

SE型立旋盤について

KKオーエム製作所* 永野正道**

1. はじめに

わが社の工作機械は新潟県長岡市にある長岡工場で作を行なっている。この工場の発祥は大正初期に始まった。当時の名称は長岡鉄工所と称しその後社名を変え今日のオーエム製作所長岡工場となっている。始業当時は新潟油田地帯の鑿井機の製作から始まりその後各種の機械を製作し工作機械を製作したのは既に昭和の初期以来で40年の歴史を有している。現在長岡市内には津上製作所を始めとして工作機械関係の企業が数多くあり各種の工作機械が生産されているが、最初に出来たのが長岡鉄工所でこれら企業を起した人々にはこの工場出身の方が多くを占めている。40年前にまかれた一粒の技術の種子から今日の発展につながることを思えば、うまずたゆまず技術に打込みこれを育成し発展せしめた先輩諸賢の努力に敬服の念を禁じ得ない。現在長岡工場での主要製品は立旋盤でその総生産高の約8割程度を占め、日本の全生産高においては最近数年間50~55%を占めている。従って日本で唯一の立旋盤の専門メーカーであると言い得よう。

2. 立旋盤の種類とその発展

立旋盤とは字の示す如く立型の旋盤であるが、英語では Vertical Boring, または turning と云ひ一般には前者の方が良く使われている。これを訳せば立型中グリ盤とでも称すべきであろうが構造上刃物軸が回転せぬ限りは立型の旋盤と呼ぶ方が邦語としては正しく立型中グリ盤とは型式を異にする。

旋盤には種々な名称のものがあるが大別して横型と立型に区分した場合に立型の持つ本来の特長は横型に比し

- (1) 工作物の取付芯出が容易である。
- (2) 工作物を取付けるテーブルが床面に平行で従って回転に対して安定し、強力な切削を万能とする。
- (3) 刃物軸を長く出した場合、軸の自重による撓みがないので加工精度を高めることが出来る。

これに反して強いて不利な点をあげれば、刃物軸の運動を司るコラム、クロスレール等が横型に比して強固なものを必要としコストから言えば製作費が高価となることであろう。

以上のことから横型は細長い形状のものに適し立型は大径の比較的短いものに適すると言いうる。従って不利な点として述べたコストの点に関しても通常の立旋盤においては特長である重切削の能力を考慮すれば総合経済性はむしろ有利である故立型とすると言い得るし、このことは径が大きなもの程その優越性が優ると言える。

横型の呼称を何尺旋盤と呼ぶのは長さを表せばその能力的価値を最も適切に示すものであり、立型においてはテーブルの直径で何米立旋盤と呼称するのが全様最適の表現である。高旋盤の種類としては先づテーブルの大きさによって区分して考えるべきであり、その加工対象物の数量、加工精度、加工時間等により機械としての重点の置き方が異なって来る。

2.1 超小型立旋盤

立旋盤の特長から昔は超小型は無かったと云って良くテーブル径0.7米以下のものは10年前にはほとんど無かった。現在では生産性の追求及び精度の向上の面から見て次第に小型においても立旋盤の有利な場合が考えられて来た。

すなわち機械が多少重くなり資金コストが多くてもその生産性と精度から総合的に見れば有利な場合である。現代では小型の機械、特に量産機種は汎用機よりは単能盤や自動盤または高度の専用機の傾向に逐次移行しつつある。この傾向から立型の多刃自動盤が製作されるようになった。

2.2 小型立旋盤

テーブル径0.7米から1.4米位までを小型と云い得よう。この程度のものではワークはほとんど人手で持てない位のものも多く立型としての良い点はすべて出て来る。またワークの量的にはいわゆるマスプロのものは無いと言って良いが可成りの数量があり特定のものを流すケースにも多く用いられる。従って単能的な自動盤として用いられるケースはたとえば車輪の如き特殊なケースを除く

*北区梅田7(梅田ビル)

**開発部専門部長

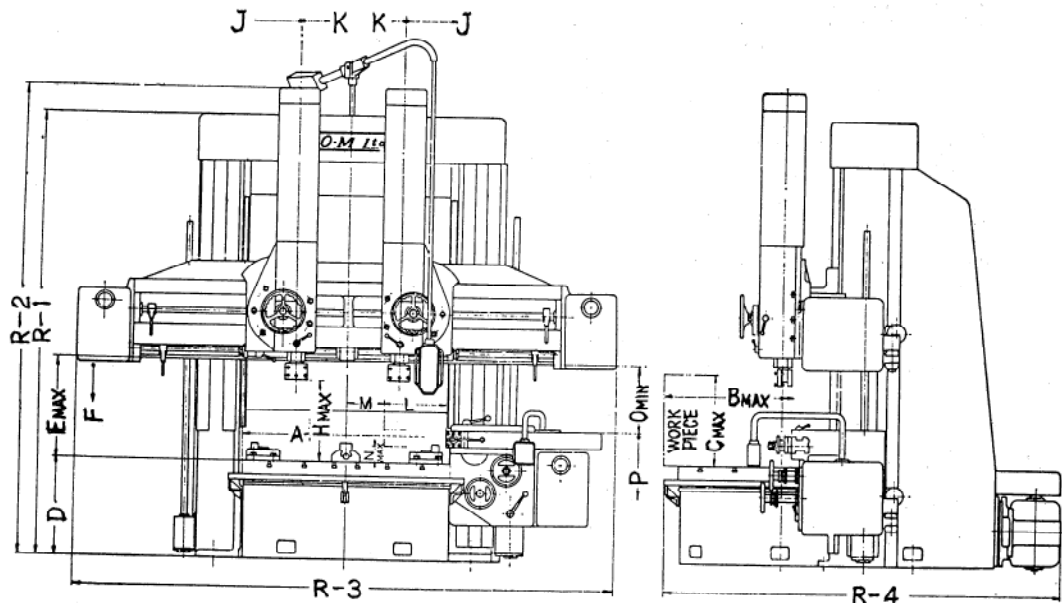


図 1

ては稀である。この種では做い切削から、プログラム、コントロール、数値制御等により自動化の方向に進んでいる。この級のものは多双式が有利で主にターレット型式が採られ、刃物台を支持するクロスレールをコラムに固定したもの、可動のものもあり、コラムはほとんど箱型の一つのものが多い。

2.3 中型立旋盤

テーブル径1.5米から3米以下のものをこのクラスと見なされる。このクラスになるとワークはもちろん人手で持てるものは全然なく、ほとんどがクレーンによる上げ下しとなる。

またワークの数量的に見て自動盤的なもの、或いはプログラムコントロール等は全然無く、做い切削による部分的自動切削が代表と云い得る。このクラスではコラムは従来すべて門型(第1図)と称してコラムが左右に2本立ったものである。これは大きな径のものを切削するためにツールバーはテーブルの中心に向かって走るべきものであるので当然このような型式が考えられ、またコラム、クロスレール等の重量を少なくするために良い方法である。

しかしこの位の大きな機械ではかなりの機械価格となり大きな設備投資である以上それだけの作業量が確保されねばならぬことは論をまたない。企業の規模と製品の種類によりワークが確保出来るか否かは異なるはずであるがこのクラスでは機械の大きさが一定である方がよい場合、すなわちほぼ同径のワークの数量の多い場合と、大小径がまとまちである場合とがある。前者においてはほぼ同径の仕事をするにはそれに最適の固定せる機能を

有する機械を撰択し得るが、後者の場合には固定せるものを大きさに応じて何機種か持つことは過大投資となり、結果的に仕事の不足から消却も困難であり、経済的に有効な方法で無いことは明白である。従って最大のものを購入することになるが、最も数少ないと思われる最大のものに適する機械で数多い小径のものを加工せねばならぬといわゆる鶏頭を裂くに牛刀を以てすることわざの愚を行なわざるを得ない。かかる見地から加工径を可変となし得る型式が考えられ三つの型式が取られている。すなわち門型コラム後退型(第2図)、単柱型テーブル前進型(第4図a)単柱コラム後退型(第4図b)である。

この単柱型コラム後退型のものが本稿の主題であるS E型(Single Column Extension Typeの略)でありわが社が採用しているもので汎用機としてこの型を取った世界で始めてのものである。これらの型式の比較については後述する。

2.4 大型立旋盤

テーブル径3米以上5米位までを称する。このクラスになると前述の中型より一層同径のワークの加工数量が減少して来て単柱拡大型が有利となるケースが多くなる。

また大きなワークではあり一回の切削時間が非常に長く、この間は切削送りが自動であるので、バイト取付、操作等の時間の比は微少で、自動化の意義はほとんど無い。最も重要なことはワークの取付芯出しの容易なこと、長時間運転に対する精度の安定性である。

2.5 超大型立旋盤

テーブル径5米以上であるが現在のところ最大のもの

はソ聯において25米のものが1台あるそうである。まづこれが世界最大であろう。このクラスでは極端に言えば年間同じものを削るケースは極めて稀でむしろ各企業の最大加工能力を決める機械となる。造船の巨大化、重化学工業プラントの巨大化、発電設備の大容量化に伴って、円形加工物はますますその最大加工径を大きくしている。しかも発電設備等においてはその精度の要求は極めて高く、またワークの重量も100噸、150噸と巨大化して来ている。切削時間にしても1個のものの切削に何日も何十日もかかるようなことがしばしばである。こうなるとまづ重荷重に対する軸受の安全、安定性とその精度の持続性が最も重要である。昔から大きな立旋盤があったが、その軸受構造により最大積載荷重が少なくまた回転数も低く現在の高荷重、高速切削の要求に堪えないものであった。今日では静圧軸受の応用とその制御方法の開発により著しく進歩した。わが社において型の最大のもはテーブル径6米加工径13米のものを製作したが加工径の大きさでは戦後日本において公表されたものでは最大のものである。

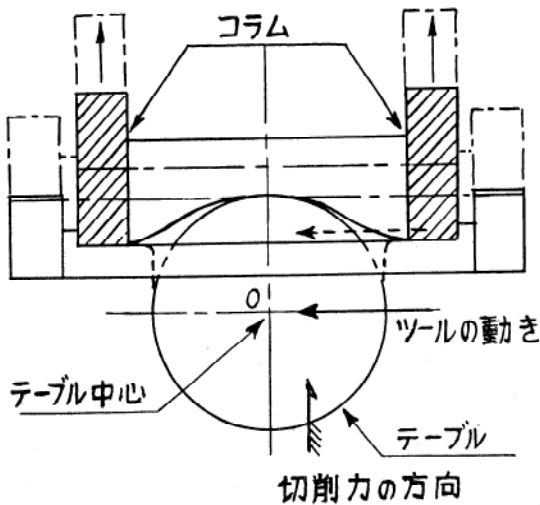


図2 門型コラム後退型テーブル中心とツールの動き

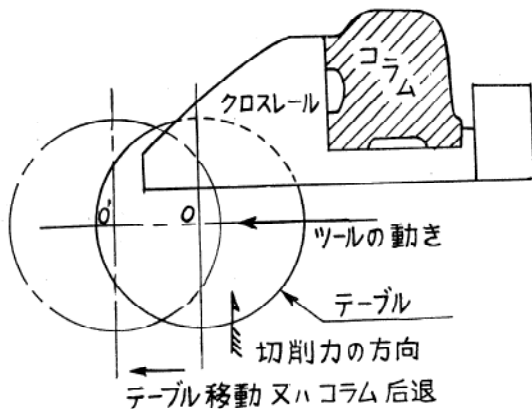


図3 単柱拡大型のテーブル中心とツールの動き

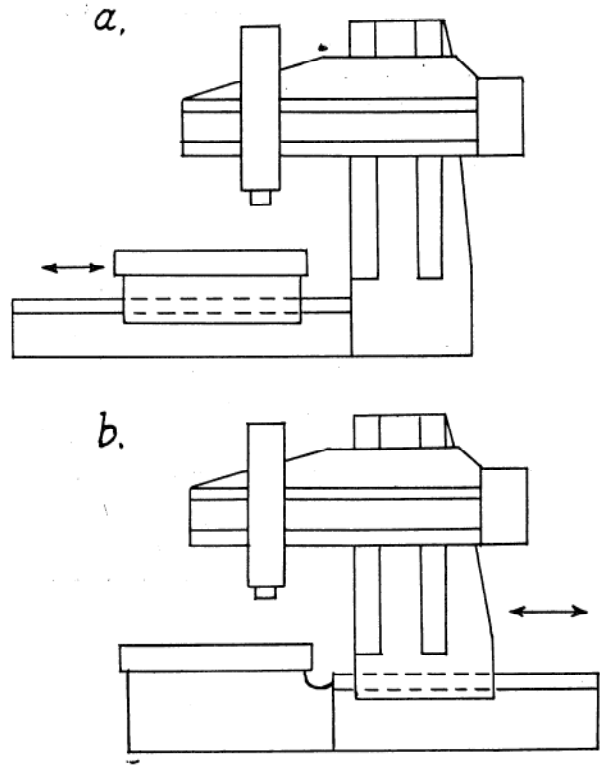


図4 単柱拡大型とコラム移動型

3. SE 型 立 旋 盤

以上で述べたように立旋盤としては小さいものから大きなものまでその大きさの範囲が非常に広いものであり、ワークの径が変化する場合、最大加工径を可変とする型式に三つあることを述べた。すなわち門型のコラム後退型と、単柱型のテーブル前進型とコラム後退型である。

この三つの型式の比較において前者と後者の二つ、門型と単柱型では門型はコラムの後退と共に刃物の走るクロスレール中心から離れ、刃物の運動は後退の大きな程回転中心から離れることになる。このことは切削においては非常に不便なことで、たとえば中心切削が普通には不可能なこと、ねじ切り、ラーパー削り、倣い削り等が出来ないこと。送りが円の直径に対して変化する等の不便を生ずる。従って型式としては考えられても現在汎用機としてはほとんど例を見ない。これに反して単柱型では、どちらの型式でもクロスレールとテーブル中心間の距離は不変で刃物は何時もテーブルの中心に向かって移動し前述の不便は何も生じない。今日世界においてこの二つの型式が汎用機として製作されテーブル前進型の代表が仏国ベルチエ社のものでありコラム後退型がわがO M の SE 型である。この二型式について比較して見よう。

(1) テーブル中心の位置に対する刃物の運動、即ち機構

的な面からは両者に差がない。

- (2) テーブルの回転運動については、加工物の精度決定の生命とも称すべき部分であるが、テーブル上の加工物の重量が変化することは当然で、変動荷重のものが動くことは歪等も当然異なって表れることになる。また褶動させるためには二条のガイドウェイを走らせることになるので円形テーブルの歪も均一性を欠くことになる。またテーブルベット等も厚さが薄くなる。テーブルを固定した場合には強固な基礎に厚いベットで多くのボルトにより円周上に均等に確実に固定し得る等からテーブルを固定した方が安定した回転精度を期待しまた持続し得る。
- (3) コラム即ち双物の運動についてはこれも切削の直線運動を決定する重要な要素であるが、元来この運動を行なわせるためににコラムに取付けられるクロスレールの水平線は直線ではあり得ず、双物台の重量によって撓むのをカバーするために先端上りの曲線に仕上げられる。コラム固定の場合とコラム移動の場合では前者の方が製作上容易であり、安定性も良いと言える。

以上(1)(2)(3)頃によりテーブル固定型とコラム固定型ではそれぞれの長所があるが、加工物の重量の変化する、すなわち一定の条件で設定し得ないものを移動するテーブル移動型と、一定の重量（コラム双物台クロスレール等はたえず一定の重量である）のものを移動し、変化するものを移動しないコラム移動型では、精度の維持とその荷重の対応性において後者が総合的には秀れるものと考えられる。わが社の型式はかかる観点からテーブルを固定としコラムを後退せしめる型式を採用している。

如何なる機械でも万能ではなく自からその目的とする範囲があり、また特長と相対的な欠点があることは当然と思われるが特長をあくまで助長し欠点を如何にカバーするかによって機械としての総合的価値が向上するものであると考えられる。単柱拡大型として考えられ来た立旋盤としての効用目的については既に述べたがここで工作機械としての本質的な問題点に関して言及し、この型式の機種との関連性について記して見たい。

3.1 工作精度と構造

工作機械にとって先づ第1に要求される性質は工作精度が所定の精度範囲内に入ることである。精度には静的精度すなわち加工を行なわない機械だけの運動の精度と実際に加工したものを測定する工作精度との二つがある。前者は切削力による機械構造部分の変形が無く、双物による表面精度の影響も無く、また通常短時間において測定されるので後者に比して小さな値となる。もちろんわれわれの最終目的は工作精度に在るが、これは測定項目

としては少ないので製作する時点では各部の運動が詳細に規定される静的精度を目標にして製作し、工作精度との相違を調べ、更にリファインして終極目標の工作精度を高める方法が良く、また順序である。

精度を高めるには構造的には歪の少ない方が精度を出し易いと云えよう。単柱型と門型を比較した場合にはクロスレールを両端で2点支持する門型の方がクロスレールが片持である単柱型に比し歪が少ない型式であることは論ずるまでもない。従って単柱型では歪が大きく現れる型式であることが最大の難点であり、これを如何に克服するかによってその価値が決定づけられるものである。仮りに両型式で同一のテーブル径と加工範囲の機械で同一精度の機械が出来たものとしてその構成要素に現れる姿を描いて見よう。

テーブルの回転運動についての両型式による差は無い。双物の垂直運動に関しても相異はない。双物台の水平運動はクロスレールにより規定されるが、双物台がテーブルの外径から中心に移動するに従ってその重量によりクロスレールが撓み既述のようにこれを直線運動させるためにはいわゆるキャンバーと云って中高の曲線上を走らせることが必要である。門型においてはクロスレールの撓みのみを考慮して差支えないが単柱型ではコラムの傾斜も加えられる。

従って同一精度を出すためには門型に比して単柱型では構成要素であるコラム、クロスレールを十分強大なものにするか、またはキャンバーを大きく取るかが必要である。精度だけに限定して言えばキャンバーを取れば結果としての運動を直線にすることは可能で、極端な場合を除きその値の大小は問題にはならない。キャンバーの大きいことは製作上むづかしく、また切削時の振動面から或限度以内におさえる必要があることである。

要は精度に関しては十分克服する手段があり、両者の優劣の決定的な要素ではなく、問題は切削能力と機械重量および製作費にある。

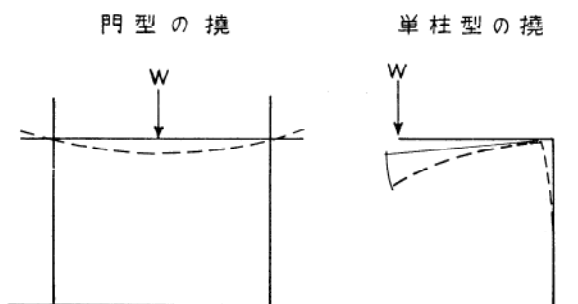


図 5

3.2 切削能力

切削においてはその能力を現わすものは切粉の出る量

の大小である。すなわち Q を切粉量/毎分とすれば次式となる。

$$Q = A \times v$$

A は切込×送りすなわち1刃当りの面積で V は切削速度である。 V は被加工物の材質と、工具の材質形状等によって定まり、機械としては A が如何に大きく取り得るかがその重切削能力を現わす。 A を大きくすること、即ちこれに比切削抵抗値を乗じたものが刃先に掛る力となるのでこの力に対して歪が少い程大きな切削能力を持つことが出来る。切削力の場合には前項のクロスレールの上下方向の撓の大小が問題となる。

大型立旋盤においては刃先の切削による振動値は大略

仕上削り	片振り	2~4 μ
重切削	同上	40~50 μ

が限度でそれ以上になるといわゆるビビリを生じて切削を継続し得ないことになる。振動については駆動歯車の出来不出来、基礎の状況等も影響するが最大の決定要素は機械の剛性である。前項に述べた精度に関しては精度は当然仕上削りの精度を言い、その切削力は大型機械においても切込0.2~0.5送り0.1~0.3程度であり、仕上面の許容粗度によって異なるが最大としても0.15 μ 程度でこれを鋼の場合比切削抵抗を200kg/mm²と取ったとすれば力は30kgにすぎない。

一方重切削能力は1本の刃物で3000~4000kg等は普通であるから精度に関しては剛性の意義はほとんど無いと言って良い。単柱型は歪が大きく出易い型式であるが同一重量で製作した場合クロスレールが短かく、またコラムも1本でコラムを連結するステー等も無いために、この二つを十分強固なものとなし得る。第3図における如く、四角型のコラムは切削力の方向に対する振れに強く、また片持のクロスレールもコラムとの結合面が十分に広くかつ形状も三角形で切削力に対する歪を小さくすることが出来る。両型式の切削力に対するクロスレール、コラムを含めた強度を型的に図示すれば第6図のようになる。

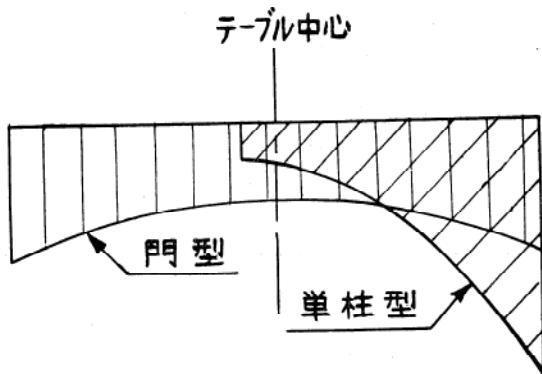


図6 門型と単柱型クロスレール強度比較

単柱型では中心部においては強度が小さいが逆に外周部では大きくなる。このことは拡大型に取って径の大きくなる程有利であることを示すものであり、強固なコラムの部分で時間のかかる大径部を重切削する場合に有利である。

3.3 回転精度

テーブルの回転精度が立旋盤の精度の生命であることは既に述べた。回転精度は円運動の中心点の移動により生ずる真円度の誤差に現われ上下動の振れは平面精度を悪くする。

中心の移動は軸受の精度で定まる。大型立旋盤では軸を固定とし外側にローラー軸受を嵌合しその外側にテーブルを嵌合する型式が多いが、軸、軸受、テーブルの嵌合及び単体の加工精度が累積されるため、おのおの精密に測定し中心の変動を少なめるように撰択嵌合、すなわち嵌める位置を決めて行うことが必要である。またローラー軸受は切削力、加工物の偏芯荷重による遠心力(限度がある)に対して力の掛かった状態での偏芯を少なくするためにプリロードを掛けて固定する。この部分の出来不出来が真円度を左右する。

平面を決定するものはベットの軸受面の平面度であるが、現在の大型機では軸受は平面軸受で油による潤滑の型式が多くスラスト球軸受が用いられるのはほぼテーブル径3.5米以下である。これは球軸受では大きな荷重を支持するためには莫大な費用を要するためである。油膜を介してテーブルを支持しこれが回転する場合油膜の厚さを h とすれば

$$h = \sqrt[3]{\frac{K \cdot \mu \cdot Q}{P}}$$

K ; 軸受構造による常数
 μ ; 油の粘度
 Q ; 給油量
 P ; 給油圧力

で現わされる。この h が変動すれば当然水平運動は変化する。 P は加工物の重量によって変るべきもので、 μ は温度により大きく変動する。従って長時間の加工を行う場合に h は変動し、その値を一定に保ち得ず特に連続運転による油温上昇により粘度が下がった場合には h が薄くなり焼付の危険を生ずる。

わが社ではこれに対して油膜の厚さ h 即ちテーブルとテーブルベット褶動面の隙間を電氣的インダクタンス方式の検出器で連続に無接触で測定し、この計測値が設定範囲に対して過大過小となった場合自動的に調整指令が出されテーブルの給油量を増減し一定の油膜を維持させる構造を開発した。(特許出願済)これによって従来の大型機では見られない大荷重、高速の性能に対し安全かつ精度維持に大きな効果を挙げる事が出来た。表1は

表1. TMS₁-60/110 型における120 \times 荷重運転試験結果

経過時間 (分)	テーブル 回転数 (R.P.M)	所要 力 (kW)	摺動面温度 $^{\circ}$ C			油膜の厚さ(μ)			給油圧力 (kg/cm 2)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	6.5	22.0	24	25	24	55	60	50	4.5	4.5	4.25
35	6.5	19.1	29	29.5	29	45	45	44	4.5	4.5	4
75	6.5	16.9	31	31.5	31.2	36	40	40	4.5	4.7	4.1
85	6.5	16.3	31.1	31.5	31.5	36	40	40	4.5	4.7	4
95	6.5	16.0	31.1	31.5	31.7	35	41	40	4.5	4.7	4

註1. 上表中1, 2, 3はテーブル軸受面上3分した測定点を現わす。

註2. 95分後において油膜厚さの変化は約20 μ , テーブルの傾斜は5 μ 以内であることが判る。

註3. この回転では6米の径を切削する速度は約120米/分となる。

その一例である。

回転精度については門型単柱型の差は無く両型式に応用出来るものであるが超大型単柱拡大に要求される高荷重, 高速性能に関連して開発を促進されたものである。

4. 超大型SE型立旋盤 TMS₁60/130の製作

わが社のSE型立旋盤は現在最小のものがテーブル径1.5米最大加工径3米のものでTMS₁15/30と称するが、分数の分子がテーブル径を10 \times 単位で現わし分母が最大加工径を同単位で現わしたものである。標準型として、TMS₁18/40, TMS₁30/70, TMS₁50/90, TMS₁60/110とあるが今まで製作した最大のものはTMS₁60/130である。立旋盤の構造及び性能について主として理論的な面から記述して来たが実際の製作に当っては計算で最終的な精度や切削能力を決定づけることは大型機においてはほとんど不可能である。理論による設計を基に出来たものを実測し、切削テストを行い更に改良を加えて、より良いものを生み出す努力が必要とされる。

テーブル径6米のものを製作するまでに3米位から始まり4米, 5米と数10台の製作経験と, また数百回のテスト, 各ユーザーの方々の実用上の意見, および実用テストを経て漸く完成されたものであると言える。

筆者はこの大型機が完成されるまで当時長岡工場に在って製作とテストを担当した者の一人として大型機製造に当っての製作上及びテスト上の問題点とその対処方法について若干の私見を述べたい。

まづ製作に当っては測定の方法が一番問題である。正しい形に作られたか否かは測定によって決定され, 計測が悪ければ正しい姿は出来ない理である。

4.1 計測上の問題点及び対策

大型機においての計測に当っての問題点は

- a. 計測する環境はどうか。
 1. 基礎の変形。
 2. 温度の変化。
- b. 基準計測器をどうするか。
- c. 要求計測精度はどの程度か。
- d. 計測の時間を如何して短くするか。

等について検討されねばならない。

a. については最も基本的な条件となるもので基礎の変形することは計測器の支持点の移動と, 工作物の変形を意味し基準が狂うケースとなる場合が多い。立方体に近い箱型のもは自重による歪が少ないがベットのような偏平で長いものは必ず基礎によって変形すると言って良い。またこれを摺合せし平面を決定する場合, 面が広大で時間を多く要し, その間に地盤の変形を生ずれば測定度に異なった値が出ることである。このためにわれわれは作業場の基礎の変動に関する認識を持つ必要がある。工場ではこの超大型機の製作に先立つ5年前から京大地震研究所にて開発された地盤の変動の測定を行う傾斜計を用いてそのご指導により大型工作機の基礎について工場内に数個の実物の基礎を作り測定を行って来たが結論としては

1. 地盤は季節によって大きく変動する。
2. 1日においても気温, 晴雨, 地下水の状態等により変動する。

ことが判った。もちろん各地の地下の構造によりその大小は異なるはずであるが, この変動する地盤にどのような剛性ある基礎を設けるかによって基礎自体の変動が決定される。われわれの作った基礎では1日の最大の変動値は1米について3~4 μ 程度であること, また基礎の長さ, 厚さ形状等によって異なるが超大型機用として設けたものでは長さ13米, 巾10米厚さは抗を1.5平方米当りに1本程度打込み上部を2.5米程度コンクリートで固

めたもので、部分的な最大値が上記程度の数値であり実用上基礎として十分なものであると判断された。

次に温度については大型機の組立をするには相当する大きな建屋を必要としてこの部屋全体を恒温室とすることが理想であると思われるが製作台数の少ない大型機のために多大の設備投資となり、それだけ製作費にはねかえらざるを得ない。従って現在では多くの場合に理想的な恒温室で大型機を製作する幸運な技術者は少ないのではないと思われる。これに対してはその製作する場所の温度がどのように変化するか年間記録を取ることが必要である。それも空間を格子状に測定することが望ましい。幸い工場には各室の年間温度記録があり、それによると1日の作業時間において夏季は晴天で最大値7~8℃を示し、曇った日で4℃であり、10月から3月にかけては晴天で3~4℃曇天または雨、雪の日では1~2℃の変化であり、北国の冬期に湿気の多い長岡地区ではほとん

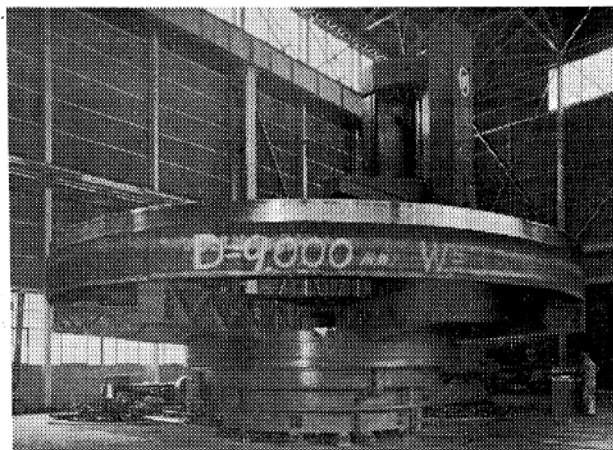


図7 TMS_I-50/90 による 9m ワーク切削状態

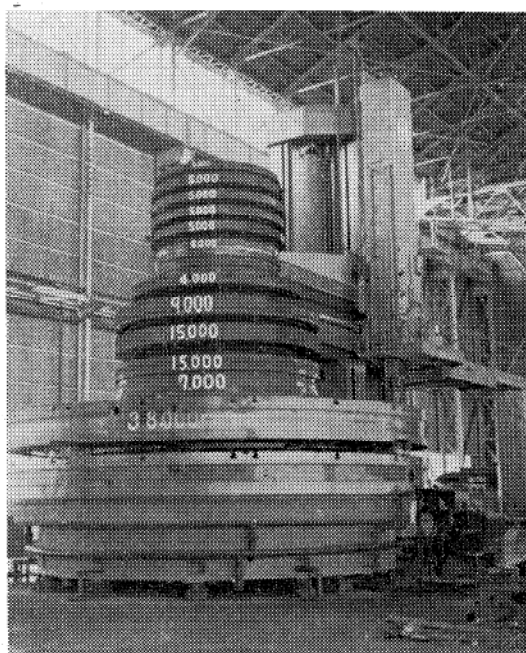


図8 TMS_I-60/130 における 120 ㌦ 荷重の運転試験

ど晴天の日は稀でまづ2℃以下の変動であることが判った。丁度この超大型機の製作は10月から3月頃にかけてであったため気候としての条件は最良であった。組立工場において格子状に測定した結果も一日中で最高変動が2℃であると云う嘘のような結果が実際に現われた。この変化は8H位でゆるい曲線状に変化し、1時間では最大0.3℃程度の変化である。気温の変化により工作物の変化が起るが、大型部品では1/2以下の温度変化となることも実測された。従って実際のワークの変化は0.15℃以下で此は1米の長さの変化とすれば1.5μ程度であろう。従って測定を1時間以内で行なえば先づ実際には差支えないと判断された。

bについては数米と云うような市販のマイクロメーターは無い。従ってブロックゲージを合せ必要寸法の専用ゲージを作ることが必要であろう。ここでの問題は専用ゲージが細長いものとなり携を生ずることである。われわれは長さ10米の定盤を作り細長いゲージを使っての測定データーのバラッキをしらべたが3米程度までは10μに入ったが9米位になると30~40μ程度のバラッキが出るが判った。大径のもの測定ではこのように最大の問題は実際の測定器具にある。

cについては、現在 JIS 規格等でもテーブル径6米位になると規格が無い。世界においても6米のものはソ

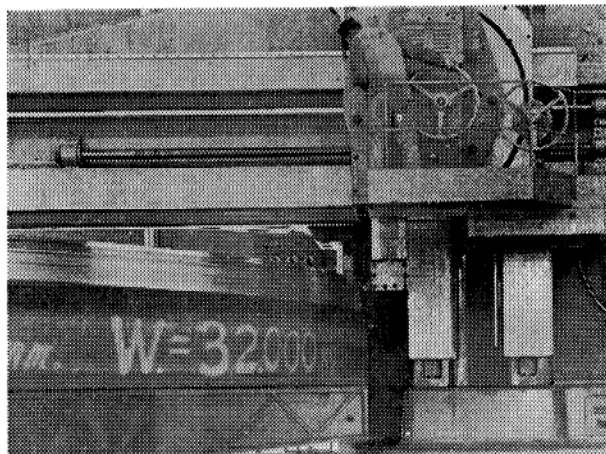


図9 TMS_I-60/130 の強力切削テスト

(1) 9m 径ワークの場合	
テーブル回転数	2RPM
切削速度	56, 2m/mm
送り	0. 82mm/sec
切込	30mm
切削力	4, 900kg
テーブル回転力	22. 000kg
ツールホルダー前後方向の振動	10~30μ
(2) 3m 径ワークの場合	
最大切削力	14, 200kg
切込	30mm
送り	2. 37mm/rev

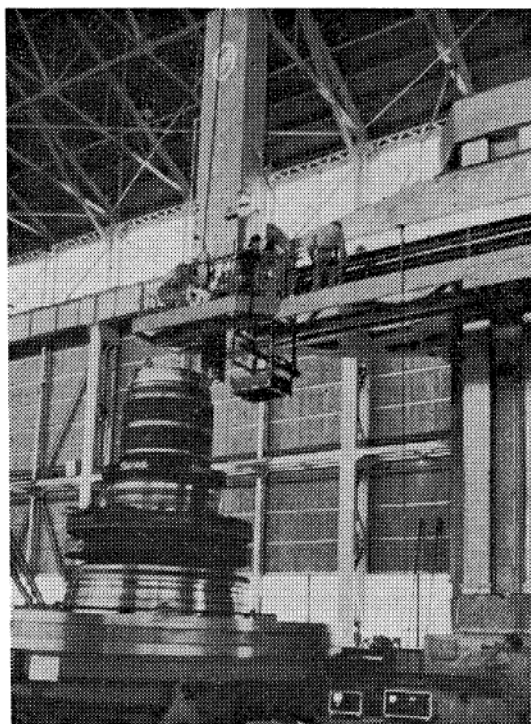


図10 4m高さの切削試験

テーブル回転数	10 R,P,M
切削速度	50m/min
送り	1.17mm/rev
切込	21.5mm
切削力	5,000kg
ツールホルダー前後方向の振動	5~11 μ

研にある程度でこれはわれわれから見ると少し荒いと思われるが結局どの程度の精度にするかは出来上り次第と云ったことになりかねない。テーブルの水平運動精度は既述の検出器またはテーブル下面に床面よりテストインデケーターを当てて μ オーダーでの測定が可能であり、テーブルの外周の真円度も周周3点における同時測定で推定し得る。一番困難なものが直径の実際の値である。

d 計測の時間を短くする程温度、基礎の変化が少なくて良い結果を生ずることは論ずるまでもないが、実際に専用ゲージを使っての計測の時間は3米位の円筒で3ヶ処測定するとして習熟すれば3分位であるからほとんど問題とならずむしろ加工物の切削熱による温度変化の方が大きく、測定には切削熱の影響の無くなった時点で行うことが必要である。

4.2 加工上の問題点

以上計測は短時間にやる事が出来るが、加工はものが大きいので当然多くの時間を要し、コラムの如きは底面積が3米×3米高さ6米に及ぶもので切削には1日20H加工しても10日以上要し、仕上褶合せ等もその合せ面が広いので12名位の人員を掛けても何日もかかる。仕上

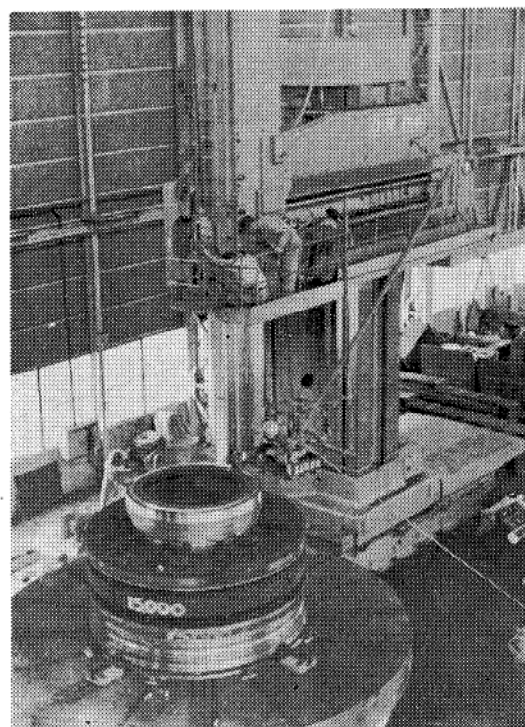


図11 極限位置での切削能力試験

{ クロスレール最上部 双物台最先端 ツールバー最大突出し	テーブル回転数	14.5 R,P,M
	切削速度	80m/min
	送り	1.15mm/rev
	切込	5 mm
	切削力	1,150kg
	ツールホルダー前後方向の振動	10~40 μ

においては曲面に仕上げる必要があるが機械加工において傾向が逆であったりすると莫大な損失となる。機械加工で仕上がったものを測定し、逆に仕上に要する曲線に近いように修正削りを行なって褶合せに入ることが肝心である。また仕上の場合においては当初の測定における条件すなわち気温とか基準位置の相対的位置の関係を確認しながら、仕上ることが必要である。

次に大径の物の嵌合においてもたとえば温度が2 $^{\circ}$ C異なれば径では0.06の誤差を生ずることになる。従って僅かな温度差でも嵌合のガタをなくするためには考慮せねばならない。このような大物加工をする機械が2台あって、同時嵌合するものを切削すれば良いが1台しか無い場合、切削時のズレが生ずる。また床上に敷板をして置いたテーブルと機械の台上に置いたテーブルでは一夜明けた翌朝は約3 $^{\circ}$ Cの品物自体の温度差を生じた。常に品物自体の温度を考慮した加工が必要である。数米の長さのものでも精度としてはミクロンオーダーの加工をするのが工作機械メーカーとしての任務である。大きな物

(以下21頁に続く)

(15頁より続く)

であるからその割合で精度がラクで良いと言い得ないところに最も苦心を要する。

5. む す び

わが社の SE 型立旋盤について概略の説明を行なった。膨大な資料を記載すべくもなく、結果的な表現が多くなった。TMS₁ 50/90~60/130 等における資料の一部を示

し、むすびに変えたいが、詳細ご希望あれば筆者に照会下さらんことを願います。

第7図は TMS₁-50/90 における 9 米ワークの切削テスト、

第8図は TMS₁-60/130 における 120 ㌔ 荷重の運転試験

第9〃は 同上 切削テスト及びデーター

第10〃は最大高さ 4 米の切削テスト及びデーター

第11〃は極限位置での切削能力テスト及びデーターである。