

## 第2章 生産工程の現状と問題点

## 第2章 生産工程の現状と問題点

図面類、標準類はよく整備されており、難しい仕様のピストンリングにも挑戦しているが、これらの標準類が現場の管理に生かされていない面が多く、その改訂もなされていない。このため、原材料の管理など、基本的なところに問題があり、製品の不良率も高い。現在、鑄造から製品になるまでの全体の一貫歩留は70%と低く（日本では、通常93～95%）、鑄造不良、漏光不良、メッキ欠け不良等が目立っている。従って、これらの問題を改善することにより、大幅な歩留向上が見込めるものと期待する。以下、工程を追って説明する。

### 2.1 鑄造工程の現状と問題点

#### 2.1.1 鑄造工程の現状

鑄造工程については、新工場への移転が進行中であり、すでに主な設備の搬入も進んでいるが、ここでは、従来の工場について説明する。

##### (1) 砂処理

砂タンクと混練機の組合せで砂処理を行い、砂は湖南省の山砂を使って、一部添加剤も加える。造型機への砂供給はベルトコンベアーによる。表2.1.1に当工場の砂の管理目標等を示す。

表 2.1.1 砂の管理目標

粒度分布	70～140メッシュ
抗圧力	0.63～0.89kg/cm <sup>2</sup>
通気度	60～80cc/min
水分（夏）	4.0～4.2%
（冬）	3.8～4.0%
ホコリ（ドロ）	2%程度

日本へ持ち帰った砂の調査結果は、図2.1.1及び表2.1.2に示す通りである。

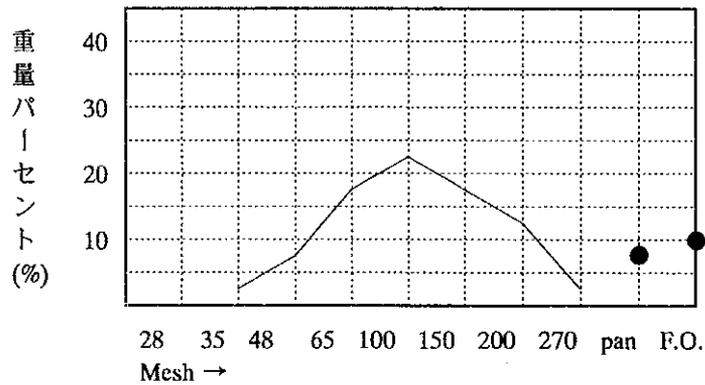


図 2.1.1 砂の粒土分布

表 2.1.2 砂のその他の分析値

抗圧力	0.77kg/cm <sup>2</sup>
通気度	54cc/Min
粘度分	9.02%
化学成分	SiO <sub>2</sub> 92.280 %
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3.180 %
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1.360 %
	MnO 0.031 %
	CaO 0.260 %
	MgO 0.380 %
	TiO <sub>2</sub> 0.310 %
	C 0.085 %

使用後の回収砂は地下コンペアーで戻し、これに 10～20% の新砂を加えて新しい造形用の砂を作っている。今後移転する新工場でも、基本的には同じ方法となっている。

## (2) 造型

手動造型機 8 台を使って造型を行い、14 段積み重ねて注湯場所へ移動している。造型方法は圧縮のみで、空気圧を使っている。鑄型硬度等はあまりチェックしていない。

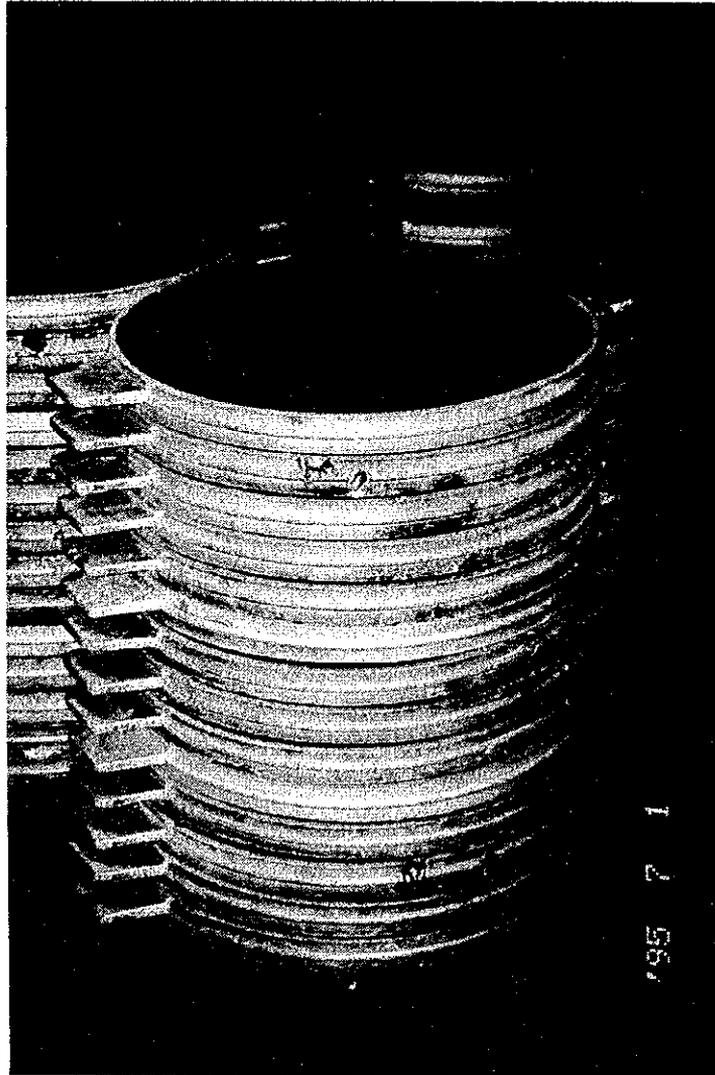
(合金鑄鉄は 1 本吹き、球状黒鉛鑄鉄は 2 本取り) (図 2.1.2、図 2.1.3、図 2.1.4 参照)



図 2.1.2 造型作業



図 2.1.3 造型後の鑄型



スタック (stack) 方式

鑄杵の大きさはφ 435x35mm

図 2.1.4 鑄型を積み上げたところ (14 段)

新工場では、この造型機の他にステーション方式の自動造型機を 2 台導入予定で、すでに現品は工場へ到着している。

### (3) 溶解

500kg/Hr の電弧炉 2 基を使って交互運転している。他に、球状黒鉛鑄鉄などの特殊鑄鉄溶解用として、150kg/Hr の高周波炉を使用している。工場外部への配慮から十分な集塵をしていないため、除塵状態は極めて悪い。今後、新工場では、3ton/Hr の高周波炉 3 基 (内 1 基は予備) で操業することになっており、集塵装置等も設置するので改善が期待出来る。

溶解の材料は、銑鉄とピストンリングの返し材のみで鋼屑 (軟鋼) は使っていない。しかし、ピストンリング材の強度向上の目的で特殊元素のタングステンを添加している。

現在生産しているピストンリング材料は合金鋳鉄が大部分で、この他、若干の球状黒鉛鋳鉄がある。詳細は下記の通りである。

- ・合金鋳鉄 2,000 万本 / 年 (歩留 70% とすると約 2,900 万本 / 年)
- ・球状黒鉛鋳鉄 2 万本 / 年 (歩留を考えると 3 ~ 4 万本 / 年)

合金鋳鉄の目標化学成分は表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 合金鋳鉄の目標化学成分

炭素 (トータルカーボン)	T-C	3.8 ~ 3.98%
シリコン	Si	2.3 ~ 2.7%
マンガン	Mn	0.6 ~ 1.0%
リン	P	0.4 ~ 0.5%
硫黄	S	0.06% 以下
タングステン	W	0.35 ~ 0.45%
バナゾウム	V	0.2 ~ 0.35%
チタン	Ti	0.1 ~ 0.25%

化学成分の管理については、T-C、Siのみ出湯前に迅速分析でチェックし、他は後で分析する方法を採用している。

注湯は作業者が2人で注湯取鍋をもって行っており、クレーン等は使用していない。

(図 2.1.5、図 2.1.6 参照)



(手前にあるのは注湯取鍋)

図 2.1.5 電弧炉の出湯口付近

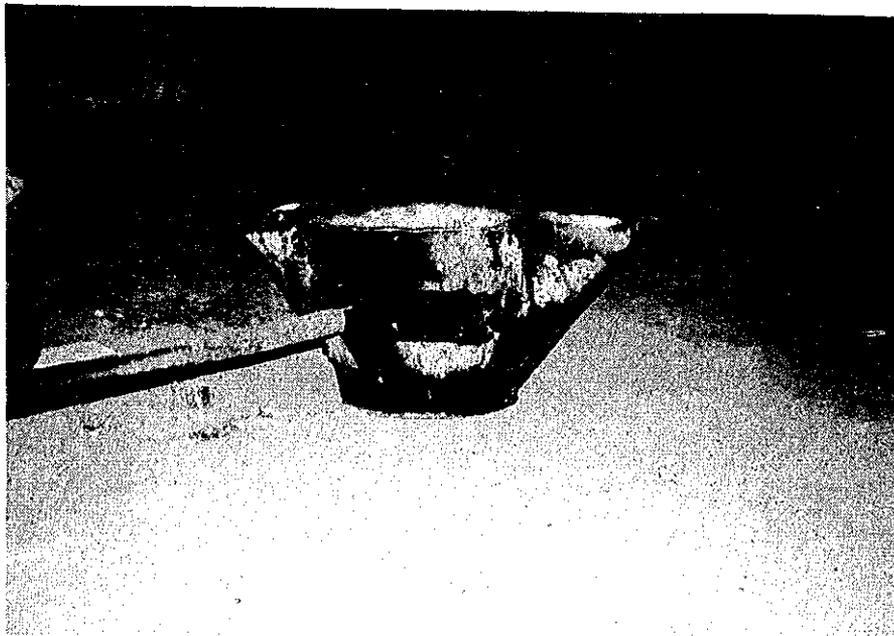


図 2.1.6 注湯取鍋

注湯温度のチェック等は殆ど行っておらず、作業者の経験に頼っている。また、ピストンリング素材の金属組織、硬度等は、合口部反対側を1ヶ所チェックしているとのことであるが、記録はなく、チェック頻度等も不明確である。全体的に見て、作業者または現場責任者の経験と勘に頼った管理が行われており、不安定要素が多い。

#### (4) 脱砂

鑄込み、型ばらし後の脱砂はタンブラー (tumbler) で行っており、日本で通常行われているようなショットブラスト（投射材を使った砂おとし）等を行っていない。

以上のような操業状況で、不良率は14～19%、平均で16%と高く（日本の場合は1%以下）、不良の内容は砂喰不良が最も多く、それについて湯廻り不良、チル (Chill) 化、ふくれ、折れ、ピンホールなどとなっている。

なお、ピストンリング材造型の基本となる模型は、自社で製作している。

### 2.1.2 鑄造工程の問題点

#### (1) 砂処理

現場の状況及び日本へ持ち帰った砂の調査結果から、次のような点が不具合と考えられる。

##### (a) 砂の調査結果

砂の調査結果に対する問題点は、以下の通りである。

- ・抗圧力が低い（管理目標  $0.63 \sim 0.89\text{kg/cm}^2$ 、調査結果  $0.77\text{kg/cm}^2$ ）、最低でも  $0.8\text{kg/cm}^2$  以上は必要。
- ・ホコリ（ドロ）が多い。2%位とのことであったが、調査結果では9%位であった。
- ・化学成分は鉄分が若干多い程度で、山砂としては良好と判断する。

##### (b) 操業状況

操業状況に関する問題点は、下記の通りである。

- ・新工場移転後は改善するとのことであるが、現在の工場では吸塵力がほとんど有効に働いていない。そのため、ホコリ等が多い。
- ・回収砂で温度の高い場合が見られる。今後、新工場移転後は、常温より  $10^\circ\text{C}$  以上高いものは使わない工夫が必要である。
- ・造型機に合った砂の供給体制になっていない。現在は1種類の造型機しかないのが問題ないが、新工場移転後は自動造型機と手動造型機の2種類となる。現在進行中のレイアウトでは、この2つの造型機の砂が明確に区分されていない。違うタイプの造型機に同じ砂を使うことは、造型不良や砂喰不良の大きな要因となる可能性がある。

## (2) 造型

### (a) 鑄型硬度のチェック

鑄型硬度のチェックが殆ど行われていない。硬度の規格は 88 以上とのことであるが実際に手でさわって見た感じでは、これより低いように感じられた。これは、ふくれ、寸法不具合等の原因になるので改善が必要である。空気圧、容量等を確認して改善することが必要となる。

### (b) 鑄枠の積み重ね

造型後積み重ねた状態での傾きが見られる。積んでいる台車が悪いのか、鑄枠が悪いのかを確認し、対策することが必要である。これは湯漏れ等の原因になるので注意が必要である。

## (3) 溶解

### (a) 原材料の管理不具合（錆び）

銑鉄、ピストンリングの返し材の管理が非常に悪く、錆びたものをそのまま使っている。良い鑄物を作るためには、良質な原材料と、その管理が基本である。従って、錆びたものは使わない配慮が必要である。ピンホール等溶湯に起因する不良の大半はこれが原因と考えられる。（図 2.1.7、図 2.1.8 参照）



図 2.1.7 銑鉄置き場



図 2.1.8 銑鉄置き場 (拡大)

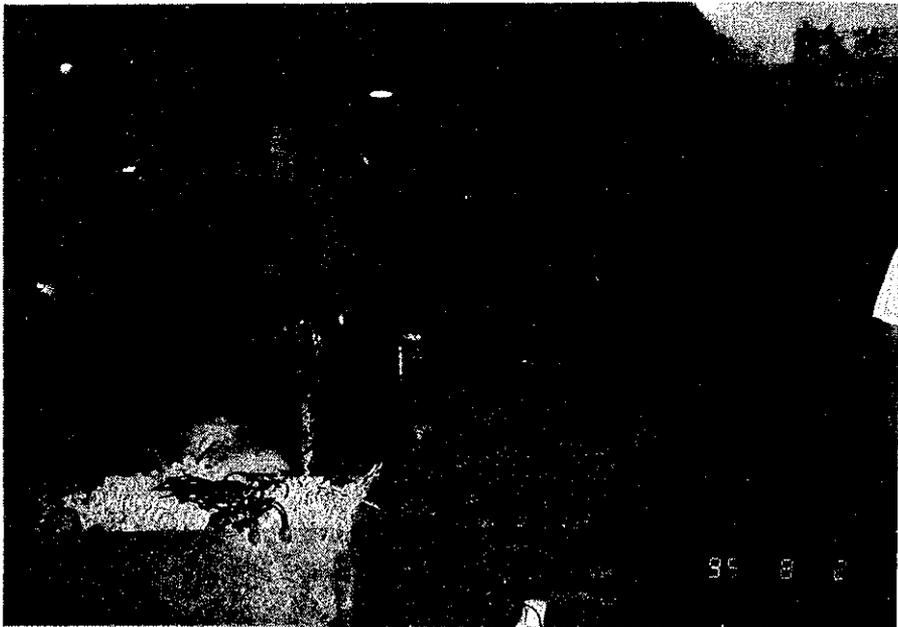


図 2.1.9 電弧炉前

### (b) 注湯の管理不十分

現在、出湯前にチェック出来るのは、TC（トータルカーボン）とSi（シリコン）の含有量で、他の点は作業者または現場責任者の経験と勘に頼っている。これらを改善するためには、分析装置の導入や、溶湯温度が簡単にチェック出来る器具の導入が必要と考える。（図 2.1.9 参照）

図 2.1.10～図 2.1.13 に、持ち帰ったピストンリング材の黒鉛形状の拡大写真（100倍）を示す。

図 2.1.14、図 2.1.15 に比較のために日本での黒鉛形状の例（100倍拡大）を示す。

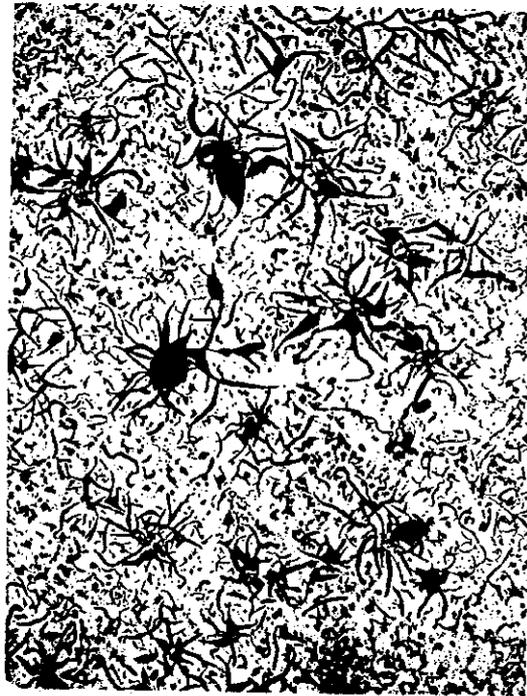


図 2.1.10 ピストンリングの合口部付近

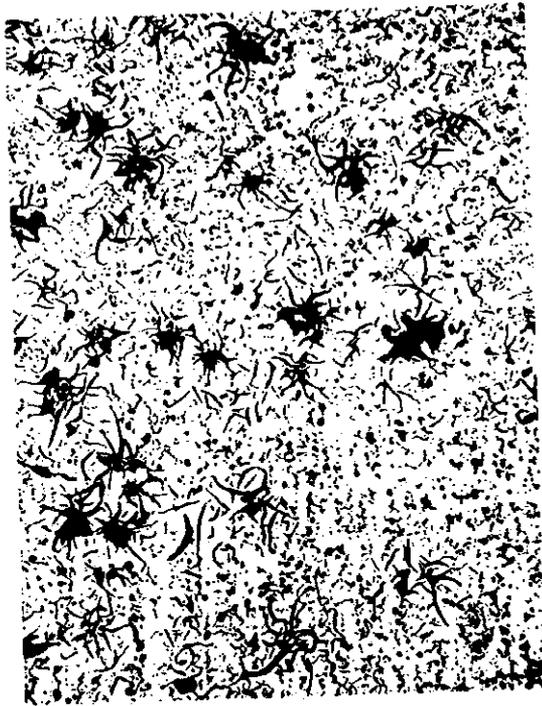


図 2.1.11 合口部から  $90^\circ$  付近

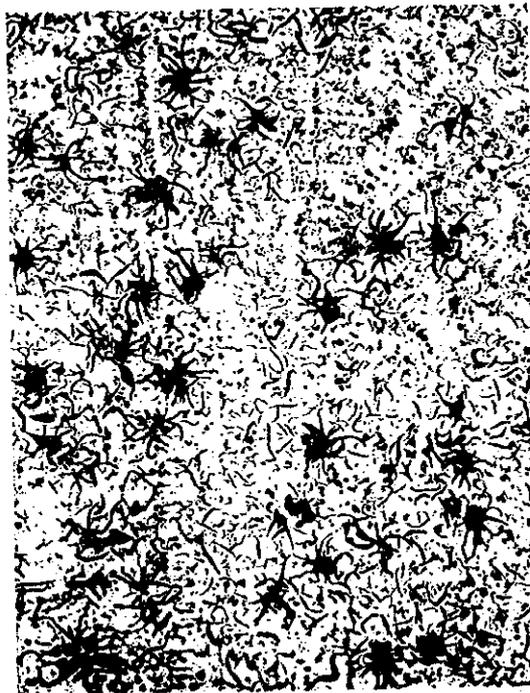


図 2.1.12 合口部から  $180^\circ$  付近

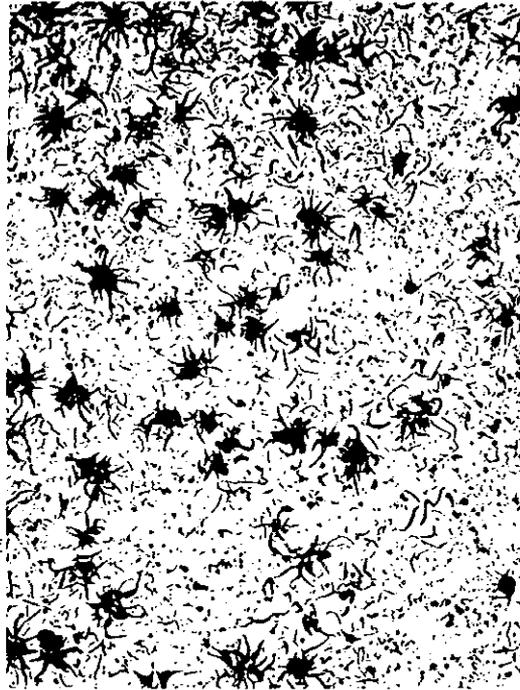


図 2.1.13 合口部から 225° 付近

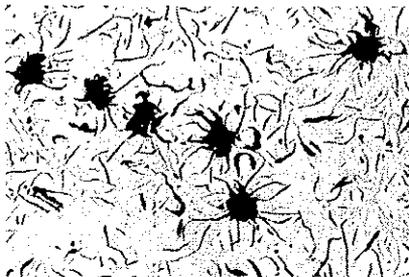


図 2.1.14 日本での黒鉛形状の例  
(大きい方の限度)

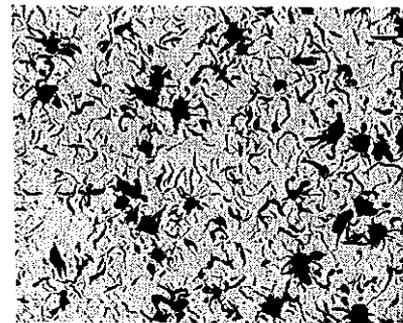


図 2.1.15 日本での黒鉛形状の例  
(標準の大きさ)

写真で見られるごとく、当工場のサンプルは黒鉛形状が大きくのびている。化学成分も、このサンプルは

T-C3.8 ~ 3.98% に対して 4.01%

Si2.7 ~ 2.9% に対して 2.91%

と高くなっている。鑄込み温度も低かったのではないかと考えられる。T-C、Si を目標の中心に入れるように管理し、鑄込み温度も管理すれば黒鉛形状はもっと細かくなり、ピストンリングの張力等も上ると考えられる。

### (c) 鋼屑（軟鋼）無しの操業

日本の工場では、原材料として銑鉄、鋼屑、返し材を使うのが一般的であるが、当工場では銑鉄と返し材のみで操業している。鋼屑を使わない理由は、良質な鋼屑が入手困難のためとのことである。しかし、これを使うことにより、製品に「ねばさ」が期待出来ることから、今後検討が必要と考える。

### (d) 特殊元素の添加

当工場の合金鋳鉄材には、T-C（トータルカーボン）、Si（シリコン）、Mn（マンガン）、P（リン）、S（硫黄）、Cr（クローム）の一般元素の他にW（タングステン）、Ti（チタン）、V（バナジウム）等の特殊元素を含有している。この内、Ti、Vは原材料として使う銑鉄に含まれているためとのことであるが、Wはピストンリングの張力向上対策として特別に添加しているとのことである。しかし、張力向上対策ならば、これらの特殊元素添加よりもT-C、Si等の管理や注湯温度の管理により黒鉛形状を細かい方向へもっていくことにより達成出来るので、今後の検討課題と考える。どうしても使用上必要ならば、その製品だけ特別管理をした材料で作ることとし、一般的なものは、特殊元素は出来るだけ添加しないで操業出来るようにすることが必要と考える。

### (4) 脱砂

型ばらし後、砂おとし、鑄張取り等の作業を行っているが、砂おとしをタンブラー(tumbler)で行うため、砂落ちが不十分で研削工程や加工工程で能率を落としている面が見られる。また、内外の鑄張りが残っていて加工工程で問題をおこしている場合も見受けられる。砂おとし等の改善は次工程の能率を向上させるだけでなく、ピストンリング全体の品質改善にもつながるので、ぜひ必要と考える。

## 2.2 熱処理工程の現状と問題点

### 2.2.1 熱処理工程の現状

合金鋳鉄リングは全数  $510^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$  で 1.5Hr 熱処理を実施している。目的は両側面の粗研削後の歪取りとのことであるが、不明である。



図 2.2.1 合金鋳鉄リングの熱処理 (1)

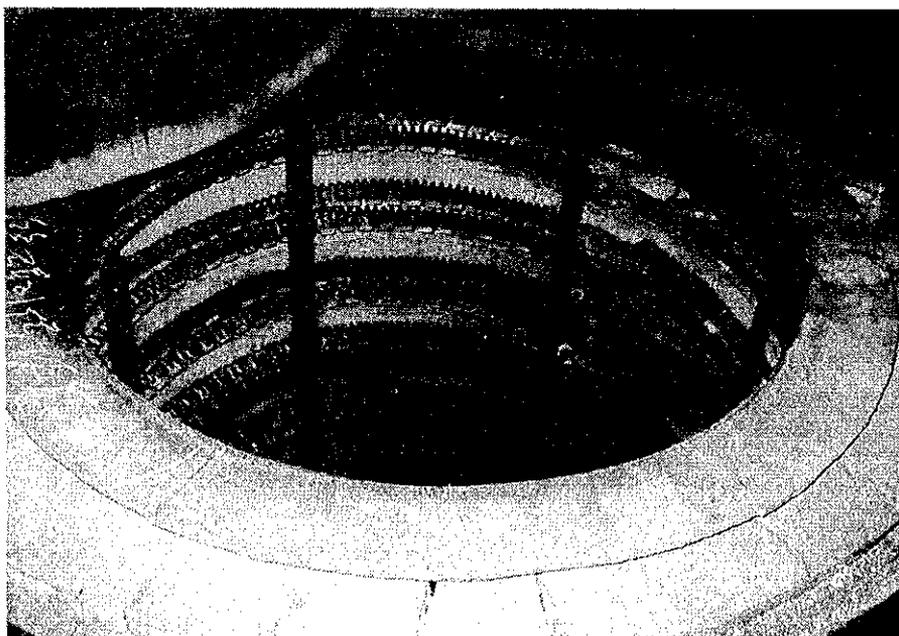


図 2.2.2 熱処理炉

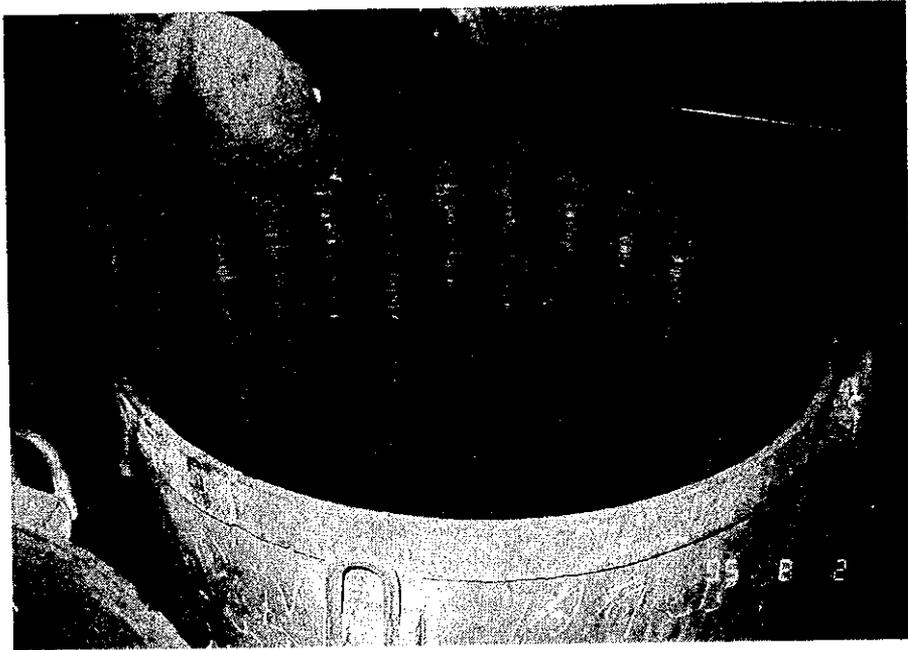


図 2.2.3 合金鑄鉄リングの熱処理 (2)

球状黒鉛鑄鉄リングは、箱型熱処理炉を使って焼入れを行い、合金鑄鉄リングと同じ炉を使って焼戻しを行っている。しかし、生産量はまだ少ない。今後、これの生産が増加して行く予定である。(図 2.2.1、図 2.2.2、図 2.2.3 参照)

炉には2ヶ所の熱伝対を使った温度測定点があり、これをもとに自動的に温度管理を行っている。(図 2.2.4 参照)

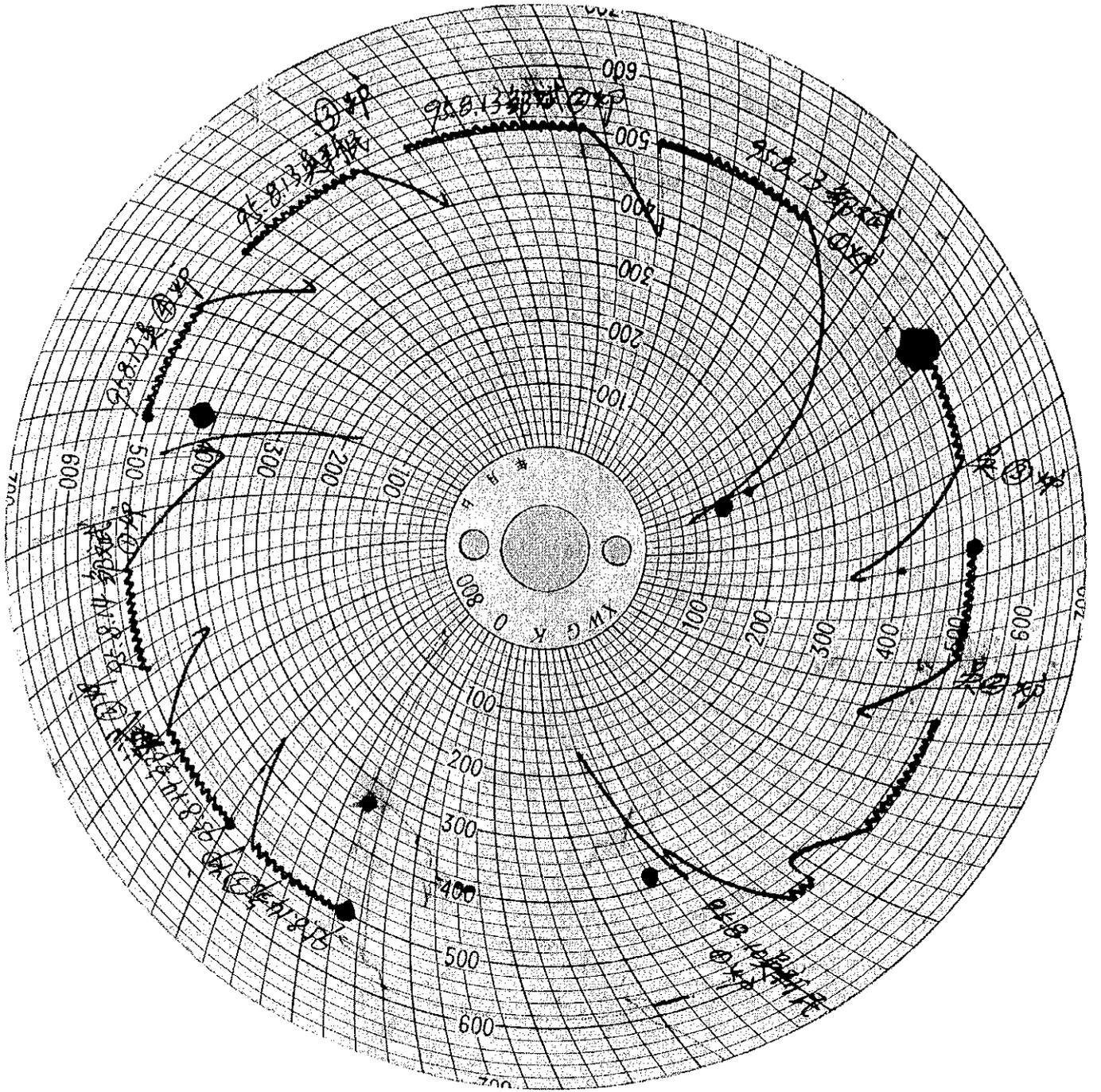


図 2.2.4 熱処理炉の管理チャート

## 2.2.2 熱処理工程の問題点

### (1) 合金鑄鉄リングの熱処理目的

熱処理をする目的がはっきりしていない。歪修正が目的なのか、または、金属組織の修正を目的としているのか、やっている人たちもよく分かっていない。ただ、従来からやっているのものでそのまま続けているということなので、目的を明確にした上で廃止の可否検討が必要と考える。

参考までに、熱処理前のリングを持ち帰って、合口部を切断して、歪の量を調べてみたが、加工上問題となるような不具合は発生しなかった。(図 2.2.5 参照)

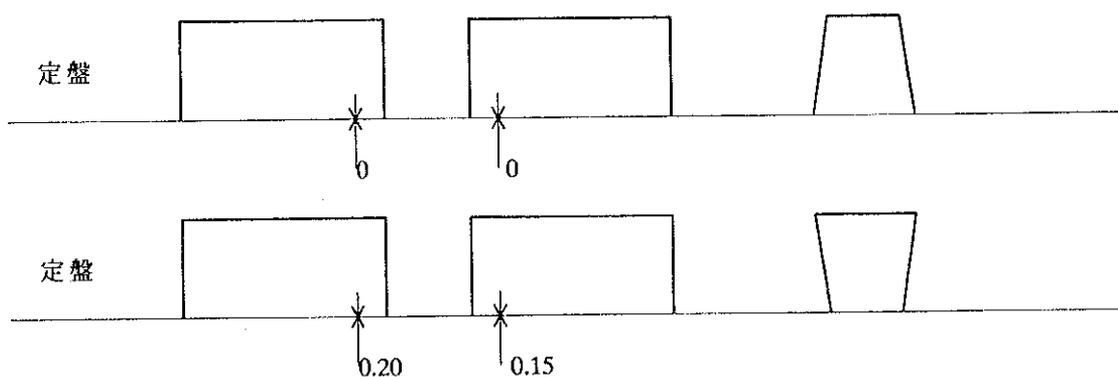


図 2.2.5 合口部切断後の歪測定

### (2) 球状黒鉛鑄鉄リングの増加対策

現状では、まだ生産量は少ないが、今後急激に増加する計画となっており、これに対処するための設備が必要になる。これは合金鑄鉄と違って、焼入れ等の高い温度での処理が必要のためである。

### (3) スチール圧力リング対策

今後、スチールリングの投入が予定されているので、これに対応出来る熱処理炉の検討が必要になる。これは、スチールリング用の熱処理炉の処理温度は 600℃位までで高くはないが、鑄鉄リングに較べて温度変化による寸法変化が大きく、±5℃の温度管理が要求されるためである。

## 2.3 両面加工工程の現状と問題点

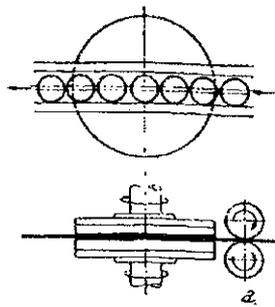
### 2.3.1 両面加工工程の現状

#### (1) 合金鋳鉄リング

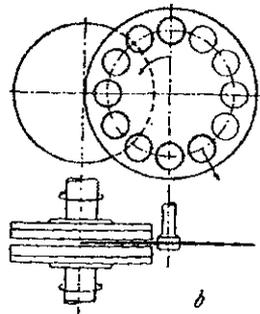
現在の両面研削盤の設備内容は次の通りである。

##### 1. 粗研削（横型） 5台

- ・砥石径  $\phi$  750mm
- ・主軸モーター 18.5kw
- ・リングの送り込み方式スルーフィード式（図 2.3.1、図 2.3.2 参照）
- ・研削液水溶性
- ・作業員 3人 / 1台



（スルーフィード式）



（キャリアフィード式）

図 2.3.1 両面研削盤の送り込み方式

（取代）

- ① 0.4 ~ 0.6mm
- ② 0.2 ± 0.02mm
- ③ 0.13 ± 0.02mm

##### 2. 仕上研削（縦型） 5台

- ・砥石径  $\phi$  750mm
- ・主軸モーター 7.5kw
- ・リングの送り込み方式スルーフィード式
- ・研削液油
- ・作業員 3人 / 1台

（取代）

- ① 0.04 ± 0.005mm
- ② 0.02 ± 0.004mm

③  $0.01 \pm 0.004\text{mm}$

④  $0.002 \pm 0.004\text{mm}$



図 2.3.2 両面研削盤（縦型）

3. 仕上研削（縦型） 1台

- ・日本からの輸入品（日清工業製 V-5C）（図 2.3.3 参照）
- ・砥石径  $\phi$  580mm
- ・主軸モーター 18.5kw
- ・リングの送り込み方式キャリアフィード式
- ・研削液油
- ・作業員 2人 / 1台

（取代）

メッキ前  $0.02 \pm 0.003\text{mm}$

メッキ後  $0.01 \pm 0.003\text{mm}$

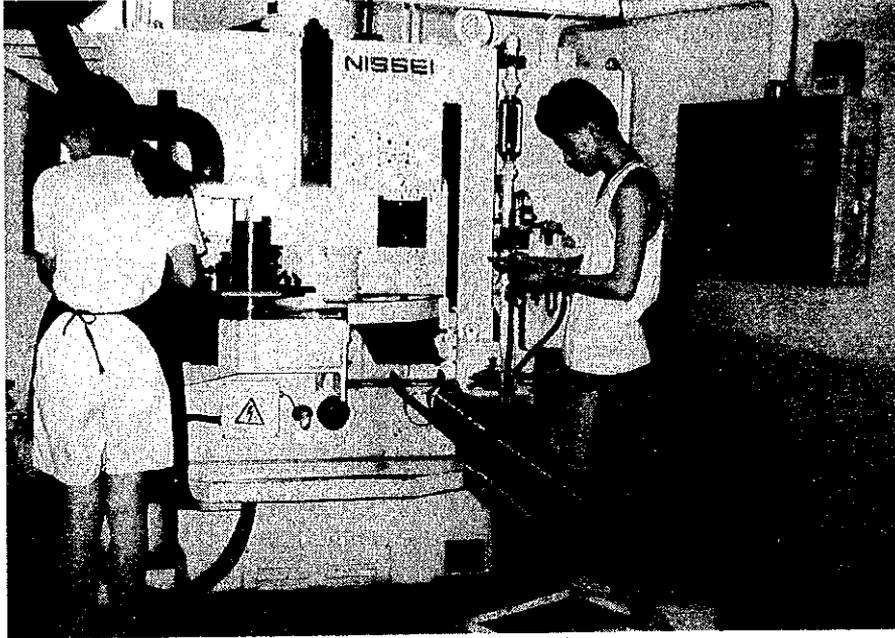


図 2.3.3 両面研削盤（日清）（縦型）

現在の両面研削の通過回数は7回～9回、難しいピストンリングでは最高22回というものまである。

通過回数を少なくすると不良が増える。例えば、通過回数9回では不良率4%、通過回数6回では不良率6%となる。従って、通過回数は減らせない。

## (2) 球状黒鉛鋳鉄リング

球状黒鉛鋳鉄リングは2本取りで铸造するため、両面研削工程の前に2本に分ける必要がある。現在は生産量も少ないので普通旋盤で突切り加工をしているが、今後、生産量が増えると専用機が必要になる。

## (3) その他

### (a) 洗滌

両面研削終了後のピストンリングは、木の切粉などを使って油を除去しているが、清浄度は極めて悪い状態で次工程へ送っている。

### (b) 設備点検

設備点検は日常点検と定期点検に分けて実施しているとのことであるが、運転中によく停止するとのことで、保守状況は余りよくない。また、ミストコレクター (mist collector) も一部の機械しかなく、それも工場外へつながっていないため作業環境は悪い。(寸法不良の原因にもなる)

### (c) 運搬

次工程への運搬は台車のようなものを使用している。(図 2.3.4、図 2.3.5、図 2.3.6 参照)

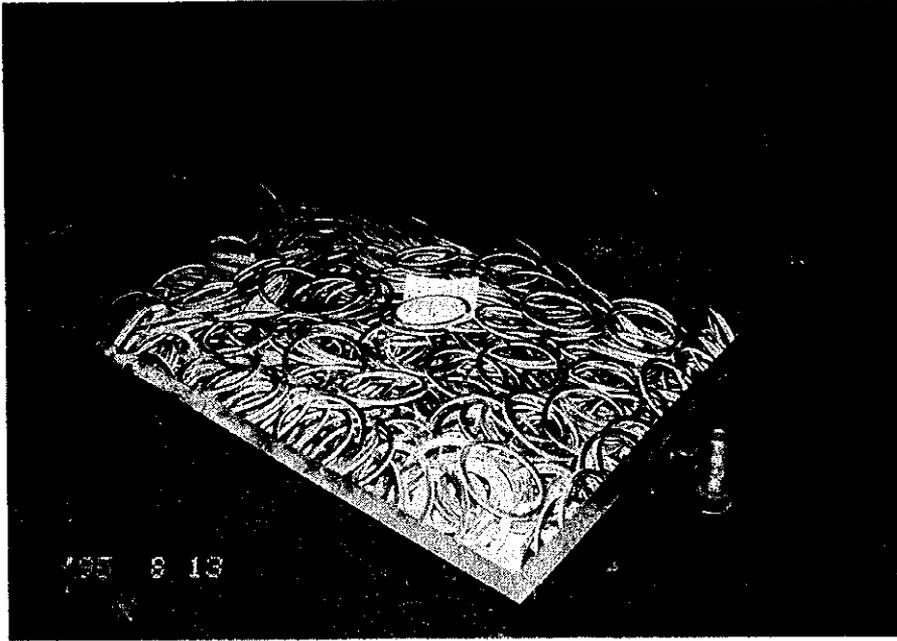


図 2.3.4 研削盤からリングを受けたところ（下に車輪がある。）

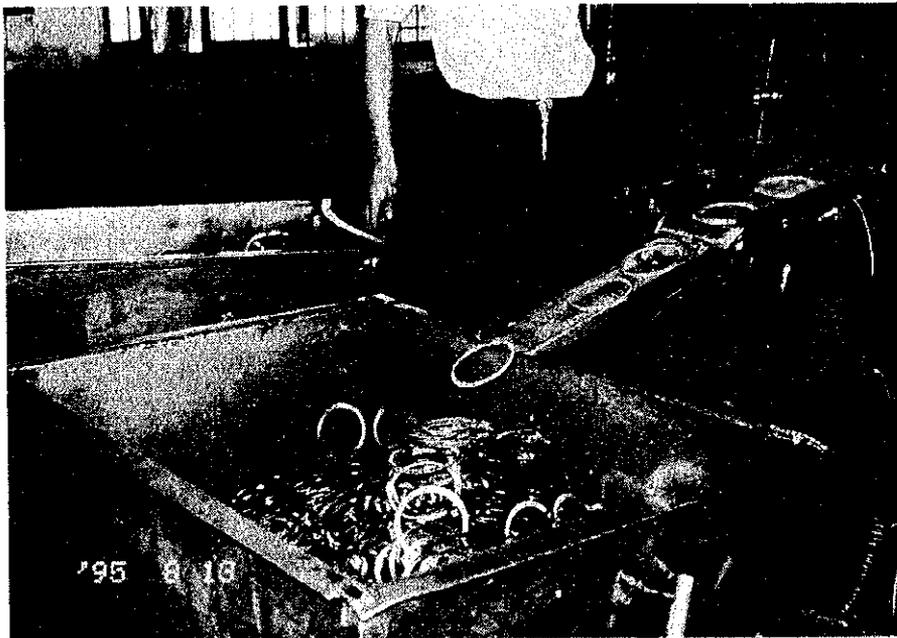


図 2.3.5 研削盤からリングを受けているところ

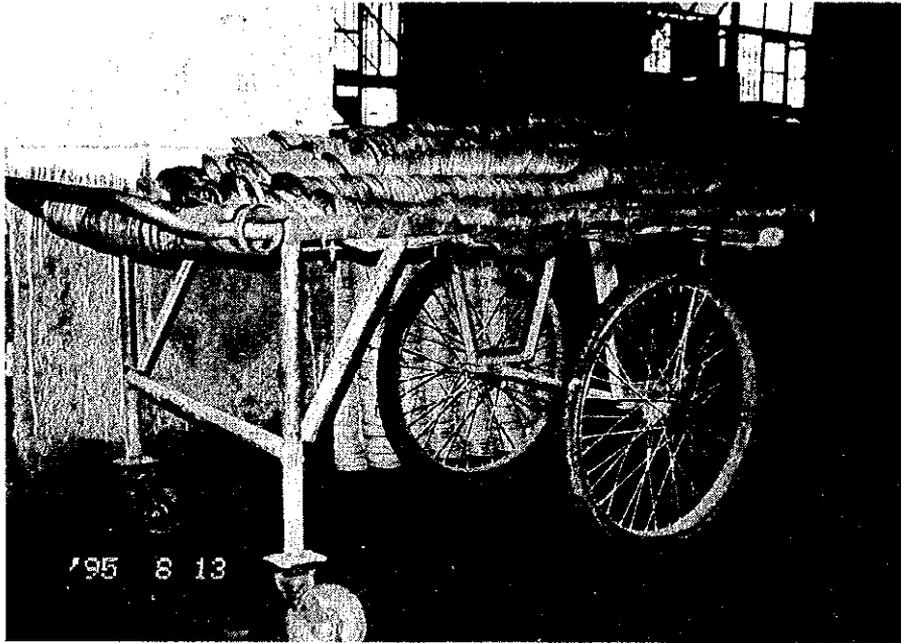


図 2.3.6 運搬台車

## 2.3.2 両面加工工程の問題点

### (1) 両面研削の通過回数が多い

日本の工場では通常、粗研削、中研削、仕上研削各1回と、クロムメッキ等のものは、メッキ後1回の計3～4回で行われているが、当工場では合計通過回数は7～9回、またはそれ以上となっている。これは両面研削盤の剛性や馬力が不足で、一回で多くの取代を研削出来ないためと考える。研削盤の改造、整備が必要である。表 2.3.1 で日本の工場例と比較する。

表 2.3.1 両面検削の条件比較

	安慶ピストンリング工場	日本の工場例
<b>粗研削盤</b>		
砥石径 主軸モーター 機械の型式 送り込み方式 研削液 取り代	φ 750mm 18.5KW 横型 スルーフィード 水溶性 ① 0.4 ~ 0.6mm ② 0.2 ± 0.02mm ③ 0.13 ± 0.02mm	φ 760mm 37.5KW 横型 スルーフィード 水溶性 1.0 ~ 1.5mm (1回のみ)
<b>中研削盤</b>		
砥石径 主軸モーター 機械の型式 送り込み方式 研削液 取り代	(中研削はなし)	φ 760mm 30KW 横型 スルーフィード 油 0.05 ~ 0.2mm
<b>仕上研削盤</b>		
砥石径 主軸モーター 機械の型式 送り込み方式 研削液 取り代	φ 750mm 7.5KW 縦型 スルーフィード 油 ① 0.04 ± 0.005mm ② 0.02 ± 0.004mm ③ 0.01 ± 0.004mm ④ 0.002 ± 0.004mm	φ 760mm 22.5KW 縦型 キャリアフィード 水溶性 0.03 ~ 0.05mm  (メッキ後) 0.02mm

当工場では、この他、メッキ後の仕上研削には日本製の研削盤（砥石径φ 580mm、縦型、キャリアフィード、取代0.01 ± 0.003mm）を用いている。

## (2) ミストが多く作業環境も悪い

この種の研削作業では、研削液を大量に使うためミスト (mist) が出やすく、このミストを集塵しないと環境も悪くなり、ピストンリングの傷の原因にもなる。特に研削液に油を使うとミストが出やすくなるが、当工場ではミストコレクター (mistcollector) を使用していない。今後、新工場へ移ることになるので、ぜひ設置が必要と考える。

### **(3) 作業者が多い**

現在1台に3人の作業者がついている。1人は運転、1人は設備、1人は測定を主業務としているとのことであるが、非常に多い。(日本の工場では、1人/台または2人/3台程度)設備の故障対策ならば、メンテナンス(maintenance)体制を整えて故障を減らし、測定も巡回検査員との連携を密にして、1人1台体制へ挑戦すべきと考える。

### **(4) 洗滌が不十分である**

仕上研削では研削液に油を使用しているため、この油を充分除去してから次工程へ渡すことが必要であるが、きちんとした洗滌装置がない。木の切粉で油分除去を行うとのことであるが、これでは不十分である。現在は、両面研削後、熱処理をして加工工程へ渡すため、ここで油分がなくなるのかもしれないが、変色を生じパーカー(燐酸塩皮膜)のつき方も悪くなるので、ぜひ改善の必要がある。また、熱処理は廃止を検討することになっているので、どうしても洗滌方法の改善は必要である。

### **(5) 運搬方法の改善が必要である**

両面研削盤で研削されたピストンリングが順序よく出てくるのに、これを箱に受けて混ぜてしまい積み変えたり整理し直したりしている。一回順序よく並べたら、それを崩さない工夫が必要である。

### **(6) ピストンリングの幅寸法公差 0.012mm について**

これは両面加工工程の責任ではなく、工場で採用している製造規格の問題であるが、ピストンリング機能面や両面加工工程の工程能力を無視した規格のために、苦勞し全数検査をせざるを得なくなっている。自工程の工程能力をきちんと把握して、技術部門へ提案し、適正な規格作りを働きかける必要がある。

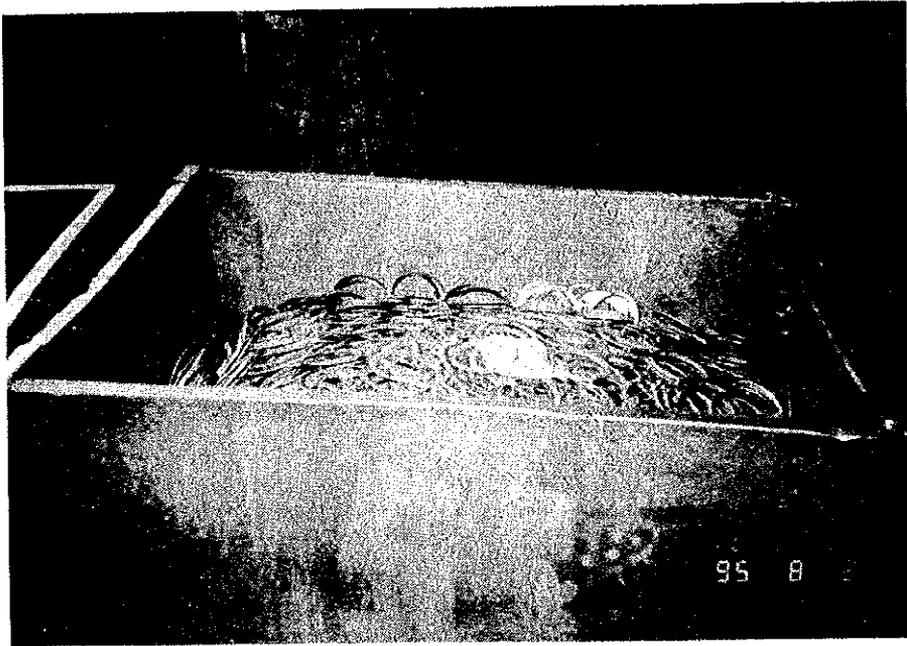


図 2.3.7 研削後のピストンリングの箱



図 2.3.8 研削後のピストンリングの箱（拡大）

## 2.4 機械加工工程（表面処理前）の現状と問題点

### 2.4.1 機械加工工程（表面処理前）の現状

クロムメッキまたはモリブデン溶射等の表面処理までの工程は、おおよそ次の通りである。

外周カム (cam) 旋削→合口部切断→粗内周旋削→外周旋削（外周溝切、テーパ外旋、アンダーカット等の特殊加工含む）→隙取加工→メッキ面取加工→メッキ

カム旋削は横型カム旋盤を使用し、1往復で仕上げている。（2丁バイト、歪防止のため往復させている。）このカム旋盤はカム15ヶを内蔵し、加工するピストンリングの種類によって使い分けている。カムの理論カーブはロシアのものを採用している。カムのチェックは1回/6カ月行い、図面との差0.04mm以内は不合格ということになっているが、実際には余りチェックをやっていない。カム形状の狂いが心配である。また、刃物の刃先の揺動も心配である。（切削面の目とびにつながるため）（図2.4.1、図2.4.2参照）

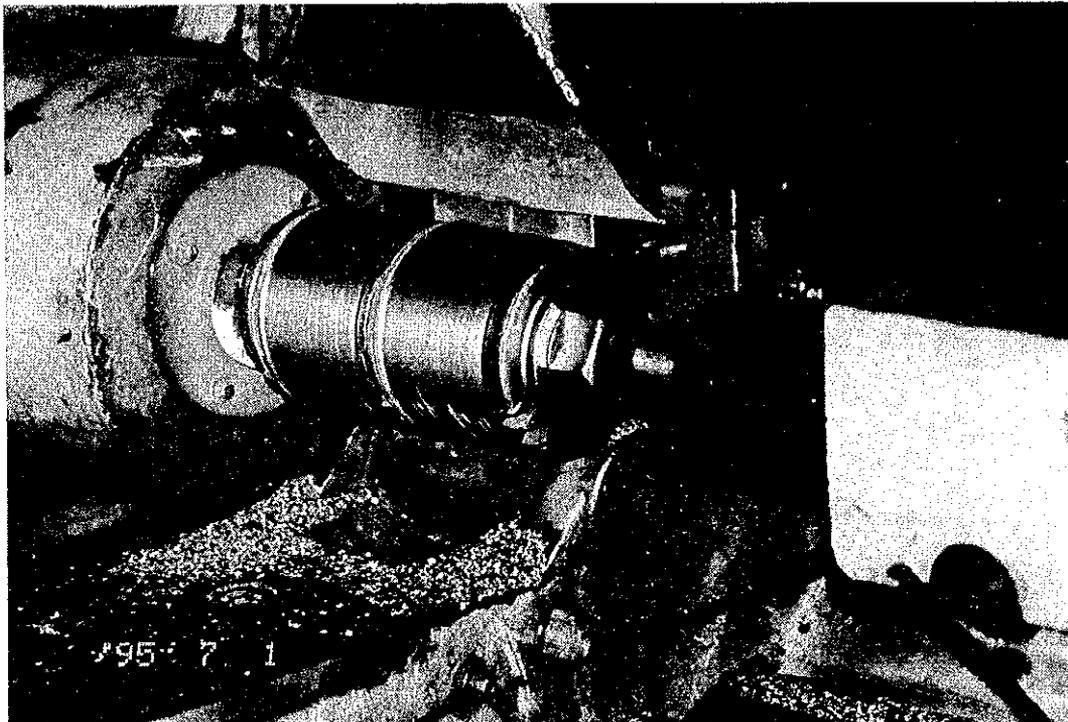


図 2.4.1 カム旋削（加工長の長さ 240mm）

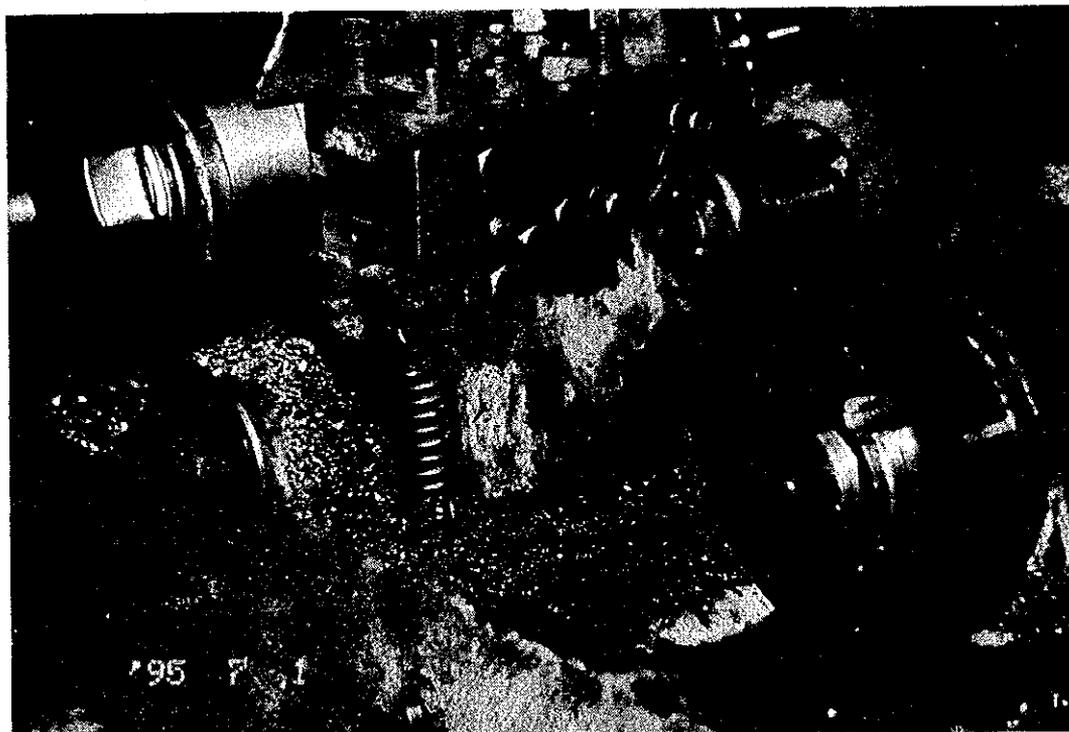


図 2.4.2 カム旋盤の刃物台付近

カム旋削後の合口部切断は両頭タイプで「ハの字」調整機構付き切断機を使用している。切断後、合口隙と漏光のチェックをリングゲージ (ring gauge) に入れて行っている。

粗内旋は2軸内旋機を使っている。ここでは複数台を1人で受け持っている。(図 2.4.3、図 2.4.4 参照)

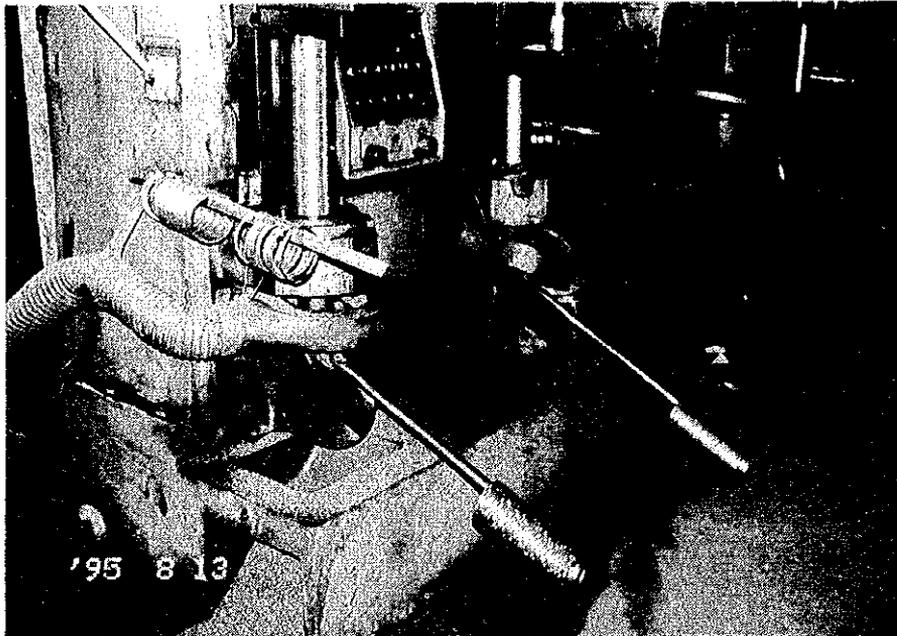


図 2.4.3 二軸内旋機

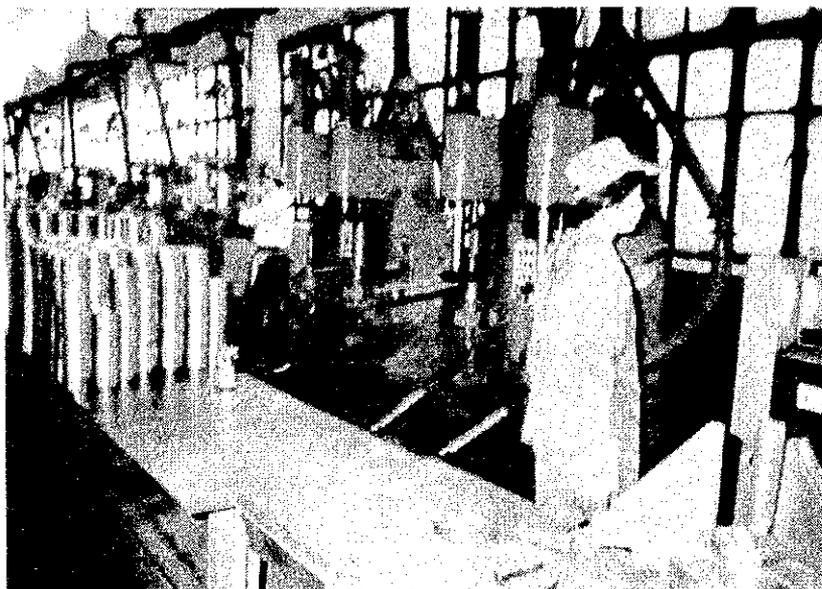


図 2.4.4 内旋工程

外周旋削（外旋）は、普通旋盤を使用して粗加工、仕上げの2本のバイトをセットした方式で実施している。加工履の長さは240mmである。

テーパ外旋はNC装置付き（numerical control：数値制御）の微い旋盤を使用。1履68本（幅寸法＝1.5mmの場合）となっている。（カラー使用）

溝切は1本加工と集団加工、油かきリングの窓切りは横型窓切機を使用し、1履8本程

度の集団加工。(幅寸法 = 5.0mm 程度の場合)

外周をバレルフェース (barrel face=BF) 形状に仕上げるものも原則として、下地は BF 形状に加工していない。(特に漏光不良が多く、難しいリングには一部下地を BF 形状にするものがある。下地を BF 形状にしないでメッキを厚くして、後で削る。)

隙取加工は、カッターを用いた横型の半自動機と、砥石を用いた手動隙取機で行っている。いずれも切削液は用いない乾式で行っている。

クロムメッキ前の外周面取りは専用機による砥石加工である。非常に能率がいいが面の大きさと角度が  $0.3\text{mm} \times 40^\circ$  と一定で調整出来ない機構になっている。メッキ面取はメッキ厚さや要求されるメッキ後の角度等により大きく変える必要があり、これがメッキ欠け不良を左右する大きなポイントとなる。(図 2.4.5、図 2.4.6 参照)

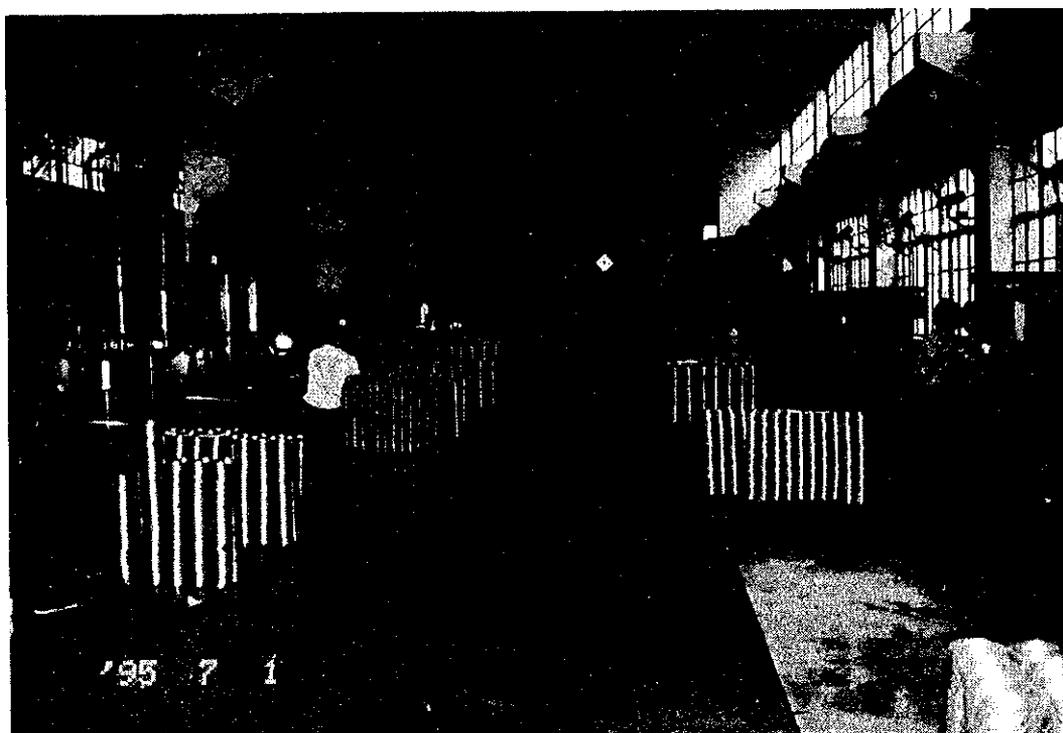


図 2.4.5 機械加工工程

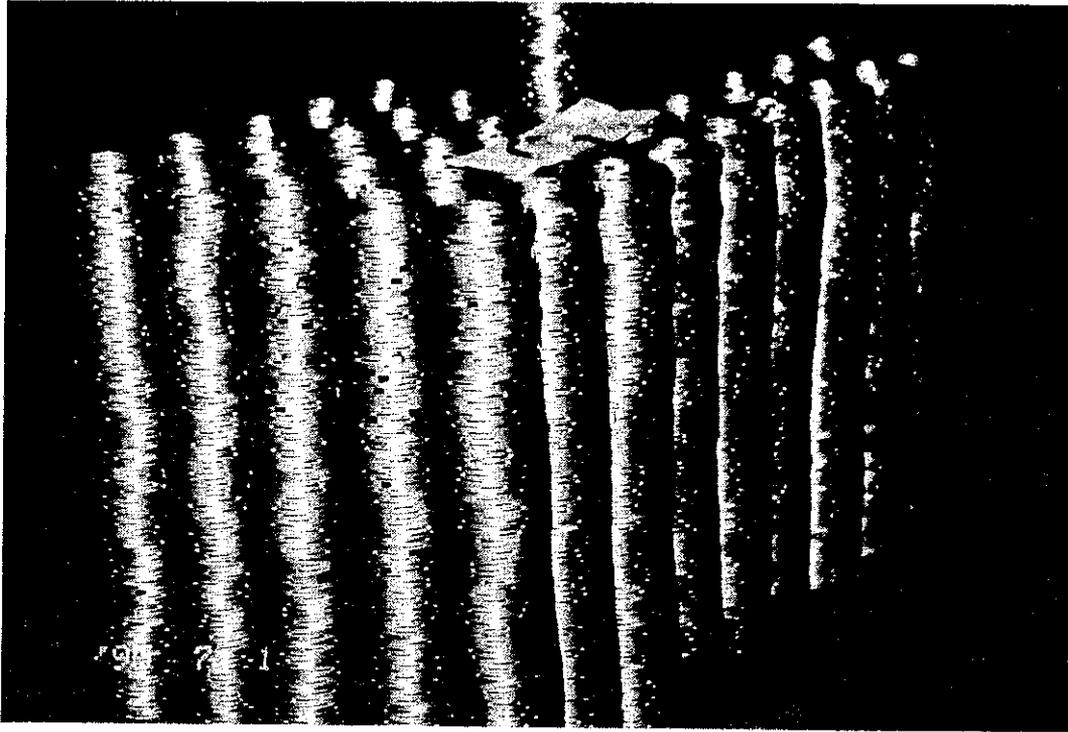


図 2.4.6 加工途中のピストンリング

## 2.4.2 機械加工工程（表面処理前）の問題点

### (1) カム外旋

#### (a) 使用しているカムのチェックがきちんとは行われていない

理論カーブとの誤差 0.04mm 以内が基準とのことであるが、これが確認されていないため実状が分からない。（実際は 0.04 ~ 0.06mm）なお日本の工場では、カム新作時は理論カーブとの誤差 0.02mm 以内、使用限度 0.03mm 以内で、これは厳しく守られている。

#### (b) カム旋盤の精度管理が不十分である

カム旋盤の精度不良か刃物の振動があるように見える。カム外旋後のリングに「目とび」や「ビビリ」が時々発生するのではないかとと思われる。担当者との話では、「不具合はない。」とのことであるが、それにしては漏光不良が多すぎる。参考までに表 2.4.1 で当工場のカム旋盤のチェック基準と日本の工場の例を比較する。

表 2.4.1 カム旋盤のチェック基準比較

点検項目	安慶ピストンリング工場	日本の工場例
主軸の振れ	0.02mm 以下	0.015mm 以下
主軸端面の振れ	0.01 ~ 0.02mm	0.01mm 以下
主軸中心線と ベッドの平行度	600mm に対して 0.02mm 以下	テストバー 200mm につき 0.01mm 以下

**(c) テーパー外旋、BF 形状等のチェックが出来ない**

テーパー外旋、BF 形状等の精度は、ピストンリングの機能に大きく影響するため、現在のように加工機械を信用してチェックしないのは不十分と考える。

**(d) 加工バイトの研磨にバラツキが多い**

現在使用しているバイト類の研磨は、「各作業者が行っている。」とのことであるが、不具合発生の原因となりやすく、研磨専任者の配置の検討が必要と考える。超硬チップ (tip) 等は、バラツキは少ないとも考えられるが、やはり各作業者による差は大きい。

**(e) 加工雇の長さが不統一である**

ロット管理を行い、各設備間でバランスの取れた生産活動を行うためには、材料が一定の単位で流れることが必要である。そのためには、各設備間の雇類の長さは統一する必要がある。また、長さを変える場合はその倍数で行うべきと考える。

**(f) エル棒の形状を統一する**

エル棒（ピストンリングの合口部をかける治具）等、治工具類もいろいろなものが使われている。出来るだけ統一することが必要。（図 2.4.7、図 2.4.8 参照）

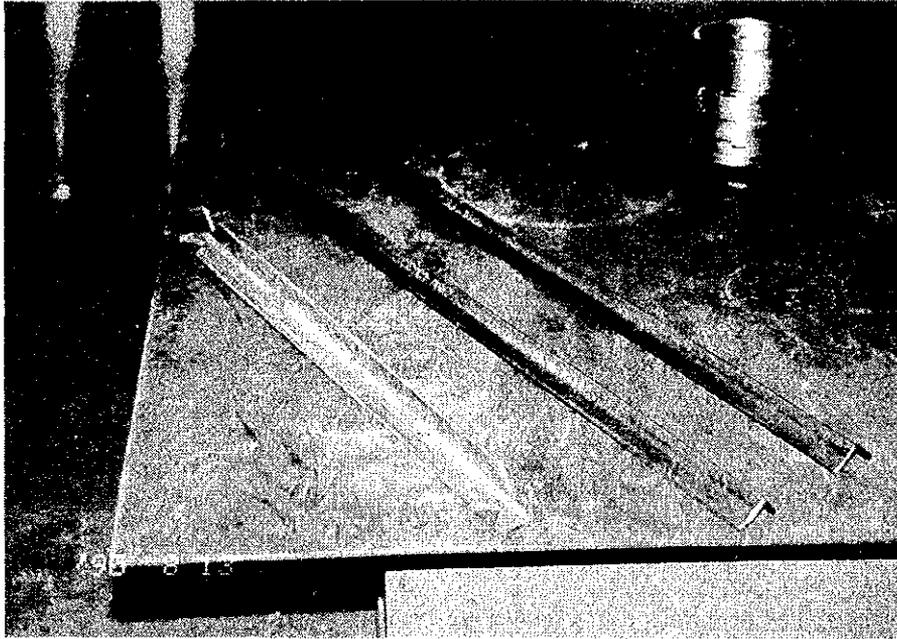


図 2.4.7 エル棒の例（1）

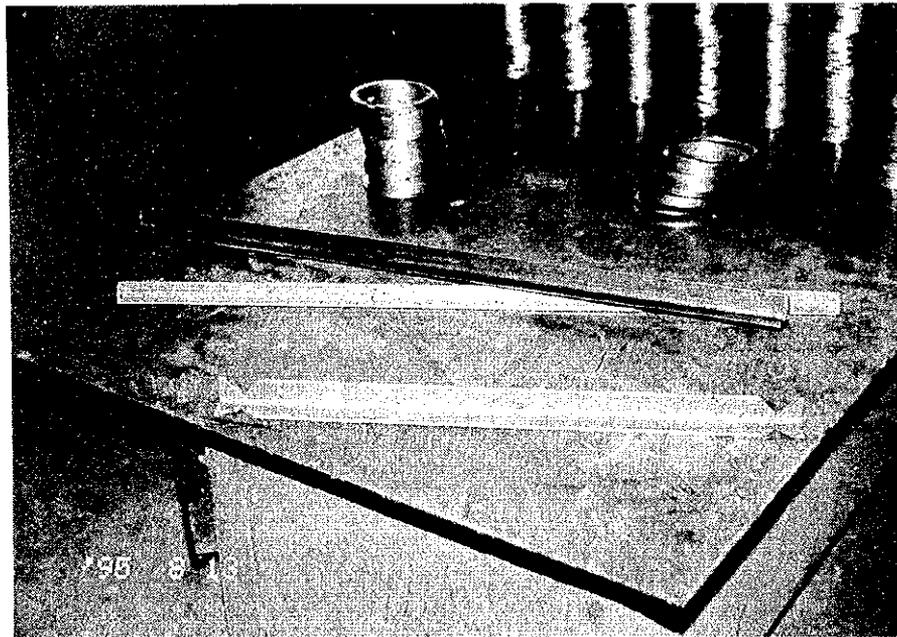


図 2.4.8 エル棒の例（2）

(g) メッキ面取の形状が不具合である

クロムメッキ前の外周面取は、メッキをつけた状態で図面規格を満足し、しかもメッキ欠け等の不具合をおこさないような角度、寸法が必要である。そのためには、メッキ厚さ、図面の要求する角度等によって、面取の量や角度を変える必要があるのに、現在の設備はそれが行われていない。図 2.4.9、図 2.4.10、図 2.4.11、図 2.4.12 に日本へ持ち帰って調

べたメッキ前のリングの面取状況を示すが、この状態では、メッキ欠け等の不具合発生はおきやすいと考える。

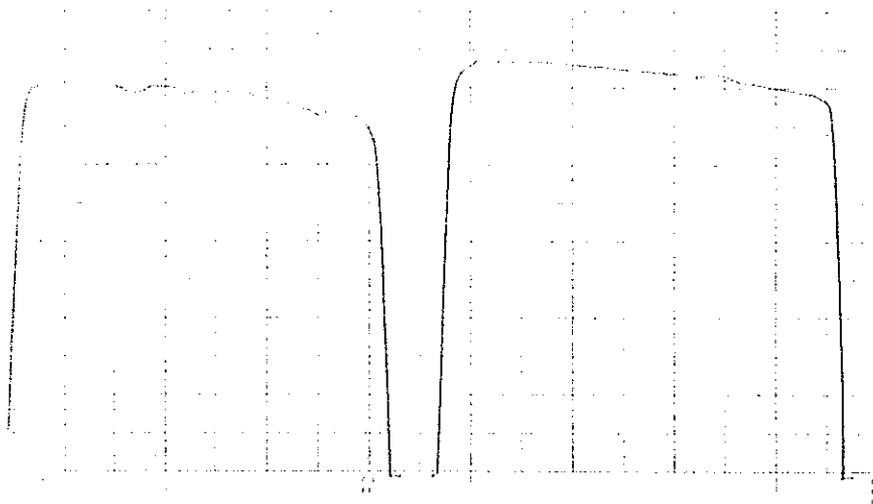


図 2.4.9 形状測定器による外面形状測定（倍率 縦×1,500、横×60）

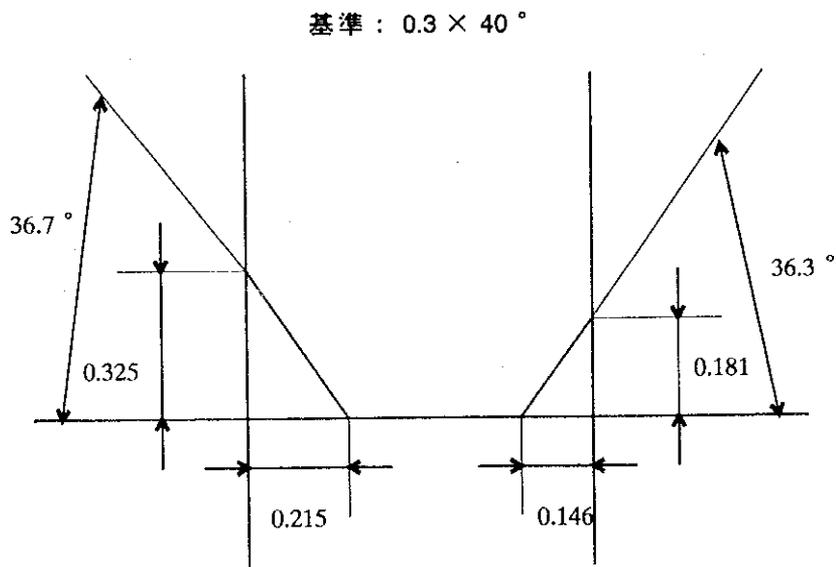
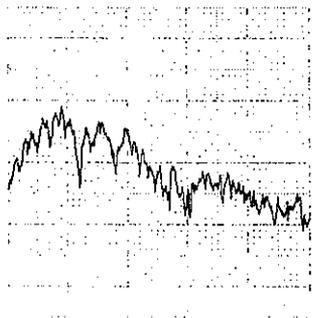
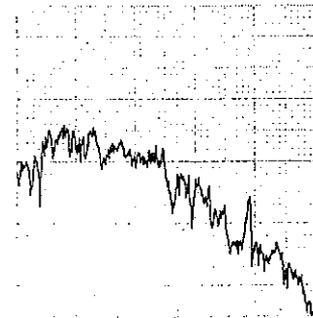
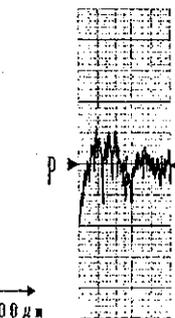
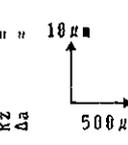


図 2.4.10 外面形状のスケッチ（倍率×50）



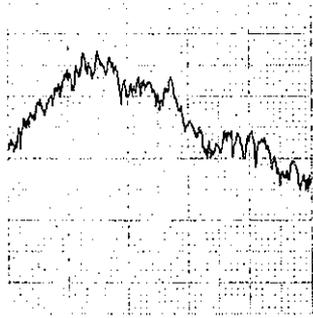
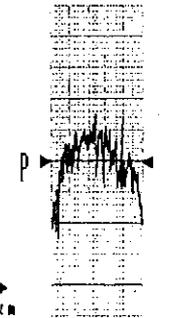
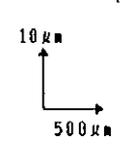
TOKYO SEIMITSU surfcom

ROUGHNESS =  
CUTOFF =  
TILT COR = FLAT-ML  
LENGTH = 2.500  
V-MAG = 1000  
H-MAG = 1020  
T-SPEED = 0.3mm/s  
POLARITY = POSITIVE  
Ra = 1.6µm  
Rmax = 16.0µm  
Rz = 10.2µm  
Δa = 7.6 deg



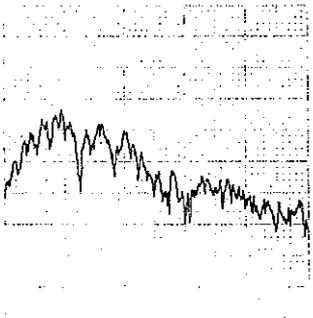
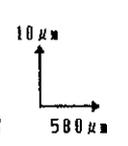
TOKYO SEIMITSU surfcom

ROUGHNESS =  
CUTOFF =  
TILT COR = FLAT-ML  
LENGTH = 2.500  
V-MAG = 1000  
H-MAG = 1020  
T-SPEED = 0.3mm/s  
POLARITY = POSITIVE  
Ra = 1.6µm  
Rmax = 20.0µm  
Rz = 9.3µm  
Δa = 9.3 deg



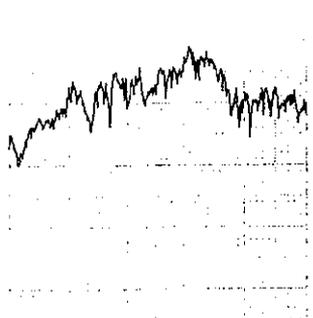
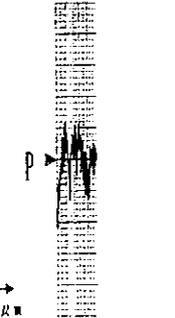
TOKYO SEIMITSU surfcom

ROUGHNESS =  
CUTOFF =  
TILT COR = FLAT-ML  
LENGTH = 2.500  
V-MAG = 1000  
H-MAG = 1020  
T-SPEED = 0.3mm/s  
POLARITY = POSITIVE  
Ra = 1.5µm  
Rmax = 20.1µm  
Rz = 6.8µm  
Δa = 6.8 deg



TOKYO SEIMITSU surfcom

ROUGHNESS =  
CUTOFF =  
TILT COR = FLAT-ML  
LENGTH = 2.500  
V-MAG = 1000  
H-MAG = 1020  
T-SPEED = 0.3mm/s  
POLARITY = POSITIVE  
Ra = 1.7µm  
Rmax = 16.8µm  
Rz = 10.5µm  
Δa = 7.7 deg



TOKYO SEIMITSU surfcom

ROUGHNESS =  
CUTOFF =  
TILT COR = FLAT-ML  
LENGTH = 2.500  
V-MAG = 1000  
H-MAG = 1020  
T-SPEED = 0.3mm/s  
POLARITY = POSITIVE  
Ra = 1.4µm  
Rmax = 16.0µm  
Rz = 8.3µm  
Δa = 8.3 deg

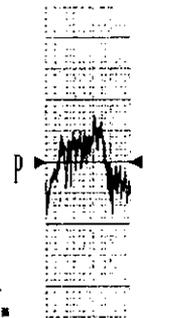
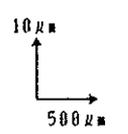
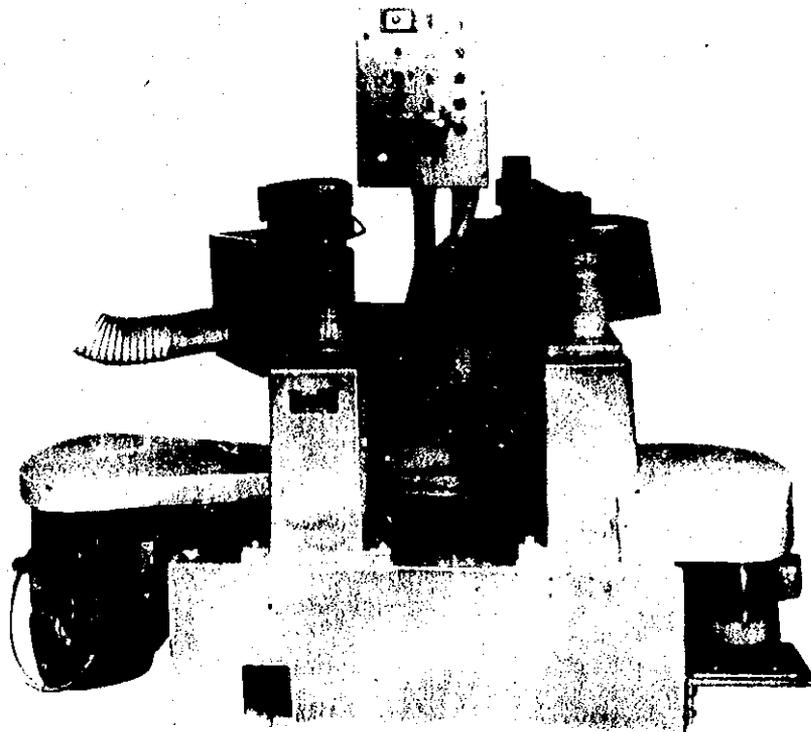


図 2.4.11 外面の粗さ

### (h) ピストンリング素材の凹凸が多い（黒皮残りが出る）

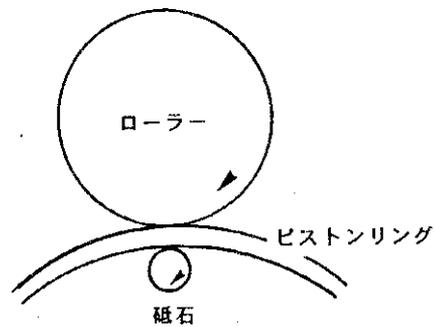
加工工程の能率は、素材の状態に大きく影響される。しかし、加工工程の要求と鑄造工程の能力は相反することも多い。そこでお互いに連携を密にして協力しながら、少しでもよい品質のピストンリングを能率よく作る努力をすることが必要である。現状は、両者の協力度が若干不足しているように思えるので、改善が必要と考える。

内周バリ取り機の写真を図 2.4.12 に示す。この設備の価格は、7,000 千円程度である。



右側：内周バリ取り

左側：外周バリ取り



内周バリ取りを上から見た場合

図 2.4.12 内周バリ取り機

## 2.5 表面処理工程の現状と問題点

### 2.5.1 表面処理工程の現状

#### (1) 硬質クロムメッキ

図 2.5.1 にクロムメッキ工程の全景を示す。

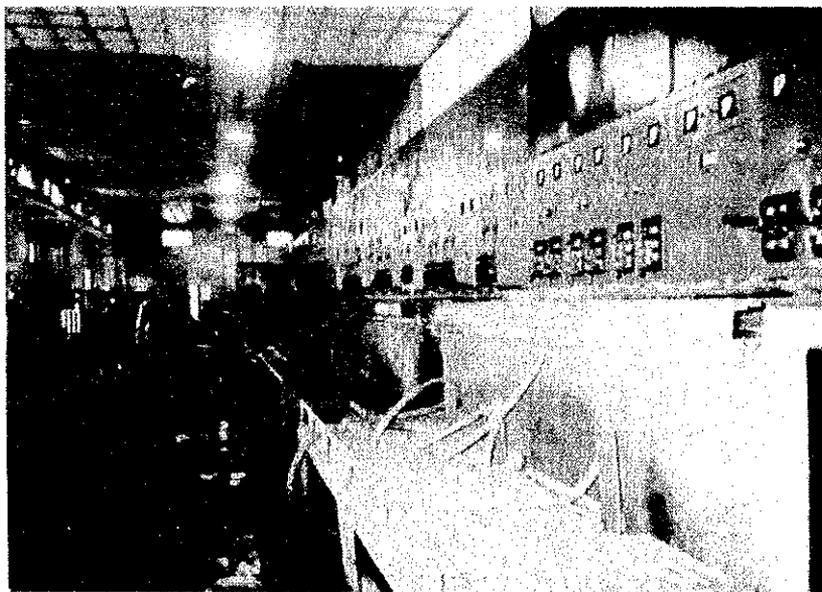


図 2.5.1 クロムメッキ工程

クロムメッキ品はメッキ面取後メッキ工程に送り込まれ、図 2.5.2 のような工程順序をとる。

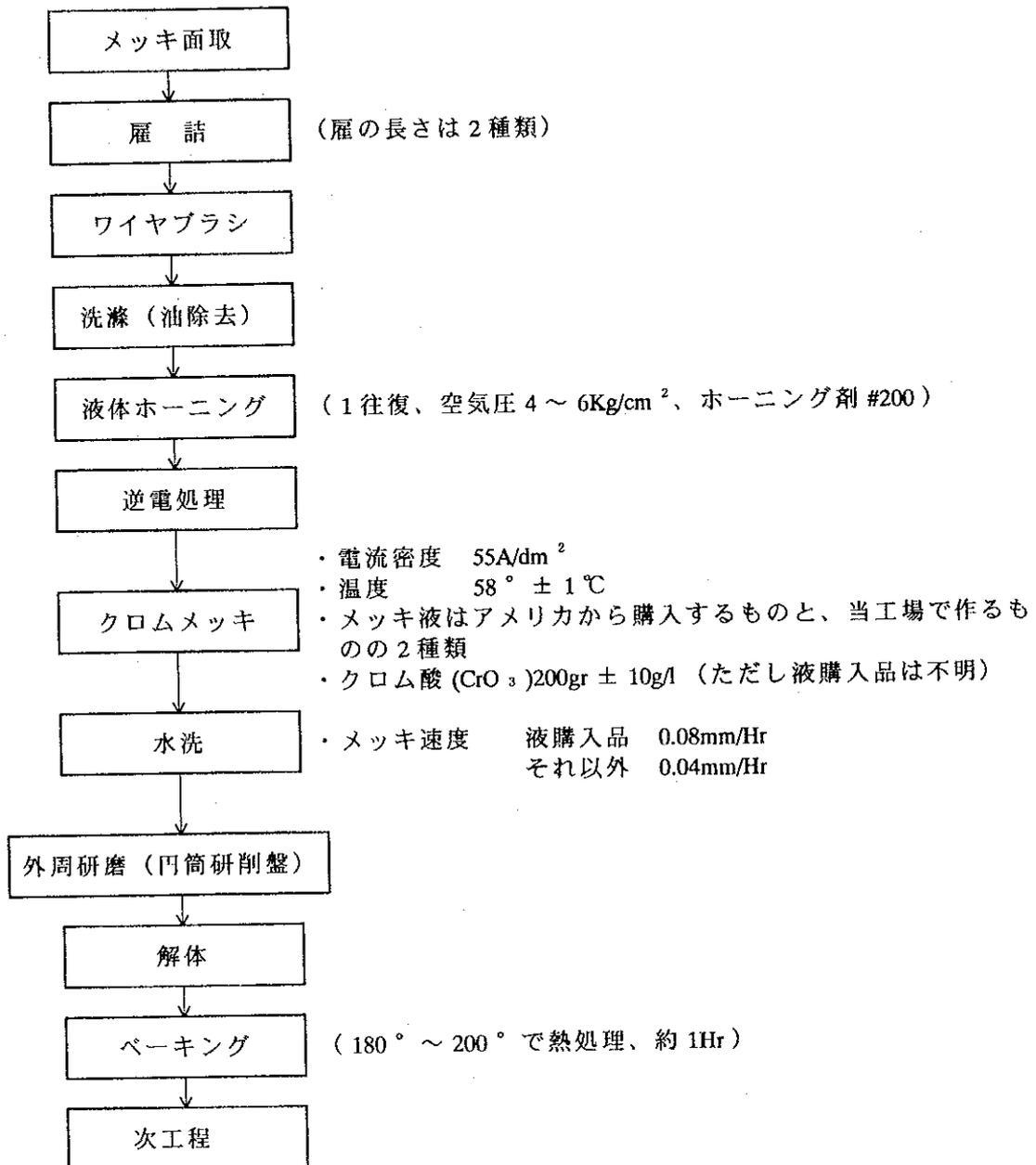


図 2.5.2 クロムメッキ品の工程順序

メッキ厚さは、図面指示 0.1mm 以上に対して、0.21mm つけている。これは、メッキ後バレルフェース (BF) 形状等の研磨をするためである。(メッキ前の下地を BF 形状にするものは 0.15mm と少ない。)

メッキの処理量は鋳鉄リング 600 ~ 700 万本 / 年、大部分外周のみのメッキであるが、側面につけるものも若干ある。

この他、スチールの油かきリング用レール 50 万本 / 年 (100 万レール / 年) を処理している。これは合口部の切断前に実施。

メッキ雇は、長軸 480mm、短軸 240mm の 2 種類を使用。

メッキ中のメッキ履の回転はなし。(メッキ厚さバラツキの原因になる。)

メッキ液は1回/週、クロム酸 ( $\text{CrO}_3$ )、3価クロム ( $\text{Cr}^{3+}$ )、硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 等をチェックしているとのことであるが記録はない。不純物の管理が不十分で液交換もない。

メッキ履、カラー等は専任者が1回/月、チェックしているがその限度が数値で表示しており、管理が難しい。

メッキ密着度、メッキ粒子の大きさ等の判定基準もはっきりしていない。

設備の保全は、定期的にはやっていない。仕事の切れ目、停電時等にやっている。(時々液もれがある。)

停電は多く、メッキの品質にも影響している。

メッキ欠け、メッキ剥離等の不良は多い。現在の生産量で能力一杯とのことである。(3直稼動)

## (2) モリブデン溶射

モリブデン (Mo) 溶射工程は、ピストンリングの外周に溝を切り、ここへモリブデンの粉末をプラズマ溶射機を使って、コーティングする工程である。その工程は図 2.5.3 に示す。全景及び主要工程は図 2.5.4、図 2.5.5、図 2.5.6 に示す。

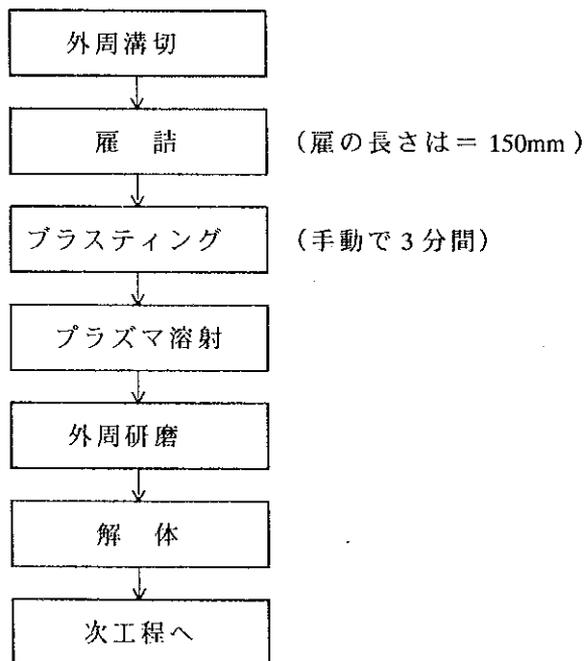


図 2.5.3 モリブデン溶射の工程順序



図 2.5.4 モリブデンのプラズマ溶射

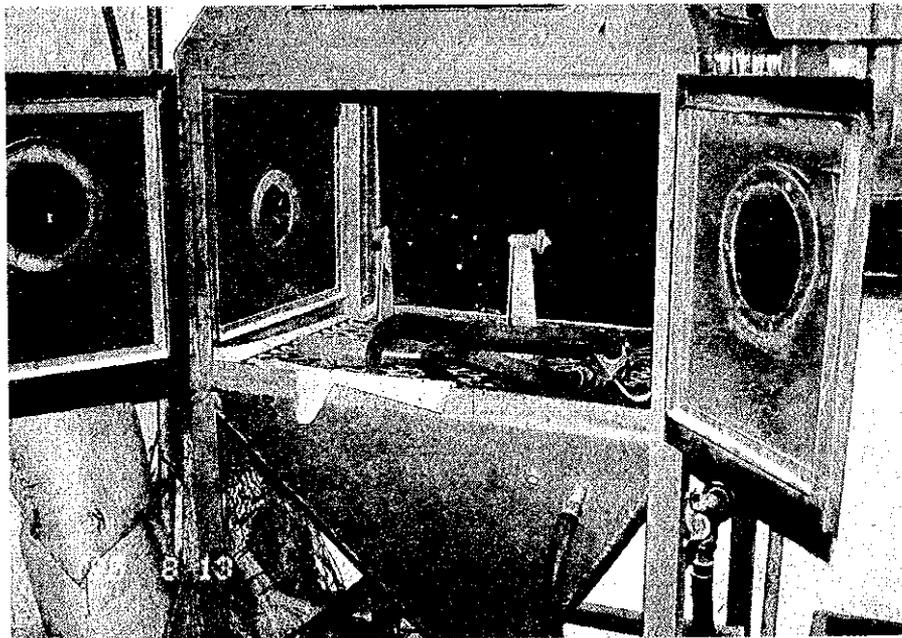


図 2.5.5 プラスティング機

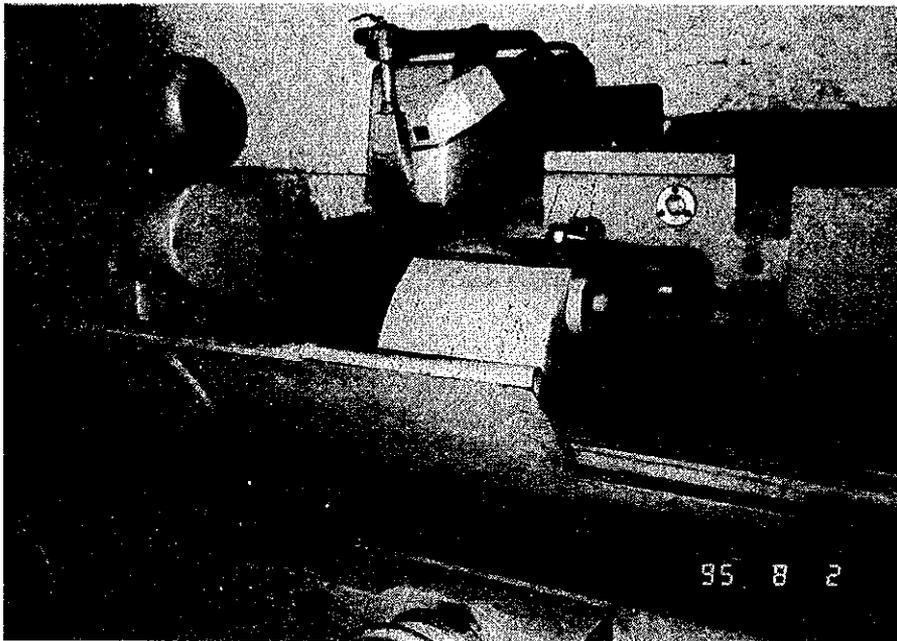


図 2.5.6 円筒研削盤（溶射後の研磨に使用）

モリブデン溶射リングは現在 70 万本 / 年の生産をしているが、剥離、欠け等の不良が多い。

### (3) その他の表面処理

最終工程で実施する防錆、初期なじみ等を目的としたパーカーライジング（磷酸塩皮膜）以外の耐摩耗を目的とした表面処理では、クロムメッキ、モリブデン溶射の他にセラミック溶射、物理蒸着法 (PVD) によるチタンナイトライド (TiN) 等を開発しているとのことであるが、その数量はまだ少ないと思われる。

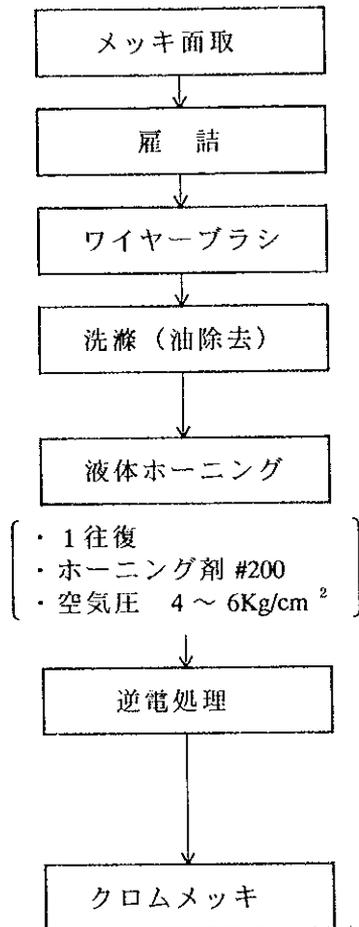
## 2.5.2 表面処理工程の問題点

### (1) 硬質クロムメッキ

#### (a) メッキの前処理が不十分である

図 2.5.7 に日本の工場の例と比較する。

(安慶ピストンリング工場)



(日本の工場例)

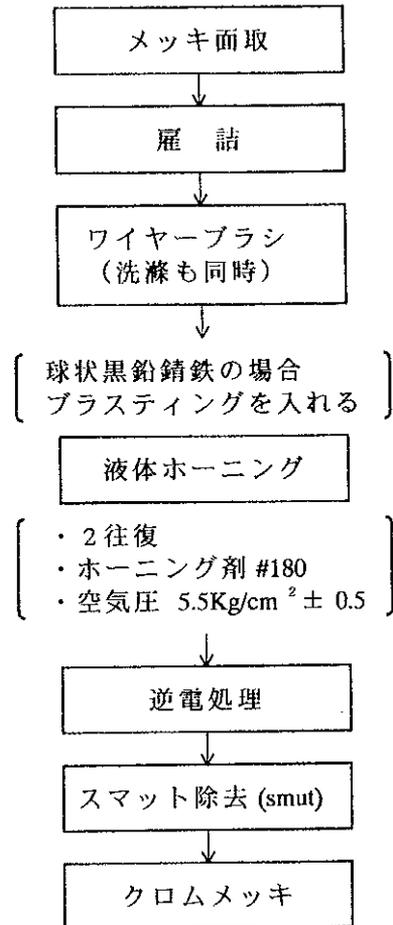


図 2.5.7 硬質クロムメッキ工程の比較

主な相違点は、液体ホーニングの回数と逆電処理後のスマット除去の有無である。(球状黒鉛鋳鉄の場合、液体ホーニングの前にさらにプラスティングを加えている。)スマット除去は、ノズルで自動的に行う方法、あるいは手動でブラシを使ってやる方法があるが、検討の必要があると考える。

### (b) メッキ液の管理が不十分である

$\text{CrO}_3$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ の測定を1回/週チェックしているとのことであるが、これだけでは不十分と考える。 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Na}$ 等、液中に溶解出すと思われる金属はきちんとチェックすべきと考える。特に $\text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$ は重要で、毎日または1回/2日はチェックする必要がある。これは、これらがメッキの密着性に大きく影響し、欠け不良の原因となるためである。ただ、アメリカから輸入している液については内容が分からないとのことなので別に検討する必要がある。

### (c) 廃水処理が不十分

廃水処理の能力が不足で、メッキ液の交換が思うように出来ないとのこと、これはど

うしても改善しなければならない問題と考える。

**(d) メッキ後のリングの良否判定基準が不明確である**

したがって、不具合品が後工程へ流れる可能性も考えられるので、剥離テストの基準等、明確に決める必要がある。

**(e) 設備、治工具類の点検基準が不明確**

これらの基準は一応決められていて、専任者もいるが液漏れしているメッキ槽があるし、治工具も管理基準が数値のため分かりにくい。

**(f) 停電時の処理が明確でない**

作業中の停電はかなり多いとのことである。この時の処理を間違えると不良の原因になるので注意が必要である。

**(g) メッキ軸（履）の回転がない**

これはメッキ設備の設計上の問題であるが、メッキ軸の回転がないため、メッキ厚さのバラツキが出やすくなる。そのため日本の工場例などに較べてかなり厚くメッキをつける結果となっている。今後の設備には検討が必要である。

**(h) メッキ液の使い分けについて**

現在のメッキ液は2種類あり、

- |               |          |
|---------------|----------|
| 1. 液として購入するもの | 使用割合 1/3 |
| 2. 自社で作るもの    | 2/3      |

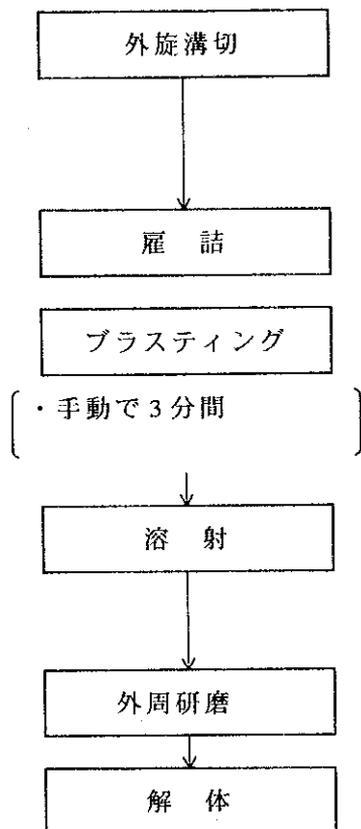
となっている。購入液は値段が高く、管理する内容もよく分からないが、メッキ速度が速い。逆に自社で作る液は、値段も安く、管理内容もよく分かるが速度が遅い。従って、これらの長所、短所を有効に生かして、品質がよく最もコストの低い方法を見つけ出すことが必要である。

**(2) モリブデン溶射**

**(a) 溶射の前処理不十分（油分が残っているのではないか）**

図 2.5.8 に日本の工場例と比較してみる。

(安慶ピストンリング工場)



(日本の工場例)

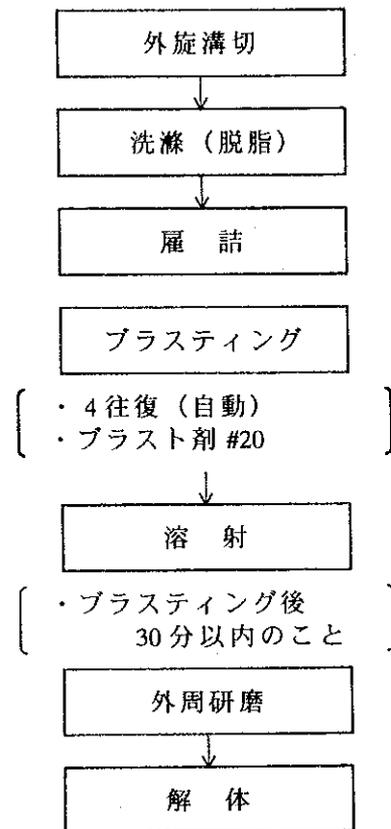


図 2.5.8 モリブデン溶射工程の比較

ここでの相違点は、脱脂していることとブラスティングの回数が多いことである。なお、溶射は油分の他、水分も嫌うため、コンプレッサー（空気圧縮機）は無水のものを使用している。これらが検討課題である。

**(b) 管理項目が不明確である**

管理上必要な項目を決めて、標準化することが必要である。

**(c) 溶射後のリングの判定基準が不明確**

モリブデンの密着性、気孔の状態などについて判定方法とその基準を明確にすることが必要である。

## 2.6 機械加工工程（表面処理後）の現状と問題点

### 2.6.1 機械加工工程（表面処理後）の現状

クロムメッキまたは、モリブデン溶射後の主な工程は図 2.6.1 に示す通りである。（詳しくは品種により変わる。）

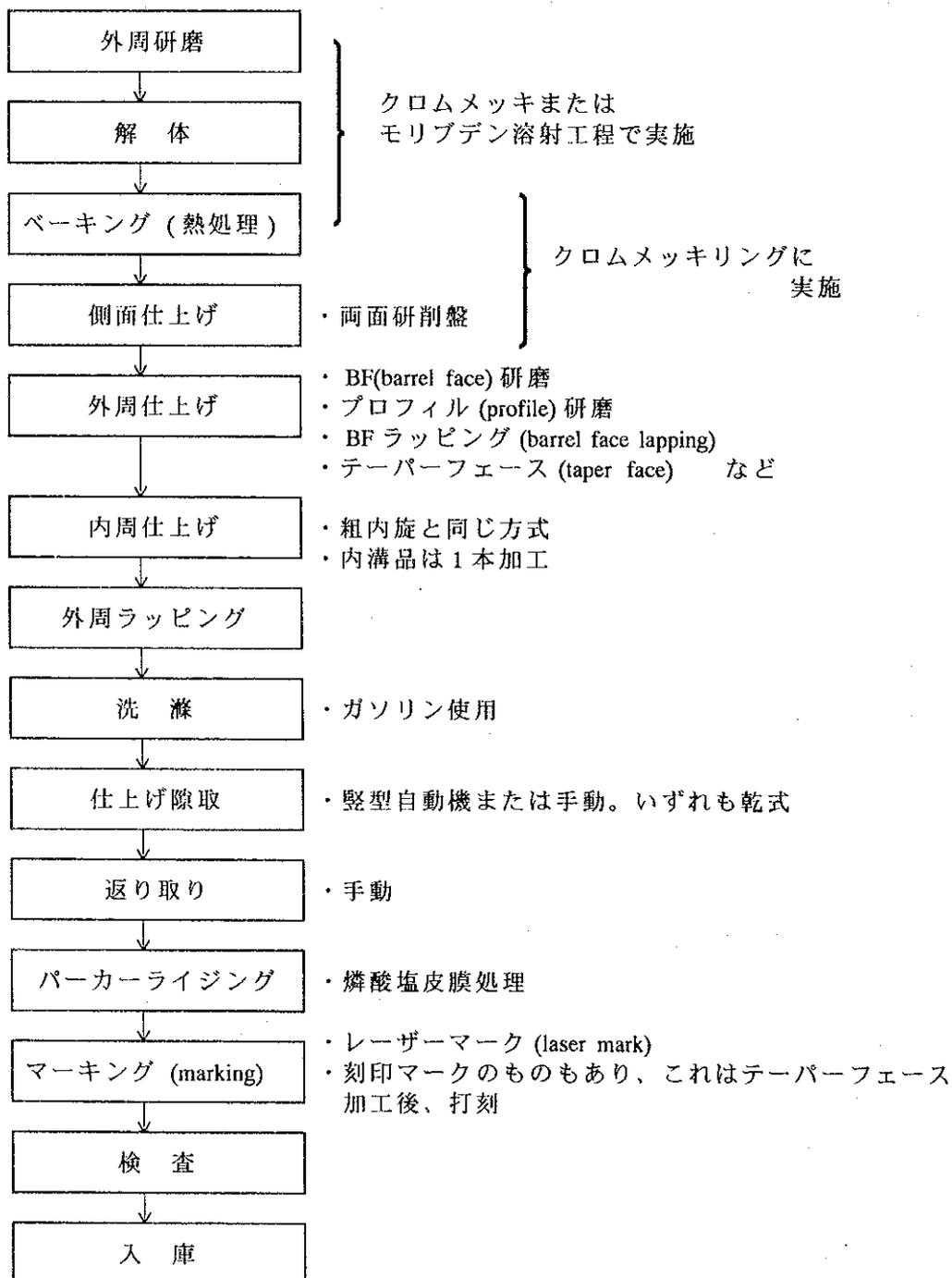
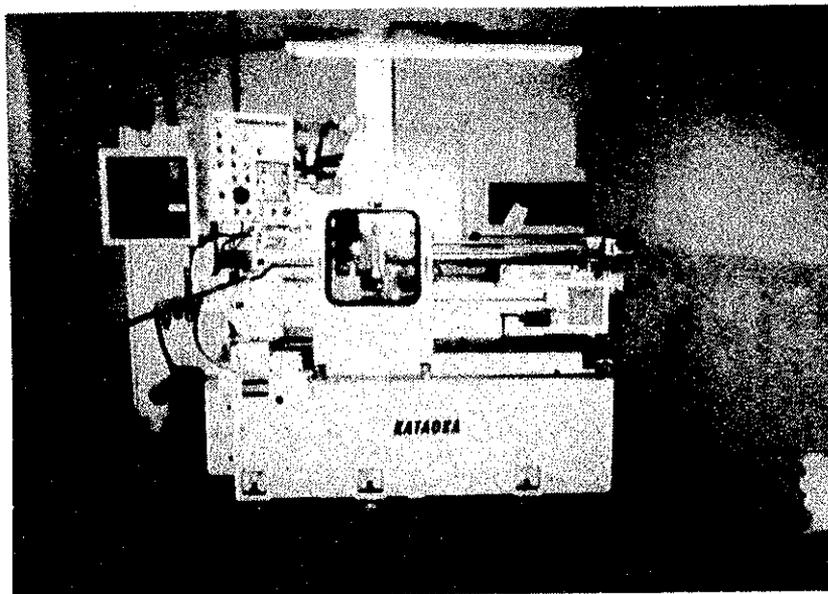


図 2.6.1 表面処理後の機械加工工程

クロムメッキ、またはモリブデン溶射を終わったピストンリングは外周研磨後、解体し、ベーキング（メッキの水素脆性防止のため）、取り取りなどを行い、側面仕上げを行う。その後、外周形状の仕上げを行う。これはピストンリングの品種により、BF研磨、テーパフェース研磨、プロフィール研磨・BF (barrel face) ラッピング等、いろいろな加工を行っている。日本に較べると、ラッピングによるBF加工は少ない。また、クロムメッキ前にテーパ形状に加工し、それにメッキをつけて、研磨しない方法は行っていない。（日本の工場では多く行われている。）これらの形状は、設備を信頼しているということで、加工後の詳細チェックは行っていない。（測定器なし。）

（図 2.6.2 参照）



（テーパフェース研磨、BF研磨、プロフィール研磨、溝切りが可能）

図 2.6.2 外周仕上げ専用機（日本製）

外周形状を仕上げた後、内周を仕上げ、外周ラッピング、合口部の隙仕上げ、取り取り等を行う。ただ、外周ラッピングを行うものは少なく、外周研磨品などは行っていない。日本の工場の場合は、ピストンリングの外周がきちんと当たっていることを確認するため、加工工程の最後に、全数短時間の外周ラッピングを行うのが一般的である。

洗滌はガソリンが使われている。加工終了後はパーカーライジング（燐酸塩皮膜処理）工程へと進むが、テーパフェースリング等の上下で方向性のあるもので幅寸法の薄いものや、客先要求のあるものには、パーカーライジング後、レーザー光線を使ってマーキングを行う。（Aマーク）

方向性のあるピストンリングでレーザーマークをしないものは、前の工程で刻印を打っている。本来は、方向性の加工をした所で、マーキングを行うが、レーザーマークはパー

カーライジングによって、見にくくなるので、やむを得ず後工程で行っている。（前と後の2回マーキングしているものもある。）そのため、逆方向のマーキングの防止に苦勞している。

方向性のないピストンリングには、マーキングをしていない。本来なら、全部にマーキングすべきであるが、生産性を上げるため、省略しているとのことである。

不良率は非メッキ品 8.5% 程度、不良内容は漏光不良、隙大等が多い。また、メッキ品の不良率は 23% 程度、メッキ欠け、当たり不良（漏光）、面取り不均一等が多い。

（図 2.6.3、図 2.6.4 参照）



図 2.6.3 隙取、返り取り工程

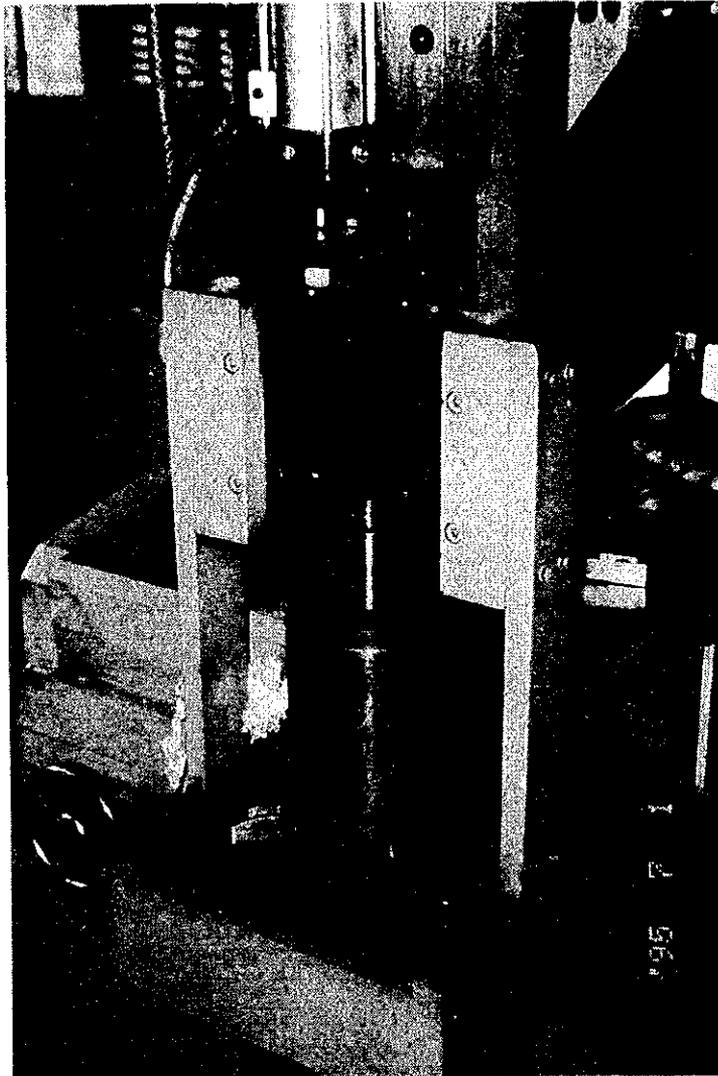


図 2.6.4 隙・返り同時加工

## 2.6.2 機械加工工程（表面処理後）の問題点

### (1) クロムメッキ後の外周研磨

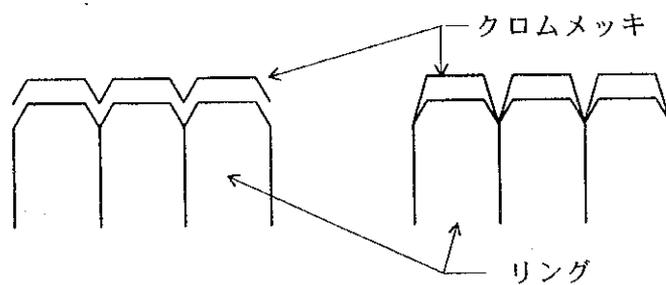


図 2.6.5 クロムメッキの改良

現在のクロムメッキは、図 2.6.5 の左側の図のような形でピストンリングの外周についているため、このままの状態では1本ずつ離れない。そこで外周研磨でクロムを削って離している。しかし、これはメッキ前の下地面取りの形状を変え、メッキ厚さのバラツキを少なくすることで右側の図のように改善することが出来、外周研磨をやめることが出来ると考える。

## (2) 合口部隙取工程の作業方法

この工程は、クロムメッキやモリブデン溶射の前や後で何回も行われているが、いずれも乾式作業で研削液等は使っていない。これが欠け不良多発の原因の一つと考えられるので、クロムメッキやモリブデン溶射後の隙取は湿式作業を導入すべきと考える。

## (3) 返り取り不十分

ピストンリング合口部の隙取作業を行うと、加工した部分には内外周方向や側面方向に小さな返りが発生する。これをきちんと除去しておかないとピストンリングの使用時、シリンダやピストンに傷を付けたり、磨耗の原因になったりするので、注意が必要である。この作業は一部分の製品しか行われていない。

## (4) ピストンリングの方向が上下逆になることがある

テーパフェースリング等、上下非対称で方向性のあるピストンリングは、方向が逆に組み込まれるとピストンリングとしての機能を全く発揮しない。そこで、テーパ加工等、方向性をつけたところでマーキング作業をするのが望ましい。レーザーマークをつけるものは、パーカーライジングの工程で見えにくくなってしまいうため、最後にマーキング作業をしている。このマーキング作業が逆にならない方法の検討が必要である。

## (5) 洗滌方法の改善が必要

現在は、ガソリンで洗滌しているとのことであるが、ガソリンを大量に使用するの、非常に危険であり、どうしても洗滌が不十分になる。超音波洗滌等の検討が必要と考える。

## (6) 外周当たりの確認が不十分

ピストンリングがその機能を発揮するためには、エンジンに組み込まれた場合、外周がきちんとシリンダ (cylinder) に当たって、シール性が保たれることが必要である。しかし、ピストンリングは合口部が切れた薄いリングであるため、単体では剛性がなく、非常に変形しやすいものであり、加工中に変形することもしばしば見られる。こういう不具合を防ぐため、エンジンのシリンダと同じ径のライナー (liner・円筒) を使って短時間、ラッピングをして、外周当たりを確認することが日本では一般的であるが、当工場では漏光を確認して、当たり確認は行っていない。当たり確認は漏光確認よりも使用時の状態に近いと考えられるので、今後の検討が必要である。

## (7) マーキングについて

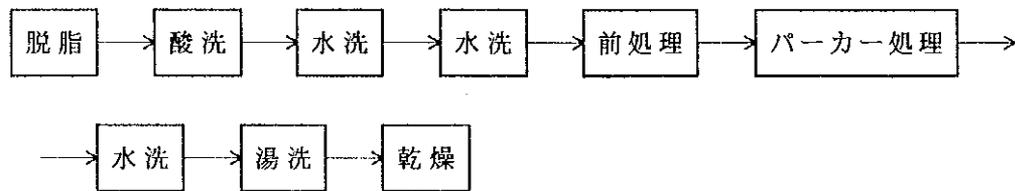
テーパフェースリングなど方向性のあるピストンリングにはレーザーまたは、打刻によりAマークをつけているが、その他の大部分にはマーキングをしていない。生産性の

点からとのことであるが、マークは、生産した工場の品質責任を示すものであり、全製品にマーキングする検討が必要である。

## 2.7 パーカーライジング工程の現状と問題点

### 2.7.1 パーカーライジング工程の現状

防錆と初期なじみをよくする目的で全数パーカーライジング (Parkerizing) (磷酸塩皮膜処理) を施している。皮膜の厚さは 0.002 ~ 0.006mm で、パーカー液の種類は、マンガン (Mn) 系が大部分である。この工程と条件は図 2.7.1 に示す。



- ・パーカー液の種類      マンガン (Mn) 系
- ・パーカーの温度        55 ~ 65 °C
- ・乾燥温度                250 ~ 300 °C
- ・膜厚                     0.002 ~ 0.006mm
- ・液の管理                水素と総酸度チェック

図 2.7.1 パーカーライジング工程と条件

図 2.7.2、図 2.7.3 にパーカライジング装置を示す。

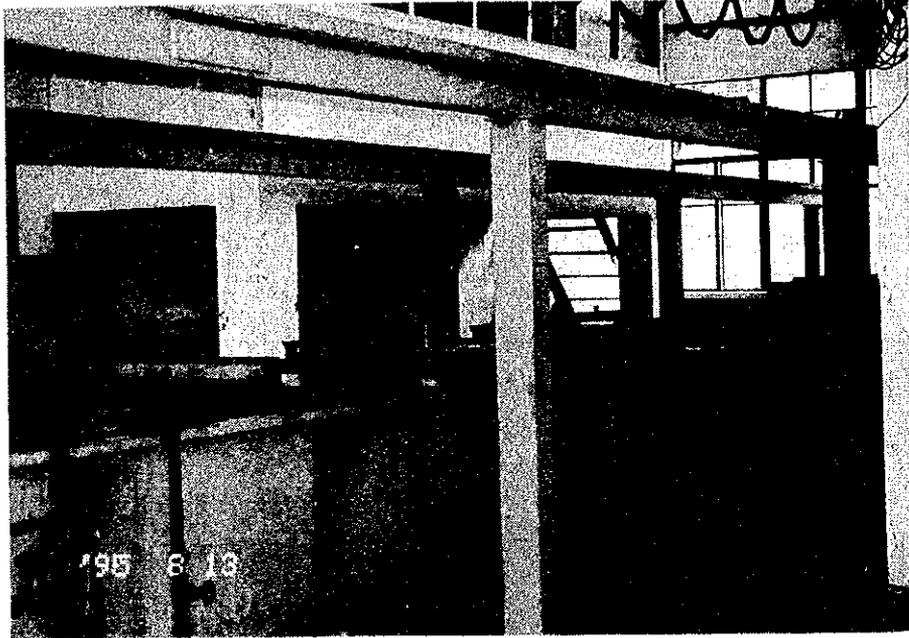


図 2.7.2 パーカー装置

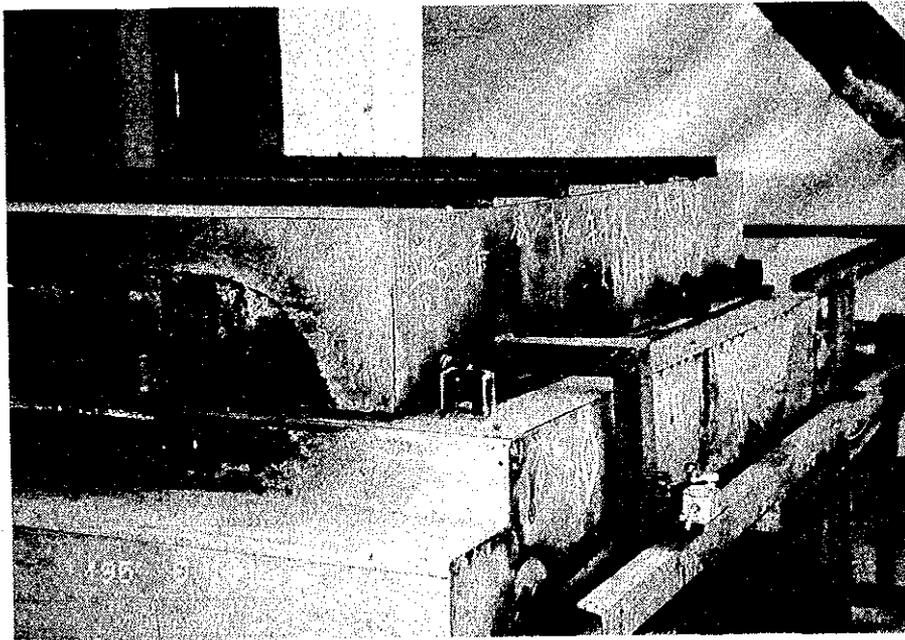


図 2.7.3 パーカー槽

パーカーライジングに関しては、国家機関による錆テストなどがあるため、厚めに付けている。そのため幅寸法の仕上げは、パーカーライジングの膜厚を考慮して、若干落としている。

膜厚を厚めにつけるためか、結晶が粗くなったり、斑点状の色むらが出たり、錆が浮き

出たりと、品質上のトラブルも多い。

パーカーライジングの種類は、マンガン (Mn) 系以外の亜鉛 (Zn) 系等にも挑戦しているが、量産化はしていない。

## 2.7.2 パーカーライジング工程の問題点

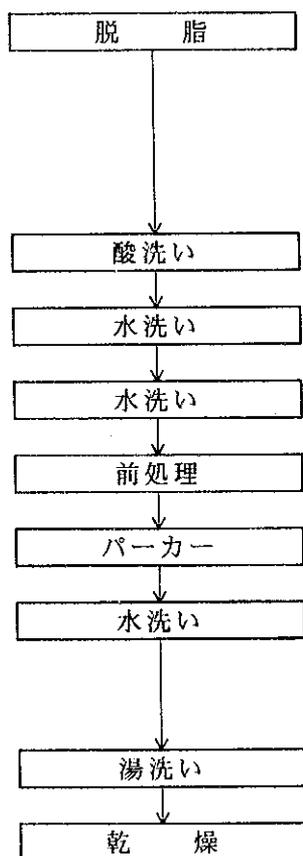
### (1) 液管理、処理時間等の管理基準が不明確である。

パーカーライジング液に関しては、水素と総酸度をチェックしているが、その方法等は統一されておらず、出た数値もバラツキが多いため、良否の判定が出来ない。また、処理時間も設備が手動操作のため、バラツキが大きい。これらはきちんと標準化する必要がある。

### (2) 洗滌不十分ではないか

パーカーむらや墨落ち等の不具合の原因の一つが洗滌不十分と思われるので、参考までに、図 2.7.4 に日本の工場でのパーカーライジング工程の例を安慶工場と比較して示す。

(安慶ピストンリング工場)



(日本の工場例)

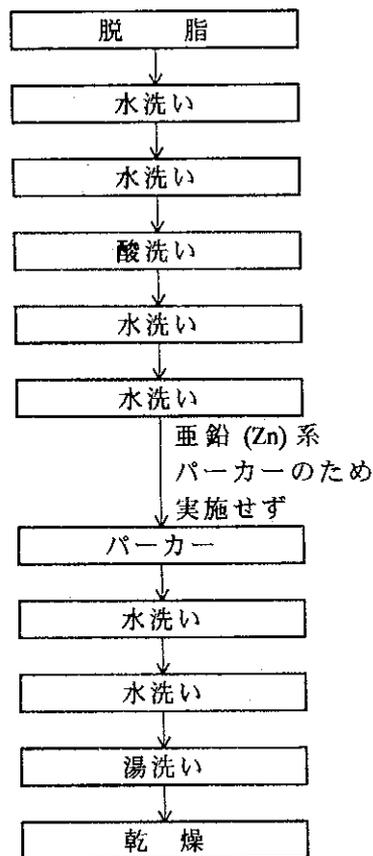


図 2.7.4 パーカーライジング工程比較

### (3) パーカー時のピストンリングの掛け方、着脱方法等の改善

パーカーライジング作業は、ピストンリングを自由状態で治具（エル棒）に並べて掛け、これをラック (rack) にかけた状態でパーカー装置に搬入して行っているが、パーカー中にピストンリングが動いたりする危険性があり、不具合の原因となるので改善の必要がある。また、ラック等の治具類をもっと扱いやすくする工夫も必要と考える。

(図 2.7.5、図 2.7.6 参照)

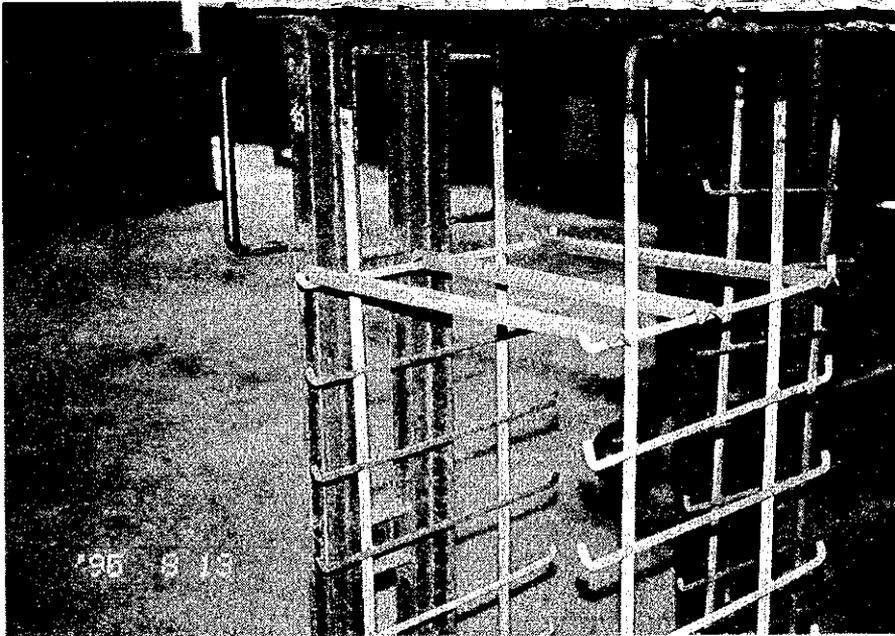


図 2.7.5 ラックにエル棒を掛けた状態

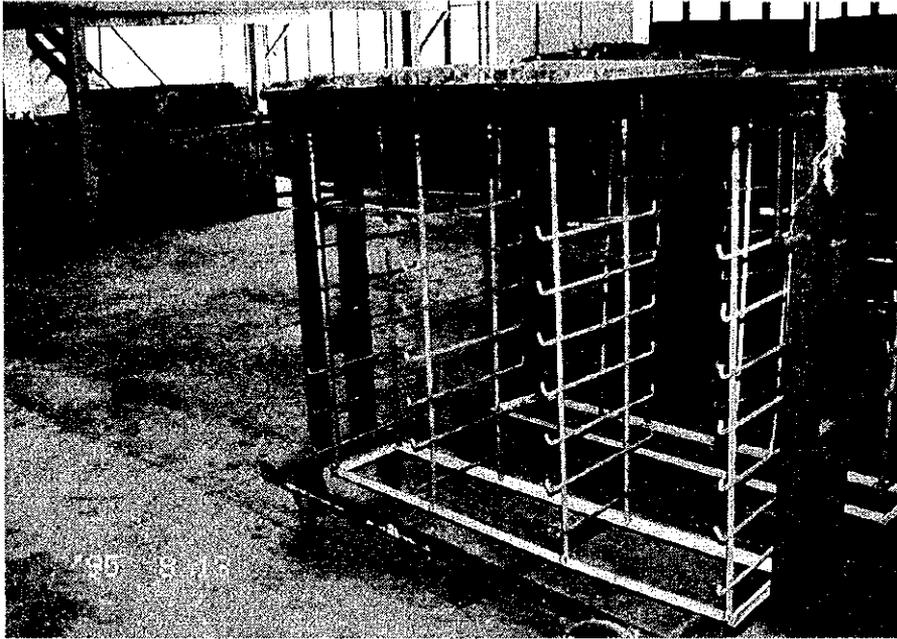


図 2.7.6 パーカー用ラック

#### (4) 皮膜厚さの再検討が必要

パーカーライジングの目的は、防錆と初期なじみとのことであるが、特別な目的で厚くつける場合を除いては、あまり大きな効果は期待出来ず、外観の見栄えをよくする程度と考えるべきである。従って、パーカーライジングの膜厚さを見込んだ幅寸法にピストンリングを仕上げているというのは、耐久性等に問題があり、国家規格を変更することは難しいと思うが、ぜひ再検討が必要と考える。

## 2.8 品質検査工程の現状と問題点

### 2.8.1 品質検査工程の現状

#### (1) 品質検査

検査員が各工程を巡回して、定期的に品質をチェックする巡回検査と、完成した製品を確認する完成品検査の二つの方法で行われている。完成品検査では、漏光、隙寸法、幅寸法、外観を全数行っており、他は抜取りで行っている。

- ・漏光検査

リングゲージを使ってチェック。

- ・隙寸法検査

リングゲージを使ってチェック。

隙寸法は、リングゲージに入れば合格という感じ。

- ・幅寸法検査

マイクロメーターを使ってチェック。

- ・外観検査

目視による出来栄チェック。

隙寸法、幅寸法については、大部分は合格であるが、2～3%程度の不良が発見されるので、抜取検査に出来ないとのことであった。日本では、通常抜取りでチェックしている。

その他、抜取りで次のような項目をチェックしているとのことであるが、抜取基準や頻度等、不明確な点も多く、記録類の整備もあまり良くないようである。

- ・厚さ寸法

マイクロメータで行われ、これはきちんとやられている。

- ・張力

バンドを使って接線方向の張力を測定。

- ・自由時合口隙間

ノギス等で測定。

- ・歪

平行な2枚の板の間を自由落下させる方法でチェック。ただし、これは国家規格が日本等に比べて厳しく、全数検査になることが多い。

(規格の例)  $\phi$  100mm 以下、幅寸法の最大 +0.03mm

(日本の JIS)  $\phi$  100mm 未満、幅寸法の最大 +0.05mm

- ・クロムメッキリングのメッキ厚さと硬さ

膜厚計及びマイクロピカース（硬度計）等にて測定。

- ・モリブデン溶射リングの膜厚

膜厚計及びマイクロピカース（硬度計）等にて測定。

- ・油かきリングの当たり幅  
拡大鏡でチェック。
- ・テーパフェースリングの角度  
角度測定器でチェック。
- ・キーストンリングの角度（keystone ringu：くさび状のリング）  
角度測定器でチェック。
- ・キーストンリングの下り（リング溝内の出入り）  
専用測定器でチェック。
- ・材料検査  
材料分析の他、リング合口部の反対側1カ所の金属組織と硬さチェック。
- ・バレルフェース形状、テーパフェースリングの面形状、油かきリングの段差等  
についての詳細チェックはしていない。（測定器なし）

また、日本の工場等で通常行われている外周当たり検査も実施していない。

測定機器は、すべて土足禁止の別室にまとめてあり、日常作業に活用されているようには見えない。これらの測定機器を有効活用することが品質向上にもつながるものとする。

## (2) 計測管理

測定機器類は別室にまとめられているため、日常作業に有効に生かされているようには見えないが、リングゲージ、マイクロメーター等は、現場、検査の両工程とも、よく活用されており、精度管理もきちんとして行われている。

- ・リングゲージ—使用頻度に応じて、各職場毎に1回/10日、1回/月等の点検頻度が決められており、それに応じて作業者が測定室へ届けて点検を受けている。測定室では台帳で管理している。
- ・マイクロメーター—これもリングゲージ同様、使用頻度に応じて、1回/月、1回/3カ月、1回/6カ月、1回/年と点検頻度が決められおり、これに従って点検を受けている。点検記録は、マイクロメーターの格納箱の中へ入れている。

これらは、日本で通常行われているように、現品にテープ等で表示出来ればなお良好と考える。

## 2.8.2 品質検査工程の問題点

### (1) 現場チェック、巡回検査、完成品検査の連携不十分

ピストンリングの品質については、製造現場の職場単位にチェックが行われる他、専門の検査員が巡回検査をしており、さらに、完成品で多くの工数をかけて全数検査をしている。この三者の仕事内容を関連づけて、有効活用することで、もっと不良品を減らせられると思われる点が多い。もっと作業者に品質意識を持たせる工夫が大切である。

## (2) 全数検査項目が多い

外観検査以外の項目は、機械精度の改善や、工程管理の改善によって、抜取検査へ挑戦出来る項目と考える。そのための製造部門との連携について検討が必要である。

## (3) 外周形状等の詳細チェックが出来ない

ピストンリングの品質水準については、だんだん要求が厳しくなっており、バレルフェースリングの外周形状、テーパフェースリングの外周形状、油かきリングの段差など詳細にチェックして管理することが必要となっている。従って、これらの要求を満たす測定器類の導入が必要と考える。

## (4) 外周当たりの確認がない

ピストンリングがエンジンに組み込まれて、その機能を発揮するためには、シリンダに対して、外周がきちんと当たることが必要であり、これを確認するため、日本ではエンジンのシリンダ径と同じ径（ピストンリングの呼び径）の円筒を使って、短時間外周ラッピングを行い、当たり確認するのが通常である。しかし、当工場では漏光の全数検査で、これにかえており、今後高性能のエンジンに対応するには不十分と考えられる。特にクロムメッキリング、モリブデン溶射リングや、今後開発が予定されている窒化リング等、耐磨耗性に優れたピストンリングには必要と考えられる。漏光は製造工程の機械精度の向上や工程管理の向上によって改善出来ると考えられるので、これは抜取チェックにして、当たり検査の全数検査を検討すべきと考える。

## (5) 検査データの活用不十分

ピストンリングの品質向上のためには製造工程及び検査工程の品質データがきちんと整備され有効利用されることが必要である。いろいろな検査を行いそのデータも取っているのに、それが必要な部門へフィードバックされず保管期間等も不明確なため、生かされていない。 castingから、最終工程までの品質データを整理し、有効活用することにより、品質保証の向上を図る努力が必要である。

これらのデータを有効活用することにより、幅寸法や歪など、工程能力を無視した規格類の改訂にも役立つものとする。

## 2.9 包装工程の現状と問題点

### 2.9.1 包装工程の現状

最終検査工程で合格したピストンリングは新車組付用 (OEM) と補修用にわけて防錆油を塗って包装する。

新車組付用はトップリング、セカンドリング、オイルリングと別々に包装する。包装の単位（1筒毎の本数）は客先である自動車メーカーとの間で決めている。

補修用リングについては、トップリング、セカンドリング、オイルリング等使用されるエンジンの内容に合わせて、1シリンダーずつセットして包装し、これを1台分まとめて箱に入れる。

これらのピストンリングは、さらにダンボール箱等に入れて出荷される。

納入は一部分、自社のトラックを使うものもあるが、大半は運送業者に任せている。

包装後のピストンリングについては、製品の品名サイズ、包装作業をした人が分かるようになっている。しかし、このピストンリングが作られた経歴は分からない。（ロット管理していないため）

現在、包装工程で苦勞しているのは、防錆油と輸送業者の教育であるとのことである。

防錆油については、錆び防止に重点をおくと使用时ピストンリングがくっついてとれなくなる。また、取り扱いをしやすい防錆油を使うと錆び易くなり、困っているとのことである。

運送業者については、ダンボール箱に「取扱い注意」と書いたり、業者に取扱い方法についての協力要請をしたりしているが、ほとんど効果はない。中国は広く、いろいろと地域差があるし、これらの業者は、アルバイトやパートのような人達を多く使っているので、作業者の質は悪く、改善はむずかしい。仕方がないので、少しくらい乱暴に取り扱われても、大丈夫のように包装を厳重にしているが、時々折れたりする事故も発生する。保険もかけているが、これは手続きが面倒だし、余り小さな事故は対象にならないので、そのままになってしまう例が多い。従って、輸送に関しては処置なしと云う所である。（日本のカンバン方式のような輸送は現状ではとても無理、と云う所である）

在庫については、基準があるものとないものがある。併し、廃却基準はなく、どうしても在庫が多くなる。（歩留のふれによるところも大きい）

在庫品は1年間動かないものはチェックし、防錆処置のやり直し等をしている。

### 2.9.2 包装工程の問題点

#### (1) 防錆油の再検討が必要

ピストンリングは使用时錆びていては困るが、防錆油が濃すぎて洗滌しないと使えないようでも困る。防錆効果が強く、しかも、そのままの状態でもピストンリングを使用出来る

ことが望ましいが、現在使用中の防錆油はどちらかの問題をおこしているようである。新車の組付用と補修用では使われる状況も異なるので、防錆油の内容も変える必要があるかも知れない。実状をよく調査して、対策することが必要と考える。

#### **(2) 包装されたピストンリングの経歴が分からない**

これは包装工程の責任ではないが、包装されたピストンリングのラベル (label) を見ても品名サイズと包装した作業員しか分からない。全工程でロット管理をして、経歴が分かるようにすることが品質を向上し、顧客満足度を高めるために必要である。

#### **(3) 在庫基準が明確ではない**

歩留が不安定なこともあって、安全を見て手配が行われたり、廃却基準がなかったりで、在庫が多くなりがちである。在庫が多いと、財務的影響の他に問題がおきた時の処置や設計変更等に時間がかかる。そのため、これらの基準を明確にして、不具合発生等の処置が迅速に出来る体制をととのえることが必要と考える。

#### **(4) 製品の納入方法の再検討**

輸送業者のレベルが低く、製品の取扱い等の改善はなかなかむずかしいと思われるが、新車組付用だけでも取扱いのやり易い「通い箱」等を検討することは必要と考える。

