

# 実 技 編

## 実技課題(1) 溝加工用超精密NC研削盤の操作

フェライト、セラミックス等硬脆材料を用いた電子部品の加工はダイヤモンド砥石による超精密、微細研削が中心であり、工作機械も横軸角テーブルの平面研削形の溝加工用専用機が使用される。

ここでは溝加工用超精密NC研削盤の正しい取扱いについて解説する。

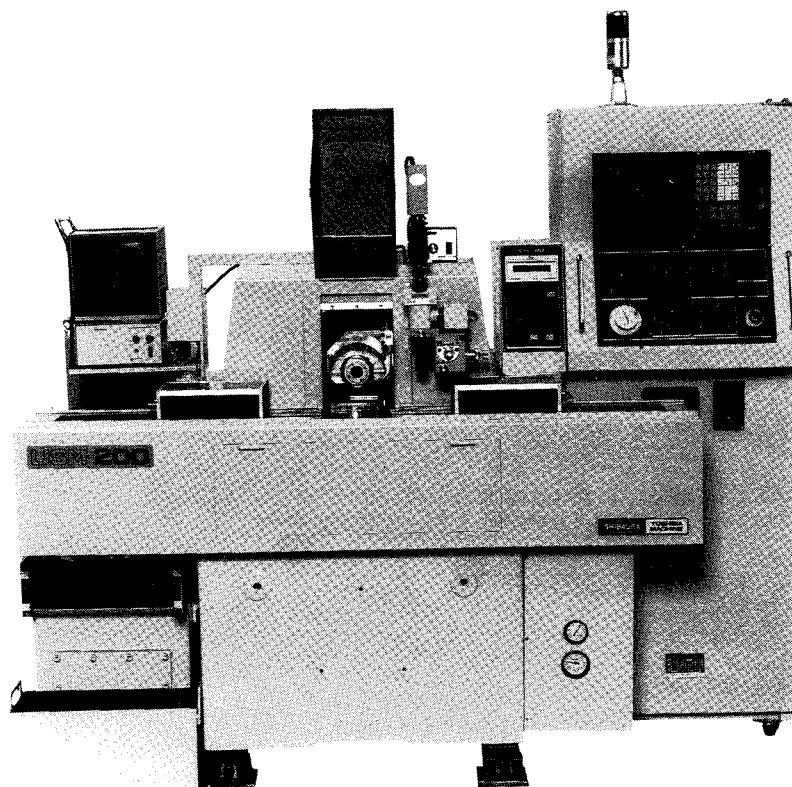


図 1-1 溝加工用超精密NC研削盤

1. 準備作業
2. 研削砥石の取替えなどの業務に係る特別教育
3. 機械各部の点検
4. 溝加工用超精密NC研削盤の操作
5. 砥石フランジと砥石の取付け
6. 砥石、砥石フランジのバランス取り
7. 砥石フランジの砥石軸への取付け
8. 砥石取付時の試運転とフィールドバランス
9. ダイヤモンド砥石とドレッシング

## 1. 作業準備

### (1) 工作機械

溝加工用超精密NC研削盤 (USM-200A)

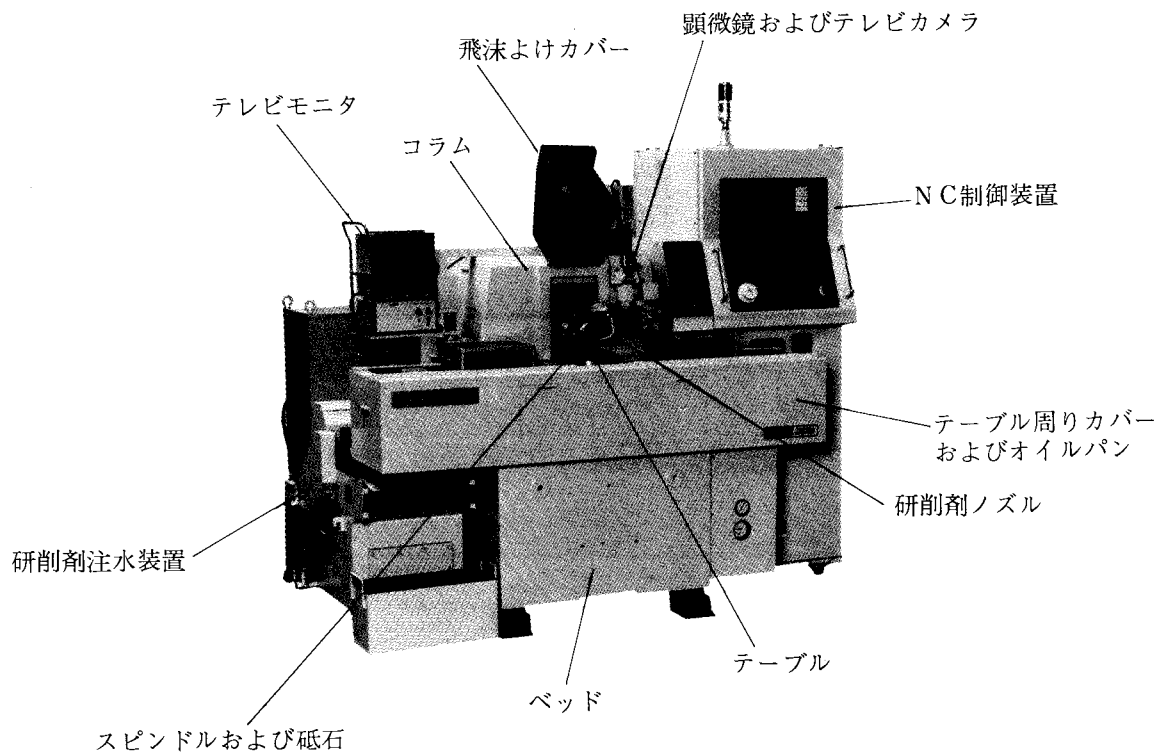


図1-2 溝加工用超精密NC研削盤の各部の名称

### (2) 器具

- ① ダイヤモンド砥石  $\phi 54 \times 0.25 \times 40$  SD4000B-056
- ② ドレッシング用砥石 WA400
- ③ 工作物 単結晶フェライト (Mn-Znフェライト)  $9 \times 35 \times 4$
- ④ 砥石フランジ
- ⑤ 砥石フランジ操作用工具
- ⑥ 工作物取付治具
- ⑦ ワックス (フラットローワックス: 日化精工)
- ⑧ ホットプレート
- ⑨ 洗浄用有機溶剤 (フロンクリーナ: 旭硝子)
- ⑩ 砥石フランジバランス用アーバ
- ⑪ ダイナミックバラランサ
- ⑫ ホータブルバラランサ
- ⑬ 砥削液 (ユシロケン CN50: ユシロ化学 50倍希釈)

## 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. 機械各部の点検 (資料5 参照)

メンテナンスカレンダー (M/Cオペレータ用) によって各部を点検、整備する。

## 4. 溝加工用超精密NC研削盤の操作 (資料4 参照)

機械の操作は資料4に示す操作説明書に従って行う。

なお、NC装置については日常的に使用するものについて記載してあり、詳細はNCメーカー発行の取扱説明書による。特にNCプログラムによる自動運転についてはNCプログラムマニュアルを熟読のこと。

## 5. 砥石フランジと砥石の取付け

### ① 砥石フランジの構造 (図1-3)

超精密、高速研削に使用する砥石フランジは高張力アルミニウム合金に硬質アルマイト処理したものが軽量で高精度加工が容易なことから耐摩耗性があることから最適である。

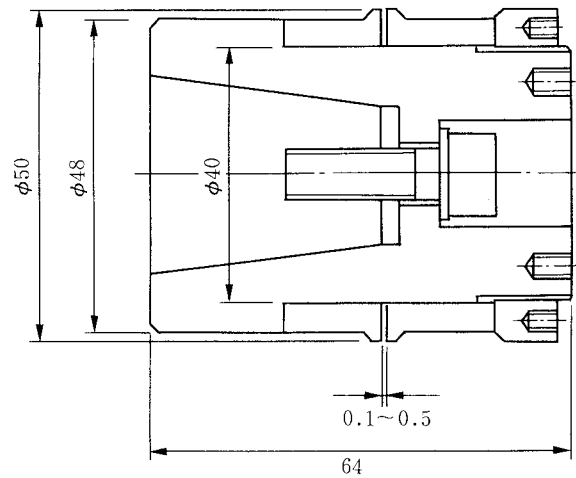


図1-3 砥石フランジ

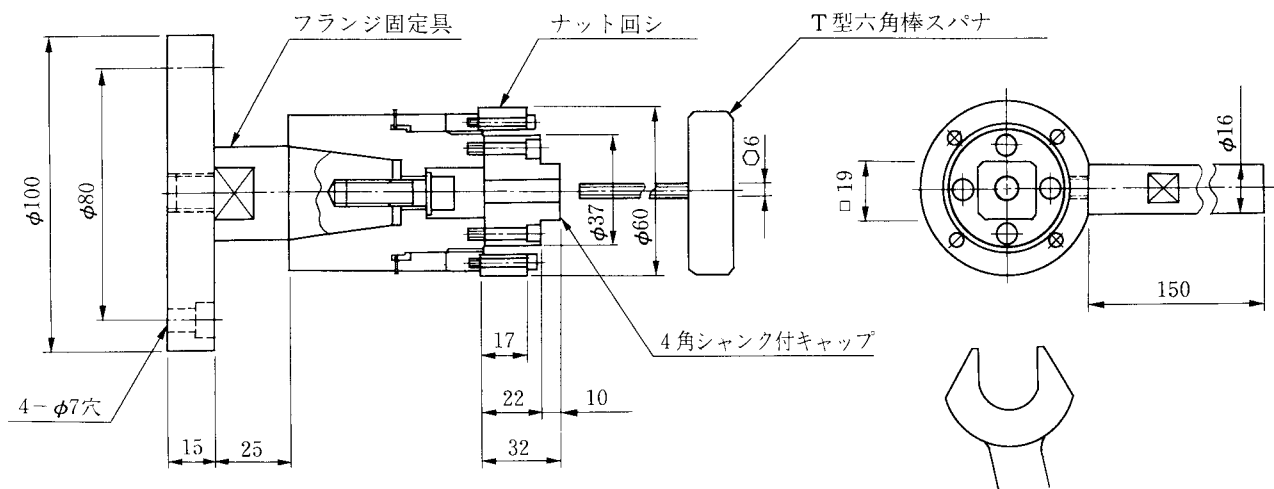


図1-4 砥石フランジ操作用工具

② ダイヤモンド砥石の取付け

- a. 砥石フランジ本体をテーパノーズにさし込み、穴付きボルトを仮締めし、四角シャンク付キャップと砥石フランジ本体を締付ける。



図1-5 締付用シャンクの取付

- b. 四角シセンク付キャップに片口スパナをかけ回り止めをして、六角レンチで砥石フランジ本体をフランジ固定具に締付ける。

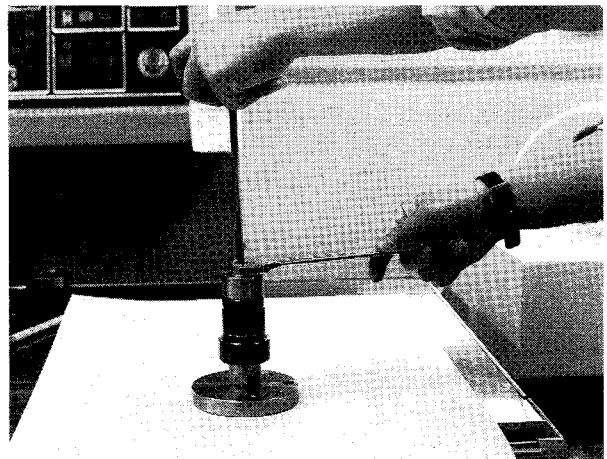


図1-6 フランジ本体の締付け

- c. 砥石フランジの本体の取付面とダイヤモンド砥石の両面を有機溶剤で清掃し、本体に組み込み、カラー、ナットをかける。



図1-7 フランジ本体に砥石を挿入

- d. ナット回しをナットに締付ける。

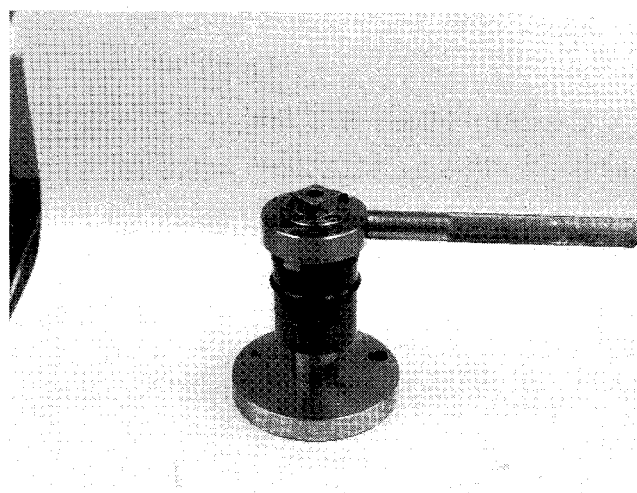


図1-8 フランジ本体にナット回しを締付ける

- e. 四角シャック付キャップに片口スパナをかけ、ナット回しのハンドルとの間でナットを締付ける。

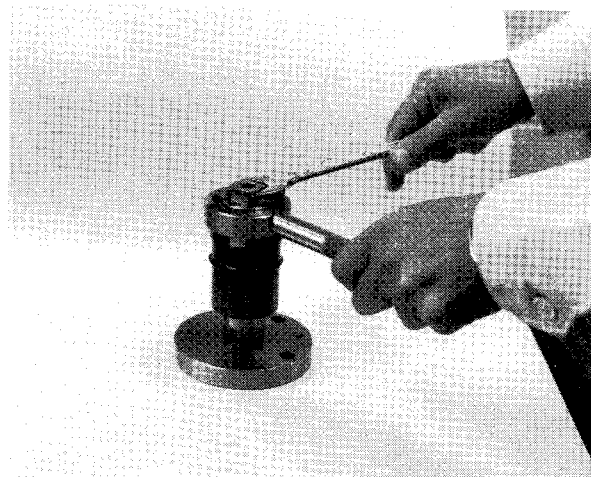


図1-9 砥石を締付ける

f. ナット回しを取外し、四角シャック付キャップに片口スパナをかけ、六角レンチで砥石フランジ本体とフランジ固定具を固定している六角穴付ボルトをゆるめる。(操作は(b)と同じ)

六角穴付ボルトがゆるんでも図1-10に示すようにボルトの頭がキャップに当るまで回す。当たったところで六角レンチをゆるみ方向に強く回し、砥石フランジを抜く。

g. 砥石フランジから砥石を取外するのは(a)~(e)までを逆に行う。

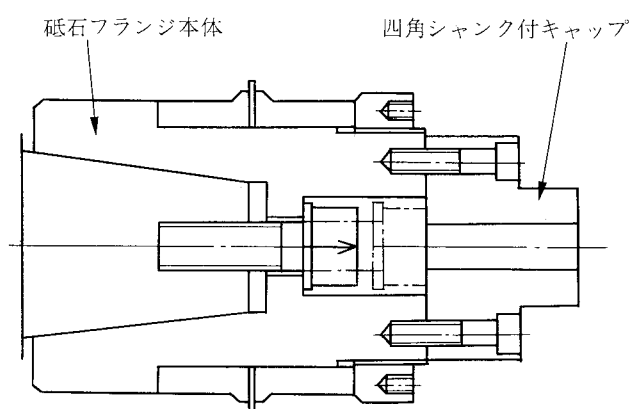


図1-10 砥石フランジの取外し

## 6. 砥石、砥石フランジのバランス取り

高速回転する砥石、砥石フランジのアンバランス量を取り除くことが硬脆材料の超精密研削を行う上で重要である。以下に砥石、砥石フランジの動バランスの取り方を説明する。

① バランス用アーバに砥石フランジを取付ける。

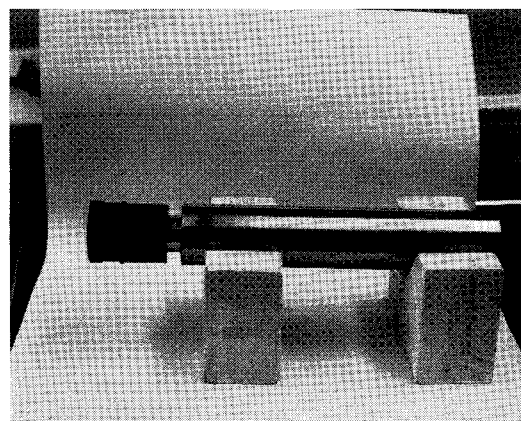


図1-11 バランス用アーバに砥石フランジを取付ける

② 動釣合試験機にバランス用アーバをのせ、修正面、支持間隔、支点から修正面までの距離、感度、回転数をセットする。

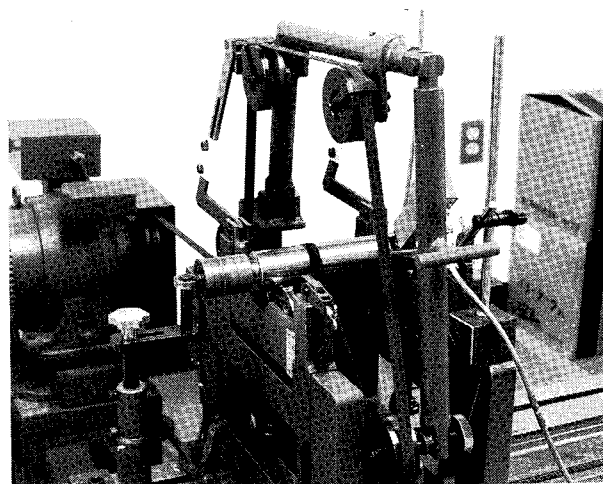


図1-12

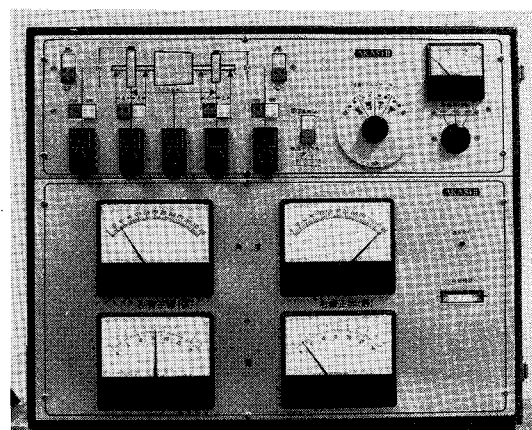
- ③ 動釣合試験機でアンバランス量、アンバランス量の修正位置を測定する。

回転数1,800rpm

図1-13から左修正面は修正位置45°

修正量は0.15g

右修正面は修正位置355°、修正量は0.03g



- ④ 砥石フランジのナットにあるバランス修正用のタップ穴に修正量の等しいねじを挿入する。

アンバランス量が0.05g/cm以下になるまで修正を繰り返す。

- ⑤ バランス用アーバから砥石フランジを取外す。

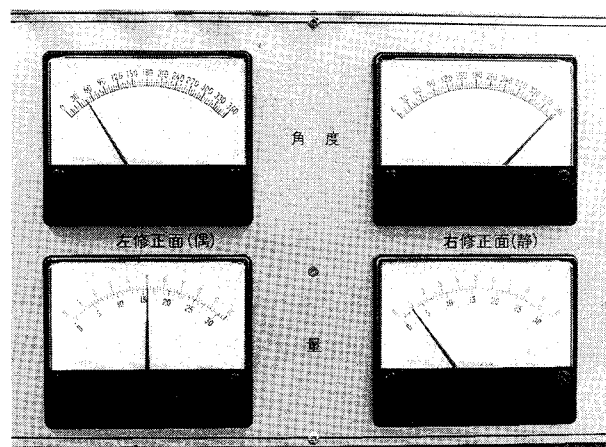


図1-13

## 7. 砥石フランジの砥石軸への取付け

- ① 砥石軸テーパに砥石フランジをさし込み、六角穴付ボルトを仮締めする。

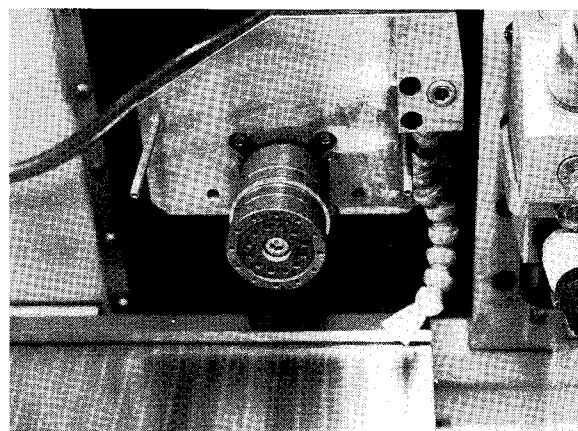


図1-14



- ② 四角シャンク付キャップを砥石フランジに締付け、片口スパナで支えながら六角レンチで六角穴付ボルトを締付ける。
- ③ 四角シャンク付キャップを取外す。

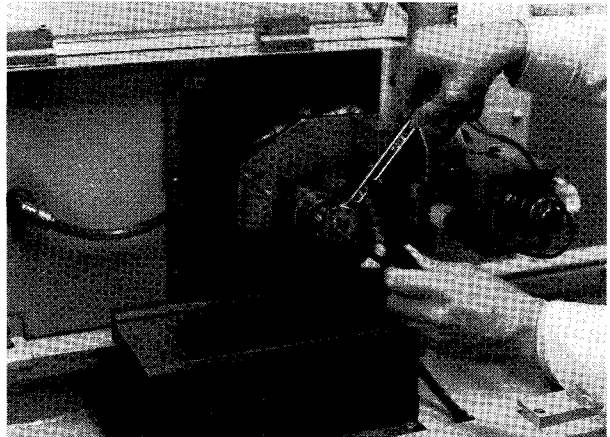


図 1-15

## 8. 砥石取付時の試運転とフィールドバランス

- ① テスターで主轴とハンジングの間に導通のないことを確認する。供給空気からごみが混入したり、主轴に傷が付いている場合には導通が発生し、そのまま運転するとかじりを生ずることがある。
- ② 砥石は薄く、突出し量が少ないため砥石の振れは直接測定できないため、砥石フランジの振れを確認する。
- ③ 5,000rpm程度の低速でスピンドルを回転させ異常音、異常振動のないことを確認する。
- ④ フィールドバランスを取る。

動釣合試験機では使用状態でのアンバランス量の修正ができないため、機上で使用する砥石、砥石フランジ、回転数でのアンバランス量を修正する。

- a. フィールドバランスの振動ピックアップ、回転数検出のピックアップを取付ける。
- b. スピンドルを安全な回転数で運転し、振幅、角度を測定する。
- c. 回転を停止し、0.1g以下の試し重りを取付ける。取付ける場所はどこでもよい。

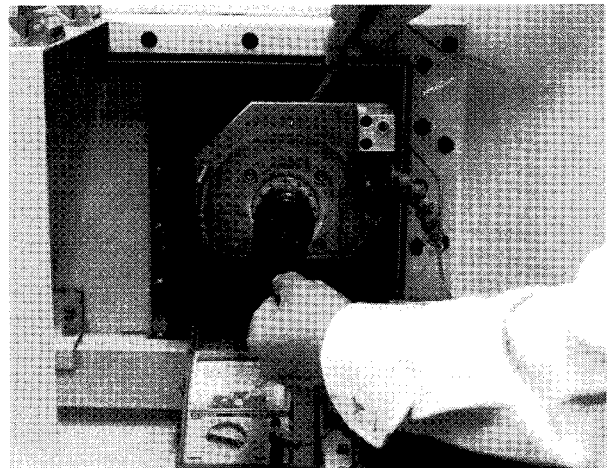


図 1-16 導通のチェック

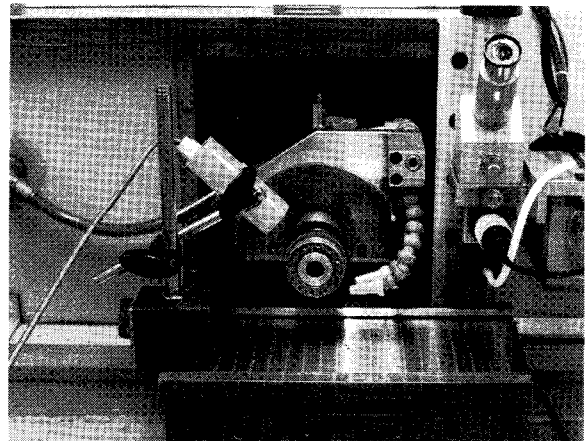


図 1-17 振動ピックアップ、回転数検出ピックアップを取付ける。

- d. スピンドルを同じ回転数で回転させ振動、角度を測定する。
- e. 回転を停止し、試し重りを取外す。
- f. 専用の計算機にb、dで得られたデータをインプットしてアンバランス量、修正位置を得る。
- g. fで得られたデータにもとずいて指定された位置に指定された重量の重りを挿入する。
- h. スピンドルを同じ回転数で運転し、振幅、角度を測定する。
- i. 回転を停止し、得られたデータをインプットし、アンバランス量を求め、アンバランス量が0.05g以下であれば回転数を高めh、iの操作を繰返し、使用回転数でのアンバランス量が0.01~0.02gになるまでh、iを繰返す。



図1-18 検出、操作部

## 9. ダイヤモンド砥石のドレッシング

- ① ドレッシングボードをマグネットチャックに取付け、手動パルス発生器を操作し、砥石の0点合せを行う。

0点合せはスピンドルを手で空転させておき、手動パルス発生器で1 $\mu$ mずつ砥石を下げ、砥石とドレッシングボードが接触して回転が止ったところを0点とする。

- ② 下記の加工条件をプログラムする。

回転数	25,000rpm
送り量	60mm/min
切込み量	0.3mm
加工溝数	3~5溝

- ③ 溝加工を行う。

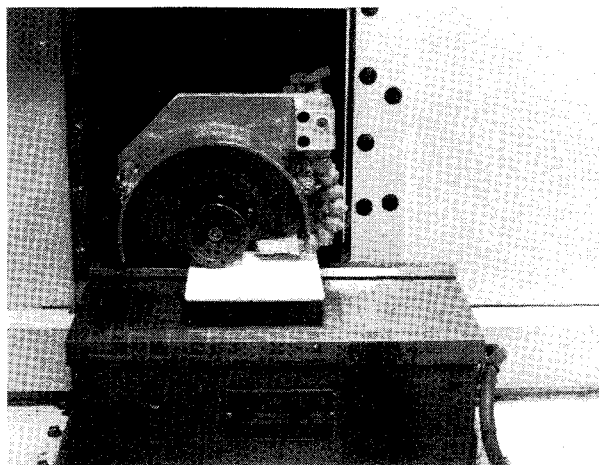


図1-19 ドレッシングボードによるドレッシング

## 実技課題(2) フェライトの溝加工

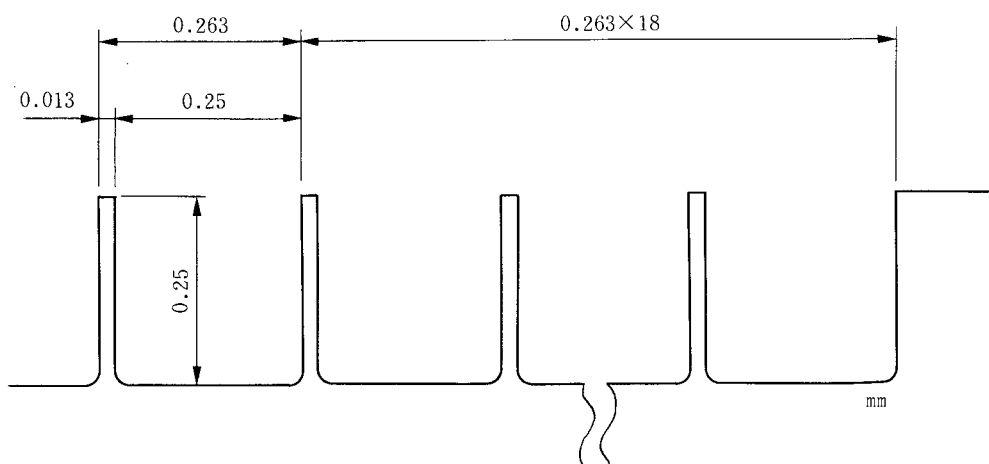


図 2 - 1 加工形状

1. 準備作業
2. 工作物の取付け
3. 加工前準備
4. 研削条件の設定
5. 試研前
6. 溝加工
7. 加工精度の評価

## 1. 作業準備

### (1) 工作機械 (図1-2 参照)

### (2) 器工具

- ① ダイヤモンド砥石  $\phi 52 \times 0.25 \times 40$  SD4000B-056
- ② ドレッシング砥石 WA400
- ③ 工作物 単結晶フェライト (Mn-Znフェライト)  $9 \times 35 \times 4$
- ④ 砥石フランジ
- ⑤ 砥石フランジ操作作用工具
- ⑥ 工作物取付治具
- ⑦ ワックス (フラットローワックス: 日化精工)
- ⑧ ホットプレート
- ⑨ 洗滌用有機溶剤 (フロンクリーナー: 旭硝子)
- ⑩ 研削液 (ユシロケン CN50: ユシロ化学50倍希釈)
- ⑪ 温度計

## 2. 工作物の取付け

- (1) 工作物の取付治具を有機溶剤で洗滌する。
- (2) ホットプレートに工作物取付治具をのせ加熱する。



図2-2 接着温度の測定

- (3) 使用するワックス（フラットローワックス  
軟化温度53℃）の軟化温度まで工作物取付治具  
の温度を上げ、ワックスを塗る。

ワックスが溶けて取付治具の表面が濡れたこ  
とを確認する。



図 2 - 3 ワックスを塗る

- (4) 工作物を有機溶剤で洗滌し、工作物取付治具  
にのせ、余分なワックスを押し出すように工作物  
を押しつける。

- (5) 工作物取付治具をホットプレートからおろし  
徐冷する。

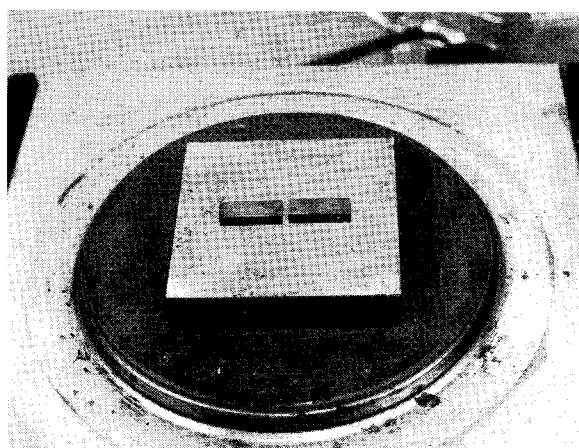


図 2 - 4 工作物は接着する

### 3. 加工前準備

- (1) 工作物を張付けた工作物取付治具を機械のマグネットチャック上へのせチャック **ON** の押銘を押す。
- (2) 工作物取付治具に力をかけてマグネットチャックが働いていることを確認する。

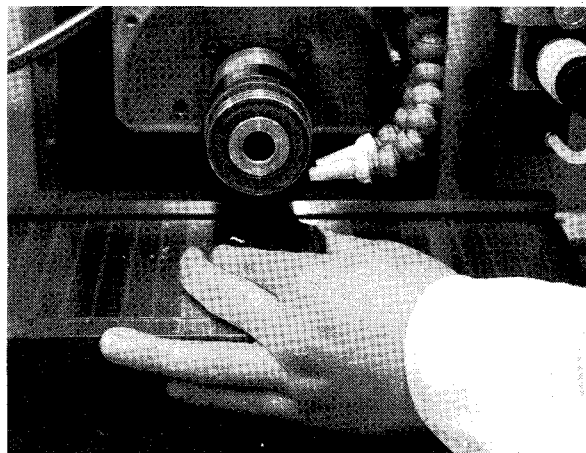


図2-5 工作物が吸着されていることを確認する

- (3) 工作物に対する砥石の0点合せはスピンドルを手で空転させておき、手動パルス発生器で1 $\mu\text{m}$ ずつ砥石を下げ、砥石と工作物が接触して砥石の回転が止ったところを0点とする。

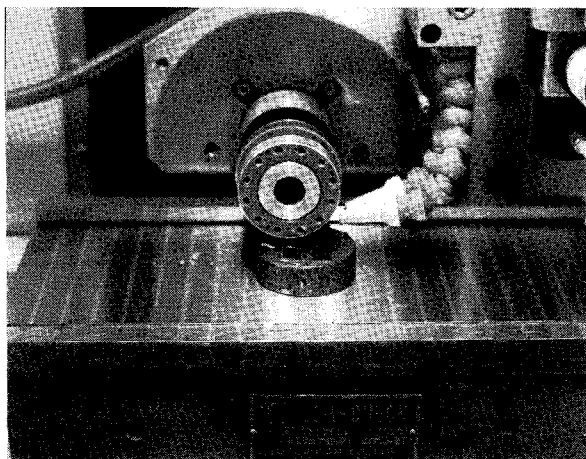


図2-6 砥石の0点合せ

- (4) 図2-7に示すように砥石の切込み位置を考慮したX方向のスタート位置と同じくストロークを決める。

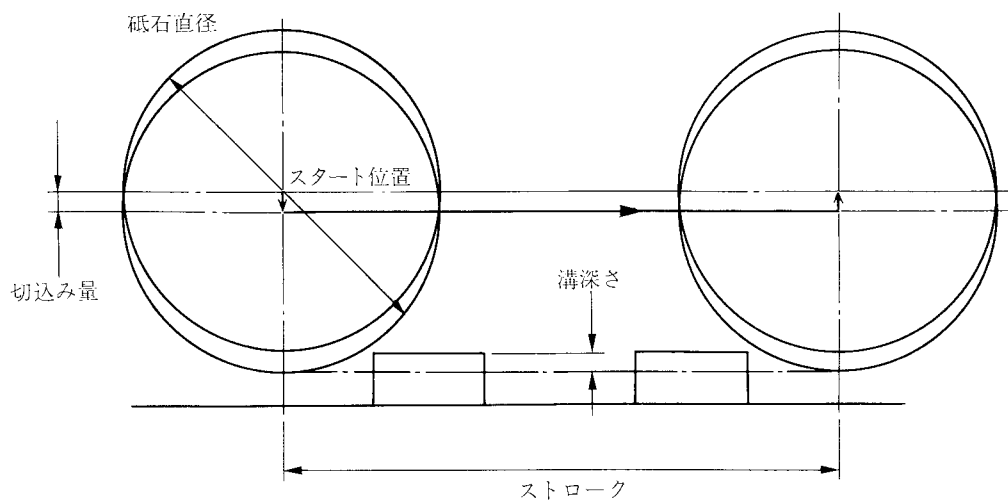


図2-7 X軸方向の位置決め

- (5) 図2-8に示すようにY軸のスタート位置を決める。

Y軸の位置決めは図2-8に示すように工作物の不必要な部分に手動操作で所定の加工条件で一本の溝を入れ、工作物のエッジから溝までの寸法Aを顕微鏡で測定し、砥石と工作物の関係位置を知り、加工スタート位置BにY軸を位置決めする。

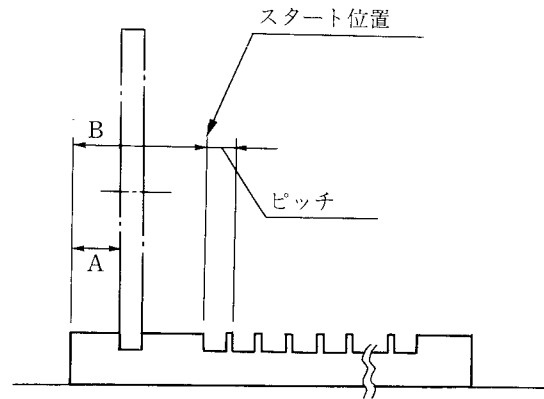


図2-8 Y軸方向の位置決め

- (6) 砥削液供給用のノズルの位置と研削液の流量を調整する。

#### 4. 研削条件の設定

(1) 加工条件

回転数 25,000rpm  
砥石周速 4,082m/min  
送り量 60mm/min  
切込み量 0.25mm  
加工溝数 20本

(2) 加工プログラム

4-(4)、(5)に示したスタート位置にX、Y、Z軸を位置決めし、下記に示す溝加工用の標準プログラムを呼び出し、カスタムマクロの#500~#505に4-(1)の加工条件、3-(4)のX軸ストローク、3-(5)のY軸の送りピッチをインプットする。

溝加工用標準プログラム

O0001

G92、X0、Y0、Z0

M08

M03、S#500

#1=0

N10、G91、G00、Z#503

G04 X2

```

M24
G91 G01 X#501 F#502
M25
G91 G00 Z-[#503+5,]
#1=#1+1
IF [#1EQ#505] G0T0 20
G91 G00 X-#501
G91 G00 Y#504
G91 G00 Z5
G0T010
G91 G00 Z-5
X-#501
N20 G90 G00 Y0
X0
Z0
M09
M05
M02

```

#### カスタムマクロ

```

#500 SPINDL-S25000
#501 X-STR 50
#502 X-FEER60
#503 Z-DEPO、25
#504 Y-PIT 0.263
#505 MIZO-SU20

```

## 5. 試研削

加工前準備 3-(5)、図 2-8 に示した Y 軸のスタート位置を決めるための試研削で砥石の振れによる溝幅の変化の確認を同時に行う。

加工の目的が柱の寸法である場合、砥石の振れによって所定のピッチで位置決めを行っても柱の寸法がマイナスしてしまう。

この場合、溝幅を測定して所定の寸法になるようにピッチを決めるか、砥石の振れを少なくするために砥石の組替を行う必要がある。



## 6. 溝研削

### (1) ならし運転

機械各部の温度や案内面の油膜を安定させるため、実際の加工と同じ条件で、切込みだけを与えずに最低30分のならし運転を行う。

### (2) 実研削

設定されたプログラムによる実研削を行う。

## 7. 加工精度の評価

(1) 図2-9に示すように $3\mu\text{m}$ 程度のチッピングであった。

チッピングは少ない方がよく、砥石の振れ、機械の振動、研削液のかけ方によっても大きく変化する。

(2)  $13\mu\text{m}$ の柱の寸法のバラツキは400倍の顕微鏡で測定した結果を図2-10に示す。9mmの幅の両端と中央部の柱幅の平均値 $\bar{x}$ を表わし、柱幅のバラツキは $0.44\mu\text{m}$ となった。

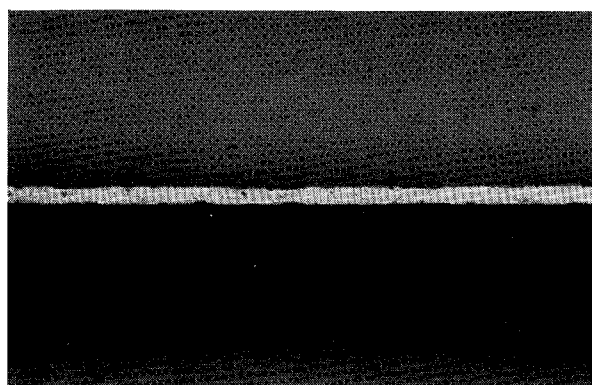


図2-9 チッピング状態  
柱幅が $13\mu\text{m}$ であるところからチッピングは $2\sim 3\mu\text{m}$

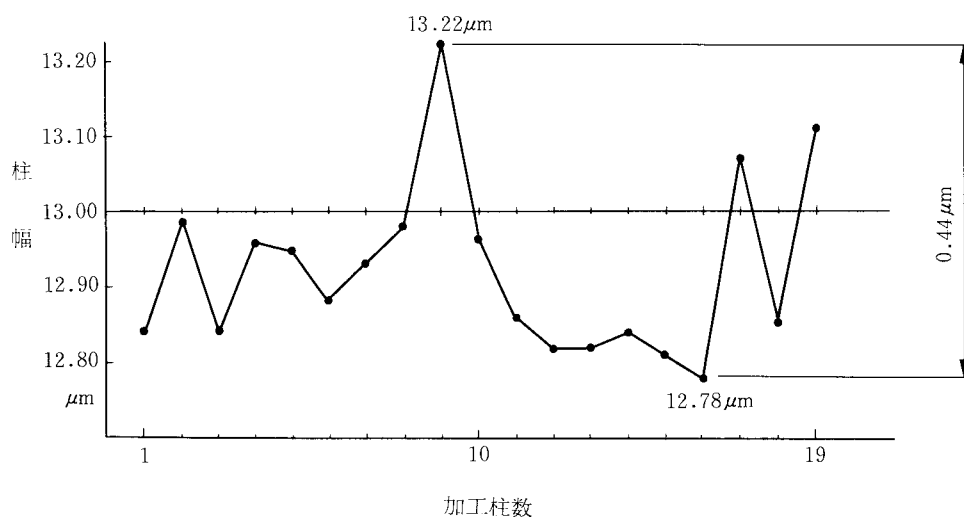


図2-10