

実 技 編

実技課題（1） 手動操作によるセラミックスの研削

I. 手動操作によるマシニングセンタの取扱い

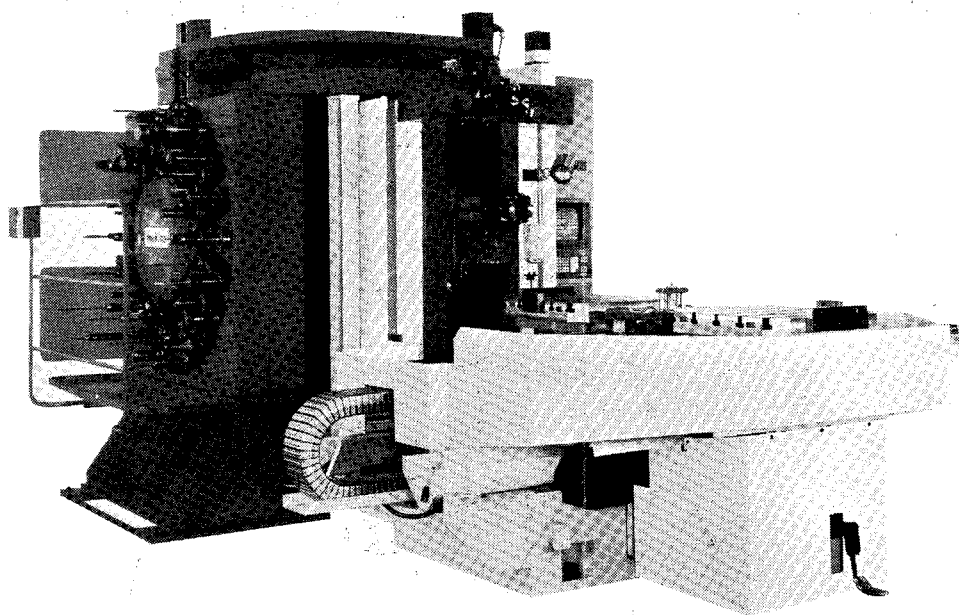


図1-1

ファインセラミックス加工用のマシニングセンタは、平面研削盤などと比較して機械剛性が高いことから、セラミックスを高能率・高精度に加工することができる。

ここでは、手動操作によるマシニングセンタの取扱いとして、次のことを習得する。

1. 作業準備
2. 各部の点検と給油
3. 砥石の取付け・取外し、および砥石長・砥石径の測定
4. バイスの取付け・取外し
5. 機械の起動・停止
6. マシニングセンタの手動操作

1. 作業準備

(1) 工作機械

- 横型マシニングセンタ
(ATC・APC付きファインセラミックス研削仕様)
- 主な機械仕様
(資料 1. 参照)

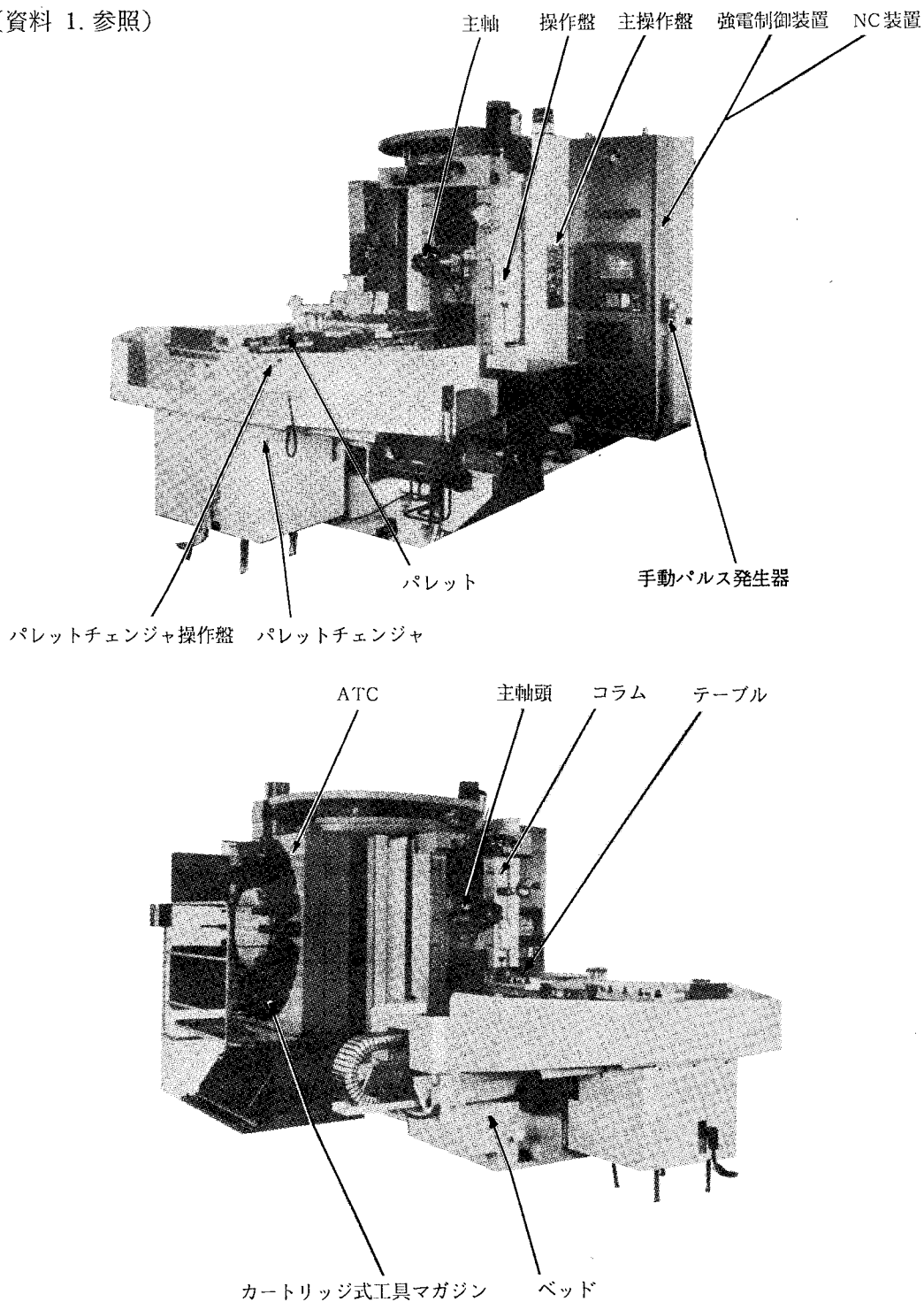


図1-3 機械外観と主要部の名称

(2) 研削砥石

① ストレート形鑄鉄ファイバボンド砥石

(以下ストレート形砥石と呼ぶ)

- ・ 型番 : SD170N100FA
- ・ 大きさ : $\phi 150 \times 10$

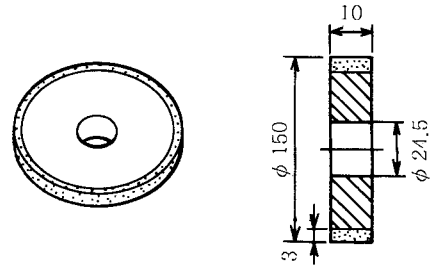


図 1-4 ストレート形砥石

② カップ形鑄鉄ファイバボンド砥石

(以下カップ形砥石と呼ぶ)

- ・ 型番 : SD170N100FA
- ・ 大きさ : $\phi 75 \times 50$

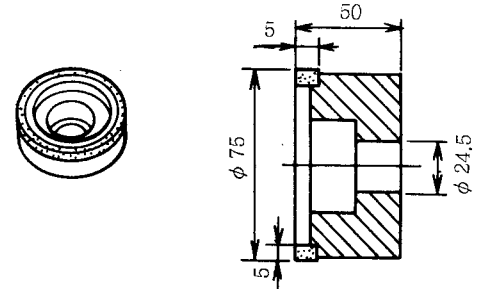


図 1-5 カップ形砥石

(3) 測定器

- ① スケール (150mm)
- ② ノギス (150mm, 0.01mm)
- ③ マグネットスタンド付きテコ式ダイヤルゲージ (0.001mm)
- ④ 外側マイクロメータ (0~25mm, 0.01mm)
- ⑤ 百分紙
- ⑥ ツールプリセッタ

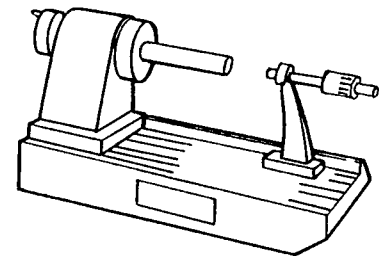


図 1-6 ツールプリセッタ

(4) 器工具

- ① 砥石ホルダ
 - a. ストレート形砥石用ホルダ
 - b. カップ形砥石用ホルダ (スルークーラントタイプ)
- ② マシンバイス
 - ・ 口金幅 : 100mm 以上
- ③ プラスチックハンマ
- ④ 保護板 (ファイバー製)
- ⑤ 標準工具一式

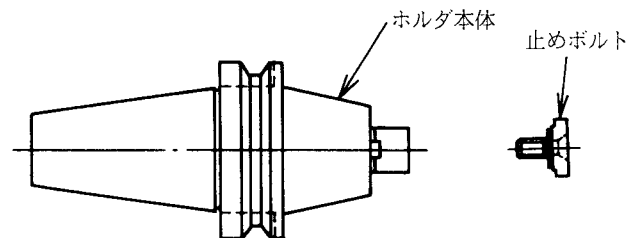


図 1-7 ストレート形砥石用ホルダ

(5) 研削液および潤滑液

- ① 研削液
 - ・ 水溶性研削液
- ② 潤滑油
 - ・ 指定潤滑油

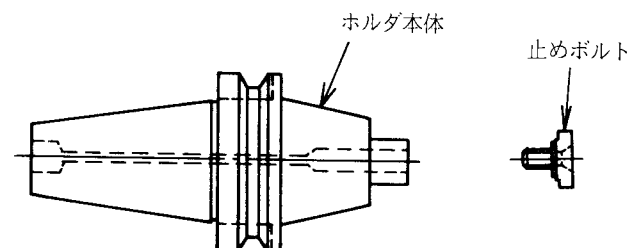


図 1-8 カップ形砥石用ホルダ

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検項目により各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所に指定潤滑油を給油する。

[安全作業]

- ・ 作業者は運転している機械からみだりに離れない。
- ・ 手袋,ネクタイなどを着用しない。
- ・ 機械の周囲は照明を十分にし、器工具類の整理整頓をする。
- ・ スイッチの開閉 (ON-OFF) を確実にする。
- ・ 安全カバー,防塵カバーなどのカバー類を外した状態では運転しない。
- ・ 作業中に異常が発生した場合は、ただちに電源をOFFにし運転を中止する。
- ・ 機械を止めるとき、惰性で回転しているものを無理に止めない。
- ・ 作業後は、すべてのスイッチがOFFになっていることを確認する。
- ・ 作業後は、機械がもっとも安定した状態にする。
- ・ 作業後は、機械・器工具類の清掃を行う。

3. カップ形砥石の取付け・取外し

(1) 砥石の点検

- ① 砥石の刻印を点検する。
 - ・ 砥石の種類, 粒度, 結合度, 結合剤の種類などを調べる。
- ② 砥石の外観検査をする。
 - ・ 欠け, 割れのないことを確認する。
 - ・ 砥石表面に, セラミックスの研削屑が付着していないことを確認する。

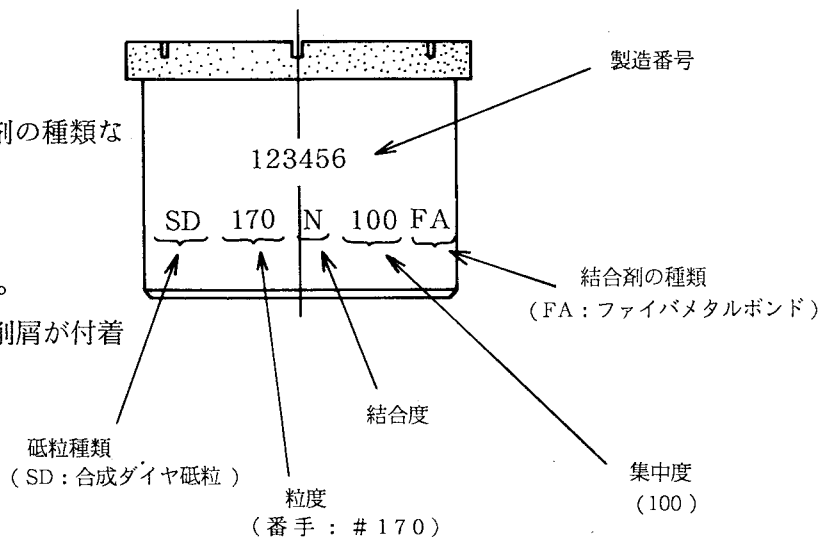


図 1-9 砥石の彫刻

(2) 砥石ホルダのツールプリセッタへの取付け

- ① 取付け部を清掃する。
 - ・ ホルダーおよびホルダ取付け台のテーパはめ合い部をウエスで清掃する。

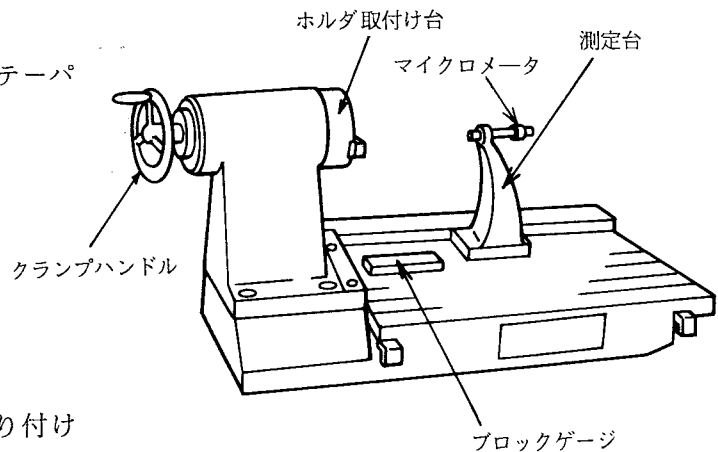


図 1-10 ツールプリセッタ各部の名称

- ② 砥石ホルダをホルダ取付け台に取り付ける。
 - a. 砥石ホルダをホルダ取付け台に静かに挿入する。
 - b. クランプハンドルを右にまわして、砥石ホルダを締め付ける。

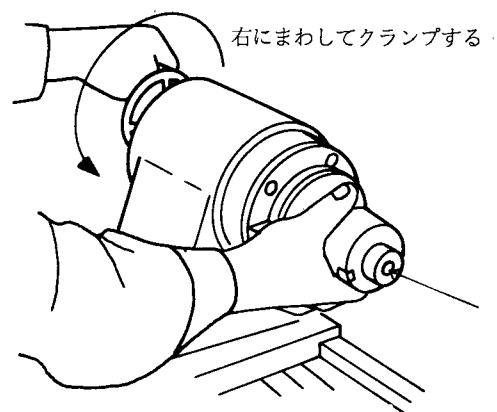


図 1-11

(3) 砥石の砥石ホルダへの取付け

- ① 砥石を砥石ホルダに取り付ける。
 - ・ 砥石ホルダのインロー部に砥石を挿入する。
- ② 砥石を締め付ける。
 - a. 止めボルトで砥石を仮締めする。
 - b. ツールプリセッタ本体を手で押えながら、止めボルトをL形レンチで締め付ける。

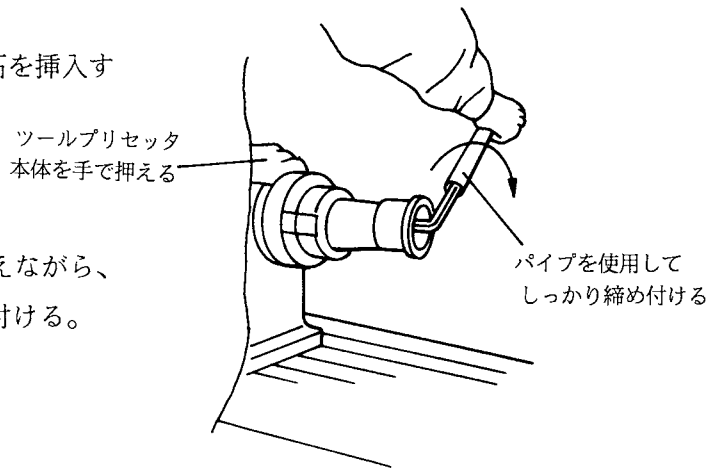


図 1-12

(4) 砥石長の測定

- ① スケールで砥石長を測定する。
 - ・ ゲージラインから砥石先端までの長さを測定する。

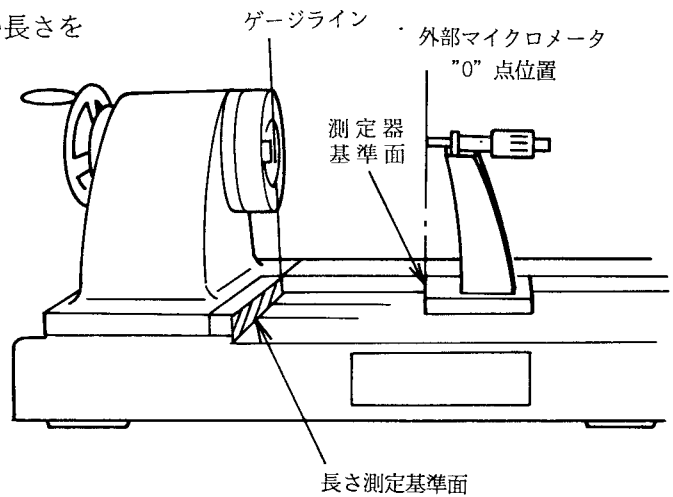


図 1-13

- ② ブロックゲージを組み立てる。
 - ・ スケールで測定した長さとはほぼ同じ長さにブロックゲージを組み立てる。
- ③ 外側マイクロメータで砥石長を測定する。
 - a. 長さ測定基準面と測定台との間にブロックゲージをはさむ。
 - b. 砥石端面に外側マイクロメータをあて、測定値を読み取る。
 - ・ 砥石長の計算
$$\text{砥石長} = (\text{ブロックゲージ長}) \pm (\text{測定値})$$

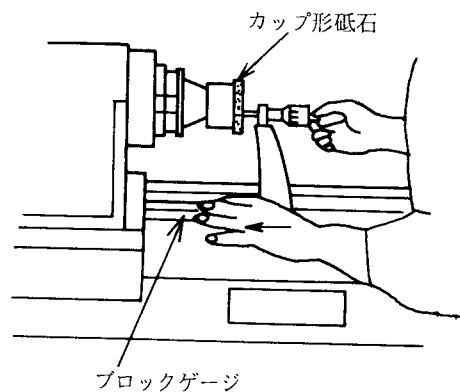


図 1-14

(5) 砥石径の測定

- ① ノギスで砥石径を測定する。
- ② ブロックゲージを組み立てる。
 - ・ ノギスで測定した砥石径の1/2の長さと同様長さのブロックゲージを組み立てる。

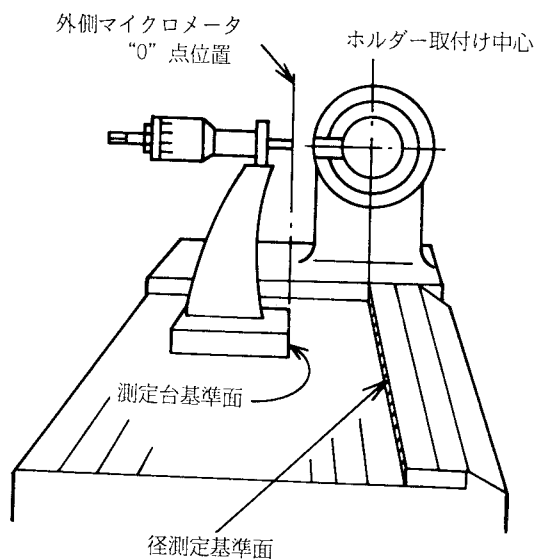


図 1-15

- ③ 外側マイクロメータで砥石径を測定する。
 - a. 径測定基準面と測定台との間にブロックゲージをはさむ。
 - b. 砥石側面に外側マイクロメータをあて、測定値を読み取る。
 - ・ 砥石径 = $2 \times \{(\text{ブロックゲージ長}) \pm (\text{測定値})\}$

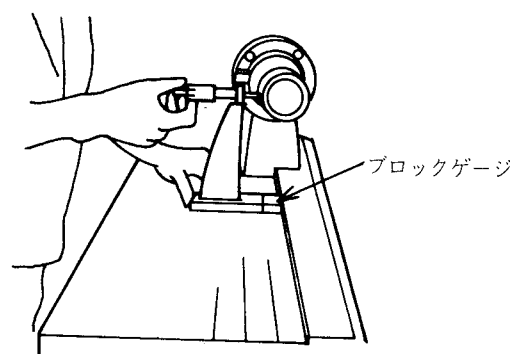


図 1-16

- ④ クランプハンドルを左にまわし、砥石を取り外す。

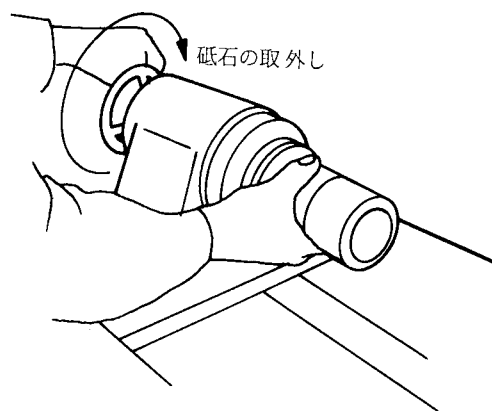


図 1-17

4. ストレート形砥石の取付け・取外し

- ・ 3. (1) ~ (6) と同じ要領で行う。

5. バイスの取付け・取外し

(1) 各部の清掃

- ・ バイスおよびパレットの取付け部を
ウエスで清掃する。
- ・ キズやカエリがあれば油砥石で取り除く。

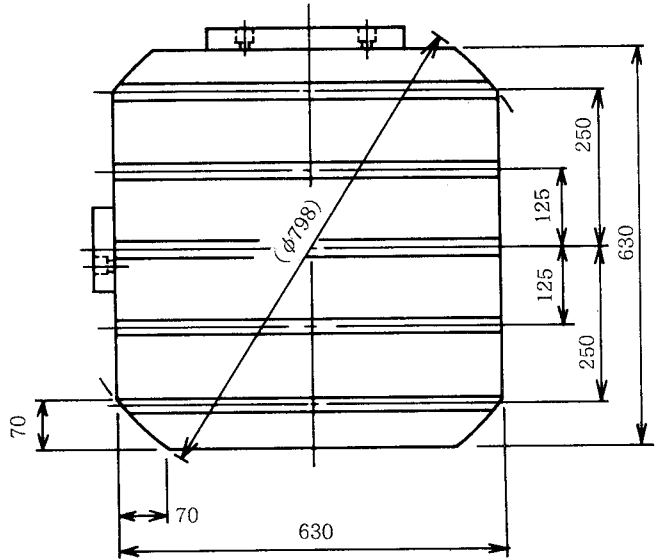


図 1-18 パレット各部の寸法

(2) バイスの取付け

- ① バイスの仮締めをする。
 - ・ パレットのほぼ中央にバイスを乗せ、スパナで仮締めする。

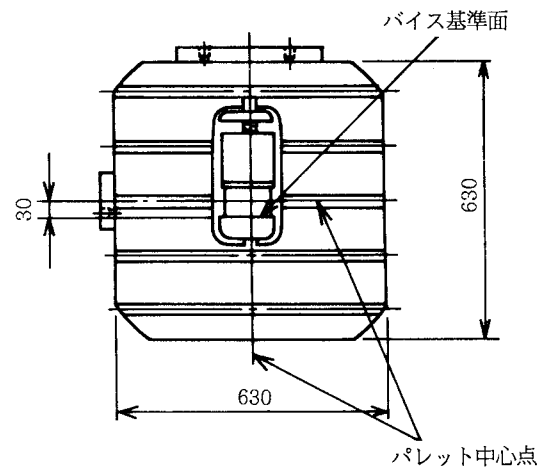


図 1-19

- ② バイスの取付け位置を調整する。
 - a. スケールでバイスの位置を確認する。
 - b. プラスチックハンマでバイスをたたきながら、パレット中央にバイスを位置決めする。
- ③ バイスの本締めをする。
 - ・ スパナでTボルトをしっかり締め付ける。

(3) バイスの取外し

- ① 締め付けボルトをゆるめる。
 - ・ スパナでバイス両側のTボルトをゆるめる。
- ② バイスを取り外す。
 - a. バイスをパレットの端に滑らせながらよせる。
 - b. バイスを持ち上げ保管場所に保管する。

(安全) 重量物の運搬注意

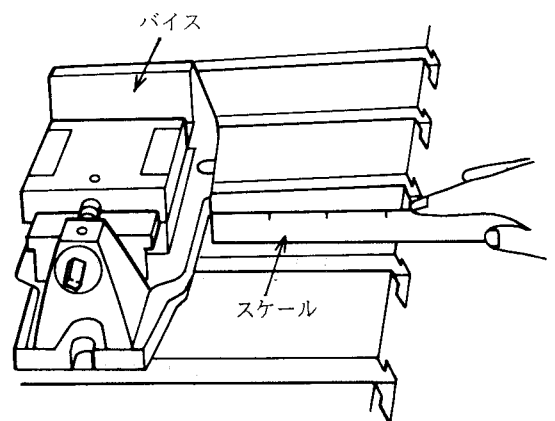


図 1-20

6. 機械の起動・停止

(1) 機械の起動

- ① 機械本体の主電源スイッチを“ON”にする。
 - ・ 主電源確認ランプが点灯することを確認する。
- ② CRT 操作盤の電源を“ON”にする。
 - a. CRT 操作画面の POWER ON スイッチを押す。
 - b. CRT 上に位置表示画面が表示されると、機械の操作ができるようになる。
 - c. 主操作盤の非常停止ボタンを押すと、機械のすべての動作が停止する。

[非常停止ボタンが押されたときの機械の状態]

- ・ 各軸の送りは瞬時に停止する。
- ・ 回転中の主軸は瞬時に停止する。
- ・ 主軸がアンクランプのときはクランプ状態になる。
- ・ 主軸がオリエンテーション中のときは、オリエンテーションが解除される。
- ・ ATC が動作中のときは、動作の途中で停止する。
- ・ パレット交換中のときは、動作の途中で停止する。
- ・ NC 装置はリセット状態になる。

(2) 機械の停止

- ・ CRT 操作盤の POWER OFF スイッチを押し、機械本体の主電源スイッチを“OFF”にする。

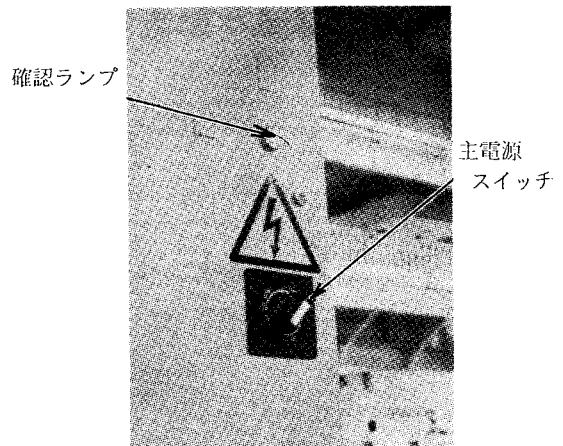


図 1-21 主電源スイッチ

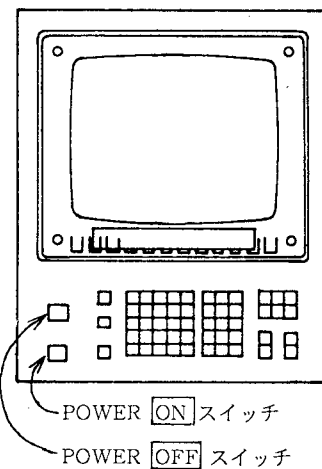


図 1-22 CRT 操作盤

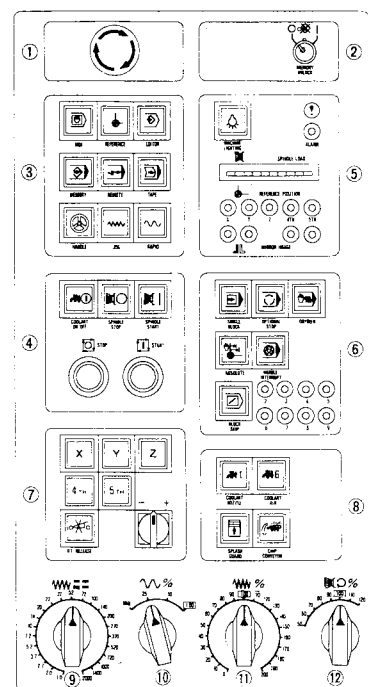
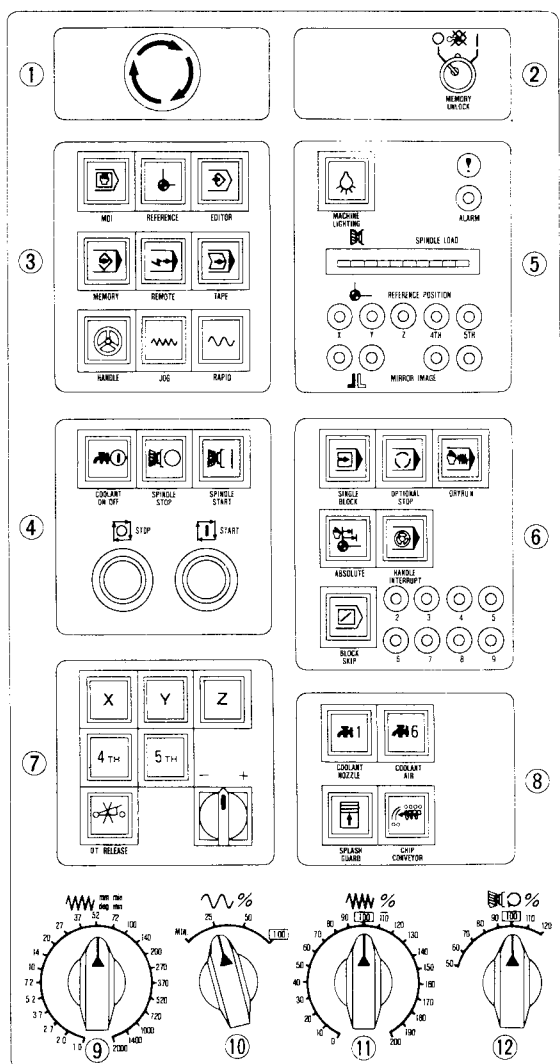


図 1-23 主操作盤

7. 主操作盤による手動送り



- ① 非常停止ボタン
- ② メモリ・プロテクト解除スイッチ
- ③ 運転モード選択スイッチ
- ④ 起動・停止スイッチ
- ⑤ 機械状態表示
- ⑥ NC機能スイッチおよび表示
- ⑦ JOGスイッチ
- ⑧ クーラント関係スイッチ
- ⑨ 速度設定スイッチ
- ⑩ 早送り速度オーバーライド設定スイッチ
- ⑪ 切削送り速度オーバーライド設定スイッチ
- ⑫ 主軸回転数オーバーライド設定スイッチ

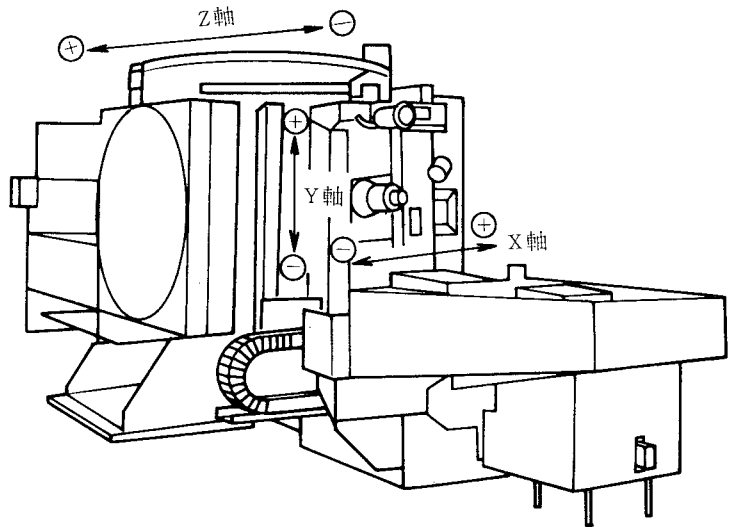
図 1-24 主操作盤の各部の名称

(1) X軸の手動送り

- ① 手動切削送りモードを選択する。
 - ・ 運転モード選択スイッチの「手動切削送りモード」のボタンを押す。
- ② 送り速度を設定する。
 - ・ 速度設定スイッチで、送り速度を300mm/minにする。
- ③ X軸を選択する。
 - ・ JOGスイッチで **X** ボタンを押してX軸を選択する。
- ④ パレットを手動送りする。
 - ・ 送りスイッチ“+”側
 - ：パレットは右方向に移動する。
 - ・ 送りスイッチ中央
 - ：パレットは停止する。
 - ・ 送りスイッチ“-”側
 - ：パレットは左方向に移動する。

[安全]

- ・ 送り動作は、障害物のないことを確認して行う。
- ・ ストロークエンドを超えない範囲で送り動作を行う。



X軸送り方向：パレットの左右方向
 Y軸送り方向：パレットの前後方向
 Z軸送り方向：主軸頭の上下方向

図 1-25 X,Y,Z軸の送り方向

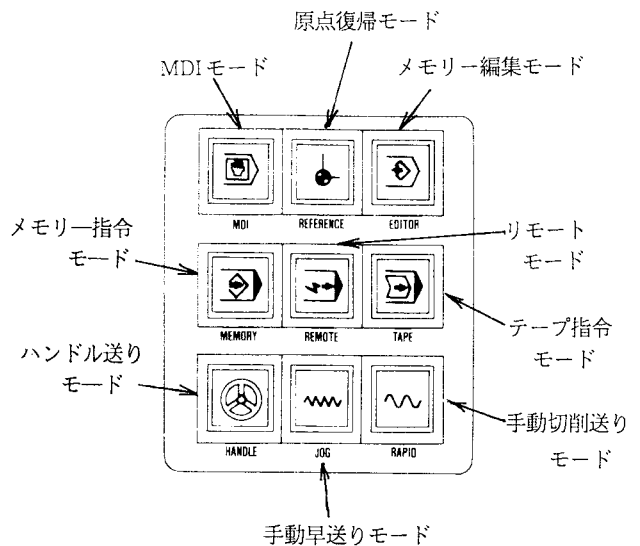


図 1-26 運転モード選択スイッチ

(2) Y軸の手動送り

- ① Y軸を選択する。
 - ・ JOGスイッチで **Y** ボタンを押してY軸を選択する。
- ② 主軸頭を手動送りする。
 - ・ 送りスイッチを“+”側、または“-”側にして、主軸頭を上下に移動させる。

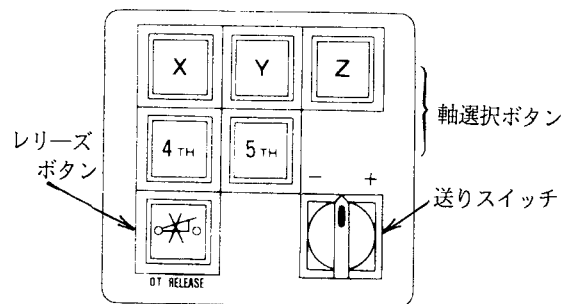


図 1-27 JOGスイッチ

(3) Z軸の手動送り

- ① Z軸を選択する。
 - ・ JOGスイッチで、**Z** ボタンを押してZ軸を選択する。
- ③ パレットを手動送りする。
 - ・ 送りスイッチを“+”側、または“-”側にして、パレットを前後に移動させる。

8. 手動パルス発生ダイヤルによる手動送り

(1) X軸の手動送り

- ① ハンドル送りモードを選択する。
 - ・ 運転モード選択スイッチの「ハンドル送りモード」のボタンを押す。
- ② 送り量を設定する。
 - ・ 送り量設定スイッチを“0.02”側にする。
 - ・ “0.02”側：1パルス0.02mmの移動
 - ・ “0.002”側：1パルス0.002mmの移動
- ③ X軸を選択する。
 - ・ 軸選択スイッチで、**X** を選択する。
- ④ パレットを手動送りする。
 - ・ 手動パルス発生ダイヤルを“右”または“左”にゆっくりまわす。
 - ・ 右にまわす：パレットは右方向に移動する。
 - ・ 左にまわす：パレットは左方向に移動する。

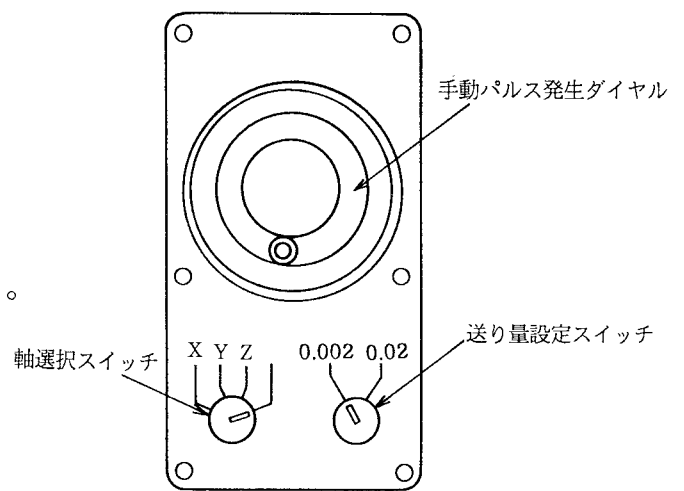


図 1-28 手動パルス発生器

(2) Y軸の手動送り

- ① Y軸を選択する。
 - ・ 手動パルス発生器の軸選択スイッチで **Y** を選択する。
- ② 主軸頭を手動送りする。
 - ・ 手動パルス発生ダイヤルを“右”または“左”にゆっくりまわして主軸頭を上下させる。



図 1-29

(3) Z軸の手動送り

- ① Z軸を選択する。

- ・ 手動パルス発生器の軸の選択スイッチで、
Z を選択する。
- ② パレットを手動送りする。
 - ・ 手動パルス発生ダイヤルを“右”または“左”にゆっくりまわして、パレットを前後に移動させる。

9. 手動原点復帰

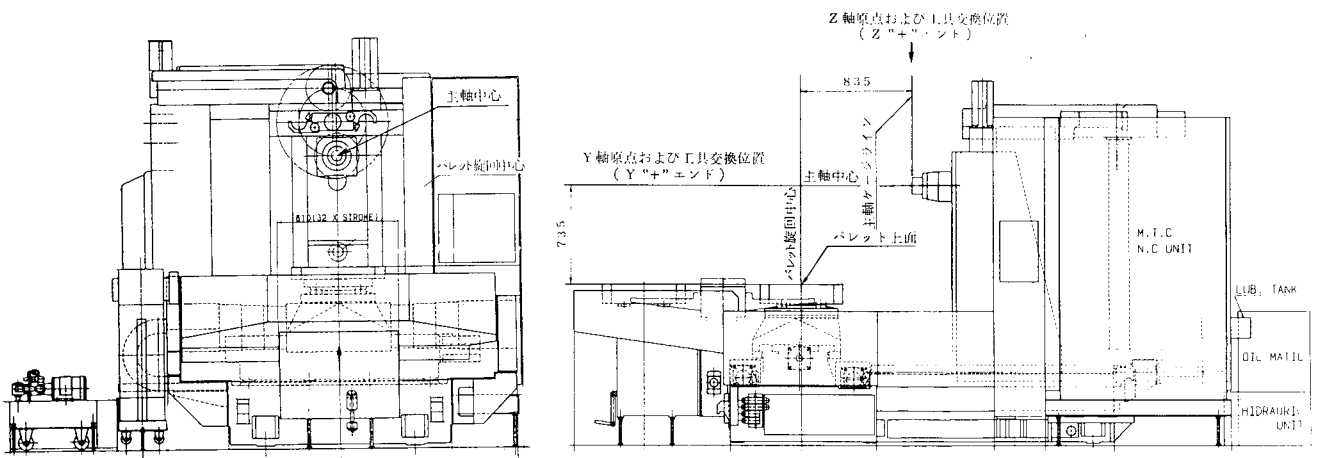


図 1-30 機械原点位置

- ・ 電源投入時は、必ず各軸を手動原点復帰させる。
- ・ 原点復帰は、各軸を機械原点より -40mm (B軸は -5°) 以上離して行う。
- ・ 原点復帰は、Z軸,Y軸,Z軸 (B軸) の順序で行う。

(1) Z軸の原点復帰

- ① パレット現在位置を確認する。
 - ・ パレットはZ軸原点位置よりも“ $-$ ”方向に 40mm 以上離れていること。
- ② 原点復帰モードを選択する。
 - ・ 運転モード選択スイッチの「原点復帰モード」のボタンを押す。
- ③ Z軸を選択する。
 - ・ JOGスイッチで Z ボタンを押す。
- ④ 早送りオーバーライドを設定する。
 - ・ 早送りオーバーライド設定スイッチで、早送りオーバーライドを25%に合せる。

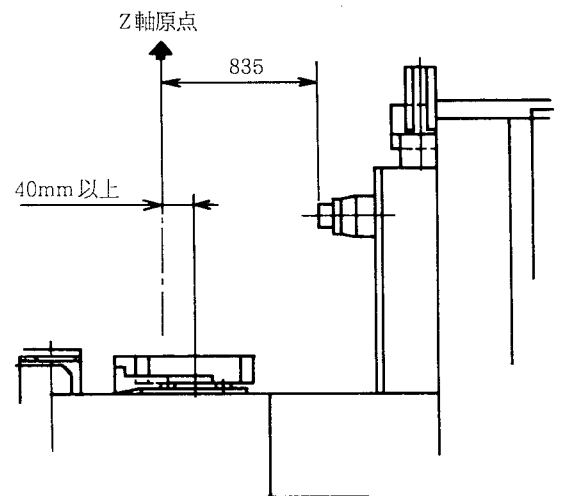


図 1-31

⑤ 原点復帰させる。

- ・ JOGスイッチの送りスイッチを“+”側にする。
- ・ 原点復帰が完了すると機械状態表示の“Z” LEDランプが点灯する。
- ・ 原点復帰後は、送りスイッチを“0”位置にもどす。

(2) Y軸の原点復帰

- ・ 主軸中心がY軸原点位置よりも“－”方向に40mm以上離れていることを確認し、(1)と同じ手順でY軸を原点復帰させる。

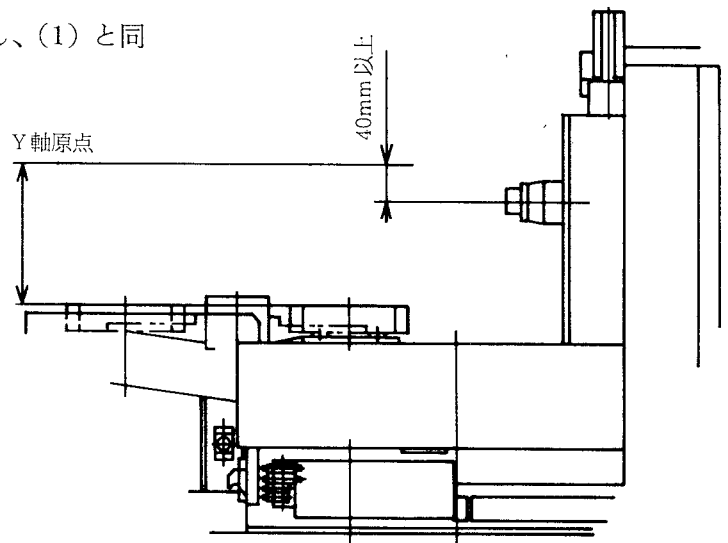


図 1-32

(3) X軸の原点復帰

- ・ パレットがX軸原点よりも“－”方向に40mm以上離れていることを確認し、(1)と同じ要領でX軸を原点復帰させる。

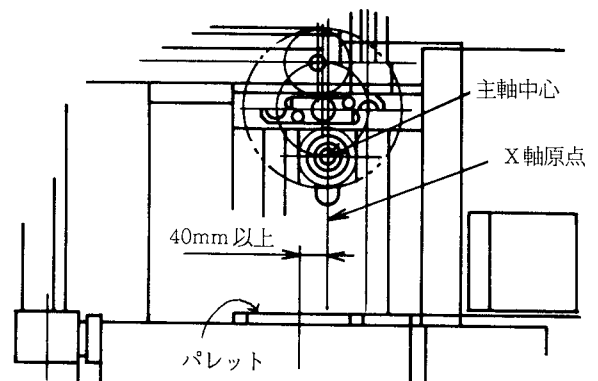


図 1-33

(4) B軸の原点復帰

- ・パレットがB軸原点よりも“－”方向に5°以上離れていることを確認し、(1)と同じ要領でB軸を原点復帰させる。
- ・原点復帰完了後は運転モード選択スイッチを「原点復帰モード」以外のモードに切り換える。

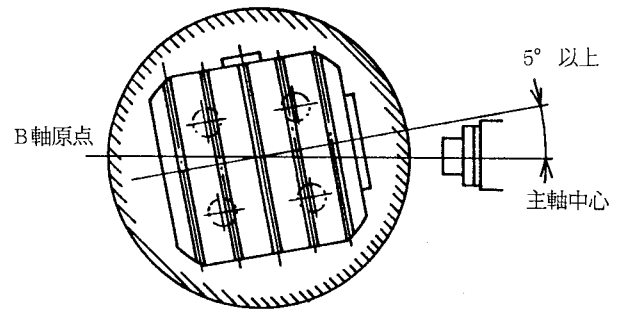


図 1-34 B軸原点

10. 主軸回転の起動・停止

(1) 主軸回転数の変換

- ① MDIモードを選択する。
 - ・運転モード選択スイッチの「MDIモード」のボタンを押す。
- ② NC画面を呼び出す。
 - a. CRT操作盤の「NC/PC切換え」キーを押し、NC画面を呼び出す。
 - b. 機能選択キーの「プログラム」キーを押し、パートプログラムの入力画面を呼び出す。
 - ・NC画面：各軸の送り、主軸の起動・停止、パレットチェンジなどの指令をプログラムする画面。
 - ・PC画面：ATC、研削液のリモコンノズルなどの指令をプログラムする画面。
- ③ 主軸回転数を入力する。
 - a. S4桁コードで主軸回転数を、CRT操作盤のアドレスキー、数値キーから入力する。

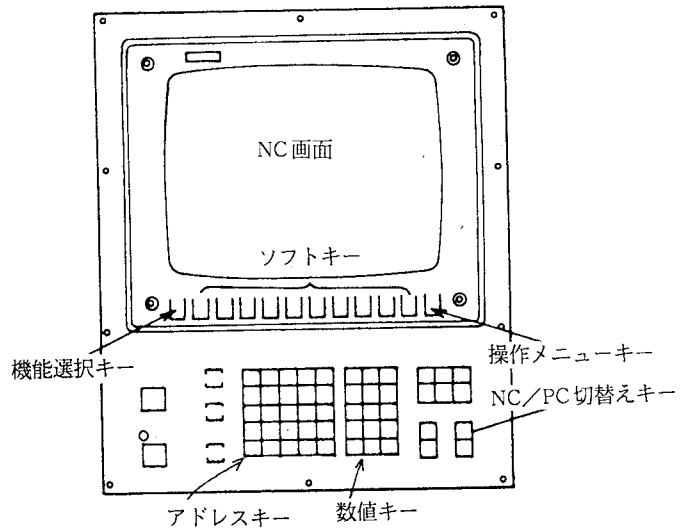


図 1-35 CRT操作盤

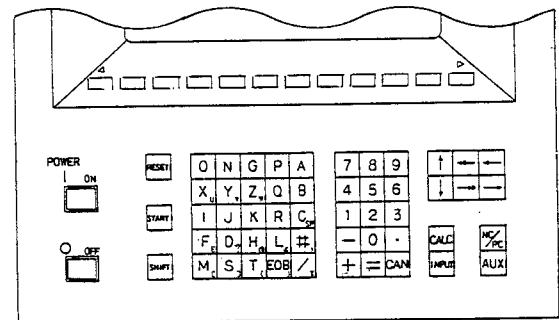
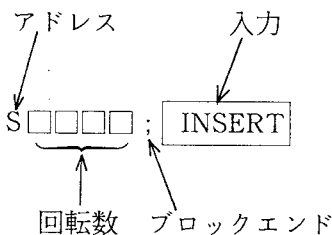


図 1-36



- ・主軸回転数は、10～4000rpmの範囲で入力する。

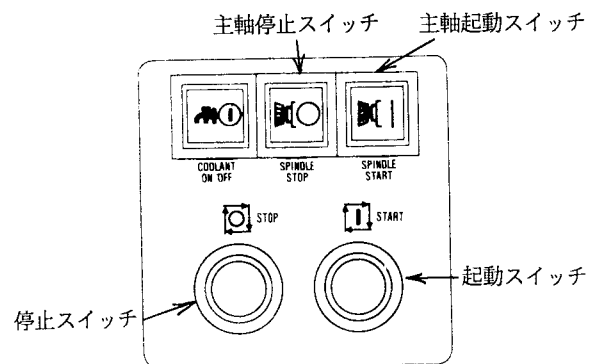


図 1-37 起動・停止スイッチ

b. 起動・停止スイッチの「起動スイッチ」のボタンを押す。

・ a. で入力したS指令が実行される。

(2) 主軸回転の起動

① 主軸を起動する。

・ 起動・停止スイッチの「主軸起動スイッチ」のボタンを押す。

・ 主軸が正回転する。

② 主軸回転数の確認

・ PC画面を呼び出し、主軸回転数を確認する。

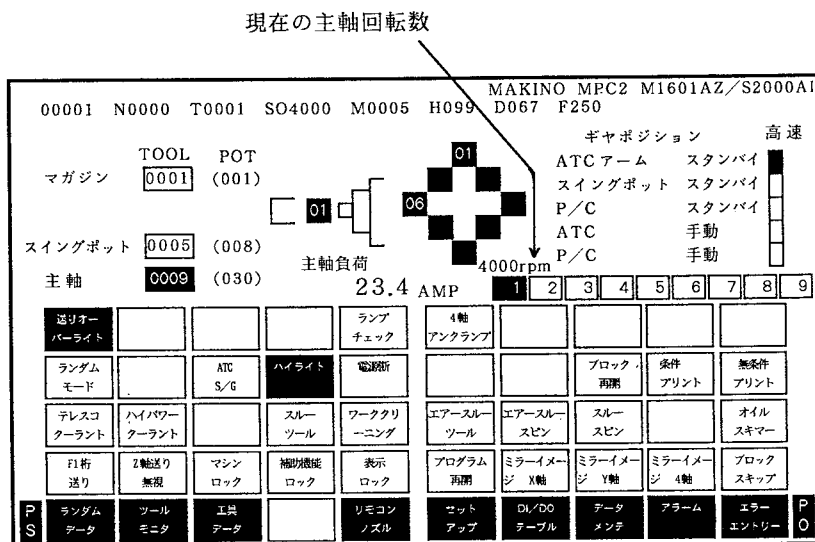


図 1-38 PC画面

(3) 主軸回転の停止

・ 起動・停止スイッチの「主軸停止」のボタンを押して、主軸の回転を停止させる。

[(1) ~ (3) の要領で主軸回転の起動・停止を繰り返す。]

11.パレットの旋回・交換

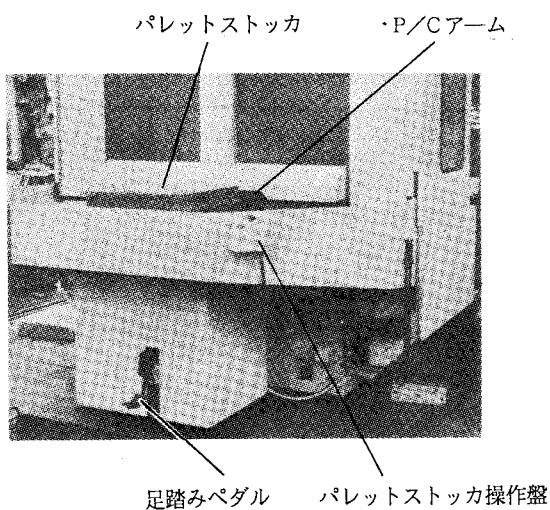


図 1-39 パレットチェンジャー

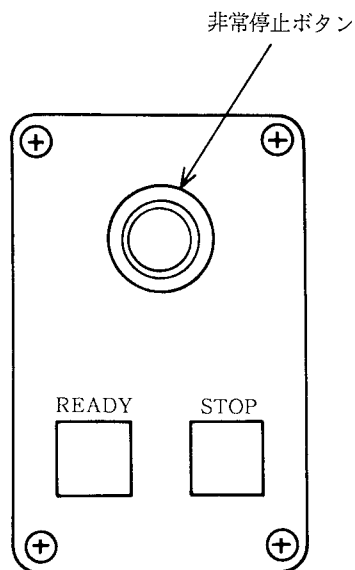


図 1-40 パレットストック操作盤

(1) パレットの手動旋回

- ① 手動旋回の準備をする。
 - ・ パレットストッカ操作盤の「READY」ボタンを押す。
- ② パレットを旋回する。
 - ・ 足踏みペダルを押しながらパレットを旋回させる。
- ③ パレットの0位置を確認する。
 - ・ パレットの指標とストッカベースの指標が一致していることを確認する。
- ④ 手動旋回を完了する。
 - ・ パレットストッカの操作盤の「STOP」ボタンを押す。

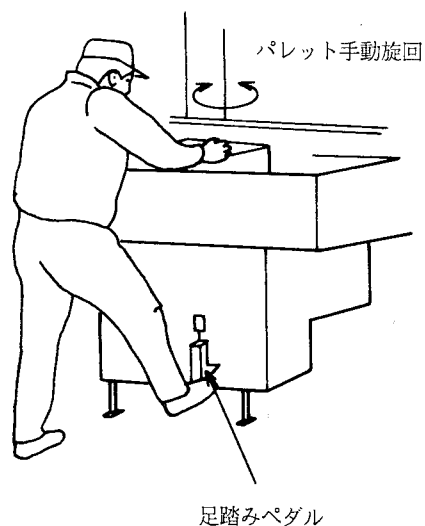
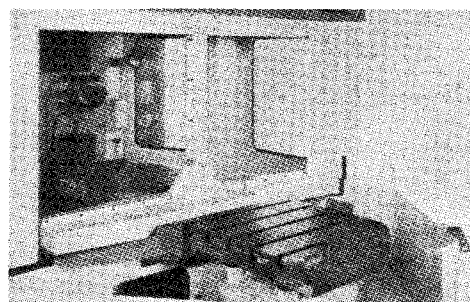


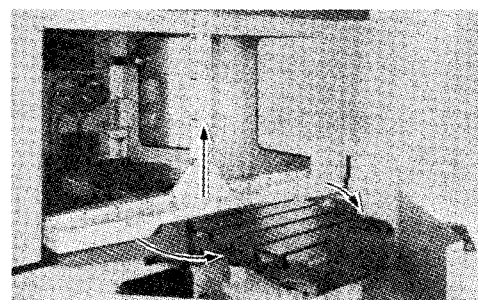
図 1-41

(2) パレットの交換

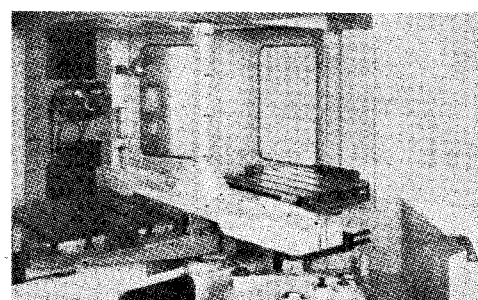
- ① パレットの交換の準備をする
 - a. X軸,Z軸,B軸が原点位置にあることを確認する。
 - b. パレットストッカ側のパレットが0°位置にあることを確認する。
 - c. パレットストッカ操作盤の「READY」ボタンが点灯していることを確認する。
- ② パレットを交換する。
 - a. 運転モード選択スイッチで「MDIモード」を選択する。
 - b. CRT操作盤でNC画面を呼び出す。
 - c. パレット交換指令を入力する。



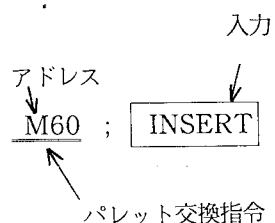
a. スタンバイ



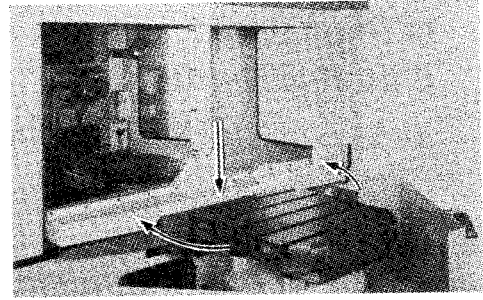
b. アーム閉リフト



c. 回転



- d. 起動・停止スイッチの「起動スイッチ」でc.の指令を実行する。



d. ダウンアーム開

図 1-42 パレットの交換動作

12. 研削液の吐出・停止

(1) 研削液の吐出

- ・ 起動・停止スイッチの「クーラントノズルスイッチ」のボタンを押して、研削液を吐出させる。

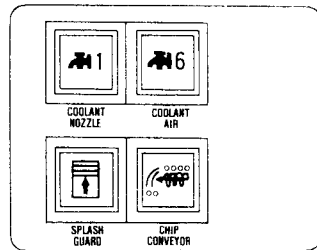


図 1-43

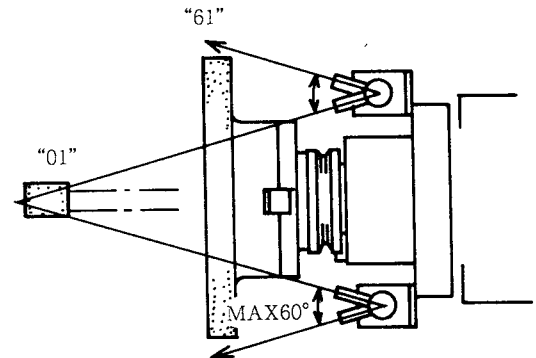


図 1-44

(2) 研削液の吐出角度の調整

- ① MDIモードを選択する。
- ② PC画面を呼び出す。
- ③ リモコンノズル画面を呼び出す。
 - ・ PCメニューキーの「リモコンノズル」の下にあるソフトキーを押す。
- ④ 吐出角度を調整する。
 - ・ CRT操作盤の「カーソル移動キー」を押し、吐出角度を変更する。
 - ・ 吐出角度はリモコンノズル画面で01~61の1°単位で表示される。

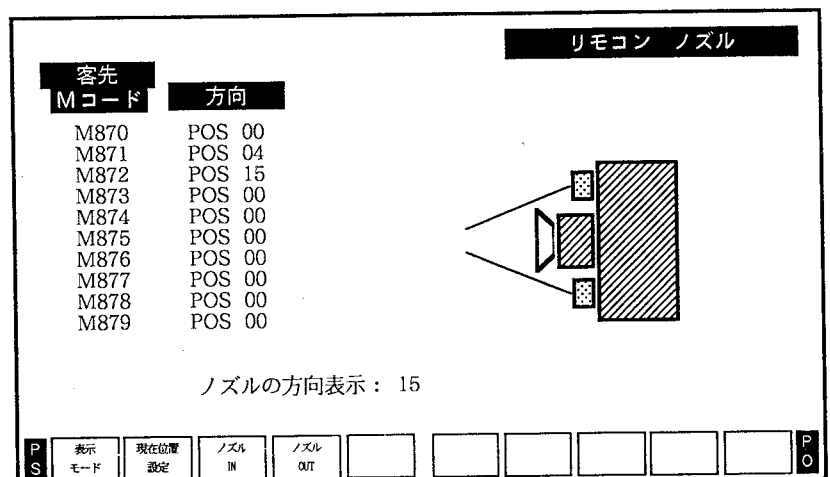


図 1-45

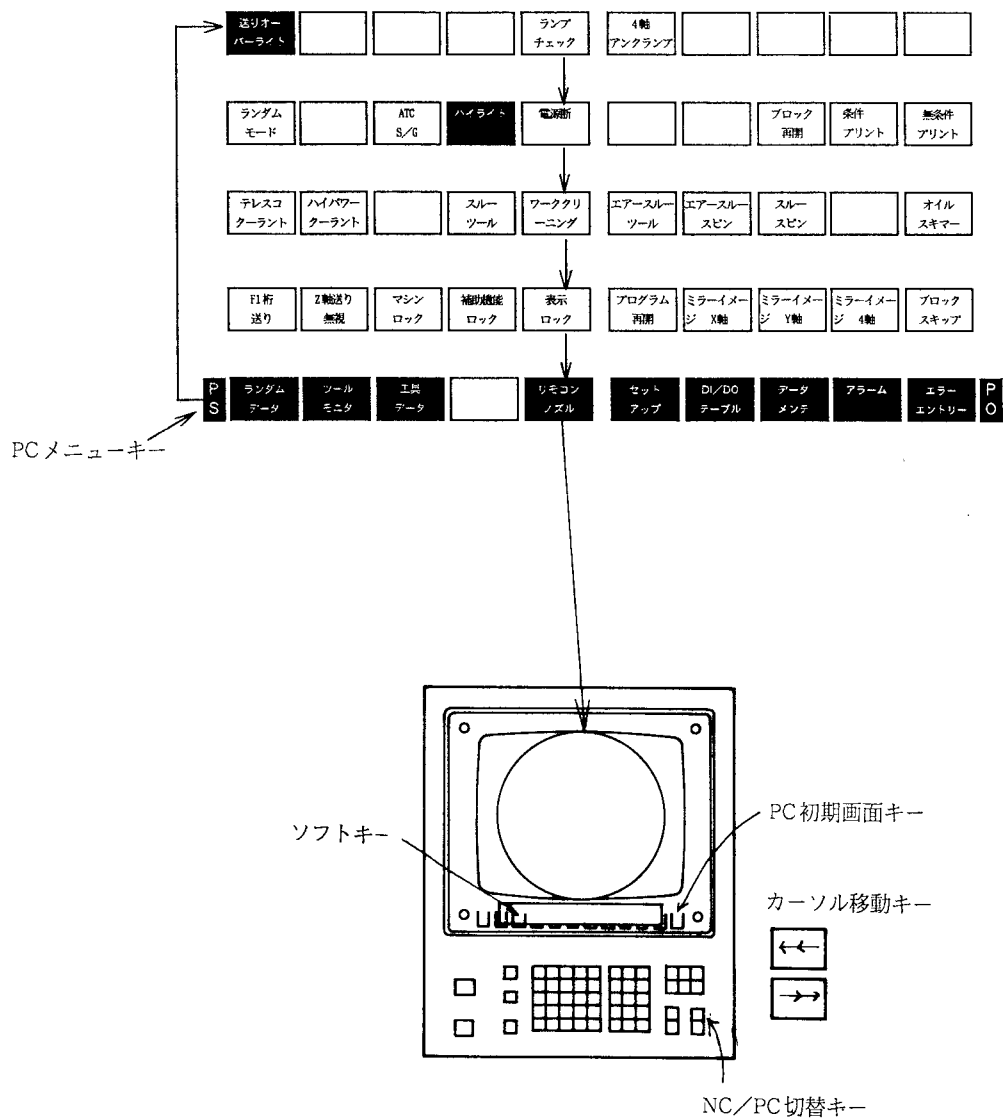


図 1-46

(3) 研削液の停止

- ・ 起動・停止スイッチの「クーラントノズルスイッチ」のボタンを再度押して研削液を停止させる。

13. 砥石ホルダの取付け・取外し

(1) 砥石ホルダの主軸への取付け

- ① 運転モード選択スイッチの「手動切削送りモード」を選択する。
 - ・ 主軸は完全に停止していることを確認して行う。
- ② 砥石ホルダを主軸に挿入する。
 - a. 取付け部をウェスできれいに清掃する。
 - b. 砥石ホルダを手でしっかりと支えながら、ドライブキーの位置に合わせて主軸に挿入する。
- ③ 砥石ホルダをクランプする。
 - ・ 砥石ホルダを手で支えながら、副操作盤の「工具クランプスイッチ」を1秒以上押す。
 - ・ 砥石ホルダがクランプされるとLEDランプが消灯する。

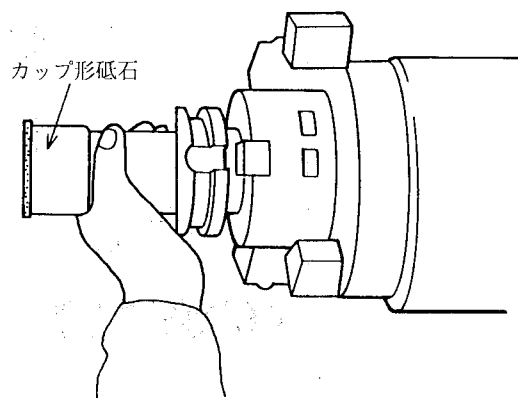


図 1-47

(2) 砥石ホルダの主軸からの取外し

- ① 砥石ホルダのクランプを解除する。
 - ・ 砥石ホルダを手でしっかりと支えながら、副操作盤の「工具アンクランプスイッチ」を1秒以上押す。
 - ・ 砥石ホルダを落とさないように十分に注意する。
 - ・ 砥石ホルダのクランプが解除されるとLEDランプが点灯する。
- ② 砥石ホルダを取り外す。

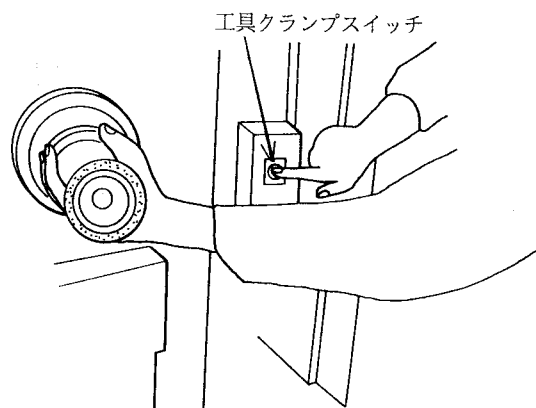


図 1-48

14. 砥石ホルダのマガジンへの収納・取外し

(1) マガジンへの収納

- ① ATC操作盤の「操作盤有効・無効ボタン」を押す。
 - ・有効：手動運転を行う場合
 - ・無効：自動運転を行う場合
- ② カートリッジを呼び出す。
 - ・ATC操作盤の「マガジン回転 (CW) ボタン」または「マガジン回転 (CCW) ボタン」を押し、砥石ホルダーを収納するカートリッジを交換位置に移動する。

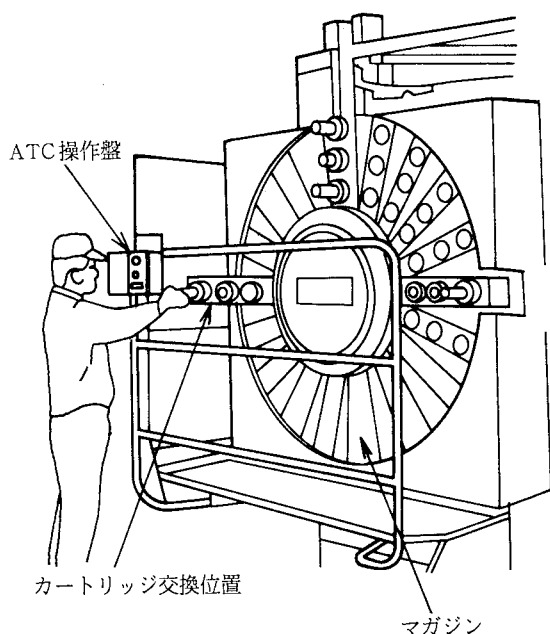


図 1-49

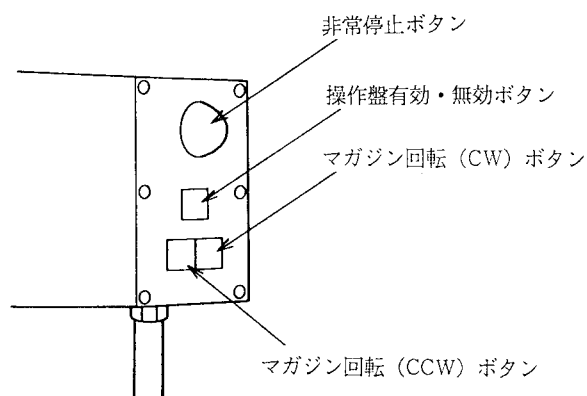


図 1-50

- ③ カートリッジガイドを引き出す。
 - ・グリップを手で握りカートリッジガイドをマガジンから引き出す。

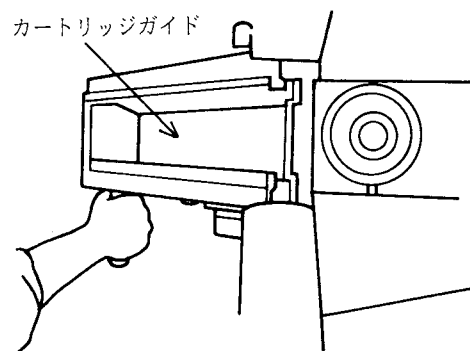


図 1-51

- ④ カートリッジガイドをロックする。
- ・ ガイドロックピンをカートリッジガイドに差し込み、カートリッジガイドをロックする。

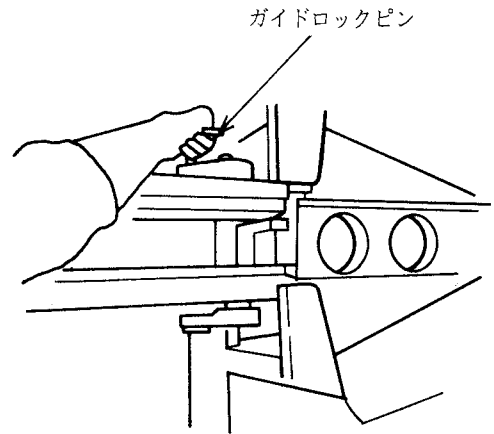


図 1-52

- ⑤ カートリッジを引き出す。
- ・ カートリッジのポットを手で握り、カートリッジをカートリッジガイドに引き出す。

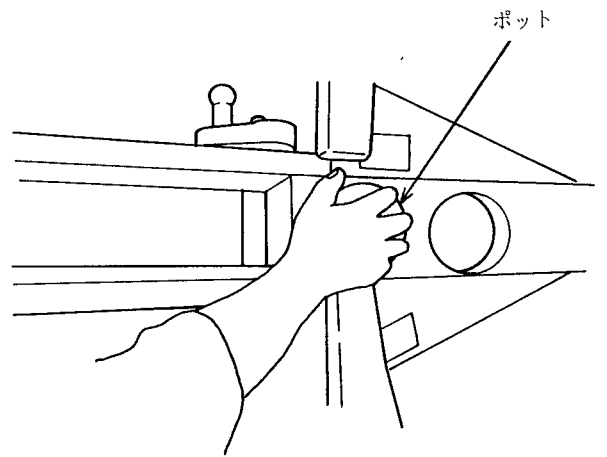


図 1-53

- ⑥ ポットに砥石ホルダを収納する。
- ・ 指定番号のポットに砥石ホルダを、“カチッ”と音がするまで両手で強く押し込む。

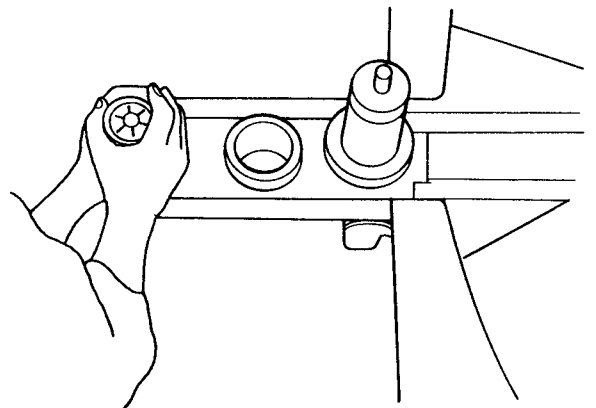


図 1-54

- ⑦ カートリッジガイドをもとにもどす。
 - a. カートリッジをマガジンに押しもどす。
 - b. ガイドロックピンを引き出す。
 - c. カートリッジガイドをマガジンに押しもどす。

[②～⑦を繰り返し、次の砥石ホルダーを
指定のポットに収納する。]

- ⑧ ATC操作盤を無効にする。
 - ・ ATC操作盤の「操作盤有効・無効ボタン」を押して、ATC操作盤を無効にする。

(2) 砥石ホルダーの取外し

- ① ATC操作盤を有効にする。
- ② 取り外す砥石ホルダのカートリッジを呼び出す。
- ③ カートリッジガイドを引き出す。
- ④ カートリッジガイドをロックする。
- ⑤ カートリッジを引き出す。
- ⑥ 砥石ホルダを取り外す。
 - ・ 脱着レバーをポットと砥石ホルダーの間に差し込み、レバーを押し、砥石ホルダをポットから取り外す。
- ⑦ カートリッジガイドをもとにもどす。

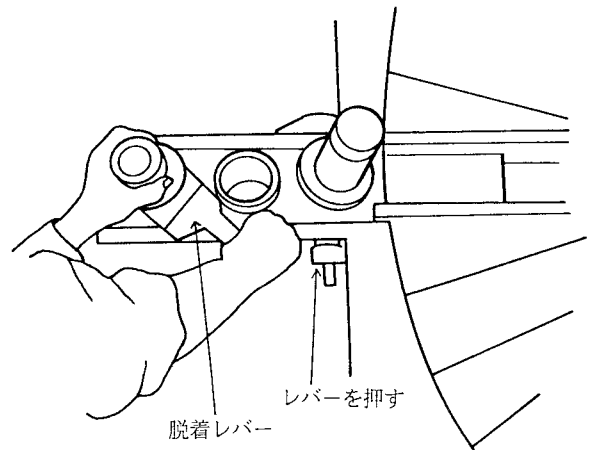


図 1-55

[①～⑦を繰り返し、次の砥石ホルダを
ポットから取り外す。]

- ⑧ ATC操作盤を有効にする。

15. 後始末

- ・ 機械・器工具の清掃と整理整頓をする。

II. 手動操作によるセラミックスの平面研削

材料 Al_2O_3

素材寸法 $60.5 \times 70.5 \times 100.5$

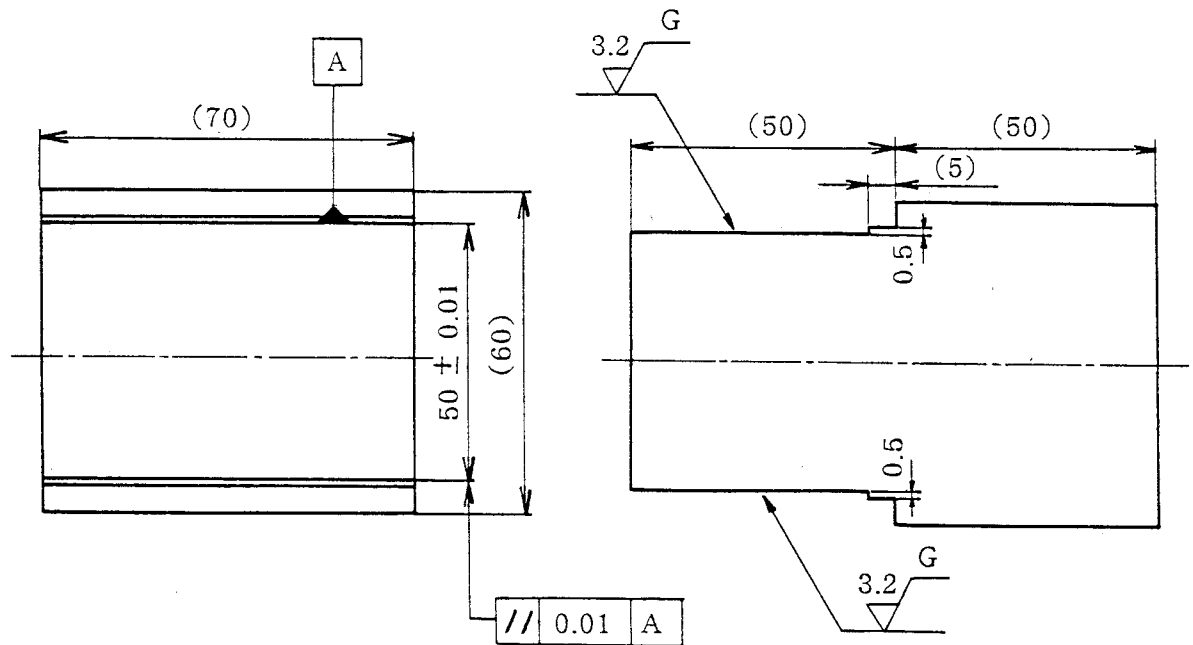


図1-2

ここでは2種類の鋳鉄ファイバボンド砥石を使って、セラミックスを手動操作で研削し、次のことを習得する。

1. ストレート形砥石によるセラミックスの平面研削
2. カップ形砥石によるセラミックスの側面研削

1. 作業手順の確認

・次の工程図で概略の作業手順を理解する。

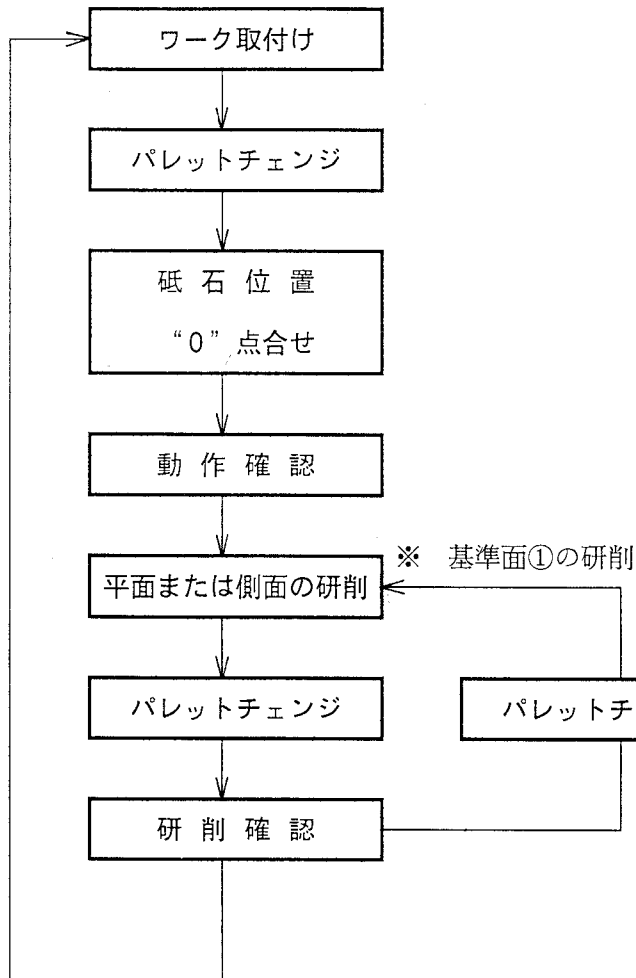


図 1-56

(注ア)①①' ②②' ③③' の順に、ストレート形砥石で六面の平面研削を行う。

(注イ)①①' の順に
ストレート形砥石で側面の荒研削、カップ形砥石で側面の仕上げ研削を行う。

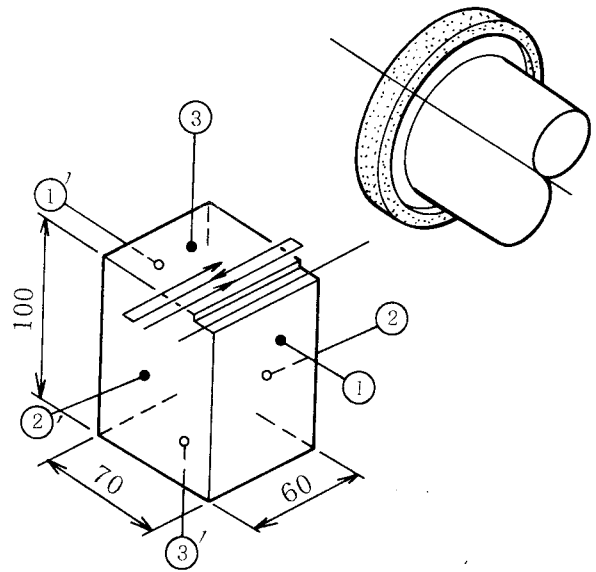


図 1-57 ストレート形砥石による六面の平面研削

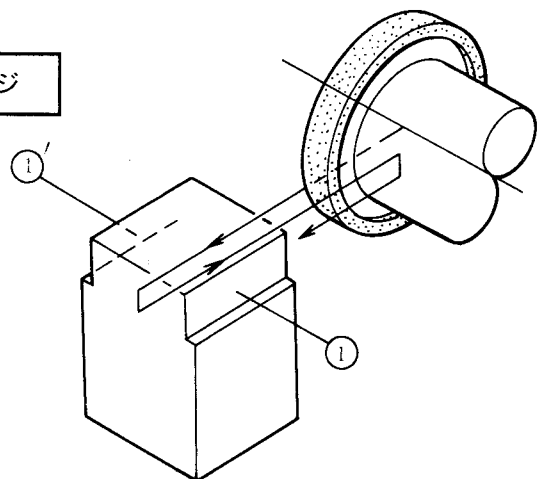


図 1-58 カップ形砥石による側面の荒研削

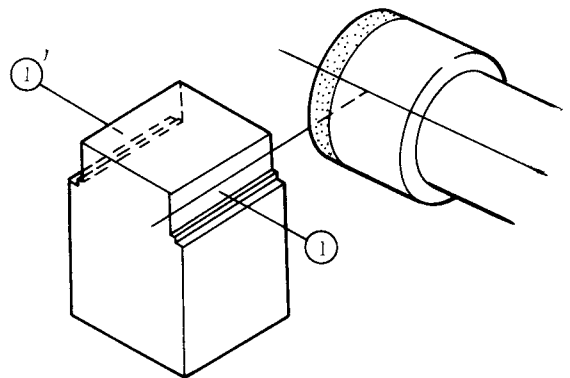


図 1-59 カップ形砥石による側面の仕上げ研削

2. 砥石の砥石ホルダへの取付けおよび砥石長・砥石径の測定

(1) ストート形砥石

・ 砥石長 : mm

・ 砥石径 : mm

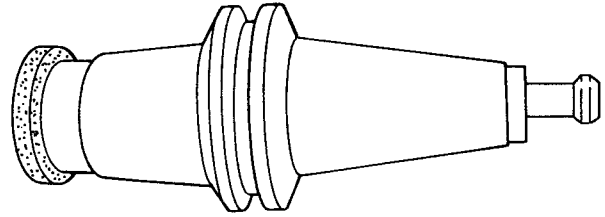


図 1-60 ストレー形砥石

(2) カップ形砥石

・ 砥石長 : mm

・ 砥石径 : mm

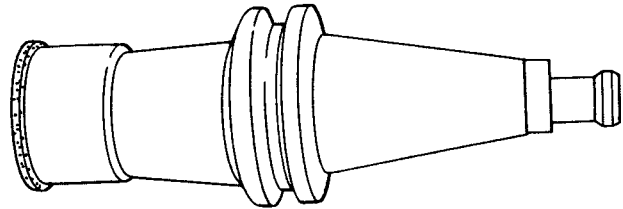


図 1-61 カップ形砥石

3. バイスの取付け

- ・ パレットのほぼ中央に、バイスをTボルトで締付ける。

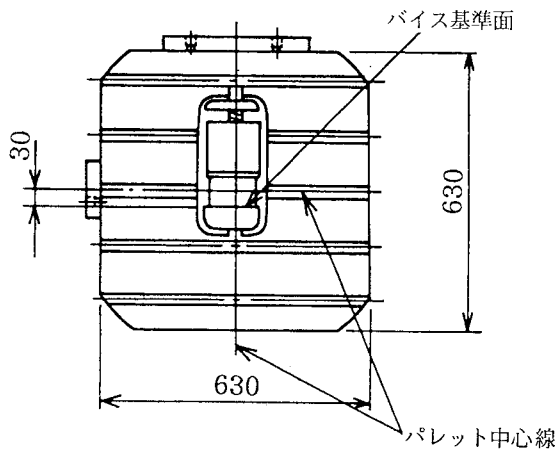


図 1-62

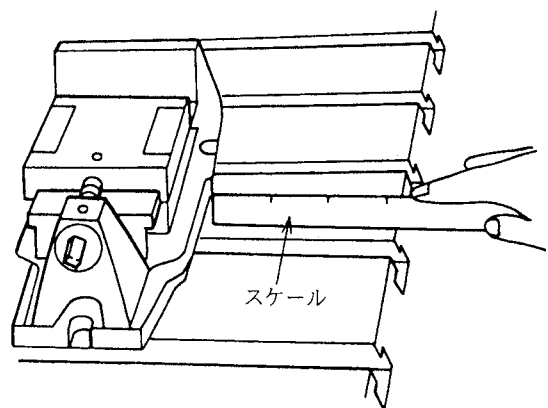


図 1-63

4. 機械の起動

(1) 機械本体の主電源スイッチを
“ON” にする。

(2) CRT 操作盤の電源を
“ON” にする。

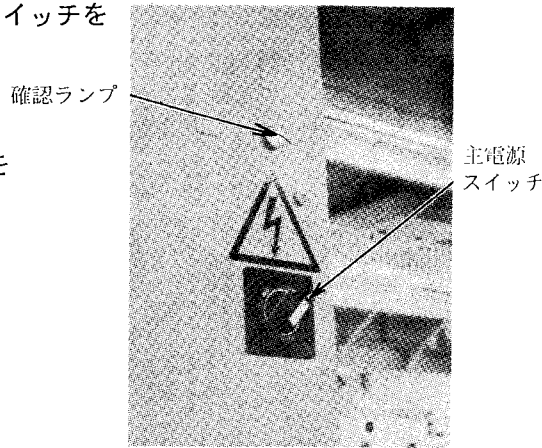


図 1-64 主電源スイッチ

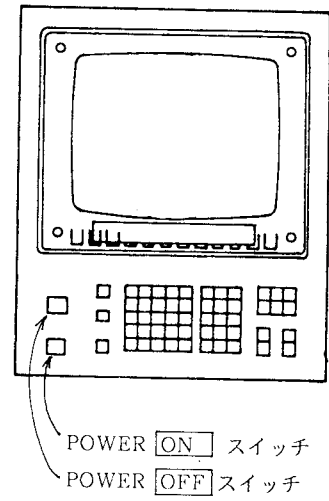


図 1-65 CRT 操作盤

5. 手動原点復帰

- ・ Z軸, Y軸, X軸, B軸の順に手動で原点復帰させる。
- ・ 原点位置:

Z軸: “+” ストロークエンド

Y軸: “+” ストロークエンド

X軸: ストローク中心

B軸: 0°

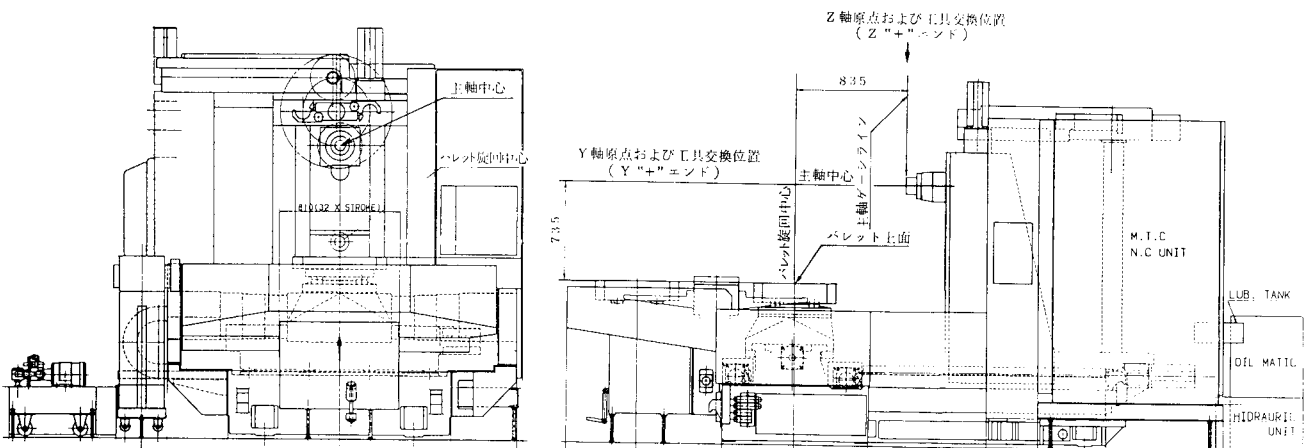


図 1-66 機械原点位置

6. 基準面（①面）の研削

- セラミックスは焼成時に大きく収縮する（寸法で15～20%）。したがって、セラミックスは焼成時のひずみを除去するために工作物面の研削を行う必要がある。

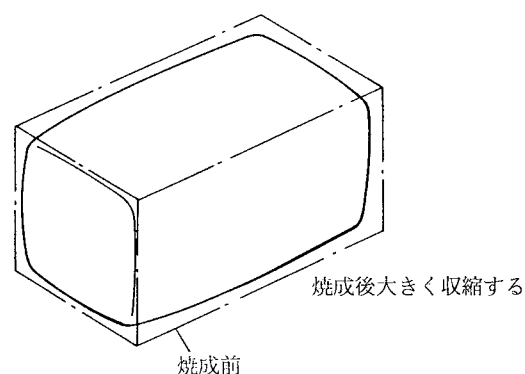


図 1-67 焼成後のセラミックス

(1) 工作物の取付け

- 各部を清掃する。
 - 工作物およびバイス取付け面をウェスで清掃する。
- 工作物をバイスに取り付ける。
 - バイス中央に、工作物を押えつけながらバイスを軽く締め付ける。
- 工作物取付け状態を調整する。
 - プラスチックハンマで工作物上面をたたき、工作物をバイス底面に密着させる。
 - セラミックスは割れやすいので金属のハンマは使用しない。
 - セラミックスの角部は欠けやすいので工作物の中央をたたくこと。

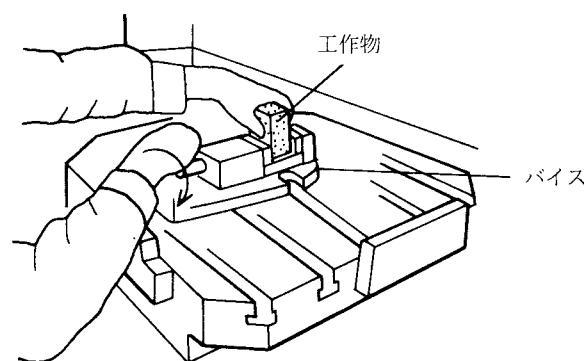


図 1-68

(2) パレットの交換

- MDIモードでM60 ; を入力し、パレットストッカ側のパレットを交換する。
- M60 : パレット交換指令

(3) 砥石の位置の“0”点合せ

- ① ストレート形砥石を主軸に取り付ける。
 - ・ 手動切削送りモードにし、副操作盤の「工具クランプスイッチ」を押して取り付ける。

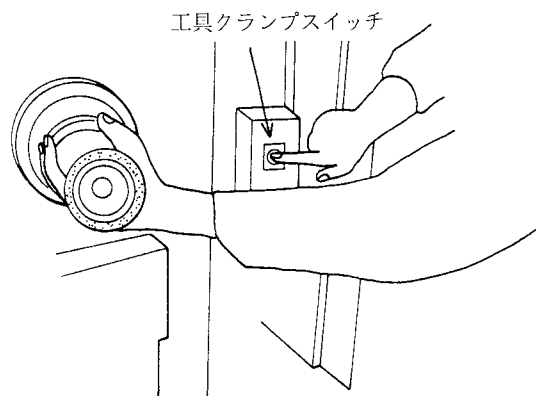


図 1-69

- ② 砥石最下端と工作物上面の相対位置を設定する (Y軸“0”点合せ)。

- a. 工作物上面の凹凸を確認する。
 - ・ ダイヤルゲージで工作物上面の最も高い位置を探し、そこに、マジックインクで印をつける。

最も高いところにマジックインキを塗る

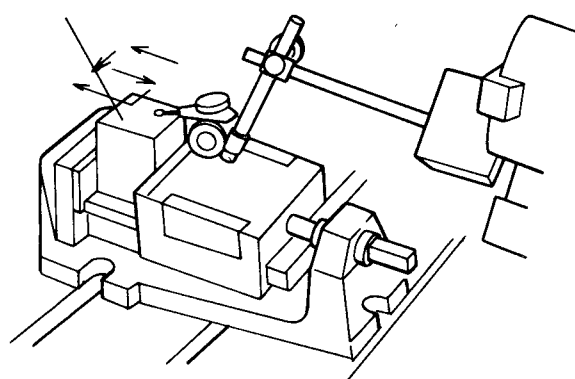


図 1-70

- b. 工作物に砥石端面を近づける。
 - ・ 手動パルス発生器による手動送りで、砥石端面をマジックインクで印をした部分に近づける。
- c. 百分紙で砥石と工作物間の距離を調整する。
 - ・ 砥石と工作物間に百分紙をはさみ、百分紙を出し入れしながら百分紙が砥石の抵抗によって抜けにくくなるまで、砥石端面を工作物上面に近づける。
 - ・ 手動パルス発生器のハンドル送りはゆっくりと注意深く行う。

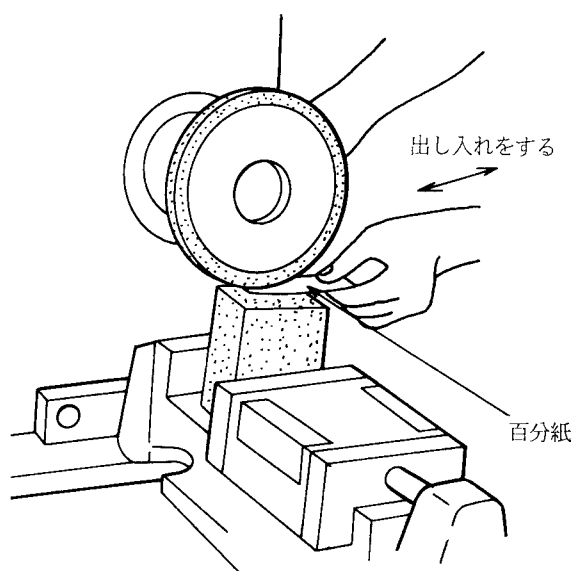
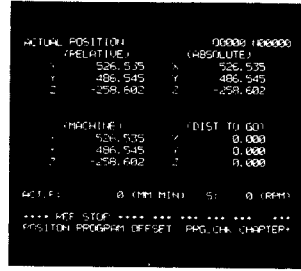
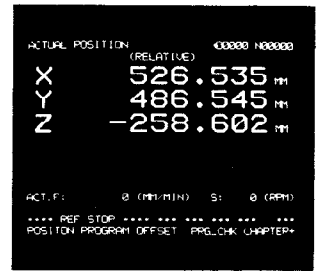


図 1-71

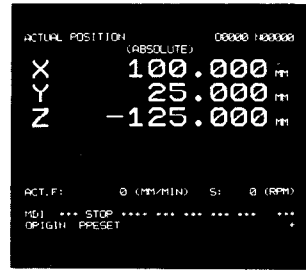
- d. CRT操作盤の相対座標系の現在位置表示を“0”にプリセットする。
- CRT操作盤をNC画面にし、機能選択キーを押す。
 - ソフトキーの「POSITION」キーを押す。
 - ソフトキーの「CHAPTER」キーを押す。
 - ソフトキーの「RELATIVE」キーを押し、CRTに相対座標系の現在位置表示画面を表示する。
 - 操作メニューキーを押し、ソフトキーを操作選択キーにする。
 - ソフトキーの「ORIGIN」キーを押す。



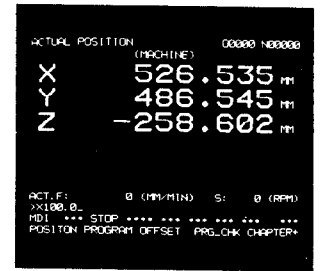
a. 総合位置表示



b. 相対位置表示



c. ワーク座標系での現在位置表示



d. 機械座標系での現在位置表示

図 1-72 現在位置表示画面

- e. 百分紙の厚さを補正する。
- 百分紙の厚さをマイクロメータで測定する。
 - ソフトキーの「PRESET」キーを押す。
 - Y軸の現在位置を百分紙の厚さ分だけ補正する。
- (例) 百分紙の厚さが0.05mmのとき。

Y0.05

をアドレスキー、数値キーから入力する。

- f. 砥石を工作物から逃がす。
- 手動パルス発生器で、砥石をY軸“+”方向に十分逃がす。

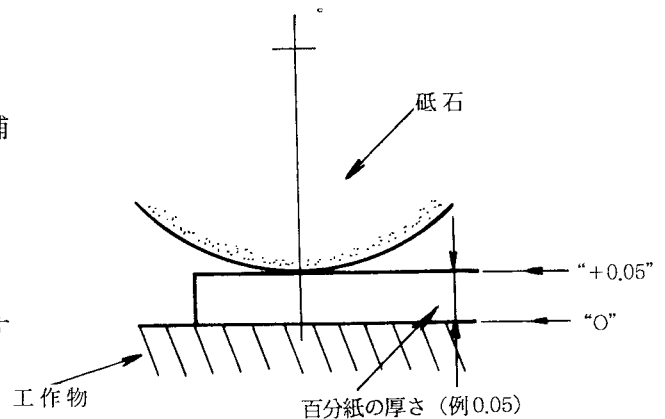


図 1-73

③ 砥石側面と工作物側面の相対位置を設定する。(Z軸“0”点合せ)

- a. 砥石側面を工作物側面に近づける。
 - ・ 手動パルス発生器による手動送りで、ゆっくり注意して行う。
- b. 百分紙で砥石側面と工作物側面の距離を調整する。
 - ・ 百分紙が抜けにくくなるまで注意して行う。

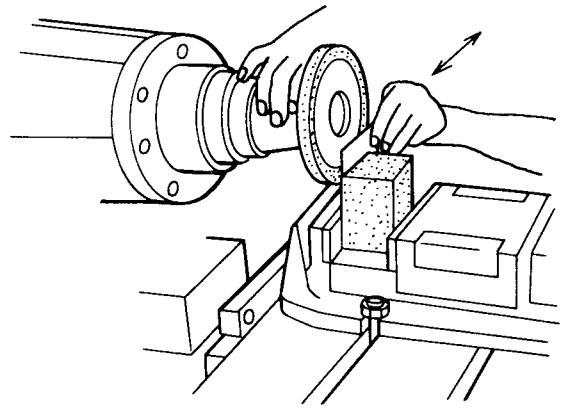


図 1-74

- c. 相対座標系のZ軸現在位置を“0”にプリセットする。
- d. 百分紙の厚さを補正する。
(例) 百分紙の厚さが0.5mmの場合
Z 0.5 を入力する。
- e. 砥石を工作物から逃がす。
 - ・ 手動パルス発生器で、砥石をZ軸“+”方向に十分逃がす。

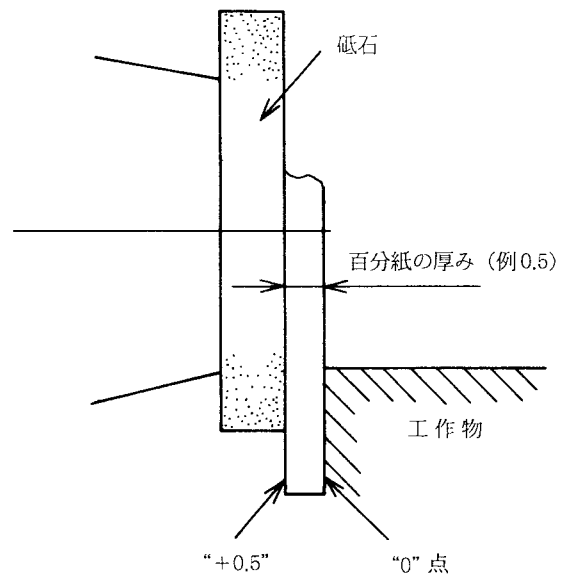


図 1-75

(4) 平面研削

① 研削開始点に砥石を位置決めする。

- ・ 手動パルス発生器による手動送りで行う。
- ・ 現在位置表示

Y軸： 0.000

Z軸： -8.000

X軸： 砥石端と工作物端の距離
約20mm

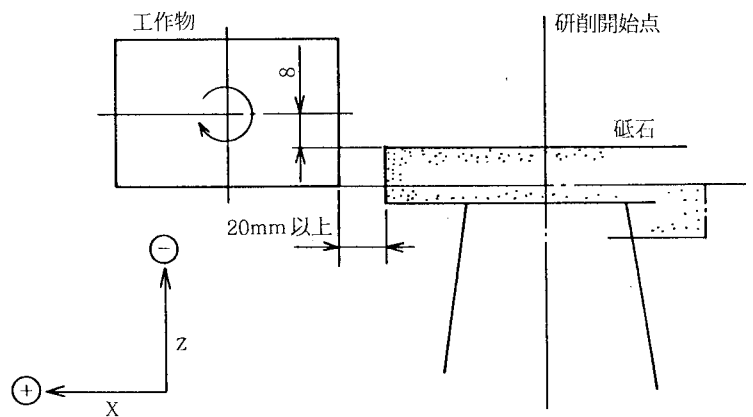


図 1-76

② 研削液を吐出する。

- ・ 起動・停止スイッチの「クーラントノズルスイッチ」のボタンを押して研削液を吐出する。

③ 主軸回転を起動する。

- ・ 主軸回転数を2100rpmに設定し起動スイッチを押す。

- ・ 主軸回転数の指令

S2100 ;

- ・ 鑄鉄ファイバボンド砥石のセラミックス適正研削速度

$V = 900 \sim 1500 \text{ m/min}$

- ・ 研削液による冷却効果を高め砥石寿命を伸ばすためにも、金属の研削 ($V = 1500 \sim 2000 \text{ m/min}$) の場合よりも研削速度は低い方が望ましい。一般には $V = 1000 \text{ m/min}$ とする。

- ④ 切込みを入れる。
- ・ 手動パルス発生器で0.1mmの切込みを入れる。
 - ・ Y軸現在位置表示：-0.100

- ⑤ 基準面（①面）を平面研削する。

- ・ X軸ストローク

$$L = (\text{砥石径}) + (20 \times 2) + (\text{工作物長}) \\ \approx 300\text{mm}$$

- ・ 送り速度：F=200mm/min
- ・ Z軸方向の送りピッチ：約8mm
- ・ 工作物全面がほぼ研削されるまでは手動パルス発生器による手動送りで④⑤を送り返す。
- ・ 工作物全面が完全に研削されるまで、手動切削送りモードで④⑤を繰り返す。

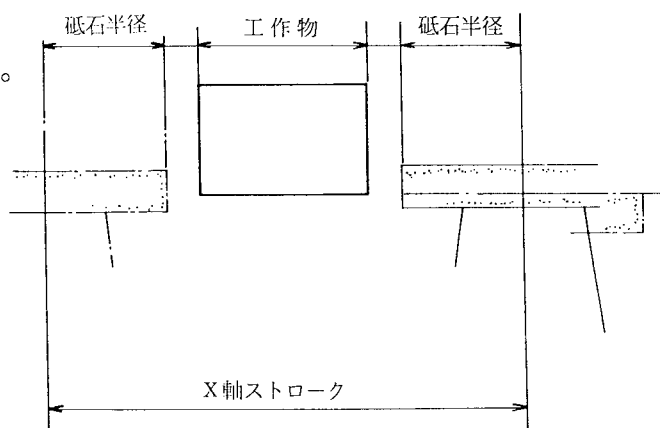


図 1-77

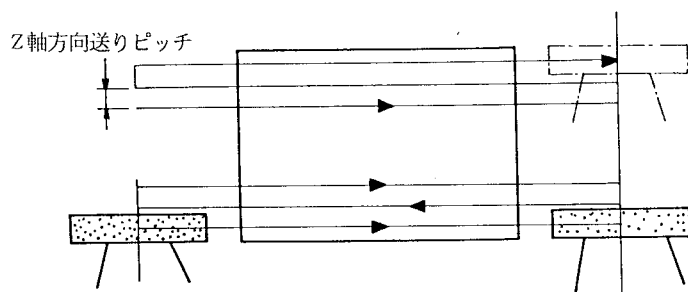


図 1-78

- ・ セラミックスは角部は欠け（チップング）を起こしやすい。研削力は送り速度と切込みに比例して大きくなるので、欠けが発生する場合は送り速度を下げてもよい。欠けが発生しなければ送り速度を高めてもよい。
- ・ セラミックスは金属と異なり、研削火花が発生しないので研削されているかどうかの判定がしにくい。研削の判定には、研削前に研削面をマジックインキで塗っておくとよい。

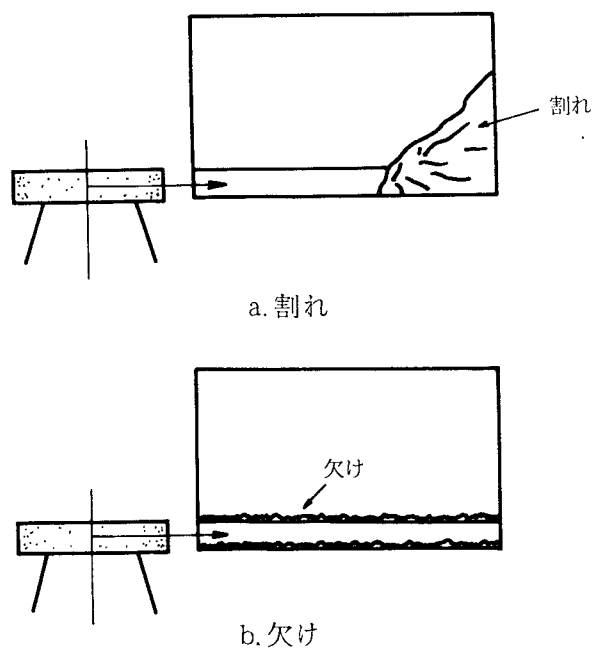


図 1-79

(5) 測定・検査

- ・ 研削面に欠け、割れなどが発生していないか検査する。

(6) 工作物の取外し。

- ・ パレットを交換し、工作物をバイスから取り外す。

7. ①' 面の平面研削

(1) 工作物の取付け

- ① 各部を清掃し、基準面を下にしてバイスに取り付ける。
- ② プラスチックハンマで工作物上面をたたき、バイス底面に工作物を密着させる。

(2) パレットの交換

- ・ MDIモードでパレットストックのパレットを交換する。

(3) 砥石の“0”点合せ

- ① 砥石最下端と工作物上面の相対位置を設定する (Y軸“0”点合せ)
- ② 砥石側面と工作物側面の相対位置を設定する (Z軸“0”点合せ)

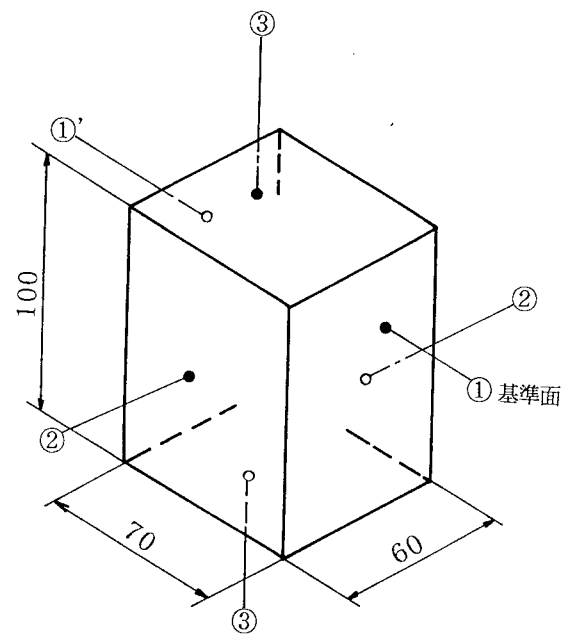


図 1-80

(4) 平面研削

- ・ 8.(4) と同じ要領で①' 面の平面研削を行う。

(5) 工作物の取外し

- ・ パレットを交換し、工作物をバイスから取り外す。

(6) 測定・検査

- ・ パレット上面に工作物を置き、ダイヤルゲージで基準面①と①' 面の平行度を検査する。
- ・ 平行度は

//	0.01
----	------

8. ②面の平面研削

(1) 6.(1)～(5)と同じ要領で②面を研削する。

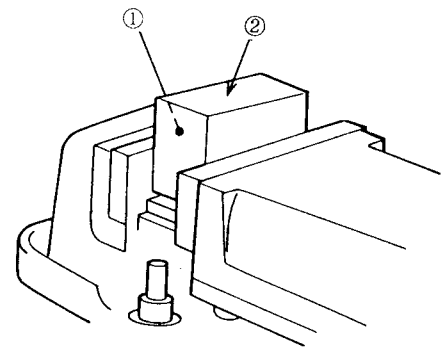


図 1-81

(2) 測定・検査

- ・パレット上面に工作物を置き、スコヤで基準面(①面)と②面の直角度を検査する。

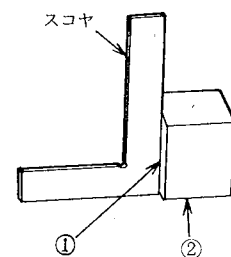


図 1-82

9. ②'面の平面研削

・7.(1)～(6)と同じ要領で②'面を研削する。

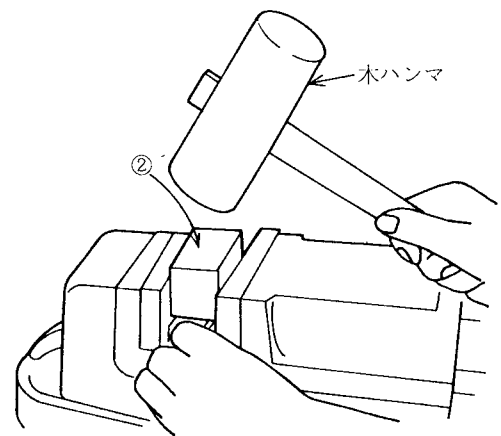


図 1-83

10. ③面の平面研削

(1) 工作物の取付け

- ① 各部を清掃し、③'面を下に、基準面を固定口金にあててバイスに取り付ける。
- ② 工作物の傾きを調整する。
 - ・②面にスコヤをあて、バイス底面と②面が直角になるようにプラスチックハンマで工作物をたたきながら工作物の傾きを調整する。
- ③ 6.(2)～(6)と同じ要領で③面を研削する。

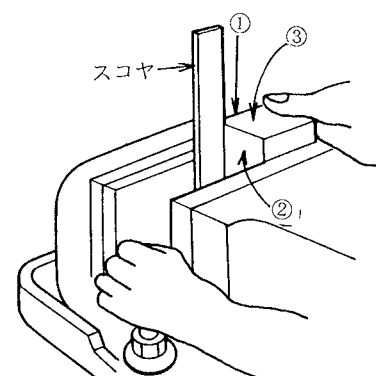


図 1-84

11. ③'面の平面研削

- ・ 7.(1) ~ (6) と同じ要領で③'面を研削する。

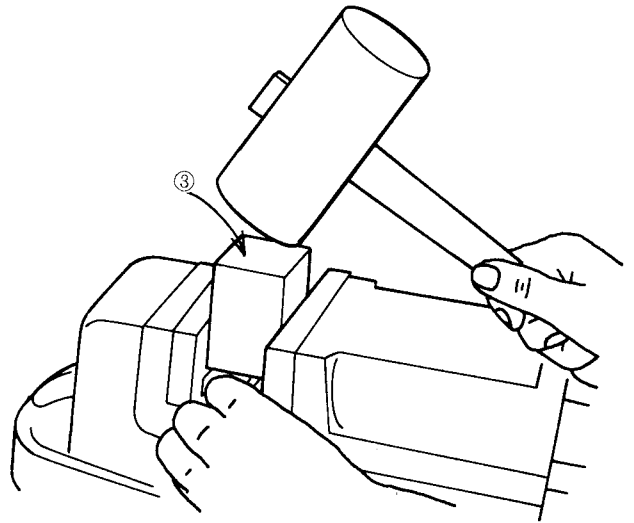


図 1-85

12. 側面の荒研削

(1) 工作物の取付け

- ① 各部をウエスで清掃し、基準面をバイス固定口金側にし、バイス中央に工作物を取り付ける。
- ② プラスチックハンマで工作物上面をたたき、バイス底面に工作物を密着させる。

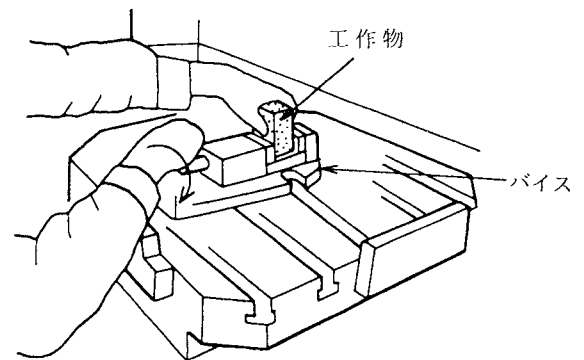


図 1-86

(2) パレットの交換

- ・ MDIモードでパレットストックのパレットを交換する。

(3) 砥石位置の“0”点合せ。

- ① 砥石最下端と工作物上面の相対位置を設定する (Y軸“0”点合せ)
 - ・ 6.(3) ~②と同じ要領で行う。
- ② 砥石側面と工作物基準面との相対位置を設定する。(Z軸“0”合せ)
 - ・ 6.(3) ③と同じ要領で行う。
- ③ Z軸を原点復帰する。
- ④ 工作物中心のずれを求める。
 - a. ①'面を呼び出す。
 - ・ MDIモードでパレットを180度回転させる。

b. 砥石側面と工作物①'面の相対位置を設定する。

- ・ Z軸の現在位置表示を読み取る。
- ・ 現在位置表示はプリセットしないこと。

c. パレット中心と工作物中心のずれを求める。

A : Z軸の現在位置表示と同じ。

B : パレット中心と工作物中心のずれ ($B=A/2$)

- ・ Z軸の現在位置表示の1/2がパレット中心と工作物中心のずれとなる。

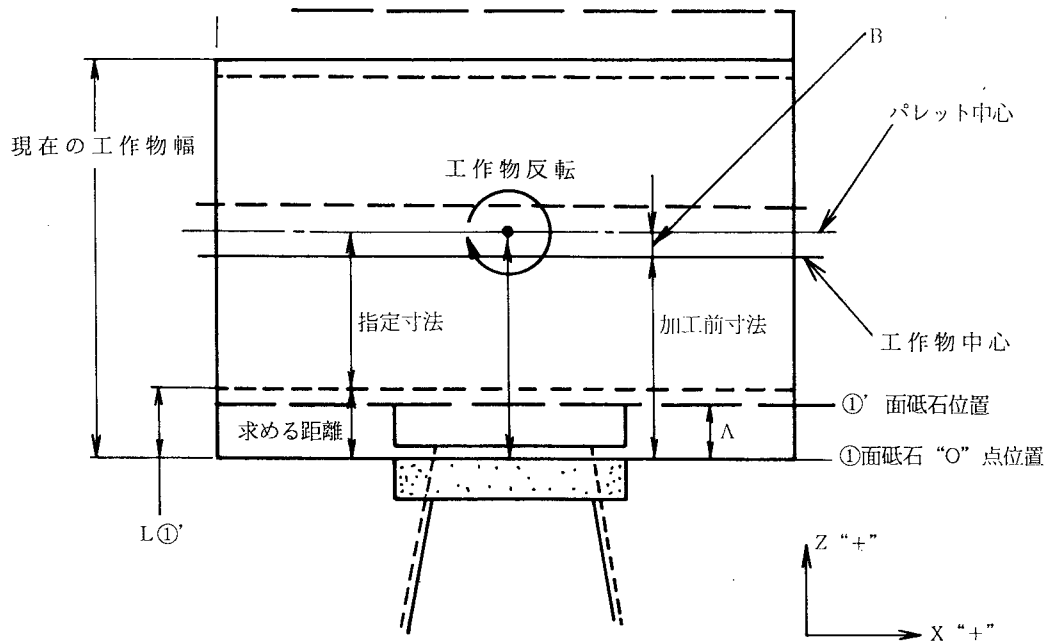


図1-87

d. 現在位置表示“0”から指定工作物寸法までの距離を求める。

- ・ 基準面の場合 ($L①$)

$$L① = \frac{\text{現在の工作物幅} - \text{指定寸法}}{2}$$

- ・ ①'面の場合 ($L①'$)

$$L①' = \frac{\text{現在の工作物幅} - \text{指定寸法}}{2} + B$$

- e. Z軸を原点復帰する。
- f. 基準面（①面）を呼び出す。

(4) 工作物幅51mmの荒研削

① 研削始点に砥石を位置決めする。

- ・ 現在位置表示

Y軸：0.000

Z軸：L①

X軸：砥石端と工作物端の距離
20mm以上

- ・ X軸ストロークを260～300mmにとる

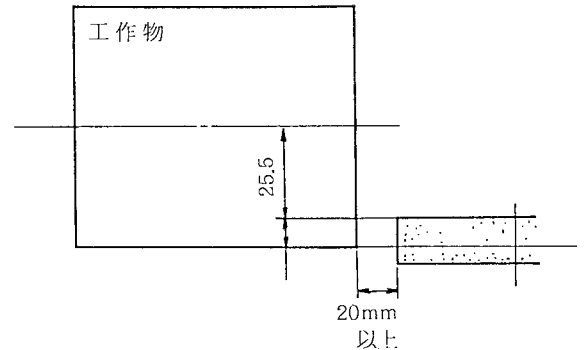


図1-88

② 基準面（①面）の側面研削をする。

- ・ 手動パルス発生器または手動切削送りモードによる手動送りで行う。
- ・ 研削液は必ず吐出させる。
- ・ 研削条件

主軸回転数：2100rpm

(研削速度：1000m/min)

切込み深さ：Y軸方向 0.5～1.0mm

送り速度：約200mm/min

- ・ 段付き部の深さ50mmまで側面研削する。
- ・ 研削後は、主軸回転を停止させ、Z軸を原点復帰する。

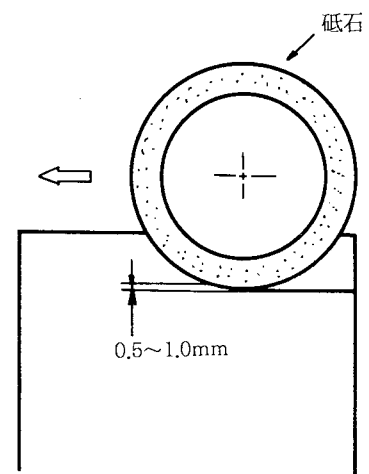


図1-89

③ ①'面を呼び出す。

④ 研削開始点に砥石を位置決めする。

- ・ 現在位置表示

Y軸：0.000

Z軸：L①'

X軸：砥石端と工作物端の距離
20mm以上

⑤ ①'面の側面研削をする。

- ・ ②と同じ要領で行う。

⑥ パレットを交換する。

⑦ 測定・検査をする。

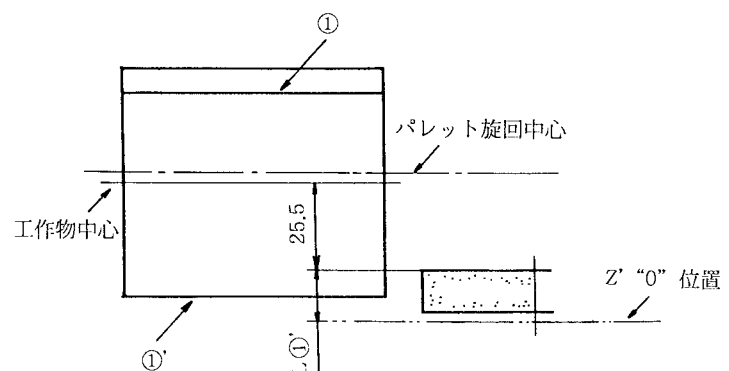


図1-90

- ・ 工作物はバイスから取り外さないこと。
- ・ 研削面の割れ、欠けがないか確認する。
- ・ 幅51mmをノギスで測定する。

13.側面の仕上げ研削

(1) 砥石の交換

- ・ 主軸のストレート形砥石を取り外し、カップ形砥石を主軸に取り付ける。

(2) パレットの交換

- ・ MDIモードでパレットストックのパレットを交換する。

(3) 砥石の“0”点合せ。

- ① 砥石最下端と工作物上面の相対位置を設定する (Y軸“0”点合せ)。
 - ・ 6.(3) ②と同じ要領で行う。
- ② 砥石側面と工作物基準面の相対位置を設定する (Z軸“0”点合せ)。
 - ・ 6.(3) ③と同じ要領で行う。
- ③ Z軸を原点復帰する。

(4) 工作物幅 50 ± 0.01 の仕上げ研削

- ① 研削開始点に砥石を位置決めする。

- ・ 現在位置表示

Y 軸 : -450.000

Z 軸 : . 0.000

X 軸 : 砥石端と工作物端の距離
20mm 以上

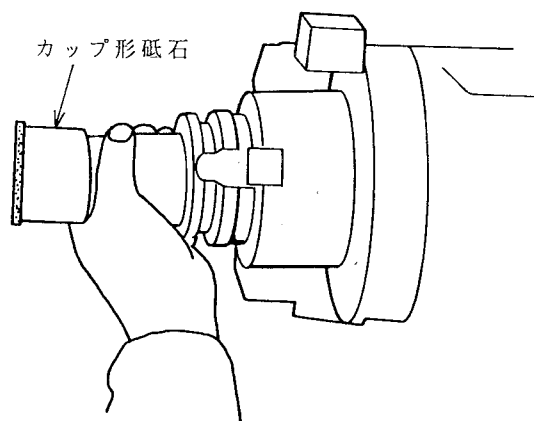


図 1-91

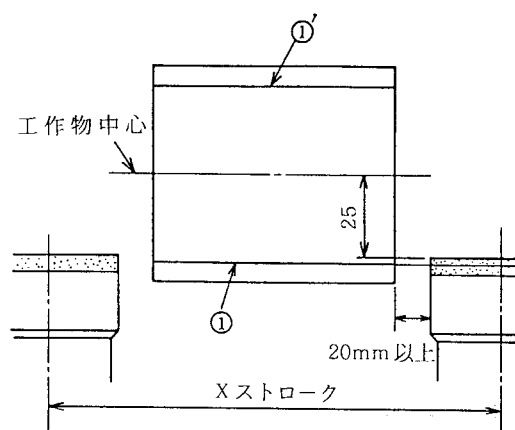


図 1-92

② 基準面（①面）の側面仕上げ研削をする。

- ・ 手動パルス発生器または手動切削送りモードによる手動送りで行う。
- ・ 研削液は必ず吐出させる。
- ・ 研削条件

主軸回転数：4000rpm

切込み深さ：Z軸 0.05mm/回

送り速度：100mm/min

- ・ 研削後は、主軸回転を停止させ、Z軸を原点復帰する。

③ ①'面を呼び出し、砥石側面と①'面の相対位置を設定する（Z軸“0”点合せ）。

④ 研削開始点に砥石を位置決めする。

- ・ 現在位置表示

Y 軸 : -45.000

Z 軸 : L①'

X 軸 : 砥石端と工作物端の距離
20mm 以上

⑤ ①'面の側面仕上げ研削をする。

- ・ ②と同じ要領で行う。

⑥ パレットを交換する。

⑦ 測定・検査をする。

- ・ 工作物はバイスから取り外さないこと。
- ・ 研削面の割れ、欠けがないか確認する。
- ・ 工作物幅（50）を外側マイクロメータで測定する。

⑧ 工作物幅 50 ± 0.01 に仕上げ研削する。

- ・ ①から⑦を繰り返して工作物幅を 50 ± 0.01 に仕上げる。

(5) 工作物の取外し。

- ・ 工作物をバイスから取り外す。

14.後始末

- ・ 各部の清掃および整理整頓をする。

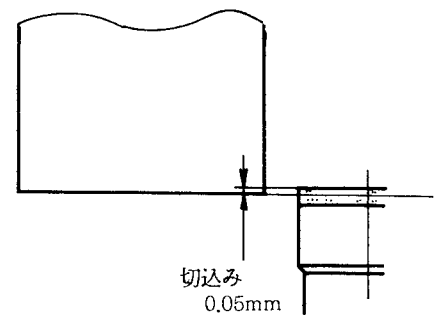


図 1-93

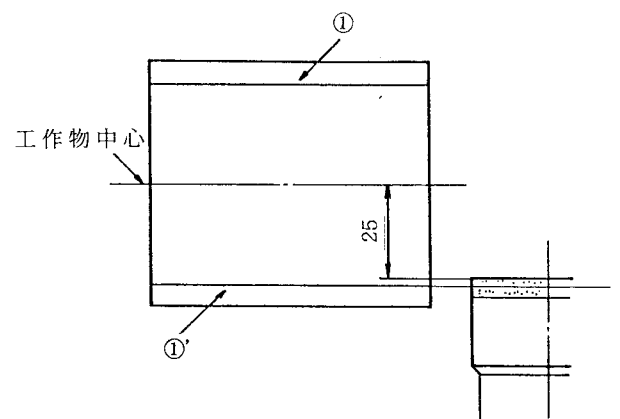


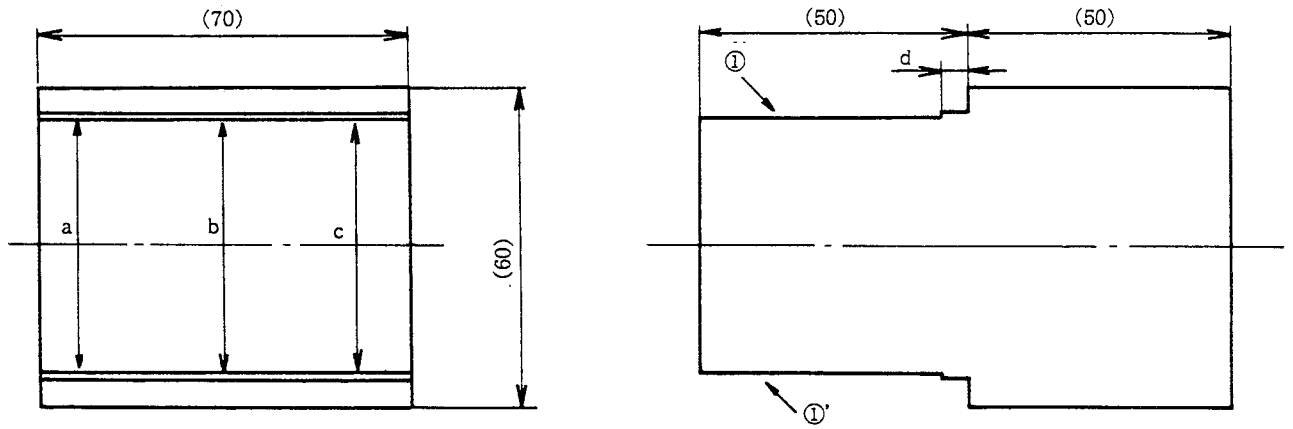
図 1-94

I. 次の評価項目にもとづいて、マシニングセンタの手動操作を確認する。

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. 砥石の砥石ホルダへの取付け・取外しおよび 砥石長・砥石径の測定が正しくできる 3. バイスの取付け（取外し）が正しくできる 4. 機械の起動・停止が正しくできる 5. 主操作盤による手動送りが正しくできる 6. 手動パルス発生器による手動送りが正しくできる 7. 手動原点復帰が正しくできる 8. 主軸回転の起動・停止が正しくできる 9. パレットの旋回・交換が正しくできる 10. 研削液の吐出・停止が正しくできる 11. 砥石ホルダの主軸への取付け・取外しが正しくできる 12. 砥石ホルダのマガジンへの収納・取外しが正しくできる		A : 操作が できる B : 操作が できない

II. 次の評価項目にもとづいて、セラミックス各部を測定・検査する。



測定箇所		実測値	採点基準						得点
寸法精度	a. (50±0.01)		±0.01	17	±0.02	10	±0.03	6	/ 80
	b. (50±0.01)		±0.01	17	±0.02	10	±0.03	6	
	c. (50±0.01)		±0.01	17	±0.02	10	±0.03	6	
	d. (5±0.2)		±0.1	9	±0.2	5			
	平行度 ①-①'		±0.01	10	±0.03	6			
仕上げ面			上	20	中	15	下	8	/ 120
減点項目	大きな欠け		- 10						/ 100
	削り込み		- 5						
	きず		- 5						
	工具の整理整頓		- 5						
									/ 100

実技課題（2） MDI 操作によるセラミックスの研削

- I. MDI 操作によるマシニングセンタの取扱い
- II. MDI 操作によるセラミックスの多面割出し研削

材料： Al_2O_3

（注）実技課題（1）で使用したもの

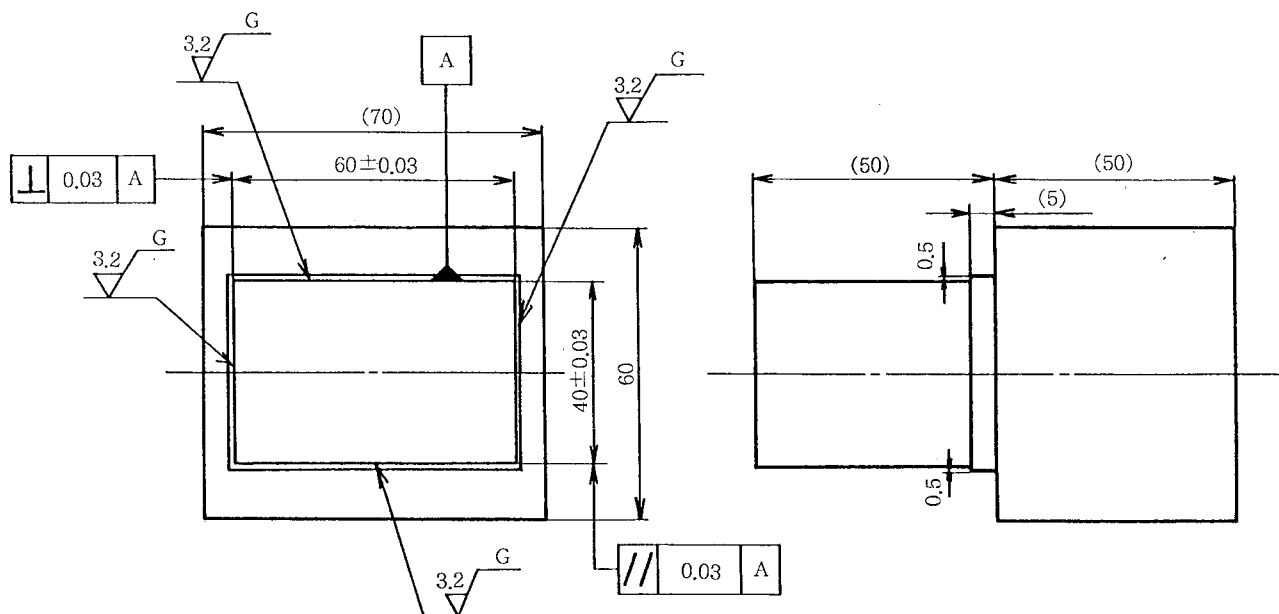


図 2-1

セラミックス加工用のマシニングセンタでは、パレットの割出し機能を利用することによって、工作物を着脱せずに多面研削を行うことができる。

ここでは、MDI 操作により2種類の鑄鉄ファイバボンド砥石を使って、角物セラミックスの4面を研削し、次のことを習得する。

1. マシニングセンタのMDI 操作
2. ストレート形砥石による多面割出し研削
3. カップ形砥石による多面割出し研削

I. MDI操作によるマシニングセンタの取扱い

1. 作業準備

(1) 工作機械

- ・ 横形マシニングセンタ
(ATC・APC付きセラミックス研削仕様)

(2) 研削砥石

- ① ストレート形铸铁ファイバボンド砥石
 - ・ 型番：SD170N100FA
 - ・ 大きさ： $\phi 150 \times 10$
- ② カップ形铸铁ファイバボンド砥石
 - ・ 型番：SD170N100FA
 - ・ 大きさ： $\phi 75 \times 50$

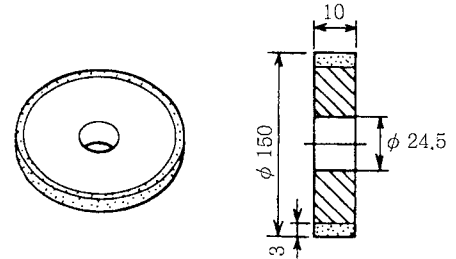


図 2-2 ストレート形砥石

・ (3) 測定器

- ① スケール (150mm)
- ② ノギス (150mm, 0.01mm)
- ③ マイクロメータ (外側およびデプス)

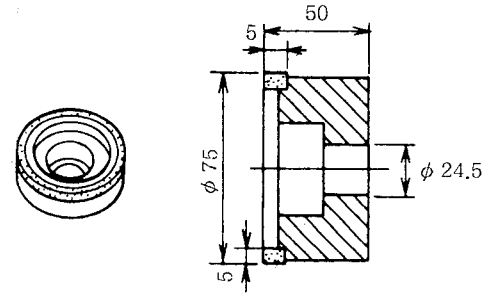


図 2-3 カップ形砥石

(4) 器工具

- ① 砥石ホルダ
 - a. ストレート形砥石用ホルダ
 - b. カップ形砥石用ホルダ
- ② マシンバイス
 - ・ 口金幅 100mm 以上
- ③ プラスチックハンマ
- ④ 保護板 (ファイバー製)
- ⑤ 標準工具一式

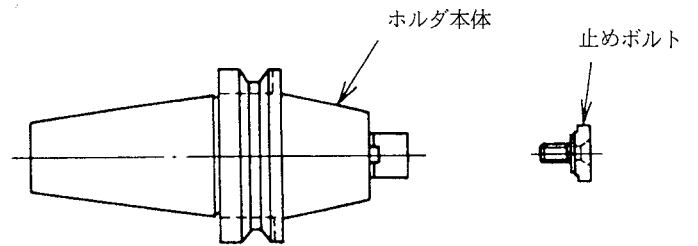


図 2-4 ストレート形砥石用ホルダ

(5) 研削液および潤滑油

- ① 研削液：水溶性研削液
- ② 潤滑油：指定潤滑油

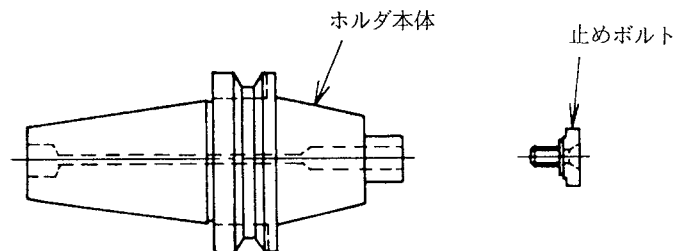


図 2-5 カップ形砥石用ホルダ

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検項目により各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所に指定潤滑油を給油する。

[安全作業]

- ・ 作業者は運転している機械からみだりに離れない。
- ・ 手袋、ネクタイなどを着用しない。
- ・ 機械の周囲は照明を十分にし、器工具類の整理整頓をする。
- ・ スイッチの開閉（ON-OFF）を確実にする。
- ・ 安全カバー、防塵カバーなどのカバー類を外した状態では運転しない。
- ・ 作業中に異常が発生した場合は、ただちに電源をOFFにし運転を中止する。
- ・ 機械を止めるとき、惰性で回転しているものを無理に止めない。
- ・ 作業後はすべてのスイッチがOFFになっていることを確認する。
- ・ 作業後は、機械がもっとも安定した状態にする。
- ・ 作業後は、機械・器工具類の清掃を行う。

3. 機械の起動

- (1) 機械本体の主電源スイッチを“ON”にする。

- (2) CRT 操作盤の電源を“ON”にする。

4. 手動原点復帰

- ・ Z軸,Y軸,X軸,B軸の順に、手動で各軸を原点復帰する。

5. 砥石の取付け

(1) 砥石の点検

- ・ 砥石の刻印の検査、および砥石面の欠け、割れなどの外観検査をする。

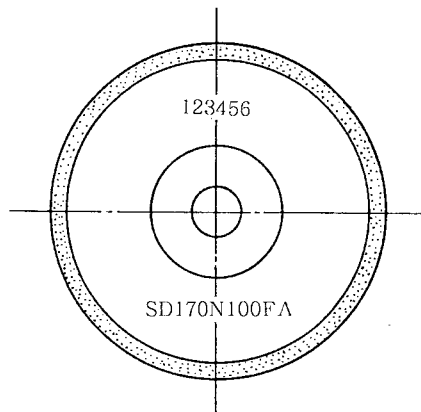


図 2-6 ストレート形砥石

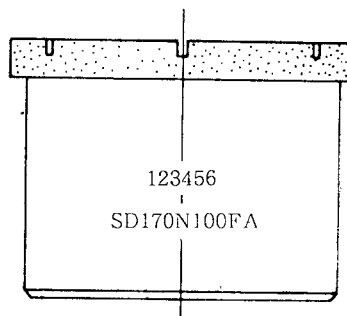


図 2-7 カップ形砥石

(2) 砥石の砥石ホルダへの取付け

① ストレート形砥石を取り付ける。

- 取付け各部をウエスで清掃し、ツールプリセッタに砥石ホルダを取り付ける。
- 砥石ホルダにストレート形砥石を取り付ける。
- 砥石長を測定する。

- ・ ツールプリセッタのゲージラインから砥石端までの長さを測定する。

・ 砥石長 =

d. 砥石径を測定する。

- ・ ツールプリセッタの径測定基準面から砥石側端までの長さを測定する。

・ 砥石径 =

- 砥石ホルダをツールプリセッタから取り外し、ツールスタンドに収納する。

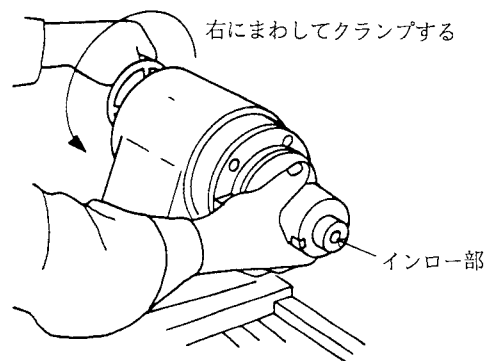


図 2-8

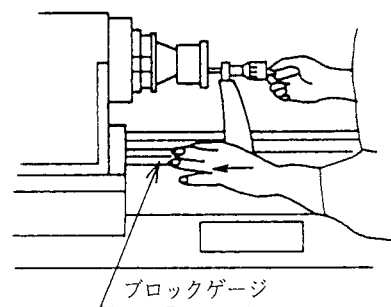


図 2-9

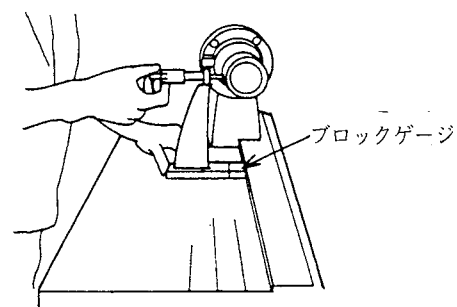


図 2-10

② カップ形砥石を取り付ける。

- ・ ①a.～e.と同じ要領で行う。

・ 砥石長 =

・ 砥石径 =

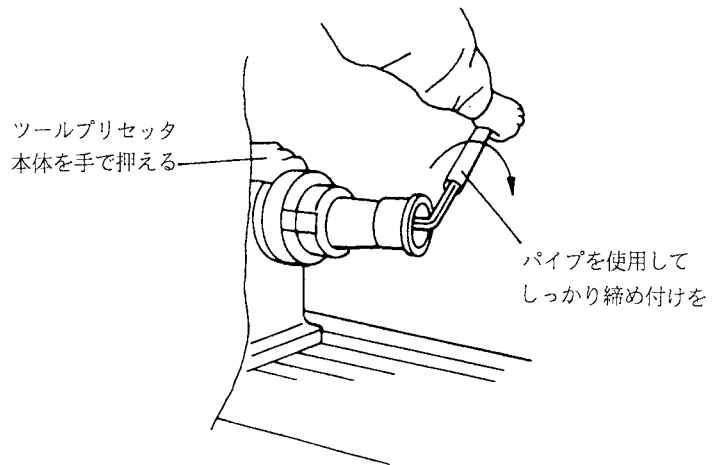


図 2-11

(3) 砥石のマガジンへの収納

① ストレート形砥石をマガジンに収納する。

- a. ATC操作盤を「有効」にし、カートリッジを呼び出す。
- b. カートリッジガイドを引き出し、指定するポットにストレート形砥石を収納する。
- c. カートリッジガイドをもとにもどす。

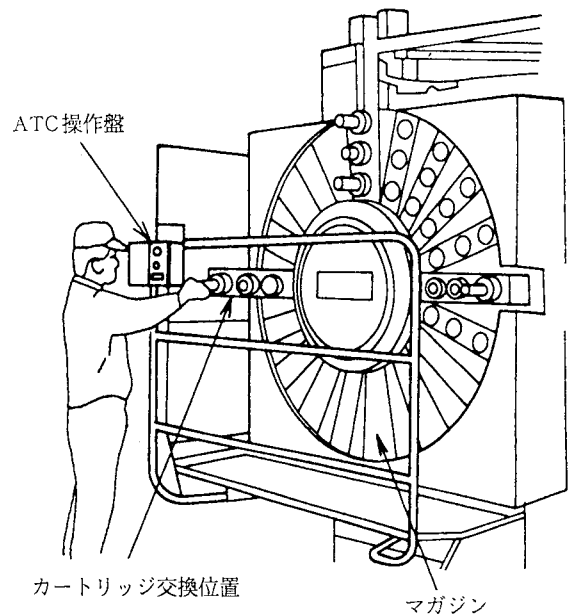


図 2-12

② ストレート形砥石の工具番号を設定する。

- a. 運転モード選択スイッチで「MDIモード」を選択する。
- b. NC画面を呼び出し、工具番号設定プログラムを入力・実行する。

[工具番号設定プログラム]

M57; (工具番号の登録モード指令)

S□□T□□; (S□□でポット番号を、T□□で工具番号を指令)

M30; (プログラムの終了)

- ・ ATC操作は工具番号を指定することによって行われる。したがって砥石を収納したポット番号は、工具番号と対応させてNC装置のメモリに登録する必要がある。

- c. PC画面を呼び出し、工具番号設定の確認をする。

- ・ PC初期画面で「工具データ」を押し、「POT」、「PTN」の数字を確認する。



- ・ PC画面による工具番号の設定方法（資料3参照）

③ カップ形砥石をマガジンに収納する。

- ・ ①と同じ要領で行う。

④ カップ形砥石の工具番号を設定する。

- ・ ②と同じ要領で行う。



ポケット番号 工具番号

工具データ											
POT	PTN	FTN	SU	AC	NO	残り	TLR	ITN	タイ	ステー	
001	0001	0000	0	0	0	0	0	0000	0	L##AX	
002	0002	0000	1234	1234	1234567890	1234567890	0	0000	0	L##AX	
003	0003	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
004	0004	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
005	0005	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
006	0006	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
007	0007	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
008	0008	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
⋮											
019	0019	0000	0	0	0	0	0	0000	0		
020	0020	0000	0	0	0	0	0	0000	0		

P
S

表示
モード

←

→

↔

カーソル
方向

表示
シフト

PTNデータ
データ

次PTN
サーチ

アラーム
解除

P
O

図 2-13 工具データ画面

6. MDIによる送り操作

(1) X軸の送り操作

① MDIモードを選択する。

- ・ 運転モード選択スイッチの「MDIモード」のボタンを押す。

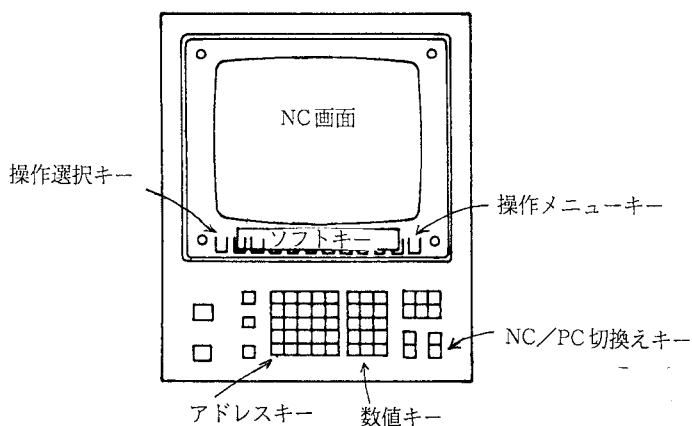
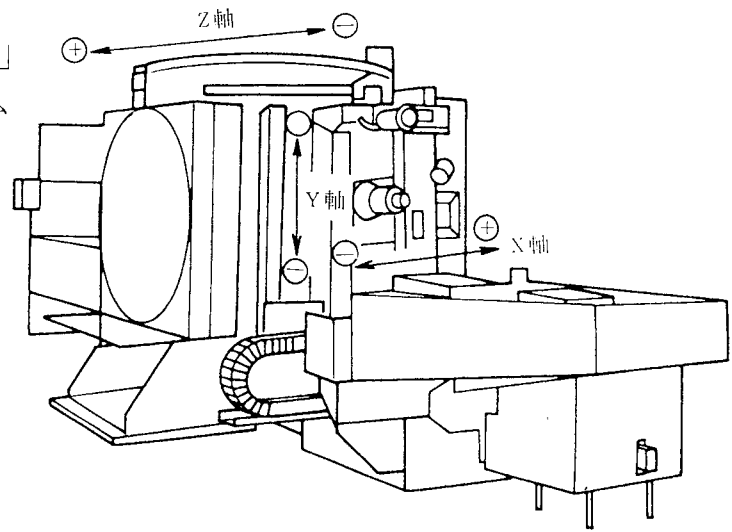


図 2-14 CRT 操作盤

- ② NC画面を呼び出す。
- 「NC/PC切換え」キーを押し、NC画面を呼び出す。
 - 機能選択キーの「プログラム」キーを押し、パートプログラムの入力画面を呼び出す。

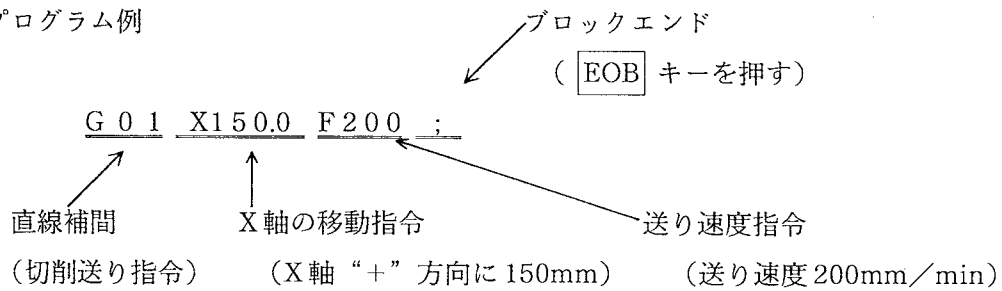


X軸送り方向：パレットの左右方向
 Y軸送り方向：パレットの前後方向
 Z軸送り方向：主軸頭の上方向

図 2-15

③ X軸を切削送りさせる。

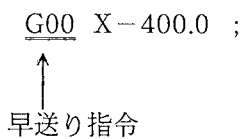
- ・アドレスキー、数値キーを使って切削送りのプログラムを入力する。
- ・プログラム例



- ・ **INSERT** キーを押し、プログラムを入力する。
- ④ プログラムを実行する。
- ・ CRT 操作盤の「スタート」キーを押し、プログラムを実行する。

⑤ X軸を早送りさせる。

- ・ 早送りプログラムを入力・実行する。



- ・ ③,④と同じ要領で行う。

[①~⑤を繰り返し、MDIによるX軸の送り操作をする。]

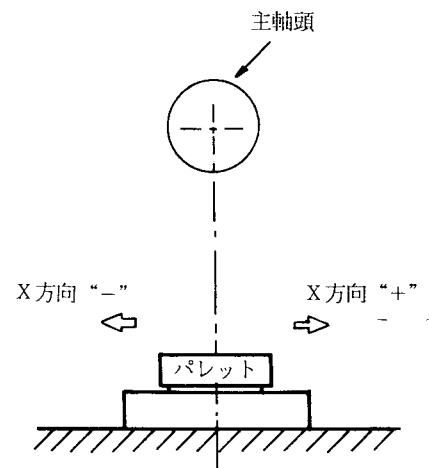


図 2-16

(2) Y軸の送り操作

- ・プログラムの入力・実行
(切削送り) $G01 \ Y-200.0 \ F200 ;$
↑
Y軸の移動指令
- (早送り) $G00 \ Y-300.0 ;$
- ・(1)の③～⑤と同じ要領で行う。

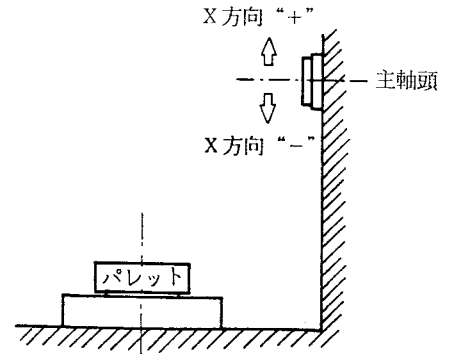


図 2-17

(3) Z軸の送り操作

- ・プログラムの入力・実行
(切削) $G01 \ Z-150.0 \ F250 ;$
↑
Z軸の移動指令
- (早送り) $G00 \ Z-300.0 ;$
- ・(1)の③～⑤と同じ要領で行う。

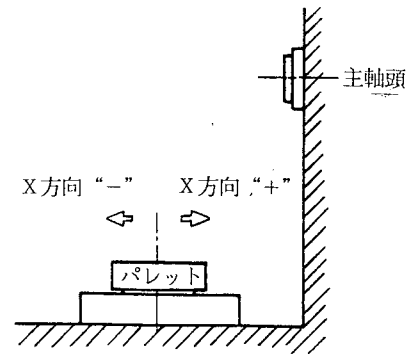


図 2-18

(4) B軸の送り操作

- ・プログラムの入力・実行
 $B-30.0 \ F100 ;$
↑
B軸 (パレット割出し指令)
- ・(1)の③～⑤と同じ要領で行う。

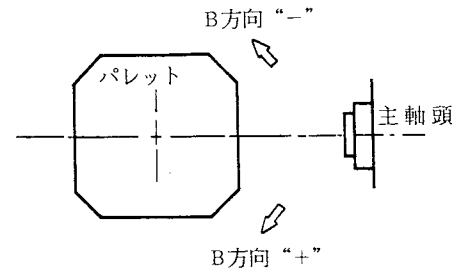


図 2-19

7. MDIによる原点復帰

(1) Z軸の原点復帰

- ① MDIモードを選択する。
- ② NC画面を呼び出す。
- ③ 原点復帰のプログラムを入力する。

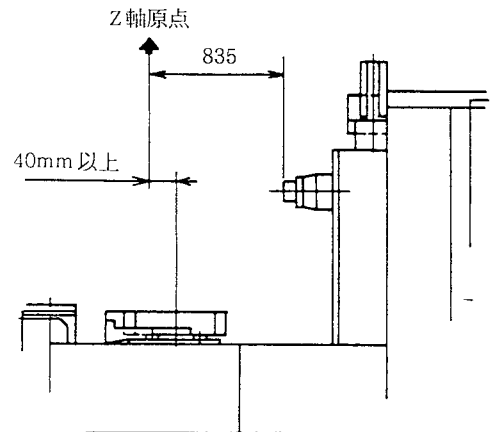
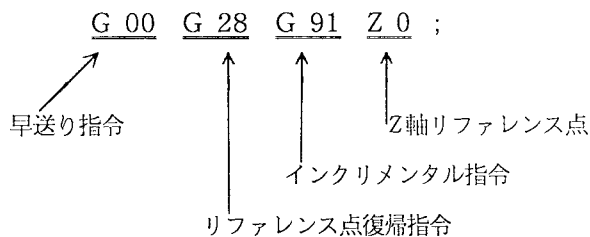


図 2-20

- ④ プログラムを実行する。
- ・ 早送り速度オーバーライド設定を25%以上に
して「スタート」キーを押す。
 - ・ 原点復帰が完了すると機械状態表示の“Z”
LEDランプが点灯する。

(2) Y軸の原点復帰

- ・ プログラムの入力
G00 G28 G91 Y0 ;
- ・ (1) ①~④と同じ要領で行う。

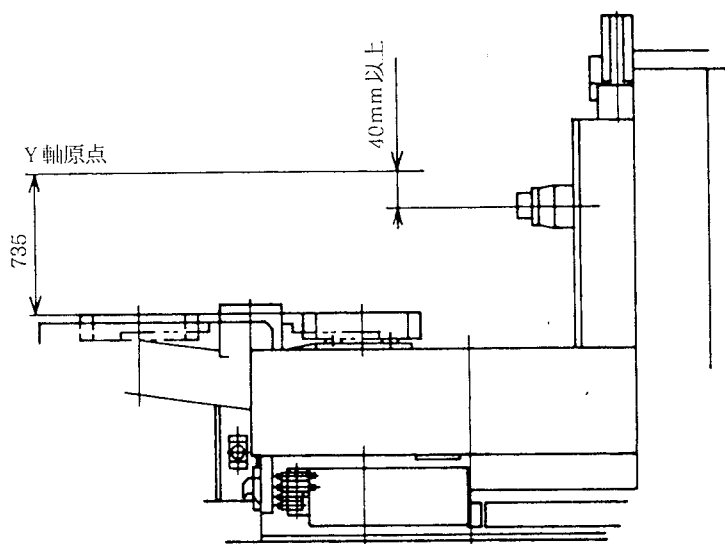


図 2-21

(3) X軸の原点復帰

- ・ プログラムの入力
G00 G28 G91 X0 ;
- ・ (1) ①~④と同じ要領で行う。

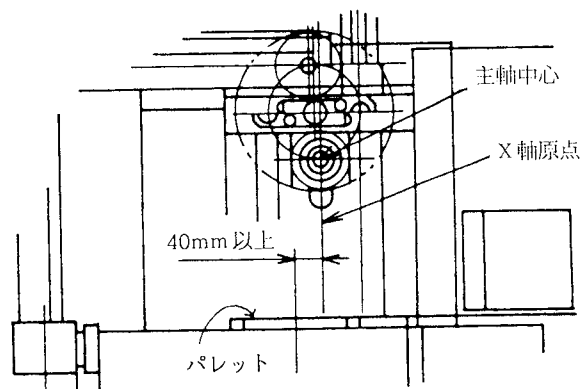


図 2-22

(4) B軸の原点復帰

- ・ プログラムの入力
G00 G28 G91 B0 ;
- ・ (1) ①~④と同じ要領で行う。

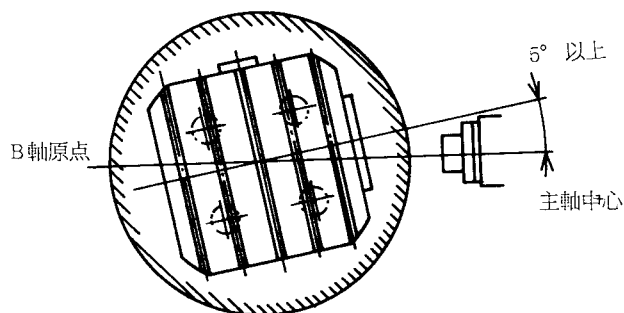
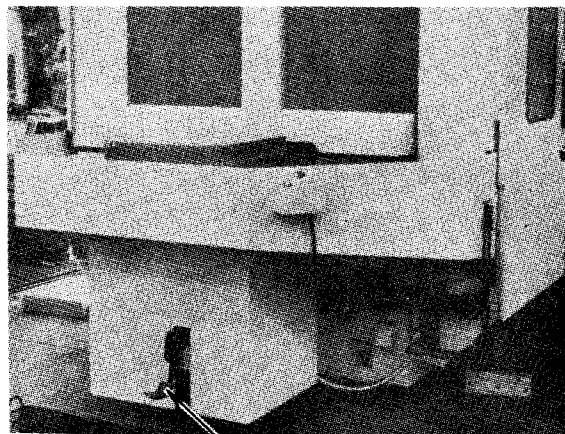


図 2-23

8. MDIによるパレットの交換

(1) パレット交換の準備

- ・ Y軸・Z軸が原点復帰位置にあることを確認する。
- ・ パレットストッカ側のパレットが0°位置にあることを確認する。
- ・ パレットストッカ操作盤の「READY」ボタンが点灯していることを確認する。

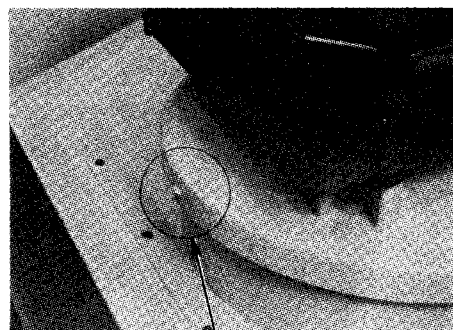


足踏みペダル

図 2-24 パレットチェンジャー

(2) パレットの交換

- ① MDIモードを選択する。
- ② NC画面を呼び出す。
- ③ パレット交換のプログラムを入力する。
G00 G28 G91 Z0 ; (Z軸の原点復帰)
G28 X0 Y0 B0 ; (X軸,Y軸,B軸の原点復帰)
M60 ; (パレット交換)
- ④ プログラムを実行する。
 - ・ 早送り速度オーバーライド設定を25%以上に
して「スタート」キーを押す。



指標

図 2-26 パレット指標

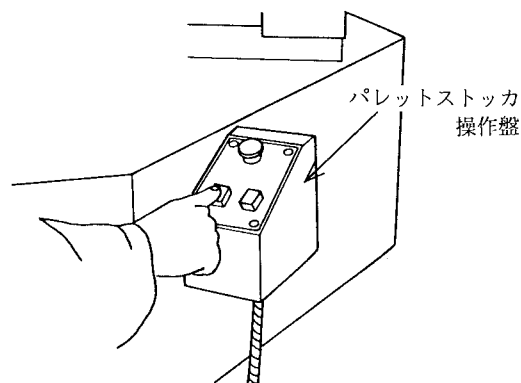


図 2-25 パレットストッカ操作盤

9. MDIによる砥石の交換（ATC 工具交換）

(1) ストレート形砥石を主轴に取り付ける。

- ① MDIモードを選択する。
- ② NC画面を呼び出す。
- ③ 砥石の交換プログラムを入力する。
 G00 G28 G91 Z0 ; (Z軸の原点復帰)
 G28 Y0 ; (Y軸の原点復帰)
 T□□ ; (工具番号の呼び出し指令)
 M06 ; (ATC工具交換指令)

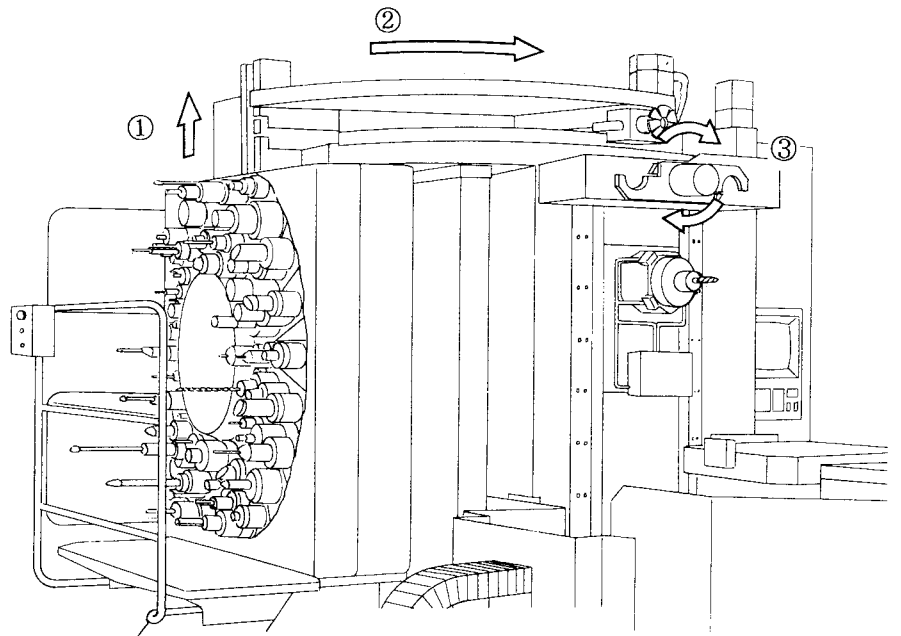


図 2-27 ATC 工具交換動作

- ④ プログラムを実行する。
 ・ 早送り速度オーバライド設定を25%以上にして、「スタート」キーを押す。
- ⑤ PC画面を呼び出す。
 ・ 「NC/PC切換え」キーを押し、PC画面を呼び出す。
- ⑥ 工具番号を確認する。
 ・ 工具番号表示部の「主轴」の工具番号を確認する。

TOOL POT
 主轴 ()

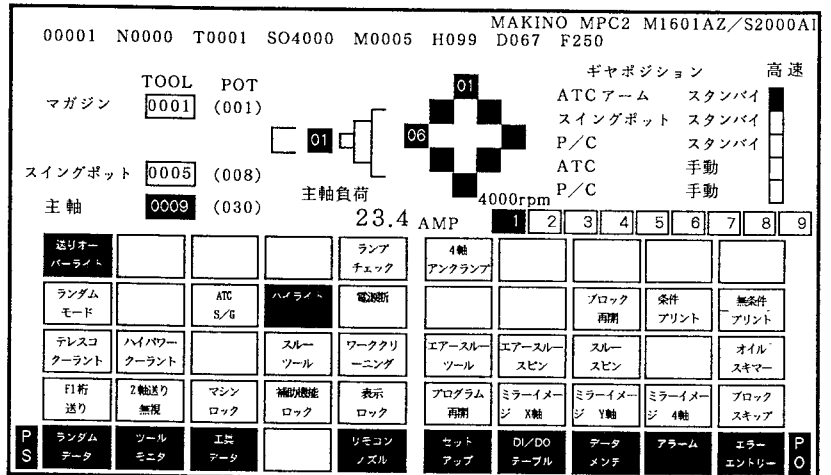


図 2-28 PC画面

(2) カップ形砥石を主轴に取り付ける。

- ・ ①～⑥と同じ要領で、主轴側のストレート形砥石とマガジンにあるカップ形砥石をATC工具交換する。

10.MDI操作による主轴回転の起動・停止

(1) 主轴の正回転（時計まわり）

- ① MDIモードを選択する。
- ② NC画面を呼び出す。
- ③ 主轴正回転のプログラムを入力する。

$\overline{M03} \quad \overline{S\ \square\square\square\square} ;$
↑ 主轴正回転指令
↑ 回転数4桁直接指令（10～4000rpm）

- ④ プログラムを実行する。
・ CRT操作盤の「スタート」キーを押して主轴を回転する。

⑤ PC画面を呼び出す。

- ⑥ 主轴回転数を確認する。
・ 主轴回転数表示部で主轴回転数を確認する。

[②～⑥を繰り返して、主轴回転数を変換する。]

- ⑦ 主轴回転を停止する。
・ NC画面で主轴回転停止のプログラムを入力・実行し、主轴回転を停止する。
・ 主轴回転停止のプログラム

$\overline{M05} ;$
↑ 主轴回転停止指令

(2) 主轴の逆回転（反時計まわり）

- ・ (1)～(7)と同じ要領で行う。

- ・ 主轴逆回転のプログラム

$\overline{M04} \quad \overline{S\ \square\square\square\square} ;$
↑ 主轴逆回転指令

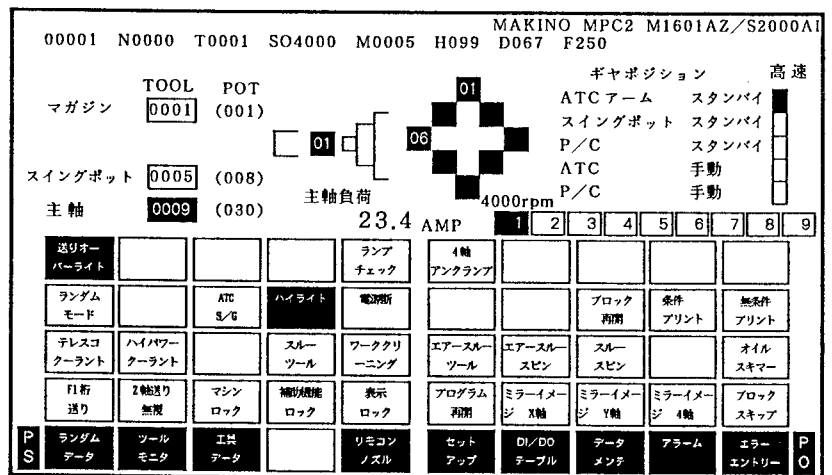


図 2-29 PC画面

11.MDIによる研削液の吐出・停止

(1) リモコンノズラントによる研削液の吐出・停止

- ① MDIモードを選択する。
- ② NC画面を呼び出す。
- ③ クーラント吐出のプログラムを入力・実行する。

M08 ;
↑
クーラント吐出指令

- ④ クーラント吐出角度指令のプログラムを入力・実行する。

M□□□
↑
吐出角度 (801~806)

- ・砥石側端付近に研削液が吐出されるように、
- ④を繰り返して吐出角度を調整する。

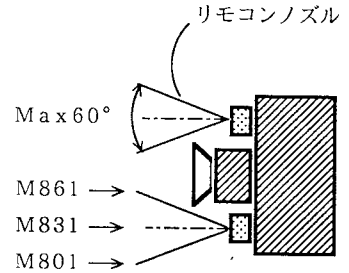


図 2-30 リモコンノズルの吐出角度

- ⑤ 吐出角度を確認する。

- ・ PC画面で「リモコンノズル」画面を呼び出し、ノズルの方向表示から吐出角度を確認する。

- ⑥ 研削液を停止する。

- ・ NC画面からクーラント停止のプログラムを入力・実行する。
- ・ クーラント停止のプログラム

M09 ;
↑
クーラント停止指令

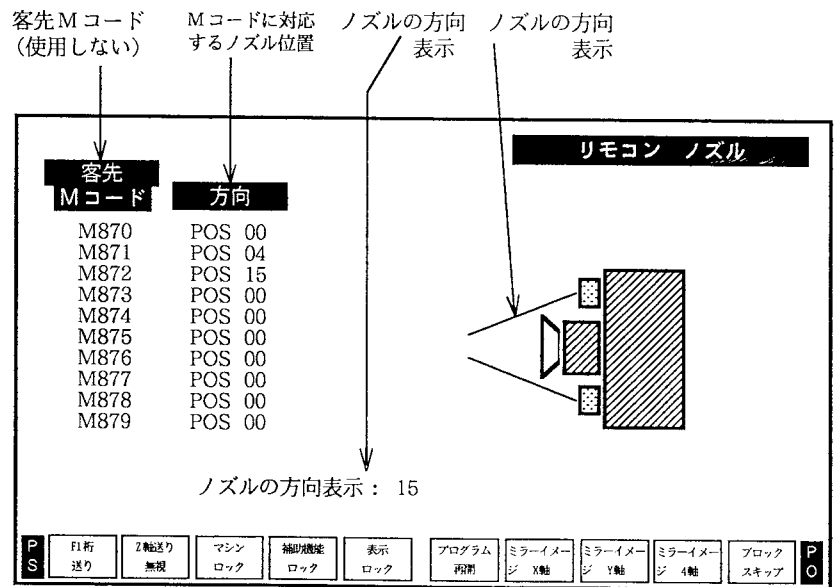


図 2-31 リモコンノズル画面

(2) スルースピンドルクーラントによる研削液の吐出・停止

- ① MDIモードを選択する。
- ② 砥石をATC工具交換する。
 - ・ スルースピンドルクーラント用砥石ホルダのついたカップ形砥石を主軸に取り付ける。

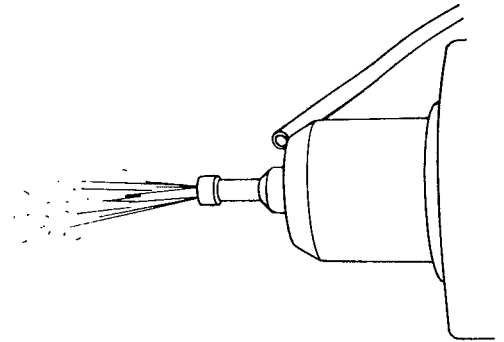


図 2-32 スルースピンドルクーラント

- ③ スルースピンドルクーラント吐出のプログラムを入力・実行する。
 - M25 ; (スルースピンドルクーラントスタンバイ指令)
 - M26 ; (スルースピンドルクーラント吐出指令)
- ④ 研削液の吐出を停止する。
 - ・ クーラント停止のプログラムを入力・実行する。
 - M09 ;

12.後始末

- ・ 各部の清掃および整理整頓をする。

II. MDI操作によるセラミックスの多面割出し研削

1. バイスの取付け

(1) バイスをパレットに取り付ける。

- ・ バイス裏面のキーを取り外し、パレットのほぼ中央にTボルトで仮締めする。

(2) 工作物の寸法を測定する。

- ・ マイクロメータで工作物の寸法を測定する。

A = (60)

B = (70)

C = (50)

D = (5)

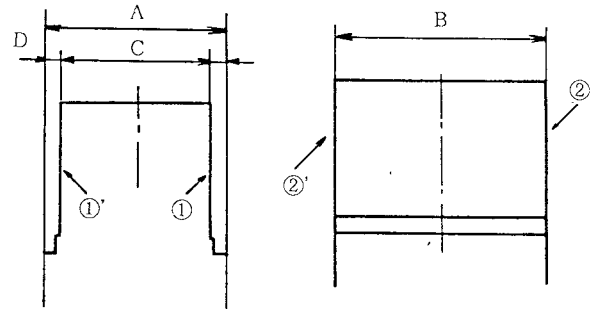


図 2-33

(3) バイス取付け位置を調整する。

- 工作物中心とパレット中心が一致するようにパレット端からバイス口金までの距離 (E) を調整する。

$$E = 315 + \frac{A}{2}$$

↑ 工作物中心から
↑ バイス固定口金までの距離
↑ パレット中心からパレット端面までの距離

- バイス口金はX軸方向に対して平行になるように調整する。
- バイス取付け位置の調整が完了したらバイスをしっかり締め付ける。
・ 締め付け時にバイスが動くこともあるので締め付け後の取付け位置も確認する。

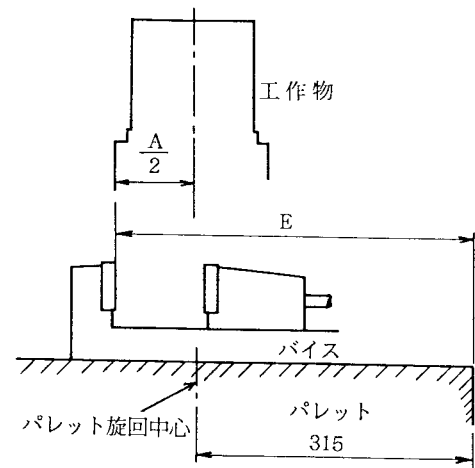


図 2-34

(4) 工作物の取付け

- ・ 工作物中心とパレット中心が一致するようにバイスに取り付ける。

$$F = 315 - \frac{B}{2}$$

↑
↑
↑

工作物中心から工作物側面までの距離
パレット中心からパレット端面までの距離
パレット端面から工作物側端までの距離

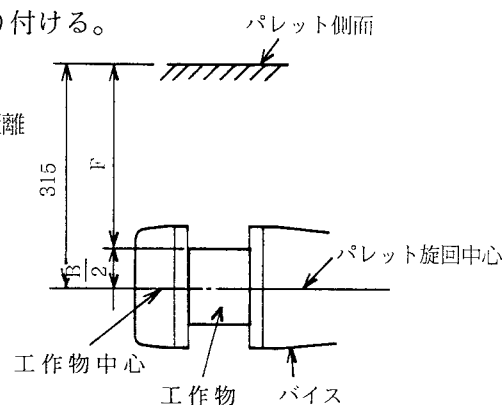


図 2-35

2. 機械の起動

- ・ 機械本体およびCRT 操作盤の電源スイッチを“ON”にする。

3. 原点復帰

- ・ MDI モードで原点復帰のプログラムを入力・実行する。

G00 G28 G91 Z0 ; (Z 軸の原点復帰)

G28 X0 Y0 B0 ; (X,Y,B 軸の原点復帰)

4. パレットの交換

- ・ MDI モードで、パレット交換のプログラムを入力・実行する。

M60 ;

5. 砥石の交換

- ・ MDI モードで、砥石の ATC 工具交換を行い、主軸にストレート形砥石を取り付ける。

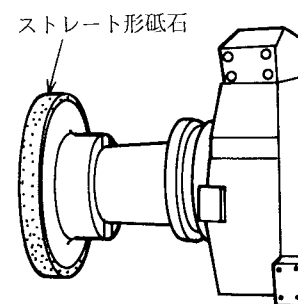


図 2-36

6. 作業手順の確認

- ・ 次の工程図で概略の作業手順を理解する。

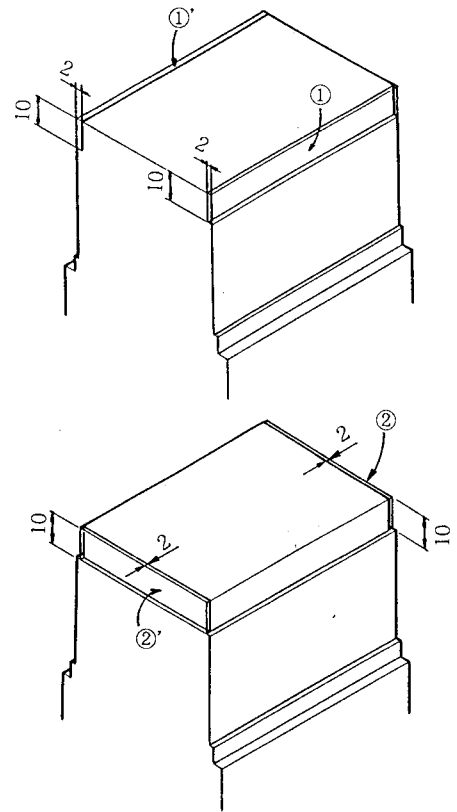
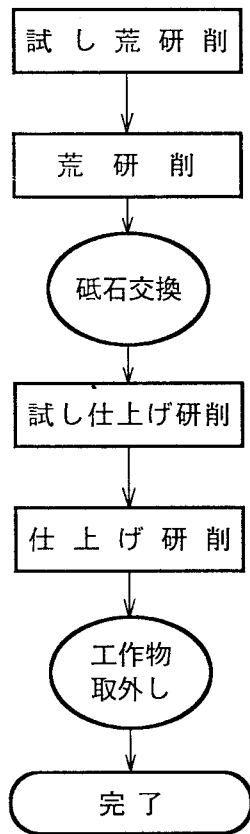


図 2-37 試し荒研削

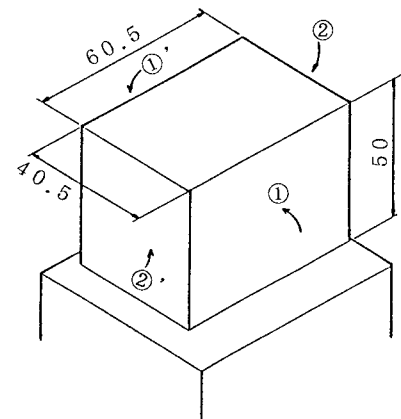


図 2-38 荒研削

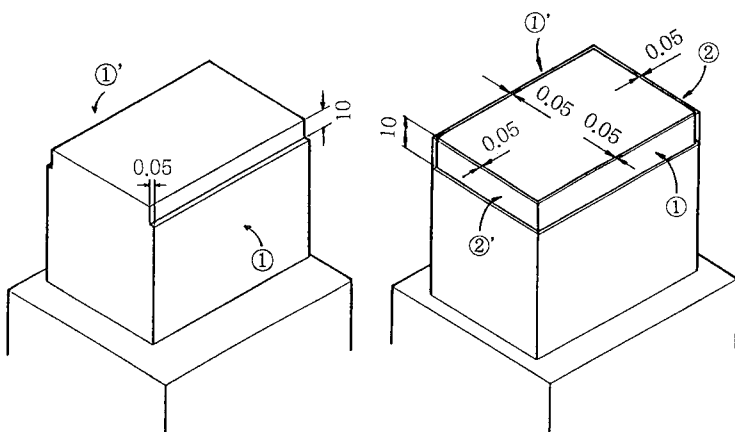


図 2-39 試し仕上げ研削

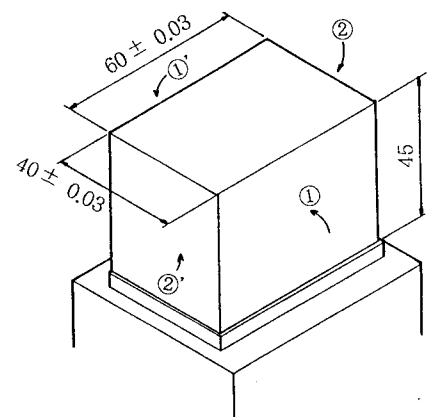


図 2-40 仕上げ研削

7. 多面の試し荒研削

[安全] 研削面を割出すときは、必ず事前に主軸停止、Z軸、Y軸の原点復帰を行うこと。

(1) ①面および①'面の試し荒研削

- ① 砥石位置の“0”点合せをする。
 - a. 砥石最下端（Y軸“0”点）と砥石端面（Z軸“0”点）の工作物との相対位置を設定する。
 - b. CRT操作盤の相対座標系の現在位置表示を“0”にプリセットする。
 - c. Y軸、Z軸の現在位置表示を百分紙の厚さ分だけ補正する。
 - d. 砥石を工作物から逃がす。

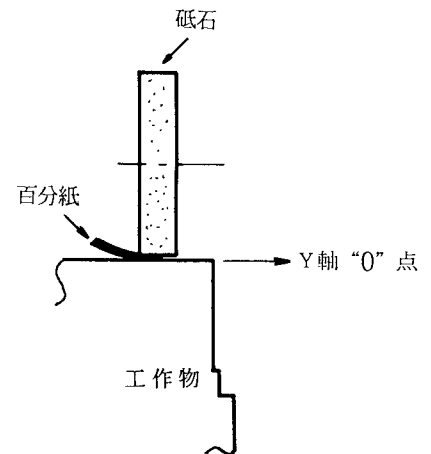


図 2-41

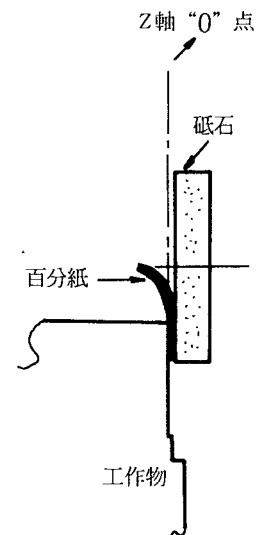


図 2-42

- ② ①面の試し荒研削をする。
 - a. 研削開始点に砥石を位置決めする。
 - b. 研削液を吐出する。
 - c. MDIにより①面を研削する。
 - ・ 研削条件
 - 主軸回転数：2100rpm
(研削速度：2100rpm)
 - 切込み深さ：Z軸方向0.5mm/回
Y軸方向0.1mm/回
 - 送り速度：200mm/min

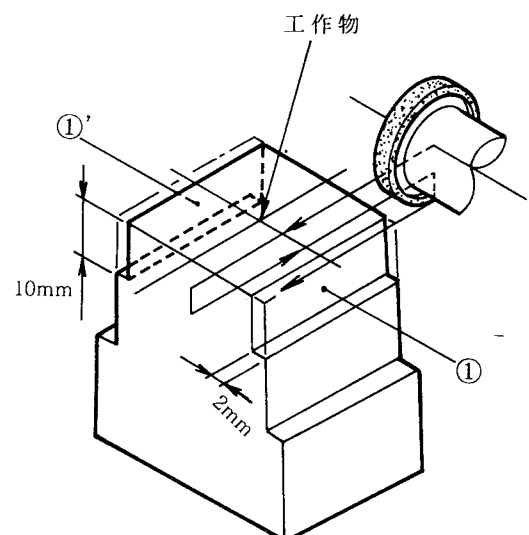


図 2-43 ① ①'面の試し荒研削

- ③ ①面の試し荒研削が完了したら、Z軸,Y軸を原点復帰させて主軸回転、研削液を停止する。
- ④ ①'面の割出しをする。
 - ・パレットを180°回転する。
- ⑤ ①'面の試し荒研削をする。
 - ・②～④と同じ要領で行う。

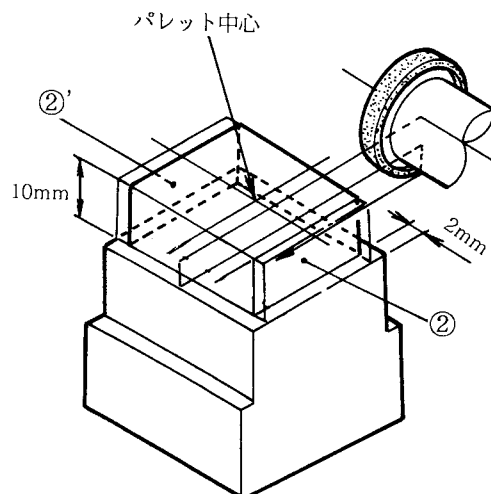


図 2-45 ② ②'面の荒研削

- ⑥ 工作物中心のずれを確認する。
 - ・①面および①'面の研削量をデプスマイクロメータで測定し、その差を確認する。

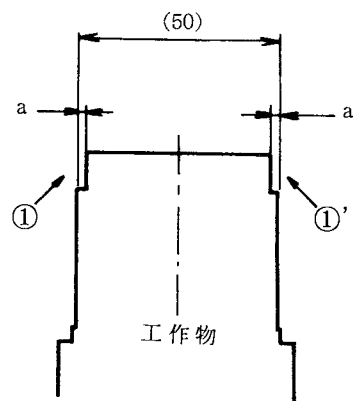


図 2-44

(2) ②面および②'面の試し荒研削

- ・①～⑥と同じ要領で、②面および②'面の試し研削を行い工作物中心のずれを確認する。
“0”プリセットはしない。
- ・(1),(2)の試し荒研削で工作物中心のずれが大きかったり、片面が研削されていないようであれば、バイスの取付けおよび工作物の取付けをはじめからやり直す。

8. 多面の荒研削

- ・ ①, ①', ②, ②' 各面に仕上げ代0.25mmを残し荒研削する。
- ・ 研削後の工作物寸法
幅 40.5 × 長さ 60.5 × 深さ (50)
- ・ [安全] 研削面を割出すときは,必ず事前に主軸停止,Z軸,Y軸の原点復帰を行うこと。

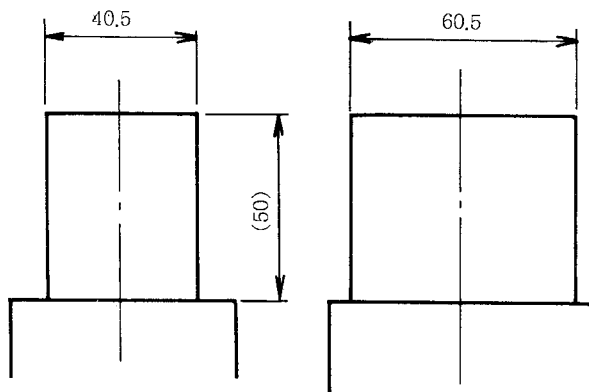


図 2-46

(1) ①面の荒研削

- ・ ①面を割出し、研削開始位置に砥石を位置決めし、①面を荒研削する。
- ・ 研削開始位置
: 工作物中心からZ方向20.25mmの位置
- ・ 研削条件
主軸の回転数 : 2100rpm
(研削速度 : 1000m/min)
切込み深さ : Y軸方向0.1mm/回
送り速度 : 200mm/min

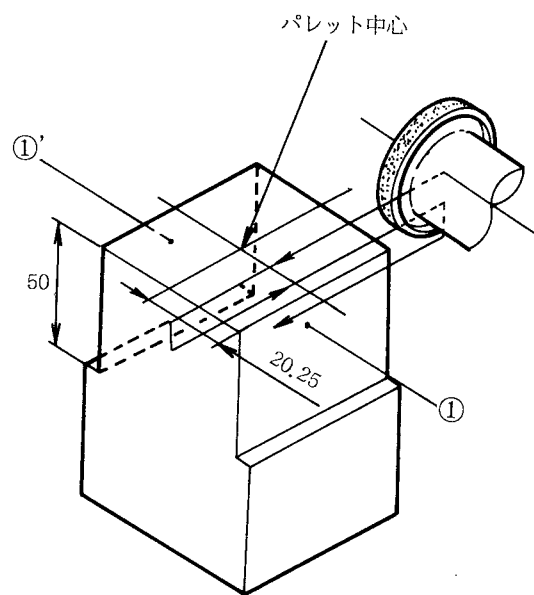


図 2-47

(2) ①'面の荒研削

- ・ パレットを180°回転させて①'面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、①'面を荒研削する。

- ・ 研削開始位置
: ①面研削時と同じ位置 (Z軸方向)
- ・ 研削条件
: ①面研削時と同じ
- ・ 測定・検査
: 工作物に割れ、欠けがないかの確認と工作物の幅測定
工作物の幅 (40.5) =

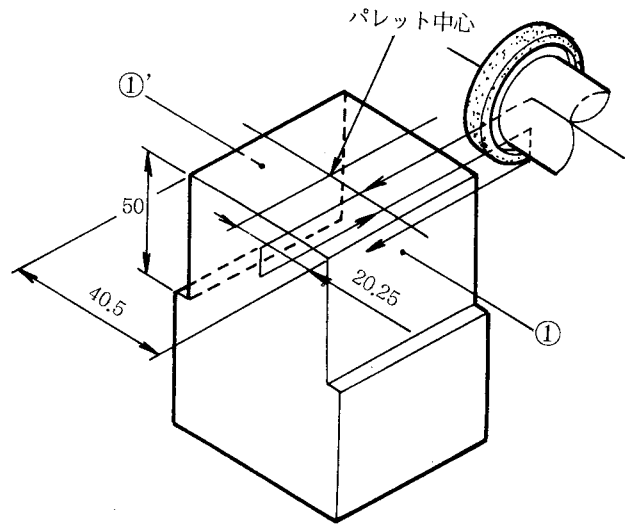


図 2-48

(3) ②面の荒研削

- ・ パレットを90° 回転させて②面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、②面を荒研削する。
- ・ 砥石開始位置
: 工作物中心からZ軸方向30.25mmの位置
- ・ 研削条件
: (1) の①面研削時と同じ

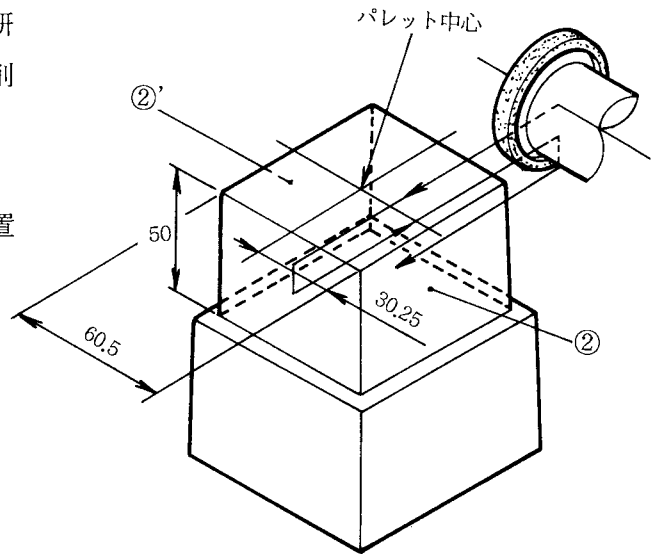


図 2-49

(4) ②'面の荒研削

- ・ パレットを180° 回転させて②'面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、②'面を荒研削する。
- ・ 研削開始位置
: ②面研削時と同じ位置 (Z軸方向)
- ・ 研削条件

: (1) の①面研削時と同じ

・ 測定・検査

: 工作物に割れ・欠けがないかの確認と工作物の幅測定

工作物の幅 (60.5) =

9. 砥石の交換

- ・ MDI モードで、Y 軸,Z 軸を原点復帰させ、ATC 工具交換を行い、主軸にカップ形砥石を取り付ける。

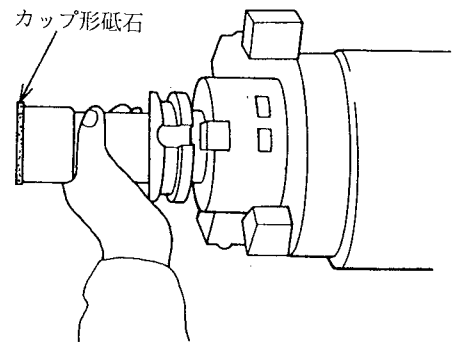


図 2-50

10. 多面の試し仕上げ研削

[安全] 研削面を割出すときは、必ず事前に主軸停止 Z 軸,Y 軸の原点復帰を行うこと。

(1) ①面および①'面の試し仕上げ研削

- ・ 7.(1) と同じ要領で Y 軸方向 0.05mm、Z 軸方向 2mm の切込みを与えて、①面および①'面の試し仕上げ研削をする。

・ 研削条件

主軸回転数 : 4000rpm
(研削速度 : 940m/min)
切込み深さ : Z 軸方向 0.05mm/回
Y 軸方向 10.0mm
送り速度 : 100mm/min

- ・ 試し仕上げ研削後は、工作物幅を測定し、工作物中心のずれを確認する。

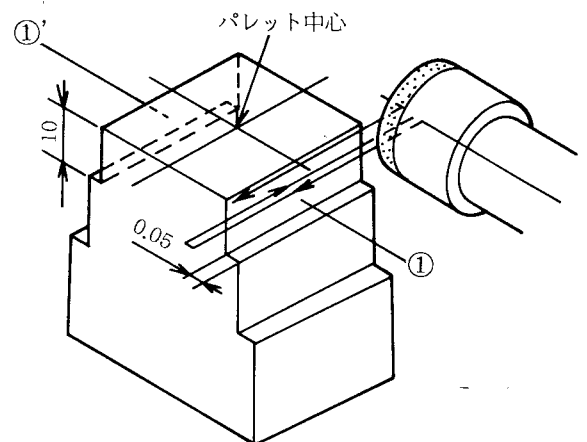


図 2-51

(2) ②面および②'面の試し仕上げ研削

- ・ (1)と同じ要領で②面および②'面の試し仕上げ研削を行い、工作物中心のずれを確認する。

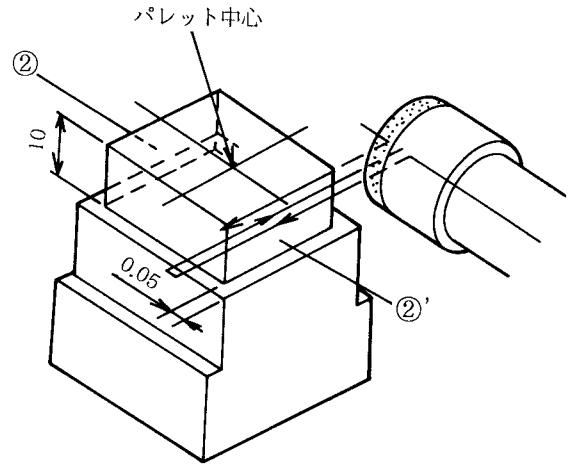


図 2-52

11.多面の仕上げ研削

- ・ ①, ①', ②, ②'の順に各面を仕上げ研削する
幅 : 40 ± 0.03
長さ : 60 ± 0.03
深さ : (45)
- ・ [安全] 研削面を割出すときは、必ず事前に主軸停止・Z軸・Y軸の原点復帰を行うこと。

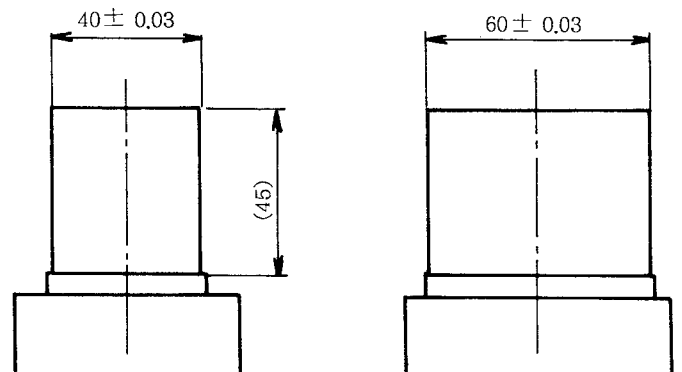


図 2-53

(1) ①面の仕上げ研削

- ・ ①面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、①面を仕上げ研削する。
- ・ 研削開始点
Z軸 : 試し仕上げ研削と同じ位置
Y軸 : 工作物上面より45mmの位置
- ・ 研削条件
主軸回転数 : 4000rpm
(研削速度 : $940\text{m}/\text{min}$)
切込み深さ : $0.05\text{mm}/\text{回}$
工作物中心から20mmになるまで繰り返す。
送り速度 : $100\text{m}/\text{min}$

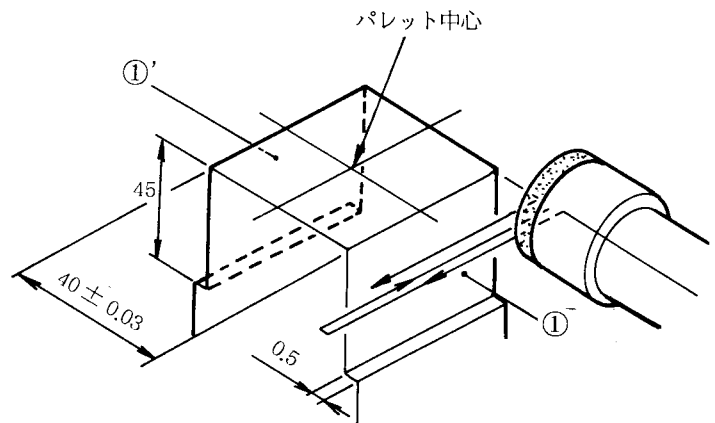


図 2-54

(2) ①' 面の仕上げ研削

- ・ パレットを180° 回転させて①' 面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、①' 面を仕上げ研削する。
- ・ 研削開始点
: (1) の①面研削時と同じ
- ・ 研削条件
: (1) の①面研削時と同じ

(3) 工作物の幅測定

- ・ 工作物幅を測定し、 40 ± 0.03 であることを確認する。
- ・ 削り代が残っている場合は、工作物中心のずれを確認した上で①面あるいは①' 面を(1)と同じ要領で再仕上げ研削を行う。

(4) ②面の仕上げ研削

- ・ パレットを90° 回転させて②面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、②面を仕上げ研削する。
- ・ 研削開始点
Z軸 : 試し研削時と同じ位置
Y軸 : 工作物面より45mmの位置
- ・ 研削条件
: (1) の①面研削時と同じ

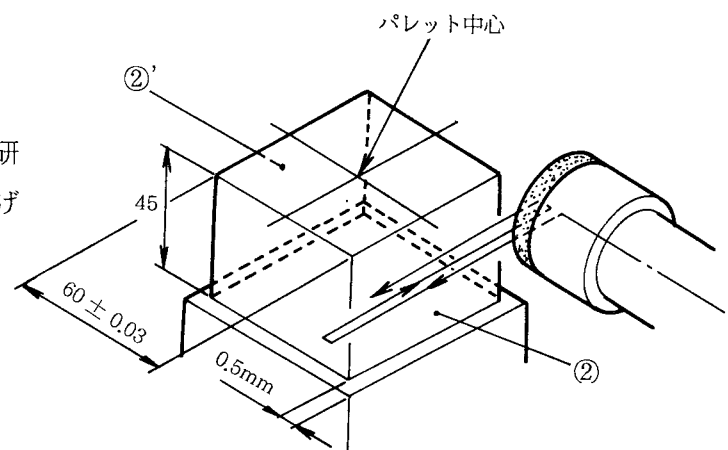


図 2-55

(5) ②' 面の仕上げ研削

- ・ パレットを180° 回転させて②' 面を割出し、研削開始点に砥石を位置決めし、②' 面を仕上げ研削する。
- ・ 研削開始点
: ②面研削時と同じ
- ・ 研削条件
: ②面研削時と同じ

(6) 工作物幅の測定

- ・ (3) と同じ要領で工作物の幅を測定し、 60 ± 0.03 にする。

12. 工作物の取外し

- ・ パレットを交換し、バイスから工作物を取り外す。

13. 後始末

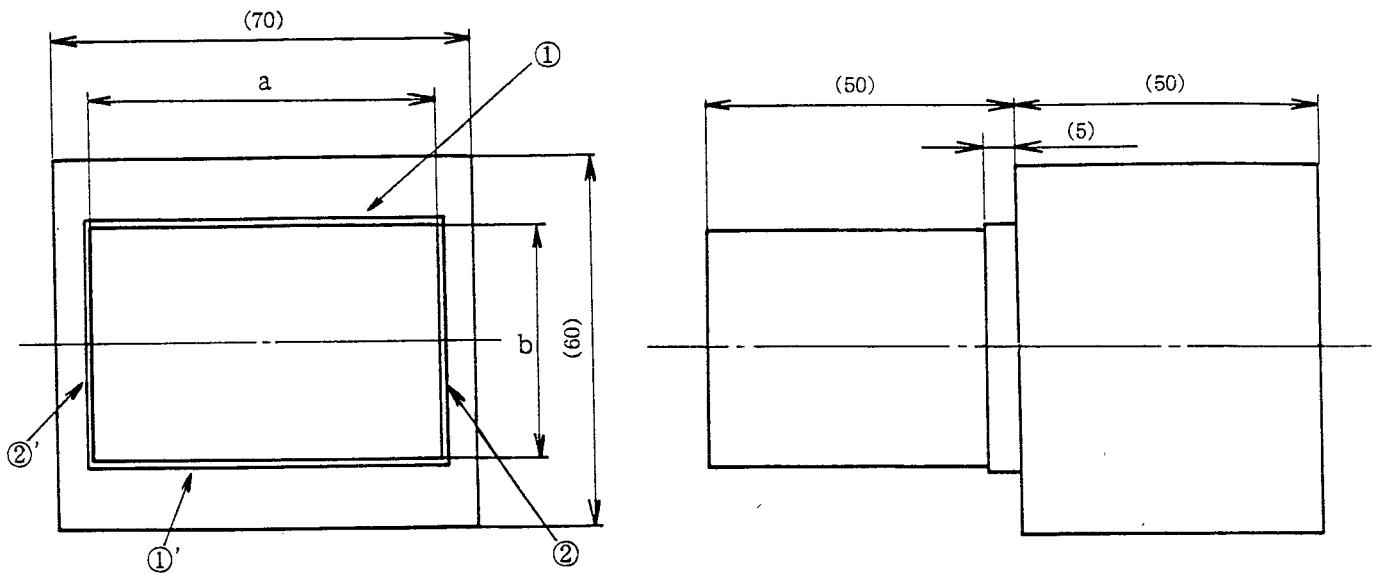
- ・ 各部の清掃および整理整頓をする。

I. 次の評価項目にもとづいて、マシニングセンタのMDI操作の確認をする。

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. 砥石のマガジンへの収納とMDIによる工具番号の登録が正しくできる 3. MDIによる送り操作が正しくできる 4. MDIによる原点復帰が正しくできる 5. MDIによるパレットの交換が正しくできる 6. MDIによる砥石の交換(ATC工具交換)が正しくできる 7. MDIによる主軸回転の起動・停止が正しくできる 8. MDIによる研削液の吐出・停止		A: 操作ができる B: 操作ができない

II. 次の評価項目にもとづいて、セラミックス各部を測定・検査する。



評価項目

測定箇所		実測値	採点基準						得点
寸法精度	a. (60±0.03)		±0.01	25	±0.02	15	±0.03	8	/80
	b. (40±0.03)		±0.01	25	±0.02	15	±0.03	8	
	直角度 ①⊥②		0.01 以内	10	0.03 以内	6			
	平行度	①-①'		±0.01	10	±0.03	6		
②-②'			±0.01	10	±0.03	6			
仕上げ面			上	20	中	15	下	8	/20
減点項目	大きな欠け		-10						
	削り込み		-5						
	きず		-5						
	工具の整理整頓		-5						
									/100

実技課題（3） プログラム操作によるセラミックスの研削

I. マシニングセンタのプログラム操作

II. プログラムによるセラミックスの多面割出し研削および輪郭研削

材料： Al_2O_3

(注) 課題（2）で使用したもの

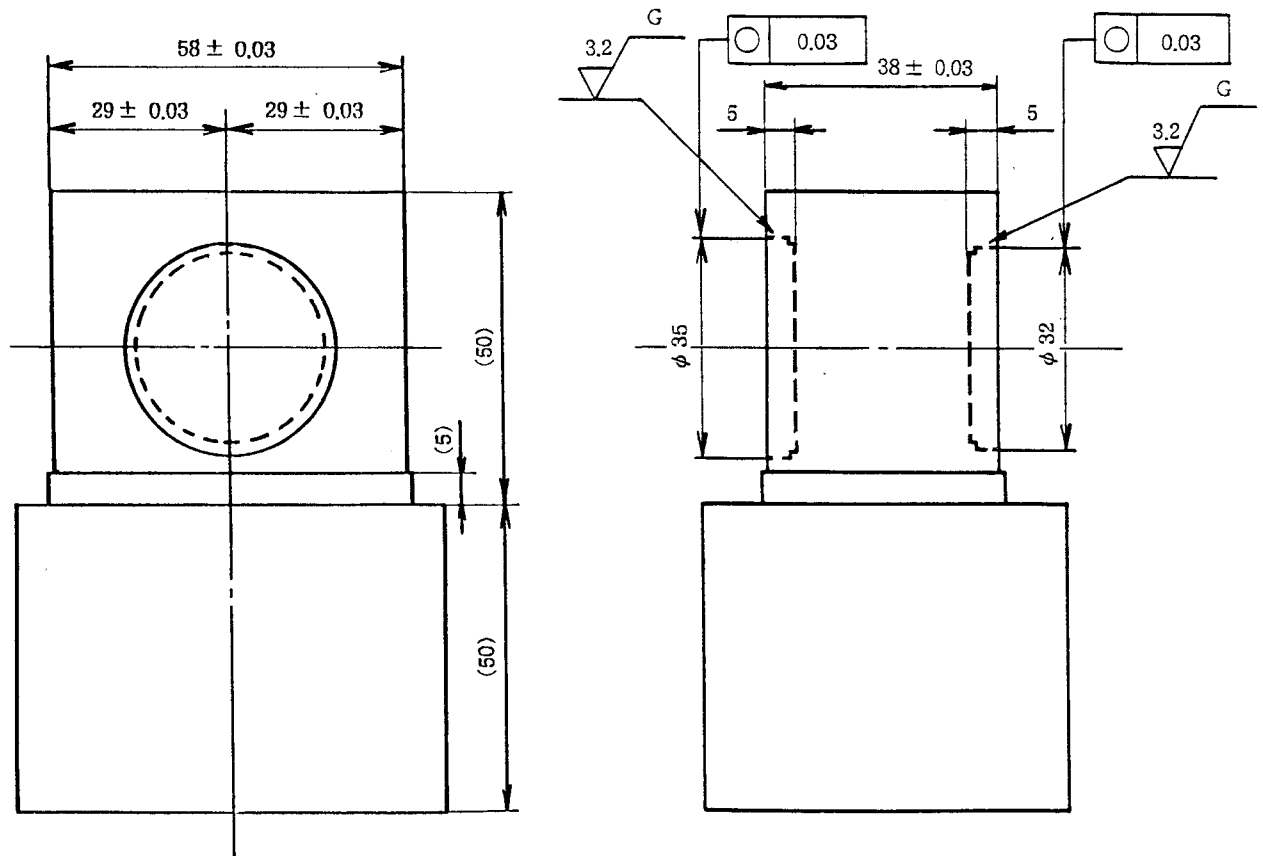


図 3-1

ここでは、セラミックス部品を2種類の鋳鉄ファイバボンド砥石を使って、プログラムによる多面割出し研削および輪郭研削を行い、次のことを習得する。

1. マシニングセンタのプログラミング
2. カップ形砥石による多面割出しプログラム研削
3. 軸付き砥石によるプログラム輪郭研削

I. マシニングセンタのプログラム操作

1. 作業準備

(1) 工作機械

- ・ 横形マシニングセンタ
(ATC・APC付きセラミックス研削仕様)

(2) 研削砥石

- ① カップ形铸铁ファイバボンド砥石
 - ・ 型番：SD170N100FA
 - ・ 大きさ： $\phi 75 \times 50$
- ② 軸付き铸铁ファイバボンド砥石
 - ・ 型番：SD170N100FA
 - ・ 大きさ： $\phi 30 \times 20$

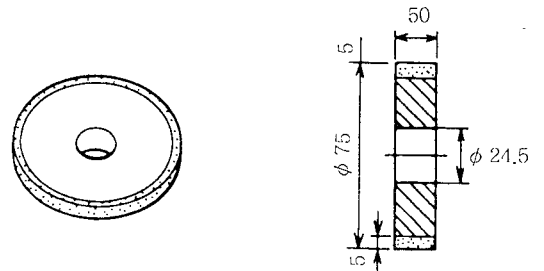


図 3-2 カップ形砥石

(3) 測定器

- ① スケール (150mm)
- ② ノギス (150mm, 0.01mm)
- ③ マイクロメータ (外側およびデプス 0.002mm)
- ④ スタンド付きテコ式ダイヤルゲージ (0.001mm)
- ⑤ 内側マイクロメータ (0.002mm)
- ⑥ ツールプリセット

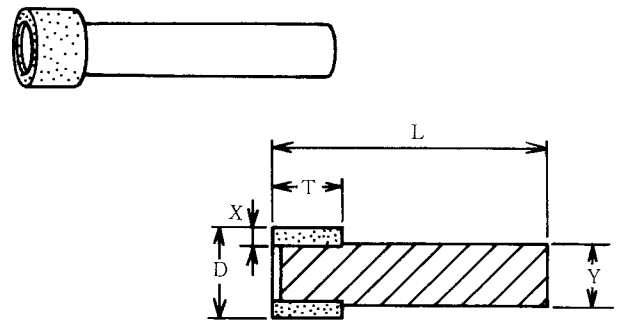
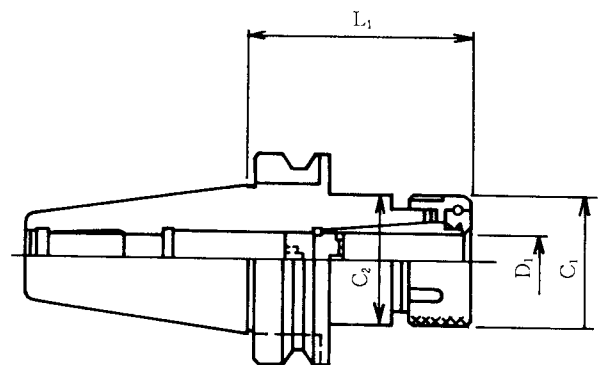


図 3-3 軸付き砥石

(4) 器工具

- ① 砥石ホルダ
 - a. カップ形砥石用ホルダ
 - b. 軸付き砥石用ホルダ
- ② マシンバイス
 - ・ 口金幅 100mm 以上
- ③ プラスチックハンマ
- ④ 保護板 (ファイバー製)
- ⑤ 標準工具一式



(5) 研削液および潤滑油

- ① 研削液：水溶性研削液
- ② 潤滑油：指定潤滑油

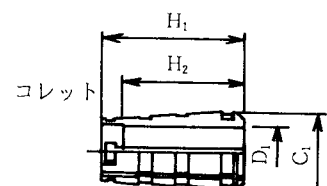


図 3-4 軸付き砥石用ホルダ

2. 各部の点検と給油

(1) 各部の点検

- ・ 日常点検項目表により各部を点検する。

(2) 各部の給油

- ・ 給油箇所に指定潤滑油を給油する。

[安全作業]

- ・ 作業者は運転している機械からみだりに離れない。
- ・ 手袋、ネクタイなどを着用しない。
- ・ 機械の周囲は照明を十分にし、器工具類の整理整頓をする。
- ・ スイッチの開閉（ON－OFF）を確実にする。
- ・ 安全カバー、防塵カバーなどのカバー類を外した状態では運転しない。
- ・ 作業中に異常が発生した場合は、ただちに電源をOFFにし運転を中止する。
- ・ 機械を止めるとき、惰性で回転しているものを無理に止めない。
- ・ 作業後は、すべてのスイッチがOFFになっていることを確認する。
- ・ 作業後は、機械がもっとも安定した状態にする。
- ・ 作業後は、機械・器工具類の清掃を行う。

3. 機械の起動

- (1) 機械本体の主電源スイッチを“ON”にする。

- (2) CRT 操作盤の電源を“ON”にする。

4. 手動原点復帰

- ・ Z軸,Y軸,X軸,B軸の順に、手動で各軸を原点復帰する。

5. 砥石の取付け

(1) 砥石の点検

- ・砥石の刻印の検査、および砥石面の欠け、割れなどの外観検査をする。

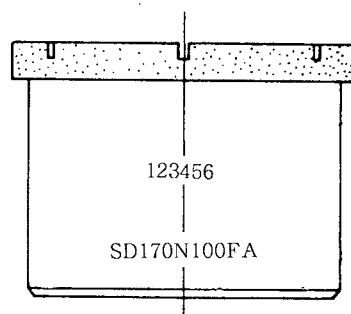


図 3-5 カップ形砥石

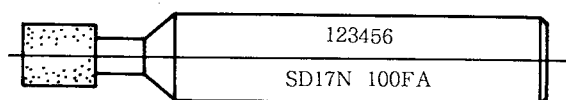


図 3-6 軸付き砥石

(2) 砥石の砥石ホルダへの取付け

- ① カップ形砥石を砥石ホルダに取り付ける。
 - ・取付け各部を清掃し、ツールプリセットに砥石ホルダを取り付け、砥石長および砥石径を測定する。

・砥石長 =

・砥石径 =

- ② 軸付き砥石を砥石ホルダに取り付ける。
 - ・取付け各部を清掃し、ツールプリセットに砥石ホルダを取り付け、砥石長および砥石径を測定する。

・砥石長 =

・砥石径 =

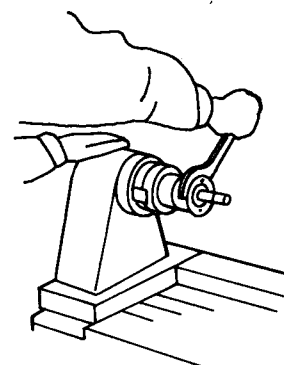


図 3-7 軸付き砥石の取付け

(3) 砥石のマガジンへの収納

- ① 砥石をマガジンの指定するポットに収納する。
- ② 砥石の工具番号を設定する。
 - ・工具番号設定プログラム

M57 ;

S□□T□□ ;

M30 ;

	ポット番号		工具番号
カップ形砥石	<input type="text"/>	⇒	<input type="text"/>
軸付き砥石	<input type="text"/>	⇒	<input type="text"/>

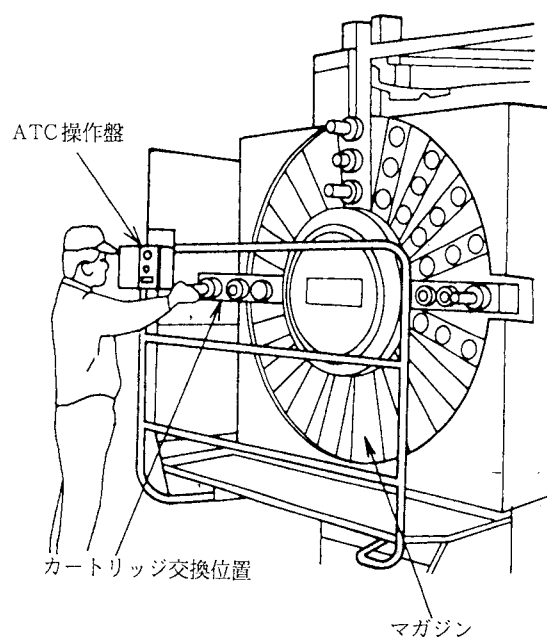


図 3-8

6. メモリ運転

(1) プログラムの登録

- ① メモリ編集モードを選択する。
 - ・ 運転モード選択スイッチの「メモリ編集モード」のボタンを押す。
- ② NC画面を呼び出す。
 - a. 「NC/PC切換え」キーを押し、NC画面を呼び出す。
 - b. 機能選択キーの「プログラム」キーを押し、プログラムの入力画面を呼び出す。

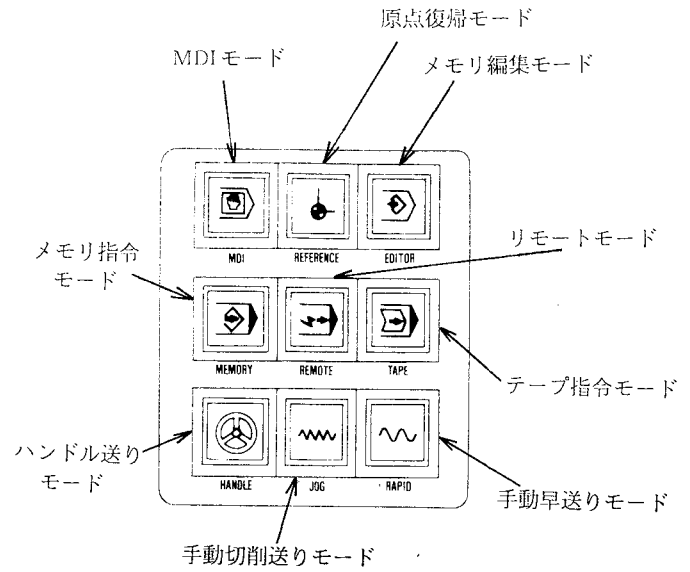


図3-9 運転モード選択スイッチ

- ③ プログラム番号を登録する。
 - ・ アドレス、数値キーを使って、プログラム番号を入力し、「INSERT」キーを押して登録する。
 - ・ プログラム番号
O□□□□ (例1) O0001
- ④ プログラムを入力する。
 - ・ アドレス、数値キーを使ってプログラムを入力し、「INSERT」キーを押して登録する。
 - ・ 入力するプログラム


```
G01 X100.0 F200 ; _____ ①
          Y-20.0 ; _____ ②
          X-100.0 ; _____ ③
          Y-20.0 ; _____ ④
          X 100.0 ; _____ ⑤
          M30 ; _____ (エンドオブプログラム)
```

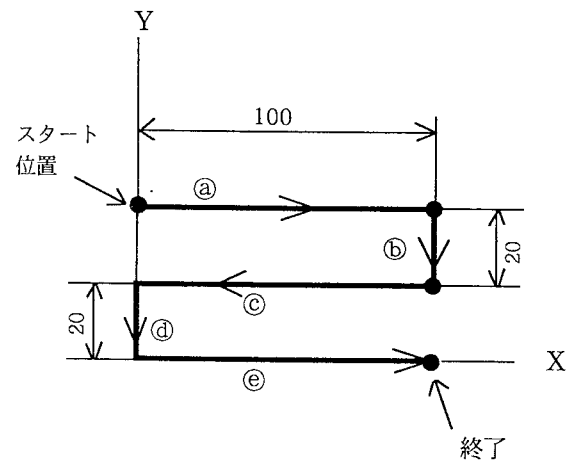


図 3-10

(2) プログラムの呼出し

- ① メモリ指令モードを選択する。
 - a. 運転モード選択スイッチの「メモリ指令モード」のボタンを押す。
 - b. 「プログラム」キーを押す。
- ② 呼び出したいプログラムをサーチする。
 - ・ 「操作メニュー」キーを押し、ソフトキーの「サーチ」キーを押して、呼び出したいプログラムを押す。

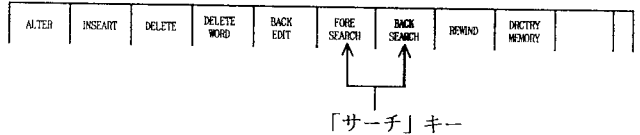
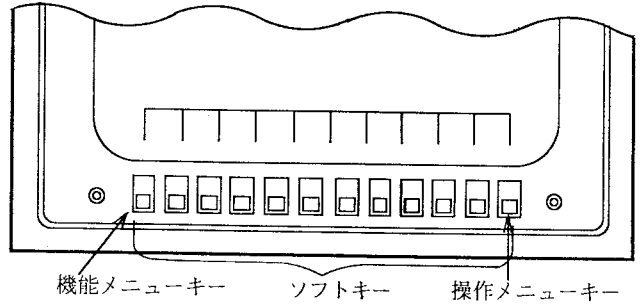


図 3-11

- ③ プログラムを呼び出す。
 - ・ 「(PROG#)」キーを押し、呼び出したいプログラムのプログラム番号を入力し「EXEC」キーを押す。
 - ・ 呼び出すプログラム
O0001

(3) プログラムの実行

(マシンロック “ON” の場合)

- ① マシンロックを “ON” にする。
 - a. PC画面を呼び出し、「NC機能」キーを押す。

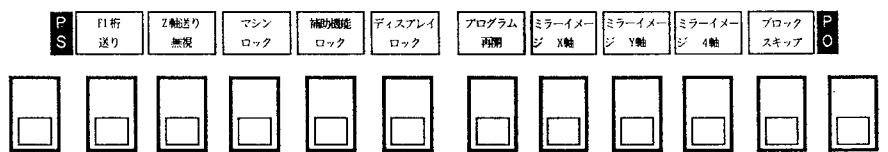
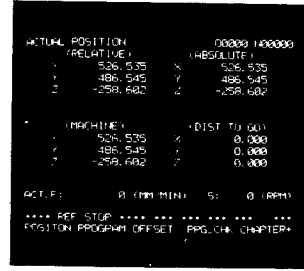


図 3-12 [NC機能] のソフトキー

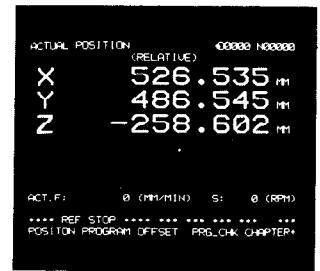
- b. ソフトキーの「マシンロック」キーを押す。
 - ・ マシンロックを “ON” にすると、手動運転、自動運転において、各軸の動作を実際に動かさずにプログラムの確認ができる。
- ② プログラムを実行する。
 - ・ カーソルをプログラムの先頭に移動させ「スタート」キーを押し、プログラムを実行する。

③ プログラム動作の確認

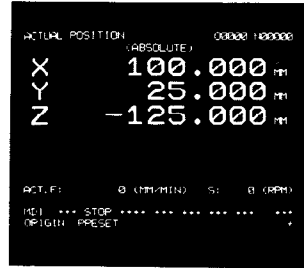
- ・ NC画面の「現在位置表示」によりプログラム動作を確認する。
- ・ マシンロック“ON”ではM,S,T,Bの各コードは実行される。



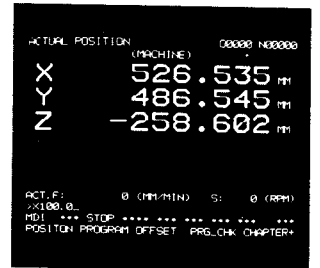
a. 総合位置表示



b. 相対位置表示



c. ワーク座標系での現在位置表示



d. 機械座標系での現在位置表示

図 3-13 現在位置表示画面

(4) プログラムの実行

(マシンロック“OFF”の場合)

- PC画面の「NC機能」でソフトキーの「マシンロック」キーを押し、マシンロックを解除して(3)と同じ要領でプログラムを実行する。
- 機械の実際の動作を確認する。

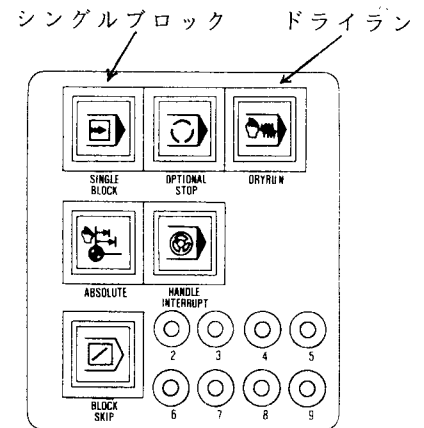


図 3-14 NC機能スイッチ

[プログラムの実行方法]

- ・ シングルブロック : NC機能スイッチの「シングルブロック」のスイッチを押して、プログラムを1ブロックずつ実行させる方法。
- ・ ドライラン : NC機能スイッチの「ドライラン」のスイッチを押して、切削送りや早送りをJOG送り操作で行う場合。
- ・ 連続運転 : プログラムをそのまま始めから終わりまで連続して実行させる方法。シングルブロックやドライランを解除して行う。

7. 各種プログラムのメモリ運転

(1) 同時2軸直線運動プログラムのメモリ運転

・ 6.と同じ要領で、プログラムを登録し、実行する。

・ 入力するプログラム

O0002 ; (プログラム番号)

G01X100.0 Y100.0 F200 ; _____ (a)

X100.0 Y-100.0 ; _____ (b)

X-100.0 Y-100.0 ; _____ (c)

X-100.0 Y-100.0 ; _____ (d)

M30 ;

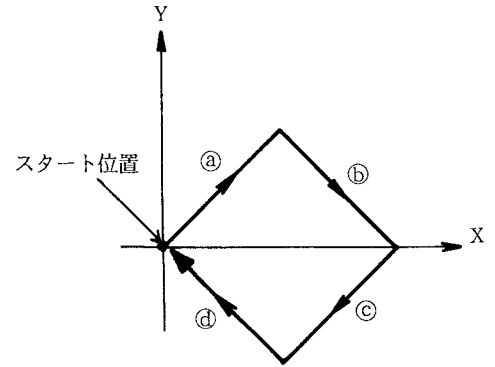


図 3-15

(2) 円弧運動プログラムのメモリ運転

・ 6.と同じ要領で、プログラムを登録し、実行する。

・ 入力するプログラム

O0003 ; .. (プログラム番号)

G91 G17 G02 I 50.0 F200 ; (円弧切削)

M30 ;

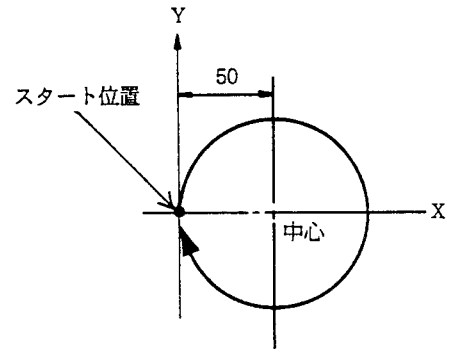


図 3-16

(3) ヘリカル運動プログラムのメモリ運転

・ 6.と同じ要領で、プログラムを登録し、実行する。

・ 入力するプログラム

O0004 ; .. (プログラム番号)

G91 G17 G02 Z5.0 I50.0 F200 ;

M30 ;

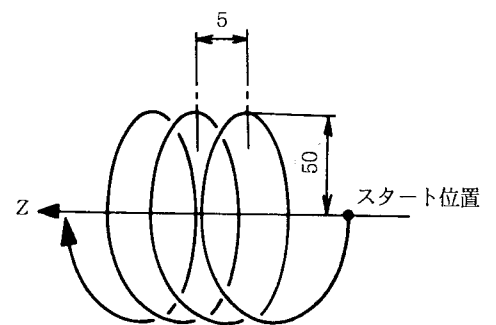


図 3-17

(4) 直線運動と円弧運動の組合せプログラムのメモリ運転

・ 6.と同じ要領で、プログラムを登録し、実行する。

・ 入力するプログラム

O0005 ; (プログラム番号)

G01 X100.0 Y100.0 F200 ; ———— (a)

X100.0 Y-100.0 ; ———— (b)

X-100.0 Y-100.0 ; ———— (c)

X-100.0 Y100.0 ; ———— (d)

;

G91 G17 G02 I-50.0 G200 ; ———— (e)

M30 ;

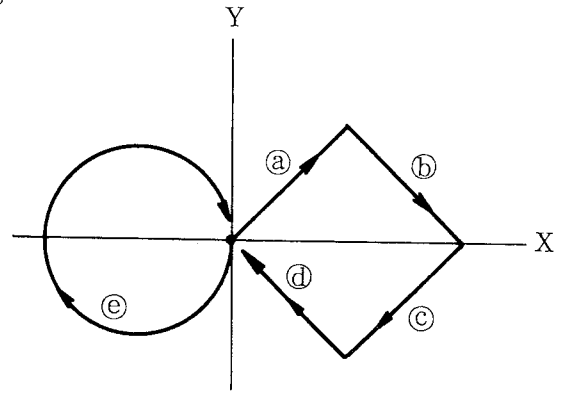
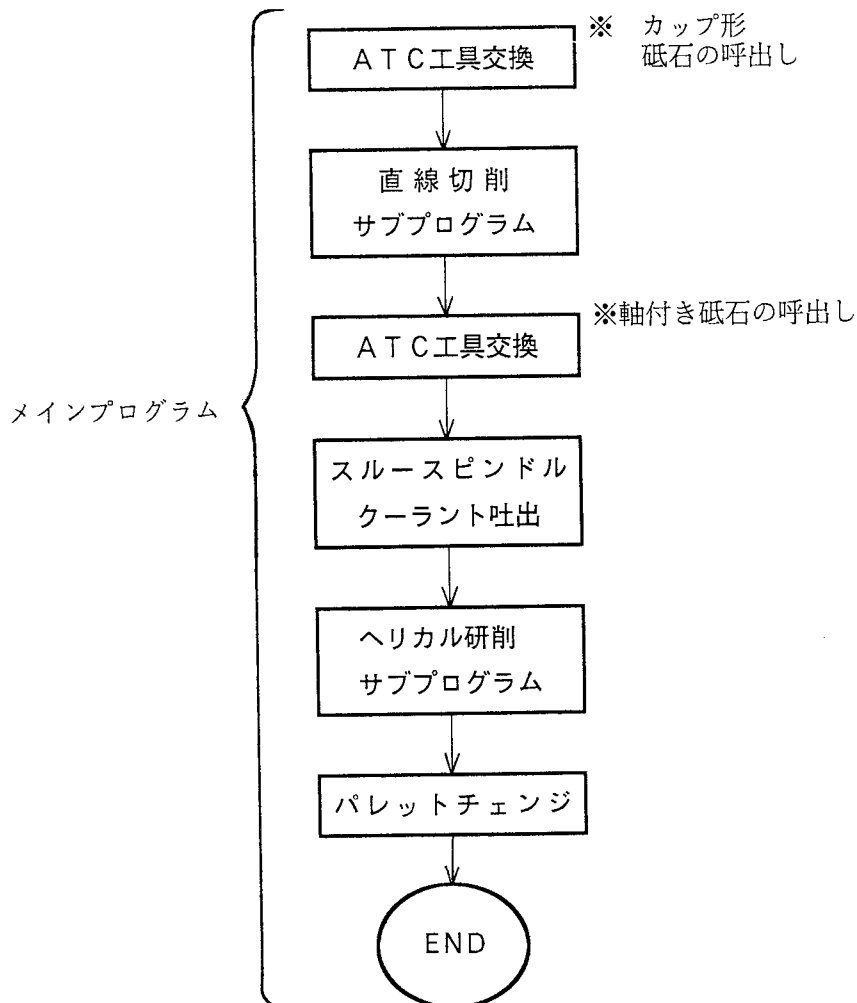


図 3-18

(5) メインプログラムとサブプログラムのメモリ運転

・ 次の動作を行うメインプログラムとサブプログラムを作成し、登録・実行する。

・ プログラムの実行はマシンロック “ON” で行う



① サブプログラムを作成・登録する。

・直線運動サブプログラム

```
O0050 ;
G01X100.0 F100 ;
Z-0.05 ;
X-100.0 ;
Z-0.05 ;
M99 ;      (サブプログラムの終了)
```

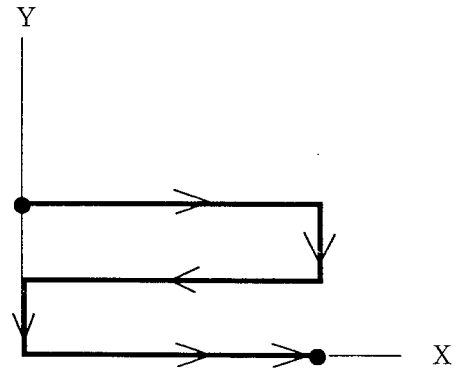


図 3-20

・ヘリカル運動サブプログラム

```
O0051 ;
G17 G91 G02 Z5.0 I50.0 F200 ;
M99 ;
```

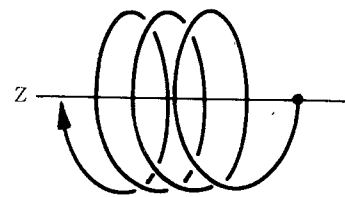


図 3-21

② メインプログラを作成・登録する。

・メインプログラム

```
O0006 ; ..... (プログラム番号)
G00 G28 G91 Z0 ;
G28 X0 Y0 B0 ;
T□□ M06 ;
} ATC工具交換 (カップ形砥石の呼出し)
;
M98 P50 ;
} サブプログラム (O0050) の呼出し実行
;
G00 G28 G91 Z0 ;
G28 X0 Y0 B0 ;
T□□ M06 ;
} ATC工具交換 (軸付き砥石の呼出し)
M25 ;
M26 ;
} スルースピンドルクーラントの吐出
;
M98 P51 ;
;
} サブプログラム (O0051) の呼出し・実行クーラント停止
M09 ;
;
G00 G28 G91 Z0 ;
G28 X0 Y0 B0 ;
} 原点復帰
```



```
M60 ;          }      パレットチェンジ  
;  
M30 ;          }      エンドオブプログラム
```

③ プログラムを実行する。

- PC画面の「NC機能」で、ソフトキーの「マシンロック」キーを押してプログラムを実行する。

II. プログラムによるセラミックスの多面割出し研削および輪郭研削

1. バイスの取付け

(1) バイスをパレットに取り付ける。

- ・ バイス裏側のキーを取り外し、パレットのほぼ中央にTボルトで仮締めする。

(2) 工作物の寸法を測定する。

- ・ マイクロメータで工作物の寸法を測定する。

A =	<input type="text"/>	———— (60)
B =	<input type="text"/>	———— (60)
C =	<input type="text"/>	———— (40)
D =	<input type="text"/>	———— (10)
E =	<input type="text"/>	———— (5)

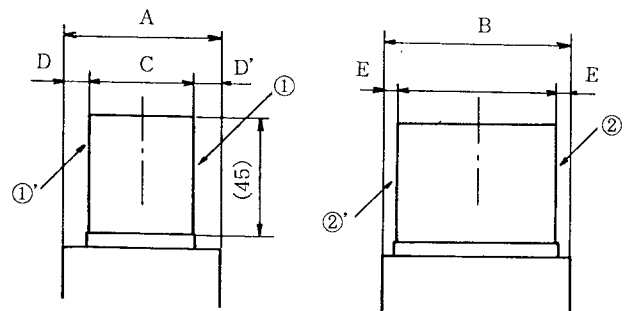


図 3-22

(3) バイス取付け位置を調整する。

- a. 工作物中心とパレット中心が一致するように、パレット端からバイス口金までの距離 (E) を調整する。

$$E = \underbrace{315}_{\substack{\text{パレット中心からパレット端面までの距離}}} + \underbrace{\frac{A}{2}}_{\substack{\text{工作物中心から} \\ \text{バイス固定口金までの距離}}} + \alpha$$

- b. バイス口金は、X軸方向に対して平行になるように調整する。
- c. バイス取付け位置の調整が完了したら、バイスをしっかり締め付ける。
- ・ 締め付け時にバイスが動くこともあるので締め付け後の取付け位置も確認する。

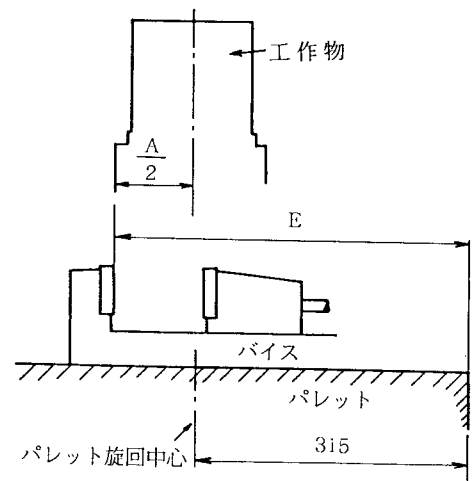


図 3-33

(4) 工作物の取付け

- ・ 工作物中心とパレット中心が一致するようにバイスに取り付ける。

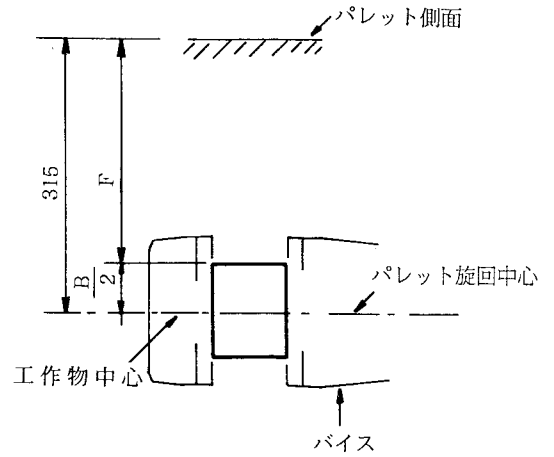
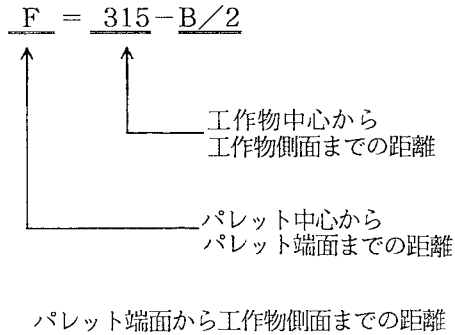


図 3-34

2. 機械の起動

- ・ 機械本体およびCRT操作盤の電源スイッチを“ON”にする。

3. 原点復帰

- ・ MDIモードで原点復帰のプログラムを入力・実行する。

```
G00 G28 G91 Z0 ;
G28 X0 Y0 B0 ;
```

4. パレットの交換

- ・ MDIモードで、パレット交換のプログラムを入力・実行する。

```
M60 ;
```

5. 砥石位置の確認

- ・ カップ形砥石および軸付き砥石のそれぞれについて砥石位置の“0”点合せを行い、砥石と工作物中心の相対位置を確認する。
- ・ 工作物中心がパレット中心とずれているようであれば、(1)～(5)を繰り返して工作物中心とパレット中心を合せる。

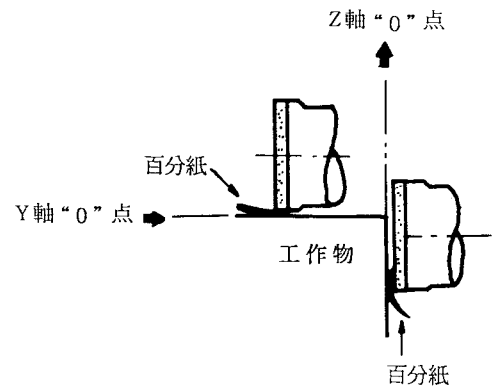


図 3-35 カップ形砥石の“0”点合せ

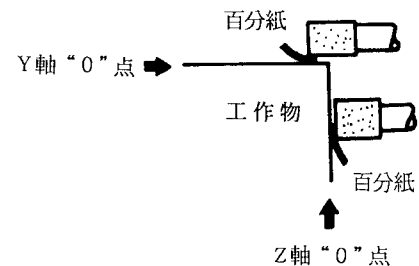


図 3-36 軸付き砥石の“0”点合せ

6. 作業手順の確認

・ 次の工程図の概略の作業手順を理解する。

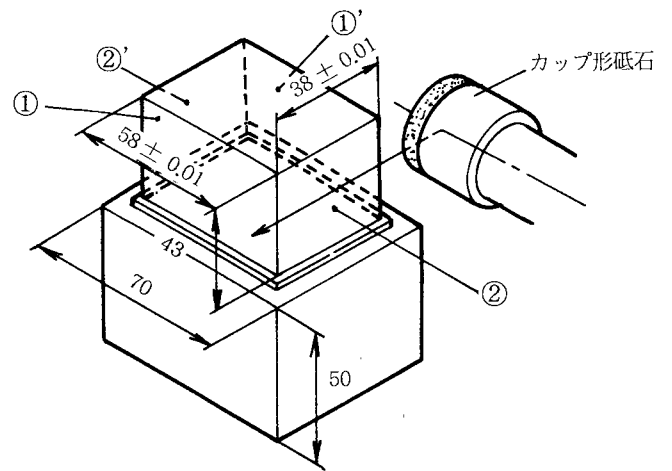
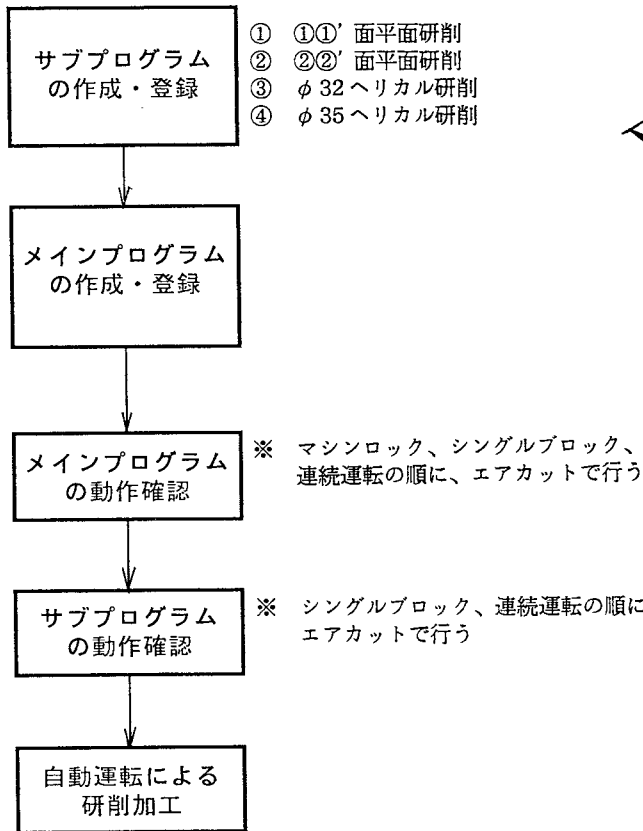


図 3-37 割出し平面研削

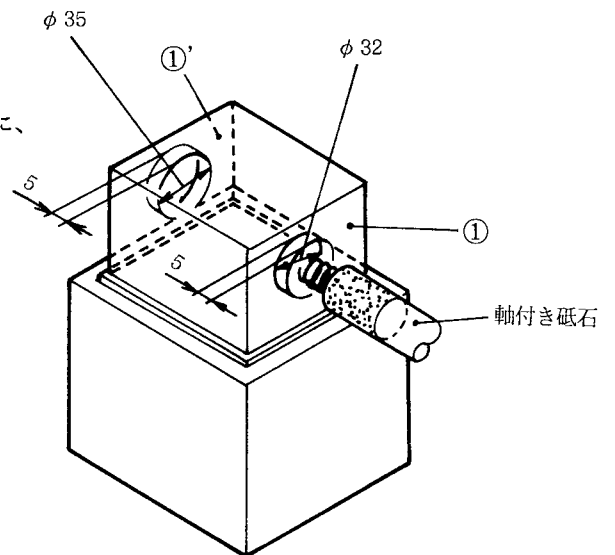


図 3-38 ヘリカル研削

7. プログラムの作成

(1) サブプログラムの作成・登録

① ①面および①'面の平面研削サブプログラムを作成し、登録する。

a. プログラム番号：O0100

b. プログラムの内容

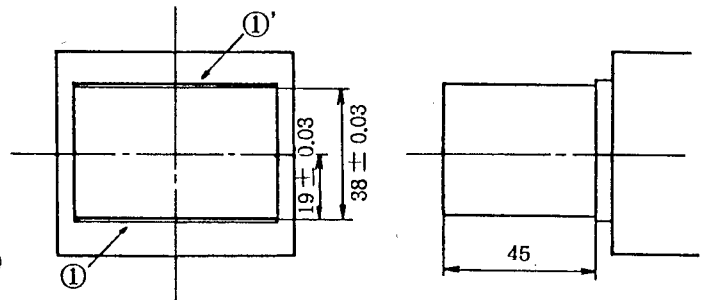
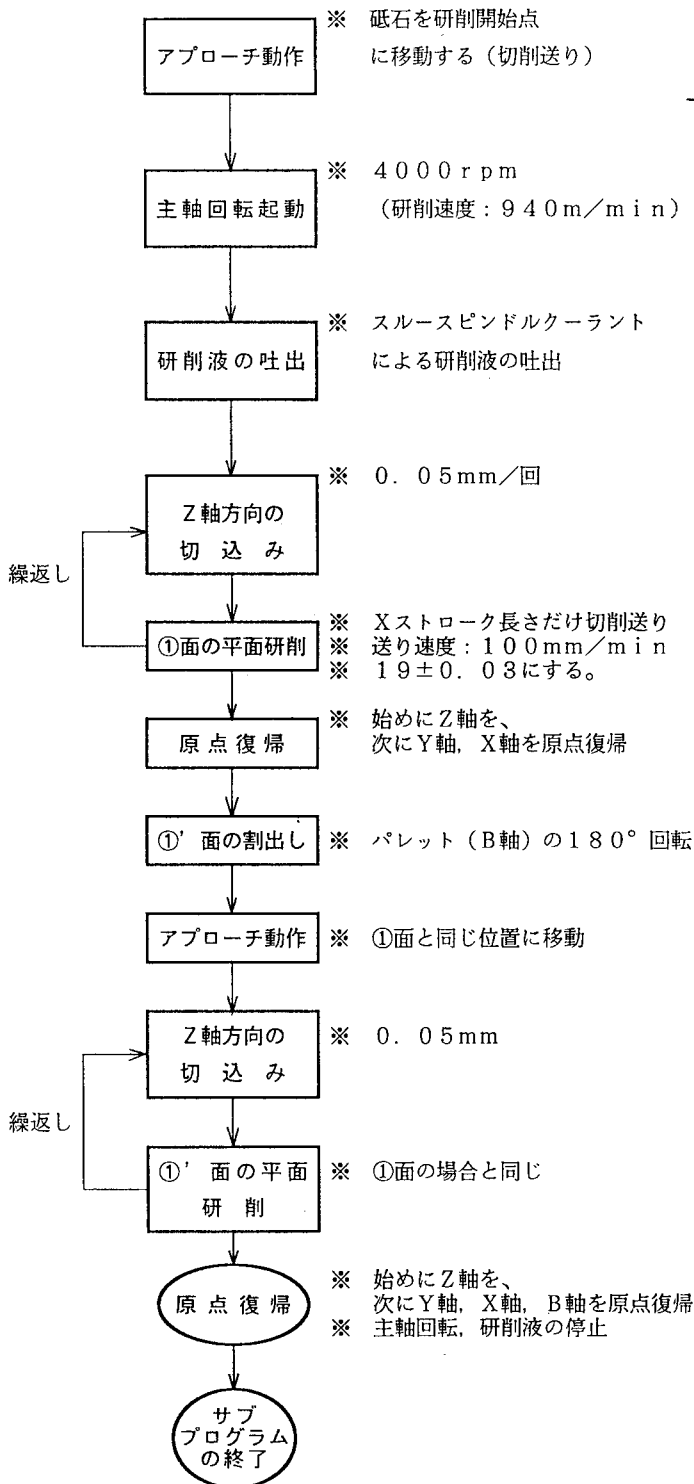


図 3-40

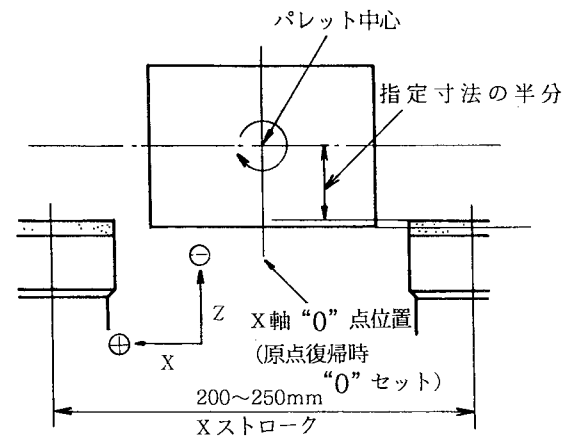


図 3-41

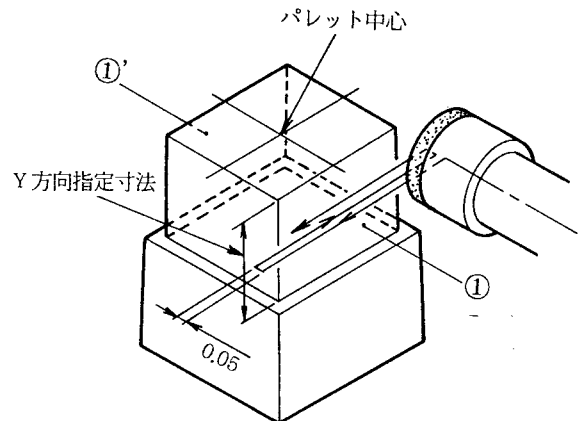


図 3-42

② ②面および②'面の平面研削サブプログラムを作成し、登録する。

a. プログラム番号

・ 00101

b. プログラムの内容

・ ①と同じ要領

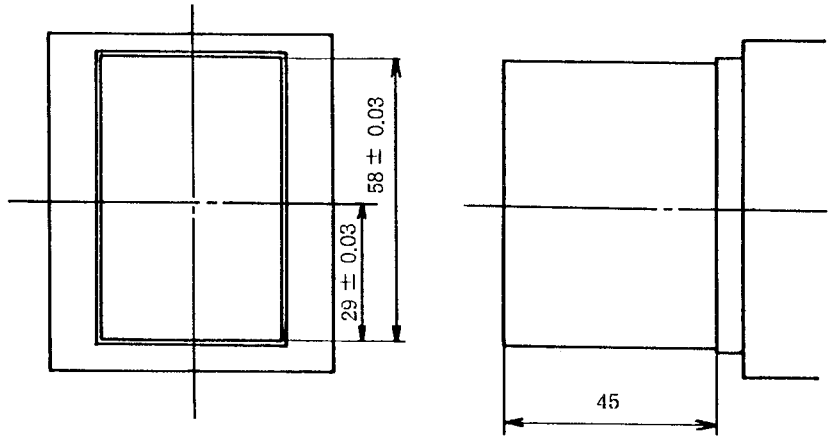


図 3-43

————— プログラム記入欄 —————

[①面および①'面の平面研削サブプログラム]

[②面および②'面の平面研削サブプログラム]

③ $\phi 32$ ヘリカル研削サブプログラムを作成し、登録する。

a. プログラム番号

・ 00102

b. プログラムの内容

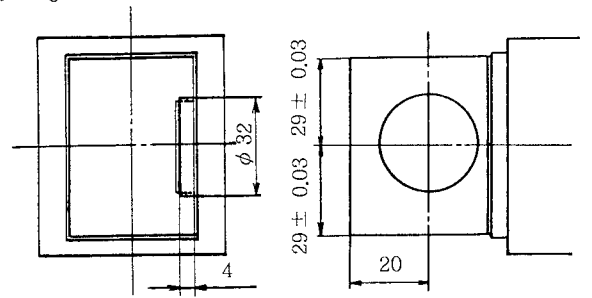
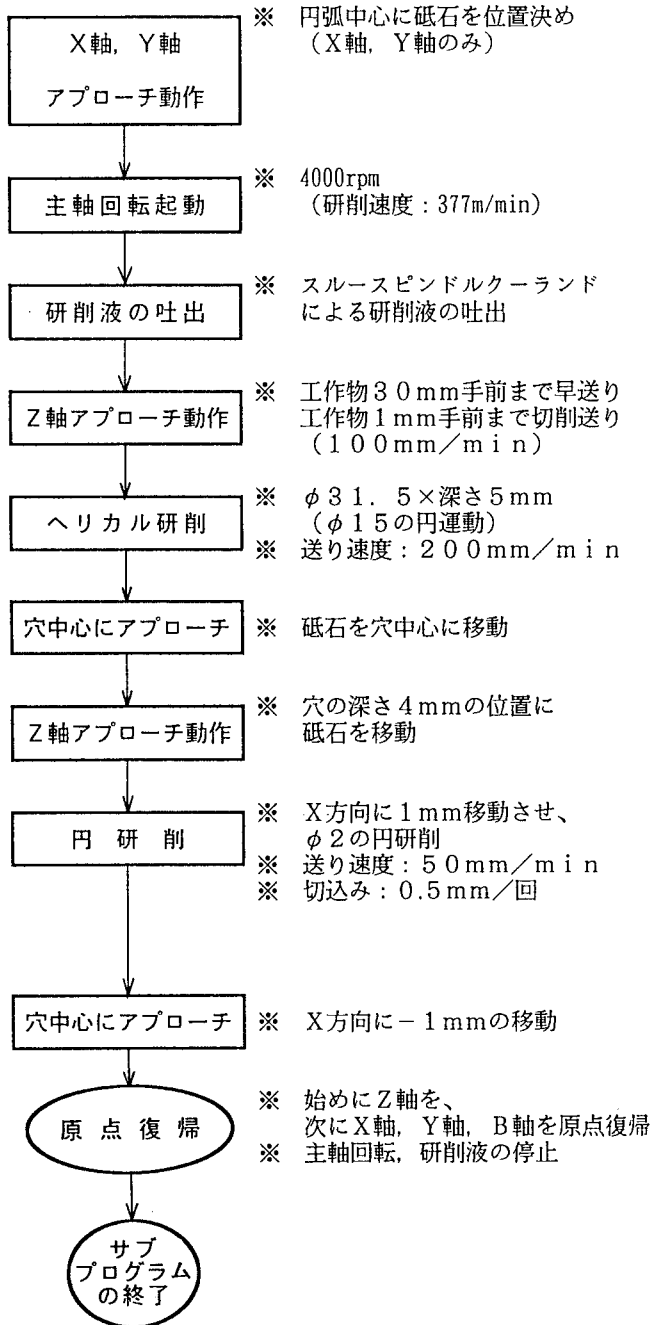


図 3-45

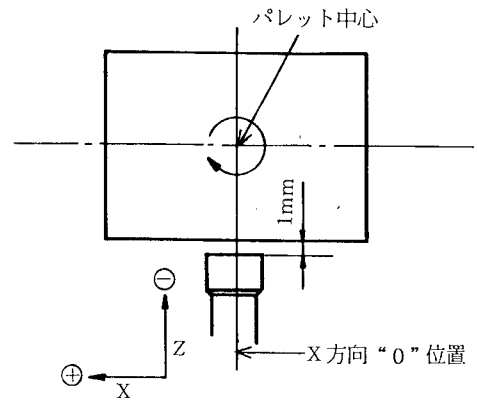


図 3-46

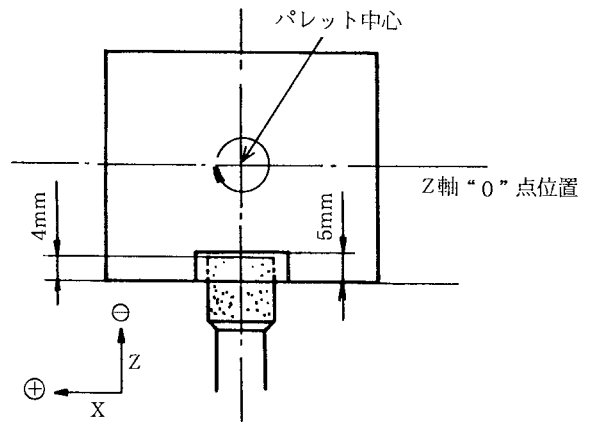


図 3-47

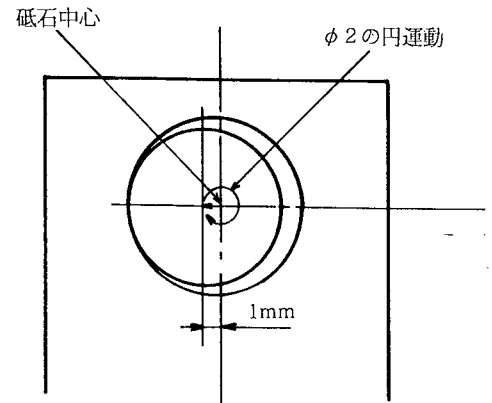


図 3-48

④ $\phi 35$ へリカル研削サブプログラムを作成し、登録する。

a. プログラム番号

・ 00103

b. プログラムの内容

・ ③と同じ要領

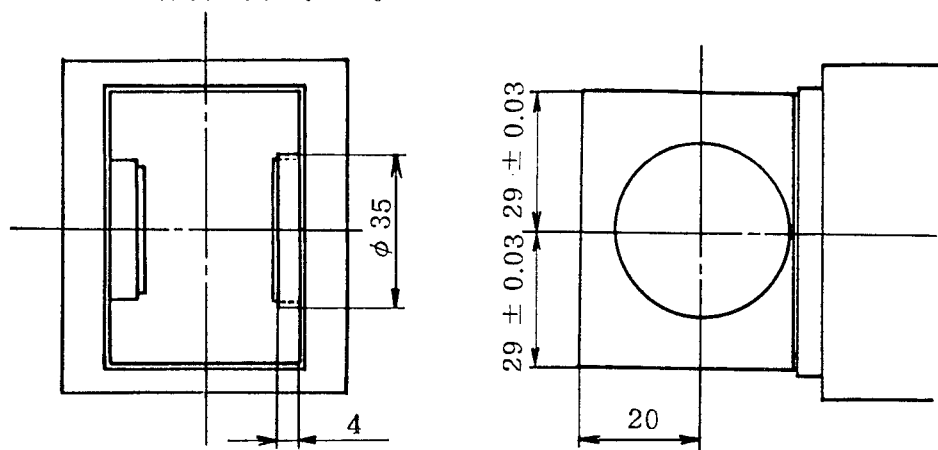


図 3-49

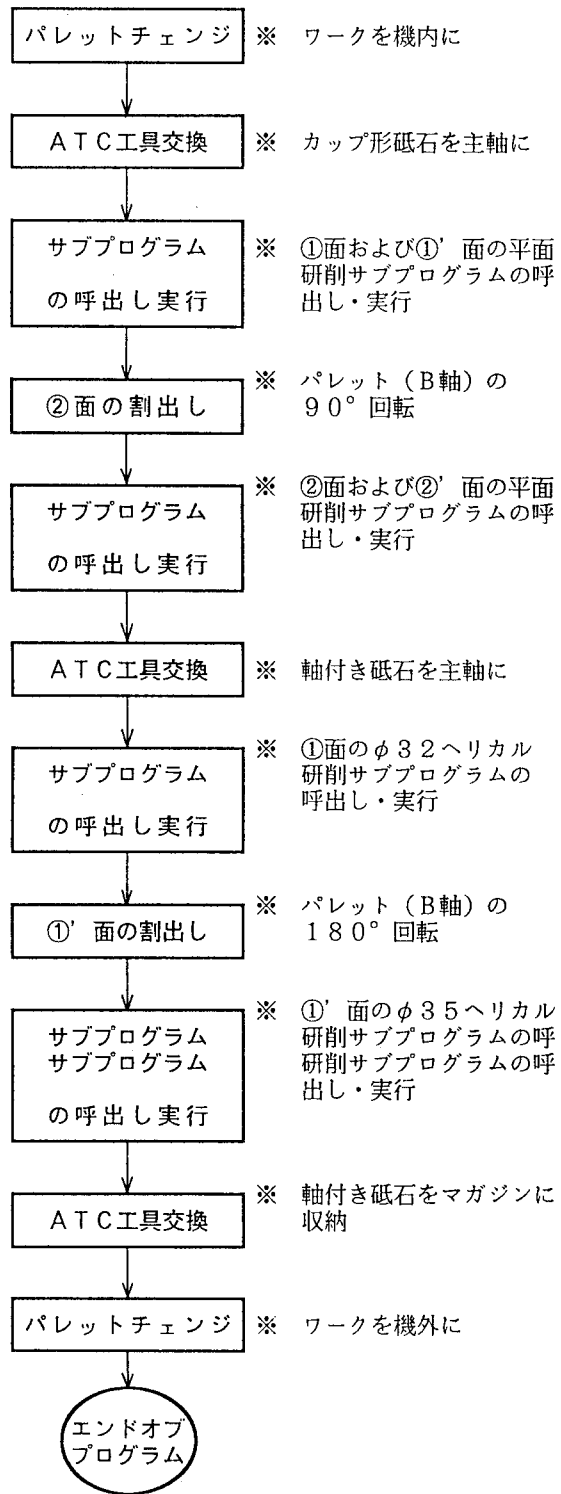
===== プログラム記入欄 =====

[$\phi 32$ へリカル研削サブプログラム]

[$\phi 35$ へリカル研削サブプログラム]

(2) メインプログラムの作成・登録

- ・ 次の内容でメインプログラムを作成し、登録する。
- ・ プログラム番号 : O0010



プログラム記入欄	

8. プログラムの動作確認

(1) サブプログラムの動作確認

- ① 作成・登録したサブプログラムを、マシンロック、シングルブロック、連続運転の順に実行し、動作内容を確認する。
- ② 工作物は機外に出し、障害物がない状態で動作確認を行うこと。
- ③ 各サブプログラムについて、次の項目を動作確認する。
 - a. CRT画面の現在位置表示が作成したプログラムと合っているか。
 - b. アプローチ動作において砥石と工作物の干渉がないか。
 - c. ATC工具交換、パレットチェンジの前に原点復帰がされているか。
 - d. 主軸回転したあとで研削動作に入っているか。
 - e. 研削時に研削液が必ず吐出されているか。
 - f. 主軸回転数、送り速度、切込み深さが設定したものとなっているか。
 - g. 平面研削時、研削開始点で工作物端と砥石端が20mm以上離れているか。
 - h. 平面研削時、X軸ストロークは十分に設定されているか。
 - i. ヘリカル研削、円研削時、砥石は設定した位置に位置決めされているか。
 - j. 円研削時、穴位置での砥石のX軸移動が早送りになっていないか。
- ④ 動作確認後、必要に応じてサブプログラムを修正する。

(2) メインプログラムの動作確認

- ・ 作成・登録したメインプログラムを、シングルブロック、連続運転の順に実行し、動作内容を確認する。
- ・ 動作内容の確認は、(1)と同じ要領で行う。
- ・ 動作確認後は、必要に応じてメインプログラムを修正する。

9. 自動運転によるセラミックスの研削加工

(1) 自動運転の準備

- ① 自動運転前の各部の初期状態の点検・準備
 - ・ 全軸(Z,Y,X,Bの各軸)の原点復帰の点検。
 - ・ パレットストッカ操作盤の「READY」ボタン点灯の点検。
 - ・ パレットストッカにある工作物の①面割出し点検。
 - ・ ATC操作盤「無効」の点検。
 - ・ 砥石の割れ、欠けの点検。
 - ・ 主操作盤各種スイッチの点検。

- | | |
|-------------|------------|
| 運転モード | : メモリ指令モード |
| シングルロック | : “OFF” |
| ドライラン | : “OFF” |
| 早送りオーバーライド | : 100% |
| 切削送りオーバーライド | : 100% |
| 主軸オーバーライド | : 100% |
- ・ PC画面の初期設定の点検
 - マシンロック : “OFF”

(2) プログラムの呼び出し・確認

- ① サブプログラムを呼出し、プログラムの確認をする。

[プログラム番号]	[プログラムの内容]
O0100 _____	①面および①'面の平面研削サブプログラム
O0101 _____	②面および②'面の平面研削サブプログラム
O0102 _____	φ 32ヘリカル研削サブプログラム
O0103 _____	φ 35ヘリカル研削サブプログラム

- ② メインプログラムを呼出し、プログラムの確認をする。

a. 呼び出すプログラムの番号 : O0010

- ・ 使用するサブプログラム番号が、①と一致していることを確認する。

[メインプログラムでのサブプログラム呼出し]	[対応するサブプログラム番号]
M98 P100 ; _____	O0100
M98 P101 ; _____	O0101
M98 P102 ; _____	O0102
M98 P103 ; _____	O0103

- ③ メインプログラム確認後は、カーソルを先頭に位置させる。

(3) プログラムの実行

- ・ PC画面を呼び出し、CRT操作盤の「スタート」キーを押し、プログラムを実行する。

(4) 研削加工時の確認

- ① 研削中は次の項目について確認を行う。
- ・ PC画面でプログラム実行状況の確認。
 - ・ ビビリ、振動など異常音の確認。
 - ・ 工作物の割れ、欠け、あるいは倒れなどの確認。
 - ・ 研削液の吐出状態の確認。

② 異常が発生した場合は、次の処理を行う。

- ・ 停電の場合：機械本体およびCRT操作盤の主電源スイッチを“OFF”にする。
- ・ 工作物破損、砥石破損、工作物と砥石の干渉、工作物飛び出しなどの緊急事態
：主操作盤の「非常停止」ボタンをただちに押し、機械を全停止させる。
- ・ 研削負荷が大、ビビリ、振動などにより異常音の発生などの場合
：切削送りオーバライドの設定を徐々に小さくする。
- ・ プログラムの実行を一時中止したい場合（c.の処置で効果がない場合、あるいは研削液が不足して十分な供給ができない場合など）
：主操作盤の「起動・停止」スイッチの「フィードホールド」ボタンを押し、プログラムの実行を停止させる。

※研削の再実行は、それぞれの場合に応じて、指導員の指示あるいは操作マニュアルによって行う。

③ プログラムによる研削の終了後は、バイスから工作物を取り外す。

(5) 測定・検査

- ・ 工作物の割れ、欠けの検査、およびマイクロメータにより各部の寸法を測定する。
- ・ 測定箇所
 - ①－①' 面間の寸法測定： 38 ± 0.03
 - ②－②' 面間の寸法測定： 58 ± 0.03
 - φ 32穴寸法の測定： $\phi 32 \pm 0.03 \times$ 深さ 5
 - φ 35穴寸法の測定： $\phi 35 \pm 0.03 \times$ 深さ 4

10.後始末

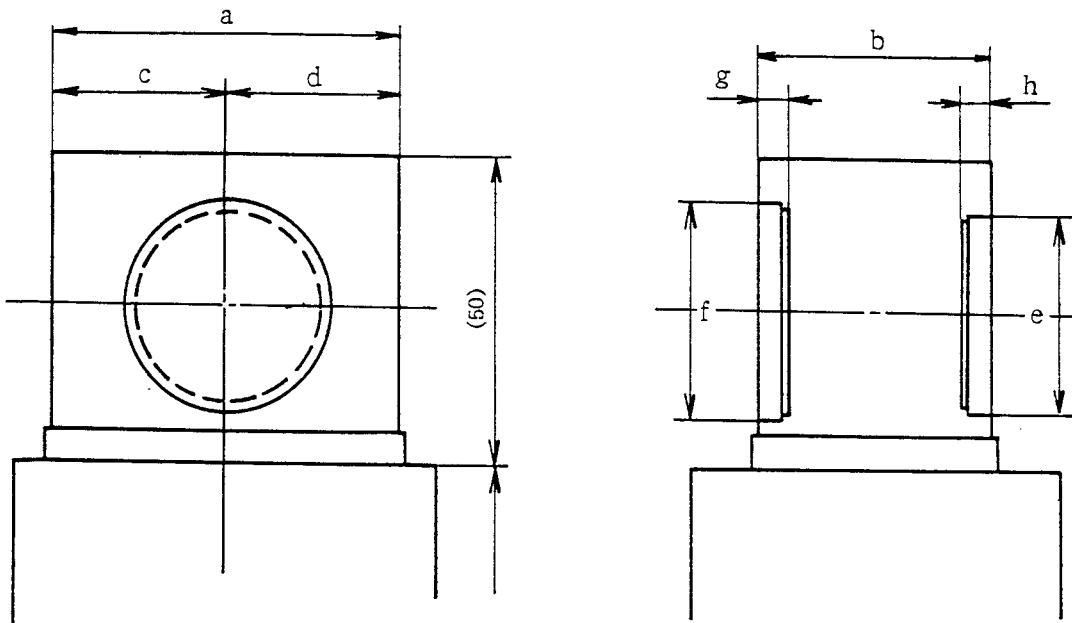
- ・ 各部の清掃および整理整頓をする。

I. 次の評価項目にもとづいて、マシニングセンタのプログラム操作を確認する。

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. マシニングセンタのメモリ運転が正しくできる (1) プログラムの登録 (2) プログラムの呼出し (3) プログラムの実行 3. 各種プログラムの作成・登録・実行が正しくできる		A : 操作が できる B : 操作が できない

II. 次の評価項目にもとづいて、セラミックス各部を測定・検査する。



評価項目

測定箇所		実測値	採点基準						得点
寸法精度	a. (58±0.03)		±0.01	10	±0.02	7	±0.03	4	/80
	b. (38±0.03)		±0.01	10	±0.02	7	±0.03	4	
	c. (29±0.03)		±0.01	10	±0.02	7	±0.03	4	
	d. (29±0.03)		±0.01	10	±0.02	7	±0.03		
	e. (φ32±0.03)		±0.01	10	±0.02	7	±0.03		
	f. (φ35±0.03)		±0.01	10	±0.02	7	±0.03		
	g. (5±0.2)		±0.1	5	±0.2	2			
	h. (5±0.2)		±0.1	5	±0.2	2			
	真円度	φ32		±0.01	5	±0.03	2		
φ35			±0.01	5	±0.03	2			
仕上げ			上	20	中	15	下	8	/20
減点項目	大きな欠け		-10						
	削り込み		-5						
	きず		-5						
	工具の整理整頓		-5						
									/100