

光学式ジグ中ぐり盤

三井精機工業KK* 種 田 大 作**

まえがき

ジグ中ぐり盤は、図面上に指定された工作物の加工位置を機械本体の直角座標上で正確に求め、高精度の穴あけ加工を行なう高精度工作機械である。

通常、工作機械で得られる工作物の加工精度は、座標精度を主としてみる場合、機械本体の持つ誤差の2～5倍となる。すなわち、機械が設置されている部屋の環境、切件作業時の加工条件、作業者の熟練度などに万全を期すほど機械本体精度に近いものが得られ、逆に、機械の作業能率を重視したり、附帯設備投資を省略したりする場合には加工精度が低下し勝ちである。したがって、一般的には、工作物に要求される精度より3～4倍高い座標位置決め精度を有する機械を使用するのが有利である。

ジグ中ぐり盤は、極限に近い高精度加工が可能であることのほか、一般的な高精度作業が能率的に消化できるという特性を有するため、あらゆる工業部門に広く普及されつつある。

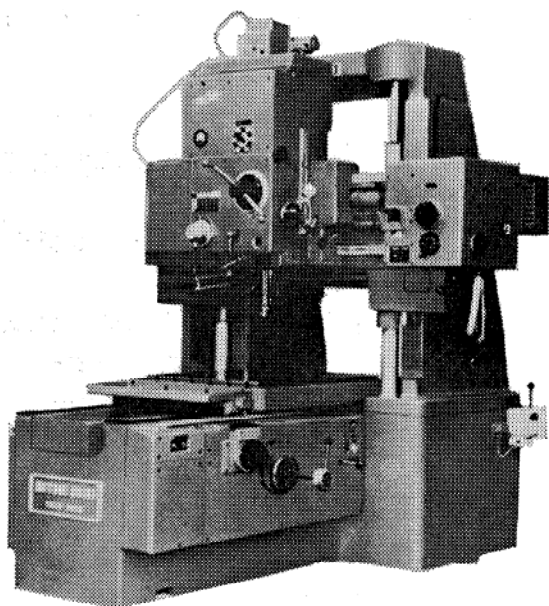


写真1 三井精機・5A形ジグ中ぐり盤

1. ジグ中ぐり盤の沿革

ジグ中ぐり盤は、諸工業の発達に伴う精度向上の要求から生まれたものであるが、その起源は1912年ポインティングマシンとして時計工場に供給されたものに始まる。この機械は、長手方向に移動するサドル上にロータリーテーブルがのせられたもので、所要の位置にポインティングのみを行ない、穴あけ作業は他の機械で行なうものであった。

やがて、この種のものに切削工具を取付けて直接部品の加工を行なう必要に迫られ、1921年はじめて現在のジグ中ぐり盤の母形となるものがスイスのSIP社で製作された。その後需要は漸次高まり、欧米諸国で製作されるようになった。戦前のジグ中ぐり盤メーカーとしてはスイスのSIP、Oerikon、ドイツのLindner、Hille、アメリカのPratt & Whitneyなどが有名である。戦後は急激に増加し、欧米で著名なものだけでも20社に達している。

わが国においては1938年、三井精機工業K.K.が旧4号形ジグ中ぐり盤の国産化にはじめて成功した。この機械の重要性は当事者の認むるところで、翌年当時の陸軍工廠において小形のもので試作されている。ついで1941年再び同社が旧6号形として長手送り1300mm、横送り1000mmの大形機を完成し、当時の機械工業界を驚かせた。その後三井精機は、わが国唯一のジグ中ぐり盤メーカーとして戦時下の設備拡充の要望にこたえ、終戦までの8年間に両機種の子ね式ジグ中ぐり盤合計350台を生産した。

戦後、わが国において工作機械の製造が再開されるや、同社は直ちに面目を一新した独自の設計になる新型光学式ジグ中ぐり盤の開発に着手し、昭和30年3号形、31年6号形、33年1号形、34年0号形、36年5号形、38年7号形、39年4号形と相次いで発表、市場に供給している。この間、これらの件に関して数度にわたって通産省下附の試験研究補助金、実用化試作補助金の対象となり、また、日本機械学会、大河内記念会、明石記念会等から各種の賞を頂戴した。

幸い、これらの光学式ジグ中ぐり盤は、信頼性の高い

*東京都中央区日本橋室町（三井別館）
**研究部精機設計課長

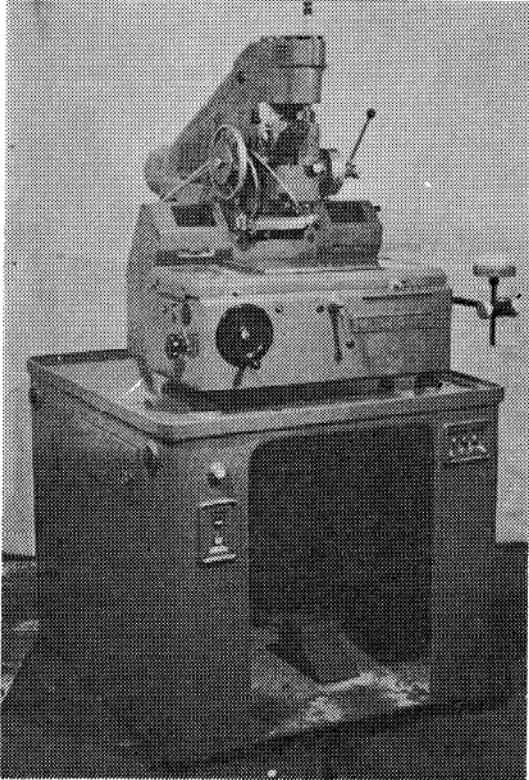


写真2 三井精機・O形ジグ中ぐり盤

精度と大なる剛性で市場で好評を得ているが、1960年以降はその特徴を認められて続々と海外市場へ雄飛し、自由圏、共産圏を問わず、先進国を主とする全世界25カ国にまでその販路が拡大されている。現在、各形番合計300余台が海外で活躍しており、ジグ中ぐり盤を主体とする当社製品の輸出通関実績は連続5年間工作機械メーカーの首位を占め、さらに伸長しつつある。

2. ジグ中ぐり盤の趨勢

ジグ中ぐり盤本来の使命は、工作機械としての座標精度の追求にある。すなわち、直角座標系を形成する各座標軸において如何に信頼性高い高精度が得られ、座標軸相互の関連精度が如何にして確保され、規定された位置に如何に正確な穴があげ得るかということであるが、これらの根本となるものは温度との斗いである。

在来のジグ中ぐり盤は親ねじにより位置決めを行なうものが多かった。親ねじ式のもの、送り精度を向上させるためピッチ誤差補正装置を備えてはいるが、使用中ねじ面の発熱によるねじ自身の膨脹やねじの摩擦による精度低下があるので信頼性と精度維持に問題がある。これにたいし、半永久的な精度保証が得られるものとして登場したのが光学式である。これは、正確な目盛の刻まれている基準尺を各座標軸に使用し、各位置で基準尺の目盛線を光学的に拡大して観測し、測微装置によりその

詳細な座標値を読取るものである。これは親ねじの如く摩擦する部分が無いので前述の要因による精度低下が全く無く、基準尺に経年変化の生じにくい材質を選び、適切な処理を施せばほとんど問題となる要素を除くことができる。数種の位置決め方式のうち最も信頼性と安定性のすぐれた方法であり、当社ジグ中ぐり盤はすべてこの測定系を基本としている。

親ねじが座標測定系に無関係な単なる送りねじとして用いられれば、苛酷な荷重をかけ得るのでミーリング作業が行なえる。また、主軸頭についても強力切削を可能として操作性を向上させるため、主軸頭に直接高出力の電動機をのせ、機械本体構造の剛性増大も図り、生産性が向上させられる傾向にある。

また、長時間の連続運転の際、本体系の精度が悪影響を受けないよう、駆動系の発熱抑制とこれによる熱偏位の回避処置が講ぜられ、動的精度の確保にも十分の配慮がなされて来ている。

最近、世界的傾向となって来た工作機械の数値制御は、あらかじめ準備されたパンテテープなどによって与えられる指令により機械が自動的に制御されて各種の作業を行なうものである。その特徴とする所は生産性の向上、治工具の節減、人為的誤差の防止、加工精度の均一化と向上、生産管理の確実容易化などであるが、数値制御機のもつ融通性と安定性が多種中小量生産を合理化することができるため、極めて有望な将来性をもっている。当社ではすでに独自の数値制御方式を確立し、7A形、4B形、6B形の各機種に適用発売しているが、特にジグ中ぐり盤の場合は他種の工作機械と異なり、穴仕上げを完了するまでにセンチもみ、ドリリング、粗ボーリング、

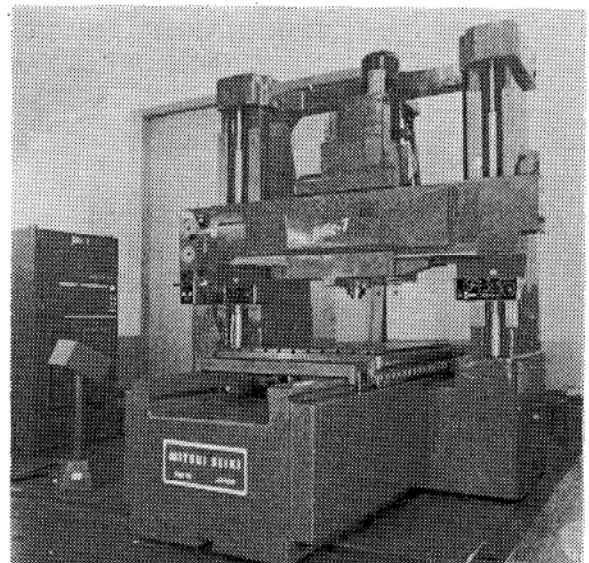


写真3 三井精機・7AN形ジグ中ぐり盤
(数値制御装置付)

表1 ジグ中ぐり盤一覧表

位置決め範囲 〔X軸移動量 ×Y軸移動量〕	シングルコラム形	国名	門形	国名
(cm ²) 500 以下	○ 三井精機○A	日本	〔註〕 ○ ……光学式 △ ……親ねじ式 ※ ……その他の方式 () ……横形ジグ中ぐり盤	
	○ SIP 1H	スイス		
	△ Hauser 1, 2A2, 2A3			
	○ Hauser P325, OP 2			
○ Leitz KB 150	独			
500 をこえ	○ 三井精機 1C	日本		
	○ SIP 2P	スイス		
	△ Hauser 2BA, 3BA			
	○ Hauser OP3			
	○ SIXIS MP 400			
1,000 以下	○ LINDNER LB 12	独		
	○ DECKEL LKB			
	△ MOORE 1½	米		
	△ MATRIX NO. 59	英		
1,000をこえ 2,000 以下	△ MOORE 3	米	○ 三井精機 3A, 3B	日本
	※ ATLANTIC 4000			
	※ NEWALL NO. 1520	英	△ SIP 3K	スイス
	○ OMEGA 1			
	○ OLYMPIA	伊		
2,000をこえ 3,000 以下	○ LINDNER LB 14	独	○ 三井精機 4B, 4BM, 4BN	日本
	○ MSO PFRL			
	○ aba VL 600		△ SIP 4G	スイス
	※ P&W 2A	米	△ Hauser 4	
※ NEAWLL 2436	英			
3,000をこえ 5,000 以下	※ KELLEN BERGER 60K	スイス	○ 三井精機 5A	日本
	△ ATLANTIC 6000	米	△ SIP 5E	スイス
	△ KNIGHT 60		△ Hauser 5	
	※ BUSWELL & SWEENEY	英	(○ D1×1 60, 75, 3 S)	
5,000をこえ 10,000 以下	○ LINDNER LB 15A	独	○ 三井精機 6A, 6B, 6BN	日本
	○ BURKHARDTHYOP51, 54, 120			
	○ HERMANN KOLB OPTA65120		△ SIP 5G	スイス
	※ P&W 3B	米	○ SIP 6H, 6A	
	※ FOSDICK 42P (※ G&L 3JE)		※ OELIKON R2, R3	
○ MATRIX NO. 50	英	※ SCHWARTZ KOPFF KBF 2	独	
※ NEWALL 2657				
10,000 をこえるもの	※ P&W 4E	米	○ 三井精機 7A, 7N	日本
	(※ G&L 5JG)		○ SIP 7A, 8P	スイス
			○ HERMANN 80VH KOLB OPCO 150VH	独
			○ WKB 100	チェコ

仕上げボーリングなどの手順を要するため、同一座標に位置決めしなければならない回数が多く、数値制御の適用効果大きい。

今後開発さるべき課題としては、ボーリングする穴径の自動計測と自動設定であろうが、これらについても着々と基礎研究が重ねられている。

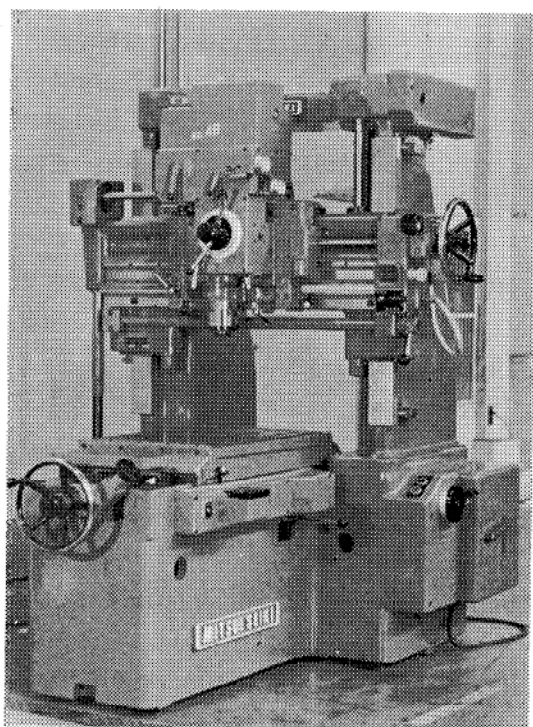


写真4 三井精機・4B形ジグ中ぐり盤

3. ジグ中ぐり盤の特色

1. 構造概要と種類

ジグ中ぐり盤においては、工作物を取付けるテーブルと主軸を内蔵する主軸頭がそれぞれ前後、左右、上下の方向に移動して直角座標系を形成する。立形ジグ中ぐり盤ではこの前後、左右の移動で位置の座標が決定され、主軸の上下運動が穴加工に使用される。横形ジグ中ぐり盤では主軸の前後運動、またはテーブルの前後運動で穴加工が行なわれる。横形のもは、歯車箱などのように両壁に穴をあけるもの、および長い貫通穴を有する部品の加工には便利であるが、一般のジグ中ぐり加工は立軸加工が有利の場合が多いので立形の方が一般的である。

立形ジグ中ぐり盤には構造上シングルコラム形と門形の別がある。前者は一般に水平面で二重テーブルが互に直角方向に移動し、これに垂直な面内を1本のコラムに案内された主軸頭が上下移動する。後者はベッド上をテーブルが前後方向に移動し、ベッドの左右両側に立てられた2本のコラムに案内されて上下移動する横架上を主軸頭が左右方向に移動する構造のものである。

両形式はそれぞれの特徴を有するので、その優劣は機械の剛性、精度維持、操作性、経済性などの諸点から比較し、総合的に判断されなければならない。現在市販されている各国製ジグ中ぐり盤について各種の検討を行なった結果によれば、重切削を対象としない小形機械では集中操作のしやすいシングルコラム形、剛性と精度維持

を重視しなければならない大形機械では門形が有利であると考えられる。表1に現在各国で製作されているジグ中ぐり盤の大きさ別の構造一覧表を示す。

2. 構造本体

(1) 摺動案内面の真直度

一般の工作機械と精密工作機械との差は、単に座標測定系のみにあるのではない。高精度の機械は、機械本体および移動部分の剛性、案内面の真直度、直角度などが根本的に重要であり、この精度が確保されていることが第一条件である。

機械が組立てられたとき、ベッド摺動面の移動の真直度が完全でなければ、テーブルは任意の位置で傾斜する。また、ベッドの剛性が不十分で、テーブルの移動によって摺動案内面に撓みが生じた場合も同様である。図1において、任意の軸にたいして座標測定用基準尺をもとに送られた移動量と、工作物表面の移動量との差 δ は、摺動面の真直度誤差を θ とし、基準尺と工作物表面の高さを Z とすれば

$$\delta = Z\theta$$

θ を秒単位、 Z を mm 単位とすれば

$$\delta = 4.85 \times 10^{-3} Z\theta \text{ (}\mu\text{)}$$

となる。今、 $\theta = 3$ 秒、 $Z = 400$ mm とすれば、 δ は約 6μ となる。すなわち、この摺動面の傾斜角度が、軸に垂直な面内で微小な値であっても工作物にはかなりの誤差となって表われる。高度の加工精度の要求されるとき、穴の中心間距離にこのような誤差が加算されては、その作業は困難となる。また、軸上の水平面内の傾斜、振れなども類似の影響があり、同様に精度を低下せしめる。

これらのことは、摺動面に如何に慎重な考慮が払われ

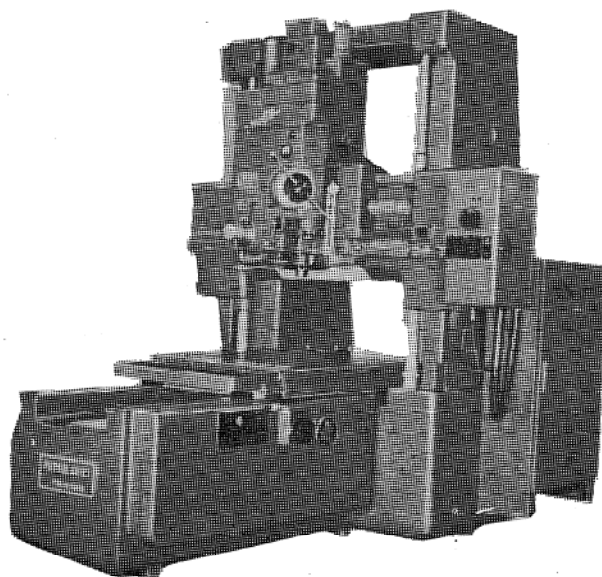


写真5 三井精機・6B形ジグ中ぐり盤

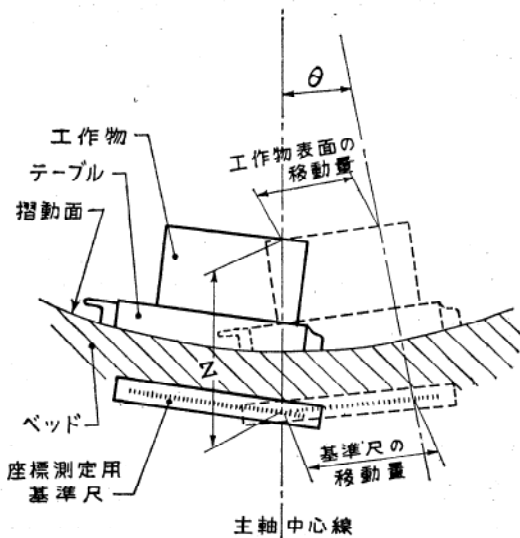


図1 真直度誤差の影響

なければならぬかということの意味する。ジグ中ぐり盤においては、ベッド、横架などの主要機素の摺動面は、単体のとき真直であるだけでは不十分で、所定の荷重がかけられたときにはじめて真直となるような特殊な形状に作られる。それは、各機素が設計上如何に十分な剛性が与えられても完全剛体ではないため、コラム、テーブル、主軸頭などが取付けられたとき数 μ 撓むためである。各摺動案内面はプレーナーで加工された後、オートコリメータなどの光学的測定器でその真直度を測定しつつ、スクレーパによる手仕上げ加工を行なう。各種工作機械および工作法の進歩した現代でも、機械加工のみでこの形状特性を与えることはほとんど不可能である。また、これらの作業は完全に温度制御された室内で実施する必要がある。温度の変動する環境のもとでは、信頼性のある μ 単位の寸法検出は不可能である。

(2) 熱影響の除去

機械運転中に内部で局部的に発生する熱は精度に悪影響を及ぼす。研削盤のような種類の機械では、任意の機素が、ある作動条件のもとで温度が上昇しても精度に支障を及ぼさないように扱うことができるが、これは、加工を開始する以前に空転させたり、油を加熱させたりして機械全体の温度を平均化させることができるからである。しかし、ジグ中ぐり盤にこのようなことをするのは極めて困難であり、また機械の性格上、一日中その高精度を維持しなければならないため、内部で発生する僅かな熱も無視することはできない。また、切削刃具と工作物の間に発生した熱は、粗加工の後適当な時間においてその冷却をはかれば影響を避けることができるが、機械内部で駆動系などから発生する熱は除きにくいので、これが機械の動的精度を決定づける重大な要素ともなる。

特に問題となるのは主軸駆動系の発熱で、内蔵されている位置、発熱量、冷却経路などによっては単純な伸びだけではなく主軸中心線のテーブル上面にたいする直角度などの姿勢誤差も生ずる。この影響を最も受けやすいシングルコラム形の機械では、不膨脹材インバーを使用したり、機械的な膨脹量補償装置を備えたりしてこれを避けているものが多い。しかし何れにしても電動機や歯車箱などの主要熱源は、なるべく本体精度に影響を及ぼさない位置に設置し、しかも何等かの方法でその冷却を図るよう配慮されているべきである。

(3) 主軸関係

主軸系の精度は一義的に工作物の加工精度に影響を及ぼすものであり、その重要性は詳述するまでもない。

ジグ中ぐり盤の主軸には、機能上次の条件が要求される。

(i) 主軸回転数は、通常40~2,000または3,000まで広範囲に変化するものであること。

(ii) 主軸には、振り力のほか推力や曲げ力などの作用力がかかるため、十分な剛性を有すること。

(iii) 主軸の回転精度が極めて高いこと。

(iv) 通常、主軸は穴加工のため軸方向に移動するが、その移動の真直度、およびテーブル面にたいする直角度などの精度が高いこと。

(v) 運転中に軸受部で発生する熱が少なく、加工される穴の座標精度に悪影響を及ぼさないこと。

これらの項目は相互に関連をもつもので、設計はもちろんのこと、部品加工技術上、組立技術上の問題でもあり、メーカーの総合力の発揮される所である。その要求される最終精度が、何れも0.001mm単位のものであるだけに、各部の寸法管理、精度管理は厳密を極めており、各社の製品の品質を端的に表現する部分とさえ言われる。各メーカーは、秘術を尽してその性能、精度の向上を図っている。

3. 座標測定系

(1) 概要と種類

ジグ中ぐり盤に使用されている座標決定方式には、次のような種類がある。

(i) 親ねじ式

送りねじを親ねじとし、このピッチを基準として座標を決定する方式である。精密に加工した親ねじの一端に直接マイクロドラムを取付け、ねじの回転数と回転角度で座標数値を読取る。親ねじ自身の微小なピッチ誤差は、機械的な補正機構によって補正する。

この方式のものは構造最も簡単で操作し易く、比較的製作費もかからないという特徴を有する。しかし、この

親ねじは、重量物を移動する目的にも使用されているため、使用と共に多少の摩耗を伴ないピッチ誤差を生ずる。したがって、精度を維持するためには定期的に補正板を修正する必要がある。

(ii) 棒ゲージ式

各種の長さの端度器を案内溝中に並べて所要の座標値に等しくし、これによって座標をきめる。アンピルの接触圧を一定にするため、メンジケータなどを併用する。

この方式も構造簡単で単純な扱い方ができるが、各種の長さの端度器を準備しなければならず、また、端度器支持部、各端度器間の接触圧などに注意しなければならないのが欠点である。

(iii) 光学式

送り機構とは別に高精度基準尺を設置し、これを基準として座標をきめる。基準尺の目盛線を光学的に拡大して観察、照準し、端数値は測微装置で読取る。

(iv) 電気式

正確なピッチの鉄製櫛形またはねじ状のもの、あるいは非磁性体中に等間隔に鉄片を埋込んだもの、金属基板の表面に絶縁兼接着剤を介してジグザグ状の銅箔をプリント配線したものなどを電氣的基準尺とし、電磁ヘッドとの相対位置によるインダクタンスの変化を検出して座標位置を知る。端数読取はマイクロドラムや電気計器などによる。これも光学式と類似の特徴を有するが、正確な電氣的基準尺の製作と保守の面で多少の問題がある。しかし数値制御方式などへの応用には便である。

以上の諸方式のうち、高精度と精度維持、信頼性と安定性などの面から、現段階では光学式が最もすぐれていると判断している。

(2) 光学式読取りの特徴

座標の光学的測定法による読取りは、他の方式に比し次のようなすぐれた利点を有する。

(i) 目盛線を、直接でなくその実像または虚像によって処理するので、他の測定法では困難な極めて繊細な線の位置の正確な測定が可能である。

(ii) 測定手段、たとえば基準尺や光学装置は、理論上測定に最も都合のよい位置に取付けることができる。

(iii) 測定値または読取るべき基準尺などは光学的に任意に拡大されるので、読取る位置は観測者に最も都合のよい位置に設けることができる。

(iv) 最低の測定圧で作動するのでほとんど摩耗することがない。

(3) 光学装置の例

座標読取りのための光学系には、その測微装置に幾つ

かの方式があり、それぞれ測定法も異なるが、大略次のように分けられる。

(i) 投影スクリーン上で照準のみを行なうもの。

スクリーン上にある基準尺目盛線の像を、一組のダブルラインまたは鳥口状の指標を動かしてその中央に挟む。この時の基準位置からの移動量はマイクロドラム上に表われる。通常、マイクロドラムの最小目盛は0.01mmで、副尺により0.001mmまで読取れる。

この方式は、座標位置決めの際、一個の指標しかないスクリーン上で照準操作を行なうため、最も簡明で誤操作のおそれも少ない。したがって、中形以上の機械では、位置決め操作を重視してこの方式の使用されることが多い。その例を図2に示す。

(ii) 投影スクリーン上で座標数値を読取るもの

a. 測微機構をもつもの

スクリーン上に0.1mm単位に相当する間隔でダブルラインが10~11組記入されている。照準の際は、機械的機構により光学系の光軸を僅かに傾けるかまたはスクリーンを移動させるかして、基準尺目盛線の像を任意のダブルライン中央に挟む。このときの基準位置からの相当変位量は拡大されて円周目盛に表われる。その最小目盛は通常0.001mmである。この方式のものは、基準尺目盛線にmm単位の数字が記入されているため、円周目盛がスクリーン中にあれば同一視野で全座標数値の読取りが可能である。

この方式は、位置決めの際、多数のダブルラインの刻まれたスクリーン上で照準作業を行なうので稍複雑であるが、読取り操作は極めて便利である。したがって、一般に小形機械、特に測定操作の重視される機械に多く用いられる。図3にその例を示す。

b. 固定視野によるもの

スクリーン上に端数読取り用の目盛線または網線状の図形が記入されており、その上の基準尺目盛線の像の位

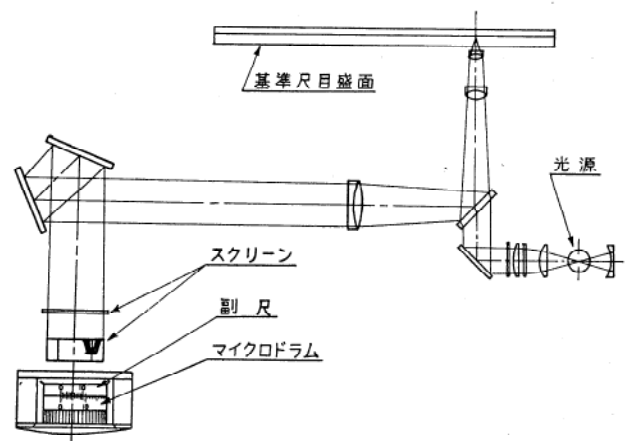


図2 三井精機・大形ジグ中ぐり盤光学系

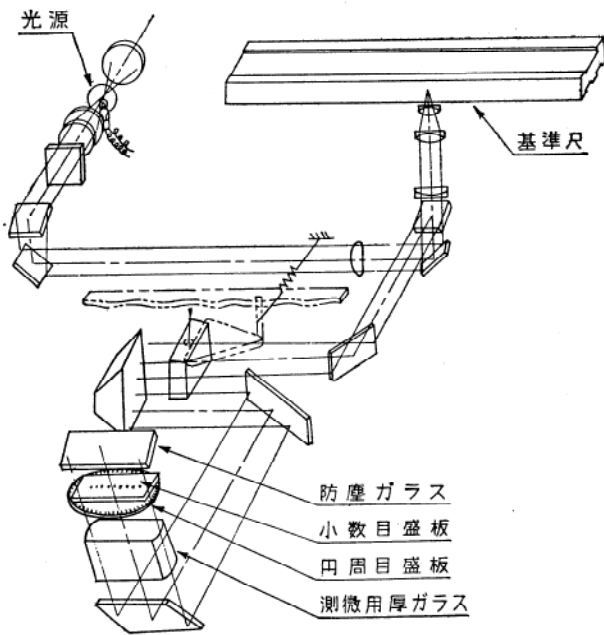


図3 三井精機・小形ジグ中ぐり盤光学系

置によって直接端数値を知る。これは機械的拡大機構を用いずに最終桁の数字まで読取るため、光学系は高い倍率でなければならない。通常、基準尺目盛線には数字が記入してあるのでスクリーン上で全座標数値が読取れる。

この方式は、装置が最も簡単で摺動部もないため、測微機構上の誤差は起りにくい特徴を有するが、位置決めの際、スクリーンが複雑なので照準操作に迅速を欠き、読取りも稍複雑であるという欠点がある。

(4) 基準尺

ジグ中ぐり盤の光学装置中、高精度基準尺の製作は最も問題である。座標の測定精度を高めるためには、基準尺目盛は相当な高倍率でスクリーン上に拡大する必要があるため、鏡面仕上げされた目盛面上の僅小な疵でも明瞭に観察され、機械の品位に影響を与える。

基準尺の具備すべき条件は次の通りである。

- a. 熱膨脹係数は機械本体と同一であること。
- b. 材質は完全な安定性を有し、経年変化を起さないこと。
- c. 目盛線はシャープで規則正しく刻まれていること。
- d. 目盛間隔の精度が高いこと。
- e. 目盛面の反射効率が優秀であること。
- f. 耐銹性を有すること。

これらの項がすべて満足される時、はじめてこの基準尺の使用されている機械は $2\sim 3\mu$ の高精度のものとなり得る。

三井精機では基準尺材質に真空熔解法により得られた58%ニッケル鉄合金を用い、特殊な方法により歪、経年

変化の起らない処理を行なっている。ラップ加工などでも、幾多の問題を解決しつつ、最終的には表面保護と反射率向上のため硬質クロムメッキを行なっている。

刻線作業においては、1 m間における1 mmごとの目盛につき、如何なる2点間においても0.003 mmをこえない精度の保証される直線目盛機は容易に入手できるものではない。当社では直線目盛機を十分検討し、特殊な高精度が実現できるように改造、使用している。これを設置する部屋は、温度制御のみならず、防振、防塵の点についても深い考慮を要する。極めて高精度の長物基準尺に刻線するときには、温度制御が 0.01°C 台のものであることを要するが、この管理を行なうため特殊高精度恒温室を建設、細心の注意を払って運営している。

刻線の形状は位置決め精度に直接関係するので、特に光電管によりシャープな波形の得られるものとしている。さらに独特の光波干渉法による自動刻線、検定機も自製使用している。

4. 精度とその表示

(1) 機械本体の精度

機械本体の静的精度は、製作に伴う誤差と本体構造の剛性による誤差の集積されたものであるが、両者は区別して考えなければならない。前者は各軸上で実現しうる最大限の精度をもたせてはいるが、完全に0であることはあり得ず、製造しうる限界に応じて許容誤差が決定されている点、多少問題はある。したがって、完成された機械についてみれば、それぞれの微小な誤差でも集積されれば最悪条件の時かなり大きな誤差となる可能性がある。すなわち、三次元の公称ストローク内のすべての位置で精度が保証されるわけではない。通常、メーカーは合理的と思われる一定の条件を設け、その位置での精度を規定している。

本体構造の剛性は機械各部の設計により決定されるが、これに移動部分の自重、工作物重量、切削抵抗などが外力として加えられる。これらの作用力による構成機素の撓みや振れが剛性による誤差となる。このうち、移動部分の自重についてはその重量が一定であるため、たとえばこれに相当する撓み量だけあらかじめ見込んで製作しておけば補償されるが、他の二種のものは条件が一定でないため補正することはできない。したがって、構造本体は最大限の剛性としてこれらに基づく誤差を小さく抑えなければならない。

(2) 精度の表示

ジグ中ぐり盤メーカーは機械の総合精度として位置決

め精度を保証している。これは実用上必要となる加工精度とは別個のものであり、いわば静的な送り精度である。この両者は混同されることがあり、また、メーカーによって内容が異なる場合があるので注意を要する。

(1) 位置決め精度

位置決め精度とは、機械のテーブルや工具などを、測定装置によってある前以てきめられた、ないしは調整中に定まった目印に合わせることでできる精度である。したがって、これは機械の測定精度、すなわち測定装置の機能の良否、機械の幾何学的正確さ、たとえば基準尺および構造の精度、機械自身の仕上げの良否により影響される。位置決め精度は測定精度の特殊な場合を示すものであり、たとえば長さで測定量を決定するには少なくとも二つの測定ないし読取りが必要で、さらに各々の測定量は二つの限界をもっているということにたいし本質的に区別される。さらに測定精度は、反復測定によって誤差中の観察誤差が減少できるのにたいし、位置決め精度は単一調整であるからこれが不可能であることも大きな違いである。したがってジグ中ぐり盤の位置決め精度とは、単に測定装置と機械の綜合作用で得られる位置決め精度と解釈すべきである。

これが機械の称呼ストローク範囲内の任意の位置で満足されていないならばならないため、テーブル上の定位置

におかれた基準尺との比較測定による任意二点間の最大誤差で表わされる。

(2) 加工精度

加工精度は前述の位置決め精度のほか、作業者の熟練度、機械と工作物の温度差、加工法と工具の良否などの影響をうける。また、重量および切削抵抗による弾性変形、切削熱による変形も生じている場合がある。したがって加工精度は、使用者側の作業状態による要素が加わるため、メーカーとして保証できる範囲を外れたものである。

む す び

元来、日本の工作機械工業は一般的な汎用機種を主体として成長して来たため、高度の技術を要する高精度機種は遺憾ながら弱体であり、高級工作機械は輸入に依存するものが多かった。しかしジグ中ぐり盤に関しては、斯界の皆様のご理解とご鞭撻により品質、性能共に世界のトップレベルに伍すことができたと考えている。

今後もわれわれは、国内産業構造の高度化や輸出振興のため、精密工作機械の分野で一層技術を研鑽して微力を尽す覚悟である。各界の皆様の積極的なご指導とご鞭撻を望んで止まない。