値キーで入力し INPUT キーを押す。
- ・ G54 の Y 座標にカーソルを移動させる。
- ・ あらかじめ読みとってある Y 座標の数値を上④と同様に入力して INPUT キーを押す。

b. G43 に工具長補正 H01 を入力する方法

- ・ CRT/MDI パネルの機能メニューを押し、ソフトキーを機能選択キー状態にし、SETTING キーを繰り返し押し、H01 の補正画面を出す。
- ・ 01 の位置にカーソルを移動させる。
- ・ あらかじめ読みとってある Z 座標の数値をアドレス/数値キーで入力し INPUT キーを押す。

(3) 座ぐり穴加工作業

- ① モード選択スイッチを MEM にする。
- ② TAPE START ボタンを押す。
- ③ 加工が完了すると原点復帰して停止する。

(4) 後作業

- ① 操作盤および制御盤の電源スイッチを OFF にする。
エアバルブを閉じる。
- ② バイスから工作物を取り外す。
- ③ 工業用アルコールに加工物を浸漬する。
- ④ セラミックの座ぐり穴の外周の心円度を測定する。
ざぐり穴深さを測定する。
- ⑤ 研削盤の清掃を行う。

- ・ 約 30 分間の浸漬で接着剤が溶解する。
- ・ 真円度 $\pm 0.01\text{mm}$
- ・ 深さ $2 \pm 0.01\text{mm}$ 以内

次の評価項目にもとづいてセラミックス板の座ぐり穴加工の確認をする。

1. プログラミング

A : 正しくできる B : 正しくできない

No.	評価項目	A	B
1	カスタムマクロのヘリカルスパイラル加工が正しくできる。(G150)		
2	ワーク座標系の補正ができる。(G54)		
3	工具長補正が正しくできる。(G43)		
4	定圧治具の操作が正しくできる。		

2. 加工部分の評価

測定箇所	実測値	採点基準		採点
座ぐり穴真円度		±0.01mm以内 (A)	以外(B)	
座ぐり穴深さ		±0.01mm以内 (A)	以外(B)	
穴底面の擦過痕の有無		有り (A)	無し (B)	

実技課題 (4) セラミックス板の文字加工

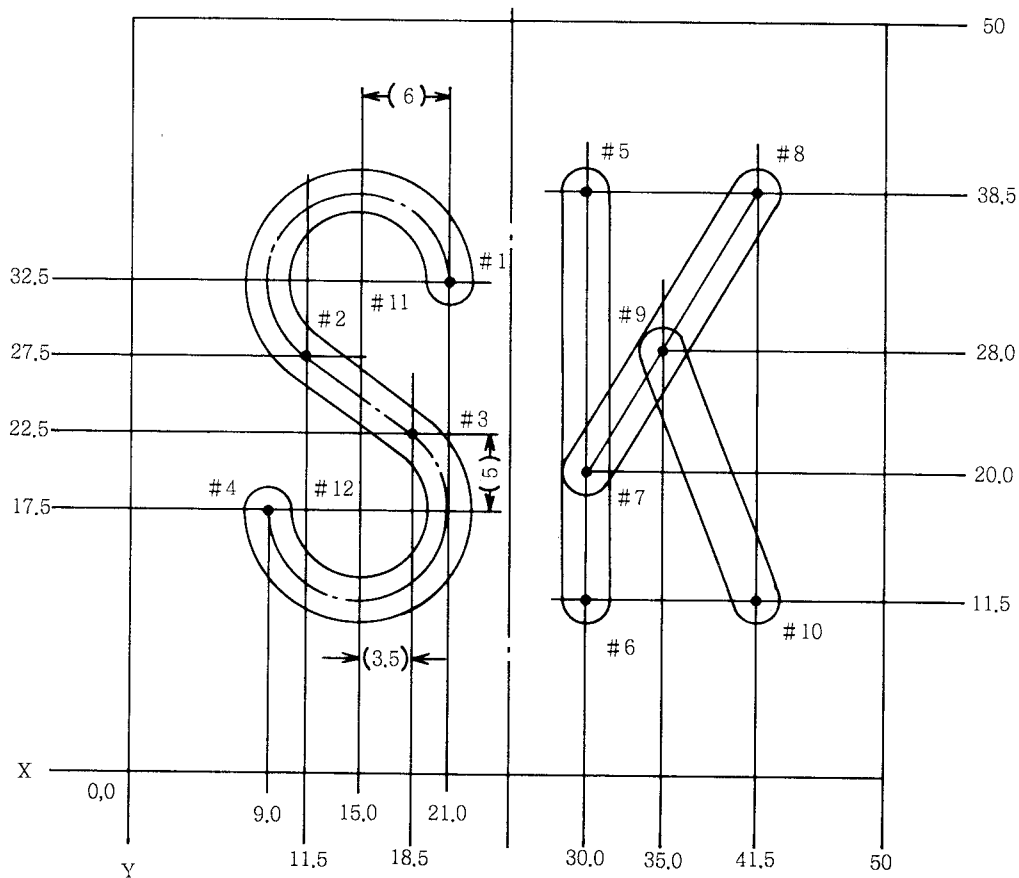


図4-1 英文文字座標列 (倍率2/1)

各自のイニシャルをコアリング砥石を用いて彫刻する。

ここでは、位置決め、直線補間、円弧補間などの機能を使い、自分で座標を決めてプログラミングし加工することを習得する。

参考として、職業訓練のイニシャルSKを文字の例として説明する。

1. 研削前の準備

- (1) 加工および台座の寸法確認
 - ・ 実技課題 (2) 2 (1) 項と同じ。
- (2) 工作物と台座の接着
 - ・ 実技課題 (2) 2 (2) 項と同じ。
- (3) 定圧治具の取付け
 - ・ 実技課題 (3) 1 (3) 項と同じ
- (4) バイスの取付け
 - ・ 実技課題 (3) 1 (4) 項と同じ
- (5) 工作物のバイスへの取付け
 - ・ 実技課題 (2) 2 (4) 項と同じ
- (6) ホーンの取付け
 - ・ 実技課題 (1) 6 (1) 項と同じ
- (7) ダイヤモンド砥石の取付け外径 ϕ 3内径 ϕ 1の
コアリング砥石をホーン先端に取付け
 - ・ 方法は実技課題 (1) 6 (2) 項と同じ
- (8) ダイヤモンド砥石の修正
 - ・ 実技課題 (1) 7 (1) ~ (4) 項と同じ
- (9) 注水ノズルの位置調整
 - ・ 実技課題 (2) 2 (5) 項と同じ

2. 文字加工

(図4-1に示すような英文文字で各自のイニシャルを座ぐり加工する)。

(1) 作図作業

- ① 英文文字を直線と円弧の組合せで作図する。
 - ・ 直線は加工開始点および加工終止点の座標を各々設定する。例図では #2~#3, #5~#6, #7~#8, #9~#10等である。
 - ・ 円弧は加工開始点および加工終止点の座標の外に円弧中心座標を求める。例図では #1, #2, #3, #4, #11および #12等である。

(2) 準備作業

- ① 制御盤の電源スイッチをONにする。

・ セラミックス板は50×50mmであるから、隙間を適当にとって配置する。

・ 円弧中心座標は円弧の始点からみたインクレメンタル値で指令する。例図中()内数字。

・ 制御盤および超音波発振器の電源パイロットランプが点灯し、自動潤滑装置が動作する。

- ② CRT/MDIパネルの電源スイッチをONにする。
- ③ 手動原点復帰スイッチ (ZRN) をONにする。
- ④ 機能メニューキーを押し、ソフトキーを機能選択キー状態にし、POSITION キーを2回押す。
- ⑤ モード選択スイッチ (MODE) を手動送り (J) にする。
- ⑥ 軸切換スイッチをXおよびYにして、手動送りダイヤル (JFEED) で送り速度を調節し、軸方向選択ボタンを押して、主軸がセラミックスの上にくるように操作する。
- ⑦ 軸切換スイッチをZにし、上と同じ操作で、セラミックス上にダイヤモンド砥石の先端が軽く接触するように、主軸を下降させる。
- ⑧ 主軸を2mm上昇させ、工具先端をセラミックス面上より離してから、XまたはY軸を操作して、工具をセラミックス面の外に出し、また主軸を4mm下降させる。
- ⑨ テーブルをX,Yの方向に移動させて図4-2の①と②の位置におおのの設定し、そのときの位置表示値をCRT上のX,Y値で読取る。読取り値を各々x,yとする。
- ⑩ ダイヤモンド砥石の外径をマイクロメータで測定し、その1/2の値をrとする。
- ⑪ ダイヤモンド砥石をセラミックスからわずかに離して、さらに主軸を5mm上昇させる。
- ⑫ テーブルを⑨で測定した $-(x+r)$, $-(y+r)$ の位置に移動させる。

- ・ パネルの電源パイロットランプが点灯する。
- ・ 必ず原点復帰を確認する。
- ・ CRT上にテーブルの位置が表示される。X,Y,Z各軸とも0を表示する。
- ・ 課題1の手動運転の項(1)～④、⑤、⑥、⑦を参照。
- ・ そのときのZ軸の位置をCRT上で読み取る。

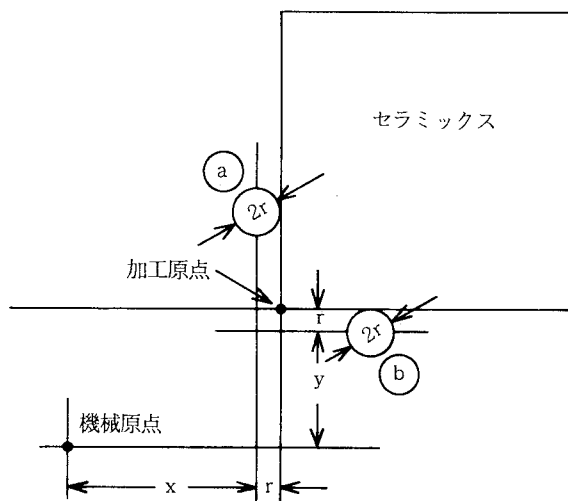


図4-2 加工原点の求め方

- ・ ダイヤモンド砥石先端はセラミックス表面より3mm上の位置におく。
- ・ 加工プログラムの座標の原点をセラミックスの左下にとり、そこへダイヤモンド砥石の中心をもってくる。

(3) プログラム作業

- ・ 図4-1の英文文字座標例によってプログラム作業を説明する。

① ソフトキーのPROGRAMを押す。

・以下アドレスキーと数値キーを操作してプログラムを入力する。ただしCRT画面に表示された記号が横1列に並びきる前に、適宜INPUTキーを押してCRT上部の方に移動させながら入力作業を進める。

② 00002 ;

③ N1 G00 G40 G80 ;

④ N2 G90 G54 X0 Y0 ;

・⑳で補正 (X0→×21.0,Y0→Y32.5)

⑤ N3 S6000 M13 M50 ;

⑥ N4 G00 Z3.0 ;

⑦ N5 G01 Z-0.5 F10 ;

⑧ N6 G03 X11.5 Y27.5 I-60.0 J0 F10 ;

⑨ N7 G01 X18.5 Y22.5 F10 ;

⑩ N8 G02 X9.0 Y17.5 I-3.5 J-5.0 F10 ;

⑪ N9 G00 Z 3.5 ; X30.0 Y38.5 ;

⑫ N10 G01 Z-0.5 F10 X30.0 Y11.5 ;

⑬ N11 G00 Z3.5 ; X30.0 Y20.0 ;

⑭ N12 G01 Z-0.5 F10 X41.5 Y38.5 ;

⑮ N13 G00 Z3.5 ; X35.0 Y28.0 ;

⑯ N14 G01 Z-0.5 F10 ; X41.5 Y11.5 ;

⑰ N15 G00 Z3.5 ; X0 Y0 ;

⑱ N16 M05 M51 ;

⑲ N17 M30

⑳ 課題 [3] 2 (2) ⑩の手順でG54を入力する。

・プログラム番号を書込む。

・位置に関する数値を全てキャンセルしておく。

・座標G54を設定する。⑳でX,Yの値から0を補正する。

・6000rpmで時計方向回転、超音波ON

・主軸がセラミックス上に下降

・切込み0.5mm,送り速度10mm/min

・円弧補間、反時計方向加工、#2の点まで加工を指示

・直線補間、#3の点まで加工を指示

・円弧補間、時計方向加工、#4の点まで加工を指示

・#5の点に早送り移動後、加工開始点まで下降

・直線補間、#5の点まで加工を指示

・#7の点に早送り移動後、加工開始点まで下降

・直線補間、#8の点まで加工を指示

・#9の手に早送り移動後、加工開始点まで下降

・直線補間、#10の点まで加工を指示

・加工原点まで移動

・主軸停止、超音波OFF

・エンドオブテープ

・④項では仮XY値が入力してあった。

(4) 文字加工作業

① モード選択スイッチをMEMにする。

・主軸がセラミックス加工原点にあることを確認する。

- ② TAPE START ボタンを押す。
- ③ 加工完了後加工原点に戻って停止する。
- ④ 機械原点復帰 (ZRN) ボタンを押す。
- ⑤ 操作盤および制御盤の電源スイッチをOFFにし、
エアーバルブを閉じる。
- ⑥ バイスから工作物を外す。
- ⑦ 工業用アルコールに工作物を浸漬する。
- ⑧ 研削盤の清掃を行う。

(5) 表面あらしの測定

- ① 工作物を工業用アルコールに30分間浸漬した後、さらに清浄なアルコールですすぎ洗をした後乾燥させる。
 - ・ 加工表面にゴミの付着がないように入念に洗って乾かす。
- ② 表面あらし計で円弧加工の表面と、直線加工の面をそれぞれ測定する。
 - ・ 円弧加工面で $\pm 2 \mu\text{m}$ 以内直線加工面で $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内

次の評価項目にもとづいてセラミックス板の文字加工の確認をする。

1. プログラミング

A : 正しくできる B : 正しくできない

No.	評価項目	A	B
1	直線補間と円弧補間の組み合わせで作図ができる。		
2	アブソリュート指令ができる。		

2. 加工部分の評価

測定箇所	実測値	採点基準		採点
表面あらさ (円弧部)		± 2 μm以内 (A)	以外 (B)	
表面あらさ (直線部)		± 1 μm以内 (A)	以外 (B)	
弧直線加工部分の連続箇所の有無		有り (A)	無し (B)	