

# 強力大型ロール旋盤 Heavy Duty Roll Lathe

間宮健次\* 橋本三男\*

## 内容梗概

本機は8本の超硬工具を駆使し、最大切削力20tにて高硬度圧延ロールを旋削加工する本邦最大馬力の新鋭重切削ロール旋盤である。

本機は独自のベッド構造により強大なる剛性をもたせ、主軸を高精度のころがり軸受にて支持した。主軸および双物台はそれぞれワード・レオナード制御を行い、さらに広範囲にわたって電気油圧操作方式を駆使して操作性の飛躍的向上をはかった。

このため切削能率については従来の大型ロール旋盤の約10倍、総合能率は約3倍を容易に発揮しうることがわかった。

本機の完成によつて欧米諸国の後塵を拝するのみであつた我国の大型ロール旋盤製作技術を国際的水準に高めたものと信ずる。

## 〔I〕 緒 言

製鉄用大型圧延ロールの旋削加工は、その切削抵抗がきわめて高く、切削長さが長大であるために、一般の旋削加工にくらべて、はなはだしくことなつた要素を含んでいる。これにともなつてロール旋盤もまた普通旋盤とは別に独自の設計様式にもとづいて研究改良がかさねられた。ことに最近の金属切削方式に変革をもたらした超硬質合金工具の発達により切削条件が改善せられ、高速重切削加工が可能になり、さらにこれらの超硬工具を同時に2箇以上使用しうる強力旋盤が出現するに至つた。

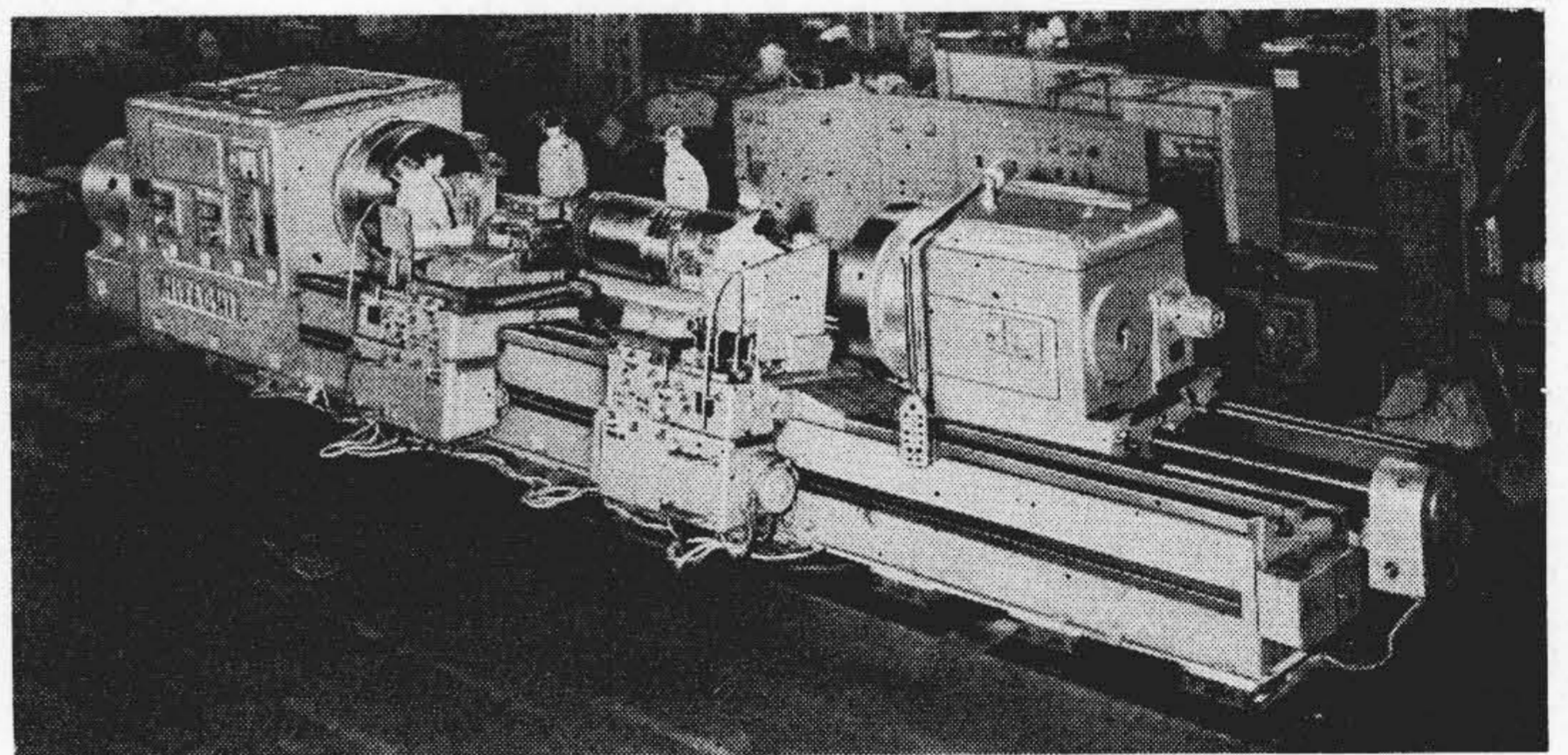
このように切削能率を向上せしめる一方、操作時間を短縮するために、機械各部の操作性を改善する計画も行われ、電気油圧制御方式が大幅にとり入れられるようになった。

今回切削性能、操作性の飛躍的な向上を企図し、国際水準に達せしめるべく設計製作された日立製作所若松工場用大型ロール旋盤の内容をあきらかにすることは、また意義あるものと考えてその内容の紹介を兼ねて大方の参考に供したいと思う。

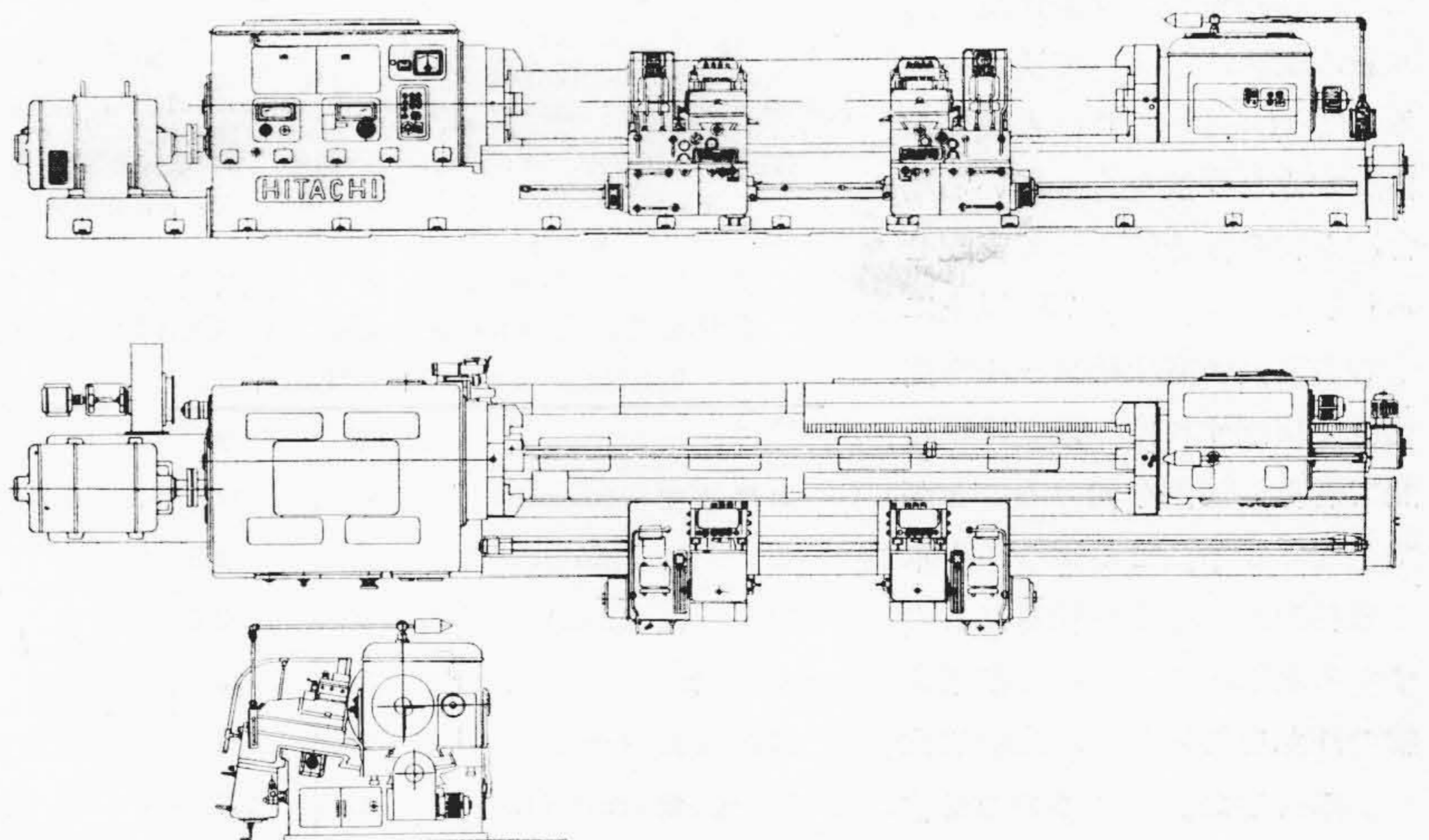
\* 日立製作所川崎工場

## 〔II〕 仕 様

ベッド上より主軸中心までの距離..... 730mm  
加工しうるロールの最大直径..... 1,120mm



第1図 本機の外觀(その1)  
Fig. 1. General View of Roll Lathe



第2図 本機の外觀(その2)  
Fig. 2. General View of Roll Lathe

加工しうるロールの最大長さ..... 7,620mm  
 加工しうるロールの最大重量..... 40 t  
 主軸端最大トルク..... 12m-t  
 主軸速度範囲..... 2~50 rpm  
 双物台送り (左右)..... 1~200 mm/min  
 双物台早送り速度 (左右)..... 2,000 mm/min  
 チヤックのつかみうる最大直径..... 850 mm  
 チヤックのつかみうる最小直径..... 330 mm  
 主電動機..... D.C. 200 HP  
 双物台送り用電動機..... D.C. 5 HP  
 双物台早送り用電動機..... A.C. 5 HP  
 所要床面積..... 3.2 m × 15.8 m  
 重量 (電気品を含む)..... 120 t

第1図, 第2図にてその外観を示す。

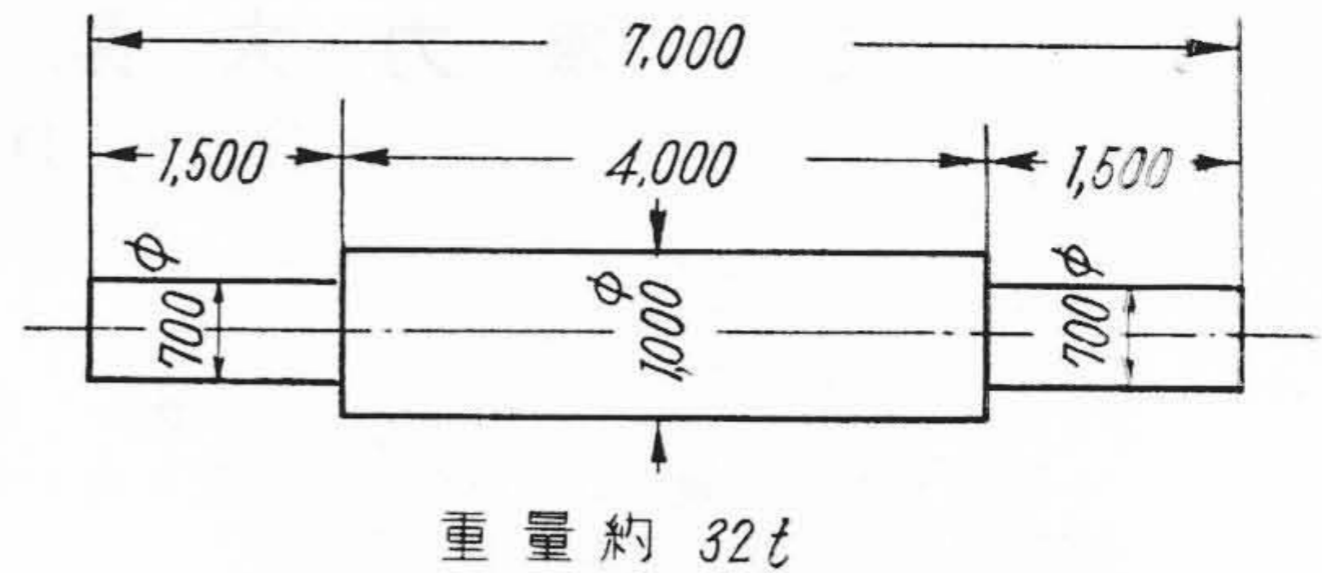
〔III〕 仕様の決定

(1) 加工ロールの最大寸法

従来我国には重量40 t 長さ7 m程度の圧延ロールを加工するのに十分なロール旋盤はその数がきわめて少く, 大型ロールの需要が増大するにしたがって, その能率的な加工機械の出現が望まれていた。この要望にこたえるために本機が計画されたのであり, 加工しうるロールの最大寸法を直径1,120 mm, 長さ7,620 mmと定めた, なおこの場合, 完成ロールの寸法は大略第3図のごときものとなる。

(2) 切削条件について

切削能率, すなわち単位時間当たりの切粉量は, 切削速度, 送り量, 切込, によつて決定される。これらはいずれも機械本体が十分な強度をもっている場合, 双物の性能によつて支配せられ, ことにショア75°以上にもおよぶ高硬度圧延ロールを高速度で切削すれば, 双先は短時間で磨耗し切削を続けることができなくなる。このように1本の双物のだしうる切粉量はおのずから制限があり, この結果双物の性能を考慮して, 比較的低い切削速度において多数の双物を同時に使用する多多重切削法が採用せられるようになった。



第3図 完成ロール寸法図  
 Fig. 3. Dimensions of Finished Roll

高硬度圧延ロールにはいかなる切削条件がもつとも有利であるかについては, 上記のごとく双物の性能によつて個々に決定されなければならないが, 最近ドイツにおいて製作された実験用ロール旋盤<sup>(1)</sup>による切削試験結果として, 第1表のごときものが発表されている<sup>(2)</sup>。

本機にて切削するロールは, 通常胴部硬度ショア75°以上, 頸部硬度ショア40°以上であり, かつ, 国産超硬工具を使用することを考慮して, 基本切削条件を第2表のごとく決定した。なお従来一般に実施されている切削条件を比較のため併記した。

第1表 Wannan W 60 実験旋盤における平均切削条件  
 Table 1. Turning Condition at the Experimental Roll Lathe "Wannan W 60"

被切削ロール		硬質合金種別		刃先角度 (°)				切削条件			
材質	抗張力 又は硬度	荒削	仕上	$\gamma$	$\alpha$	$\lambda$	$\kappa$	備考	a (mm)	s (mm/rev)	v (m/min)
ニッケル・クロム入り 鍛鋼ロール	90 kg/mm <sup>2</sup>	TT <sub>3</sub> , S <sub>3</sub>		-10	6	5	60	チップブレイカー付	25	2	50
		TT <sub>2</sub> , S <sub>2</sub>		3	6	5	60		5	≧ 0.5	75
タングステン・クロム入り 鋳鋼ロール	110~125 kg/mm <sup>2</sup>	TT <sub>3</sub> , S <sub>3</sub>		-5	6	5	60	チップブレイカー付	35	1.5~2	35
		TT <sub>2</sub> , S <sub>2</sub>		5	6	5	60		5	≧ 0.5	80~90
中硬度 チルドロール	450 B.H.	H <sub>1</sub>		-3	5	5	10		10	3	35
		H <sub>2</sub>		0	5	5	10		4	≧ 0.5	50
高硬度 チルドロール	> 75 S.H.	H <sub>1</sub>		-15 ~-20	5	5	10		5	2~3	15
		H <sub>2</sub>		-11	5	5	10		2	≧ 0.5	20

(註)  $\gamma$ : 切屑角,  $\alpha$ : 背角,  $\lambda$ : 傾角,  $\kappa$ : 取付角  
 a: 切込 mm, s: 送り mm/rev, v: 切削速度 m/min

第2表 本機のために計画された切削条件と従来の切削条件  
 Table 2. Projected Cutting Condition and Usual Cutting Condition

	胴部切削 硬度 >70° S.H.		頸部切削 硬度 >40° S.H.	
	従来	計画	従来	計画
切削速度 (m/min)	6	12	10	30
送り (mm/rev)	0.8	1.5	1.5	2
切込 (mm)	1.5	2.0	10	6
双物の数	2	8	2	8
切削面積 (mm <sup>2</sup> )	2.4	24	30	96
切屑量 (cm <sup>3</sup> /min)	14.4	288	300	2,880
主切削力 (kg)	1,780	17,700	9,000	19,200
切削動力 (HP)	2.4	47	20	128

(3) 主電動機出力について

前項のごとくに基本切削条件を定めた結果、所要純切削動力は、胴部切削において 47 HP、頸部切削においては 128 HP となり、主軸台歯車の効率を考慮して、400/530/1,200 rpm, 150/200/200 HP 直流電動機を使用した。

(4) 主軸回転数について

主軸回転数を定める規準は切削速度である。したがって最大加工直径における最低周速度と、最小加工直径における最高周速度を基礎にして、その範囲を決定するのであるが、また別に最大振りにおける最高周速度はその機械の傾向を察知するための目安となる。

本機における最大加工直径は 1,120 mm、最小加工直径は 330mm であり、切削速度は高硬度の胴部切削の場合 12 m/min また、比較的切削しやすい頸部切削の場合 30 m/min とさだめ、将来超硬工具が発達しさらに高速切削が可能になることを予想して、主軸回転数を 2 ~ 50 rpm にとり、直流電動機のワード・レオナード制御と変速歯車の併用による無段階変速を行って、切削速度を任意に選択しうるようにした。

なお最大振りにおける最高周速度は 175 m/min であつて、各種のロール旋盤と比較してやや低目となつていますが、これは本機が重切削性を特長にしているためである。

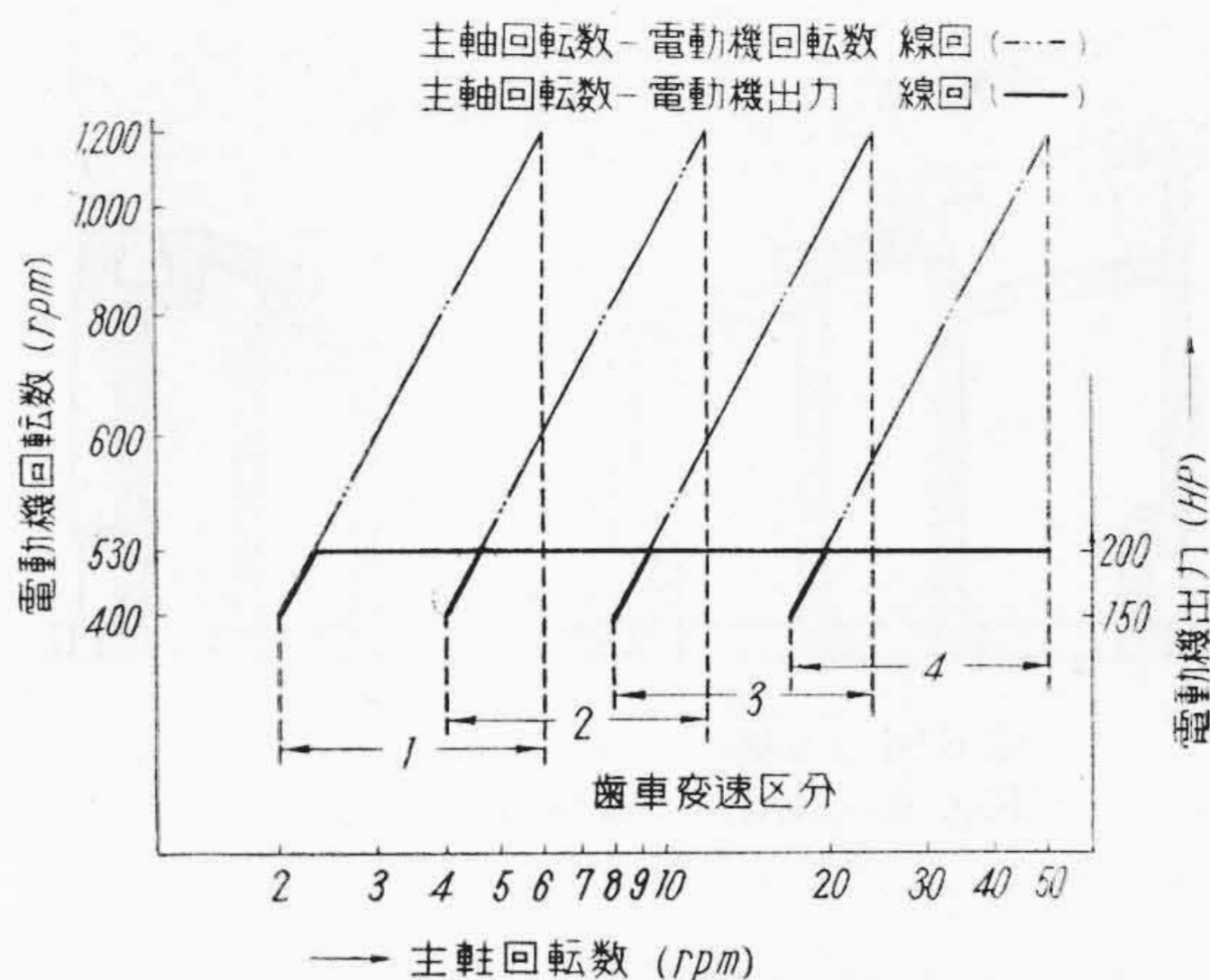
第 4 図にて主軸回転数変換範囲を示す。

(5) 刃物台の送り方式について

従来切削能率を向上させるための手段として、切削速度を増大することが一般に行われているが、送り量を大にすることもまた有利な手段である。これは高硬度圧延ロールのごとく切削速度をそれほど高く取りえないような場合特に有利で、前項(2)において述べた実験用ロール旋盤では 20 mm/rev という驚異的な高送り切削に成功したことが報告されてをり、今後ますます高送り切削に向うことが予想される。

本機は通常 1.5 mm/rev 程度の送りを採ることとし、最高主軸回転数における最高送りを 4 mm/rev とした。したがって普通もつとも多く使用される 10rpm 前後の主軸回転数においては、上述の 20 mm/rev の送りをあたえることが可能である。

刃物台の送り動力は主軸



第 4 図 主軸回転数電動機回転数、主軸回転数電動機出力線図

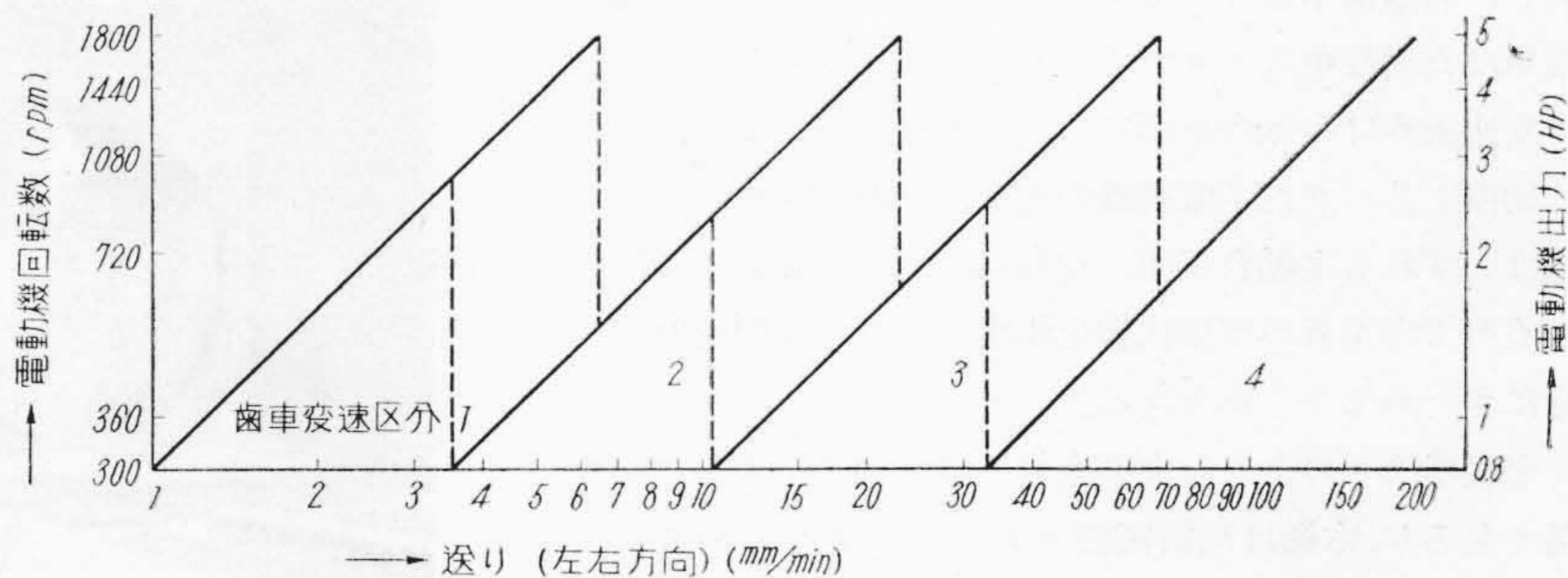
Fig. 4. Diagram of "Main Spindle Speed-main Motor Speed" and "Main Spindle Speed-main Motor Output"

台よりとるものと、主軸とは全然無関係な単独の動力源によるものの二種類に大別することができるが、前者が主軸 1 回転当りの移動量をもつて送り量をあらわすのに対し、後者は 1 分間当りの移動距離をもつてその送り量とする。大型ロール旋盤では刃物台の機動性を大にするために、後者の方式によるものが漸次増加しつつあり、本機も直流電動機による単独駆動方式を採用し、ワード・レオナード制御と変速歯車の併用により 1~200 mm/min の無段階送りをあたえることにした。第 5 図は送り速度線図である。

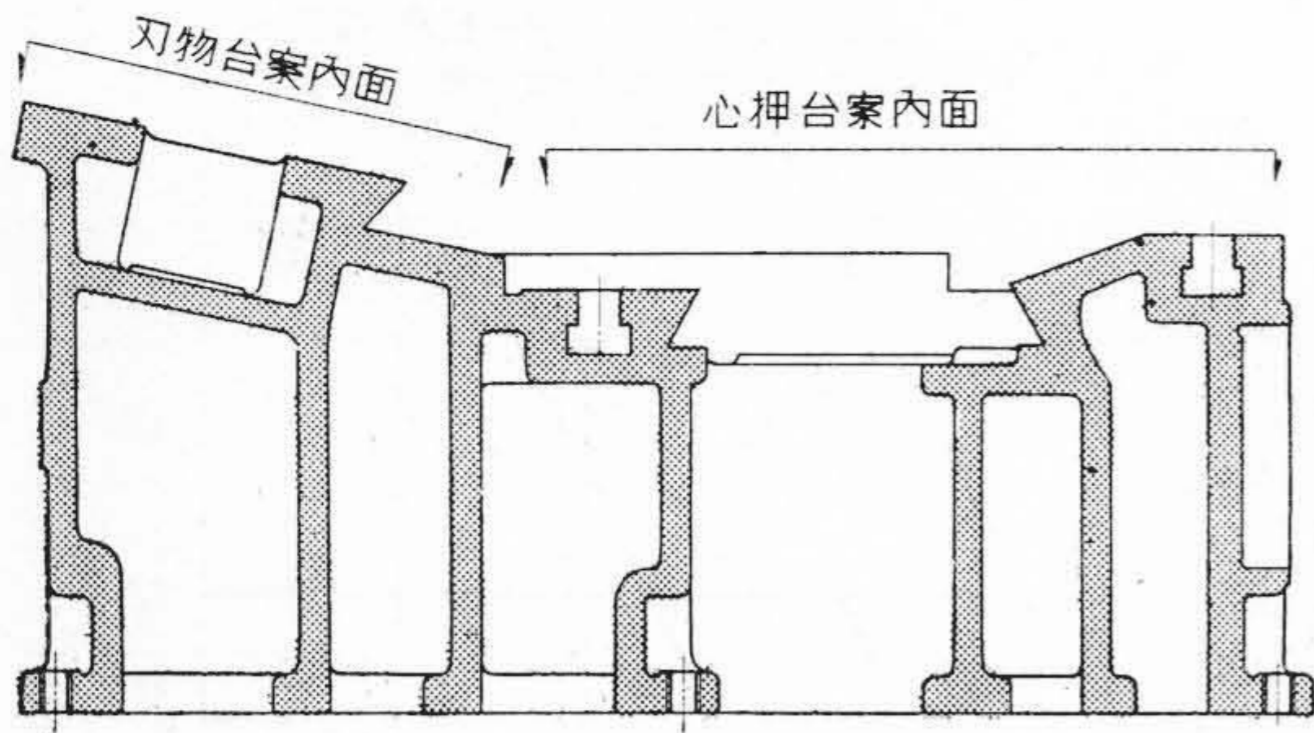
[IV] 各部の構造

(1) ベッド

機械が大型重切削化するにしたがつて、ベッドの構造も種々考案改良が加えられ一般に上面閉鎖箱型で複雑な



第 5 図 送り(左右方向)一電動機回転数(電動機出力)線図  
Fig. 5. Diagram of "Feed-feed Motor Speed (Feed Motor Output)"



第 6 図 本機のベッドセクション  
Fig. 6. Bed Section

リブを配したものとなつた。ことに本機のごとく重量40 t のロールを超硬工具を使用し、主切削力20 t におよぶ重切削をおこなう機械では、切削時の振動をできうるかぎり抑制し、曲げ、振りに対して十分な強度をもち、しかもおびただしい切屑を効果的に排出しうるような形状構造としなければならない。

本機は世界でもつとも権威のあるワールドリッヒ型式およびハーキュレス型式の利点をそれぞれ兼ねそなえた日立製作所独特のベッド断面形状を使用した。

また全長 13m 重量 45 t のベッドを、剛性ならびに精度保持の観点から単体鋳物にした、この鋳造は日立製作所若松工場で行われた。

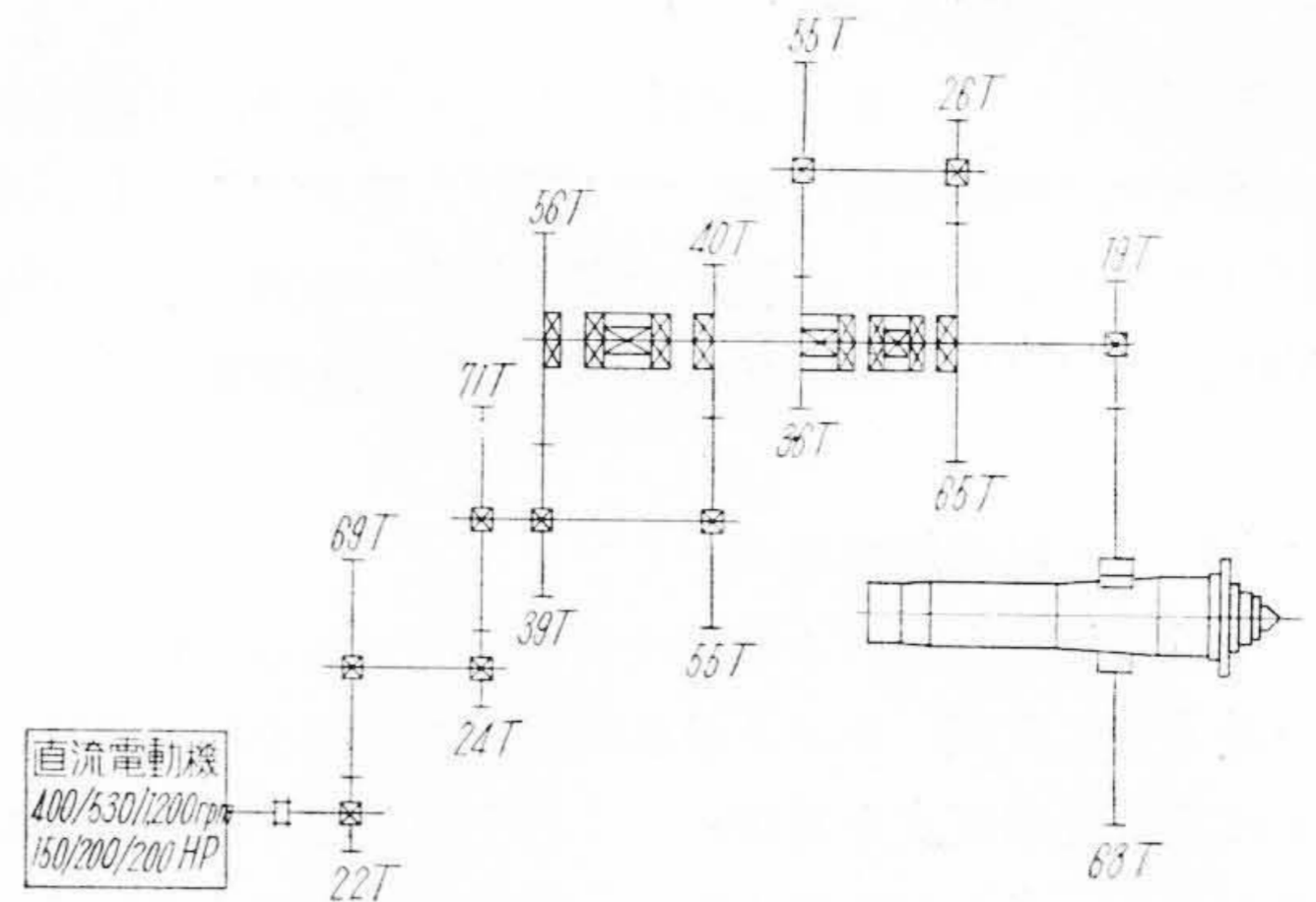
(2) 主 軸 台

主軸は 200 HP 直流電動機によつて駆動され、電動機速度制御と変速歯車機構を併用して、2~50 rpm の速度域を 4 段階にわけて各段階を無段階変速することができる。

主軸台内の変速歯車機構は第 7 図のごとくであるが、できうるかぎり小型にするために歯車の周速をある程度高め、700 m/min に達するものもある。したがつてその材料の選択、熱処理、仕上は特に入念に行い、主要歯車はすべて Ni-Cr 鋼を焼入し、マーズ研磨機によつて研磨し、高速歯車はヘリカル歯車を採用した。また主軸の歯車は高周波焼入のダブルヘリカル歯車を用いてある。

変速歯車は主軸台正面にて、油圧操作ハンドルによつて切替える。また主電動機の起動、停止、昇速および降速はいずれも主軸台正面、左右両刃物台において制御しうるので作業者が切削状態を観察しながら切削速度を任意にさだめることができる。

主軸受はこのような大型旋盤では平軸受とするのが普通であるが、本機は超精密級タイムケン型テーパ・ローラベアリングおよびシンドリカル・ローラベアリングを使用し、精度の維持、発熱焼付事故の絶滅をはかつた。これらのベアリングはいずれも国産品を使用した。が工作



第 7 図 主軸台変速歯車機構  
Fig. 7. Headstock Gear Train

機械用超精密ベアリングとしては画期的な大直径のものである。

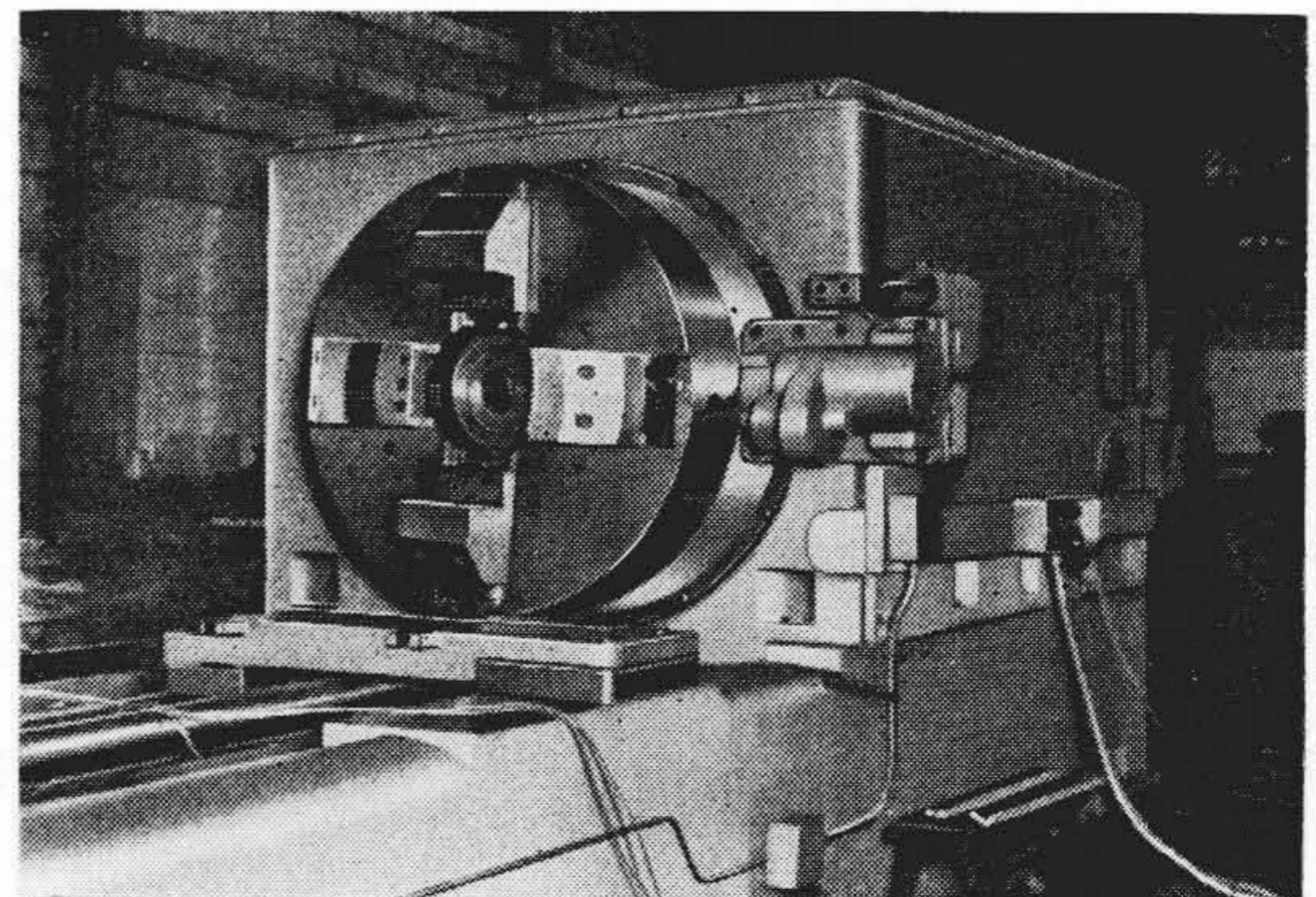
第 3 表にて主軸受精度の一部を紹介する。

主軸面板は従来の例ではすべて手動による締付を行つているが、本機は最大切削トルク 12 m-t に達する重切削機械でありこれを機械的に行い、一定の強さをもつて締付け、作業の确实安全を期さなければならない。このため斬新なる構想による自動締付装置を考案装備した、第 8 図はその外観を示すもので、主軸の回転力を利用して面板を締付けるのである。

(3) 心 押 台

心押台は主軸台と同様に軸方向の推力と切削抵抗に対する反力、およびロールの重量を受けるので、これらの合成力に対してもつとも安定した形状構造としなければならない。このため心押台の案内面は十分広く取り、その一部を傾斜させて荷重を合理的に支持し、心押台自体を上部と下部に分け相互に軸線方向に摺動するようにして心押軸そのものを摺動させることを避けた。

心押軸は主軸と同様にテーパ・ローラベアリングにより支持した。



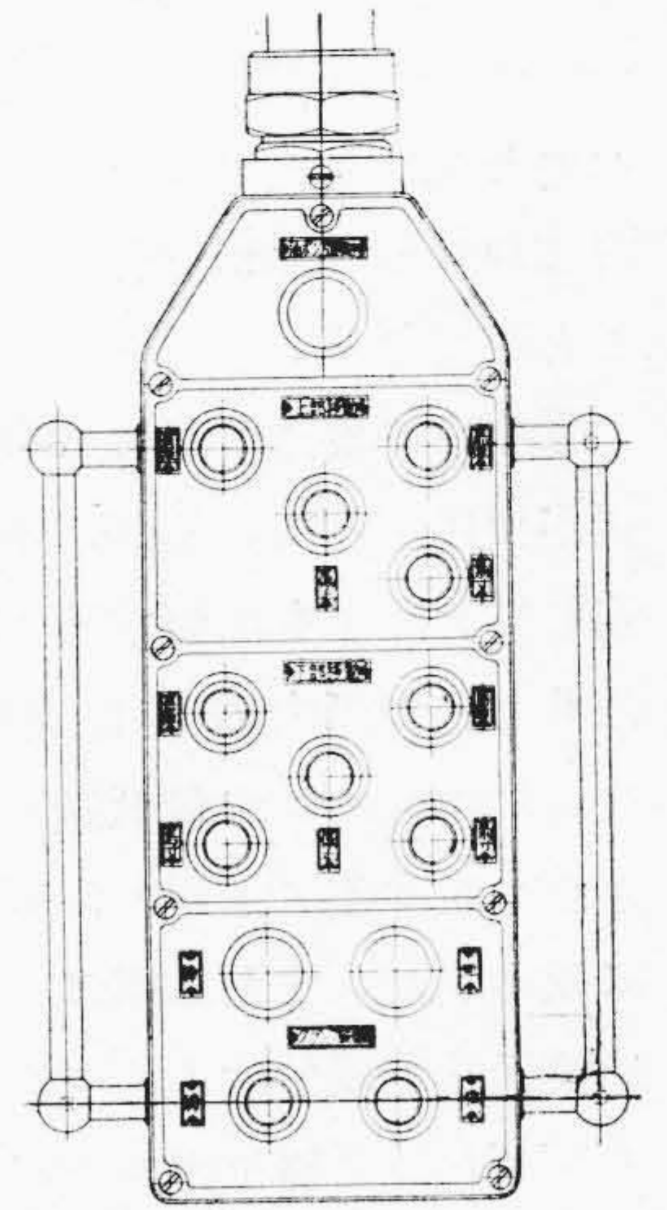
第 8 図 面板自動締付装置  
Fig. 8. Automatic Chucking Device

第3表 主軸用テーパ・ローラベアリング検査成績表  
Table 3. Inspection Sheet of Main Taper Roller Bearing

型式 EE 649237/649310 UP (後部)

単位 μ

内 輪			外 輪		
測定区分	寸法および規格	実 測	測定区分	寸法および規格	実 測
内 径	$\phi \begin{matrix} +25 \\ 602.945\text{mm} \\ -0 \end{matrix}$	+18	外 径	$\phi \begin{matrix} +38 \\ 78.4\text{mm} \\ -0 \end{matrix}$	-11
幅	93.663mm	-26	幅	69.85mm	-20
偏 肉	12	10	偏 肉	20	5
偏 心	15	12	偏 心	25	8
横 振	15	13	溝 横 振	30	20
溝 横 振	25	21	幅 不 同	15	10
幅 不 同	15	9	径 差	18	8
径 差	2	6	テ ー パ	18	1
テ ー パ	12	2	硬 度 (S.H.)	81°~88°	81°~83°
溝 径 差	10	5			
鏝 振	8	3			
硬 度 (S.H.)	81°~88°	81°~83°			
総 高 さ	$\begin{matrix} +200 \\ 93.663\text{mm} \\ -200 \end{matrix}$	-60			



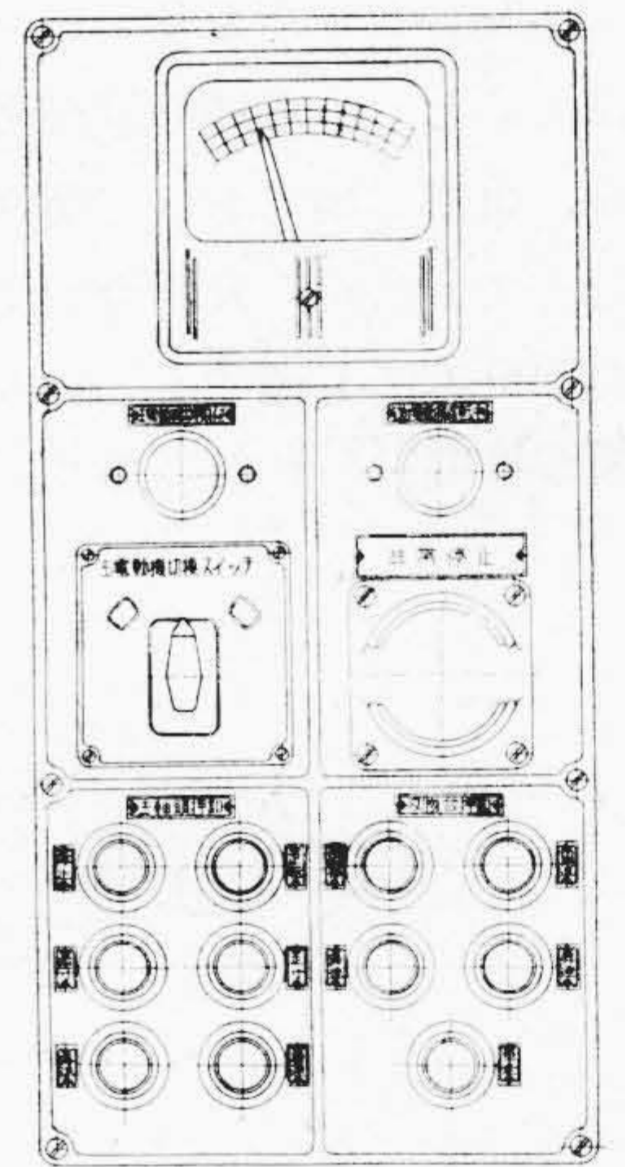
第9図 心押台ペンダントスイッチ

Fig. 9. Pendant Switch of Tailstock

型式 EE 649240/649310 UP (前部)

単位 μ

内 輪			外 輪		
測定区分	寸法および規格	実 測	測定区分	寸法および規格	実 測
内 径	$\phi \begin{matrix} +25 \\ 609.6\text{mm} \\ -0 \end{matrix}$	+22.5	外 径	$\phi \begin{matrix} +38 \\ 787.4\text{mm} \\ -0 \end{matrix}$	-6
幅	93.663mm	-21	幅	69.85mm	-15
偏 肉	12	5	偏 肉	20	3
偏 心	15	9	偏 心	25	9
横 振	15	15	溝 横 振	30	23
溝 横 振	25	25	幅 不 同	15	5
幅 不 同	15	3	径 差	18	8
径 差	12	5	テ ー パ	18	5
テ ー パ	12	2	硬 度 (S.H.)	81°~88°	81°~83°
直 径 差	10	7			
鏝 振	8	5			
硬 度 (S.H.)	81°~88°	81°~83°			
総 高 さ	$\begin{matrix} +200 \\ 93.663\text{mm} \\ -200 \end{matrix}$	-95			



第10図 双物台制御板  
Fig. 10. Control Panel of Carriage

心押台の移動と締付は第9図に示すごときペンダントスイッチによつてベッド前面あるいは後面のいずれの場所においても簡単に行うことができる。なおこの移動、締付は2箇のトルクモータによつてなされるのであるが、これらの相互動作はすべて電氣的にインターロックして、安全確実に操作しうるよう考慮した。

(4) 双物台

双物台は2箇そなえ、相互に接近して切削することができるようにそれぞれ左右対称の形状にし、各部とも強大な切削力に耐えられるよう十分に強度を持たせた。

作業者は通常双物台上部に位置し、切削状況を観察し

ながら主軸回転数、あるいは送りを最良の値に調整するので、第10図のごとき主制御板を双物台上部に設け、また、床面においても操作することができるよう双物台正面にも操作押釦を取付けた。

双物台の切削送り、早送りはともに主軸とは無関係にそれぞれ電動機によつて行われ、いずれも押釦とモノレバークンローラによつて簡単迅速に操作することができる。また前後左右の移動および2台の双物台相互の接近に対して、それぞれ制限開閉器と警報器を取付けて操作の安全をはかつた。

送り速度は直流電動機の世界制御と変速歯車機構を併

用して、縦送り1~200 mm/min 横送り0.5~100mm/min をいずれも4段階にわけて各段階を無段階変速することができる。また早送りは5 HP 交流電動機により、縦方向 2,000 mm/min 横方向 1,000 mm/min の速度で行うことができる。

双物台の縦送りには一般にラック・ピニオンの送り方式が使用されているが、本機はネジ送りとし、ネジを固定してナットを回転する方式をとつた。このため、自重約6 t 主切削力約10 t 送り分力約5 t を受ける双物台を、1 mm/min の最低送りにおいても、いささかの息付きをも生ずることなく、きわめて円滑に摺動させることに成功した。また本機は一つの双物台に4本総数8本の超硬工具を取付けるのであるが、これらの双物は油圧シリンドラおよび締付ボルトによつて簡単に、かつ確実に締付ることができる。

(5) 電気機器について

本機は電気および電磁油圧制御を高度に駆使し、日立製作所の総合技術の粋を集めたものである。

主軸台および双物台用ワード・レオナード制御装置をはじめとし、各種の制御装置はすべて日立製作所日立工場、亀戸工場において製作され、その内容は第4表のごとくであるが、双物台および心押台操作用トルリ線が合計100本にも達するということをもつてしても、その規模が推測せられると思う。

第4表 主要電気品表  
Table 4. Specification of Electric Equipment

1.	200 kW	3,300V	6 極	交流電動機	1 台
2.	175 kW	330V		直流発電機	1 台
3.	150/200/200 HP	250/330/330V		直流電動機	1 台
4.	30 HP	220V	4 極	交流電動機	1 台
5.	7.5 kW	110V		励磁機	1 台
6.	5 kW	110V		直流発電機	2 台
7.	0/0.8/5 HP	110V		直流電動機	2 台
8.	5 HP	220V	4 極	交流電動機	2 台
9.	2 HP	220V	4 極	交流電動機	1 台
10.	2 HP	220V	6 極	交流電動機	1 台
11.	1/4 HP	220V	4 極	交流電動機	4 台
12.	720/240 cm-kg	220V		交流電動機	2 台
13.	操作用制御函				5 箇

[V] 性能

(1) 静的精度

ロール旋盤精度の本質的なものは、ベッド案内面の精度と、主軸回転精度である。精度検査は JIS 精度規格を基礎にし、さらにロール旋盤の特質を加味した検査規格を作成し、これにしたがって行つたが、いずれも良好な結果をえた。

第11図はベッド案内面の真直度であり、本機のごとく

特に長大なベッドを列車輸送する場合、その途中において歪を生じ、精度の低下をきたすことが考えられるが、実測の結果はほとんど変化のないことが判明した。

(2) 振動測定

最高主軸回転数をもつて無負荷運転した場合の振動は第5表のごとくで、非常に優秀な結果をえた。

(3) 加工品精度

真円度、円筒度について測定の結果は第6表のごとくである。

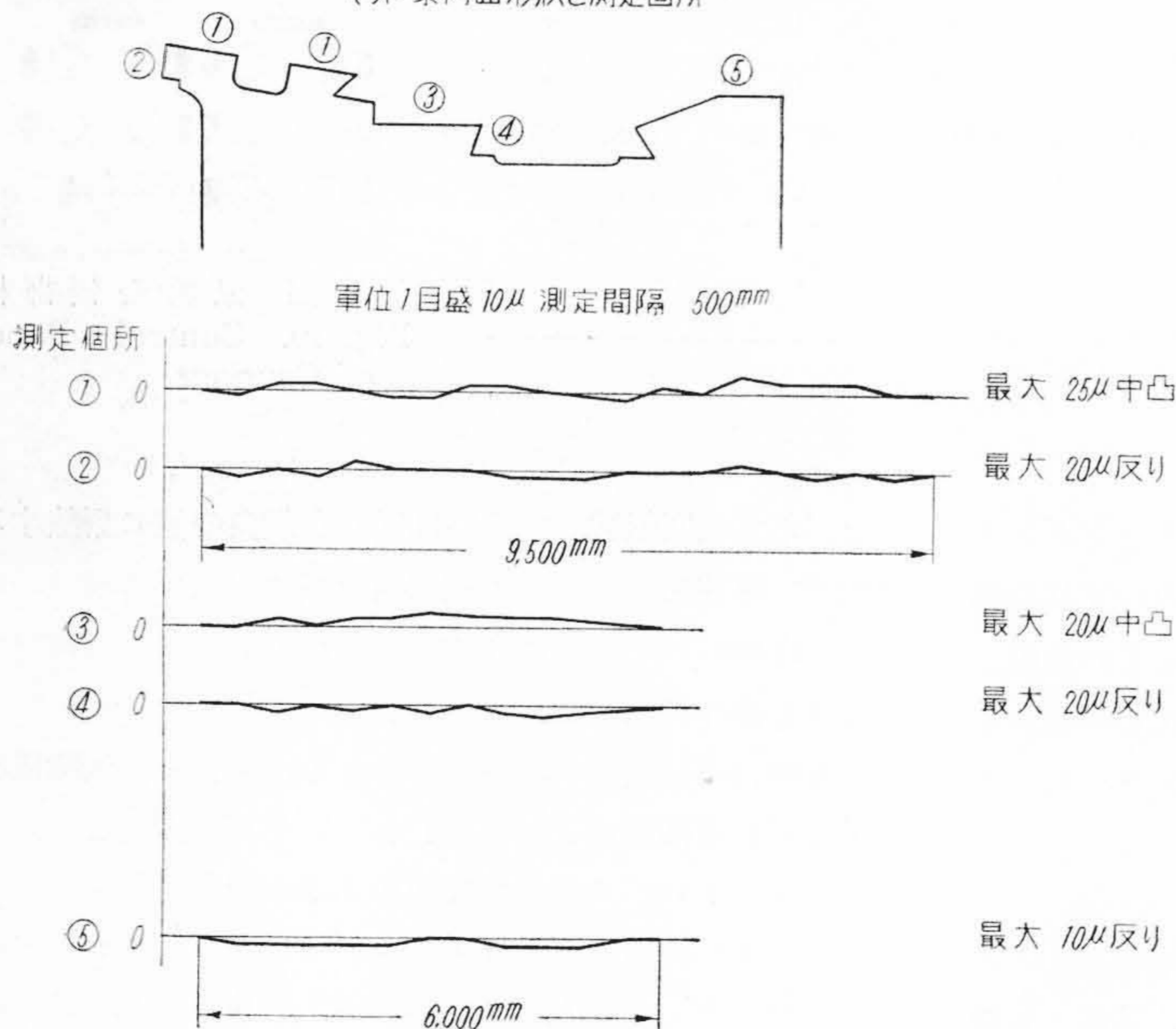
(4) 切削試験

切削試験は種々の切削条件についてとり行われたが、その試験結果の一部をあげれば第7表のごとくである。なお切削試験に用いた超硬合金工具は主として、タンガロイ、ニッケルタングステン、トウタンロイなど国産品で、その形状は第12図のごとくである。

この切削試験の結果、頸部切削に

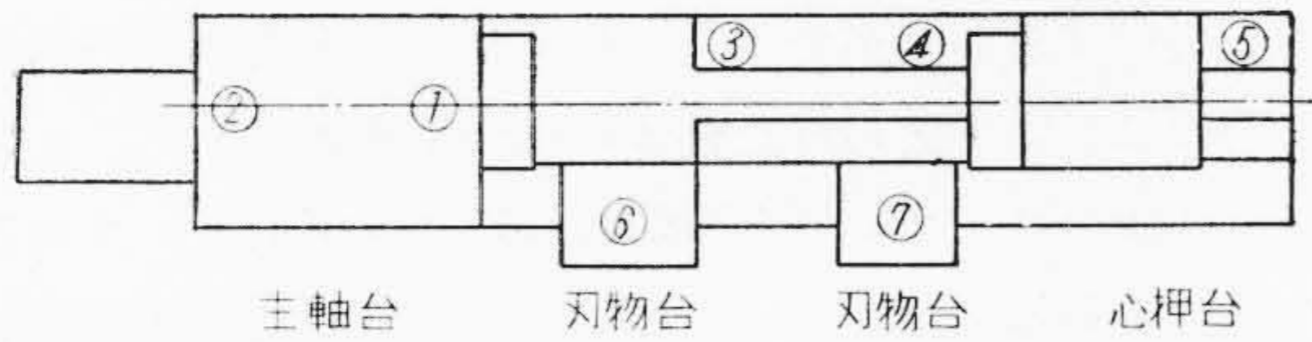
(オプティカルアライメントテストにて測定)

ベッド案内面形状と測定箇所



第11図 ヘッド案内面の真直度  
Fig. 11. Straightness of Bed Guide Way

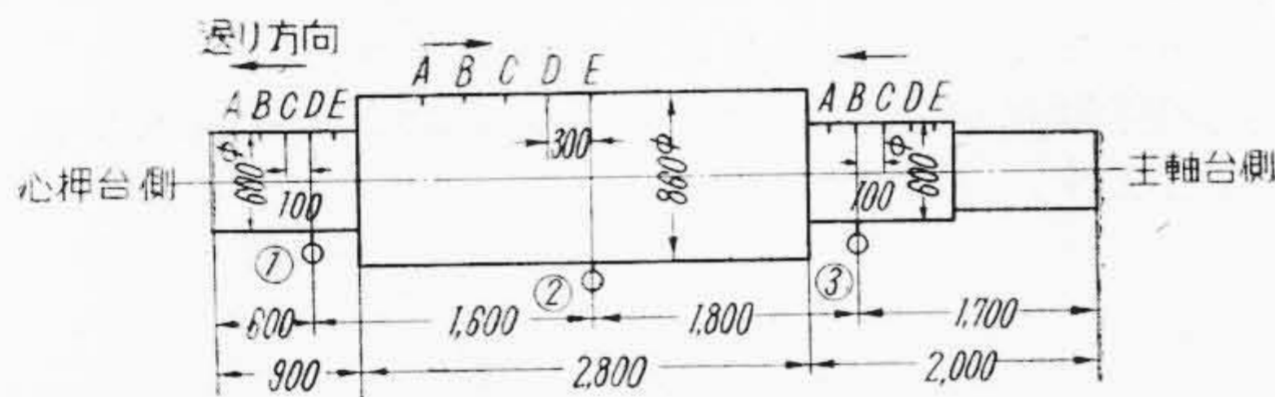
第5表 振動測定  
Table 5. Table of Vibration Test



No.	測定箇所	左右振幅	前後振幅	上下振幅
1	主軸台	5.4 μ	9.8 μ	5.4 μ
2	主軸台	5.4 μ	8.1 μ	5.4 μ
3	ベック	2.7 μ	5.4 μ	5.4 μ
4	ベック	2.7 μ	4.0 μ	4.0 μ
5	ベック	4.0 μ	4.0 μ	5.4 μ
6	刃物台	4.0 μ	5.4 μ	5.4 μ
7	刃物台	5.4 μ	6.7 μ	6.7 μ

註：主軸回転数 50 rpm

第6表 加工品精度  
Table 6. Accuracy of Works



(a) 円筒度測定表 (インディケータの読み, 単位 μ)

測定箇所	心押台側頸部	胴部	主軸台側頸部
A	0	0	0
B	15	0	-5
C	40	20	-20
D	50	50	-20
E	65	60	-20
円筒度	400 mm について 65	1,200 mm について 60	400 mm について 20

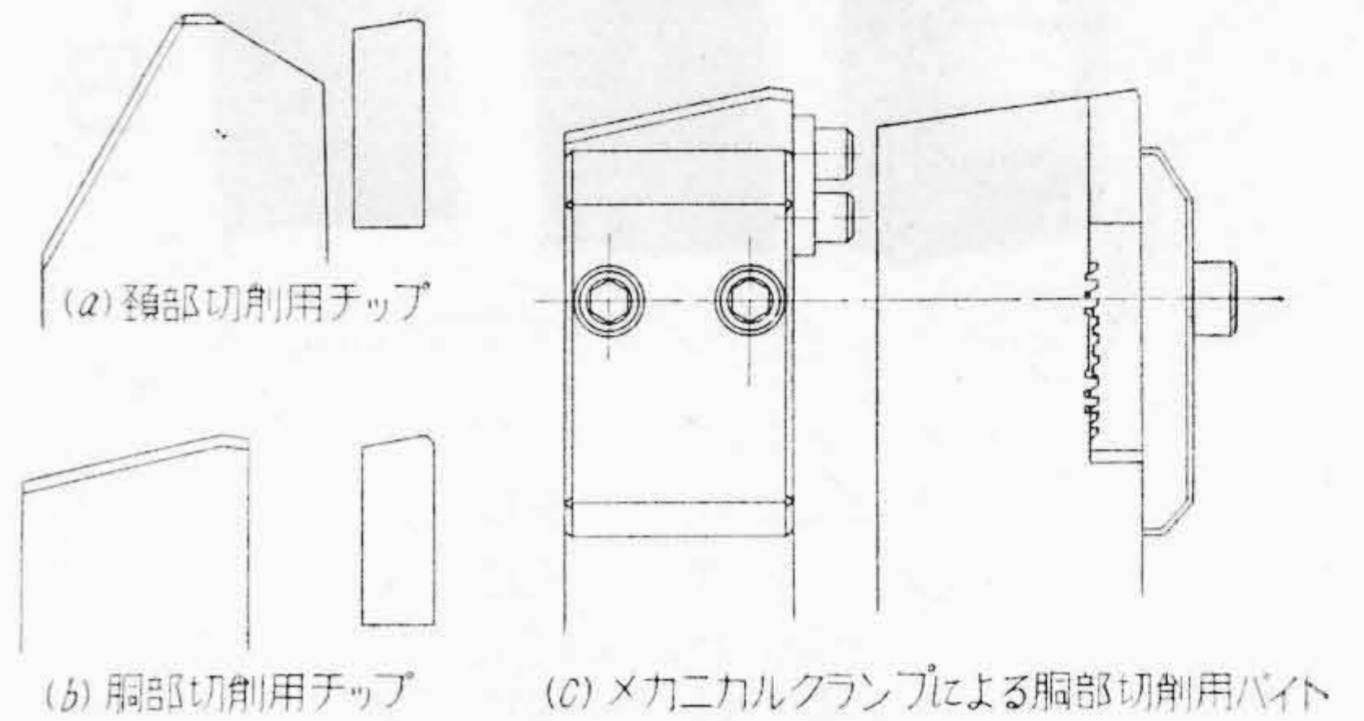
(b) 真円度測定表 (インディケータの読み, 単位 μ)

位置	角度	頸部 ①	胴部 ②	頸部 ③
0°		0	0	0
45°		0	-5	-8
90°		-15	-15	-10
135°		-20	-20	-2
180°		0	+10	+3
225°		0	-5	-5
270°		-20	-5	-10
315°		-15	-5	-12
真円度		20	30	15

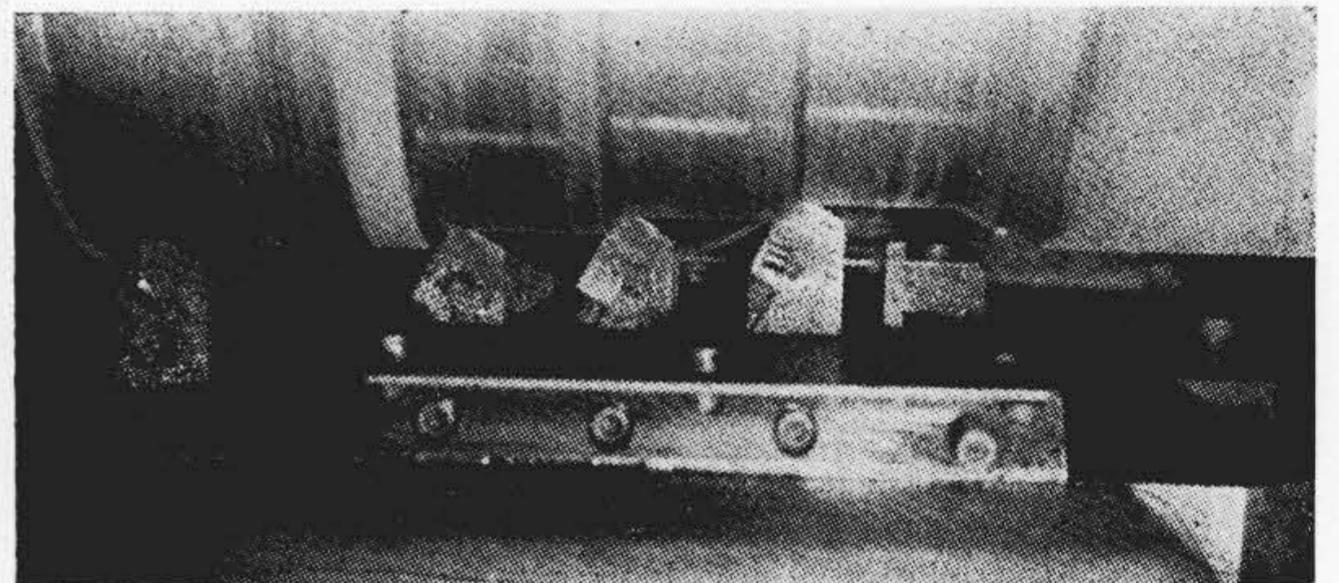
においてはその切削抵抗が当初予想していた値よりも幾分か低く、また主軸、刃物台、心押台などの振動増加はさして認められず、したがって刃物の性能が向上するなら

第7表 種々の切削条件における消費動力  
Table 7. Power Consumption at Various Cutting Conditions

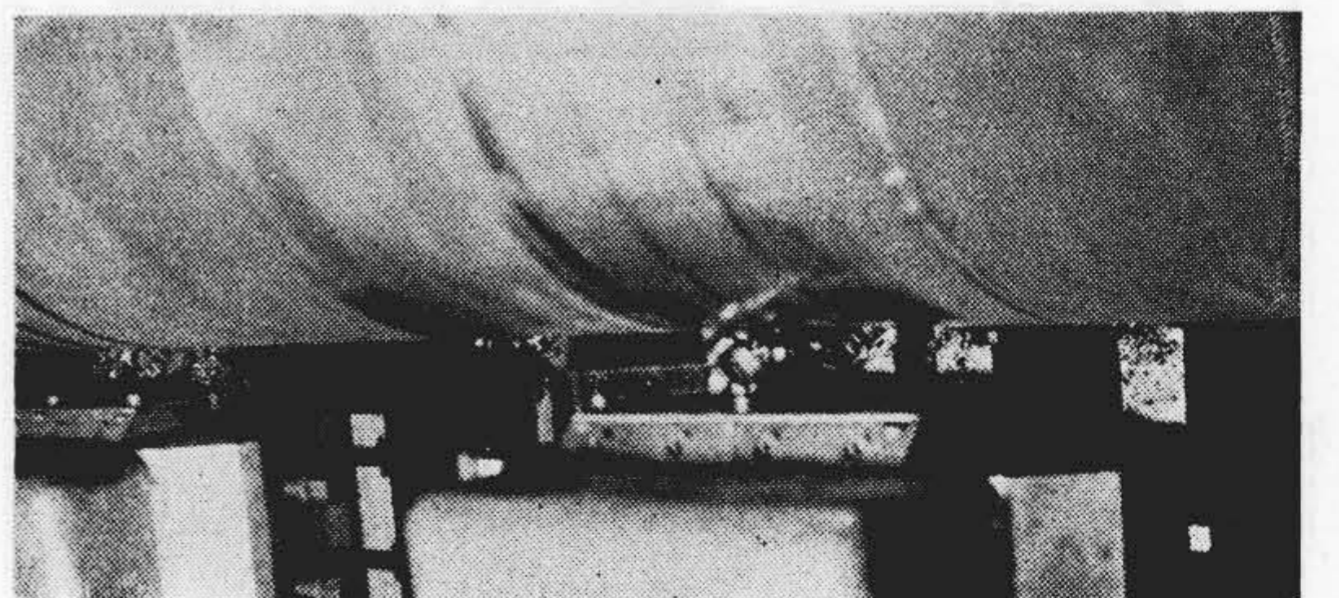
No.	ロール硬度 ジョア	バイト の数	送り (mm)	平均切込 (mm)	総切削面積 (mm <sup>2</sup> )	平均 切削速度 (m/min)	消費動力 (kW)
1	60°	4	2	5	40	25	50.4
2	40°~45°	4	2	9.5	76	31	65
3	40°~45°	8	1.5	9	108	30	72



第12図 切削工具の形状  
Fig. 12. Cutting Tools



第13図 頸部切削  
Fig. 13. Turning of Journal



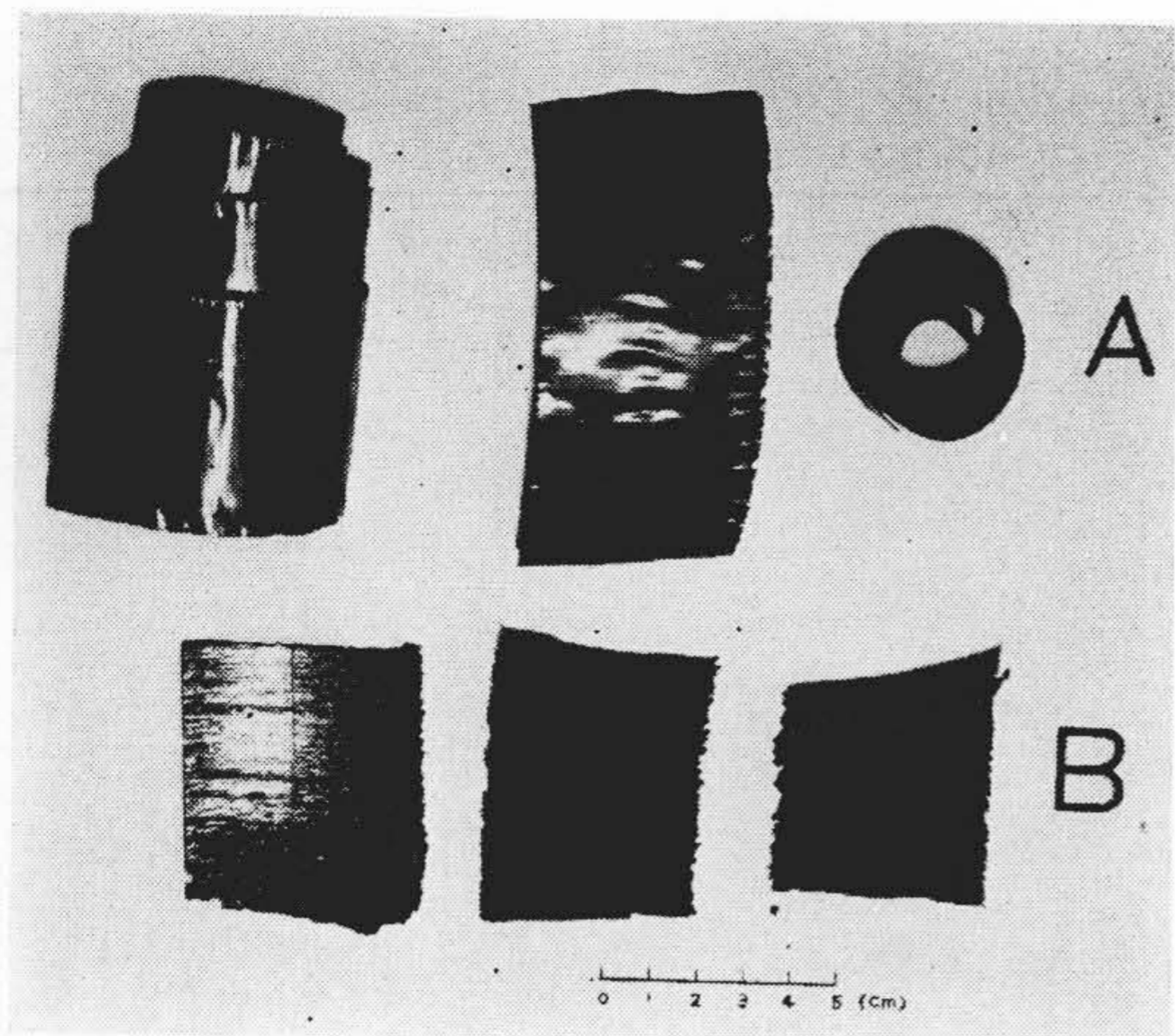
第14図 胴部切削  
Fig. 14. Turning of Barrel

ば、さらに重切削が可能であることがわかった。

第13図、第14図はそれぞれ頸部切削、胴部切削の状況を示し、第15図はその切屑を示すものである。

〔VI〕 結 言

以上本機の仕様決定の経緯から各部の構造性能などにつき述べたが、結論として設計製作上各部にとり入れた



第15図 切屑  
 A.....胴部 > S.H. 75°  
 B.....頸部 > S.H. 45°  
 Fig. 15. Chips  
 A...Barrel > S.H. 75°  
 B...Journal > S.H. 45°

新しい考え方はそれぞれの目的を果すことができ、その規模、性能において世界的水準に達する重切削ロール旋盤を製作することができた。われわれは本機の設計製作の過程においてえられた幾多の体験を基礎にして、さらに高性能のロール旋盤を製作しよう努力をかさねるつもりである。

終りに本機製作に当り、使用者の立場より種々御意見をあたえられた日立製作所若松工場および電気品を担当された日立製作所日立工場、亀戸工場に深甚なる謝意を表するしだいである。

参考文献

- (1) Wannen-Walzendrehbank, Model W 60
- (2) Stahl und Eisen September 1952

訂正

本誌 Vol 38, No. 6 (1956-6) に掲載「キルド鋼塊の凝固組織に関する研究〔I〕」の論文中に下記のような誤がありましたのでここに訂正致します。

読者諸賢に御迷惑おかけ致しましたことを深くお詫びいたします。

—編集部—

正誤表

訂正箇所	誤	正
P. 858 上15行	Kは0.344	Kは0.0344
" 上16行	それは0.927	それは0.0927
" 下8行	第一双曲線の	第一抛物線の
" 下7行	0.874	0.0874
" "	第二双曲線の	第二抛物線の
" 下6行	1.539で	0.1539で
P. 859 第12図	K=0.344	K=0.0344
" "	K=0.927	K=0.0927
" 第13図	K=0.814	K=0.0874
" "	K=1.539	K=0.1539
" 第3表	Mold Radio	Mold Ratio
" "	0.854	0.0854
" "	0.927	0.0927
" "	0.927	0.0927

P. 862 第24図は第28図と写真のみ交換すること。

**小型堅牢!**

**新型**

**日立モートルポンプ**

**用途**  
 農業用・一般鋳工業用  
 土木建築工事用  
 病院・アパート等の自家水道用

**日立製作所**

**視界を拡大する**

**日立**

**工業用テレビジョン装置**

**電話機・交換機**

**日立製作所**