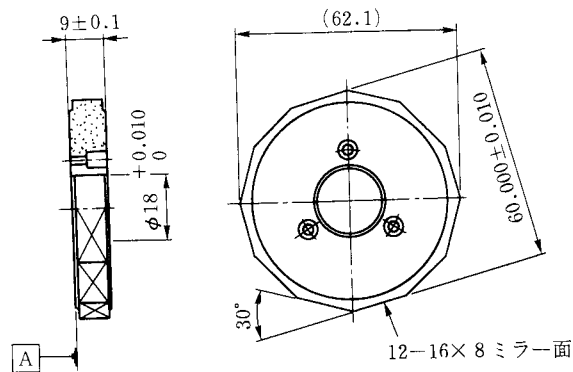


# 実 技 編

## 実技課題 ポリゴンミラーの超精密切削加工



材料：高純度A<sub>2</sub>合金

図1-1

ポリゴンミラーの加工は表1-1に示す工程で進められる。

表1-1 ポリゴンミラーの加工工程

工程No.	工程名	使用設備	品質管理項目
①	素材受入		機種
②	素材切断	のこ盤	
③	形状旋削	旋盤	内径寸法・内径直角度・幅寸法・逃げ寸法
④	外周フライス切削	フライス盤	対辺寸法
⑤	外周稜面取切削	面取機	面取量
⑥	歪取焼純	熱処理器	
⑦	基準面・反基準面切削	基準面加工機	幅寸法・逃げ寸法・平面度・平行度
⑧	洗浄	洗浄機	外観
⑨	鏡面切削	ポリゴンミラー加工機	対辺寸法、散乱光、外観、分割角度、平面度、面倒れ、反射率
⑩	超音波洗浄（精密洗浄）	超音波洗浄器	外観
⑪	蒸着	蒸着炉	密着性、反射率、外観
⑫	完成		

ここでは、ポリゴンミラー加工機で図1-1に示す部品を鏡面切削（工程⑨）することによって、次のことを習得する。

1. 作業準備
2. 各部の点検と給油
3. 機械の起動・停止
4. バイトの取付けとセッティング
5. ワークの取付け
6. 送りテーブルのストローク調整
7. 切込み量の設定
8. 切削

# 1. 作業準備

## (1) 工作機械

ポリゴンミラー加工機

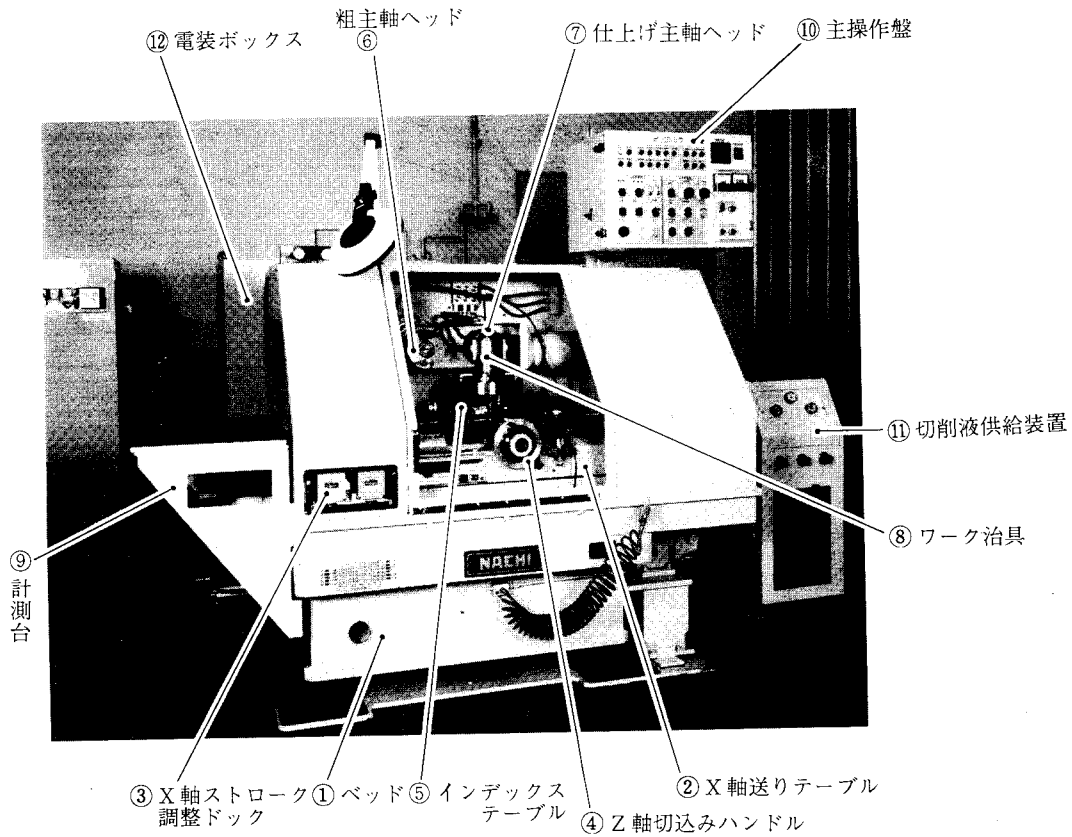
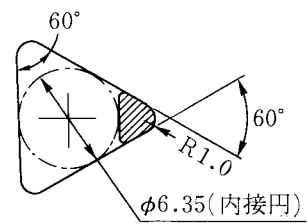


写真1-1 機械外観と主要部の名称

## (2) 工具

- ① 粗切削用ダイヤモンドチップ (図1-2)
- ② 仕上げ用単結晶ダイヤモンドバイト (図6)



## (3) 測定器

- ① デプスマイクロメータ
- ② マイクロメータ

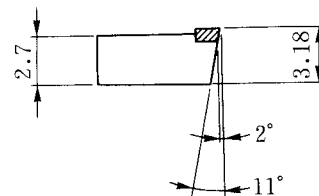


図1-2 粗切削用ダイヤモンドチップ

## 2. 各部の点検と給油

- (1) 日常点検項目により各部を点検する。
- (2) 給油箇所指定潤滑油を給油する。

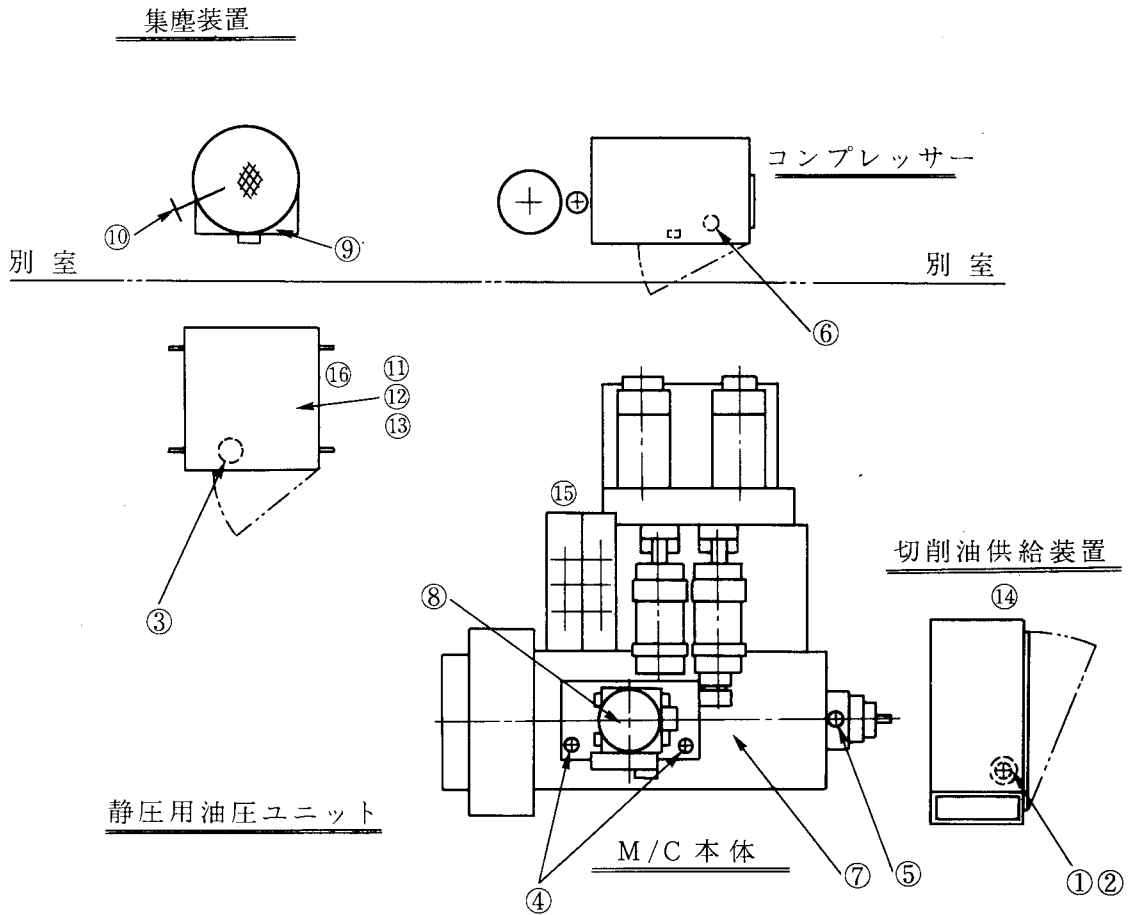


図1-3(a) 保守点検箇所とその項目

記号	点検部	内 容	使用油	周期	メーカ	備 考	
給 油	①	切削油供給装置	4 ℓ タンク上限	白灯油	部合補給	各油脂メーカ	
	②	切削油供給装置	0.4 ℓ 上記10:1で混合	アルミカット	部合補給	各油脂メーカ	
	③	静圧用油圧ユニット	120 ℓ	シェルテラスオイル22	1/年	シェル	
	④	切込用スライドテーブル	1～2 cc/1回油差し	シェルテラスオイル22	1/日	シェル	
	⑤	送り用減速機	0.2 ℓ オイルレベル	シェルテラスオイル22	1/年	シェル	
	⑥	コンプレッサー	油差し	三井純正オイル	1/3,000Hr	三井精機	
	※但し、油面下降時は更油期間に関係なく補給のこと。						
清 掃	M/C本体					不二越	
	⑦	本体テーブル回り	工業用吸塵式掃除機にて		1/日	不二越	
	⑧	本体治具上面	洗浄油スプレー後エアブロー		都度	不二越	
	集塵装置					内外電気工業	
	⑨	集塵装置切粉ボックス	ボックスを引出し、切粉、切削油除去		1/週	内外電気工業	
	⑩	集塵装置フィルタ	脱塵用ハンドルを前後に数回動かす		1/日	内外電気工業	
			バックフィルターの新品交換		1/年	内外電気工業	
		静圧用油圧ユニット	標示環（赤色）が標示柱の白色の		都度	不二越	
	⑪	ラインフィルタ	所まで浮上した時、エレメントを取出し、掃除			不二越	
	⑫	サクションストレーナー	目づまり 新油と交換時洗浄		1/年	不二越	
	⑬	エアフィルター	目づまり フィルタを抜き、水洗いする		1/年	不二越	
	各装置のドレン						
	⑭	切削油供給装置	タンクが一杯になる前に廃棄		1/週	不二越	
	⑮	クリーンエアユニット	タンクが一杯になる前に廃棄		1/週	シーケーディー	
	⑯	静圧用油圧ユニット	タンクが一杯になる前に廃棄		1/週	不二越	
	コンプレッサー					三井精機	スクリュウコンプレッサー
	⑰	マニホールドオイルフィルタ	清掃交換、エア吹きで異物除去		1/月	三井精機	除振台上に設置
	⑱	エアフィルタ	清掃、エア吹きで粉塵、油分を除く		1/月	三井精機	圧力上限 9 kg/cm <sup>2</sup> 下限 7 kg/cm <sup>2</sup>

図1-3(b) ポリゴンミラー加工専用機の保守点検箇所とその項目

### 3. 機械の起動・停止

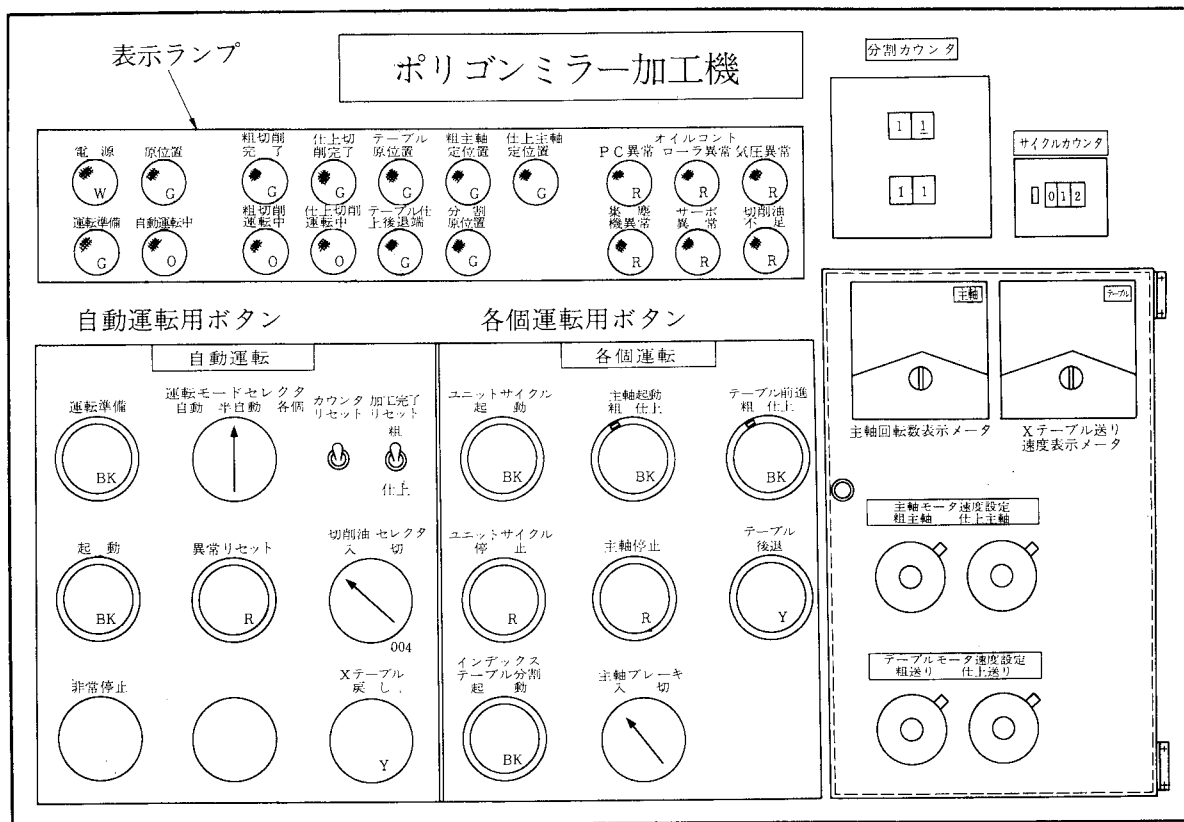


図1-4 主操作盤の各部の名称

#### (1) 機械運転前の確認事項

- ① エアー給気口の元栓が開いているか確認する。
- ② 主軸用エアー供給圧が所定の圧力（6 kgf/cm<sup>2</sup>）以上になっているか確認する。
- ③ エアースピンドルを手で回して、軽く回るか確認する。

（運転準備ボタン「ON」、主軸ブレーキボタン「切」の状態）

- ④ 静圧ユニットの元圧（35kgf/cm<sup>2</sup>）になっているか確認する。
- ⑤ 切削油関係のエアー供給圧が所定の圧力（4 kgf/cm<sup>2</sup>、3 kgf/cm<sup>2</sup>）になっているかを確認し、ルブリケータの油量適下数を確認する。

#### (2) 運転方法

- ① 電装ボックスの電源ブレーカを「ON」にする。
- ② 主操作盤の運転準備ボタンを押す。
- ③ 運転モード（自動—半自動—各個）セレクトスイッチを「各個」にする。
- ④ ワークのクランプ、バイトのセッティング、切削条件の設定を行う。

- ⑤ カッタヘッドを手で回して、刃物が上または下になるように主轴スピンドルをセットする。
- ⑥ Xテーブル戻しボタン、インデックステーブル分割起動ボタンを押して、X軸テーブルと分割盤を原点位置にする。
- ⑦ 運転モードセレクトスイッチを「自動」または「半自動」にする。
- ⑧ 「起動」ボタンを押す。

### (3) 停止方法

- ① 非常停止ボタンを押す。
- ② 制御盤横の電源を「OFF」にする。
- ③ コンプレッサー電源を「OFF」にする。

## 4. バイトの取付けとセッティング

### (1) 粗切削用バイトの取付け

- ① 粗切削用ダイヤモンドチップをチップマウントに取り付け、押金でしっかり固定する。
- ② チップと対称位置にカウンタウェイトを取り付ける。
- ③ アジャスティングスクリューを回し、チップ先端がカッタヘッド端面から約20mm突出した状態に調節する。

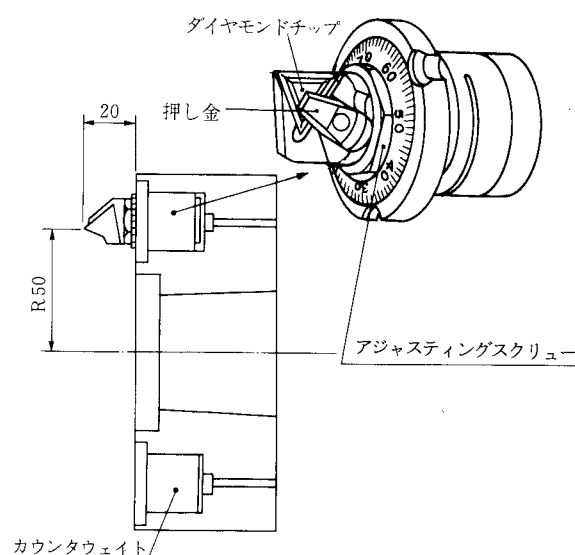


図1-5 粗切削用バイトの取付け

### (2) 仕上げ用バイトの取付け

- ① 仕上げ用ダイヤモンドバイトをカッタヘッドに取り付ける。
- ② ピボットねじをバイトシャンクのピボット穴に合わせて、軽く締める。
- ③ 角度調整ねじを取り付け、バイトシャンクが回転軸とほぼ平行になるように調節する。
- ④ 調節が終わったら、2本のクランプねじでバイトをしっかり固定する。
- ⑤ バイトと対称位置にカウンタウェイトを取り付ける。

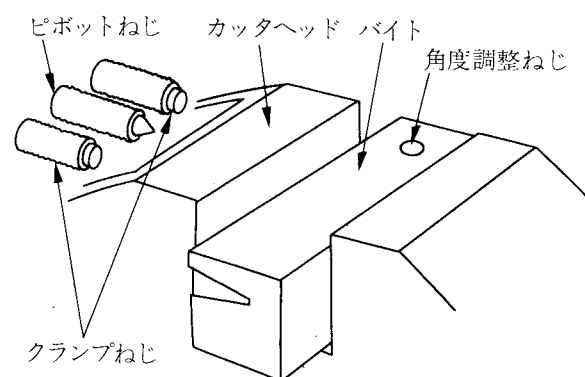


図1-6 仕上げ用バイトの取付け

(3) 仕上げ用バイトの調整

● 仮調整

- ① 2本のクランプねじを緩める。
- ② 切込みテーブルを調節し、刃先とワークを接近させ、目視にて刃先がワークとほぼ平行になるように調整ねじで調整する。
- ③ さらに切込みテーブルを前進させ、刃先とワークを接近させる。
- ④ カッタヘッドを手でゆっくり回転させ、切粉の出方によって刃先とワークの接触点を確認しながらさらに微調整する (図1-7)。
- ⑤ 2本のクランプねじを締める。
- ⑥ この状態で、カッタヘッド外周の平面からバイト側面までの深さ $D_1$ 、 $D_2$ を30mmスパンについてデプスマイクロメータで測定しておく (図1-8)。

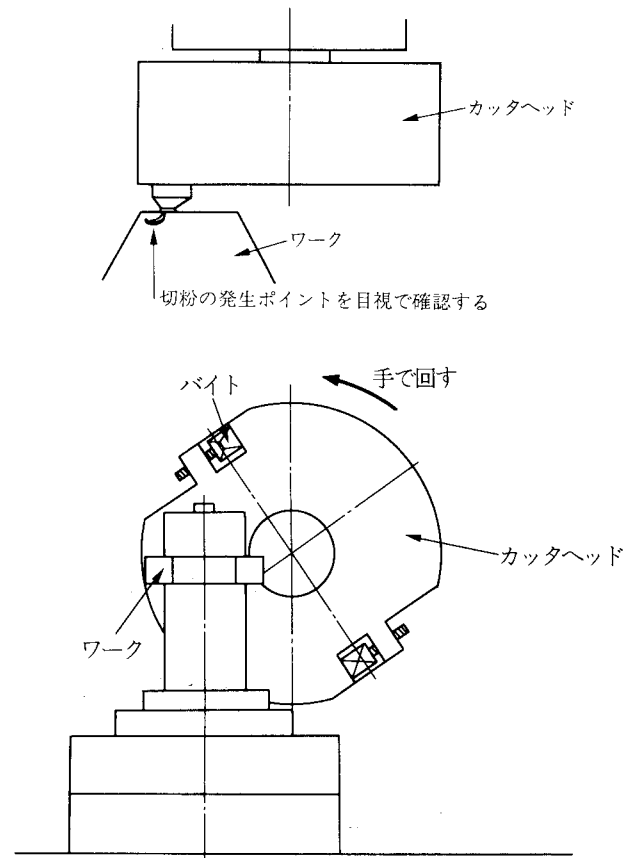


図1-7 刃先とワークの接触点の確認

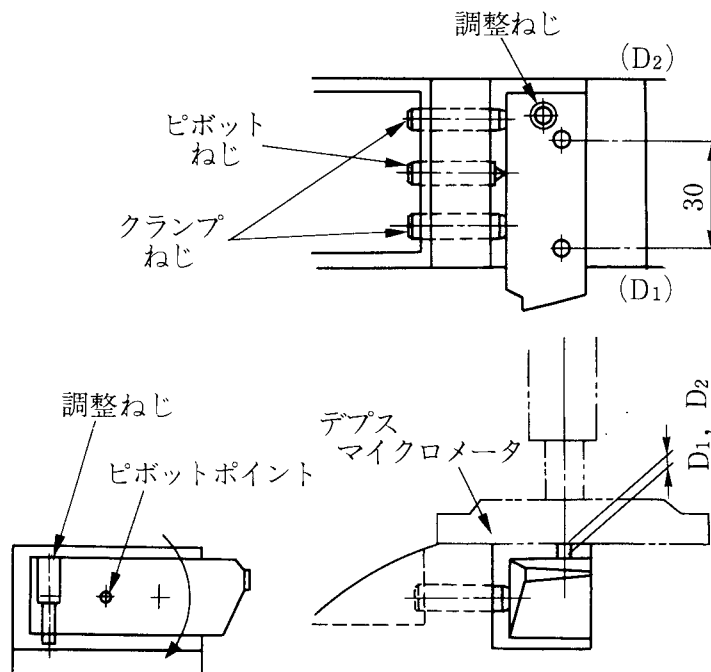


図1-8  $D_1$ 、 $D_2$ の測定



●微調整

① 切削面のレーザー光反射スポットを機上で確認する (図1-9)。

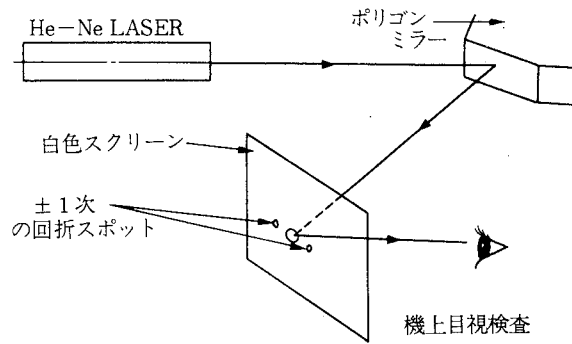


図1-9 散乱光パターンのチェック

② 反射スポットの状況に応じて下図のようにバイトの傾きを調整ねじで微調整する。

あらかじめ測定してある  $(D_1 - D_2)$  はバイトの傾きを表わしている。1回の調整量は  $(D_1 - D_2)$  の量の約0.010~0.020を目安に調整する。

スポット	原	因	対 策
	バイトの前当たりが強すぎる		後へ戻す ( $D_1 - D_2$ )を減らす
	良好		
	バイトの後当たりが強すぎる		前へ戻す ( $D_1 - D_2$ )を増やす

③ 散乱のない反射スポットが得られるまで繰り返す。

## 5. ワークの取付け

- (1) ワーク治具上面をアセトン等溶剤できれいに  
する。
- (2) ワーク両端面（クランプ面）にゴミ、カエリ  
等がないことを確認する。
- (3) ワークをワーク治具上にセットする〔図1  
-10(a)〕。
- (4) センタリングブッシュで心出しをする〔図1  
-10(b)〕。
- (5) 専用ゲージをあててワーク第1面をX軸送り  
テーブル運動線と平行にセットする〔図1-10  
(c)〕。
- (6) センタリングブッシュをはずし、エアシリン  
ダをかぶせる〔図1-10(d)〕。
- (7) Cワッシャでとめる〔図1-10(e)〕。
- (8) エアを供給し、クランプする。

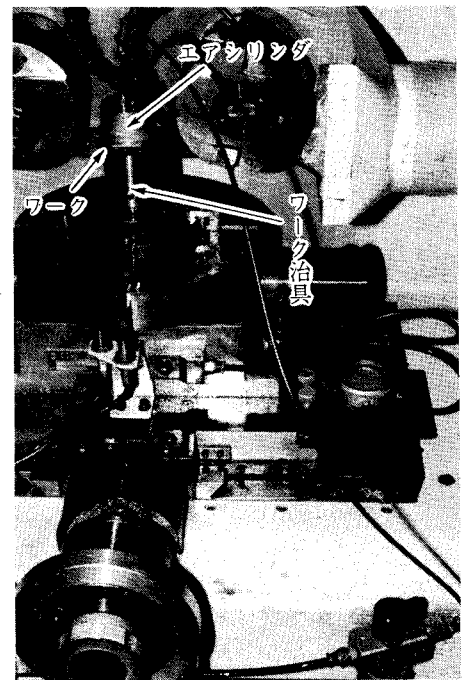


写真1-2 ワークの取付け

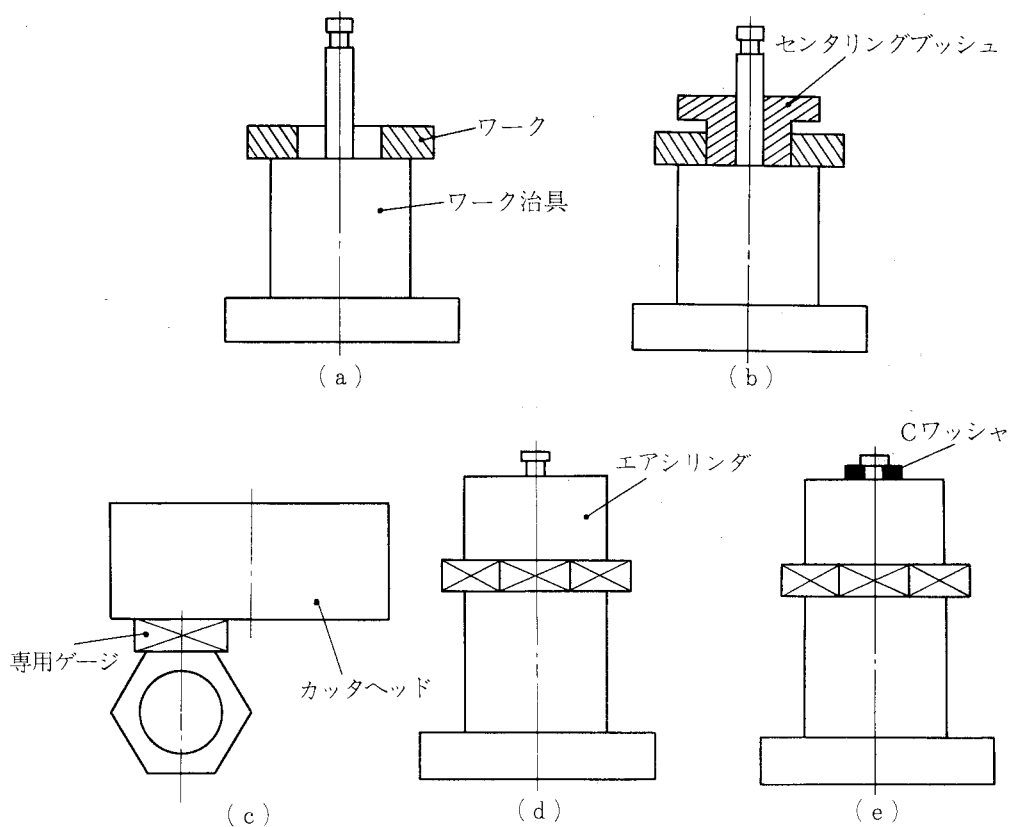


図1-10 ワークの取付け

## 6. 送りテーブルのストローク調整

図1-11に示すX軸ストローク調整ドッグを次のように調整する。

### (1) 粗切削

#### ① 粗早送りスタートポジション

図1-12における $S_0$ 寸法が約10mmとなるように、ドッグ#1と#2を左右にずらして調整する。

#### ② 粗切削開始ポジション

粗早送り中、テーブルスピードが切削送りスピードに切替るポイントが、 $S_1$ =約6mmとなるようドッグ#4と#5を調整する。

#### ③ 粗切削前進端ポジション

粗切削前進が停止するポジション $S_2$ が、約3mmとなるようにドッグ#3を調整する。

### (2) 仕上げ切削

#### ① 仕上げ早送りスタートポジション

粗切削と同様にして、ドッグ#8を調整する( $S_0$ =約20mmとする)。

#### ② 仕上げ切削開始ポジション

粗切削と同様にして、ドッグ#9と#10を調整する( $S_1$ =約6mmとする)。

#### ③ 仕上げ切削前進端ポジション

粗切削と同様にして、ドッグ#6と#7を調整する( $S_2$ =約3mmとする)。

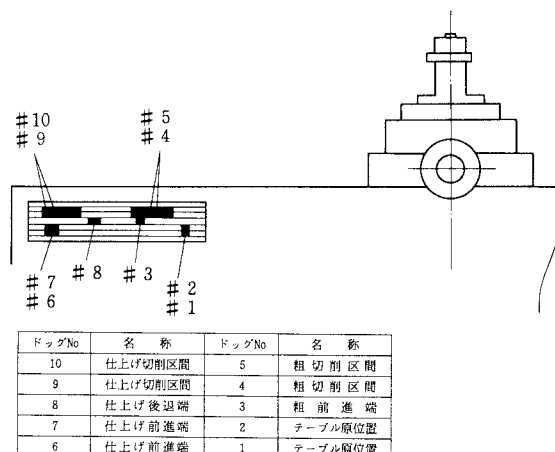


図1-11 X軸ストローク調整ドッグ

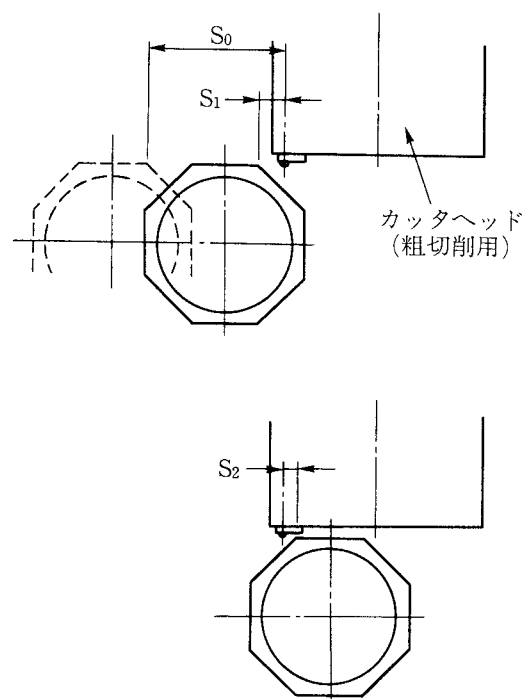


図1-12 ポジションの設定

## 7. 切込み量の設定

全自動サイクルで加工するために図1-13のように仕上げバイトに対する粗バイトの位置を次の手順で調整する。すなわち、この差が仕上げ切込み量となる。

- (1) 運転モードセレクタを「各個」にし、ユニットサイクルにて任意の1面を粗、仕上げ別々に切削する。

このときの切込み設定は、バイトセッティングと同じ要領で都度ワークとバイトの刃合わせ（接触）をした後、Z軸切込みテーブルに設置してあるダイヤルゲージ（写真1-3）を見ながら切込みハンドルを回して切込み量を設定する。粗切込み量は $30\sim 50\mu\text{m}$ 、仕上げ切込み量は $5\sim 8\mu\text{m}$ とし、設定後テーブルをクランプする。また、切削時には、常に切削液をかける。

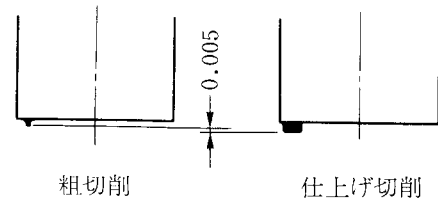


図1-13 粗切削用バイトと仕上げ切削用バイトの位置

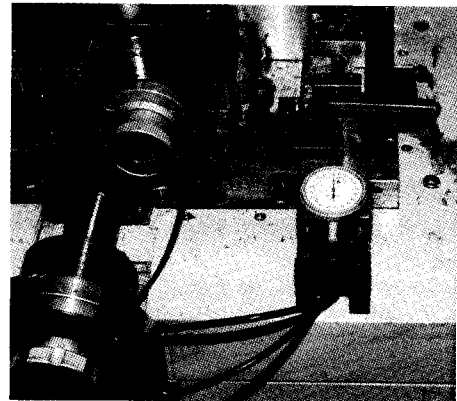


写真1-3 ダイヤルゲージ

### 切削液のかけ方

- ① ミストノズルを図1-14のように調整する。

パイプ外径：6 mm

ノズルAは最上部ワークの上面側と加工面の稜部に向けるように調整する。ノズルBは図のように延長し、切削点のほぼ $180^\circ$ 対称位置でバイトのすくい面に向けるように調整する。

- ② 調整時、バイトやワークに接触させないように十分注意する。また、ノズルがカッタヘッドを回したとき、バイトに接触したり、テーブルが前進端にきたときシリンダやホースジョイントに接触したりすることのないことを確認する。

- ③ 切削液を「ON」にし、切削液供給装置内のオートフィードループの滴下量が1ドロップ/secとなるように調整ねじで調整する（図1-15）。

調整後「OFF」に戻す。

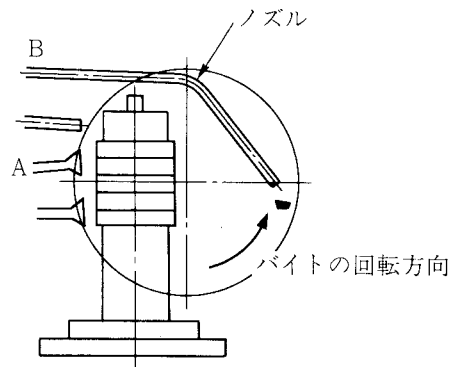


図1-14 ノズルの配置

- (2) 仕上げ切削まで終わったら、切込みテーブルのクランプを緩め、ダイヤルゲージを見ながら約5～8μm前進させてクランプする。
- (3) 送りテーブルを後退させて、粗バイトの刃合わせができる位置で停止する。
- (4) 粗主軸のカッタヘッドを手で回し、刃先とワークの距離を確認しながら刃先がワークと接するようにアジャスティングスクリューを回して粗バイトの突出し量を調整する。
- (5) ワーク対辺寸法を設定する。
  - ① 運転モードセクタを「半自動」にして仕上げ寸法に対して大きめに粗切削する。切削時には切削液をかける。
  - ② マイクロメータで対辺寸法(A)を測定する。
  - ③ 切込みテーブルのクランプを緩め、ダイヤルゲージを見ながら、次式のCだけ切込み、クランプする。

$$C = \frac{A}{2} - B$$

B：製品の仕上げ寸法+0.005mm

- ④ ダイヤルゲージを「0」にリセットしておく。

## 8. 切削

- (1) 運転モードセクタを「自動」にする。
- (2) 切削条件を次のように設定する。

### ●粗切削

主軸回転数：2000rpm

送り速度：100mm/min

切込み量：0.05～0.2mm

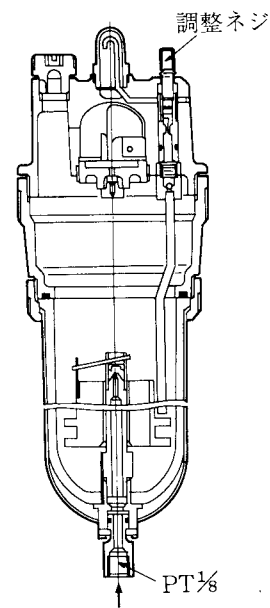


図1-15 オートフィードループ

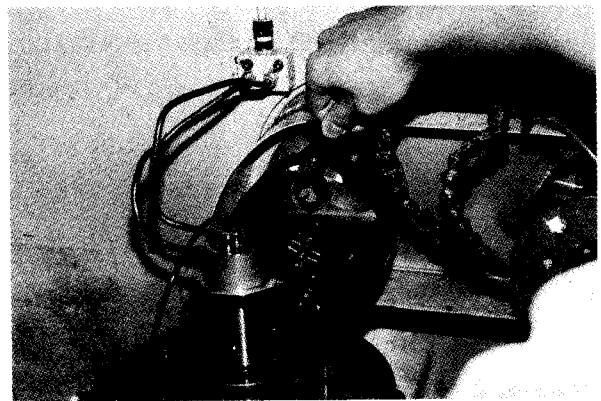


写真1-4 粗バイトの突出し量調整

●仕上げ切削

主軸回転数：2000rpm

送り速度：30mm/min

切込み量：0.005～0.010mm

- (3) 切削液をかけ、起動ボタンを押して加工する。  
 以後、切込みテーブルを動かす必要はなく、起動ボタンを押すことによって図1-16に示す切削サイクルで加工される。

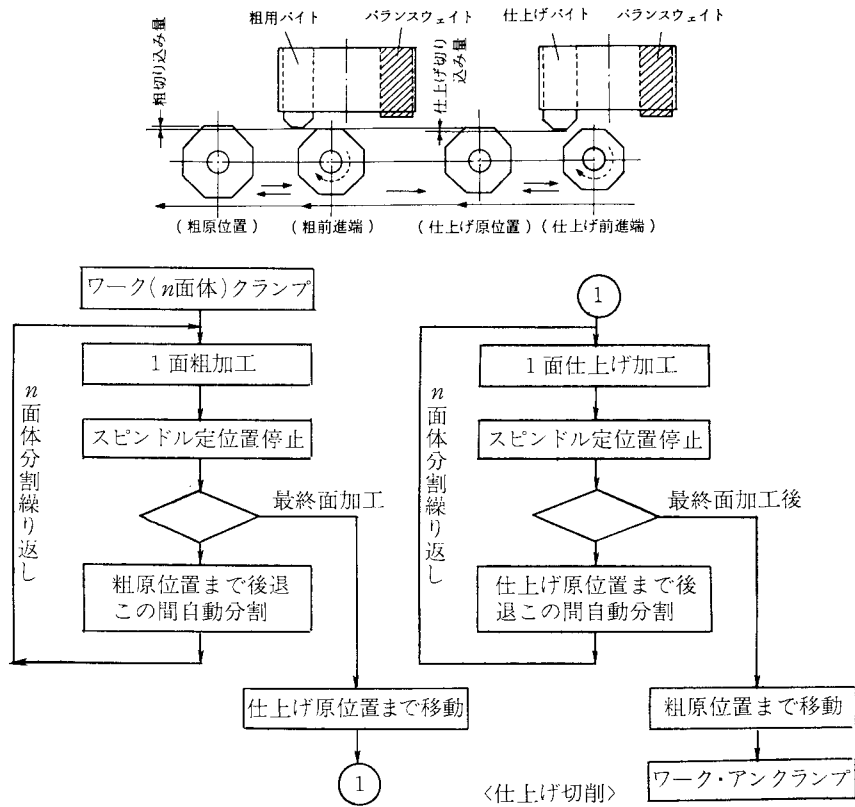


図1-16 切削サイクル例

次の評価項目にもとづいて、ポリゴンミラーの超精密切削加工の確認をする。

NO.	評 価 項 目	A	B	備 考
1	各部の点検と給油が正しくできる。			A：作業が できる
2	機械の起動と停止が正しくできる。			
3	バイトの取付けとセッティングが正しくできる。			B：作業が できない
4	ワークの取付けが正しくできる。			
5	送りテーブルのストローク調整が正しくできる。			
6	切込み量の設定が正しくできる。			
7	ポリゴンミラーの切削加工が正しくできる。			