

2. 4 旋削工程の現状と改善案

今後の改善事項を要約すると以下のようになる。

- (1) 旋削工程で不良率が高いのは前工程（鍛造）の精度がよくないことに起因している所が大きい。
- (2) 現状設備の保全体制、品質管理体制を強化すること。
- (3) ツールレイアウト（加工工程）の見直しを行なうこと。
- (4) NC旋盤の導入は鍛造品精度が改善され、バイトの寿命向上等の見通しが立った段階で導入すべきである。

旋削設備は6軸自動旋盤18台、油圧ならい旋盤他 164台がある。NC旋盤はない。

持台数は1人、1台持ちで手動で製品の脱着を行なっている。

現状の問題点としては下記項目がある。

(1) 薄肉品は旋削工程で変形が出やすい。

真円度不良対策としてテーパーローラーベアリングの外輪は全数、ラジアルボールベアリングの薄肉品は外径生研をかけている。

また、ラジアル品は全数、テーパー品は一部について幅面の生研を行なっている。

(1) 設備は、6軸自動盤、油圧ならい旋盤とも良い設備を設置しており、先進国の方法と余り変わらない。

最近先進国では、NC旋盤が導入されつつあるがまだ油圧ならい旋盤も多く使用されている。

設備保全を計画的にさらに強力に推進することが重要である。

また、どの加工工程、どの機械で不良発生率が高いというデータにもとづく管理が不十分と思われ今後は統計的データに基づいた設備保全が是非とも必要である。

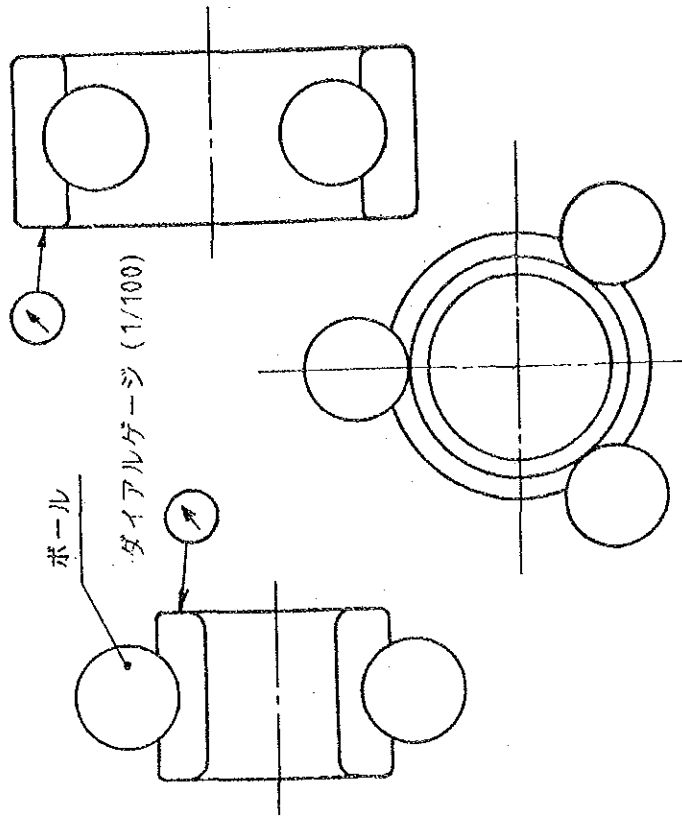
薄肉品は鍛造品精度の影響が大きく、鍛造品の歪みを改善する必要がある。冷間サイジングは鍛造品を焼鈍、ショット後金型に圧入し外径の真円度を矯正する方法で通常行なわれている対策の1つである。

<p>(2) 鍛造品精度が旋削加工精度に大きく影響している。 旋削取代は先進国に比べて1m/100程度多い上に偏肉や歪が発生すれば旋削時にバイトに異常に負荷がかかり、製品精度やバイト寿命に悪影響を与える。</p> <p>(3) バイト寿命が短い。 バイトの研磨は写真のように手どき方式であり精度確認は模範台せにより行っている。 バイトの精度向上が必要である。</p>	<p>(2) 前工程の影響は大きく、鍛造品の精度を改善することが重要である。 但し、鍛造品精度もすぐには改善できなため、必要に応じて加工工程を見直し、特に精度が問題となっている工程や取代が多い工程については、荒削り、仕上削りの2回加工等の検討が必要である。 また、前述した様に外輪やラジアルボールベアリング内輪等は外径サイジング加工により鍛造品の精度改善を計る。</p> <p>(3) 超硬バイトチップの採用が望ましいが、バイトの精度確認として投影器で拡大し精度を保証する方式が望ましい。 バイト研磨治具として、角度、R等研磨しやすく、精度が出しやすい治具を製作する。</p>
---	--

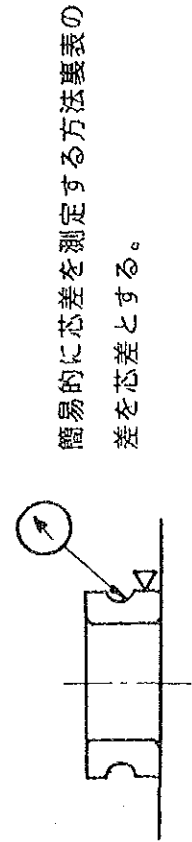
(4) 測定器および測定方法

- ラジアルボールベアリングの芯差測定は極値ゲージでの当りで判定しているが、ダイヤルゲージ方式で定量的に測定する。

芯差、芯振れ測定方法



幅面に当てたダイヤルゲージの読みを左右の差を芯差、回転して測定した時の最大最小の差を芯振れとする。

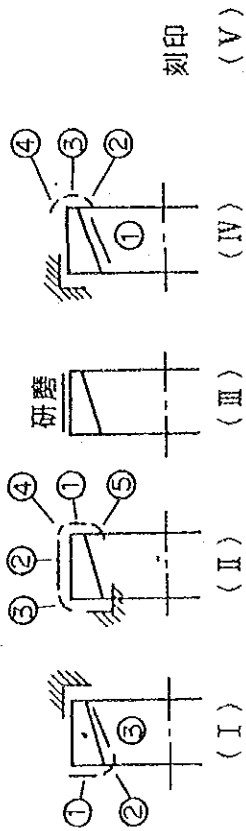


簡易的に芯差を測定する方法裏表の差を芯差とする。

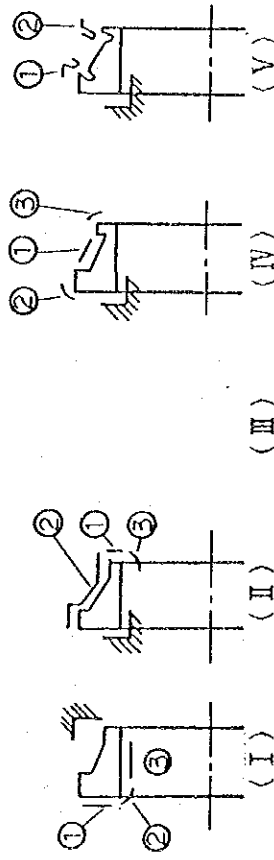
<p>ー チャンプアア、シールミゾ、ボール溝曲率等の測定は正確に測定するのは非常に困難である。現状模範による測定は先進国でも現在採用されている。</p> <p>ー その他の測定方法については、先進国と同様であり大差はない。</p> <p>ー 測定器のダイヤルゲージ等は有効期限を設け精度確認を行う必要がある。</p> <p>(5) 作業図面、作業標準、検査成績記録作業者が正しく作業を行なうために必要な図面、標準、検査記録等現場にわかり易く表示する必要はあるがほとんど表示されていない。</p>	<p>ごく最近日本ではフォーコムコーダーで形状測定を行なう方式を徐々に拡大しつつある。</p> <p>製品の要求品質が高まるのに応じて、より正確に精度保証が必要になればフォーコムコーダーの導入を検討することが望ましい。</p> <p>フォーコムコーダーは測定しようとする製品の部分に触針を当て、倍率を数十倍に拡大して形状を記録させる装置である。</p> <p>(5) 作業者が 100%良品を作り込むためにも標準類を徹底して守らせ、測定結果を記録させるようにし責任をもたせるようにしないと良くなっていかないと考えられる。</p>
---	--

ツールレイアウト

(1) テーパーローラーベアリング外輪



(2) テーパーローラーベアリング内輪

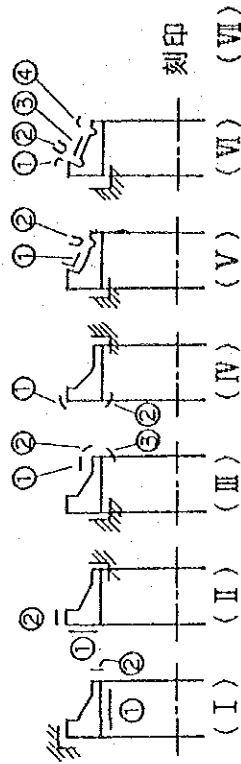
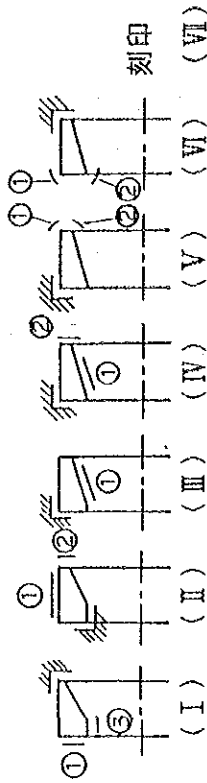


はチャック基準面を示す

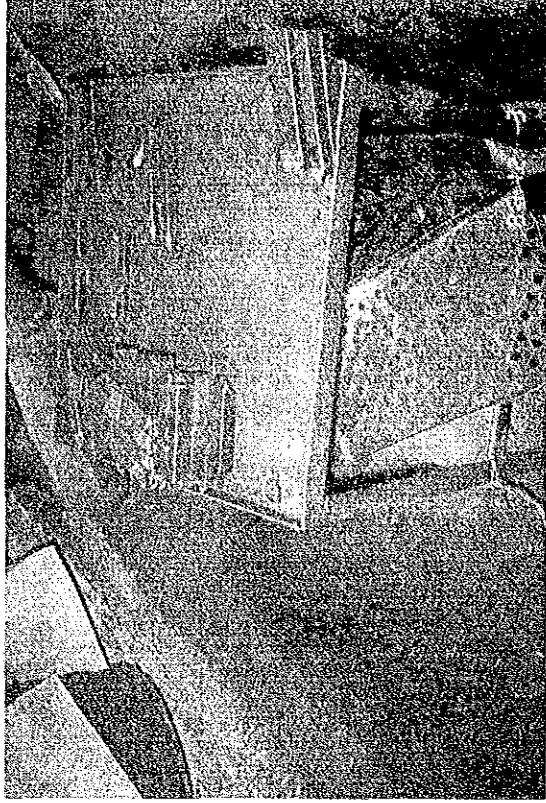
①～④バイトによる切削加工順序を示す。

— 機械配置はライン化されておらず1台1人で作業し各工程の能力バランスが悪く、仕掛品在庫も当然多くなる。

ツールレイアウト (先進国)



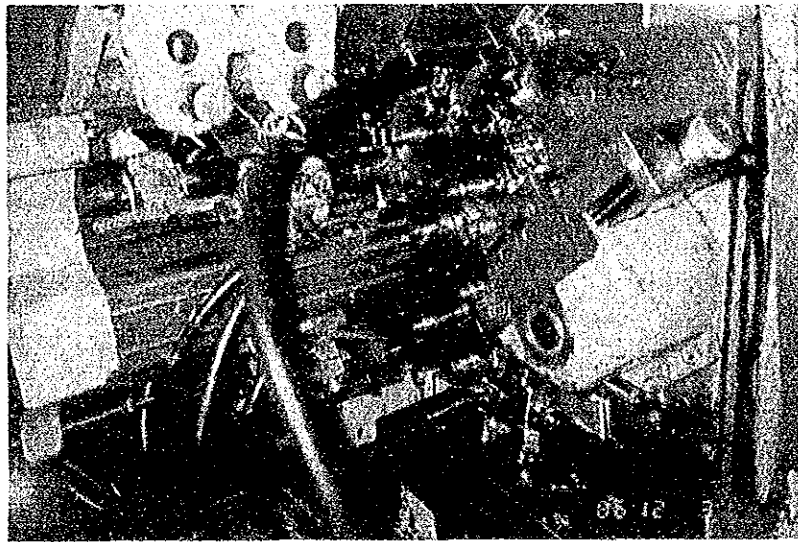
機械台数を多くし、各工程の能力バランスをとりシユート搬送によりライン化されており6台で1人の作業者である。



写 2.4.2
バイト



写 2.4.1
バイト研磨作業状態



写 2.4.3

6軸自動旋盤



写 2.4.4

2スライド油圧ならい旋盤

NC旋削

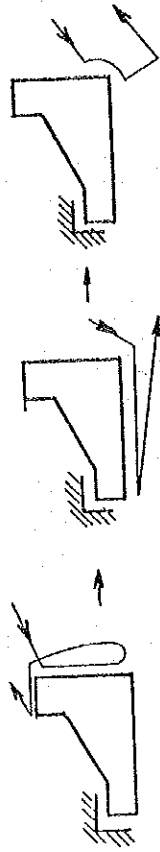
NC旋盤導入の希望があるが下記理由により、第2ステップとして検討するのが妥当と考える。

- 1) 鍛造品の精度向上が必要
- 2) バイトは超硬チップの使用が必要でバイトの精度保証が重要である。
- 3) 複雑な形状（テーパローラーベアリング内輪など）で精度が厳しいもの、また製品サイズが比較的大きいものに有利である。
- 4) 設備費が高価である。

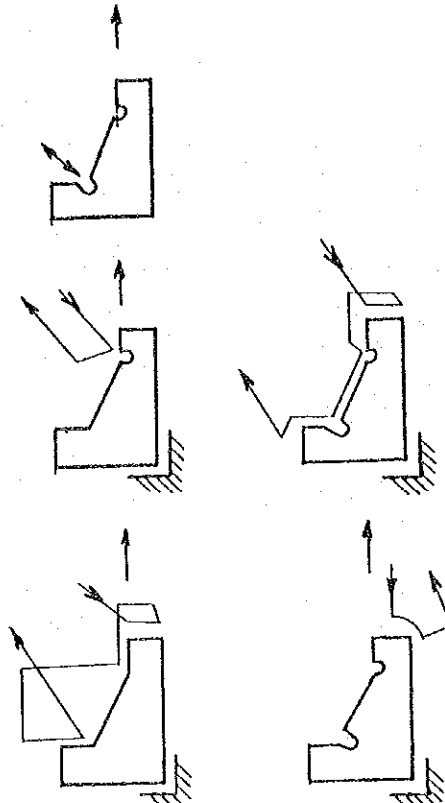
NC旋削加工方式（参考）

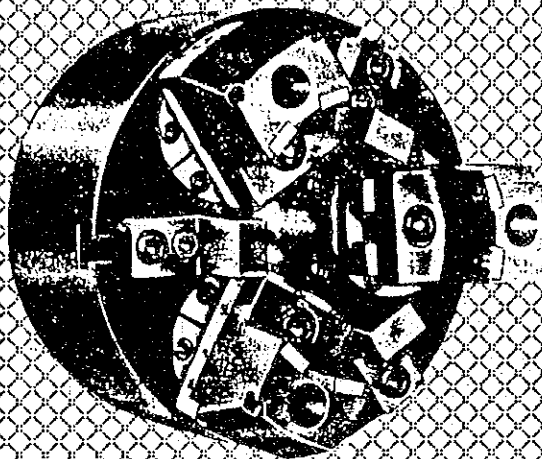
テーパローラーベアリング外輪の例

(1) 1台で次の3工程を行なう

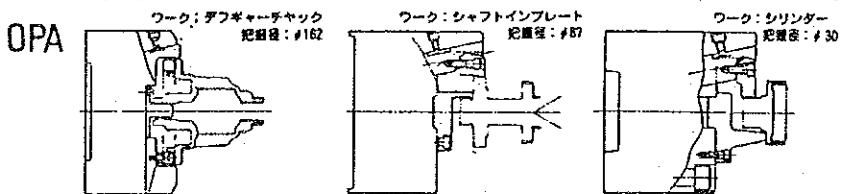
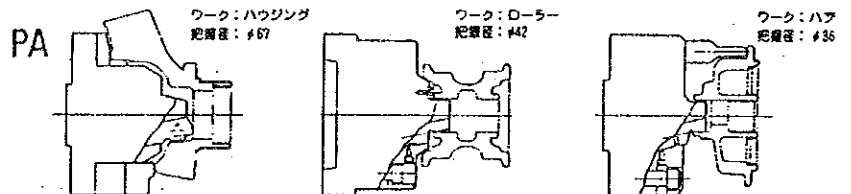
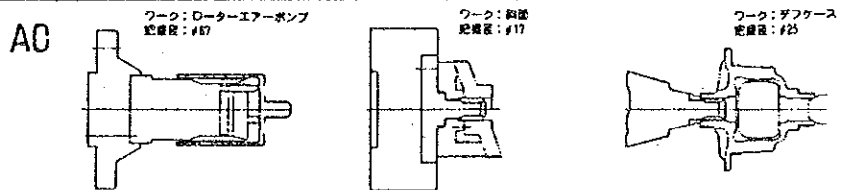
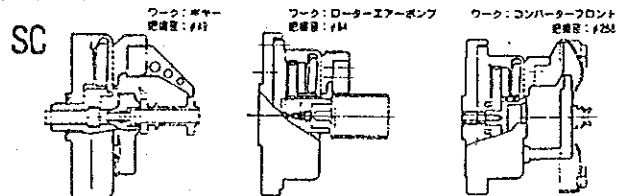
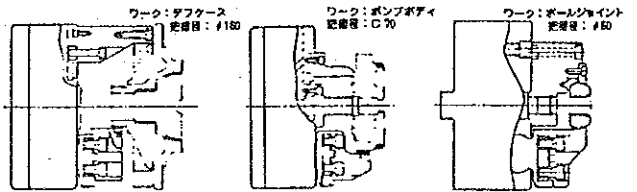
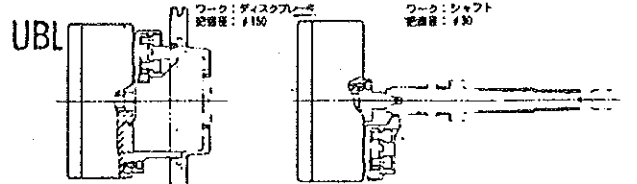


(2) 次の1台で下記5工程を行なう

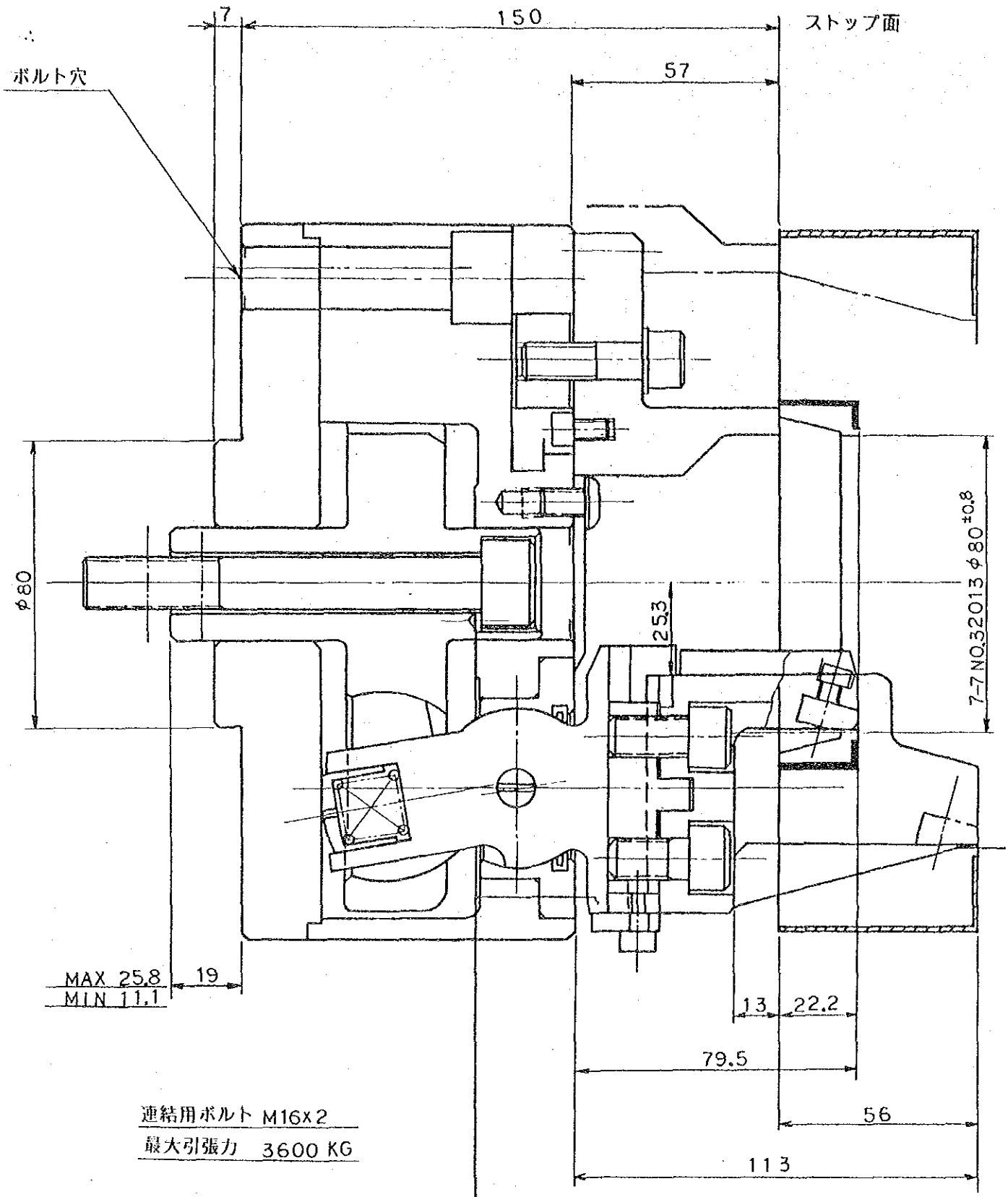




**FIRST IN WORK-HOLDING
WORLD-WIDE**



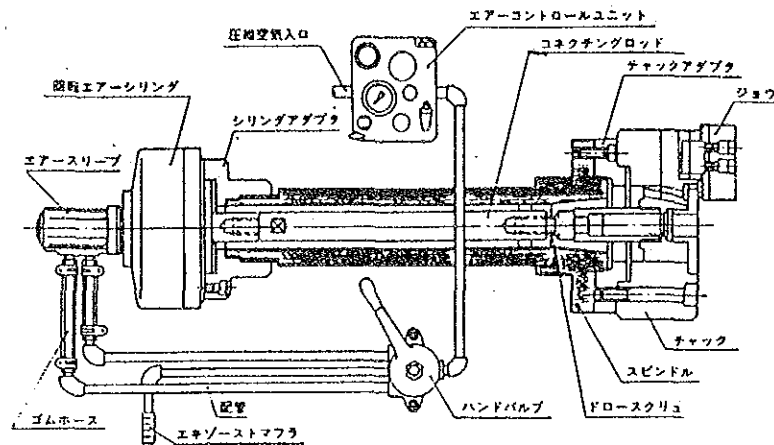
旋削用チャック構造図



● パワーチャックの構成

● パワーチャックは下図に示すようにチャック、回転シリンダ、切換弁、圧力制御機器の4部分により構成されています。スピンドルの前部にはチャックを、後部には回転シリンダを取付け、両者はたがいにコネクティングロッド（コネクティングパイプ）で連結されており、圧縮空気や圧油は圧力制御機器と切換弁を通して回転シリンダに供給されます。

エアチャック

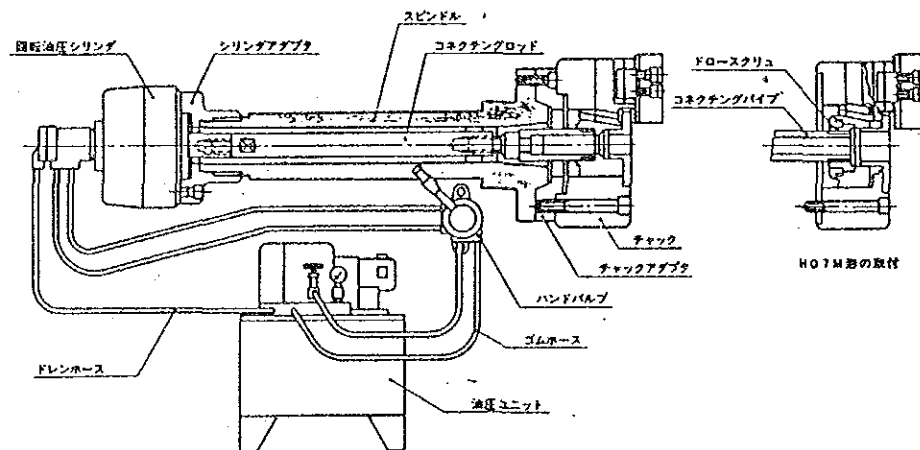


● 回転シリンダ内のピストンの左行、右行の運動と出力は回転シリンダとチャックを連結しているコネクティングロッド（コネクティングパイプ）を経てチャックに伝達されます。

このピストンの運動と出力は換またはクランクにより増力されると同時にハ握爪の開閉運動とハ握力になります。

● 圧縮空気はエアコントロールユニットに入り、空圧フィルタを通過して浄化され圧力調整弁で必要な使用空気圧に減圧されます。この圧力は圧力計の指針に示され、さらに潤滑油を伴って切換弁に入ります。

油圧チャック



● 切換弁はエアコントロールユニットより送入された圧縮空気を回転シリンダ内のピストンの右または左側へ導入すると同時に左または右側の空気を大気中に排出します。

● 油圧ポンプユニットで浄化、調圧された圧油は切換弁を経て回転シリンダに入り、戻り油はタンクに還元されます。

● 油圧シリンダはエアシリンダと異なりドレンを排出しますので、ドレンポートとタンクはビニールチューブなどで接続してください。

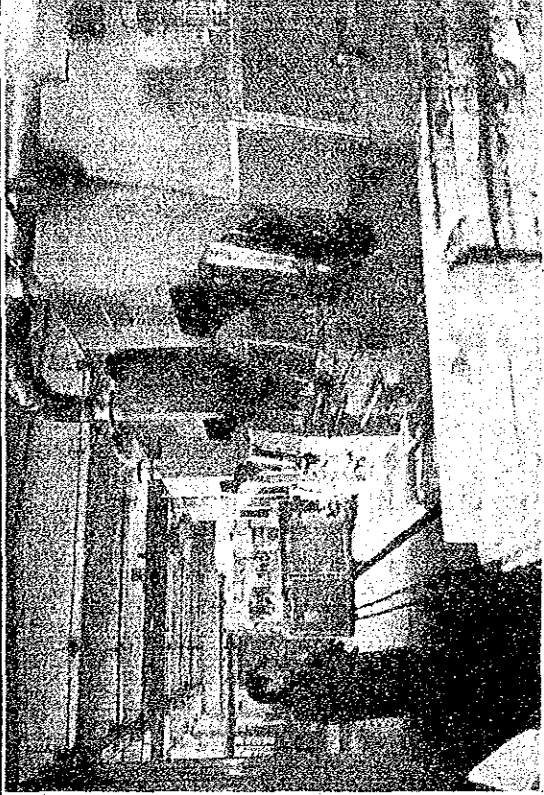
2. 5 熱処理工程の現状と改善案

今後の改善事項を要約すると以下のようになる。

- (1) 外径φ 100～φ 180のテーパーローラーベアリングおよびラジアルボールベアリングの外輪についてはプレス焼入装置を導入し、焼入歪みの発生を少くする。
- (2) 現在保有している無酸化雰囲気ガス炉を活用する。
- (3) 現状の酸化雰囲気炉を改造し、窒素ガス雰囲気炉にすることにより生産量の増加に対応する。
- (4) 焼入油を焼入性の良い油に変更する。

2.5.1 無酸化雰囲気ガス炉の活用

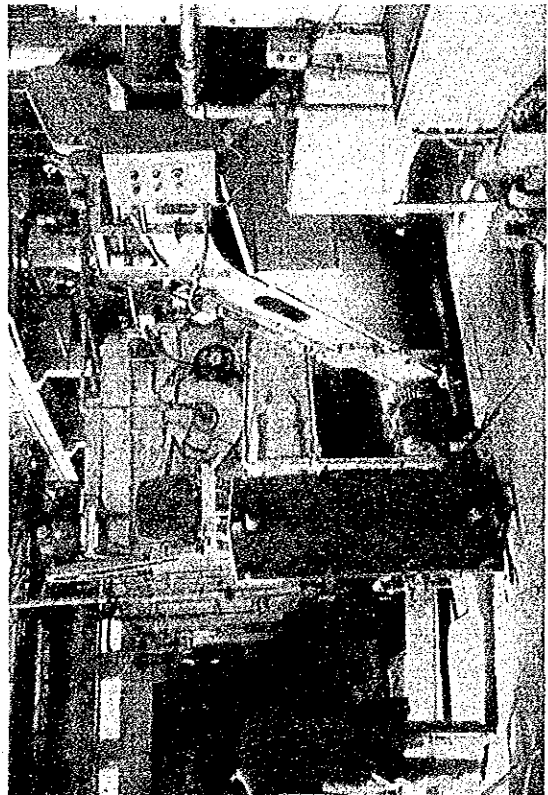
現 状 及 び 問 題 点	改 善 案															
<p>(1) 無酸化雰囲気ガス炉の現状設置設備</p> <p>バッチ式焼入炉 5基 オリエンタルエンジニアリング (東方炉)</p> <p>レトルト型焼入焼戻炉 1基 東洋炉工業㈱</p> <p>ベルト型焼入焼戻炉 1基 "</p> <p>(2) 上記設備の能力</p> <table border="1" data-bbox="858 1303 1133 2004"> <thead> <tr> <th>炉</th> <th>焼入能力</th> <th>浸炭能力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バッチ炉</td> <td>453トン/月5基</td> <td>(22トン/1基)</td> </tr> <tr> <td>ベルト型炉</td> <td>80トン/月1基</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>レトルト型炉</td> <td>98トン/月1基</td> <td>(40トン/月1基)</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>631トン/月</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>レトルト炉はローラー、ボールの焼入用である。</p>	炉	焼入能力	浸炭能力	バッチ炉	453トン/月5基	(22トン/1基)	ベルト型炉	80トン/月1基	—	レトルト型炉	98トン/月1基	(40トン/月1基)	計	631トン/月		<p>(1) 1982年に導入された雰囲気ガス炉があるが、あまり使用されていない。ガスの供給が悪いという事情もあるが、フルに稼動することが先決問題である。</p> <p>無酸化雰囲気炉の能力</p> <p>— バッチ炉 $350\text{Kg}/2.5\text{H} \times 24\text{H}/\text{日} \times 30\text{日}/\text{月} \times 5\text{基} \times 0.9 = 453\text{トン}/\text{月}$</p> <p>— ベルト式炉 $140\text{Kg}/\text{H} \times 24\text{H}/\text{日} \times 30\text{日}/\text{月} \times 0.8 = 80.6\text{トン}/\text{月}$</p> <p>稼働率はそれぞれ90%、80%とみる。</p> <p>内外輪を焼入する場合の能力は合計 533トン/月</p> <p>— レトルト炉の能力</p> <p>焼入れのみの場合</p> <p>$170\text{Kg}/\text{H} \times 24\text{H}/\text{日} \times 30\text{日}/\text{月} \times 0.8 = 98\text{トン}/\text{月}$</p> <p>浸炭の場合</p> <p>$70\text{Kg}/\text{H} \times 24\text{H}/\text{日} \times 30\text{日}/\text{月} \times 0.8 = 40\text{トン}/\text{月}$</p> <p>— バッチ炉で浸炭の場合の1基当り能力</p> <p>$350\text{Kg}/10\text{H} \times 24\text{H}/\text{日} \times 30\text{日}/\text{月} \times 1\text{基} \times 0.9 = 22\text{トン}/\text{月}$</p>
炉	焼入能力	浸炭能力														
バッチ炉	453トン/月5基	(22トン/1基)														
ベルト型炉	80トン/月1基	—														
レトルト型炉	98トン/月1基	(40トン/月1基)														
計	631トン/月															



写 2.5.1 オリエンタルエンジニアリングのバッチ炉



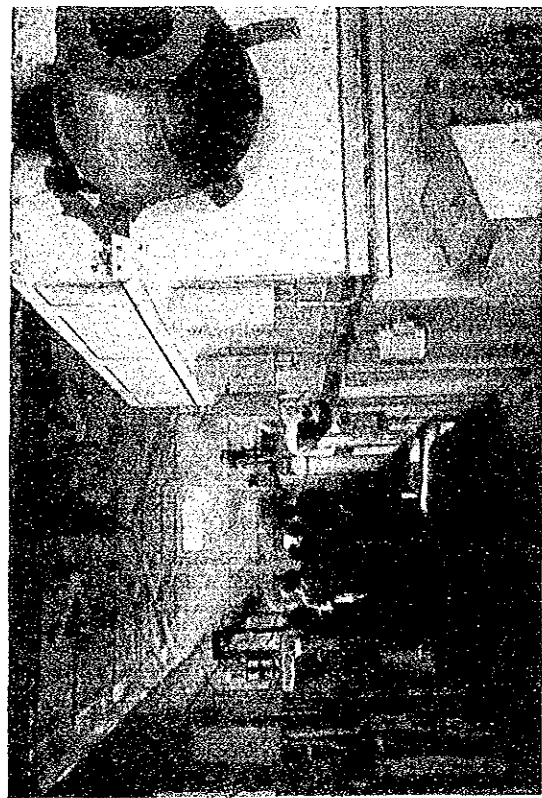
写 2.5.2 ベルト型連続焼入焼戻炉 (東洋炉製)



写 2.5.3 レトルト型焼入焼戻炉 (東洋炉製)



写 2.5.4 委冊気ガスなしのベルト型連続炉入口部



写 2.5.6 ボール、ローラー用レトリート型焼戻炉



写 2.5.5 取出部と油槽



写 2.5.7 同左 焼戻炉出口部

(3) 1986年の熱処理生産状況

内外輸（ローラー、ボールを除く）

焼入 340ㄲ/月

浸炭 20 " 合計 360ㄲ/月

- 浸炭はバッチ炉5基中の1基で処理可能である。
- 焼入 340ㄲについては、能力上はバッチ炉とベルト型炉で十分余力がある。
- 従って、この秀曲気ガス炉を十分活用すべきである。
- 無酸化炉の活用に対しては、ガスの入手及び後述する焼入油の入手が是非とも必要であり、これなくして実現は不可能である。

2.5.2 現状焼入炉の焼入焼戻製品の顕微鏡組織を現物を持ち帰り調査した。

詳細は 2.5.4 節を参照されたい。

2.5.3 現状炉の改造

現状では、無酸化雰囲気炉を活用すれば改造の必要はないが、1990年の1,600万個/年計画に対しては、現設置炉の無酸化改造を行ない、設備の有効活用を検討すべきである。

脱炭量は 0.05 ㎥～0.07 ㎥発生しており、割れ、研削時の加工変形、及び研削取代の増加など悪影響を及ぼすので無酸化焼入は今後の品質向上対策には是非とも実施が必要である。

また、製品の表面にスケールが付着し、光輝性が悪く完成品まで落ちずに残っている。ベアリングの音響に悪影響を及ぼすことになる。

窒素ガス発生機は設備費が高価となるが、安全性の面から採用することが望ましい。RXガスの場合は可燃性ガスで炉内に空気が入ると危険である。

脱炭量を0にするには窒素ガス発生機で発生された窒素ガス中に含まれる微量の酸素を除去するために水素ガスを若干添加することが必要である。

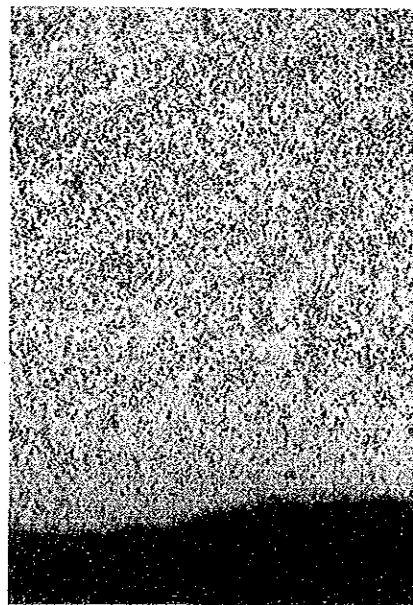
また、炉内雰囲気を攪拌するためのファンを天井に取付けるよう改造する必要がある。

2.5.4 裏陽軸承のテーパローラーベアリング

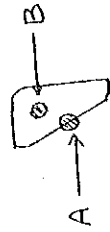
外輪の焼戻後の顕微鏡組織調査

試料No. 1

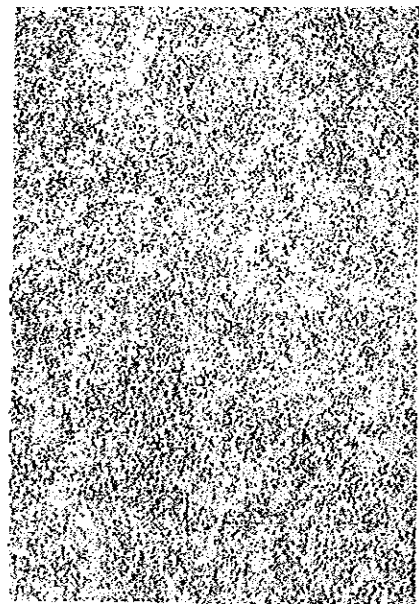
- ・ 脱炭は $0.07 \sim 0.08\text{m}/\text{m}$ 発生している。
- ・ 炭化物の溶け込みがやや不足しており、微少ベーターナイトの発生が認められる。



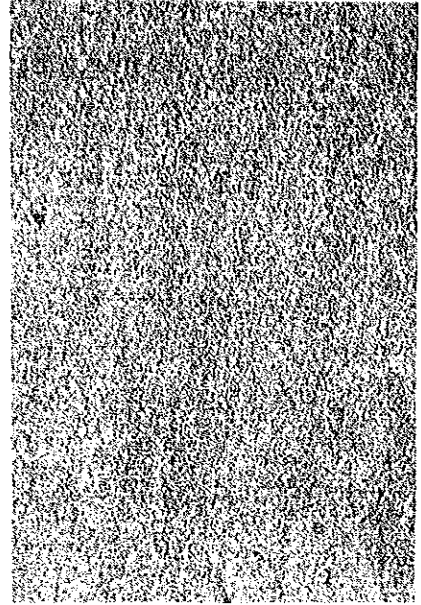
表面部 (A) × 400



内部 (B) × 100

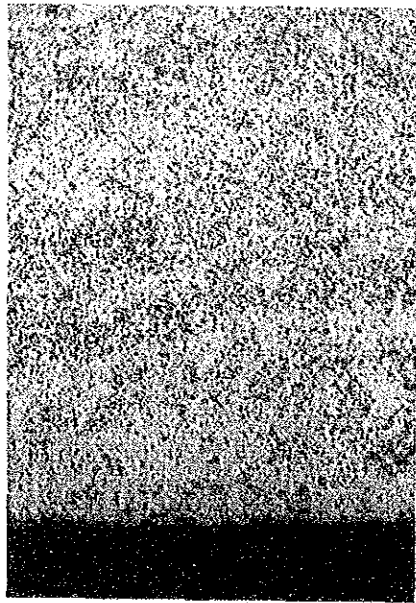


内部 (B) × 400

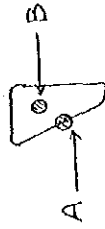


試料No. 2

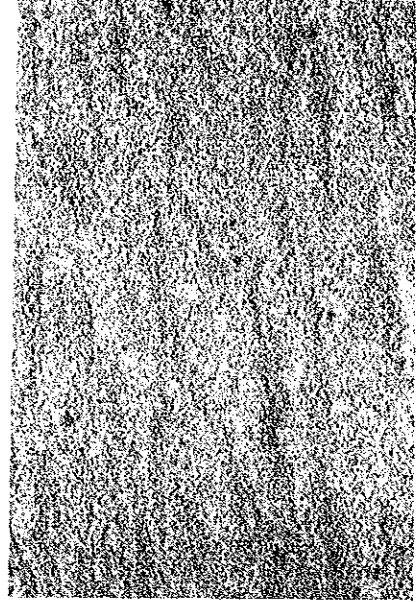
- 脱炭は試料No. 1と同様 0.07 ~ 0.08m/m発生している。
- 強い織状偏析が認められる。



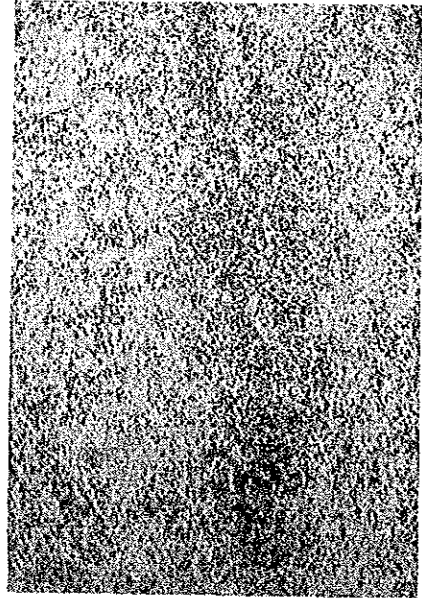
表面部 (A) × 400



内部 (B) × 100



内部 (B) × 400



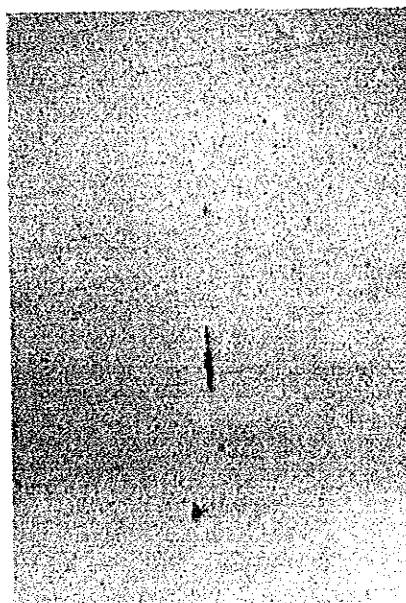
非金属介在物 (試料No. 2)

A系の非金属介在物が認められるが、ごく少量である。

A系 0.016%

B+C系 0

A系介在物 × 400



A系介在物 × 400



2.5.5 焼入変形

現状及び問題点	改善案
<p>(1) 焼入変形の発生が多く、全体では20～30%変形の修正が必要である。</p> <p>(2) 変形発生のため研削取代も多くつれており、研削工程に負荷がかかり能率を悪くしている。 また、加工変形の原因となっている。</p> <p>(3) 焼入油の焼入性が非常に悪く変形が多量に発生する原因となっている。(後述)</p>	<p>先進国での焼入方式</p> <p>(1) テーパーローラーベアリングは浸炭鋼が殆んどであり、浸炭時に変形が発生しやすいので、浸炭後プレス焼入を行ない変形を防止する方法をとっている。(外輪外径40mm以上)</p> <p>(2) ラジアルボールベアリングは軸受鋼であり、φ 140以下の製品は東洋炉と同形式のベルト式連続炉を使用し、焼入焼戻後変形自動選別を行ない変形が規格外の手ものは手修正する。 φ 140以上はプレス焼入方式である。</p> <p>一 改善の方針</p> <p>(1) 焼入油の改善</p> <p>(2) φ 100～φ 180の製品のプレス焼入による変形防止対策を行ない、研削効率の大幅な向上を計る。</p>

現 状 及 び 問 題 点	改 善 案																																																																																		
<p>(1) 焼入油の分析 焼入油の種類はマシン油 10#, 20#を主として使用している。 そのほかに下記油を使用。</p> <p>油 性 状 表 (現在使用中の焼入油)</p> <table border="1" data-bbox="638 1209 1292 1993"> <thead> <tr> <th>項 目</th> <th>10#</th> <th>20#</th> <th>PZ-1</th> <th>PZ-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>粘 度 50°C CST</td> <td>7~13</td> <td>17~23</td> <td>19~25</td> <td>(40 °C) 26</td> </tr> <tr> <td>酸 価 mgKOH/g</td> <td>0.14</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>凝 点 °C</td> <td>-15</td> <td>-15</td> <td>-10</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>引火点 °C</td> <td>165</td> <td>170</td> <td>170</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>水 分 %</td> <td>なし</td> <td>なし</td> <td>なし</td> <td>なし</td> </tr> <tr> <td>残 炭 %</td> <td>0.15</td> <td>0.15</td> <td>—</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>冷却性能特性温度°C</td> <td>(460)</td> <td>(520)</td> <td>560</td> <td>580</td> </tr> <tr> <td>特 温 秒</td> <td>(6.5)</td> <td>(4.2)</td> <td>4.5</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>800°C → 400°C 秒</td> <td>(6.7)</td> <td>(5.0)</td> <td>5.0</td> <td>4.9</td> </tr> <tr> <td>800°C → 300°C 秒</td> <td>(9.0)</td> <td>(10.0)</td> <td>6.0</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>() 内数値は先進国のマシン油の分析値を参考として記入したものである。</p>	項 目	10#	20#	PZ-1	PZ-2	粘 度 50°C CST	7~13	17~23	19~25	(40 °C) 26	酸 価 mgKOH/g	0.14	0.16	0.20	0.10	凝 点 °C	-15	-15	-10	—	引火点 °C	165	170	170	170	水 分 %	なし	なし	なし	なし	残 炭 %	0.15	0.15	—	0.40	冷却性能特性温度°C	(460)	(520)	560	580	特 温 秒	(6.5)	(4.2)	4.5	—	800°C → 400°C 秒	(6.7)	(5.0)	5.0	4.9	800°C → 300°C 秒	(9.0)	(10.0)	6.0	—	<p>(1) 上海中国輸承厂で使用されている焼入油は先進国のホットクエンチオイルを見本に作られたものであり入手可能であり是非採用することが望ましい。</p> <table border="1" data-bbox="638 313 1292 1120"> <thead> <tr> <th></th> <th>ホットクエンチオイル</th> <th>中国製焼入油</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>粘 度 100°C CST</td> <td>5.4~9.0</td> <td>10.88</td> </tr> <tr> <td>引火点 °C</td> <td>200°C以上</td> <td>238</td> </tr> <tr> <td>水 分 %</td> <td>0.0以下</td> <td>TF</td> </tr> <tr> <td>残 炭 %</td> <td></td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>冷却性能特性温度°C</td> <td>550</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>特 温 秒</td> <td>3.3</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>800°C → 400°C 秒</td> <td>3.9</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>800°C → 300°C 秒</td> <td>9.2</td> <td>6.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>焼入冷却曲線から見て判るようにマシン油 10#, 20#の焼入性はホットクエンチオイルに比べ著しく悪い。</p>		ホットクエンチオイル	中国製焼入油	粘 度 100°C CST	5.4~9.0	10.88	引火点 °C	200°C以上	238	水 分 %	0.0以下	TF	残 炭 %		0.58	冷却性能特性温度°C	550	600	特 温 秒	3.3	2.7	800°C → 400°C 秒	3.9	3.6	800°C → 300°C 秒	9.2	6.3
項 目	10#	20#	PZ-1	PZ-2																																																																															
粘 度 50°C CST	7~13	17~23	19~25	(40 °C) 26																																																																															
酸 価 mgKOH/g	0.14	0.16	0.20	0.10																																																																															
凝 点 °C	-15	-15	-10	—																																																																															
引火点 °C	165	170	170	170																																																																															
水 分 %	なし	なし	なし	なし																																																																															
残 炭 %	0.15	0.15	—	0.40																																																																															
冷却性能特性温度°C	(460)	(520)	560	580																																																																															
特 温 秒	(6.5)	(4.2)	4.5	—																																																																															
800°C → 400°C 秒	(6.7)	(5.0)	5.0	4.9																																																																															
800°C → 300°C 秒	(9.0)	(10.0)	6.0	—																																																																															
	ホットクエンチオイル	中国製焼入油																																																																																	
粘 度 100°C CST	5.4~9.0	10.88																																																																																	
引火点 °C	200°C以上	238																																																																																	
水 分 %	0.0以下	TF																																																																																	
残 炭 %		0.58																																																																																	
冷却性能特性温度°C	550	600																																																																																	
特 温 秒	3.3	2.7																																																																																	
800°C → 400°C 秒	3.9	3.6																																																																																	
800°C → 300°C 秒	9.2	6.3																																																																																	

(2) 現在使用中の焼入油機械油 10#および 20#は先進国の機械油の 10#、20#と性状がよく似ているので、先進国の機械油について焼入冷却曲線を調査した。(資料添付)
 焼入冷却曲線から判断して機械油は焼入性が悪く特に機械油 10#は著しく悪いといえる。
 焼入カタサ不良による再焼入、ベナーナイト組織および焼入歪み等はこの焼入油の性能が大きく影響している。

(2) 焼入油の紹介

上海 中国輸承厂で使用した焼入油は、先進国で現在使用されている油に目標として製造されたものでありよく改良されている。

参考のため焼入油メーカーと連絡先を付記する。

焼入油メーカー：上海潤滑油厂

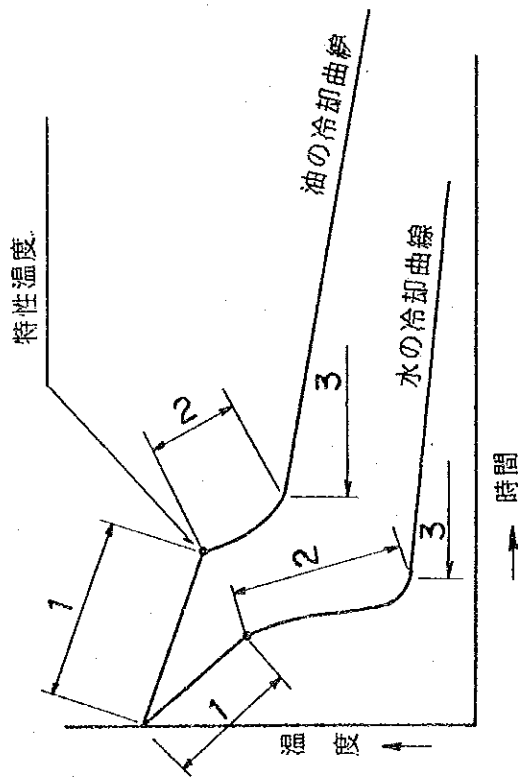
連絡先：同上 石油商品研究室 俞天鴻

上海魯班路 776号

(3) 焼入油の冷却曲線

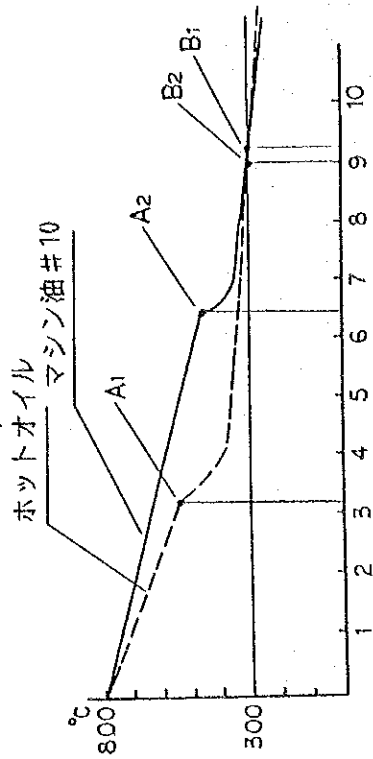
焼入油の冷却性能の改善には、図に示すようにマルテンサイト変態点の温度(約 300°C)までは早く冷却し、ベナーナイト発生を防止する必要がある。さらに、焼入歪みを防止するためには、300°C近辺をできるだけゆっくり、均一に冷却することが重要でこのような条件に焼入油を近づけることが必要である。

参考（冷却曲線解説）



- 1: 蒸気膜段階
- 2: 沸騰段階
- 3: 対流段階

水は焼きが入り易いが、割れや歪が出やすく、油は焼きが入りにくいが歪は少ない傾向である。
 一般に、液体による冷却能は液体の蒸気圧、沸点、表面張力粘度などが大きい程小さくなる。



A: 蒸気膜終止温度（800℃からA点までが蒸気膜段階）

B: 300℃到達点（マルテンサイト変態温度）

機械油とホットオイル（先進国で現在使用中のもの）を比較すれば、機械油は蒸気膜段階が非常に長く、冷却に時間がかかることが判る。従って冷却ムラが発生し、焼入カタサ不足、歪が発生しやすい油であるといえる。

上図は焼入油温度がいずれも80℃で比較したもので、ホットオイルを100℃、マシン油を60℃で使用した場合の両者の差はさらに大きく現われる。

2.6 テーパーベアリング研削及組立工程の現状と改善案

今後の改善事項要約

(1) 研削工程、組立工程共ライン化されていないため工程間に仕掛在庫が多くあり、

- ① 仕掛在庫減少
- ② 異品混入対策
- ③ 安全対策

の3点よりとりあえず1ラインのライン化を実施し、以後順次横拡げしてゆく必要がある。

(2) 研削工程では

- ① 真円度管理 ダイヤルゲージ → タリロンド (×10,000)
- ② 母線管理 限度見本 → 粗サ計 (×2,000)
- ③ 粗サ管理 目視 → 粗サ計 (×10,000)

と測定精度向上を計ると共に下記の見直しをおこなう必要がある。

- ① 幅工程研削精度向上 (現状機械の見直しで能力的には十分である)
- ② ツバ研削機改造
- ③ 超仕上機導入による粗サ向上対策

(3) 組立工程では下記の3項目を入れた半自動組立ラインを1ライン購入し、品質及安全対策を実施する。

- ① コロ抜けチェッカー
- ② 半自動プレス (プレス点に作業者が手を入れない方式とする)
- ③ 組幅チェッカー

2.6.1 幅研削工程精度及能力の向上

現 状 及 び 問 題 点	改 善 案
<p>(1) 外輪幅研削精度調査結果は下記表の通りで、幅寸法精度ではバラツキが大きく、幅不同では規格に対してはバラツキが少なく見えるがシュエー研削の基準面としての精度を満足するためには、平均値で 2～3μm 以内に精度UPする必要があり、今後はタリロンド管理による研削条件見直しが課題となる。(倍率× 2,000)</p>	<p>(1) 研削砥石の構造 現状加工方法では砥石目づまり等により、本来の研削性能を十分に出していていると思われない。φ 500の砥石に対して中央にφ 20のクーラント穴があいているだけで、砥石外周部の研削負荷も最も大きい所に十分にクーラントがかかかっていない、砥石フレンジが砥石の構造を改造する事により本来の研削性能を引き出す必要有。</p>

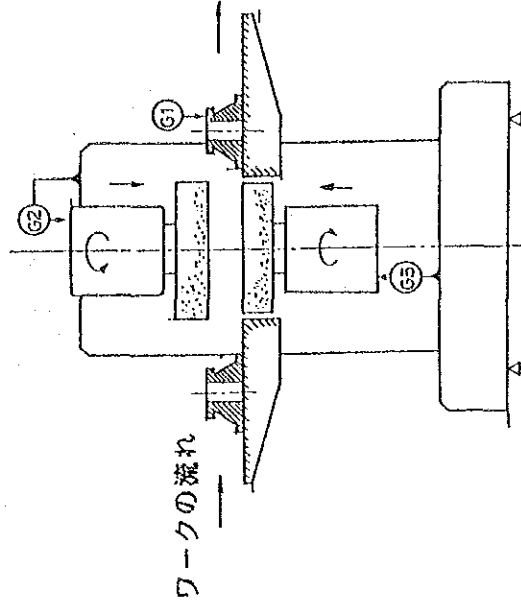
表 2.6.1 7815E1 外輪幅研削精度

	幅 寸 法 (45 ⁻⁰ -0.150)	幅 不 同 (12μm 以下)
平均 値	-64.2	7.1
σ n-1	26.5	1.5

(2) 両頭研削盤

外径φ80以上のワークに対しては、現状の研削盤では能力不足である。

φ 500mmの砥石を、φ 760mm (30インチ相当) 以上……出来ればφ 910mm……の砥石が設置可能な研削盤の購入が必要。又それにより砥石軸の電動機容量は37kw~75kw必要と判断する。現状設備の有効利用により、1990年末の生産目標は達成出来るが第2ステップ以降として堅型両頭研削盤の購入を検討されればさらに能力向上につながる。



基本仕様としては以下の4点が必要条件と考えます。

- ① 上下砥石台がμm単位の自動微送り可能な構造
- ② 自動ドレス機能を持ち、砥石表面状態を安定出来る事
- ③ オンゲージ化により研削位置自動修正システム
- ④ 出入口の超硬チップ付のガイド取付 (ガイド摩擦対策)

2.6.2 外径研削工程精度及能力向上

現 状 及 び 問 題 点	改 善 案						
<p>(1) 外輪外径研削工程調査結果は表 2.6.2と図 2.6.1のタリロンドの通りである。</p> <p>表 2.6.2 7815E1 外輪外径研削精度 ($n=30$)</p> <table border="1" data-bbox="673 1424 1026 1957"> <thead> <tr> <th>外径寸法 ($\phi 135^{+0.001}$) ($5\mu\text{m}$ 以下)</th> <th>外径真円度 ($5\mu\text{m}$ 以下)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均値 - 7.87 μm</td> <td>2.83 μm</td> </tr> <tr> <td>σ n-1 3.51 μm</td> <td>0.87 μm</td> </tr> </tbody> </table> <p>外径寸法バラツキ原因は、仕上砥石損耗量の補正不足であり、外径真円度不良原因は芯高設定不良と砥石バランスが考えられる。</p>	外径寸法 ($\phi 135^{+0.001}$) ($5\mu\text{m}$ 以下)	外径真円度 ($5\mu\text{m}$ 以下)	平均値 - 7.87 μm	2.83 μm	σ n-1 3.51 μm	0.87 μm	<p>(1) 外輪外径寸法バラツキ対策 研削条件は現行標準通りで良いと判断するが、1)仕上研削時の砥石補正の標準化、2)連続研削時ワークとワークの間にスキマが出来ない事等、基本的な作業ポイントを記入した作業標準書を機械横に掲示する必要がある。</p> <p>(2) 外輪外径真円度対策 (含、精度安定対策) 基本的には1)芯高角、2)ワーク総回転数、3)研削あたり、4)研削砥石バランス、5)研削砥石切れ味 (砥石スペース、ドレズロード) 等の標準化を進めてゆく必要があり、特に外径真円度は外溝真円度に転写されるためタリロンドによる真円度管理が必要 (次頁参照)</p> <p>……倍率$\times 10,000$</p>
外径寸法 ($\phi 135^{+0.001}$) ($5\mu\text{m}$ 以下)	外径真円度 ($5\mu\text{m}$ 以下)						
平均値 - 7.87 μm	2.83 μm						
σ n-1 3.51 μm	0.87 μm						

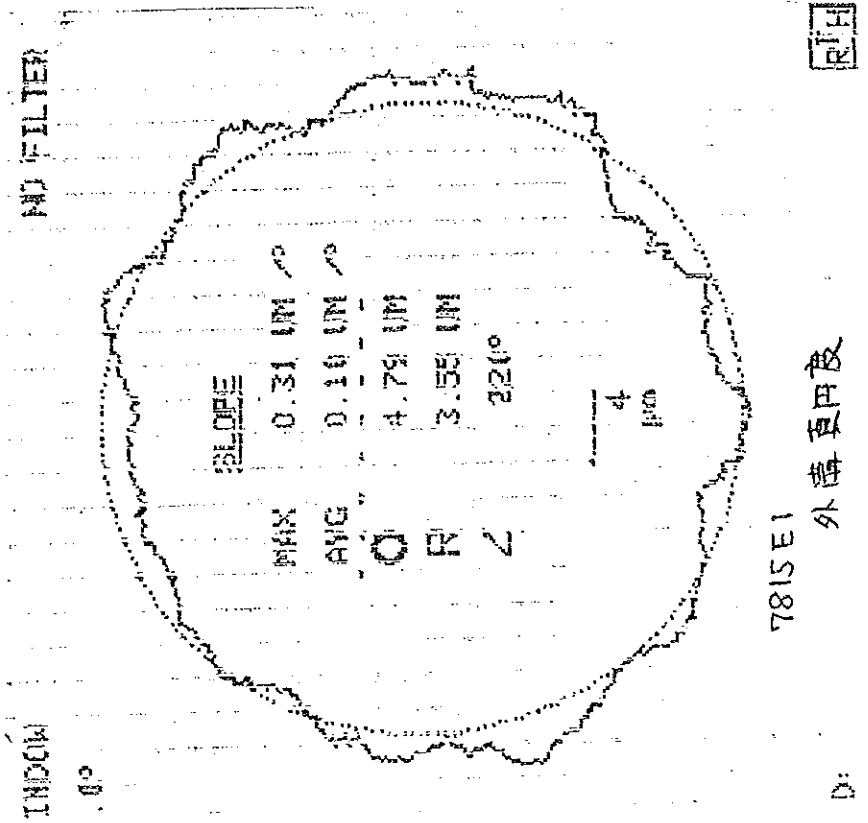
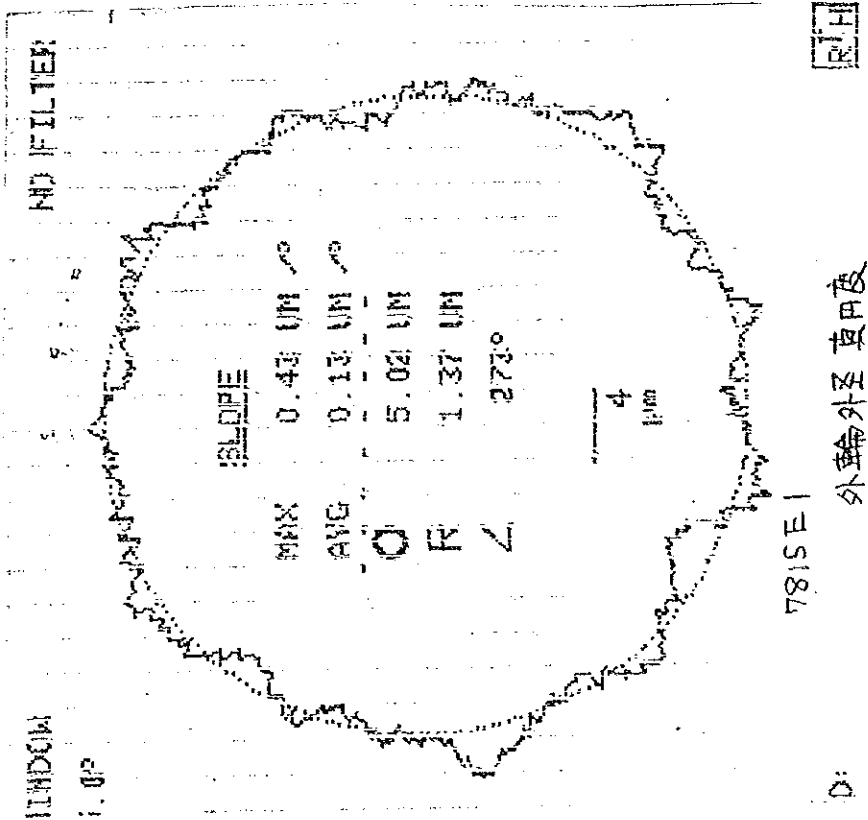
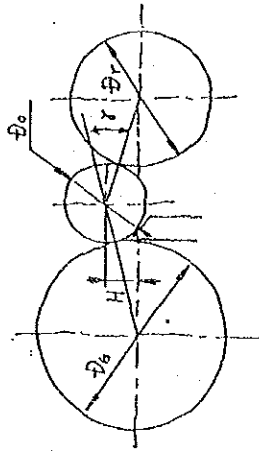


図 2.6.1 7815E1 外輪外径真円度と外溝真円度タリロンド
(共に11角の歪角)

1) 芯高角標準化による真円度対策

センタレス研削で一般に良く知られている事ではあるが、①基準面が取りにくい、②砥石径の摩耗による対応が難しい等で標準化が進んでいないが、下図の芯高角 γ を一定する事により、真円度の安定が計れる。



Dg : 研削砥石直径
 Dr : 調整車直径
 D0 : ワーク直径
 γ : 芯高角
 H : 芯高

$$H = \frac{Dg + D0}{2} \sin^{-1} \left\{ \tan^{-1} \frac{(Dr + D0) \sin \gamma}{Dg + D0 + (Dr + D0) \cos \gamma} \right\}$$

図 2.6.2 センタレス研削基本構造

芯高角 γ は、一般的には $7\sim 11^\circ$ 程度と言われており、肉薄品では γ を大きくする等言われているが、センタレスで発生する種々の角数には危険区隙と安定区隙が隣合せにあり芯高Hを 0.1mm 単位で読み取れる様芯高ゲージを取り付ける事、研削砥石径及調整車径を容易に測定出来る様にフランジ基準面の見直しが必要である。

(図 2.6.3センタレス芯高測定方法略図を参照。)

2)ワーク総回転数標準化

研削盤の振動及床より伝わる振動がなく、砥石が正常な研削作業をしていて、2-1)の芯高角が安定領域内であればワーク総回転数が多い程真円度は良くなる。

FRONT

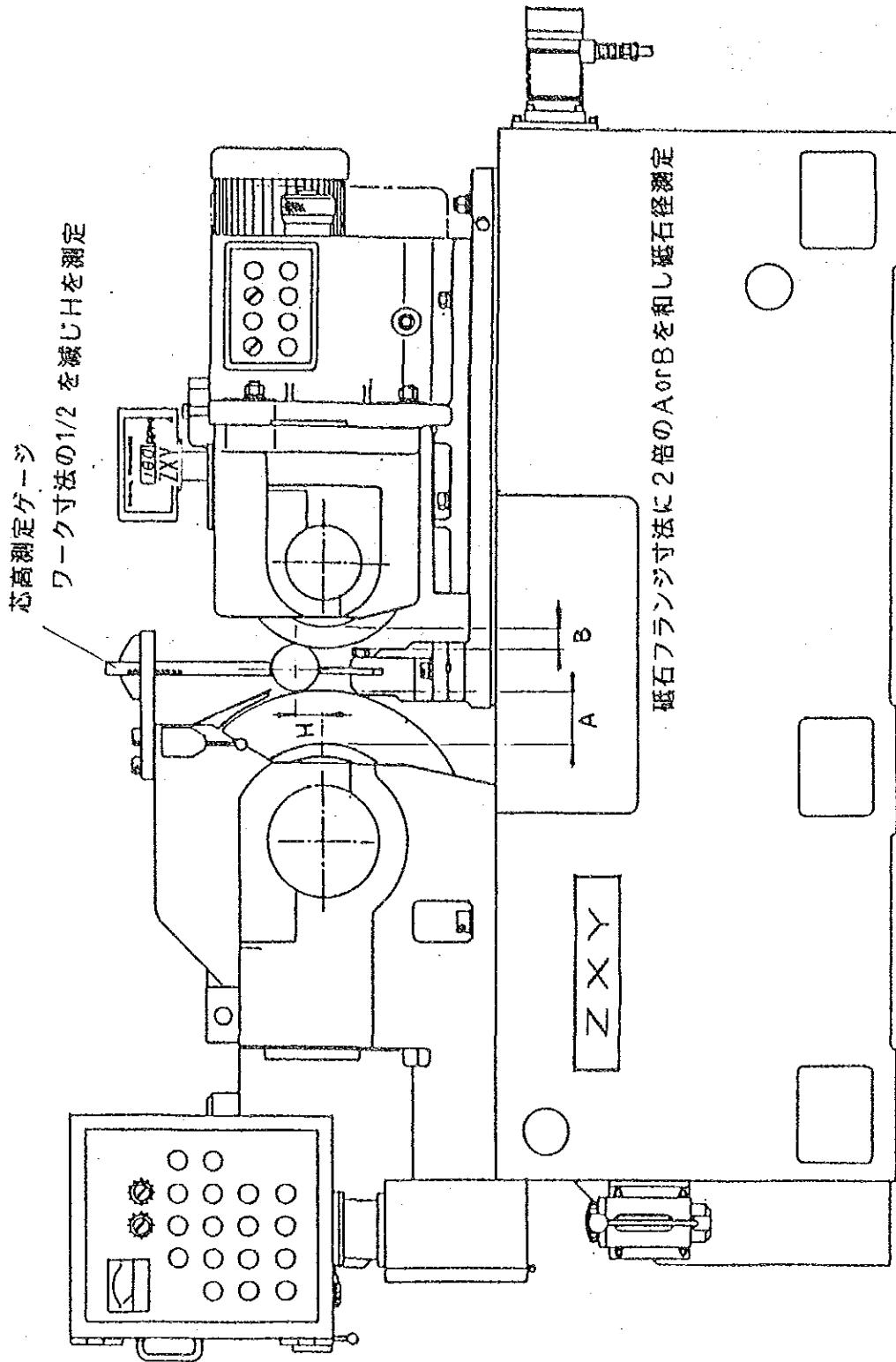


図 2.6.3 センタレス芯高測定方法略図 (含 磁石径測定)

実際には、各種振動ワーク剛性等により、下図の様にワーク総回転数を増やしても真円度が良くなる領域がある。よって現在の研削砥石の性能より1パス当りの最大取代を設定し必要ワーク総回転数より通し回数を決定する。

$$(参) \quad \text{ワーク総回転数} = \frac{Bg}{\pi \times D_0 \times \sin \theta} \times (\text{通し回数})$$

Bg : 研削砥石幅

D₀ : ワーク直径

θ : 調整車傾け角

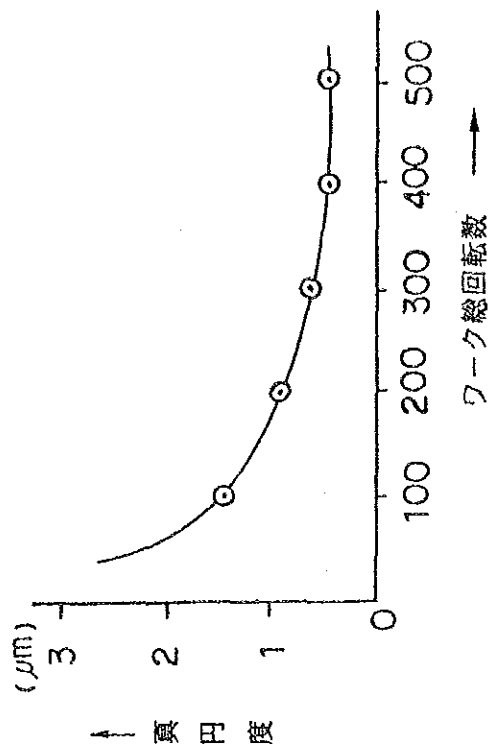


図 2.6.4 ワーク総回転数と真円度

3) 研削あたり標準化

前記1)、2)では砥石径方向の標準化と、砥石幅全面での研削と前提で話を進めて来たが、実際には『入口当り』、『出口当り』等の研削あたりが加工精度に大きく影響する。一般には荒研削時で均一あたり、仕上研削時で前あたりにする。以上の条件を安定させるためには、調整車の傾け角・ツルージング角度等の標準化が必要となる。

4) 砥石バランス

研削砥石の回転数とワークの回転数比が整数比となるとワークにその整数比が写り真円度不良となる。真円度要求レベルは図面規格を満足していれば良いというものではなく、後工程の研削方法を検討要素に入れて管理基準を作る必要がある。通常は振動計を用いて砥石切込方向で 1.5～2μm 以内のバランス出しをしていけば十分と判断する。

5) 研削砥石切れ味標準化 (含 クーラント)

研削に関する周辺条件の設定標準化が終れば、研削砥石本来の性能をいかに引き出すかがポイントとなる。まず現状の砥石性能を判断する手法として

- ① ピンチアウト量比較（同じ取代水準で研削砥石軸と調整車のたわみ量を調べる……切れ味比較）
- ② ピンチアウト調査時の研削動力測定……砥石軸電動機の負荷測定
- 等がある。（ピンチアウト測定方法は次頁参照願います）
- 又研削条件向上対策として上記の①②項の手法を利用し、①砥石パツクの見直し（砥石切れ味向上）、②ドレス条件見直し、③その他研削条件見直し等を実施する事により、センタレス外研削精度安定化が可能となる。

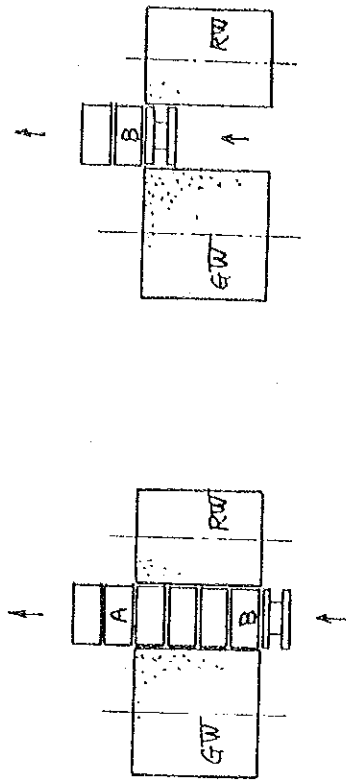


図 2.6.5 ワークの流れ図

ワークA：連続研削中（GM幅内に） ワークB：最終ワーク
 総てワークが入っている状態の最終ワーク

ピンチアウト測定方法：ワークAとワークBの寸法を測定し、最大
 負荷時と最小負荷時の砥石軸の開き量を測定する。
 （ワークAのかわりにワークA以前に研削したワークを
 使用しても良いが、砥石損耗量の関係より出来るだけ
 ワークAを使用する事）

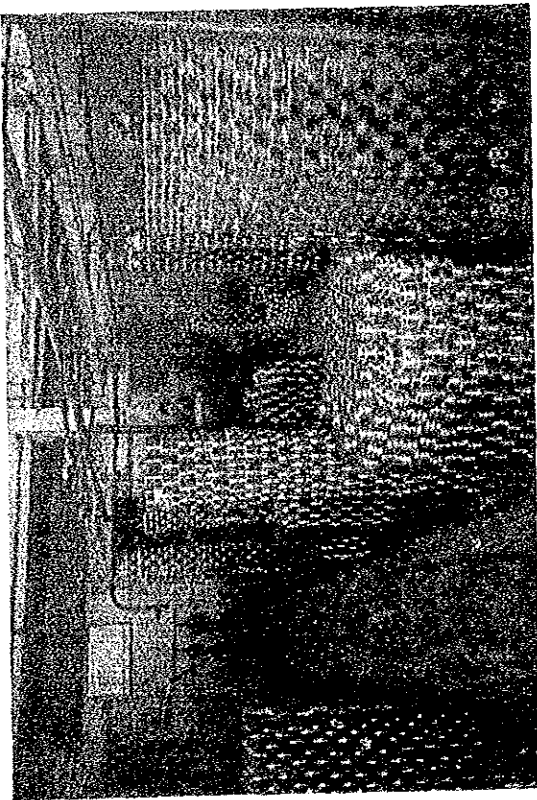
(2) センタレス研削盤の能力

1990年末の生産量目標値を達成するためには、センタレス研削盤を2台補充する必要がある。機械の基本仕様は現有機と同じで良いがさらに高能率・高精度に対応する仕様を改善案として提示する。

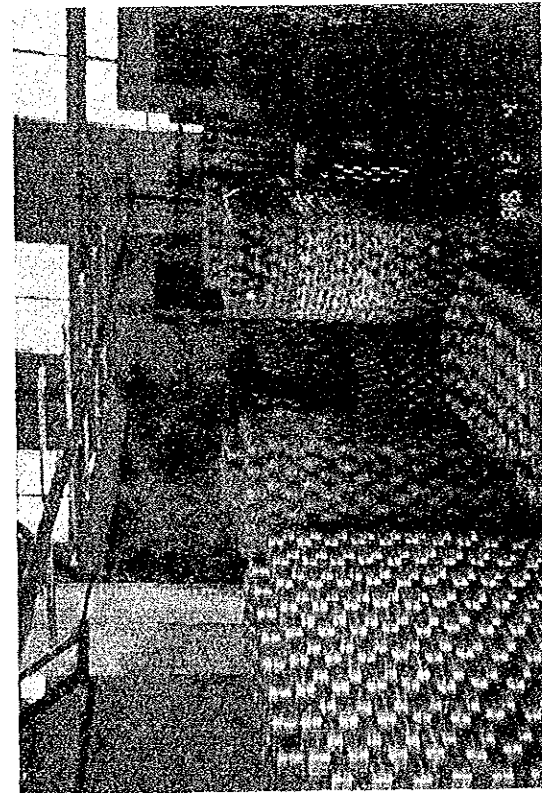
- 1) 砥石軸用電動機容量up (22kw→37kw)
研削能率を向上させるためには、砥石の高周速化と同時に、砥石幅の拡大を考慮する必要がある、そのため電動機容量を大きくする必要がある。
- 2) 荒研削用センタレス研削盤は、研削中ドレスが出来る様な搬送り(1mm 単位の補正)機構付の仕様とする。
この様な対策をとると研削中自動ドレスが可能となり、誰が作業しても安定した品質のセンタレス加工が出来る様になる。
- 3) ナイフエッジ超硬typeへ改造
現在使用されている焼入鋼のナイフエッジでは、摩耗が早くナイフエッジ交換頻度が高いと思われるので超硬typeへの改造を提言する。
- 4) 芯高角を容易にかつ正確に測定出来る様に、精度の良い芯高ゲージを取付ける。

2.6.3 テーパーベアリング研削工程ライン化

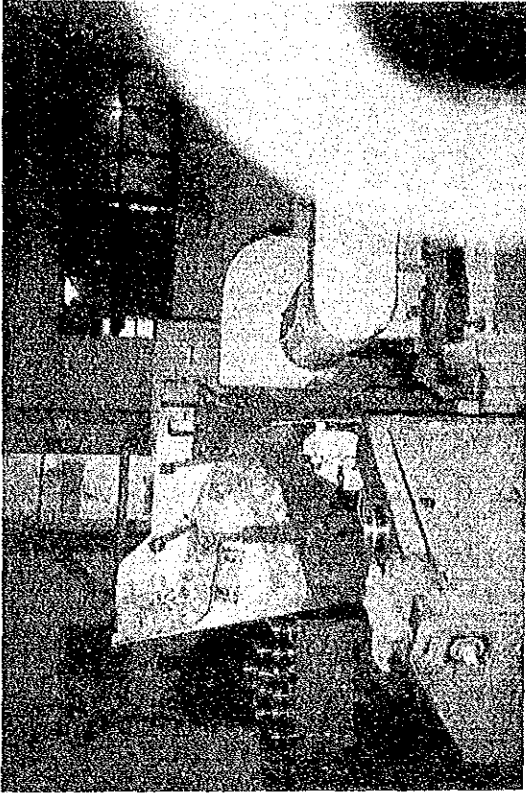
現 状 及 び 問 題 点	改 善 案
<p>(1) 現在のテーパーベアリング研削後工程の機械配置は機種別配置となっており、写真 2.6.1～2.6.4 の様に工程間に仕掛在庫が多くあり効率の良い生産のさまたげとなっている。</p> <p>又1990年末の生産目標達成のためには、現有機を利用して10ラインのライン化が必要で、各工程1台の予備機を持つ事を前提として外輪溝超仕上げ3台、内輪溝超仕上げ10台の新設要し、とりえず1ラインのライン化が最小限必要と考えられる。</p>	<p>(1) ライン化を進めるための基本条件を以下に示す。</p> <p>① 外輪加工時の工程変更</p> <p>図 2.6.5 のように現在の外輪加工工程(A)を、(B)のように変更する必要がある。</p> <p>(A) 外径荒 → 外溝荒 → 外径仕上 → 外溝仕上</p> <p>(B) 外径荒 → 外径仕上 → 外溝荒 → 外溝仕上</p> <p>とする。</p> <p>現在の熱処理状態は脱炭層が多く取代が多いため外溝の2回加工はやむをえないと判断するが、熱処理が改善されれば外溝加工は1台の機械で十分である。</p> <p>工程変更を実施するための問題点としては</p> <p>1) 加工変形、2) 外径シュール疵の2点が考えられる。</p> <p>加工変形は、取代・変形・熱処理条件等研削工程</p>



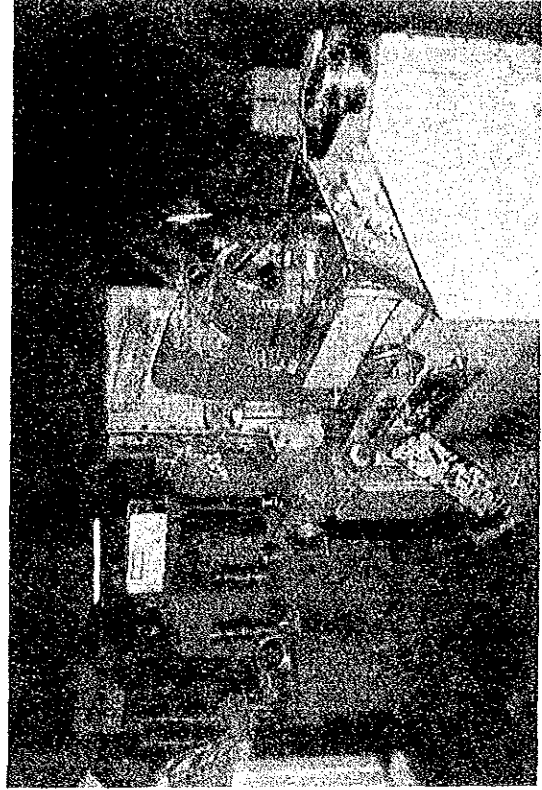
写 2.6.1 半成品防錆ステーションⅠ



写 2.6.3 半成品防錆ステーションⅡ



写 2.6.2 内輪溝研削機

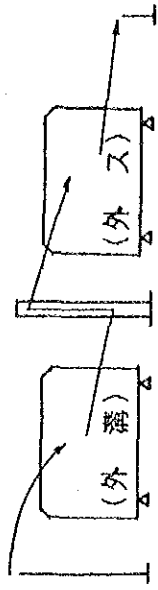


写 2.6.4 内輪内径研削機

だけでは対策出来ない問題であるが、これはタリロンド管理をして初めてわかる現象であり、現在の真円度不良はセクタレスによる真円度不良、幅研によるソリ等が外輪溝真円度に悪影響を与えているものと思える。よって2.6.1、2.6.2 項の対策をおこない、又加工変形対策として熱処理で型焼が実施されれば現在量産されている製品での真円度不良は問題無いと判断する。又シュールー紙に関しては外段取化及びシュールー研削を実施する事により対策可能である。(詳細は2.6.4 外輪溝研削機品質安定対策)

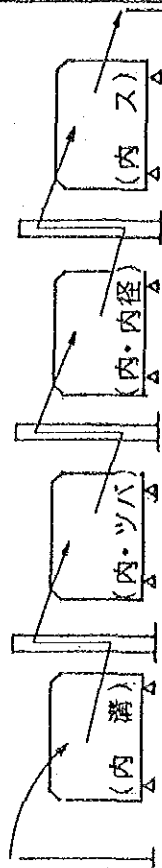
② 工程間の簡易搬送取付

図 2.6.6の様なレイアウトを実施しライン化しても、工程間の搬送が無ければ台車等の容器が必要となり、異品及び未加工品混入が避けられない。よって図 2.6.7の様なレイアウト及び搬送方式の採用を推薦する。



(エレベーター)

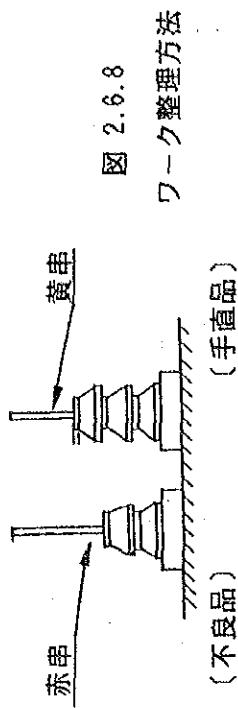
図 2.6.6 外輪ライン



(エレベーター) (エレベーター) (エレベーター)

図 2.6.7 内輪ライン

又、機械間搬送にはストッパーを付け、良品確認後工程にワークを流す様にし、機械間には不要なワークを置かない様徹底し、不良品、手直し品は図 2.6.8の様に串刺しにし良品と区別する。



(2) ライン化後の注意点及び効果

① 工程保証標準の作成と徹底（機械横に作業要領書及び製造図面を提示する。）

ライン化する事によりワークの流れが早くなり、合せ不良は大幅に減少するが工程間のワークストレージが無くなるため、工程能力を十分に把握して作業要領書を作成しなければ、作業者が不良品を後工程に流してしまうので

- i) 製造公差
- ii) ワーク採取頻度及び測定項目
- iii) 不具合発生時の対策方法
- iv) 研削条件表

等を明記した作業要領書と製造図面を機械横の測定台に明記する必要がある。

② 定期保全及び消耗部品の定期交換の徹底

ライン化によりテレコ品等の仕掛在庫は大幅に減少するが各機械が安定稼働しないことには、ライン稼働率が大幅に低下する。(1台の機械が停止するとライン全部停止する)

i) 定期保全の徹底

現在逆に発生したトラブルを集計してユニット毎の部品寿命を調べ、予防保全を実施する。又、保全には全員参加で月1回の保全作業を行うことを提言する。すなわち、作業者が保全に参加する事により、作業者の技術レベルが向上し生産性向上に寄与することになる。

ii) 消耗部品定期交換の徹底

B P、シュュー、ダイヤモンド、プレッシャーロール等の消耗部品は定期交換頻度を明示し、前回誰がいつ交換したかわかる様にライン内に明示する。……誰が見ても消耗部品の定期交換が予定通り実施されている事がわかる様にする。

2.6.4 外輪溝研削機品質安定対策

現 状 及 び 問 題 点	改 善 案								
<p>(1) 7815E1 の外溝寸法バラツキ及び真円度（ダイヤルゲージ測定）は表 2.6.3 の様になっており、真円度の点でダイヤルゲージ測定では規格を満足している様に見えるが図2.6.9 に示すようにタリロンド測定結果ではかなり改善が必要な状態である。</p> <p style="text-align: center;">表 2.6.3 7815E1 外輪溝径研削精度 (n=50)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>溝 径 寸 法</th> <th>溝径真円度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(ϕ 113.079 -0) -0.035</td> <td>(6 μm 以下)</td> </tr> <tr> <td>平 均 値</td> <td>2.74 μm</td> </tr> <tr> <td>σ_{n-1}</td> <td>1.00 μm</td> </tr> </tbody> </table>	溝 径 寸 法	溝径真円度	(ϕ 113.079 -0) -0.035	(6 μm 以下)	平 均 値	2.74 μm	σ_{n-1}	1.00 μm	<p>1) まず寸法バラツキ対策としてゲージ繰返し精度、補正バラツキ等の見直しが必要であり、又、研削条件設定に関して砥石テースト等の実施によりクイルペンディング量がいつも一定となる様な条件設定が必要と考えている。</p> <p>2) 又、真円度対策としては、タリロンドによる段取時及び1日2回の抜き取り検査が必要であり、タリロンドによる真円度管理により研削条件の不具合が分析出来、品質が1ランク向上出来る。</p> <p>今回の診断結果では、外径センタレスの真円度対策により外輪溝真円度の改善が可能である。(倍率×10,000)</p>
溝 径 寸 法	溝径真円度								
(ϕ 113.079 -0) -0.035	(6 μm 以下)								
平 均 値	2.74 μm								
σ_{n-1}	1.00 μm								

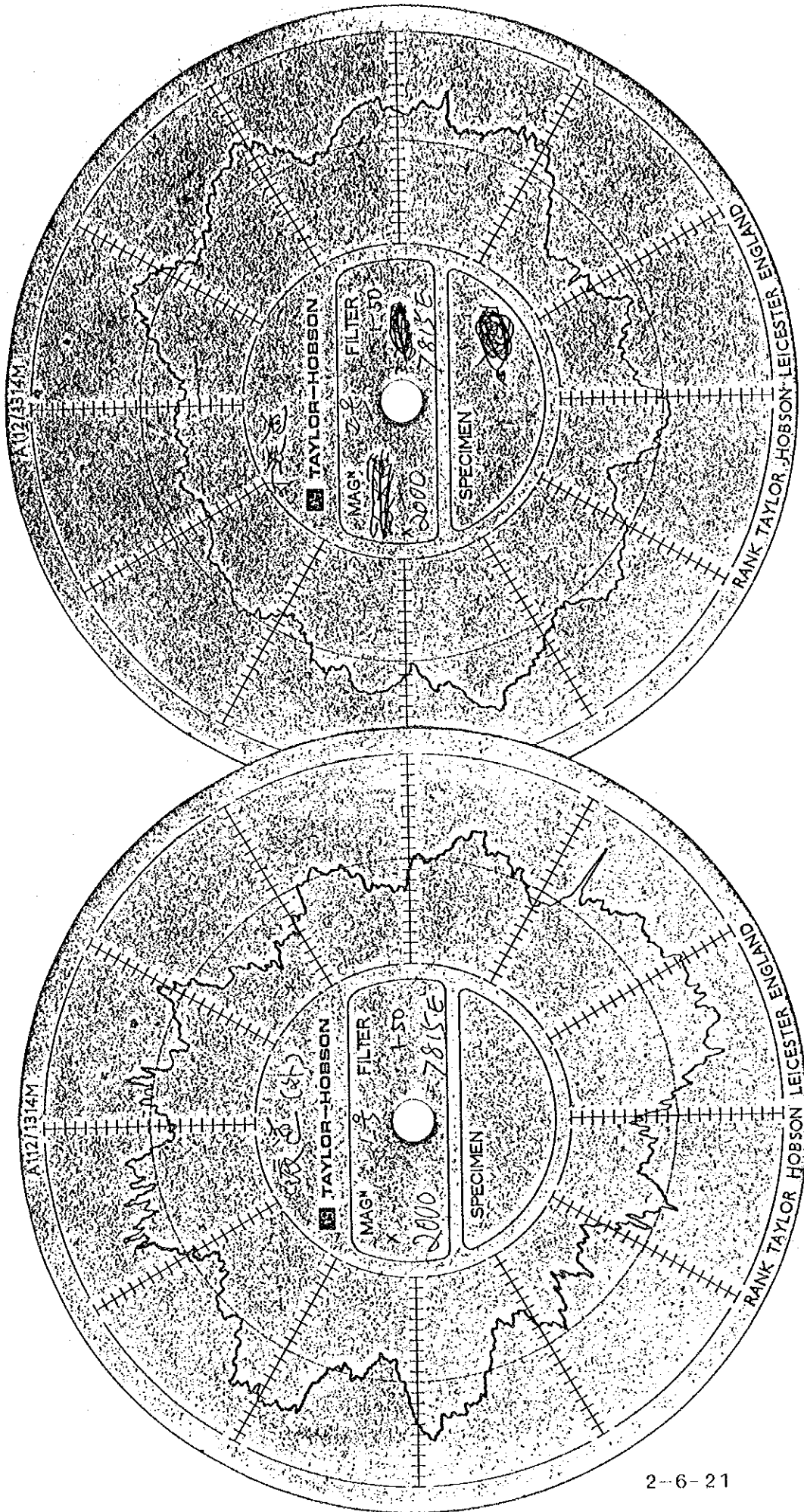


図 2.6.9 7815E1 外輪溝径真円度 (中図での測定)

(2) 静的精度見直し

現在実施されている段取に、シユ-の機上芯出し及びBP機上研削が含まれているが、段取者による個人差があり品質安定化の障害となるので、シユ-の外段取化及びBP取付面の精度向上が必要である。

1) シユ-外段取化

シユ-の取付面の精度向上に関しては、図 2.6.10 の様に、シユ-取付面の主軸に対する直角度は $100\mu\text{m}$ の振りまわしで、 $5\mu\text{m}$ 以内の精度に入れる必要がある。

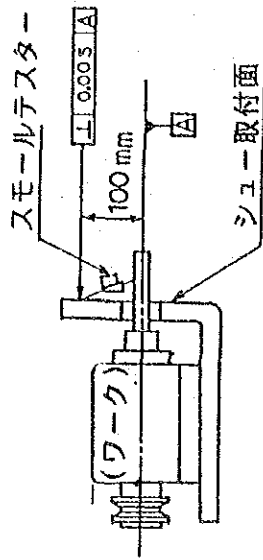


図 2.6.10 シユ-取付面の直角度

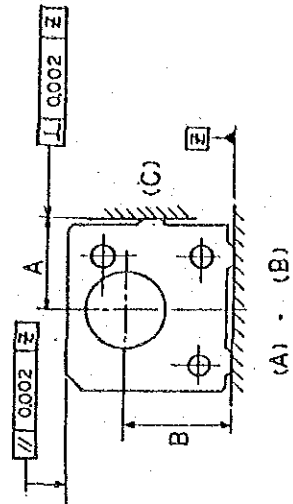


図 2.6.11 シユ-オフセットの標準化図

2) シュウオフセット標準化及びシュウ研削（外段取）の実施

図 2.6.11 のマスタープレートを製作し、(A)(B)(C) のストッパーを各機械に取付け、オフセット量を $0.13 \sim 0.30 \text{mm}$ の間に設定する。（5年に1回の直角度及びオフセット量の見直し必要）

又、シュウは図 2.6.12 の様にシュウ研削盤を用いて模範合せてシュウ研削を実施する。

（シュウ研削にはダイヤモンド

ドホイール又はGC砥石使用）

これにより、段取者はボルト

3本の取外しによりいつ

も同じ状態のシュウセット

が可能となる。（シュウ研

削にはダイヤモンドホイール必要）

内面研削盤の基本はワーク芯と砥石芯が同一である事が基本であるのでオフセット量は基準値 ± 0.02 以内を基本として砥石スピンドル芯は主軸芯より基準値の上方修正必要と考えられる。

起硬チャップ

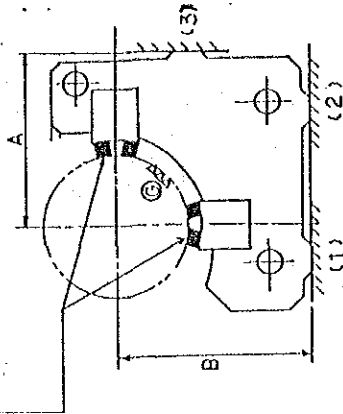


図 2.6.12

シュウ研削の外段取図

3) B P 取付面精度向上

現在B Pの機上研削を実施しているが、機外でB P幅研を実施して平行度を $1.5\mu m$ 以内に入れば、B P取付面の精度が $1.5\mu m$ 以内ならば、B P取付後のワーク基準面の振れは $2\mu m$ 以内に入れる事が可能。
よって、B P取付面の精度向上（ $1.5\mu m$ 以内）により、外輪溝径真円度の精円不良対策が可能となる。但し、ワークの幅面精度不良の要因は別とする。

(3) 動的精度見直し

現地診断結果では、真円度不良のため $\times 2,000$ 以上の測定が出来なかったが、今後は $\times 10,000$ にてタリロンド測定出来る品質作り込みが必要であり、そのため以下の3点の対策が必要である。

- 1) 外輪外径精度向上
- 2) 外輪幅精度向上
- 3) 外輪溝研削盤動的精度見直し
 - i) 研削条件見直し
 - ii) 振動対策

1) 研削条件見直し

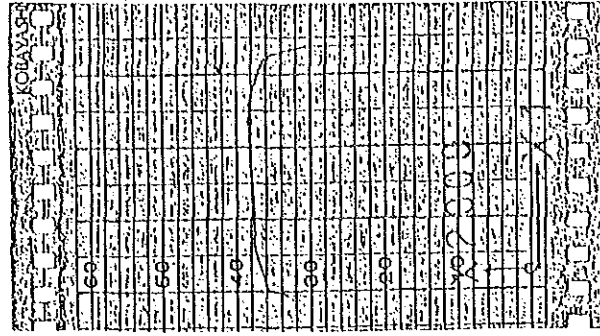
砥石が本来の性能を発揮し、正常な研削がおこなわれている場合、切込速度に比例したクイルベンドイングが発生する。最終スパークアウト時取代はつきによるクイルベンドイング量のばらつきを、 $2\mu m$ におさえる研削条件設定により、寸法バラツキ（特に円筒度）が安定する。又、ドレス後の砥石面状態が実研削時、どの程度保持出来るかが、品質安定化のためのポイントとなるため、ドレス直後の砥石面状態と実研削後の砥石面状態の確認を行ない、研削条件及び砥石スペースの見直しが必要となり、粗サ、母線による砥石面状態の確認をすることが必要である。

<p>(4) 研削条件標準化と作業要領書の充実 現地診断時ドレスタイヤにクランクがかかかっていない機械や研削点に十分にクランクがかかかっていない機械等が見受けられ、作業要領書が提示されていないため、現在の加工条件が標準通りか判定が困難であった。</p>	<p>2) 振動対策 外輪溝研削におよぼす不安定要因としては、</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 切れ味不良（目ツマリ）によるタタキ現象 ② ホイルスピンドル不良又はクイル、ブリー、ベルト、電動機による振動発生 ③ 砥石脱落による真円度不良 ④ クロススライド又は砥石往復スライド不良 ⑤ 主軸回転不良 ⑥ シューオフセット不良又はシュー摩耗大 ⑦ 着磁力設定不良 <p>等が考えられるが、①③⑦項は研削条件見直しにより対策し、④⑤⑥項は定期保全による対策が必要であり、②項に関しては、振動計を利用した精密診断による対策が必要である。（振動発生周波数による原因追求）</p> <p>1) 始業前チェックリスト作成 以下の項目に関するチェックリストを作成し、始業点検を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 潤滑装置の圧力計指示値及びオイルミスト量 ② 作動油の圧力計指示値 ③ 研削盤異音（回転部） ④ フィードボックス切込量・切込速度目盛及びタイマ設定値の確認
---	---

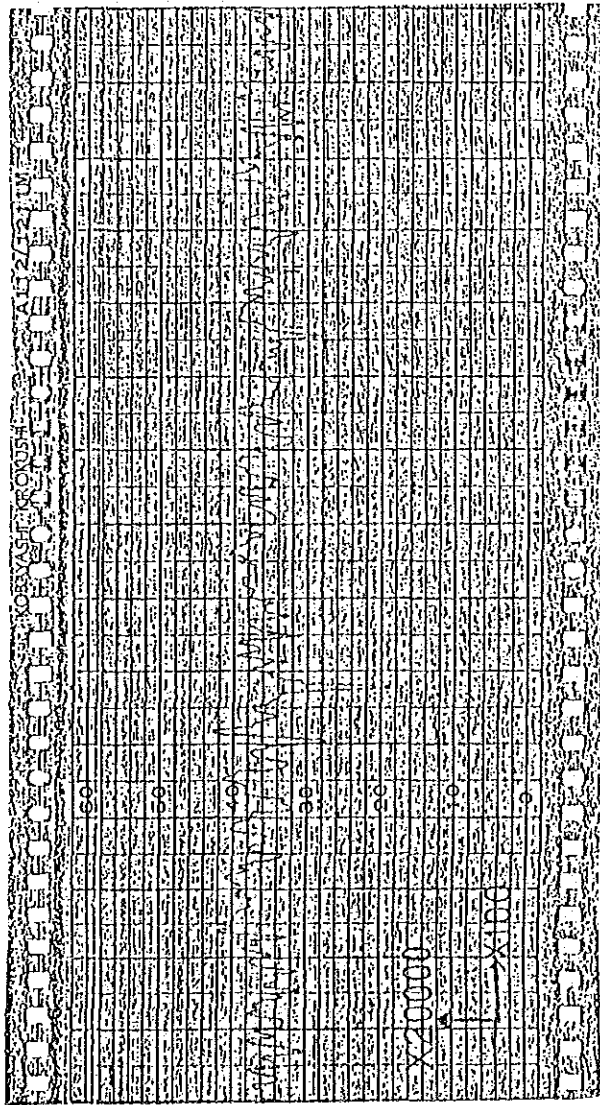
<p>⑤ ドレス速度・ローディング速度目盛確認</p> <p>⑥ クーラントのかけり具合点検</p> <p>⑦ 作動油タンク内クーラント侵入有無</p> <p>2) 稼働後の製品精度確認標準化（段取後及び1日2回の抜取検査）</p> <p>① 立上り時真円度及び粗さ確認</p> <p>タリロンドと粗サ計による確認が必要であるが、簡易的に早く測定する方法としてウェーポメータがあり、採用を推薦する。</p> <p>② 段取時の精度確認</p> <p>段取後の品質精度を提示して、日々の精度確認の基準とする。</p>	
<p>1) チャックコイル回転型より固定型への改造（真円度・粗サ対策）</p> <p>2) ギャップエリミネーター取付（非研削時間短縮）</p> <p>3) 電装シーケンサ一化（無接点化による電気トラブル減少）</p> <p>4) 砥石往復スライド静圧化（振動対策）</p> <p>5) クロススライド切込油圧より電気切込への改造（切込スピード変動及び補正バラツキ対策）</p> <p>6) 機械まわりの電気コード、油圧配管の見直し（砥石スピンドル用コードがテーパールにすれ切れかかっている。）</p>	<p>(5) 第2ステップ以降の新機購入及び改造時の必要項目</p>

2.6.5 外輪溝超仕上げ品質安定対策

現 状 及 び 問 題 点	改 善 案
<p>(1) 現地調査時の診断結果によると外輪溝の粗サ、母線形状共にほぼ良好と思えるが、研削方法に多少の改善が必要。 (次頁データ参照)</p> <p>特に、加工方法においては、①オシレーションのみ、②トラバースのみ、③オシレーション+トラバースと3種のテストを実施されていたが、研削能率及び精度の面より③オシレーション+トラバース方式を推薦する。</p> <p>又、超仕上げの絶対数が不足しており、10ラインのライン化のためには3台の超仕上げ購入が必要となる。</p>	<p>1) 現在の超仕上げの改善案</p> <p>① 砥石テーパー+トラバース+オシレーション方式の採用</p> <p>i) オシレーションのみでは粗さは良いが取代が少ない</p> <p>ii) トラバースのみでは粗さに問題が出来るとの事で3方式をテスト中と思われるが、研削能率及び研削精度の2点より、トラバース軸とオシレーション軸の平行度を見直し、トラバース+オシレーション方式を採用すべきである。</p> <p>② シュー改善</p> <p>シューは外溝研削盤と同様、外段取化を実施する。</p> <p>シュー疵等の問題で超硬チップを使用していないと思われるが、外段取で研削した超硬シューの使用を推薦する。</p>

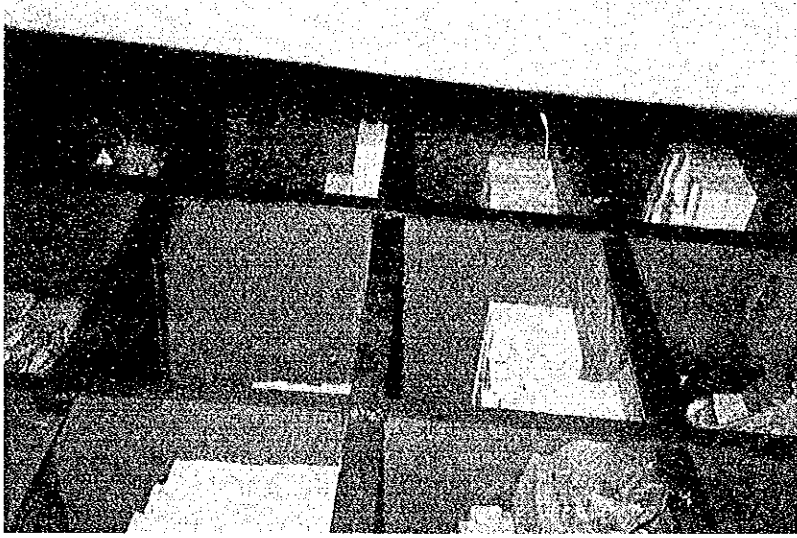


(母線)

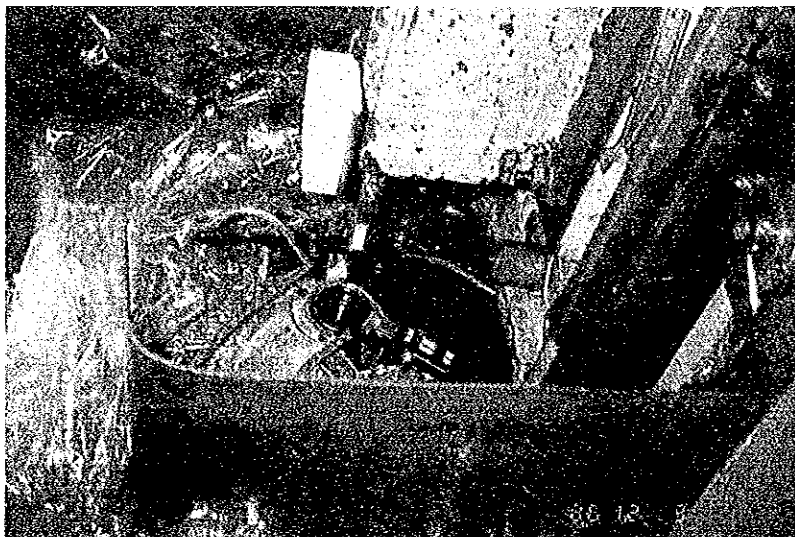


(粗サ)

図 2.6.13 7815E1 外溝 (超仕上げ) 粗サ及び母線



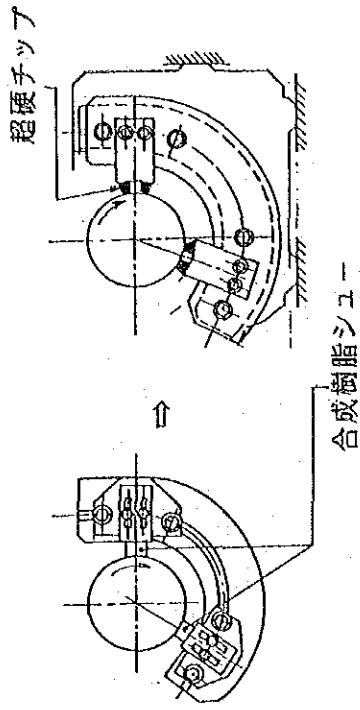
写 2.6.6 超仕上砥石保管棚



写 2.6.5 外溝超仕上機

(現行)

(改善案)



a) 外段取可能なように外溝研削盤と同種の基準プレートを作成

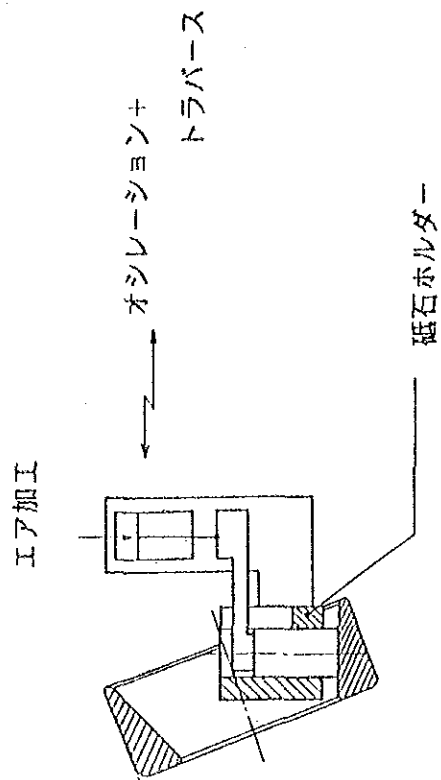
b) そのうえに現行のシユ-ーを超硬チップTypeにかえ取り付ける

③ ワーク支持方法改善

現在、マグネットチャックを利用したシユ-ー研削を実施しているが、鉄粉のかみ込み等があり、製品精度向上のためには、プレッシャーランブ方式に改善必要がある。
(基本構造はラジアルベアリング外輪超仕上と同方式で良い)

④ 砥石加圧方式改善（砥石自動線出し装置取付）

現在の砥石クランプ方式は、剛性が高く安定した品質が得られるが、砥石摩耗時に難点があり、下図の様な機構をもった砥石ヘッドを推薦する。



又、砥石ホルダーの砥石との接触部には超硬チップを使用し、砥石ホルダーの摩耗を少なくする。

2) 外輪溝超仕上機新規購入時の基本仕様

- ① 砥石自動繰出し装置取付
- ② 砥石台トラバース+オシレーション機能取付
トラバース及びオシレーションスライドには静圧スライドを採用し、スライド摩擦による製品精度不良を最小にする。
- ③ ワーク支持方法
 - i) プレッツシャロー方式採用
 - ii) シュー外段取化し段取者による個人差を無くしてワーク回転精度を向上させる。
- ④ 電装シークセンサー化

段取時及び1日2回の抜き取り検査を粗サ計を用いて、粗サ・母線管理をする事により、品質保証レベルがあがると共に、超仕上機の劣化度合を知る事が出来、品質向上につながる。

(測定基準 粗サ×10,000)
母線× 2,000

(2) 粗サ及び母線管理の測定器使用
現在目視による粗サ確認、限度模範を使用した母線確認を実施しているが、測定者によるバラツキが生じ、測定場所の明暗により誤差が生じる。

<p>(3) 研削条件標準化と作業要領書の充実</p>	<p>1) 始業前チェックリスト作成 以下の項目に関するチェックリストを作成し、始業点検をおこなう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 潤滑装置の圧力計指示値及びオイルミスト量 ② 作動油の圧力計 ③ 研削盤異音（回転部） ④ 研削タイマ及び砥石加圧力確認 ⑤ クーラントかかり見合点検 <p>2) プレッシュャーベアリング、シュー、BPの交換頻度を明示して、定期交換を徹底する。</p>
-----------------------------	---

2.6.6 内輪溝研削機品質安定対策

現 状 及 び 問 題 点	改 善 案						
<p>(1) 7815E1の内溝寸法バラツキ及び真円度（ダイヤルゲージ測定）は下記の表の様になっており、共に品質安定に問題有。</p> <p>又、タリロンドによる真円度測定より砥石が負けて発生する形状くずれが有る。</p> <p>粗サ・母線形状測定結果より、粗サ対応のため、砥石が負けて母線くずれを発生している事が推定される。（内輪溝には、超仕上げ加工無）</p> <p>表 2.6.4 7815E1 内輪溝径研削精度（$n=50$）</p> <table border="1" data-bbox="1018 1245 1294 1944"> <thead> <tr> <th>溝 径 寸 法 ($\phi 98.255 \pm 0.015$) -0.005)</th> <th>溝径真円度 ($3 \mu m$以下)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平 均 値 3.52 μm</td> <td>4.08 μm</td> </tr> <tr> <td>σ_{n-1} 5.62 μm</td> <td>1.12 μm</td> </tr> </tbody> </table>	溝 径 寸 法 ($\phi 98.255 \pm 0.015$) -0.005)	溝径真円度 ($3 \mu m$ 以下)	平 均 値 3.52 μm	4.08 μm	σ_{n-1} 5.62 μm	1.12 μm	<p>一 品質向上のための基本条件は、</p> <p>① 内輪溝超仕上げ加工の実施 内輪溝研削の負荷を少なくする。（粗サ対策と切れ味向上とは相反する条件が必要）</p> <p>② 段取時及び日2回のタリロンド及び粗サ計使用による真円度・粗サ・母線管理が必要である。（測定基準 真円度$\times 10,000$、粗サ$\times 10,000$、母線$\times 2,000$）</p> <p>③ 作業要領書の提示と定期保全の徹底</p> <p>④ レース面打紙対策（ワークをぶつけない、落さないなど） 内輪溝研削後の写真 2.6.8にある様に、研削完了のワークを出口ストレージ部に落下させている。写真 2.6.9の様 に シ ュ ー ト を 取 付 け る 必 要 が 有 る 。</p>
溝 径 寸 法 ($\phi 98.255 \pm 0.015$) -0.005)	溝径真円度 ($3 \mu m$ 以下)						
平 均 値 3.52 μm	4.08 μm						
σ_{n-1} 5.62 μm	1.12 μm						

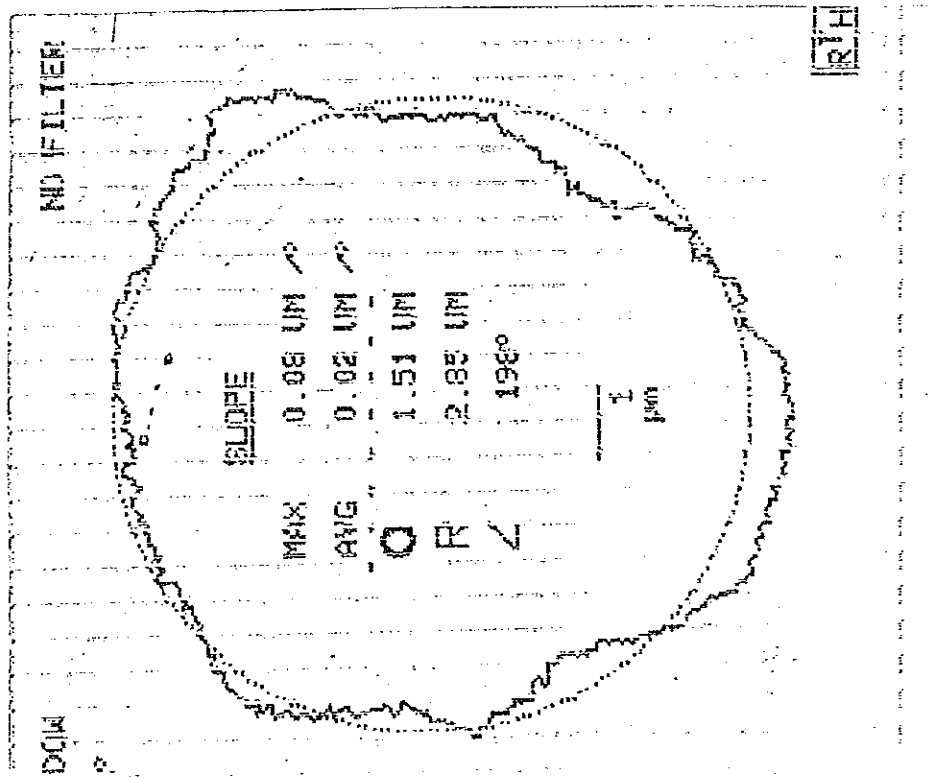
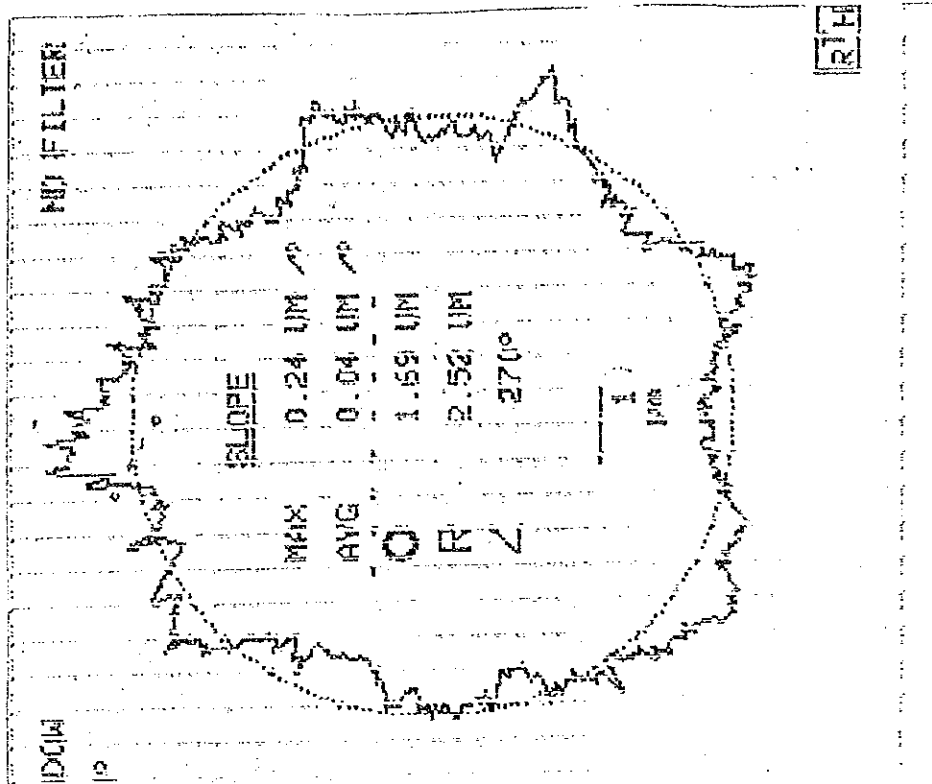


图 2.6.14 7815E1 内轮沟径真円度

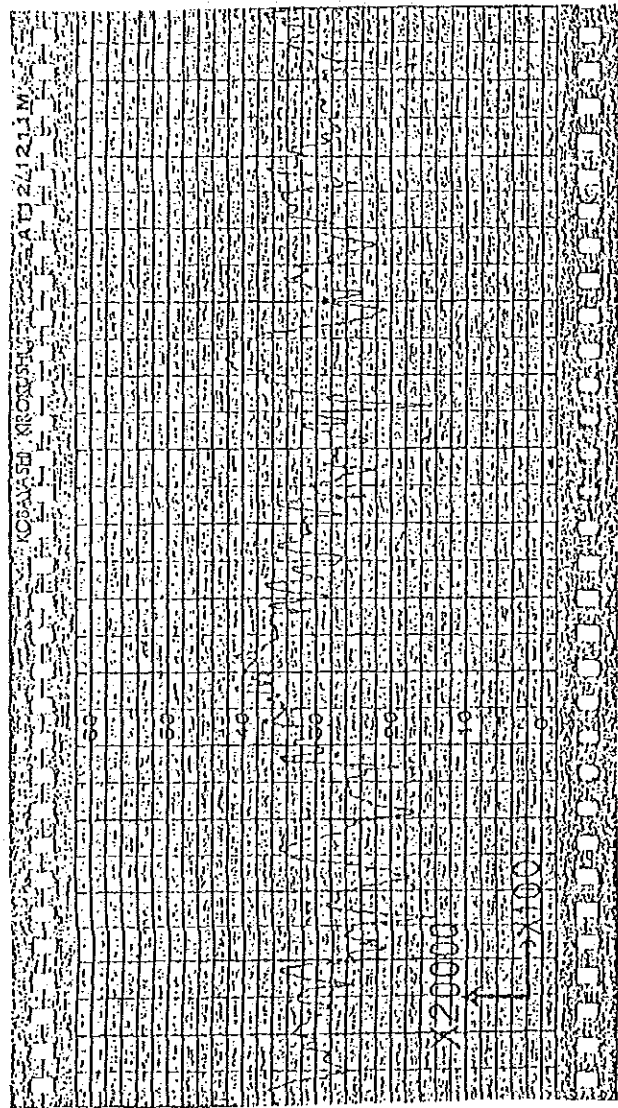
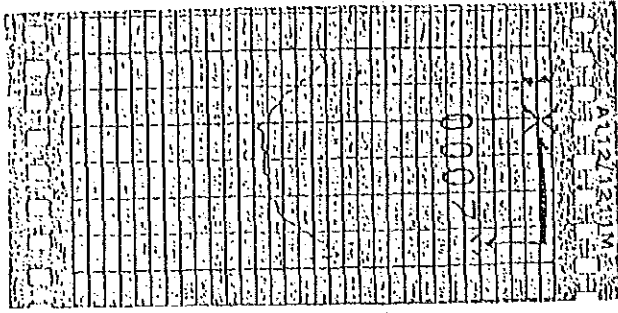
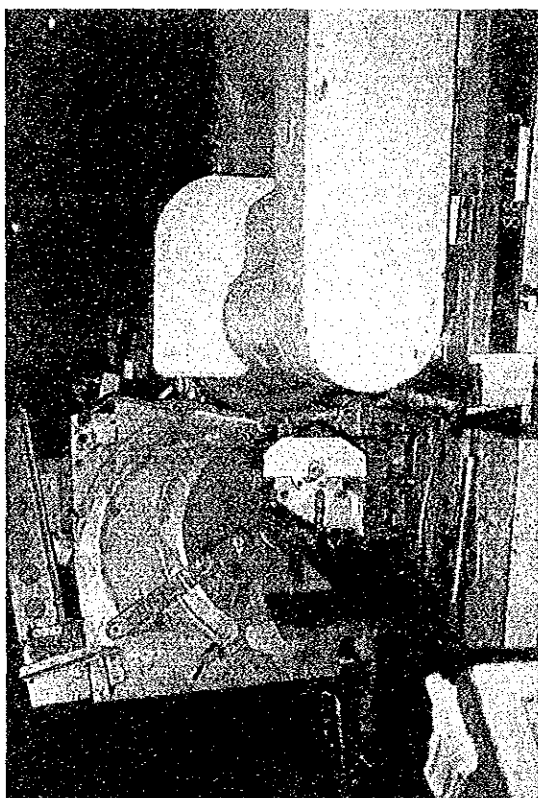


図 2.6.15 7815E1 内輪溝粗サ及び母線



写 2.6.7

- 1) 研削完了ワークを出口部に落下させている。
- 2) クーラントが研削点にかかっていないと共にクーラント量不足

(WアームType)



写 2.6.8

(シングルアームType)

(2) 静的精度見直し

現在、シュ어의機上芯出し及びB P機上研削が実施されているが、静的精度見直しにより、シュ어의外段取及びB P機上研削廃止対策が必要であり、内輪溝研削にはシュ어支持位置が重要なポイントとなるため、部品の精度向上が必要である。

1) シュ어外段取化

- ① シュ어取付面の精度向上
シュ어取付面の主軸芯に対する直角度を $100\mu m$ 振りまわして $5\mu m$ 以内に入れる。
- ② シュ어オフセット標準化及びシュ어外段取の実施

図 2.6.16 のマスタープレートを製作し、外段取治具と各機械の芯出しをおこなう。

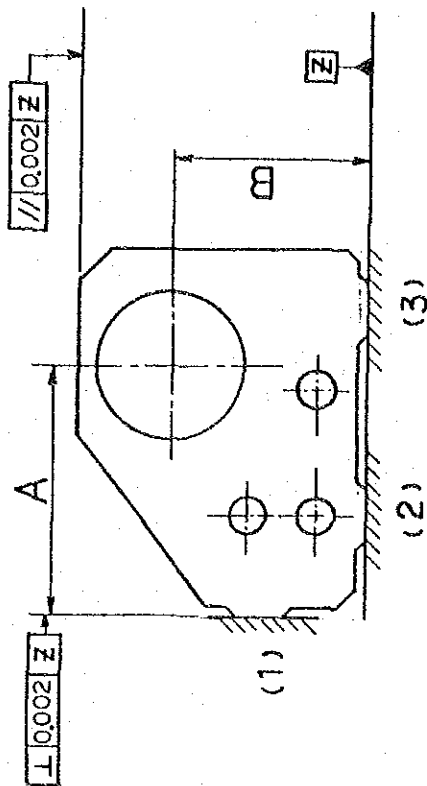
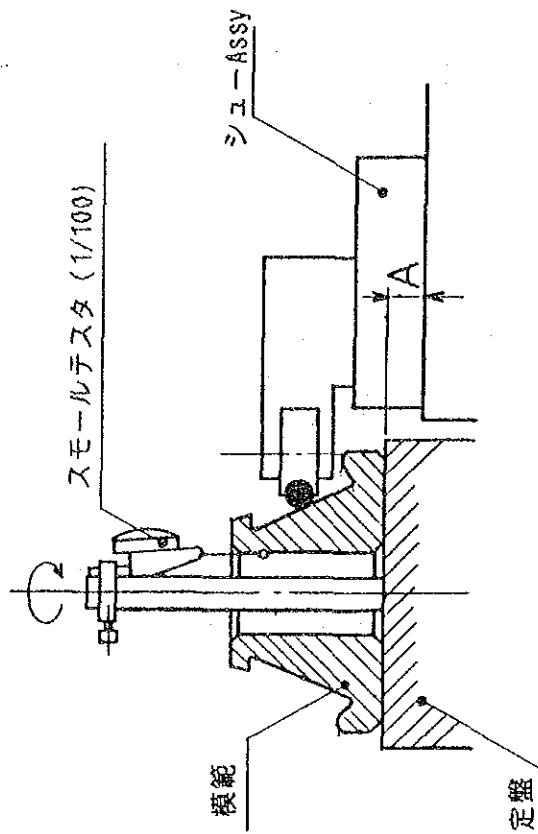


図 2.6.16 オフセットプレート

各機械のオフセット量は取代により見直しが必要であるが、7815E1相当品では 0.3mm 前後が良いと思われる。
 又、外段取治具では芯出し後、機上に取り付ける時には、
 図 2.6.17 の様にシュー取付面BP位置合せをダイヤルゲージを使って $\pm 0.01\text{mm}$ 以内に入れることが重要である。



(A寸法をダイヤルゲージにて測定：1/100)

図 2.6.17 シュー外段取治具

2) シュー支持角の標準化と部品精度向上

内輪溝研削の研削機構は、外径センタレス加工と類似しており、ワークの支持角により真円度の安定化が計れる。そのため機械静的精度見直し手順は以下の通りである。

- ① オフセット量を考慮した砥石軸と主軸芯位置合せ
- ② 機械のオフセット調整時、砥石軸・主軸の高さ測定基準面とZ面の平行度を 0.01mm 以内に入れる。(図2.6.18参照)

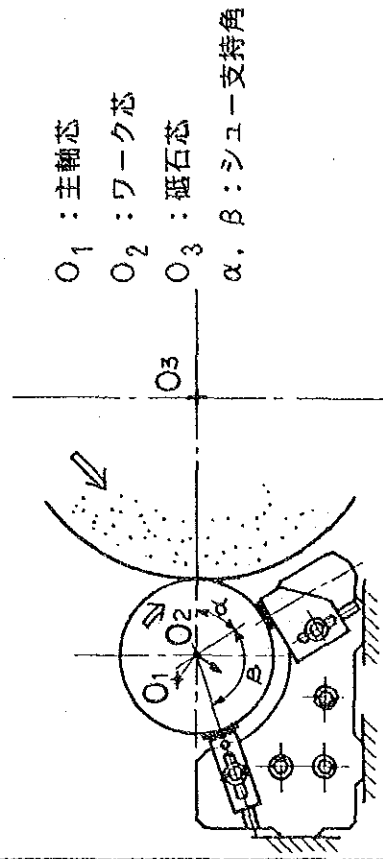


図 2.6.18 内輪溝研シュー支持角度

シュアの支持角度とワーク真円度の関係は、外径真円度の2点測定と3点測定との関係と同じで、 α 、 β の関係によりスパークアウト時修正されない角数がある。よってシュアの精度向上をおこない、 α 、 β の角度誤差を出るだけ小さくする必要がある。

3) B P 取付面の精度向上

現在B Pの機上研削を実施しているが、B P取付面の精度を1.5 μ m以内に入れておけば、機外でB P幅研を平行度 1.5 μ m以内に入れる事により、B P取付後のワーク基準面の振れ2 μ m以内になり、機上研削が不要となる。

(3) 動的精度見直し

内輪溝研削盤でもっとも多いトラブルは真円度不良と母線不良であるが、真円度は砥石バランス不良又は砥石切れ味不良が主要因で、母線不良はドレスライド不良及び砥石切れ味不良が主要因となる。よって、振動対策とドレッサー及び研削条件の見直しが必要。

1) 振動対策

砥石に振動があれば、砥石軸と主軸の回転比及び回転比の整数倍の角数の真円度不良が発生する、砥石のバランス出しを容易にするため、ハビースポットを測定出来る振動計を1台購入して、振動対策を実施する。