

# 研削盤・最近の進歩

KK大隈鉄工所\* 武野伸勝\*\*

## 1. まえがき

研削作業は、極めて多岐にわたる加工範囲を有しておりそれぞれに、研削機構、或は機械の構造を異にする。本文では、それらの中の、機械部品加工用の研削盤についてのべる。

第二次大戦以前においては、この種の工作機械は、ほとんど輸入品、ないしは、外国製品の模造品が多かったが、敗戦後、7～8年間経過して徐々に国産品が作られるようになった。それらは、戦前のそのままを引継いでいるもの、外国メーカーと技術提携したもの、純国産のもの等、さまざまであった。その後、これらの研削盤は、斯界の各方面に多数使用され、また育成されて今日に至っている。これらが、今日、多量生産用として用いられているものの進歩の度合は、特に著しく、かつて、見習った先進国のものに比較して、全く見劣りしないものになって来ている。

工作機械は、加工する品物の加工部分の形状により、各種のものがあるが、ここでは、一応、その幾何学的形状について、円筒、丸い穴、平面の三種類の要素を対称としてのべてみたい。すなわち、円筒研削盤、内面研削盤、平面研削盤等について考えてみる。

## 2. 受軸の進歩

研削盤には、1個、ないし、それ以上の重要な軸受が用いられており、それらの中で、砥石軸、および主軸（工作物を回転する軸）は重要であり、特に、砥石軸の軸受は、最も重要とされている。

この主要な軸に要求される事柄は、まず、故障なく、安全に運転出来ること、振動の少いこと、温度上昇の低いこと等である。

従来、軸受を運転する場合、時々オーバーホールを行うことは常識とされ、また、時には、運転中に焼付を起すことも或程度認められているような風習があったが、いわゆるすべり軸受において、今日では、完全流体潤滑されることが常識化されて来ており、いわゆる金属接触（軸と軸受との）による磨耗の発生は甚だしく少くなっ

て来ている。

すなわち、運転状態に対する適正なる軸受すきま、塵の入っていない清浄な潤滑油、潤滑油が確実に供給されていることを確約するための潤滑油保安装置等によって、軸受は常に安全運転を行うことが出来、また、その寿命は半永久的に近いものとなっている。

砥石軸の軸受として用いられているものの一種に、非真円平軸受と称するものがある。これは、戦前から高速旋盤用として大隈鉄工所において開発されていたものを、昭和29年に、研削盤砥石軸の軸受用として発展させ完成されたものである。

図-1にその概略を示す。非真円平軸受は、分割された作用面が、互に薄肉で連結され、おのおの頂点をピボットとして揺動出来る構造をなし、各作用面は、軸の回転により、軸との間に楔形油膜を形成し、発生する油膜

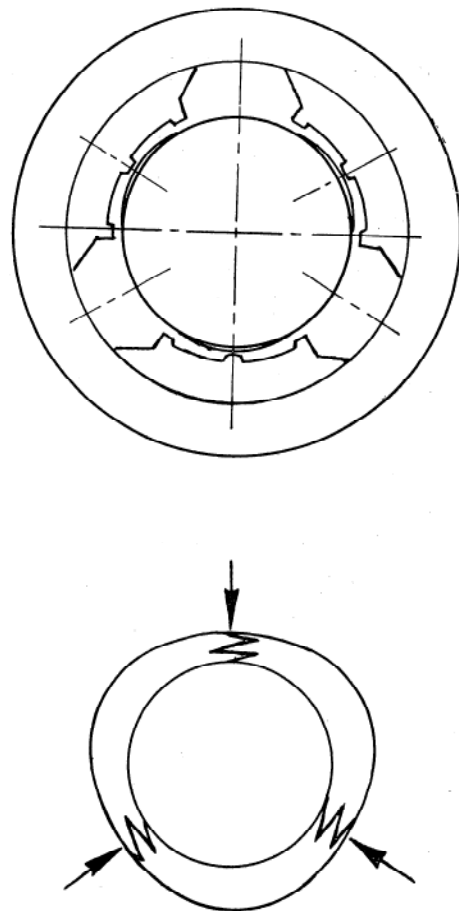


図1 非真円平軸受の構造

\* 名古屋市北区辻町1

\*\* 技術部技術第一課長

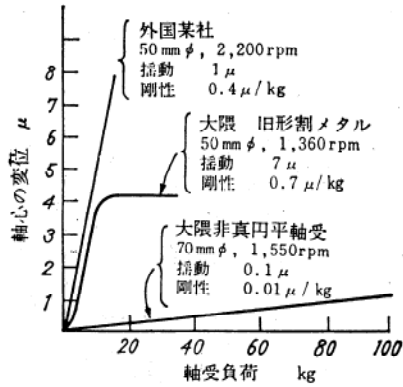


図2 非真円軸受の負荷特性

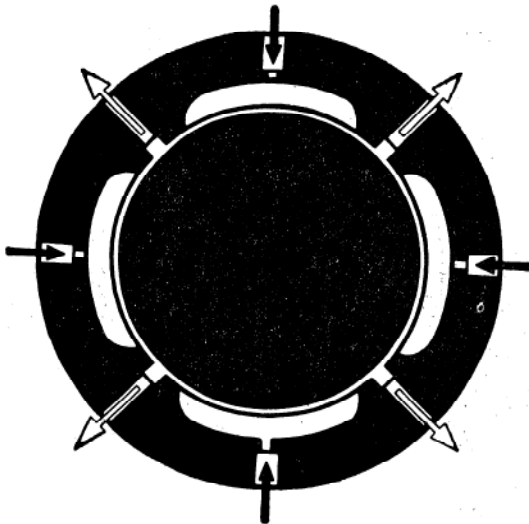


図3 トヨタジャンドロンの流体軸受の構造

圧力は、 $100\text{kg/cm}^2$  以上、1個処の作用面の総圧力は1tonにも及ぶ能力を有しており、回転中の軸芯の振動は $0.1\mu$ 以下、また負荷特性は極めて高く、その負荷特性を図-2に示す。

戦後、フランスのジャンドロン社との技術提携によって円筒研削盤の製造を開始したトヨタ工機で作られている砥石軸の軸受は流体軸受と呼ばれ、図-3に示す如き構造で、安定度及び、剛性に富み、軸は、圧給の供給により一定位置に安定するように作用する。

### 3. 円筒研削盤

#### 3-1 生産用円筒研削盤

円筒研削盤の中でも、生産用円筒研削盤の最近の進歩は目覚ましいものがある。

生産用円筒研削盤は、いわゆる総形砥石によるプランジカット作業を自動定寸装置等の特殊装置の併用により高精度、高能率、低加工費で行うことが出来るもので、近來、その総合的成果を高めるためのアタッチメントの進歩も著しい。図-4は、総形砥石を成形するためのオー

バヘッド形砥石做い修正装置を備えた。大隈製 GPB 形円筒研削盤である。砥石の修正は、全自動修正を研削中あるいは、サイクル停止中に行うことが出来る、また砥石の修正量だけ、砥石台の位置を自動的に補正することが出来る。また、砥石台の自動切込装置を備え、研削中、粗研削、仕上研削を自動的に行うことが出来る、更に、自動定寸装置により、高精度、高能率な研削作業を行うことが出来る。図-5は、上記と同様の能力を有する円筒研削盤であるが、熱変位による精度的影響を少なくするため、油圧装置を用いず、更に熱変位に対す注意を払った大隈の GCS 形である。従来、高級な高精度用の研削盤は、油圧駆動方式が常識化されて来ているが、油圧装置はこれ自体が大きな熱源であり、これが研削盤の静的、

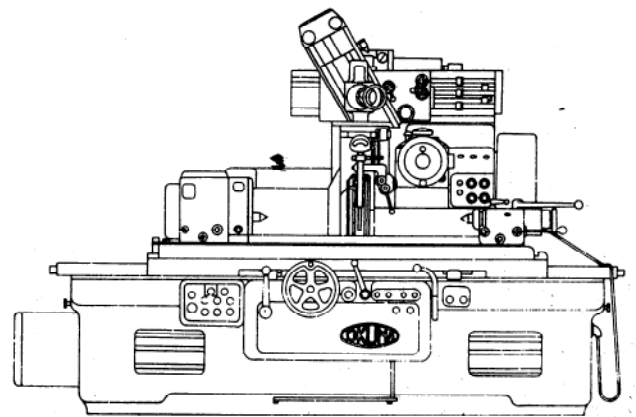


図4 大隈、GPB 形、オーバヘッド砥石做い修正装置付円筒研削盤

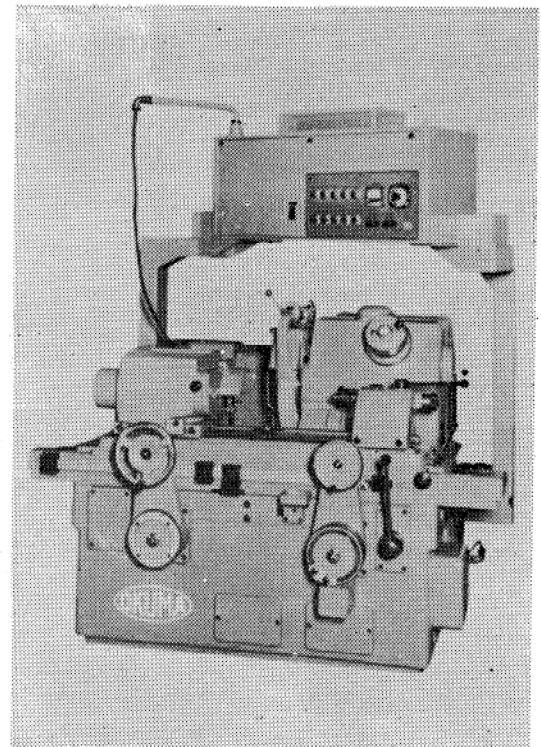


図5 大隈、GCS 形円筒研削盤

ならびに動的精度に重大な影響を与え、かつ更に、研削盤の運動部分の速度の安定度を左右するので、駆動の速度範囲が広く、往復運動の衝撃が少く使い易いにもかかわらず従来からなやみの種となっていたものである。熱変位の少ない研削盤とするため、油圧駆動方式を除いたり、油圧装置の影響を少なくするための配慮をすることは今日の常識となっている。

また、基本的な円筒研削盤の応用機種、あるいは、専用機種の発達が著しく、特に最近の急激な進歩が目覚ましい。たとえば、自動車のエンジンのクランクシャフト、あるいは、カムシャフトの研削専用機が各種開発されている。図一6に示す一例は、クランクジャーナル研削専用の大隈製 GPB 形円筒研削盤である。オーバヘッド形の砥石自動両R修正装置を備え、砥石をクランクジャーナルと同じ形状に修正し、自動定寸装置の併用により、プランジカット自動サイクル作業を行うことが出来る。また、附属装置としては、電気式の自動ワークレスト、あるいは、テーブルの自動インデックス装置等を備えることが出来る。図一7は、クランクピン研削用の、

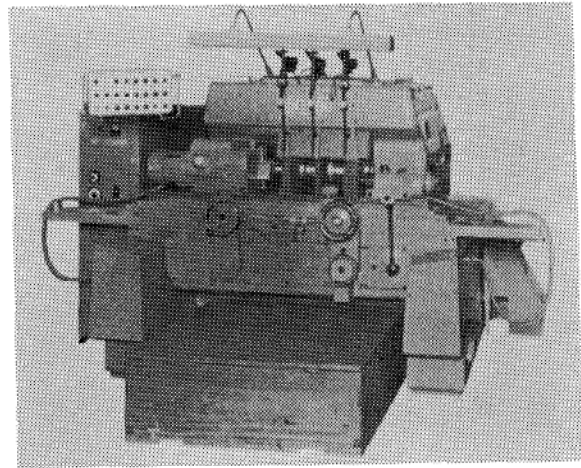


図8 大隈, GPM 形, マルチホイール円筒研削盤

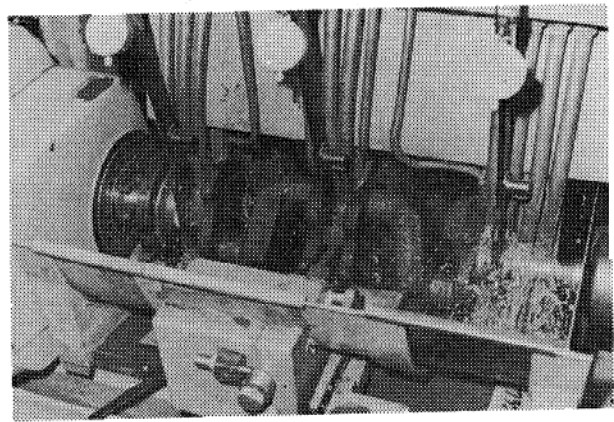


図9 大隈, GPM 形マルチホイール円筒研削盤により、クランクジャーナルのすべてを同時に加工している状態

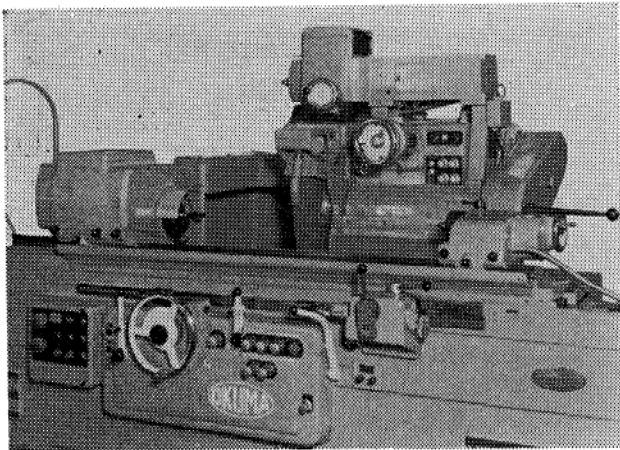


図6 クランクジャーナル研削用, 大隈, GPB 形円筒研削盤

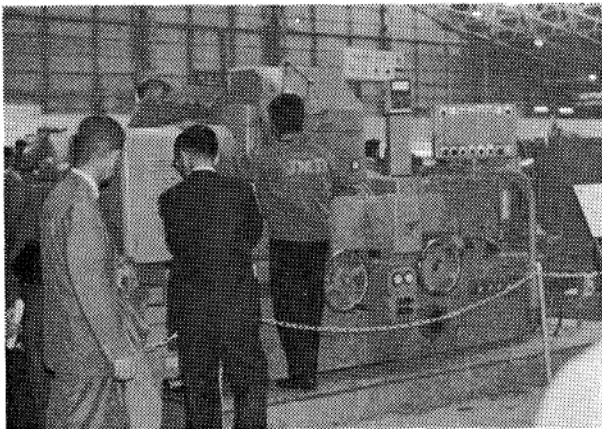


図7 クランクピン研削用, トヨタ工機 GVA 形研削盤

トヨタ工機製の GVA 形研削盤である。この機械も、砥石半径直線連続修正装置、油圧式ワークレスト、工作物位置決め装置等を備えている。この機械も、クランクシャフトを取付けると、各クランクピンを次々に自動的に加工することが出来る。クランクシャフトの各ジャーナルを、一度に同時研削加工を行うのに、大隈で、GPM 形、マルチホイール円筒研削盤が製造されている。この機械では、クランクシャフトのジャーナルに限らず、カムシャフトのジャーナル等、1本のシャフトに、数個処の加工個処があるものを、同時研削加工するための、多量生産用の専用機である。この機械では、砥石軸に研削箇所と同一数の砥石を取付け、その砥石の総形成形のための自動修正装置を備えている。工作物は、同時に数箇所研削するので、撓みが大きくなって、工作精度の確保が困難となるため、1個、または、数個の自動追従ワークレストを使用する。一般に、このように、研削中の広いプランジカット作業では、研削盤の熱変位による工作精度の変化、特に円筒度の変化の影響が大きい。大隈 GPM の形マルチホイール円筒研削盤では、油圧駆動機構を用い

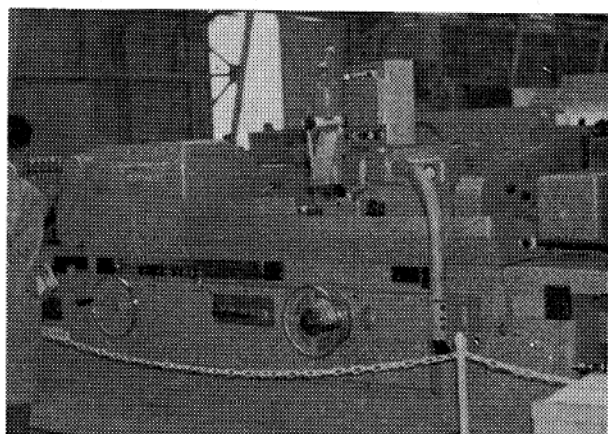


図10 トヨタ工機, GCA 形カム研削盤

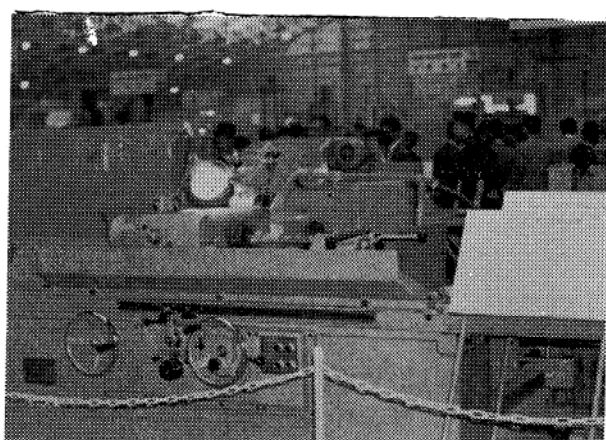


図11 トヨタ工機GCN15 形数値制御カム研削盤

ず、総べて、電気および機械駆動方式を採用しているので、従来の輸入機に比べて、精度的安定度は、はるかに高い。

カムシャフトのカムプロフィールを研削するものに、トヨタ工機で、GCA 7 形カム研削盤が作られている。主軸合に、マスタカムを20枚取付けることが出来、主軸の回転に伴い、揺動テーブルが揺動運動を行って、カムプロフィールの創成を行う。研削中は、砥石軸が揺動運動を行って、研削仕上面粗さの向上を計っている。一本のカムシャフトには、沢山のカムがあるが、本機では、工作物を載せるだけで、各カム部を次々に研削し、砥石修正を含め、自動的に作業を行うことが出来る。

また、マスタカム創成研削装置を備え、モデルカムを用いて、工作物を研削するのと全て逆の方法で、マスタカムを研削することが出来る。

なお上記のカム研削盤では、カムプロフィールの元になる、いわゆるモデルカムを必要とする処、たとえば、エンジンの性能向上等のために、形状の異なるカムを次々に製作する必要のある場合、モデルカムの製作は相当に変なことになるが、これを気楽に行える研削盤として、

トヨタ工機で、GCN15 形、数値制御カム研削盤が作られている。この機械では、主軸の回転と、砥石台の前後送りとの関係を数値制御装置で制御し、工作図面の指示をテープに移すことにより、エンジンカム、および、その他のさまざまなカムのプロフィール加工を能率的に行うことが出来る。

実際には、以上述べた各機種の外に未だ沢山の機種があり、また、多量生産工場では、これらの機械に材料の自動供給装置を取付けたものも使用されている。これには、大別して2通りの方式があり、その一つは、1台の研削盤に対して、材料の自動供給、排出を行うものであり、もう一つの方式は、その工作物の製造の一連の工程全体における材料の搬送を各工作機に対して行うものがあり、ベアリング工場等の特定の業界では、既に相当に実用化されている。

#### 4. 内面研削盤

内面研削盤については、非量産用、多量生産用、半専用機等、高度のものが国内で実用化され、また、その実績もあがっている。東洋工業では、各種のサイズの自動内面研削盤の他に、ベアリングの内、外輪の内径研削用、あるいは、スラストボールベアリングのR溝自動研削盤等を製造している。図-12は、東洋工業、T-118A 形全自動精密心無内面研削盤である。本機は油圧駆動によりゲージマチックあるいはサイズマチック自動定寸方式により、仕上げられた外径とそれに直角な両端面をもつ加工物を、外径と同心に内径を研削する全自動機で、ボールベアリングの内輪穴専用に用いられる。工作物の形状がリング状のため、チャッキングは、いわゆるシューセンタレス方式を用いている。

大隈では、図-13に示すようなG1A形の内面研削盤を製造している。本機は、油圧駆動装置を用いず、電気

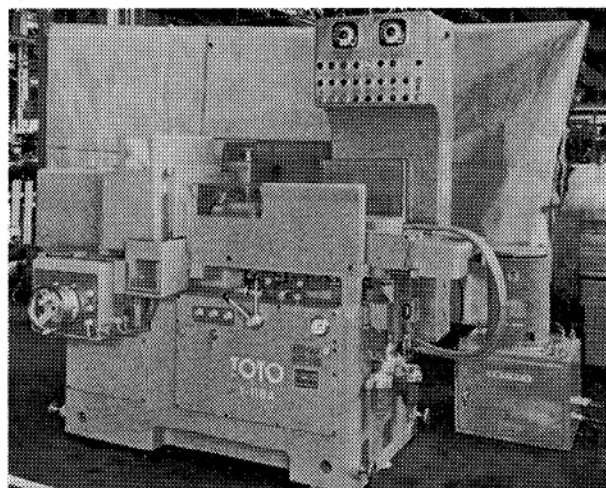


図12 東洋工業, T-118A形全自動精密心無内面研削盤



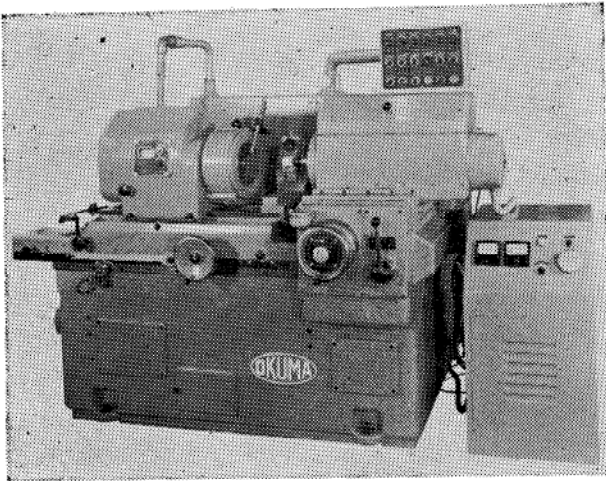


図13 大隈, GIA 内面研削盤

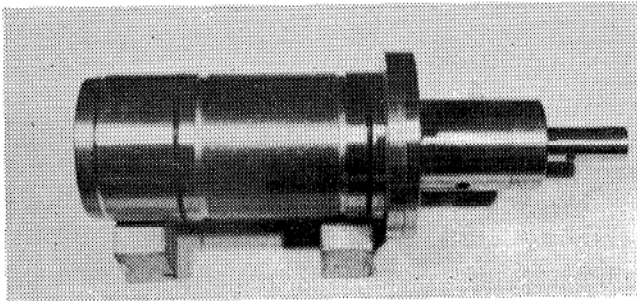


図14 大隈式, 高周波内研軸 (Q110241形)

機械駆動方式を用いている。各送り込みの各案内面は、ローラガイドを用い、テーブルも、砥石台も同様である。トラバースカットの運動は、普通の機械では、テーブルの往復運動によるのであるが、本機では、砥石軸ユニットの往復運動方式を用いている。この装置は、砥石軸ユニットがローラガイドで支えられ、運動は、カムおよびリンクによって行い、かつストロークおよび速度の調整は自由に行うことが出来る。この機構を採用した理由は、重量の大きいテーブルに往復運動を行わせると、浮き上り、反転時の首振り、ショック等について問題が起き易いので、重量の軽い砥石軸ユニットを予圧されたローラガイドで支え、安定なトラバース運動を行うためである。また内研砥石軸は、高周波モータビルトイン方式のため、ベルトを用いないので、上述の如く、砥石軸ユニットを往復運動させることが可能となった。

従来、ベルト駆動による高速内研砥石軸は、技術的に各種の問題を持っていたのであるが、SCR インバータを用いた高周波電源と、高周波モータを内蔵した内研砥石軸の各種シリーズが大隈から、気楽に供給されるようになったので、この問題について、輸入機に依存する必要は全く無くなった。大隈の GIA 形内面研削盤は熱変位が少いため、いわゆる自動定寸方式のゲージマチックおよび、サイズマチック方式の内のサイズマチック方式

のみを備えているだけであるが、従来のゲージマチック方式よりも安定度の高い自動定寸精度が得られる。内面研削盤も、ベアリングレース専用機等、あるいは、材料の自動供給装置を設けた全自動機等も国内において既に相当普及している。

## 5. 平面研削盤

平面研削盤は従来、小形のサイズのものはかなり作られていたが、大形のサイズものは、漸く前から、浦賀玉島、および、大隈等で製造されるようになった。砥石頭の支持方法について、色々な方法のものが従来から作られたが、大形の場合に、門形構造を採用することは、一つの考え方であろう。

図-15に示すのは、大隈の GSA 形、門形平面研削盤である。本機は、門形構造で、そのクロスレールの上に横軸の砥石頭を取付けており、テーブルは往復形である。

この機械も、油圧駆動装置を用いることを止め、電気機械駆動方式を採用している。テーブルは、左右2個所の案内面にローラガイドを採用しており、その駆動はワイヤロープを用い、ドラムを慣性の少ない直流モータで回転させている。テーブルの反転ドッグには、近接スイッチを用いて、減速、停止、反転、加速、定速をスムーズに行うことが出来、相当な重量の工作物をテーブルに載せて、高速の往復運動を行った場合の浮き上り、首振りショック等の影響は極めて少い。また、油圧装置等による熱変位の影響も少いので、いわゆるウォーミングアップを行うことなく、起動直後の研削作業においても、工作物の平坦度を 1m に対し、 $2\sim 3\mu$  を容易に得ることが出来る。従来概念から云えば、ウォーミングアップすることなしに、簡単に、この程度の平坦度が得られることは、画期的なことと云えるであろう。

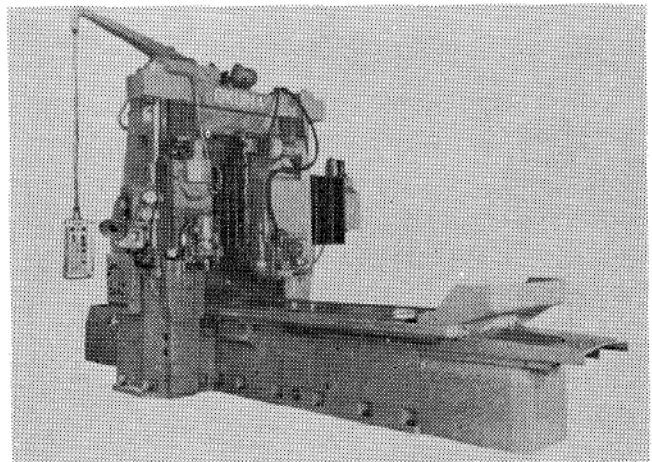


図15 大隈, GSA 形, 門形平面研削盤

## 6. む す び

従来の感覚の汎用の研削盤について、国内で作られているものと、欧米の一流品と比較した場合、性能、機構価格等の問題については、既に相当以前から、一区切の段階に到達していたと云える。ただ特殊な機種、或は、新しい問題、たとえば、研削機構の解析の発達に伴う新しい研削方法を実現する機構（研削関係の研究に関しては、日本は世界でも首位を占めている）熱変位を排除する考え方の機械、ローラガイドを合理的に利用した機械等、基礎的には、未だ新しい考え方のものが出現する可能性は大いに考えられる。ただこれらの問題についても、

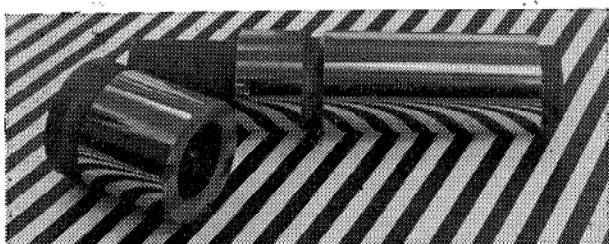


図16 大隈製、円筒研削盤による鏡面研削の例

現状では、欧米の一流品と比較して、特に大差があるとは考えられないが、一部においては、これが優れているものがあり得るであろう。ただ従来から、欧米のものが、国産品のレベルを大きく引き離していたのは、基本的な研削盤を元にした応用機種、あるいは、専用機、半専用機等である。加工時間、工作精度、加工費、工程の簡素化、操作性、保守、全自動、等幾多の問題点の解決、向上のために、基本設計の改造、アタッチメントの開発を意

欲的、積極的に行った、しかも、長年の実績の積み重ねによる成果が特に多量生産工場、特殊作業を行う工場で数多く使用された。たとえば、前述の自動車部品の加工用のクランクシャフト、あるいはカムシャフト用の研削盤、または、ベアリング用の研削盤等である。

しかしながら、今日では、一般的な汎用研削盤はほとんど、外国品の侵入する余地を無くしてしまっており、また、応用機種、専用機においても、上述の、各種研削盤については、輸入が極減する状況となって来ており、実際には、数量的な問題を除けば、ほとんど国産品で間に合うようになって来ている。また、それらの性能、生産性、価格等については、欧米の一流品より上位のものも多くなって来ている。これは、国内需要の大きさ、根強さと、工作機械メーカーの意欲との結集によるものであって、今後の進歩を裏付ける要因とも云えるものであろう。まだ、実際に、これらの研削盤の市場における実力を示す例として、逆に国外に対する輸出実績を調べてみると、大隈鉄工所の工作機械の国外の仕向先は世界中約40個国にも及び、その内研削盤の仕向先は米、英、仏等の約20個国に達しているのが現況である。優秀な工作機械、ないしは研削盤は、極部的な性能、工作精度や、機構が優れていると云うことだけでは何等価値を持たないものであって、少く共、その機械で加工された製品が、正当な価格で需要家に供給出来、かつその加工作業に際して、工作精度、操作性、加工時間、加工費、保守、等について、加工業者に充分なる利益を生ぜしむるもので無ければならない。今日、業界で優位にある研削盤は、その過程を経て育成されて来たものであり、また、今後と同様であろう。