

# 知 識 編

# 1. 円筒研削盤 (EXTERNAL CYLINDRICAL GRINDING MACHINE)

## (1) 円筒研削盤

円筒研削盤は、JIS用語 BD105 (1977) 中の (2. 10) 研削盤21001によると次の通りになる。「円筒工作物の主として外面を研削する研削盤。主軸台、心押台、ベッド、テーブル、砥石台などからなる。特殊なものとして、砥石台の案内面に対してある角度に設定し、工作物の円筒面と端面とを同時に研削するようにしたアンギュラスライド研削盤がある。参考までに、機械の大きさの表わし方は、「テーブルの振り、センチ間距離、研削できる外径及び砥石車の大きさ。」でもって表示する。

円筒研削盤は、円筒研削を行うための工作機械である。砥石車と被加工物の相対運動の組合せにより研削方法と研削盤が、数種類に分けられる。

円筒研削の方法として次のようなものが挙げられる。

- ・ プランジ研削 (Plung cutting)
- ・ トラバース研削 (traverse cutting)

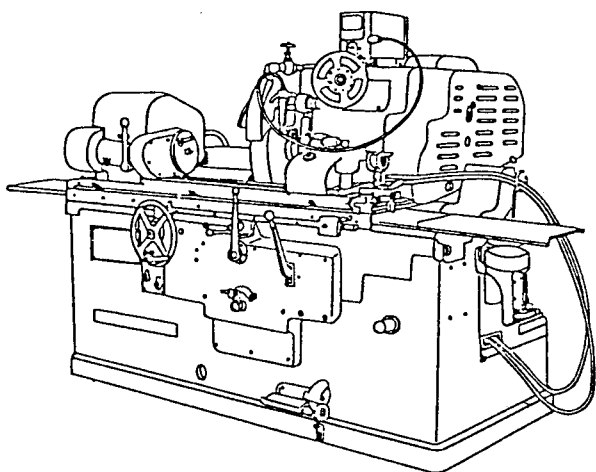
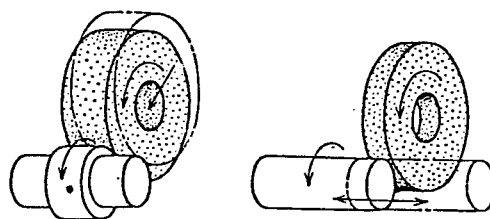


図1 円筒研削盤外観図



(a) プランジカット (b) トラバースカット

図2 プランジカットとトラバースカット

プランジ研削とトラバース研削は円筒研削において工作物と砥石との基本的な運動である。

プランジ研削は、工作物が短いときに、砥石に切込み運動だけを与えて研削する方法である (図2(a))。

トラバース研削は、砥石の幅よりも長い円筒の工作物を研削するときに、工作物の一端または両端で切込みを与えて工作物 (または砥石) に送りを与えて研削する方法である (図2(b))。

一般的に、トラバース研削は、多種少量生産の一般作業用に広く使われていて精度が高いのが特徴である。それに対して、プランジ研削は生産性が高く、自動装置と結び付けて多量生産に利用されている。またプランジ研削は、トラバース研削に較べて精度、仕上面あらさともに劣る。これはプランジ研削に使われる砥石の幅が広いため、砥石の作業面の精度を維持することがむずかしいからである。

円筒研削盤の研削作業の種類を図3に示す。

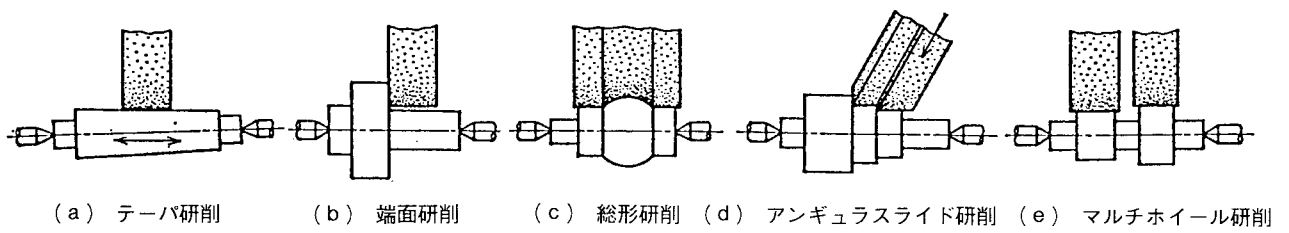


図3 研削作業の種類

## (2) 円筒研削盤の構造

円筒研削盤の構造を図4に示す。

次に主要部について述べる。

### ① ベッド

ベッドは機械本体を構成する台で、テーブル、砥石台を案内するすべり面、テーブル駆動装置や各部操作装置を備えている。

### ② テーブル

テーブルは工作主軸台や心押し台をのせ、ベッド上を左右に移動する台である。

### ③ 工作主軸台

工作主軸台は、工作主軸と工作物に回転を与える工作物駆動装置とからなっている。

一般に、円筒研削盤の工作主軸台はデッドセンタになっている。センタを取付けた主軸は回転せず、面板だけが回転する。図5にその構造例を示す。

万能研削盤の工作主軸台は、主軸が回転できる構造となっている。

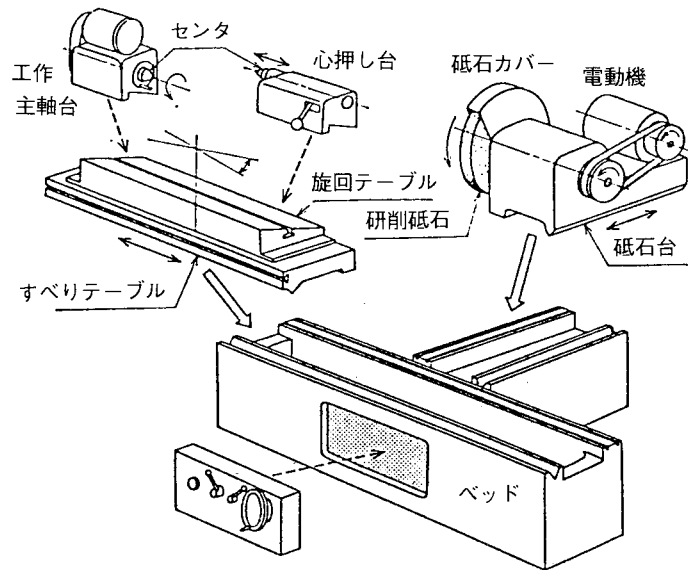


図4 円筒研削盤の構造

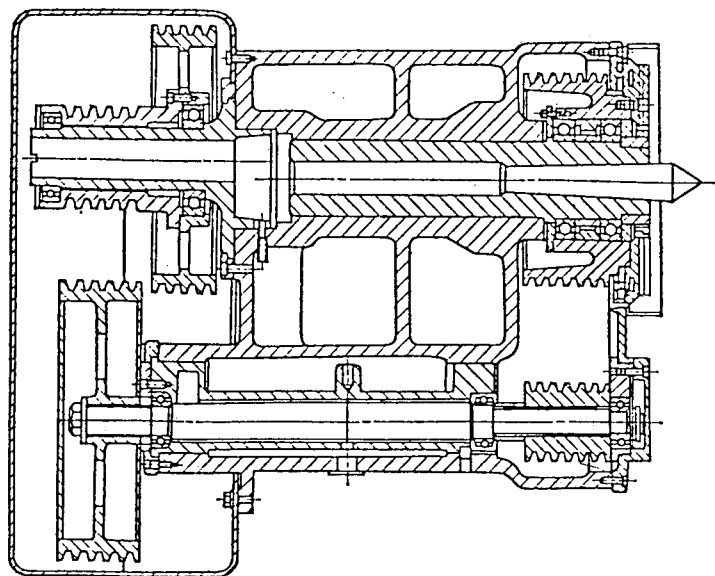


図5 工作主軸台の構造例

デッドセンタの利点は、センタ自身が回転しないため、センタが回転するときの振れの影響を受

けない。そのため、加工精度（真円度）がよくなる。

#### ④ 心押し台

心押し台は、心押し軸、センタ、心押し軸出し入れレバー、心押し軸調節ハンドルなどからなっている。工作物は研削加工中の温度変化によって伸び縮みするので、心押し軸をばねの力で工作物に押し付ける。図6は、レバー操作で心押し軸を出し入れする構造例を示したものである。

図7に、油圧式心押し台の構造を示す。これは、両手で工作物をもって、取付け、取りはずしができるように、足踏みペダルと油圧作動によって心押し軸が移動するものである。

センタの先端角度は一般に $60^{\circ}\sim 75^{\circ}$ が用いられていて、重量物を支えるときはその角度は大きい方を採用する。

テーパはモールステーパが用いられている。一般に心押し台には、心押し軸の他に本体に取付けられる砥石のツーリング装置が備っている。ただし、一般砥石のみの話である。

高速回転を支える場合は、回りセンタを用いて先端の焼付けを防止する（図8）。

センタに加わる力が大きい場合は、回りセンタを使う方が良い。

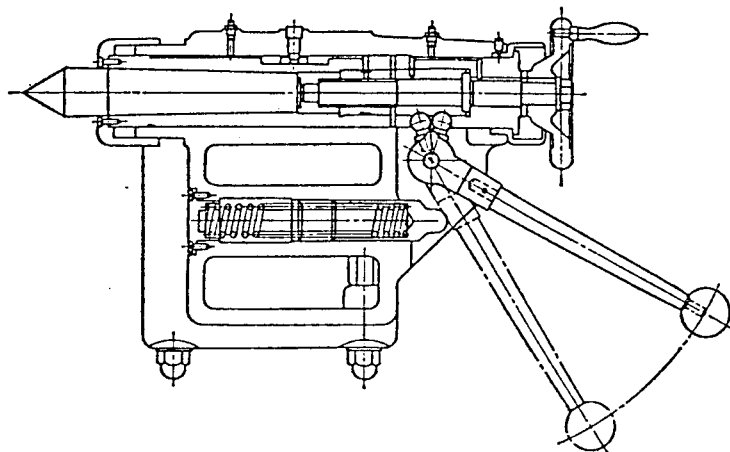


図6 レバー式心押し台

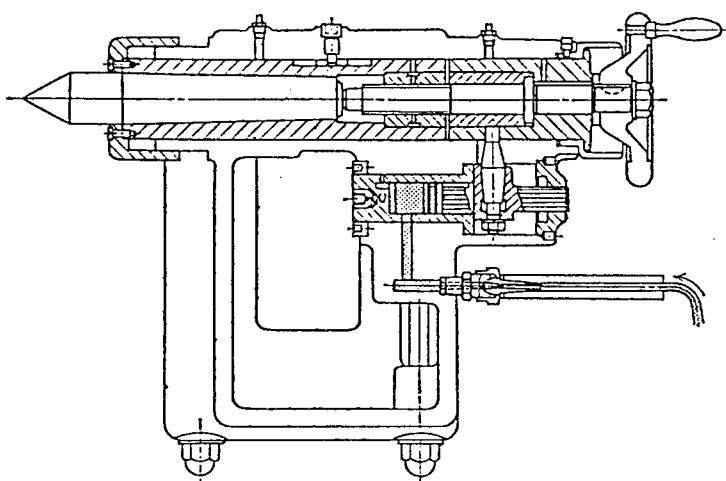


図7 油圧式心押し台

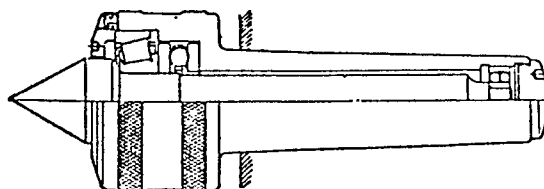


図8 回りセンタ

### ⑤ 砥石台

砥石台は、砥石を回転させる装置を備え、工作物に切込みを与える台である。

### ⑥ 砥石軸（主軸）

砥石軸は回転中に回転が円滑に行なわれて、回転中心の位置が安定していなければならない。つまり回転の精度が高いことが要求される。この精度は砥石軸に利用する軸受けの種類や形式に大いに関係している。

### ⑦ 砥石軸受

砥石軸受には、すべり軸受、ころがり軸受、スラスト軸受がある。

すべり軸受は、回転精度が高く、その精度の永続性がある。

高精度のすべり軸受として、セグメント軸受、非真円軸受、マイクロスフェア軸受および静圧軸受がある。

セグメント軸受の例として、フィルマチック軸受（シンシナチ社）を図9に示す。軸の周囲に対して傾けるようになっているセグメント・メタルaがあって、軸受の空間は、すべてわずかの圧力をもった油で満されている。軸が回転すると、セグメントの前端 $a_1$ が持ち上がり、セグメントの後端 $a_2$ によって軸が支えられる。これによれば、油膜のくさび作用によって軸受の最小すきまを自動調整することになる。

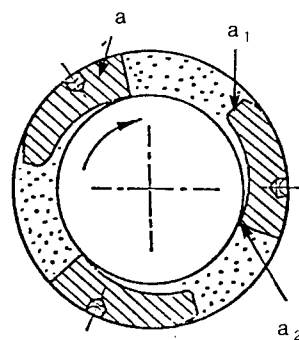


図9 フィルマチック軸受

非真円軸受の例として、マッケンゼン軸受を図10に示す。これには弾性的なブッシュaを用いて、ブッシュの周囲にある9箇所（図では9箇所）の溝によってたわみやすくなっており、三角形に変形する。その結果、3箇所のくさび形の油溜が生じ、くさび作用によって動圧流体潤滑ができる。この方法では3点支持によって軸心の保持の安定がえられる。

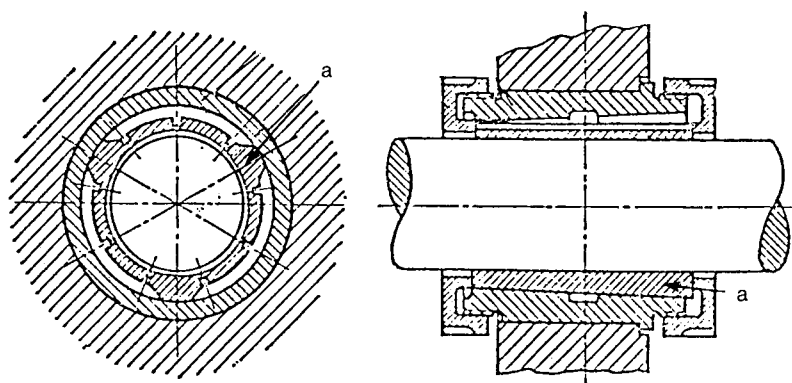


図10 マッケンゼン軸受

ミクロスフェア軸受の例として、ランジス軸受けを図11に示す。

外形は球状、内形は円筒状の軸受である。内面に数本の軸方向の油溝があり、回転方向には軸との間にこの溝をそれぞれ区切りとする、くさび状のすきまができるような形にしてある。軸が回転すると、それによって生じた油膜圧力が軸の回転精度を高く保持する。外形の球状によって自動的に軸心を調整する。

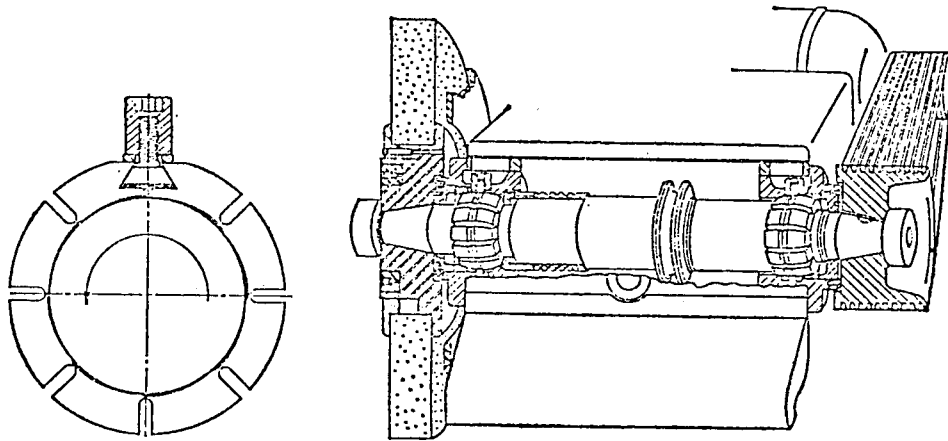


図11 ミクロスフェア軸受（ランジス）

静圧軸受の例として、ジャンドル社の軸受を図12に示す。

軸受内面に大きな油溜を設けた間隙の大きい軸受である。油溜には圧力をもった潤滑油を導入し、潤滑油は軸の周囲を流れて外の油槽へ導き出す。軸は潤滑油の静圧のために浮き上がり一定の位置に保たれる。軸受の間隙が大きいため、軸の回転による油膜圧力の効果はほとんどない点は、動圧流体によるものとは異なる。

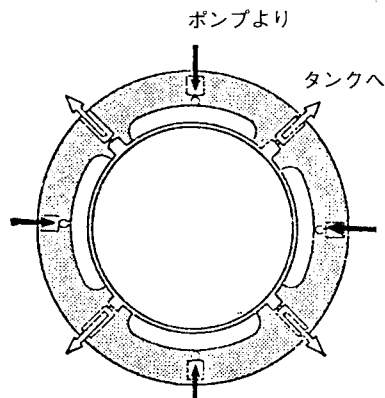


図12 静圧軸受（豊田ジャンドルン）

⑧ テーブル駆動機構

テーブルの往復運動は、油圧装置によって行われる。図13に機構図を示す。

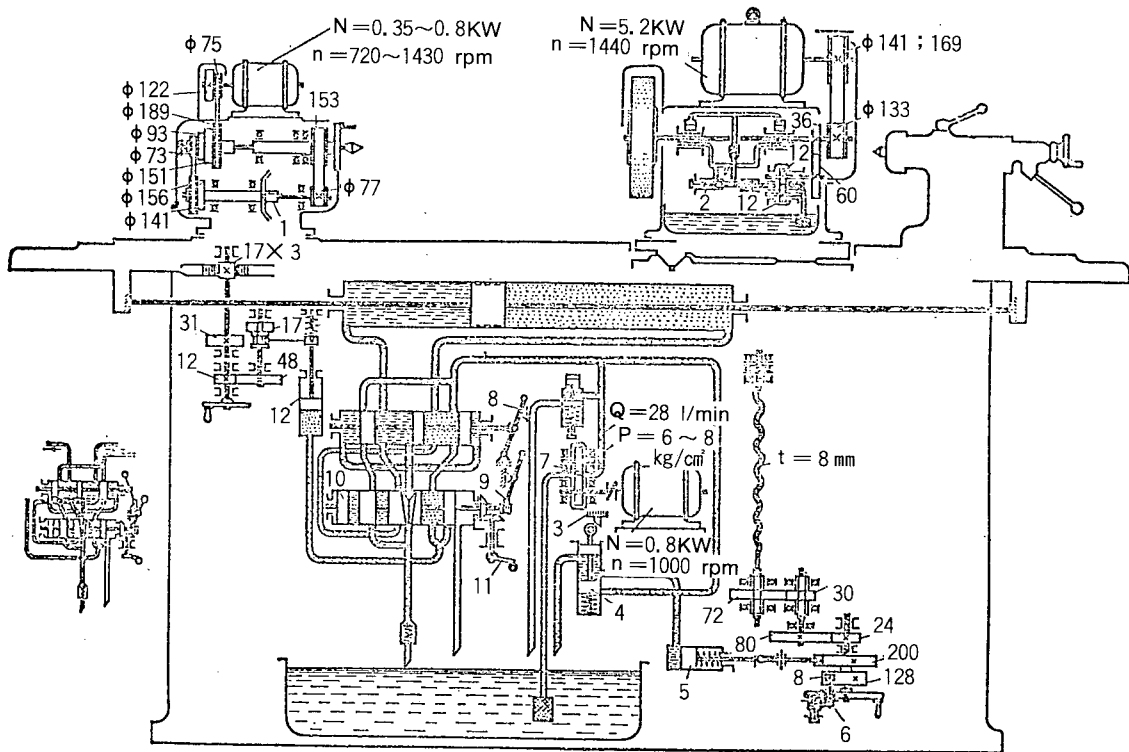


図13 油圧式円筒研削盤の機構図

⑨ 案内面

案内面は、送り運動、調整運動を行うために、運動する部分が幾何学的に正確な運動をさせる必要がある。案内面の形状には以下のようなものがある。

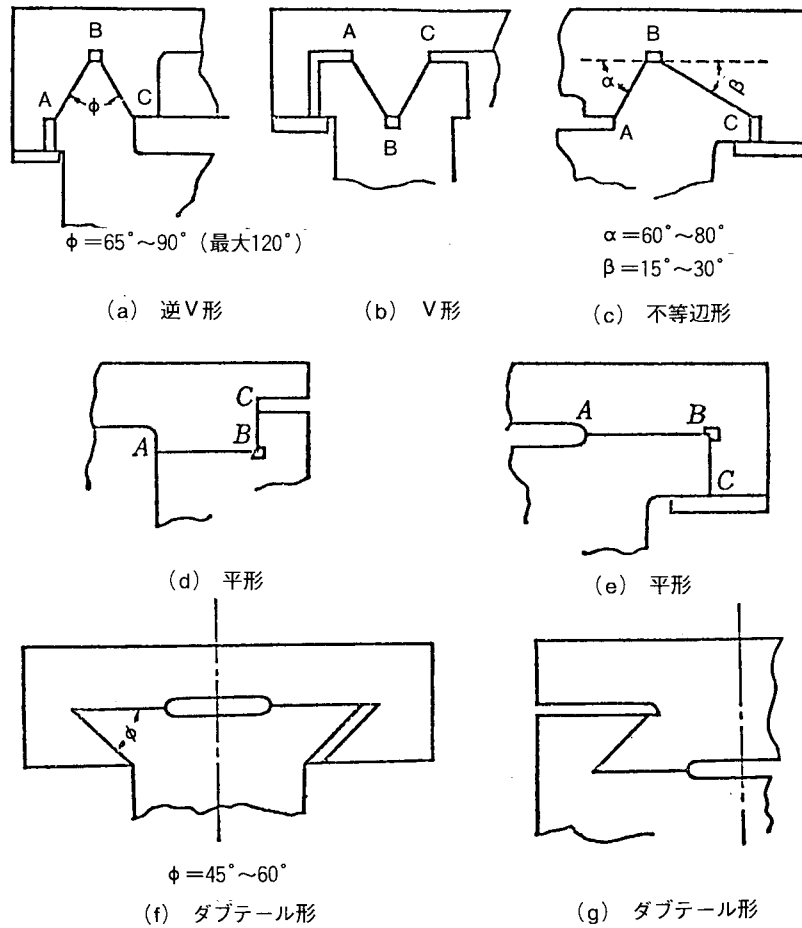


図14 案内面の形状



### (3) 円筒研削盤の仲間

#### ① 万能研削盤 (Universal grinder)

万能研削盤は、主軸台と砥石台が回転できるところに特徴がある。円筒研削盤は生産性に重点を置くのに対して、万能研削盤は多能性、汎用性に重点をおいたものである。図15に旋回砥石台の構造を示す。旋回砥石台には、単式旋回砥石台と複式砥石台がある。

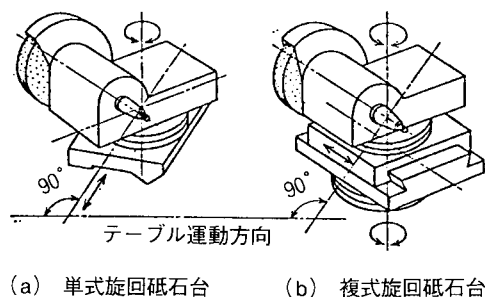


図15 旋回砥石台

図16に万能研削盤による作業例を示す。工作物を両センタで支えるときは、主軸を固定するが、主軸にチャックを取付けたときには、主軸を回転させる。急テーパや端面を研削するときには、主軸台を旋回させる。また、ほとんどの万能研削盤は、内面研削装置をもっていて、幅広い作業ができるようになっている。

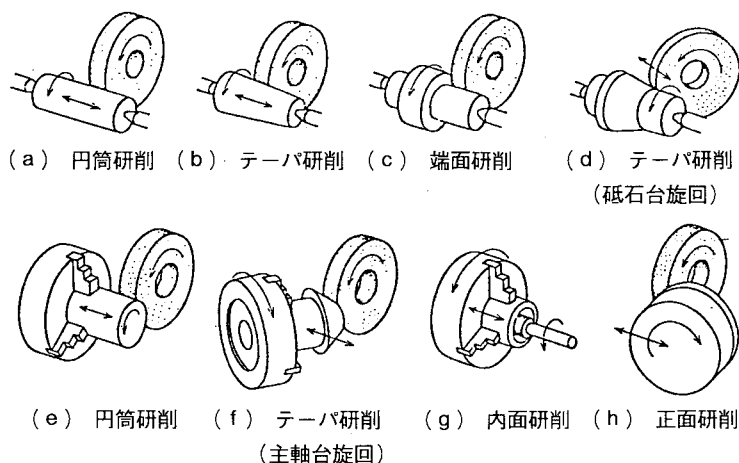


図16 万能研削盤による作業例

#### ② クランク軸研削盤 (Crank-shaft grinder)

クランク軸研削盤は、内燃機関などのクランク軸のジャーナル（回転軸の円筒面で支える部分）を研削する研削盤である。この研削盤は、円筒研削盤と同じしくみであるが、特徴として、砥石の直径と砥石台との移動距離が大きいことが挙げられる。

#### ③ クランクピン研削盤 (Crank-pin grinder)

クランクピン研削盤は、クランク軸のピンを研削する研削盤である。クランク軸部は、左右の工作主軸台で支えられ、両端で回転が与えられるようになっている。そして、クランク軸部のピンが主軸の中心線上にくるように、クランク軸部を偏心装置で支えてある。図17にクランク軸研削例を示す。

④ カム研削盤 (Cam grinder)

カム研削盤は、内燃機のカム軸のカム部を研削する研削盤である。この研削盤は、親カムにならってカムを研削するものである。親カムは、はじめモデルカムによってならい研削される。次に、工作物を親カムと同一軸上において、親カムと親カムローラーを接触させながら回転させる。そうすると工作主軸台、心押し台をのせた揺動台は一点を中心として運動するようになる。砥石車を工作物にあてると、工作物は親カムにならって研削される。図18にカム研削方法を示す。

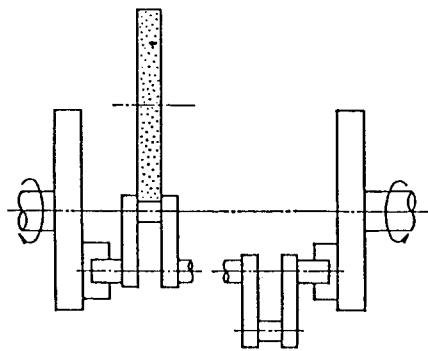


図17 クランク軸研削例

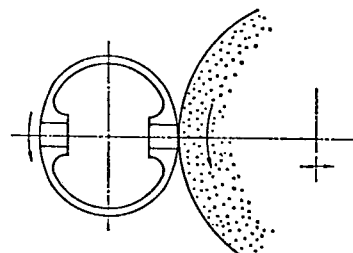


図19 ピストン研削

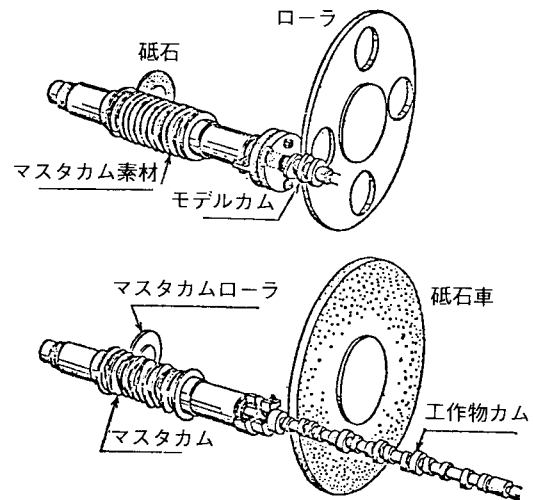


図18 カム研削方法

⑤ ピストン研削盤 (Cam-shaft grinder)

ピストン研削盤は、ピストンの外径を半自動的に研削する研削盤である。図19にピストン研削の様子を示す。ピストンは、ピン部の肉厚が大きいので、この部分が余計に熱膨張してくる。そのため熱膨張を見越して、この部分を楕円の短径になるように研削する。

⑥ 軸受溝研削盤 (Race way grinder)

軸受溝研削盤は、転がり軸受の溝を研削する研削盤である。

この研削盤には、外輪用と内輪用がある(図20)。工作物を揺動させて、外輪および内輪の軌道面を研削する。この方法は生産性が悪いため、現在あまり使用されていない。現在は、成形された砥石によってプランジ研削するものになっている。そして、このタイプは、工作物がシューやロールで支えられる心なし研削で行なわれて、また多量研削ができるように自動供給装置、自動定寸装置などをもっている。

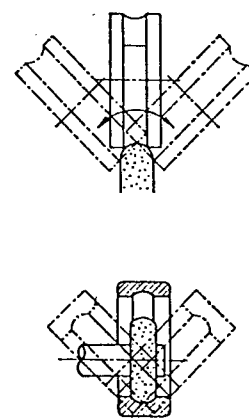


図20 溝軌道面研削

⑦ **ロール研削盤** (Roll grinder)

ロール研削盤は、圧延ロール、カレンダーロールなどのロールを研削する研削盤である。

圧延ロールはその中央部が端部に対してわずかに中高または中低になっている。これをチャンファという。このチャンファをつける装置をもった研削盤がロール研削盤である。

工作物は、一般に大きくて、重いので、ベッド上に主軸台と心押し台およびジャーナル受けで、これを支え、砥石台がベッド案内面によって往復するようになっている。チャンファ装置の例を図21に示す。砥石台の送りねじの回転に応じてカムが回転し、砥石台が揺動する。その揺動軸が偏心軸になっているので、その偏心量と揺動角に応じて砥石が出入りする。チャンファの量はレバーの長さで調整でき、ロールの長さに応じるためには換え歯車を入れ換えることによっておこなう。

小形のロールを研削するものでは、一般の円筒研削盤のように、工作物が往復するようになっている。

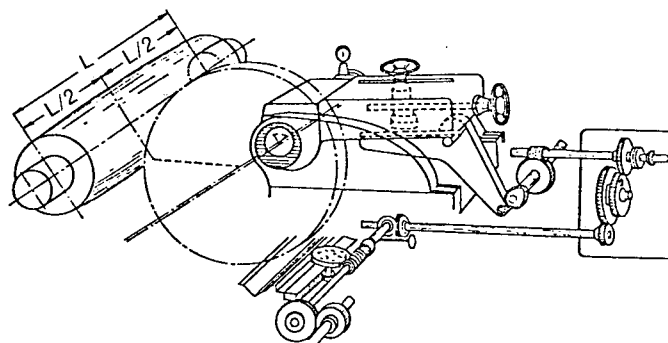


図21 ロール研削

## 資料1. 円筒研削盤の点検

### (1) 注油、給油

円筒研削盤は、次の順序で給油する。

#### ① 砥石軸の給油

・円筒研削盤（豊田工機製造）は、流体軸受を使用しているため、所定の油（流体軸受用の指定油）を使用し、油圧油などは使用しないようにしなければならない。そして、この油は、必ず6ヶ月毎に交換するようにする。

#### ② 各摺動面（しゅうどうめん）への給油

・円筒研削盤に向って左にある油圧タンクには、油圧ポンプ、圧力計および油面ゲージなどが取付けられている。まず油圧タンクのカバーをはずし、油面ゲージにより、タンク内の油の量を調べる。不足している場合には、給油口のふたを取り外し、油を補給する。また油が劣化している場合にはドレインボルトをゆるめ、古い油を抜き取り、新しい油と交換する。

油を交換した際には、テーブルを左右に移動して、十分にエア抜きを行う。

#### ③ 研削液の補給、交換

・研削液のタンクのカバーを開けて、タンクに十分な研削液が入っているかを調べ、もし、不足していれば補給する。

また、研削液には砥粒や切りくずなどが混入するので、研削液の交換の際には、タンクを洗浄することが必要である。

#### ④ その他の部分の注油

・セラミックスの円筒研削作業は、通常、湿式で行われ、主軸台および心押台には、砥粒を含んだ研削液が多量にかかるので、常に洗浄し、注油する必要がある。

注油を忘れた場合や掃除が悪い場合は、テーブルなどがさびついて動かなくなる場合もあるので、これらの箇所の掃除や注油は必ず毎日行わなくてはならない。

給油、注油箇所を図22に示す。

	給油箇所	給油周期
a	油圧タンク	1ケ年毎に交換
b	流体軸受用タンク	6ヶ月毎に交換
c	心押台スリーブ	毎日
d	テーブル方向切替ピン部	〃
e	センタ操作用レバー軸部	〃

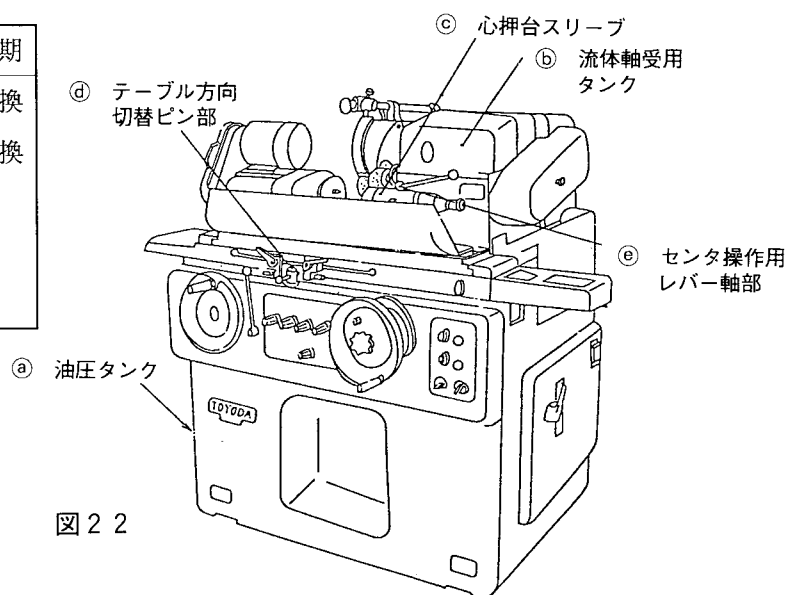


図22

## (2) 安全、整備点検

(1)の給油、注油が完了後、次の項目について、点検を行わなければならない。

- ① 配線工事が正しく行われていることを確認する。
- ② 機械の各部について、次の事項を確認する。
  - a. テーブルおよび砥石台が全行程動いた時、接触するものが機械の近くでないか。
  - b. 主軸台、および砥石台電動機のコードがカバーなど障害物に引掛っていないか。
  - c. 砥石軸駆動用および主軸台Vベルトのテンションは適切であるか。
  - d. 砥石台が25mm早送り前進した時、テーブル上のドレッサホルダ、振れ止め、心押台などに当たらないよう充分後退した位置にあるか。
  - e. テーブル油圧起動停止切替レバーは手動位置になっているか。
  - f. テーブルを油圧駆動に切替えた場合にも切替ドックの位置は主軸台または心押台に当たらないように安全位置になっているか。
  - g. 切替ドックはしっかりクランプされているか。
  - h. テーブル方向切替ピンが手前に引出されていることはないか。

## (3) 研削液

- ① 研削液の量を確認する。
  - ・タンク内に充分入っているかを確認する。
- ② 研削液の劣化状態の観察をする。
  - a 外観の観察をする。
    - ・研削液の汚れ具合や、濁りの状態を観察する。
  - b 臭気の観察
    - ・研削液が腐敗していないかを観察する。
- ③ 研削液の交換をする。
  - ・1ヶ月に1回研削液を交換する。
  - ・ケミカルソリューション（W-2）の研削液を50倍に薄めて使用する。

(4) 円筒研削盤の日常点検

円筒研削盤は表1に示す日常点検表にもとずいて始動前の点検をする。

表1. 円筒研削盤の日常点検表

所 属 \_\_\_\_\_ 機 番 \_\_\_\_\_ 点 検 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

メーカ－ \_\_\_\_\_ 型 式 \_\_\_\_\_ 点検者 \_\_\_\_\_

区 分	順 番	項 目	点 検 日																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
始 動 前		機械各部の操作は行きとど いているか																															
		油圧タンク内の油量は不足 していないか																															
		注水タンク内の研削液は不 足していないか																															
		砥石ガード、テーブルカ バーは完全か																															
		注水ノズルや吸塵口は正し く固定されているか																															
始 動 時		各スイッチやリレーなどの 作動は確実か																															
		モータ、軸受などに異常な 音はないか																															
		機械各部に異常な振動はな いか																															
		ハンドルやレバーなどの作 動は確実か																															
		デジタル表示やランプは正 常に点灯しているか																															
一 時 間 後		デッドセンタが摩耗してい ないか																															
		潤滑油の供給は確実か																															
		油漏れの箇所はないか																															
	砥石軸の軸受部に異常な発 熱はないか																																
	モータに異常発熱はないか																																

## 資料2. ダイヤモンド砥石

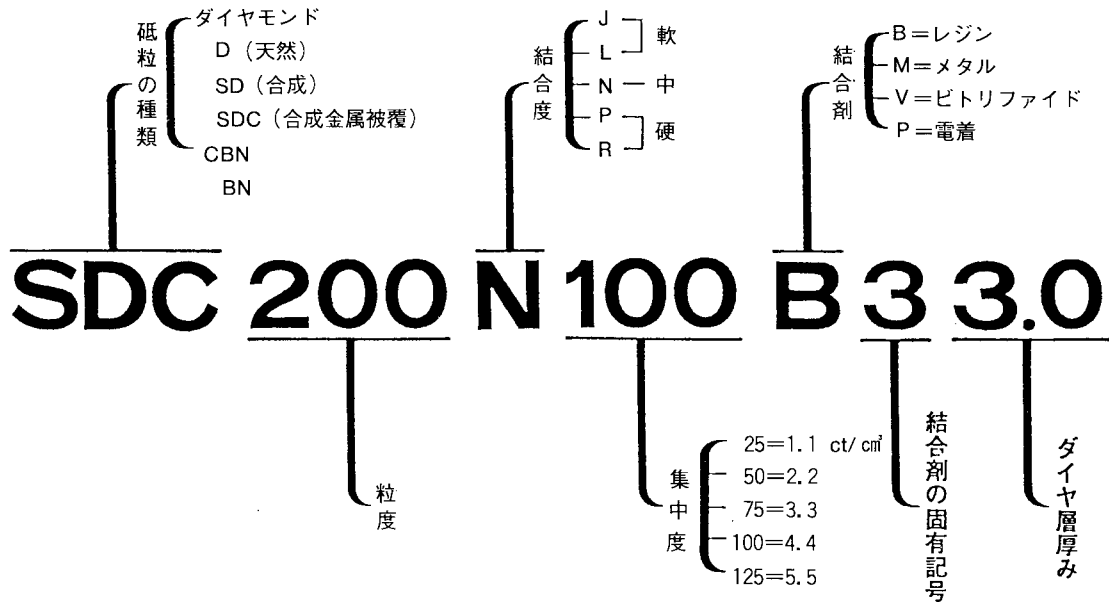
### (1) セラミックス円筒研削用の推奨砥石

表2

粗 仕 上				仕 上 げ			
140	N	75	MB2	270	R	75	B41
SDC	}	}	}	SD	}	}	}
170	R	100	B7	800	N	100	BC2

・セラミックスの種類は多く、それぞれの材料によっても、また要求された加工精度や能率によっても、ダイヤモンド砥石の粒度、結合度、結合剤は変わる。表2に示したダイヤモンド砥石の仕様は、あくまでも目安とする。

### (2) ダイヤモンド砥石の表示



(3) 粒度の種類

表3 粒度表

表示粒度 メッシュ	使用砥粒の分級 メッシュ	粒径のバラつき μ
16	16/20	1190
20	20/30	840
30	30/40	590
40	40/50	420
50	50/60	300
60	60/80	250
80	80/100	177
100	100/120	149
120	120/140	125
140	140/170	105
170	170/200	88
200	200/230	74
230	230/270	63
270	270/325	50
325	325/400	44
400		37
600		30
800		20
1000		15
1500		10
2000		8
3000		5

JISではダイヤモンドの粒度を上表のように22種類に分級している。ダイヤモンド砥石の粒度は使用される砥粒のあらい方を表示する。例えば、#140/#170の砥粒は、#140のフルイを通過し#170のフルイで止まった砥粒で、この砥粒を使ったときダイヤモンド砥石には#140と表示する。



### 資料 3. ツルージング用一般砥石とドレッシング用一般砥石

表 4 ツルージング用一般砥石の選択

ダイヤモンド砥石 粒 度	ツルージング用 一 般 砥 石
# 80より粗粒	C46-M
#100～#200	C60-M
#230～#325	C80-M
#400より細粒	WA200-G

表 5 ドレッシング用一般砥石の選択

ダイヤモンド砥石 粒 度	ドレッシング用 ス テ ィ ッ ク
# 80より粗粒	WA120-G
#100～#200	WA220-G
#230～#325	ラッピング・スティック
#400より細粒	ラッピング・スティック

### 資料 4. 円筒研削盤仕様

表 6

円筒研削盤  GUP10-30	加工可能寸法	センタ間距離	300mm
		センタ高さ	100mm
		振り	200mm
		最大研削直径	60mm
	電動機	砥石台	2.2 KW × 4P
	主軸台	0.2 KW × 6P	
	油圧ポンプ	0.4 KW × 4P	
	流体軸受ポンプ	0.25KW × 2P	
	研削液ポンプ	0.25KW × 2P	
	所要床面積	2,255×1,625×1,310	
	機 械 重 量	1,800kg	

## 参考文献

- 1) 篠崎 襄監修、海野邦昭著. 技能訓練、研削作業、日刊工業新聞社 1982年
- 2) 福田力也著. よくわかる研削作業法 理工学社 1960年
- 3) ダイヤモンド工業協会 ダイヤモンド工具マニュアル 1979年