

第2章 工場近代化の方針

2-1	工場の認識と九五計画	2-1
2-1-1	目標レベル	2-1
2-1-2	基本施策	2-2
2-2	中国国内のピストン需要と業界の状況	2-3
2-3	近代化計画の基本方針	2-9
2-3-1	製造条件の近代化	2-13
2-3-2	品質管理の近代化	2-13
2-3-3	製品の近代化と国際的な技術力の確立	2-14
2-3-4	管理の強化	2-16
2-3-5	財務管理の近代化	2-16

第2章 工場近代化の方針

2-1 工場の認識と九五計画

すでに1-9で述べたように当工場では立地条件の良さ、需給アンバランスの解消を念頭に、各種の課題を克服しながら九五計画では2000年まで以下の目標の達成を狙っていた。

工業総生産値	2億元		
販売高	1.2億元		
利税高	1800万元		
ピストン総生産個数	280万個	種類	80機種
ギヤーポンプ	25万台	種類	8機種
オイルポンプ	12万台		

しかし、現在までのピストンの生産の好調さに支えられ、2000年のピストンの生産個数は300万個に上方修正されている。

2-1-1 目標レベル

現在の企業のレベルを2000年までにはつぎのようなレベルに上げる事を目標としている。

- ・全製品のレベルを90年代初期の国際水準に到達させる。
- ・企業内での株式制による改造の実施
- ・科学研究所、大学の研究所など合計5箇所と共同開発を行う。
- ・人材育成に努める。工場のトップクラス、中堅幹部の育成に努め、近代的企業管理、コンピュータによる設計を学習させる。
- ・固定資産を増資し、外国の先進的設備を導入し、2つのピストン専用の生産ラインを増設し、設備全体のレベルアップを図る。
- ・既存の資源を十分に生かし、合理的にエネルギーを利用し、省エネルギー、省資源を確実に実施し、コスト低減を図る。
- ・国内外の市場に焦点を合わせ、高レベル、高精度、先端的な製品の発展を優先的に行い、自動化とマルチ加工生産を順を追って実現し、製品レベルを更に高める。
- ・製品開発の速度を早め、新しい高い技術を持つ製品を開発し、今後の企業の発展の基

礎を固める。

2-1-2 基本施策

そのための具体的な施策としては

- ・ 鋳造分工場はまず、鋳造の機械とアルミ合金の自動コントロールを実現させ、材質の選定、アルミ合金の溶解の技術水準を80年代末の世界レベルに到達させる。
- ・ 機械修理分工場は金型の自動生産を実現し、設備の自動制御の強化、オートメーション專業化を図る。
- ・ フレキシブル生産ライン1ラインを導入し、ピストンの流れ加工作業を実現する。ギヤ加工は自動箱変換型組合旋盤で構成されたフレキシブル自動ラインを採用する。

を考えている。

以上の構想に従って当工場では新活塞工場の建屋は完成し、投資額120万元で機械加工設備を導入し、99年7月には小規模ながら稼働を開始していた。この新工場と既存工場の勤務を全て3交代にすることで400万個の製作は可能である。

鋳造関係では2000年までの個数では溶解炉の能力は足りるが、電気保温炉は4～5個増設する必要がある。更に、桃村の設備を利用することで年間100万個のピストンを鋳造することが出来る。

2-2 中国国内のピストン需要と業界の状況

ピストンは内燃機関に用いられ、内燃機関はトラクター、農用車、自動車、バイクなどに組み込まれる。中国におけるこれらの生産の推移を図2-2-1に示す。トラクターは平均的には年率10%程度の伸びを示している。農用車の生産は年率30%以上で増加している。自動車の生産台数はここ数年横這いであるが、九五計画では重点機種とされており、2000年の生産目標は250万台で、乗用車が75万台、トラック・バスが175万台の計画であった。バイクは年率40%と非常に高い伸びを示している。

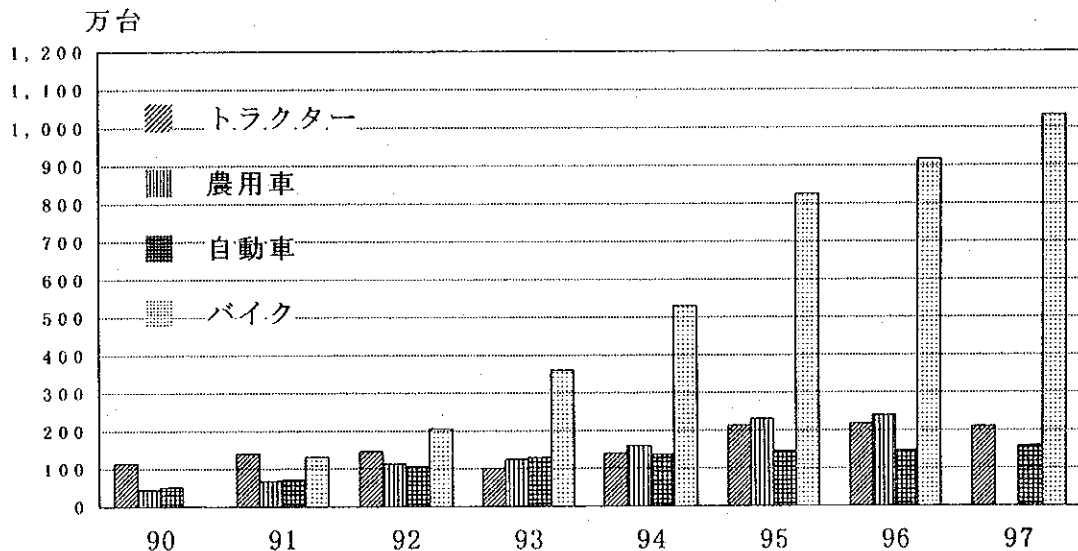


図2-2-1 トラクター、農用車、自動車、バイクの生産推移
(中国統計年鑑・中国農業機械年鑑による)

農業用の内燃機ではこれ以外にポンプ用も年間約220万台生産されている。

同じ統計資料によれば、中国の単気筒ディーゼルエンジンの年生産量は約750万台で世界第一位としている。

統計は古いが94年度における内燃機関の中国各省別の生産状況は図2-2-2に示す通りで、ディーゼルエンジンは江蘇省、広西省、山東省、遼寧省に多く、ガソリンエンジンは北京、湖北省、上海、吉林省に多い。

ピストン協会による統計では図2-2-3に示す如く93年には年3400万個であった生産量が現在では約4500万個に達している。また、生産高の推移は図2-2-4に示す如くである。製造工場は93年には42工場あったが、統合や淘汰により現在は25社となっている。しかし別の統計資料(中国汽车工業年鑑)によればいわゆる自動車(汽

中国内燃機地域別生産容量

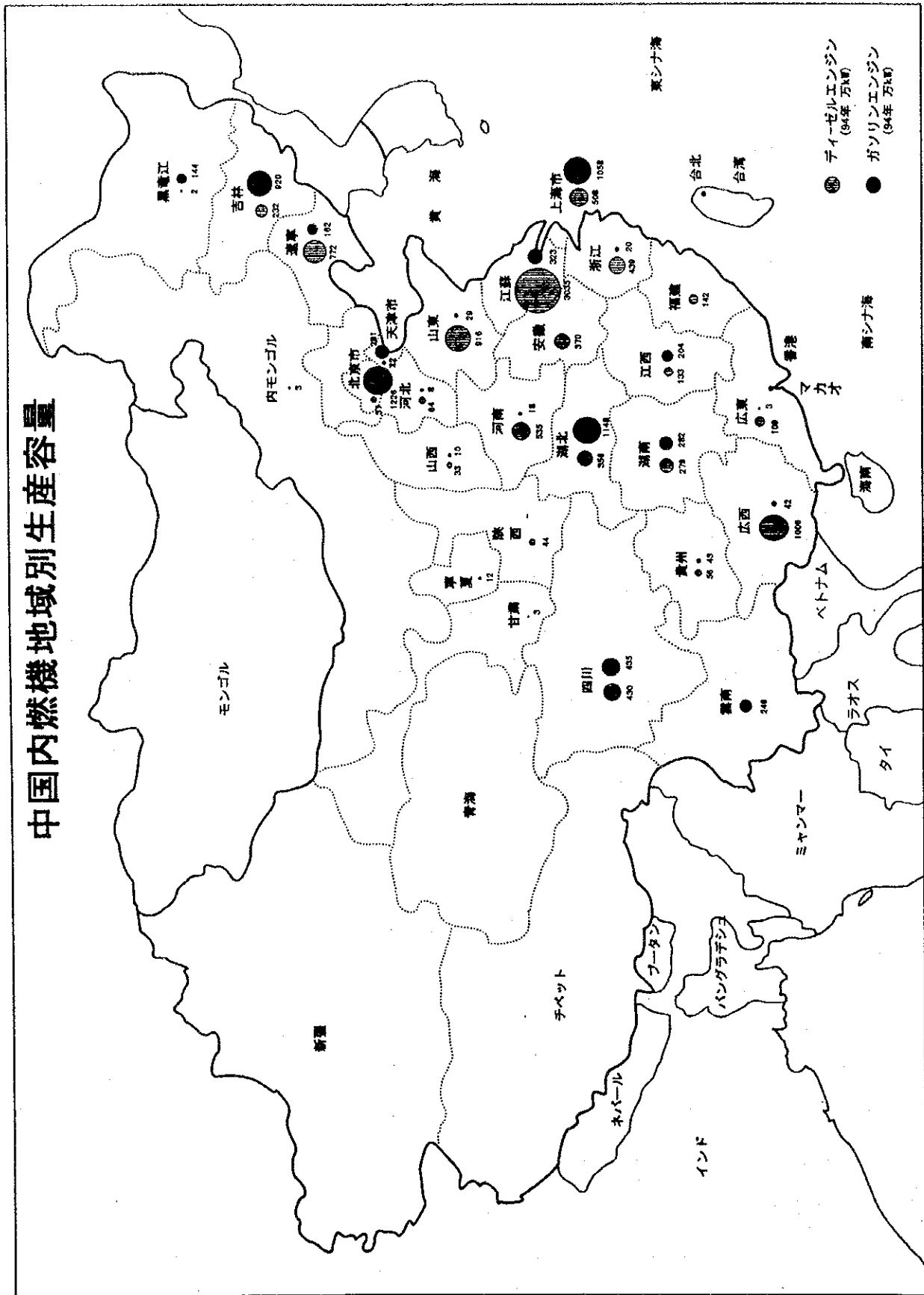


図 2-2-2 内燃機関の地域別生産容量

車)用ピストンの97年の生産量は1600万個を超え、ピストン製造企業数も36社と
 なっており、これらを考慮すればピストンの生産総量は5000万個強に達すると考えら
 れる。

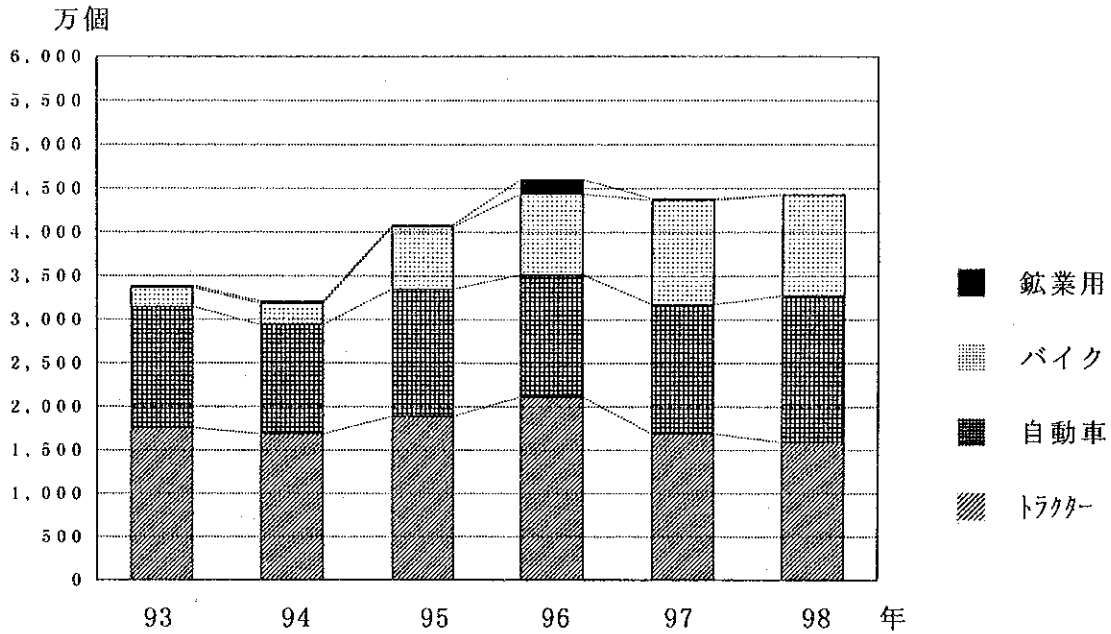


図 2-2-3 中国の用途別ピストン生産個数の推移 (ピストン協会資料)

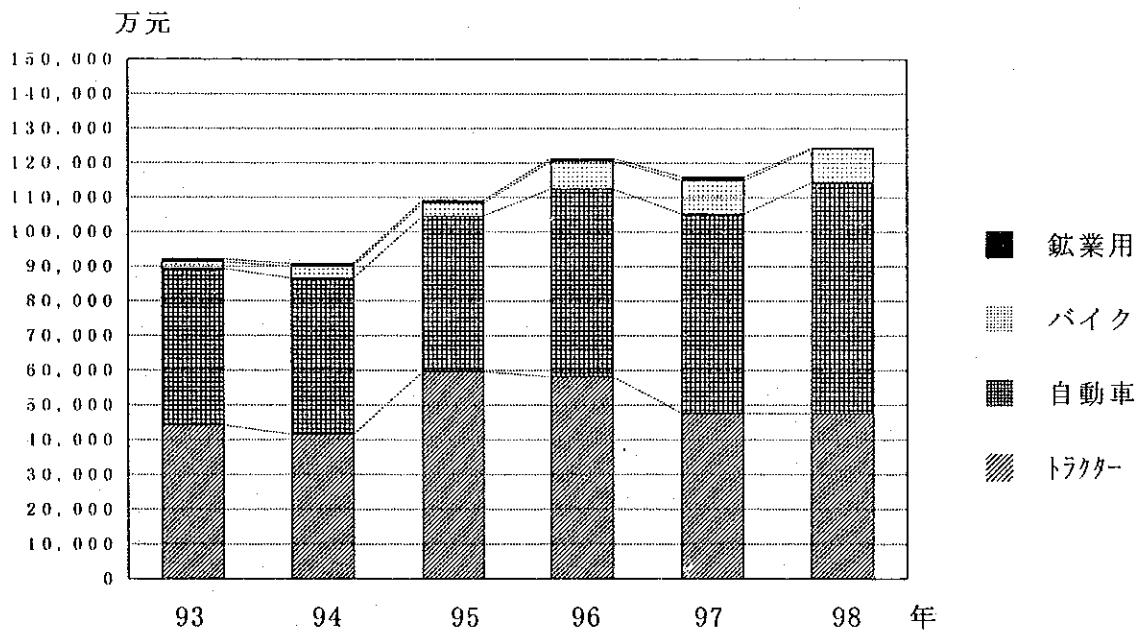


図 2-2-4 中国の用途別ピストン生産高の推移 (ピストン協会資料)

この二つの図から、ピストンの製造個数はここ数年あまり増加していないが、生産高は
 増加している。特に自動車用ピストンにこの傾向が顕著である。表 2-2-1 はピストン

用途毎の平均価の推移である。ここで飲業用は母数が少ないため省略した。

表 2-2-1 用途別ピストン平均価の推移 (元)

	93	94	95	96	97	98
トラック用	25.2	24.6	31.5	27.5	28.2	29.8
自動車用	32.4	35.9	30.8	38.7	38.7	39.7
バイク用	8.7	14.1	5.2	8.8	8.2	8.4

前述した如く、ピストンメーカーは93年の42社から現在は25社に減少している。これらの各社の93年と98年の生産個数と生産高の比較を図2-2-5, 2-2-6に示す。これらの図から明らかなように、業界の寡占化が進み、93年には全体の半分を10社で生産していたものが、98年には半分を5社で生産している。

この中で山東栖霞ピストン工場は非常に健闘しており、生産個数では93年の15位から98年には6位に、生産高でも13位から7位に躍進している。この統計を基に当工場のピストン生産個数とシェアの推移を示すと図2-2-7の如くなる。

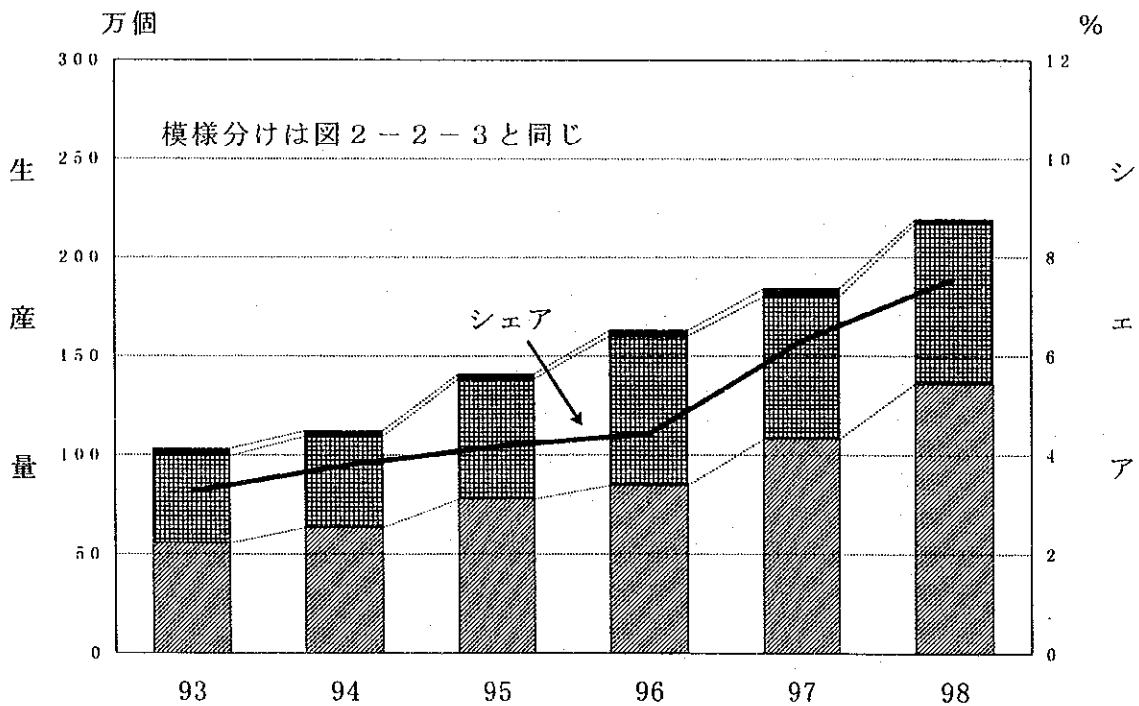


図 2-2-7 栖霞ピストン工場のピストン生産数とシェア推移

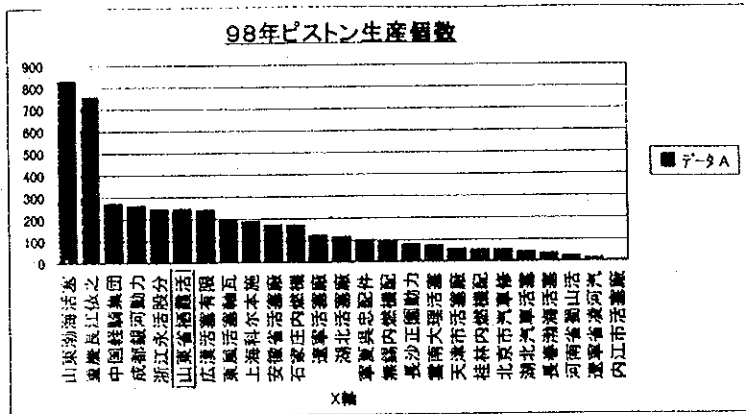
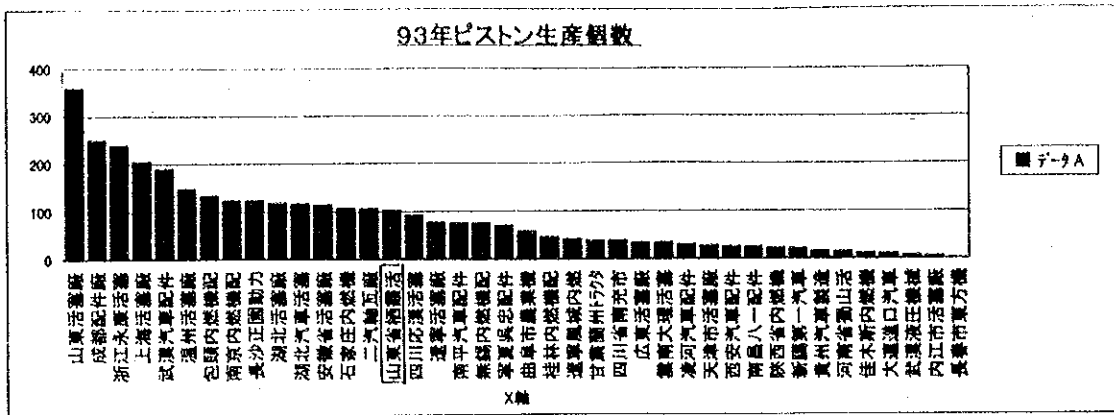


図2-2-5 93年、98年のピストン生産個数の比較 (業界資料による)

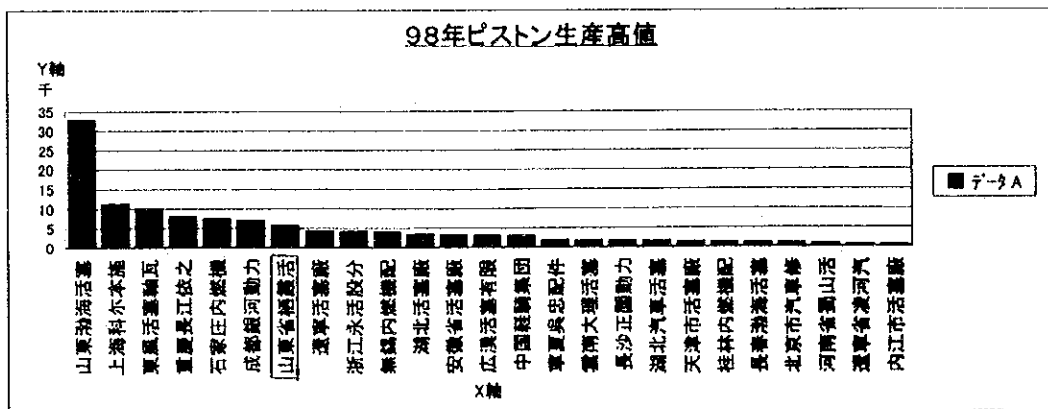
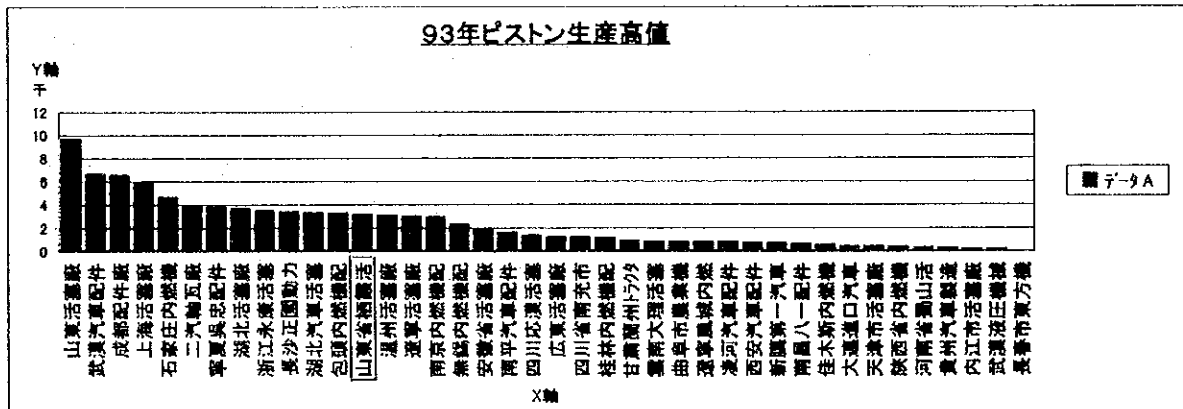


図2-2-6 93年、98年のピストン生産高の比較 (業界資料による)

この図からも中国全体でのピストン生産数が低迷する中で当工場は生産数を伸ばし、シェアを増加させているのが判る。この伸び率は16.2%に相当する。シェアは生産していないバイクを除外して計算しているが、現在は生産していない乗用車やトラック・バスなど中国で農業車でなく汽車として分類されている自動車のピストンは分母に含まれているのでそれも除外すればシェアは更に上昇する事になる。

図2-2-5, 図2-2-6で注目すべきは重慶長江依之密活塞工業有限公司は生産個数で業界2位にも係わらず生産高では4位となっている事である。これは生産個数の80%がバイク用ピストンのためである。これに対して東風活塞軸瓦有限公司と上海科尔本施密特活塞有限公司は生産個数がそれぞれ8位、9位にも係わらず生産高では3位、2位となっている。これは自動車用ピストンとして非常に付加価値の高いものを生産しているため、1個当たりの単価も50~70元と農用車用のピストンの2倍以上となっている。

業界トップの山東活塞廠は自動車用ピストンでもシェアトップであり、工業増加値もピストンに限った当工場の5~6倍あるが、人員規模は当工場と大差の無い1300名程度で、ピストン部門に限った当工場と比較しても全員労働生産率は約2倍あり、非常に生産性の高い工場である。同工場は93年から98年迄の5年間にピストンの生産量で2.3倍(当工場は2.4倍)、生産高で3.3倍(当工場は工場全体で1.5倍、ピストンのみで1.8倍)とやはり付加価値の高いピストンの生産が増加していることが窺われる。

業界としては中国での自動車生産の拡大を見越して各国の自動車メーカーの中国進出が相次ぐ中、日本のピストン業界トップが遼寧省に進出し、ドイツの製品開発、日本の生産管理技術で年産200万個の生産を計画するなど、海外技術による中国でのピストン製作が始まり、競争が激化することが予想されている。

2-3 近代化計画の基本方針

中国の国有企業は改革・開放路線の大きな流れの中で変貌を遂げつつある。市場経済の進展に伴い、海外企業との合併企業が続々と誕生し、製品のレベルの向上と共に組み込む部品も国際的な品質が要求されつつある。また、競争の激化に伴い市場価格もこれまでの政府主導から市場原理に従う方向になっており、ピストンの組込み先の内燃機の価格はかなり低下していることが簡易企業診断先より示されており、これがピストンの価格に影響してくることは必至である。

市場経済下における製造企業の使命は顧客に満足を与える製品を開発、生産し、販売することである。平たく言えば、品質、価格、新規性などで他社との競争に勝つことである。特に品質が優先する。日本では価格が安くても品質の悪い製品は売れない。

山東栖霞ピストン工場の将来計画はここ数年の当工場の業績を見れば農業用を主体とした現製品のみでもある程度までの達成は可能と思われるが、より確実にするには現在の問題点を解決し、品質面、生産性を高めて競争力をより一層強化する必要がある。次の段階として自動車用ピストンなど、より付加価値の高いピストンの分野に参入することが必要であり、工場もそれなりの手段を講じつつある。しかし、この分野は特に外国企業により技術が進歩しつつある分野であり、国際的な技術レベルが不可欠な分野である。

山東栖霞ピストン工場の最大のテーマは国際的な品質の製品を製作することである。中国の国内事情もあり、本年（99年）は80万元の輸出が要請されており、この面でも国際競争力のある製品が要求されている。製品の品質・価格を国際レベルに向上する事により従来の国内企業主体の市場から外資系企業にも販路を拡大することができ、加えて輸出することも可能になる。

さらに、業界トップの山東活塞廠と比較した生産性の遅れは顕著であり、この向上にも努力しなければならない。

機械部品メーカーにとって最も重要なことは納入先の製品の動向であり、それを基にした自社の製品戦略である。計画経済の時代では国からの指示により与えられた図面で製品を指示された内燃機メーカーに納入していれば良かったが、市場経済社会ではこのような外部からの指示は期待出来ず、企業は自己の判断で製品を開発し、設備も改善して行かねばならない。そのためには内燃機製造業界の動向に常に注視し、ピストンや他の関連製品に対する要求の変化をつかみ取り、早めにそれに対する技術を開発して行く事が重要である。製品技術、製造技術は日進月歩で進んでおり、技術の進歩と市場の要求を的確に捉えて始めて正しい製品戦略を立てることが出来る。

現在の中国の場合にはかつて日本がそうであったように、先進国がたどった経過から比較的容易に今後の動向について知る事が出来るが、企業として重要な事は何時から中国としては新しい技術が採用されるかを見極めることであり、出来るだけ早く、出来るだけ正確に予測することにより開発を含めた投資を適切に行い、市場を支配する事が出来る。このためには絶えず内燃機メーカーの情報を含めた市場情報を収集する必要がある。

一般的に製品戦略は四象限のポートフォリオで表されることが多い。山東栖霞ピストン工場について当てはめると以下の如く考えられる。

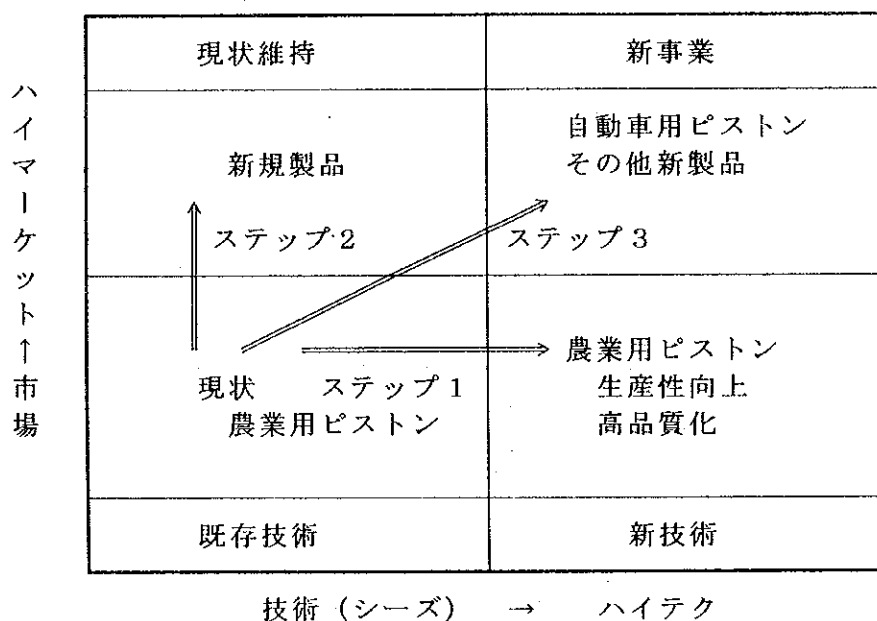


図 2-3-1 ピストン工場の製品戦略

ステップ1 農業用ピストンの生産合理化と品質改善

現状の農業車・トラクター用ピストンの生産・品質を改善し、経営基盤を強化して次のステップへの足掛かりを築く。

ステップ2 事業拡大

現在のアルミ鋳造・加工の技術・設備を用い、ステップ1で確立した技術を応用して現在生産している油ポンプ、ギアポンプの拡大を含め自動車部品関連の新分野に進出し、事業の拡大を図る。現在の油ポンプ、ギアポンプは調査対象でないため詳細な調査は行っていないが、販売先訪問調査での客先の資料から見てもかなりの問題を抱えていると見られ、我々の観察でもまだ軽量化の余地が見られるなど、その改善によりまだ伸ばす事は可能と思われる。

煙台地区では良好なアルミニウム鋳物が入手困難との話が簡易診断をした企業から

あったが、余力があればこのような分野に進出することも事業の多角化となり、経営の安定につながるので、技術セミナーの席で両者を紹介した。

ステップ3 高付加価値製品分野への進出

ステップ1で確立した技術をベースに自動車用ピストンなどの高付加価値製品を手がける。

この段階では企業の実力もついてきているので、更なる発展を目指した施策が必要である。新分野とは、ピストンやポンプにとどまらず、保持している技術や設備を基にアルミ鋳造・加工で今後、省エネルギーのために軽量化が求められる分野や、精密アルミ鋳造部品など新しい製品の開発が望まれる。この場合、まずは自動車関連部品から始めるのがこれまでの販売先との関係から有利であろう。さらに中国での工業先進地域の江蘇省、遼寧省に隣接している地の利を生かして製品を選定する事も必要である。

既に1-9で記述した如く、当工場でも問題点を認識しているが、本調査結果に基づき次の5のポイントに重点を置いて近代化計画を提案する。

- ① 製造条件の近代化
- ② 品質管理の近代化
- ③ 製品の近代化と国際的な技術力の確立
- ④ 管理の強化－製造工程、品質管理、設備管理等
- ⑤ 財務管理の近代化

これらの全体像を図2-3-2に示す。

ここではピストンを対象として述べるが、内容は当然、ギアポンプや油ポンプにも共通して適用すべきであり、それなくしては工場全体の近代化はあり得ない。

<h3>業界の状況</h3> <p>1) ピストン需要 約5000万個 (98年) 2) ピストンメーカー 約40社 3) 農業向け需要大 4) 新製品市場と補修市場比 6:4</p>	<h3>全般的なトレンド</h3> <p>1) トラクター、農業用車生産好調 バイク、自動車生産の増加 2) 海外有力企業との合弁会社の増加 3) 小口径・多気筒エンジンの増加 4) 品質要求の高まり 5) 業界の寡占化</p>	<h3>業界の将来</h3> <p>1) ピストン需要は堅調に推移 2) ピストン性能の高度化・高品質化 3) 海外企業との競争激化 4) 品質・価格競争の激化 5) 少数企業による市場の支配</p>																																			
<h3>現在の当社の課題・問題点</h3> <p>1) 製成品質の不均一 2) 不良再発防止システムの欠如 3) 設備の老朽化 4) 生産性の低さ</p>	<h3>栖霞活塞廠 近代化の方向</h3>	<h3>将来予測される課題・問題点</h3> <p>1) 技術力の強化、新製品開発体制の整備 2) 人件費の上昇 3) 販売価格の低迷 4) 生産能力の増強</p>																																			
<h3>当社の現状</h3> <table border="1"> <tr> <td>従業員</td> <td>1227名</td> </tr> <tr> <td>販売額</td> <td>7875万元 (98年度)</td> </tr> <tr> <td>利益総額</td> <td>739万元 (98年度)</td> </tr> <tr> <td>製品歩留り</td> <td>93.7%</td> </tr> <tr> <td>ピストン 生産個数</td> <td>219万個 (98年度)</td> </tr> <tr> <td>販売額</td> <td>4920万元 (98年度)</td> </tr> <tr> <td>業界占有率</td> <td>6%</td> </tr> </table>	従業員	1227名	販売額	7875万元 (98年度)	利益総額	739万元 (98年度)	製品歩留り	93.7%	ピストン 生産個数	219万個 (98年度)	販売額	4920万元 (98年度)	業界占有率	6%	<h3>当社のなすべきこと</h3> <p>1) 製造条件の近代化 2) 品質管理の近代化 3) 製品の近代化と国際的な技術力の確立 (自動車用ピストン) 4) 管理の強化 製造工程 品質管理 設備管理 など 5) 財務・経理の近代化</p>	<h3>当社のあるべき姿</h3> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2000年</td> <td>2005年</td> </tr> <tr> <td>販売額</td> <td>1億2600万元</td> <td>3億5000万元</td> </tr> <tr> <td>税込損益</td> <td>1800万元</td> <td>4000万元</td> </tr> <tr> <td>製品歩留り</td> <td>95.6%</td> <td>96.5%</td> </tr> <tr> <td>ピストン 生産個数</td> <td>300万個</td> <td>600万個</td> </tr> <tr> <td>販売額</td> <td>7860万元</td> <td>2億2000万元</td> </tr> <tr> <td>業界占有率</td> <td>8%</td> <td>10%</td> </tr> </table>		2000年	2005年	販売額	1億2600万元	3億5000万元	税込損益	1800万元	4000万元	製品歩留り	95.6%	96.5%	ピストン 生産個数	300万個	600万個	販売額	7860万元	2億2000万元	業界占有率	8%	10%
従業員	1227名																																				
販売額	7875万元 (98年度)																																				
利益総額	739万元 (98年度)																																				
製品歩留り	93.7%																																				
ピストン 生産個数	219万個 (98年度)																																				
販売額	4920万元 (98年度)																																				
業界占有率	6%																																				
	2000年	2005年																																			
販売額	1億2600万元	3億5000万元																																			
税込損益	1800万元	4000万元																																			
製品歩留り	95.6%	96.5%																																			
ピストン 生産個数	300万個	600万個																																			
販売額	7860万元	2億2000万元																																			
業界占有率	8%	10%																																			

図2-3-2 山東栖霞ピストン工場近代化の方向

2-3-1 製造条件の近代化

ピストンの製造は材料の溶解、鋳込み、熱処理、機械加工よりなる比較的単純な工程であるが、それだけに各工程に入念な注意が要求される。

現状の製造条件でも仕様のあまり厳しくない農業用内燃機用ピストンはそこそこに製造することは出来ているが、エンジンの高速化に伴いピストンに対する要求が厳しくなったり、乗用車などいわゆる自動車用ピストンを製造するには条件の近代化が必要である。

ピストン製造のように金属の溶解、鋳造などでは材料の成分、温度条件が非常に重要な要素である。品質の安定した製品を製造するにはこれらの条件を一定に管理する必要がある。品質は製造工程で作られるもので、決して検査で作られるものではない。良い材料、適切な製造条件、整備された製造機械と教育された作業員によってのみ良い品質の製品が作られる。これらは何時もそうになっているか確認し、もしそうになっていなければ処置するのが品質管理である。しかし、一旦決められたことを遵守するのが目的ではなく、遵守すべき標準は絶えず高度化して行かなければならない。材料の成分比率の確認、微量でも特性に大きな影響を持つ成分混入の防止に心がけなければならない。溶解時点のアルミ合金は温度によりガスの含有量が変化するので温度が上がり過ぎないように制御し、鋳込みでは保持炉による湯温管理や金型の温度管理も重要である。熱処理工程における温度管理も重要で、目標とする温度にピストンが本当に達しているか、本当の作業時に必要条件が満たされているかを確認しながら実施しなければならない。

製造条件管理の原則は、例えば温度が高くなればガスの溶解度が増加する、加熱条件では被加熱物と加熱媒体との熱伝達、温度の高い物を大気中に出せば冷却して行くなどの物理学の法則を良く理解し、これらを一定にする方法を検討し、実行する事である。物事全てを物理学・化学の原理・原則に照らして理解し、これらから外れるような条件は改善する姿勢が近代化につながる。

当工場の九五計画では2000年における製品や鋳造設備のレベルを90年代始めに置いているが、その時点でも10年遅れている。更に一層の努力を加えなければならない。

2-3-2 品質管理の近代化

品質管理の基本は故障の少ない性能の優れた製品を安定的に生産、供給することである。これによって市場の信頼を獲得し、企業の成長が約束される。例え価格が安くとも品質が劣れば一時的には市場に受け入れられることはあっても更に安い製品の出現により容易に

売上は減少してしまう。国際市場では価格と共に品質も非常に大きい要素である。

品質管理で重要なことは不良の撲滅である。製造条件の近代化でも述べたが、安定した製品の生産には製造条件を一定に管理することが必要であるが、発生した不良に対してその発生原因を科学的に分析し、原因となる要素を除去して不良の再発を防止することが最も大切である。現在の当工場でも検査工程で合格、不合格の検査は行われており、得られた不良統計はあるが、その分析は再発防止よりも作業者の評価が重視されている。中国の企業では一般に不良品を作った作業者が罰金の形で処罰される場合が多い。不良品に人的要素が存在することは否定できないが、罰金のみで対処するのではなく、不良が発生した背景を更に詳しく分析し、それを改善する事がその職場の管理者に課せられた責務である。不良発生の多い作業者は再教育を実施したり、配置転換を行うなどの対策を取り、設備的な問題であれば原因の究明と対策の立案、実施策など全てが職場の管理者の職務で、発生した不良に対して全責任を負わねばならない。

品質管理のもう一つの重要な点は現在の製品の品質レベルである。不良品は調査・分析されるが、合格品も仕様の規定に対してどの程度のレベルで製作されているかを常に把握していなければならない。ピストンでは重量や特に重要な寸法が許容公差で示されているが、合格品であっても製品の仕上がり状態を測定し、それらを統計的に計算して標準偏差、Cp 値などを求め、常に最適な条件で製造条件を定める必要がある。

更に、品質は予測によって管理してはならない。温度が上がっているだろうで次工程に進む事は許されない。重要な工程はすべて実際にその状態を確認してから次に進むように測定装置を整備し、そのような値はすべて記録して保管し、後日、問題が生じた場合には製造した条件が直ぐに見られるようにしておかねばならない。

2-3-3 製品の近代化と国際的な技術力の確立

ピストン分野に限ればこれまでの全アルミピストンから、鉄リング補強ピストン、新素材補強ピストンなどと技術は進歩している。当工場でも既に鉄リング補強ピストンはスタイヤピストンや船舶用ピストンで開発済であるし、新素材補強ピストンも大学と共同研究を進めている。しかし、鉄リング補強ピストンではアルミと鉄の界面の接着が良くなく、約半数が不良となっている。アルミに鉄などの異金属を鋳込む技術は既に30年以上の歴史があり、国際的には一般的な技術であるが、具体的な方法はノウハウ (Know How) に属し、公表されていない。これらは原理的な方法を基礎に、具体的には各社が独自で実験を

行い、自社の製品構造に適した条件を見だし、実用しているものである。その際、先に述べた物理・化学的な考察を加えながら実験を行っているのは当然である。国際的な先進国の製品は全てこのような技術の積み上げの上に成り立っている事を認識し、自社独自のノウハウの蓄積に努力して行かなければならない。この為には現在は少ない研究開発費の増額と共に、開発人員の増強が必要であり、経営的にも技術の重視が不可欠である。

当工場はすでに乗用車用のピストンを開発したとっているが、単に外形上ピストンの形が出来上がっただけでは完成したとは言えない。乗用車用エンジンは回転数が農業用エンジンに比べて高いのでピストンに高い強度が要求され、更に騒音や燃費のために寸法的にも高い精度が、信頼性も ppm (part per million) の単位で要求される。これらは当工場の現在の製造管理条件を数倍厳しくして始めて満足されるもので、このような条件を満足した状態で製作されたピストンをまずはピストン単体試験装置で繰り返し充分試験・確認して始めて完成したと言えるものである。当工場の現在の設備では開発そのものにも相当困難があると想像されるが、まずは当工場で作成したピストンと現に乗用車に使用されている他社のピストンを徹底的に比較試験を行い、どのような問題点があるかを詳細に把握することが第一である。

次の段階としてはピストンをエンジンに組み込み、実際の使用条件の下で徹底的に試験を行うことである。このような試験を当工場では現在実施する事が出来ない。当面は外部組織、例えば山東内燃機研究所や、場所は遠いが天津の汽車技術中心などの協力をお願いするなど社外の技術を利用する事が必要である。第1次現地調査で汽車技術中心の黄先生に通訳をお願いしたのも将来、ピストンの評価に役立つ事があると考えたからである。しかし、近い将来には当工場で確認試験が出来るように設備と人材の補強が必要である。

現ピストンの評価と並行して近代化計画のステップ1に示した製造条件の近代化を達成し、条件を明確化してピストンの製造、試験を繰り返し、仕様を満足出来る条件を見出す事が必要、不可欠である。このためには相当の努力が必要なことを覚悟しておくべきである。

製品の近代化に関連して当工場では前述の問題はあるものの、スタイヤピストンの開発に成功したと言っている。しかしリングの鑄込みの条件が確立しておらず、鑄造の不良が数十%に達している。仮に工場の検査段階では合格してもエンジンに組み込み、高い機械的応力や熱応力を長時間受けてもアルミと鉄の接合部に問題がないのか、どのような条件で製造し、どのような確認試験を行ったかについての説明はない。

スタイヤピストンは中国政府が40億元を投じて導入したオーストリア（奥地利）のスタイヤエンジンに使用されるもので、126φである。スタイヤエンジンは現在は杭州、四川、成都と濰坊内燃機の4社で生産されている。特長はシリンダーブロックがヘッドとの一体構造で、効率が高いとのことである。しかし、ピストン交換などの保守は非常にやりにくい。日本ではこのエンジンは生産されていない。当工場ではまずは濰坊内燃機の補修用としての用途を考えている。価格は従来のピストンより高く、約150元を想定している。このように付加価値の高い製品を目指すことは企業として当然とは思いますが、そのためにはこれまでと何を変えなければならないかを充分見極めてから実行するべきである。

2-3-4 管理の強化

当工場も問題点として管理力を挙げている。管理の強化とは何を意味するか。いくら最新鋭の設備を導入してもそれを使いこなせなければ役に立たない。例えばアルミ鑄造設備を例にとれば、金属の溶解特性を良く認識し、溶解工程で必要な温度の範囲、処理の時間、材料配合の方法、鑄造工程では保持炉の温度、金型の温度などの最適値を基準として設定し(Plan)、その基準通りに作業を行い(Do)、現状を分析して定められた基準からずれがあるかどうかを調査し(Check)、ずれがあれば直ちに是正の行動を取る(Action)。このP-D-C-Aの行動がすべての管理の基本である。

当工場の現状では基準は一応は整っているように見受けられるが、その内容について担当者を含め、十分に理解していると言い難い。技術的な内容はその理解がなければ応用が利かない。担当者は常に技術的な勉強をして理解を深めると共に、自社の技術、技術の進歩に合わせて基準の見直しを進めなければならない。更に現状は測定設備が不十分で基準通りの作業が行われているか、基準とどの程度のずれがあるかのCheckも満足出来る状態ではない。そのため、是正の行動が充分取られていない。

基準を決めるのも、基準通りの作業を指示するのも、基準との差をチェックするのも、そして是正の行動を起こすのも全て管理者の責任である。管理者の責任は重い。経営幹部はそのことを良く認識し、管理者の職務を明確に規定し、意識改革の教育を実施すると共に、現在は必ずしも高くない管理者の報酬も責任に応じて見直すべきである。

2-3-5 財務管理の近代化

中国の工場の一般的傾向として棚卸資産が多く、また買掛金や未払債務が増えている。

当工場も同様に棚卸資産が急増し、工場全体で9ヶ月、ポンプ部門に限れば20ヶ月を超える滞留となっており、運転資金の不足から未払金が非常に多くなっている。

これらの現象は中国の金融体制そのものに起因するところがあるので、一企業の努力のみでは如何ともし難い所もあるが、企業としても自衛手段を講じなければならない。

工場では99年も含め、非常に強気の生産計画を立てているが、受注状況を良く見てきめ細かい生産を行わなければならない。特にポンプ部門は1年以上の在庫を抱えていることになっており、生産調整を行わなければならない状況である。財務管理の近代化の第一点は生産計画の仕組みを見直す事から始めなければならない。

第二の点は営業債権の問題であるが、債権保全の自衛手段として現在のところ取引先の信用調査と現金決済の増加しか有効な手段はなさそうである。入金後、出荷という方法は確実であるが、この方法のみでは販売拡大につながらず、契約条件の文書化や債権回収プログラムの準備、督促、法的手段の採用なども視野に入れておかなければならない。

固定資産の簿価より見て現時点では設備の改修・増強はあまり多くはないが、自動車用ピストンなどへの進出では新鋭の設備を導入する必要性が高い。新設備の導入にあたっては、製品の物量、価格などの見通しをしっかりとつかみ、どの程度の設備を何時導入するか、設備の回収はどうなるか、綿密な投資計画を策定し、時宜を得た着手と、情勢の変化に対応した柔軟な見直し作業で対処すべきである。

図5-3-5に示すように、ピストンの売値は横這いか漸減気味であり、ポンプも同様の傾向と思われる。アルミの市況によりピストンの価格は変化（特に値上げ）するとの期待もあるが、日本の一般的な例では一旦下がったものの値段は競争社会ではなかなか元に戻らず、そのまま据え置かれることが多い。一方、当工場でも人件費は年々増加している。現在のところコストに占める人件費の比率が少ないのですぐに損益を悪化させることは少ないと思われるが、原価の中で大きな割合を占めるアルミを含めて、原価管理の一層の徹底と、原価低減活動をこれまで以上に進め、企業の体質強化に努めなければならない。

第3章 生産工程の現状と問題点

3-1	原材料受入れ工程	3-1
3-1-1	原材料受入工程の現状	3-1
3-1-2	原材料受入工程の問題点と改善策	3-2
3-2	溶解工程	3-4
3-2-1	鑄造第一分廠の組織	3-4
3-2-2	溶解工程の現状	3-4
3-2-3	溶解工程の問題点と改善策	3-10
3-3	鑄造工程	3-13
3-3-1	鑄造工程の現状	3-13
3-3-2	鑄造工程の問題点と改善策	3-15
3-4	熱処理工程	3-20
3-4-1	鑄造第二分廠の現状	3-20
3-4-2	熱処理工程の問題点	3-22
3-5	機械加工工程	3-24
3-5-1	活塞廠の組織	3-24
3-5-2	機械加工工程の現状	3-24
3-5-2	機械加工工程の問題点と改善策	3-34
3-6	表面処理工程	3-38
3-6-1	表面処理工程の現状	3-38
3-6-2	表面処理工程の問題点と改善策	3-38
3-7	検査工程	3-40
3-7-1	検査工程の組織	3-40
3-7-2	検査工程の現状	3-40
3-7-3	検査工程の問題点と改善策	3-43

第3章 生産工程の現状と問題点

3-1 原材料受入れ工程

3-1-1 原材料受入工程の現状

当工場の原材料はアルミニウム合金の主体である99.7%アルミニウム（Al）塊のほか添加金属としての珪素（Si）、銅（Cu）、マグネシウム（Mg）、マンガン（Mn）、ニッケル（Ni）、錫（Sn）、希土類元素のセリウム（Ce）などがある。

これらは入荷に際して図3-5-1に示す質量検閲人員による目視外観検査をはじめとして、納入側より提出される品質保証証明書の内容を確認するとともに入荷品の一部より試料を採取して化驗室において組成成分の分析を行い、社内規格に定められた品質要求に適合していることを確認したのち異常無く合格と判定されたものが受取入庫される。

図3-1-1は珪素に添付されている出荷元での成分表の例である。

河南省新密市新城冶煉厂化学分析报告单（金屬硅）

分 析 結 果			
FE (鉄)	0.24 %	檢驗代号	YD 35-10
Al (鋁)	0.21 %	檢驗等級	一等
Ca (鈣)	0.30 %	化驗員	王銘成
Si (硅)	99.25 %	報告日期	2008年10月28日

図3-1-1 珪素の出荷元分析報告

各原材料の組成成分の規格は社内規格である「原材料質量標準」の中に表3-1-1に示すように規定されており、分析の結果はこの規定によって合格、不合格が判断されている。

表 3 - 1 - 1 元素 等級区分

		1	2	3	4
アルミニウム (Al)		特一級	特二級	一 級	二 級
珪 素 (Si)		一級甲	一級乙	二 級	三 級
銅 (Cu)		一 号	二 号	—	—
マグネシウム (Mg)		一 級	二 級	三 級	—
マンガン (Mn)	電 解	99.7 %	99.5 %	—	—
	無電解	97.0 %	96.5 %	95.0 %	93.5 %
ニッケル (Ni)		99.99 %	99.9 %	99.5 %	99.2 %
錫 (Sn)		99.99 %	99.95 %	99.90 %	—
希土類元素セリウム (Ce)		Re Ce-48	Re Ce-45	—	—

3 - 1 - 2 原材料受入工程の問題点と改善策

1) 不純物の成分規制の強化

アルミニウム合金中への亜鉛の規格値を超える混入は鑄造に際して凝固収縮を大きくするなど鑄造性を損ない鑄造欠陥増加が懸念されるので不純物として扱われている。

また、珪素の中のカルシウム(Ca)であるが中国で産出する珪素の中にはカルシウムを比較的多く含んだものがあるので入荷の都度成分分析を行って確認する必要がある。この害は一般的にピストン用合金のように珪素含有量の多い合金においては、初晶珪素を微細化するために添加される燐(P)化合物と結びついてその効果を阻害し、更に多ければ初晶珪素を粗大化させて機械的性能を劣化させることがあるので、特に注意して入荷の都度サンプルを採取して確認することが必要がある。そのためにはこれら特定の成分については国家規格に定められた組成成分規制値の他に当工場として新たに、又は適切な規制値を設けてこれを越えることのないように管理すべきである。

2) 原材料の保管

原材料は供給処の検収員によって入庫表に記載され決められた場所に保管される。保管された原材料は鑄造一分廠の配料班によって使用の都度材料出庫記録に記載されて常に在庫量が記録されている。原材料置場は写真 4 - 2 - 1 に示すようにアルミニウム

と珪素は風雨に曝された野積みのじか置き状態であり、材料別の表示や区分も明確になっていないことから酸化、腐食や汚損、異材混入の危険等の心配あることから保管方法を改善することが望まれる。

また、その他の添加金属として使用する原材料については写真4-2-2に示すように室内に保管されてはいるが乱雑で整理整頓が悪く、材料別の表示や区分も明確になっていない。

原材料受入れや保管は、製造工程最初の大切な工程であるから保管責任の明確化や保管場所の整備、定期的チェックのルール化等全体的な見直しが必要である。

改善の手順としては、作業基準の中に保管場所、保管方法、区分表示、保管責任者などを定める。例としてはアルミニウム隕や珪素のように保管量の多いものは屋内が望ましいが、止むを得なければ屋外の安定した床上に区分線や区分縄で範囲を指定し、その他量的に少ないものは屋内に整理棚を設けて箱に収納して保管する。いずれも材料名、入荷日、責任者名を表示しなければならない。

3-2 溶解工程

3-2-1 鑄造第一分廠の組織

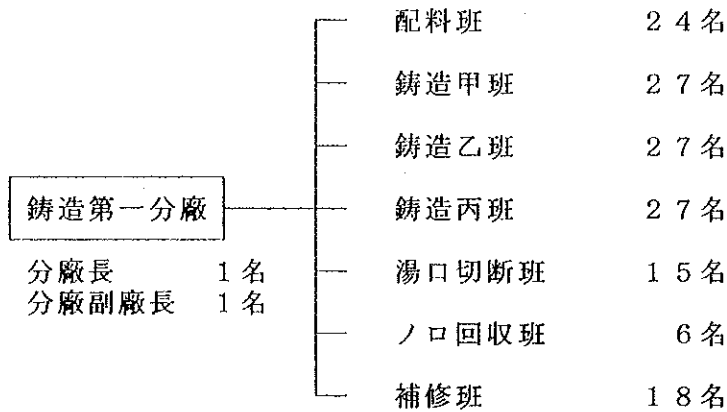


図3-2-1 鑄造第一分廠の組織

3-2-2 溶解工程の現状

原材料保管場所から鑄造一分廠の配料班（24人）によって運ばれた原材料は社内の作業基準書である「鑄造A1合金配制工芸」に従って作るべき合金の配合値の割合いに各種の金属が用意されて図3-2-2「鑄造第一分廠設備配置図」に示される溶解炉の中に挿入され溶解される。溶解炉の外観を写真3-2-1に示す。

溶解炉の容量は一回当たりの溶解量が2.5tであり、アルミニウム溶解炉の構造としては表面直接加熱式のきわめて一般的なタイプのものを使用している。

燃料はやや離れた所に設置された写真3-2-2に示す石炭ガス発生炉によって発生させた発生炉ガスを導管により溶解炉に供給されているが、いたるところからガスが漏れだして、熱効率の上からも、環境衛生の面からも好ましくない。

石炭から燃料ガスを得る方法はかつては家庭用の都市ガスを始め、日本でも多く使用されていたが、石炭価格の高騰により現在では全く使用されなくなっている。このため発生炉ガスを燃料にしている溶解炉は、日本国内で目にしたことが無く、更に文献にも接したことが無いことから溶湯品質への功罪を指摘できる情報を持ちあわせていない。

溶解炉は4基保有していて常時3基を使用し、残りの1基をメンテナンス時等に使用できるように予備として保有しておりこの点は理想的である。

出湯前の成分確認は試料採取後約1時間で結果が出て全成分が前述の作業基準書の規格を合格すればその溶湯を使用できるルールは明確になっている。分析結果の例を図3-2

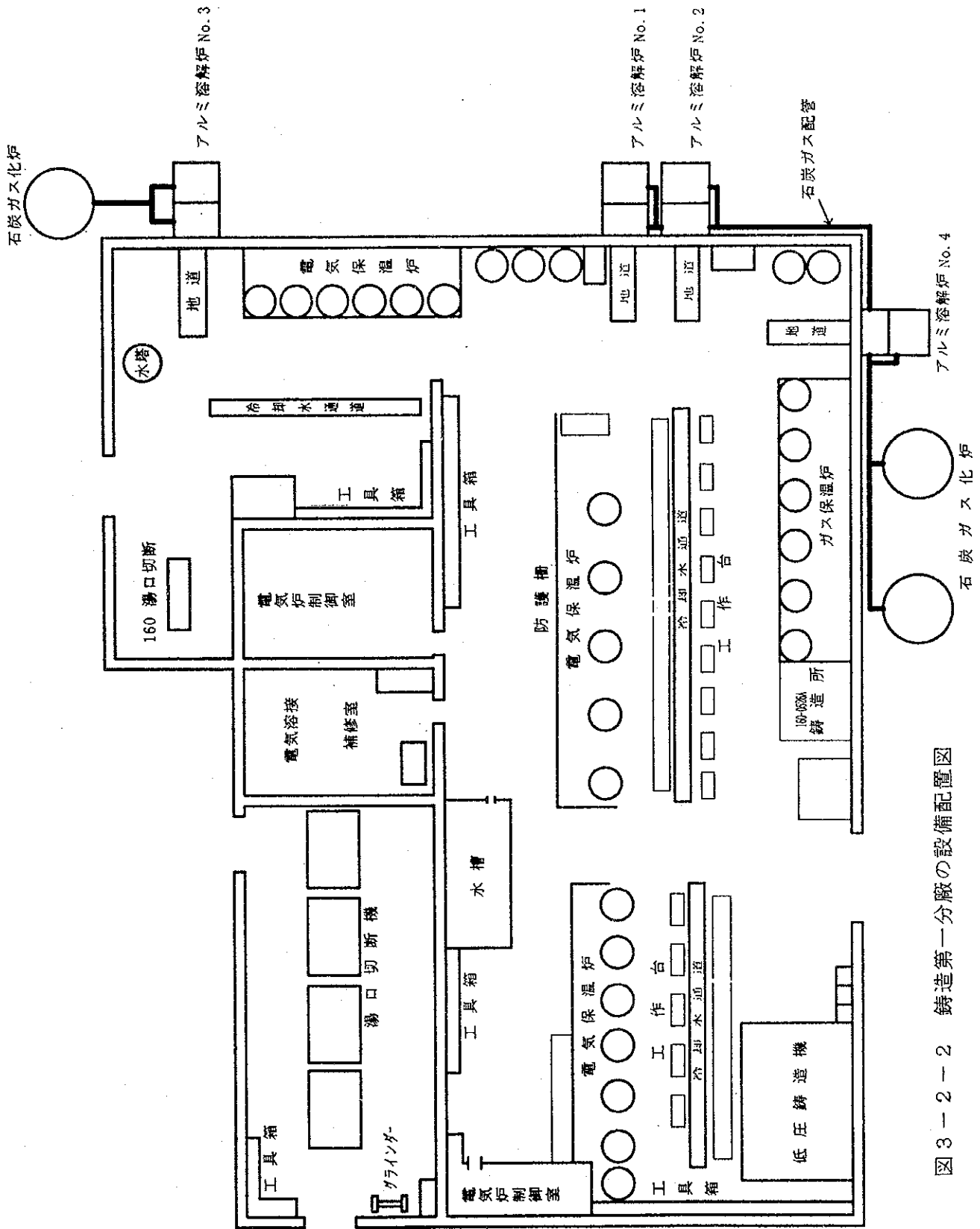


図 3-2-2 鑄造第一分廠の設備配置図

- 3 に示す。

分析結果報告単				送付年月日											
517 富士化学分析室				完成 98年10月16日											
試	単	位	品	原	分	元 素 含 量						注			
						品	名	号	析	Si	Al		Fe	Ca	Mn
						分析									
			66-1	7990	0	1176	0.08	0.27	1.52	0.35	0.92				
			108	7995	0	1170	0.80	0.28	1.52	0.40					

富士化学分析室 分析員: 伊藤 検査人: 伊藤
 本室限り有効 検査人: 伊藤
 03-2-3 P-1057

図 3 - 2 - 3 成分分析結果

その後溶湯はとりべに移されて隣にある鑄造工程の保持炉に供給された後に使用される。

作業基準書に設定されている合金の種類は表 3 - 2 - 1 に示す 12 種類で、現在生産しているピストンにおいては Z L 1 0 9 が最も多く、次いで 6 6 - 1 で、3 位は Z L 1 0 8 となっている。

また、2 - 1 に述べた如く、合金の性質を保つためにある種の成分は規定量以上含まれてはならない。これらの元素についても表 3 - 2 - 2 に示すように定められている。

第 1 次現地調査時に持ち帰ったピストンのサンプルの分析結果は図 3 - 2 - 4 のピストン成分分析結果の如くである。合金の材種が明確でないので成分についての評価は避けるが、心配した不純物としての Ca の混入は殆どないことは確認された。

ピストン用合金はいずれもピストンの機能上の面から耐摩耗性、耐熱性、低熱膨張率が要求される事から珪素の含有率が高く、最大のものは 22%、最低のものでも 6% 配合されていて、一般的なアルミニウム鑄物合金よりも冶金学的に見て管理に気配りを必要とする合金である。

安定した溶湯を供給するには作業手順をより詳細に定めた作業基準書を作成し、これを厳守することによって溶解チャージ毎の溶湯品質の差を可能な限り少なくすることが重要で、それによって常に良好な品質の溶湯を次工程である鑄造工程に安定的に供給される。

表 3 - 2 - 1 アルミニウム合金の種類と成分組成

合金番号	化 学 成 分 %								
	Si	Cu	Mg	Mn	Ti	Ni	Ce	Sn	Al
ZL 101	6.5 ~ 7.5	—	0.25 ~ 0.45	—	—	—	—	—	残 量
ZL 104	8 ~ 10.5	—	0.17 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5	—	—	—	—	残 量
ZL 106	7.5 ~ 8.5	1.0 ~ 1.5	0.3 ~ 0.5	0.3 ~ 0.5	0.1 ~ 0.25	—	—	—	残 量
ZL 108	11 ~ 13	1 ~ 2	0.4 ~ 1.0	0.3 ~ 0.9	—	—	—	—	残 量
ZL 109	11 ~ 13	0.5 ~ 1.5	0.8 ~ 1.3	—	—	0.8 ~ 1.5	—	—	残 量
ZL 110	4 ~ 6	5 ~ 8	0.2 ~ 0.5	—	—	—	—	—	残 量
ZL 111	8 ~ 10	1.3 ~ 1.8	0.4 ~ 0.6	0.1 ~ 0.35	0.1 ~ 0.35	—	—	—	残 量
66-1	10.5 ~ 12.5	1.5 ~ 2.0	0.5 ~ 0.8	0.35 ~ 0.55	—	—	0.5 ~ 1.5	—	残 量
江 准 66-1	10.5 ~ 12.5	1.0 ~ 1.5	0.5 ~ 0.8	0.35 ~ 0.55	—	—	0.9 ~ 1.3	—	残 量
18% Si-Al	17 ~ 19	1.5 ~ 2.0	0.7 ~ 1.0	0.3 ~ 0.45	—	0.7 ~ 1.0	0.6 ~ 0.8	—	残 量
20% Si-Al	20 ~ 22	1.5 ~ 2.0	0.5 ~ 1.0	0.3 ~ 0.45	—	—	0.6 ~ 0.8	—	残 量
軸 套 料	0.7 ~ 1.3	0.7 ~ 1.3	—	0.1 ~ 0.2	0.1 ~ 0.3	0.7 ~ 1.3	—	5.5 ~ 7	残 量

表3-2-2 含有微量成分の許容限度

合金番号	混入許容成分量 %													
	Fe		Cu	Zn	Mn	Ti	Ti Zr 計	Be	Ni	Sn	Pb	その他	総和	
	S	J											S	J
ZL 101	0.5	0.9	0.2	0.3	0.35		0.15	0.1		0.01	0.05		1.0	1.4
ZL 104	0.6	0.9	0.1	0.25			0.15			0.01	0.05		1.1	1.4
ZL 106	0.6	0.8		0.2						0.01	0.05		0.9	1.0
ZL 108		0.7		0.2		0.2			0.3	0.01	0.05			1.2
ZL 109		0.7		0.2	0.2	0.2				0.01	0.05			1.2
ZL 110		0.8		0.2	0.5					0.01	0.05			2.7
ZL 111	0.4	0.4		0.6						0.01	0.05			1.0
66-1		0.7		0.1						0.01	0.05			1.2
江准 66-1		0.7		0.2						0.01	0.05			1.2
18% Si-Al		0.7		0.2								0.5		
20% Si-Al		0.7				0.02						0.5		
軸套料														

ここでSは砂型鑄造品、Jは金型鑄造品を表す。

溶湯処理について規定した作業基準書「精錬、清渣、変質剤制略」に記載されている内容は、塩化ナトリウム(NaCl)と塩化カリウム(NaK)からなる清渣剤、弗化ナトリウム(NaF)、塩化ナトリウム(NaCl)、塩化カリウム(NaK)の混合物である変質剤の成分組成と、それぞれの処理温度について規定しているだけのものであって、溶解作業で最も重要な「いかにして鑄造時に欠陥の出にくい良好な溶湯を作るか」という手順、作業の仕方、異常時の処置などの重要事項については殆ど規定されていない。

鑄物の品質に対する気配りは、従来から一般的に鑄造工程以降に力を注ぐ傾向が強く見られるが、ここでも同様に、溶解工程に対して良好な溶湯供給を行う観点が見えていないように見える。

アルミニウム溶湯中にはガスが含まれ、主成分は水素で、これはピンホール(Pin Hole)となって悪さをするし、また、極めて酸化しやすいマグネシウムやアルミニウムは酸化物となり、更に耐火物のような非金属介在物も溶湯中に懸濁して鑄物に入り込みいずれも欠

分析・測定報告書

横浜市 西区 岡野 2-4-3
古河電気工業株式会社 研究開発本部
横浜研究所 分析技術センター

分析・測定結果について御報告いたします。

報告書番号 981211
受付日 1999/02/18
試料名 アルミ合金製ピストン材
測定内容 定量分析

1. 目的
中華人民共和国製造のピストン材の組成調査
2. 分析方法
発光分光分析法を用いて各元素を定量する。
装置：スペクトロ ラブ

3. 分析結果
組成分析結果

単位：%(m/m)

元素	分析値	元素	分析値	元素	分析値
Si	12.2	Pb	0.001 ₄	Zr	<0.0001
Fe	0.27	Bi	0.000 ₁	V	0.000 ₁
Cu	1.4 ₈	Cd	0.000 ₂	Sb	<0.0001
Mn	0.35	Sn	0.009 ₄	Sr	<0.0001
Mg	0.79	Be	0.000 ₁	Co	<0.0001
Cr	0.002	Ca	0.000 ₂	In	0.010
Ni	0.26	Na	0.002 ₄	Ce	0.10
Zn	0.005	B	0.000 ₂	Li	0.000 ₁
Ti	0.009	Ga	0.009 ₂	P*	0.000 ₃

主成分から判断すると4032合金に類似と考えられます。Cu含有率が高く、Mg及びNiの含有率は低く、Mnが添加されています。

不純物としては、Sn、Na及びInの含有量が高く、V含有量が低くなっています。

Ceが検出されたことから、希土類として0.2%(m/m)程度添加されていると考えられます。

*: Pにつきましては、参考値として取り扱って下さい。

下付き数字 123456789 は参考である。

横浜研究所・分析技術センター

1999年2月19日

センター長 山本富治雄

署名(印)



図3-2-4 ピストンの成分分析結果

陥を作る事になる。冶金学的にも、高珪素合金であるが故に初晶珪素を可能な限り小さく抑えるために添加物をいれたりしなければならないのである。

しかし、現在の溶解作業は単に固体を液体にするための工程であるかのように誤解されているようでもあり、是非とも真の脱酸、脱ガス、改良処理の重要性を作業員全員が十分に理解した上で作業を行うように改善すべきである。

中でも特に大切な事は、脱酸および脱ガス処理時の溶湯温度や、攪拌、除滓、溶剤や添加剤の適量と装入時期などについて十分に研究の上、最良の条件を定めて作業基準に盛り込み、かつ、これを厳守させることである。

上述の通り溶解工程は非常に重要な工程であるため、第1次現地調査時に日本で一般的に行われている模範的な溶湯処理技術の一例を、溶解温度、使用溶剤、添加方法、除滓作業方法やその他の作業手順について技術廠、生産廠の関係者に詳しく説明した。

3-2-3 溶解工程の問題点と改善策

1) 溶解温度の測定実施と作業方法の改善

現在、溶解温度は作業基準書「鋳造A1合金配制工芸」の中で760℃～820℃と設定されているが、実際には温度計が設置されていないため測定の代わりに作業員が目視感覚に頼って作業している。作業基準書に設定された温度はピストン用の高珪素アルミニウム合金としては妥当なものと思われるが、実質温度が測定されていないために真の温度も変動の幅も全く判らない状況にある。第1次現地調査時点では燃料の発生炉ガス供給バルブの不具合から過大な炎が溶解炉から噴出しているのが目撃されており、かなりの変動がある事が推定される。

溶解工程は前述した通り、単にアルミニウム合金を溶かすのみならず品質に直結する重要工程であって数ある管理ポイントのなかでも溶解温度は鋳造品の内部欠陥の増減や金属組織に大きな影響を及ぼすことから適切な温度計を設置して常時溶湯温度を適確に把握して最適な条件で作業するよう改善すべきである。特に高すぎる温度による溶解は溶湯中に水素ガス(H₂)の大量介在を許すことになって結果として鋳物のピンホール欠陥を増加させることになる。

2) 脱酸・脱ガス処理および溶剤・添加物使用手順の明確化

脱酸処理と脱ガス処理の作業方法についてはこの作業手順は、具体的な作業手順として何時、どのような方法で、というように細かく決める事によって作業員による差を極力

出さないようにすべきであり、溶剤や添加物についても同様に明確にしてその効果を十分に引き出すようにしなければならない。使用する溶剤や添加物などはその名称、処理温度、処理の時期、作業順序、除滓回数と時期、結果の善し悪しの確認方法などをこと細かく規定して確実に実施しするよう指導しなければならない。

3) 能率的な成分分析装置の導入

成分分析装置の主な役割は購入材料の受入検査としての確認と、工場内で溶解した溶湯の合金としての主要成分割合と忌避微量成分の混入していないことの確認の2種類であるが、ピストンの生産量から推定しても実施すべき対象物は極めて数量的に多く、現存の湿式化学分析設備では能力的に見て実施すべきすべての試料の、更に決められたすべての成分についてまで分析することは不可能である。

しかし、規格値との確認という重要な事項であるから必ず実施しなければならず、能力が足りなければ補強する必要がある。現状の打開の方法は能率的な成分分析装置の導入であり、具体的には発光分光分析、蛍光X線など短時間で測定のできる装置を導入することが重要である。近代的な鑄造工場ではこの種の装置は全て保有している。

これらの装置は分析試料を採取する溶解炉や保持炉のある建屋に隣接して設置するか、またこれがかなわぬ場合には分析試料サンプルを手間と時間をかけずに簡単に受け渡しする方法、例えばエアシューター（圧縮空気輸送機）などを併用することを考慮しなければ十分な効果が発揮出来ないのこの点にも充分留意する必要がある。

一方、現在使用中の湿式化学分析の設備は、新装置の精度校正用として定期的を使用するのが理想的と思われる。

4) 作業環境および安全衛生の改善

安全性及び作業環境の面から作業場を見るといくつかの問題が存在する。

溶解炉や保持炉にガスを供給しているガス発生炉はかなり傷みが進んでいて本体周辺やパイプの継ぎ目、更に炉周辺のパイプや継ぎ手からのガス漏れがひどく、臭気が感じられる程度に空気を汚染している。このガスには有毒な一酸化炭素(CO)が26%も含まれており、安全上危険である。原因は装置の老朽化もあるが、保守の悪さによるところが大きい。配管系統全体の定期点検を行い、通常の修理を行えば十分に防止出来ると考えられる。

次に床面の凹凸と粉塵過多の問題がある。溶解炉の周辺では原材料の搬入やその他の作業に運搬用の台車などが使用されているが、写真3-2-3に見られるように床面の

凹凸や段差が随所に見られ、高温の滓泥搬出作業の時など危険性が高く、改善することが望ましい。また、床面や溶解炉の上は砂塵と滓泥が混じった粉塵に覆われていて、簡易的な屋根だけの作業場であるから特に風の日の粉塵飛散や降雨時の足元の悪さは想像に余りある。

これらの問題点は工場全体に共通的に見られるため同様の箇所を調査し、総合的に改善を進める事を進言する。

3-3 鑄造工程

3-3-1 鑄造工程の現状

鑄造は図3-2-1で示された鑄造第一分廠組織中の鑄造甲、乙、丙の3班により3交代で行われる。設備の配置は図3-2-2に示した通りである。

鑄造工場内写真3-3-1に示すように余裕を持った広さを感じさせるが、全般的に薄暗く、煙や燃焼ガスも漂っていて、一般的な鑄物工場と比較しても条件が良いとは言い難いが、唯一、天井が高いため暑さが作業スペースにこもることが少なく、この点では恵まれている。

溶解工程にて造られた溶湯はトリベにより運ばれて、保持炉に移される。保持炉は全て床込め式のるつぼ炉で容量は150kgあり、電熱炉18基、ガス炉6基の計24基が設置されている。電熱炉は温度制御が容易で精度的にも優れているが、ガス炉は精度の高い温度制御が難しく、安定した温度で溶湯を保持するには不向きで現状では温度制御は行われていない。写真3-3-2は保持炉の設置状況、写真3-3-3は炉体を示す。

配置的には保持炉に合わせて鑄造台が置かれ、この上に鑄造金型をのせ、全て作業者の手によって鑄造が行われている。写真3-3-4に示すように鑄造作業は全て手作業で、型閉め、中子のセット、鑄抜きピンセット、型締め、注湯、凝固待ち、鑄抜きピン引き抜き、中子抜き、型開き、鑄物取り出し、中子の冷却、型の清掃が一回の鑄造サイクルで、1サイクル1分30秒～1分50秒かかっている。作業者による差もあると思われるが、平均的には約1分40秒と考えられる。調査時は合計20台の鑄造台で鑄造が行われていた。この方式の特長は鑄造台を増加し、型と人員の手当てをすれば製造能力をフレキシブルに変更出来る事で、工場の説明では年間の最大能力は300万個とのことであった。

今後の計画では生産量を現在の約3倍にしようとしており、これを考えれば手作業に頼ることでは解決出来ないと思われる。生産数量の少ない品種では手作業もやむを得ないが図1-7-3に示す販売数の多い105、95、100の3系列だけでも自動鑄造機や連続鑄造方式を導入すべきと考えられる。自動鑄造機や連続鑄造方式は数量増加の効果だけに止まらず、品質の安定化にも大きく寄与することが出来る。

鑄造工程は品質の作り込みという点から見れば最もその技量が発揮される工程ではあるが、実際にはそれ以前の工程の、型の構造や、湯口方案、溶湯の品質の良し悪しなどが結果として現れてくる工程でもある。鑄造技術に限っての重要な管理ポイントを挙げれば、微妙な感覚が要求される注湯技術、適切な鑄込み温度と金型の温度の二つに絞られてしま

う。これは言い換えるといかにして型内部の空気を乱さずに溶湯と置き換えることが出来るかという事と、いかにして型の熱バランスを崩さずに冷却することが出来るかと言う事になる。注湯技術は鋳造者の経験によって腕を磨く以外に方法はないが、型の熱バランスについては、型に注ぎ込まれる溶湯の温度を安定化させた上、サイクルタイムを一定に保つ事で達成出来る事になる。

現在の工場の管理状況では保持炉にも金型にも温度計の設置がなく溶湯温度、金型温度は全く測定されていない。前述の通り、一定の温度の溶湯を注湯して、熱を受け取った型が自然放熱を繰り返して安定した鋳造を続けるためには、溶湯温度と金型温度の測定は極めて重要であり、かつ初歩的な事である。

当職場には随時必要に応じて保持炉の溶湯温度を測定するための携帯式の温度計が用意されている。この温度計は今まで定期的な校正が行われておらず、持参した日本国内検定合格済の温度計と比較したところ、約20℃、当職場で使用している温度計の方が高い値を示す事が確認された。この件は即時校正を依頼して精度補正を行い、対応したが、作業基準書の中に測定機器類の定期的校正に関する規定が明確になっていないので、対象測定機器、判定基準、校正後の有効期間、異常時の処置、現品への表示方法など具体的に作業基準書の中に文書化して管理しなければならない。

鋳造者は熟練者が多いようであるが、サイクルタイムを一定に保って鋳造することの重要性が作業基準書の中に盛り込まれておらず、当然ながら作業者の理解度も薄くて実際に個人でも時間がばらつき、個人差もまた当然あり得る。一般的に行われている安定策としては、注湯からスタートして鋳物取り出しまでの時間をタイマーが計測してブザー音で知らせる方法である。

型の構造は写真3-3-5に示すようにいずれも1ヶ取りのブックモールドと呼ばれる単純なもので、一組の蝶番を介して型を開閉し、上部から4個又は5個に分割された中子を差し込み、横からはピストンピンの穴を形成する鋳抜きピンを差し込んで、ピストンヘッドが下になる形で鋳造されている。金型の材質は外型が鋳鉄で作られ、中子は鍛造材を使用して削りだしたもので、先端には鋳造時の引き抜き用把手としての丸棒がねじ込まれている。

金型の寿命は型の構造や使用頻度によってもかなり異なるが、平均的に修理を含めても1万2千個～1万5千個とのことで、比較的短寿命である。確かにピストンは成分的に珪素の含有量が高い合金なので、一般的なアルミニウム鋳物よりも高温度で注湯されること

から、型の寿命が短くなる傾向にあることは理解できるが、それにしても1万2千個～1万5千個という数値は小さ過ぎる。この原因が何に起因するかは不明であるが、金型の材料を耐熱鋼に変更することを勧めたい。

塗型は社内の作業基準書である「A1合金鑄造用金属型塗料制略」の中に塗型材の配合についての記載があり、滑石粉、石綿粉、水ガラス、石墨粉などを適宜組み合わせて水に溶いたものを使用している。押し湯部分には石綿粉と水ガラスを水で溶いたものを、一般の鑄型部には滑石粉と水ガラスを水で溶いたものを、勾配の少ない鑄型部や厚肉鑄型部には石墨粉と水ガラスを水で溶いたものを、また、中子部分には石墨粉だけを水で溶いたものを使うというように細かく規定されている。

しかし、塗型剤配合以外の金型に塗布する作業方法、即ち金型表面の浄化方法、塗布時の金型温度、製品肉厚に応じた塗膜厚さのコントロールなど大切な部分には触れていない。

スタイヤエンジン用ピストンや船舶用の6170ピストンには鉄製のリングトレーガーが鑄込まれている。当工場では鉄リングの鑄込み技術が確立されておらず、鑄造後にアルミとリングの間に隙間があく不良が非常に多く、6170型では40～60%に達している。スタイヤエンジン用もほぼ同様の不良率である。写真3-2-6はリングトレーガーとその断面状態を示す。

いまだ原因は明確になっていないが、推測される原因としてはリング表面の酸化、リングと溶湯双方の温度差や熱膨張の差異、塩芯中子の装着不安定による時間経過に起因するリング温度の低下などいくつもの難解な問題点があつて、今後これらの問題点を一つずつ解決して品質を安定化させ、歩留りの向上に努めなければならない。

製造状況も調査したが、溶湯温度、リングトレーガ温度のバラツキや塩芯中子の装着時間のかかりすぎなど問題となる点が多い。

参考までにリングトレーガ1個を日本に持ち帰り成分分析および熱膨張係数を測定した結果を図3-3-1に示す。成分はNi 15%、Si 2%、C 2.3%と線膨張係数をアルミニウムの線膨張係数に近づけた合金であることが判明した。

3-3-2 鑄造工程の問題点と改善策

1) ガス保持炉の電熱炉への変更

保持炉の内電熱炉の18基については温度制御に心配はないが、ガス炉の6基については精度の高い温度管理が困難なことから電熱炉への改造が必要である。

分析・測定報告書

横浜市 西区 岡野 2-4-3
古河電気工業株式会社 研究開発本部
横浜研究所 分析技術センター

分析・測定結果について御報告いたします。

報告書番号 990036
受付日 1999/04/07
試料名 鉄合金
測定内容 定量分析及び熱膨張係数測定

1. 目的
中華人民共和国製造のリングトレーガの組成及び線膨張率を調査する。
2. 分析方法
ニッケル (Ni)、珪素 (Si) については、ICP 発光分光法
炭素 (C) については、燃焼-赤外線吸収法
線膨張率については、熱機械的分析装置

3. 分析結果

3.1 組成分析結果 単位 : %(m/m)

試料名	Ni(ニッケル)	Si(珪素)	C(炭素)
リングトレーガ	15.3	2.0	2.3

3.2 線膨張率分析結果 単位 : 1/°C

温度範囲	平均線膨張率
25.2 - 199.7 deg°C	18.97×10^{-6}
25.2 - 301.1 deg°C	19.11×10^{-6}
25.2 - 400.5 deg°C	19.09×10^{-6}
25.2 - 499.9 deg°C	19.09×10^{-6}
25.2 - 601.1 deg°C	19.00×10^{-6}
25.3 - 700.6 deg°C	20.00×10^{-6}
25.3 - 800.0 deg°C	20.14×10^{-6}

細部は、別紙チャートを参照下さい。

横浜研究所・分析技術センター

1999年4月29日

センター長 山本富治雄

署名 (印)



図 3 - 3 - 1 リングトレーガの成分組成分析結果

2) 鑄造の生産能力増強

今後の長期計画によれば年々大幅な生産量増加が予定されていることから、機械加工ではすでに新工場が建設されているが、鑄造工程は他の工程のようにこれまでの延長拡大と言うわけには行かない。それは品質をより安定させながら、実質の能率もあげて大幅な生産量増加を達成しようとする所に難しさがある。この対応策として重要な事は数量の多い品種と少ない品種に分けて生産方法を変えることである。数量の少ない品種では手作業も仕方がないが、多い品種では自動鑄造機や連続鑄造方式を導入することが不可欠になる。これを行わずに単に鑄造者の数で対応しようとするれば品質管理の面で破綻をきたし、数量は確保できても品質歩留りで実質的能力が低下することは否定できない。

自動鑄造機や連続鑄造方式は数量増加だけのメリットに止まらず、品質の安定化にも大きく寄与することを考慮して判断すべき問題である。

3) 溶湯温度と金型温度の測定管理

溶湯温度は鑄物の品質に直結する重要な管理ポイントであるため保持炉毎に保護管付きの温度計を設置して測定出来るように改善して、作業基準に設定された温度範囲内で鑄造するよう改善しなければならない。品質の結果と後に照合の必要性から、出来れば自動記録型の温度計を設置して温度チャートを残すことを勧めたい。

4) 鑄造サイクルの均一化

鑄造サイクルは個人内でもばらつき、更に個人差も存在すると考えられる。特に中子を抜いて冷却水に入れている時間のバラツキは次の鑄造品に悪い影響を与えるし、金型を開き、鑄物を取り出してから再セットして型を閉じるまでの間は大量の熱量が空気中に放出されるので、この時間のバラツキは鑄物の品質に大きく影響する。鑄造サイクルの安定策としては、注湯からスタートして鑄物取り出しまでの時間をタイマーが計測してブザー音で知らせる方法があり、これを参考に工夫が必要である。

5) 金型材料の改善

耐熱鋼が容易に入手でき、かつ経済的にも妥当性があるならば耐熱鋼を使用することが得策と考えられる。試験的に新規品製作時に試行して金型寿命のデータをとって比較することを推奨する。この件については第1次現地調査時に提案し、すでに対応品種も決まり耐熱鋼も入手して金型の製作に着手しているので比較的早期に結論が得られると思われる。

6) 塗型作業の標準化

塗型は金型の表面を熱から守るだけでなく、凝固スピードをコントロールするための大切な手段である。厚肉部には薄く薄肉部には厚く、押し湯部分は最も厚く塗って理想的な指向性凝固を目指すべく最良の手順書を作ってそれに従うべきである。

現状は塗型液の配合だけを専門の担当者が行い、塗型は鋳造作業者が兼ねて塗布しており理想に適った吹き付けにはなっていない。不具合品の大半が鋳造に起因する内部欠陥によって不良品になっている事からも塗型作業の重要性を良く認識し、作業基準書の中に細かく規定して、その道専門の担当者を配置し確実な作業がなされるべきである。

7) 鉄リング鋳込み方法の技術確立

アルミニウムに鉄などを鋳込む技術はすでに1960年代に開発され、鉄の表面にアルミニウムを溶融メッキする方法がアルフィン法として発表されている。当工場でも鋳込み前にリングをアルミ溶湯に浸漬しているが、温度、時間などは工芸書にも規定されておらず作業者まかせである。

アルフィン法は図3-3-2に示すように鉄とアルミニウムの界面にアルフィン層という鉄-アルミの合金層を作って鉄のアルミニウムへの鋳込みを容易にする方法であるが、その処理の詳細はノウハウ (Know How) に属し公表されていない。

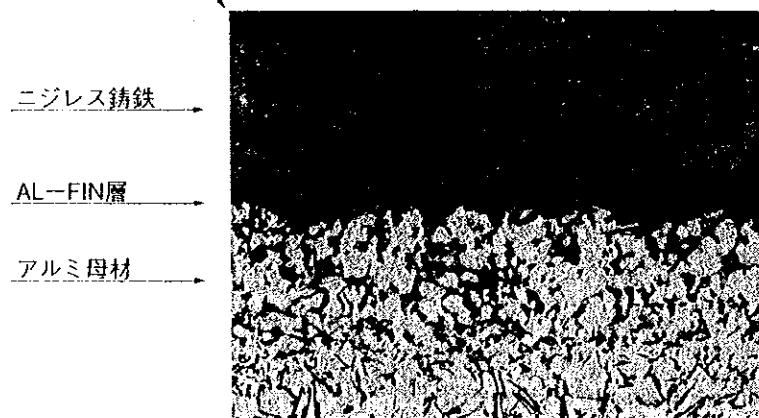


図3-3-2 アルフィン層

基本的に言えることはリングにメッキをする際にリングの表面が酸化してはならない。酸化防止としてはリングを研磨した直後に表面に金属皮膜を形成する方法で、金属皮膜としてはアルミニウムの融点より低くて融和性があり、かつ酸化膜があまり強くない金属の方が良く、該当するいくつかの金属の中で入手しやすく、扱いの容易なもの例と

して亜鉛（Zn）がある。これを作業例として具体的に説明すれば、リングの表面を良く研磨した直後に亜鉛の溶湯に入れて亜鉛の溶融メッキを行う。 casting時には電気炉内で予備昇温してから型にセットし、注湯する。この際、リングの温度が低下しないように留意する必要がある。そのためには塩芯中子のセット時に正しい位置に手早くセットするためにどんなことをしておけば良いのか、どのような治具があれば良いのかを徹底的に検討してアイデア（Idea）を出し合って決めることが重要である。

これらはいずれも特殊な技術であり、使用するリングの材質、アルミ合金の成分によって条件は変わるため、自社の条件をそれぞれ研究して適用しなければならない。

当工場でも使用材料の組合せ毎に処理条件を変化した小さな試料を作成し、界面の顕微鏡による観察を繰り返しながら最適条件を設定し、その条件を守って castingし、良否を確認することが必要である。

3-4 熱処理工程

3-4-1 鑄造第二分廠の現状

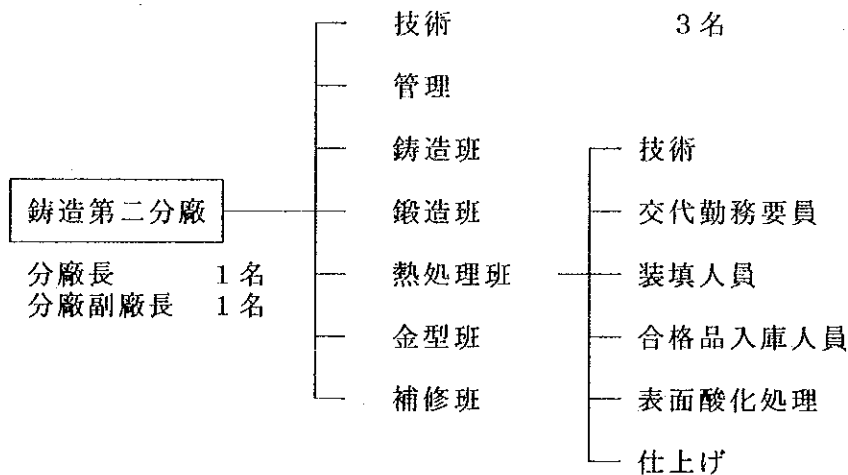


図 3-4-1 鑄造第二分廠の組織

熱処理工程は図 3-4-1 に示す鑄造二分廠(96人)の中の熱処理班(23人)が担当しており、ピストン以外の部品類についても熱処理及び浸炭工程等を担当している。

熱処理工場内部の設備の配置は図 3-4-2 に示す通りで、熱処理品の搬入口から見ると入り口に近い所に人工時効処理炉が配置され、溶体化炉(焼入れ炉)、浸炭炉はいずれも建屋の奥の方にあるので熱処理品が逆行することになり、理想的な流れで作業が出来ない状況になっている。

主要な設備としてはアルミニウム合金用溶体化炉として75KWのものが5基、同じく時効処理炉として36KWのものが6基、浸炭処理炉2基が設置されている。写真3-4-1は熱処理工場の内部を示している。

作業手順書「熱処理工芸票」を基本として詳しい内容は品名別に用意されている。内容的には工程順序、炉内温度と保持時間ダイアグラム、炉内温度精度、熱処理後の硬さや機械的性能についても明確に表示されている。

しかし、熱処理性能に大きく影響する熱処理籠に詰める時の処理品間の隙間や姿勢に関しては指示がなく、また熱処理籠が溶体化炉を出て冷却水槽に水没するまでの時間、すなわち焼入れ遅れを防止するための指示もない。

熱処理炉の制御は炉毎に制御盤があって、温度、時間が制御されて自動的にチャート紙に記録されて、熱処理終了後担当者によって温度と時間が作業手順書どおりであったことが確認されている。しかし、チャート紙の保管義務が作業基準書の中に指示されていないために、作業者は確認した後直ちに処分している。品質比較の調査資料やクレームに対す

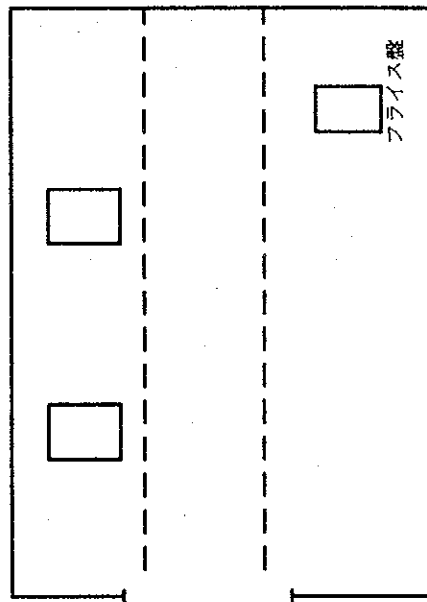
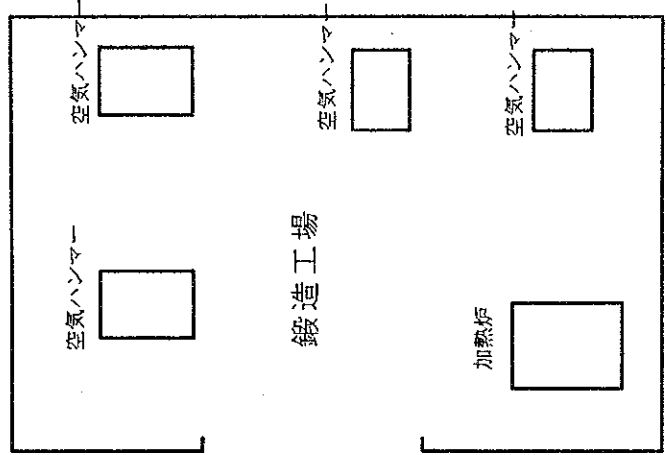
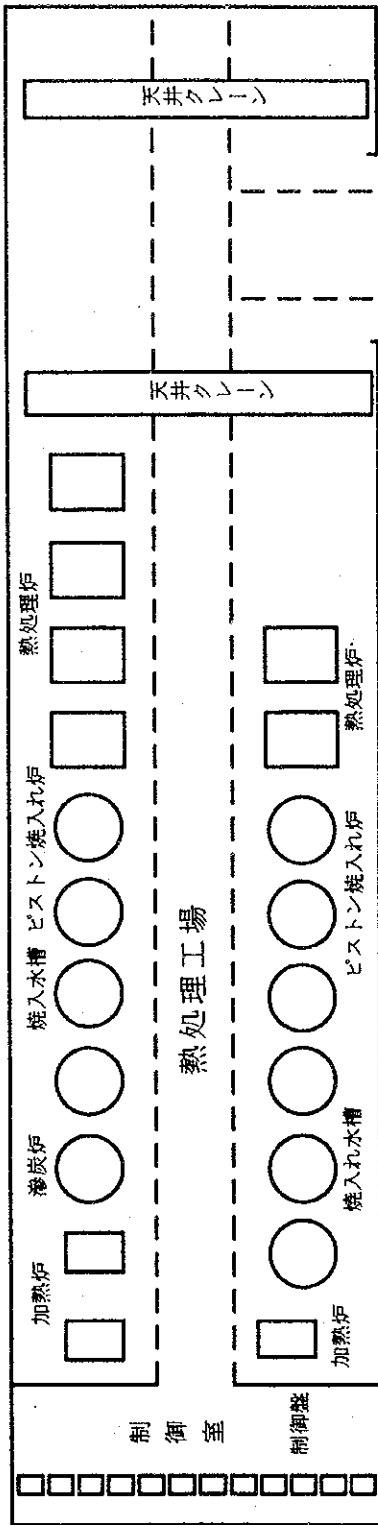


図 3-4-2 鑄造第二分廠設備配置図

る遡及資料として保管期限を決めて保管し、活用することが望ましい。

3-4-2 熱処理工程の問題点

1) 熱処理姿勢・水没姿勢と時間

熱処理工程で最も重要なことは、規定された温度と時間がムラなく個々の製品に均一にかつ正確に与えられることである。すなわち熱処理炉の中の加熱された空気が均等に循環できることが重要で、装入用の籠の中に何個詰めるか、どのような姿勢で詰めるか、どのくらいの隙間を確保するか等は作業手順書の中で略図や数値によって明確にかつ細かく規定されなければならない。現在設定されている手順書にはこの事項が欠落している。

溶体化工程での籠はピストンの詰め方が一定しておらず、また時効処理においても籠への入れ方が乱雑でほとんど隙間がなく、おそらく籠の中心部には十分な熱風が到達していないと思われる。写真3-4-2に溶体化工程でのピストンの装入状況、写真3-4-3に時効処理工程の籠へのピストンの装入状況を示す。

溶体化におけるピストンの姿勢は殆ど頭を上詰めにされているため、水没の時ピストンピン穴より上方にはエアートラップができてしまい冷却水が接触しない不具合が起きている。これは1個の製品内での部分的な硬度のバラツキや、個体の硬度差が出易くなり、金属組織の異常を起こす恐れもあり著しく熱処理性を悪くしている。

最も理想的な姿勢はエアートラップも、水溜まりもできない姿勢をできる限り選ぶべきであり、ピストンの形状では他に支障がなければ横に寝せる案が良いことになる。

また、溶体化炉のふたが開いた時から製品が冷却水中に完全に水没するまでの時間を決められた時間内に完了させることも重要な管理ポイントである。これらの作業手順書の記載不足は総合的に手順書を見直して不都合のないように整備しなければならない。

2) 熱処理炉チャート紙の記入方法・保管期限

通常、チャート紙にはセットする時に作業者の手で、少なくとも、品名、ロットNo.、数量、処理期日、熱処理の条件、担当者名を記入してからスタートする。当工場では担当者が良く判っているという理由から殆ど記入することなく実施している。また、熱処理終了後、チャート紙を担当者が確認してその後一週間保管された後は廃却処分されている。本来はチャート紙に記入された内容にしたがって整理保管され、その後の品質状況との照合や、市場クレーム等があった場合の遡及的調査において貴重な調査資料及び

証明ともなるので保管期限を決めて大切に保管されるべきものである熱処理チャート紙への記入方法と保管期限を決めて作業基準書として制定することが必要である。

3) 作業性

作業スペースは広いが、建屋の奥に熱処理炉が配置されているため入り口との中間部分に製品の滞留ができて作業性を悪くしている。

工場内の設備配置を物の流れや作業方法を考慮して見直し、物の置き場を床に白線で表示するなど整理・整頓が望まれる。

3-5 機械加工工程

3-5-1 活塞廠の組織

機械加工工程は活塞一分廠から活塞三分廠まで加工するピストンのサイズによって分けられていて人員数は合計271人である。 活塞一分廠（80人）においてはピストン外径 $\phi 100 \sim \phi 170$ mmが、同じく活塞二分廠（95人）では $\phi 95 \sim \phi 105$ mm、活塞三分廠（96人）では $\phi 95$ mm未満のものが加工されていて、それぞれに分廠長、班長がいて管理にあたっている。それらの組織を図3-5-1に示す。

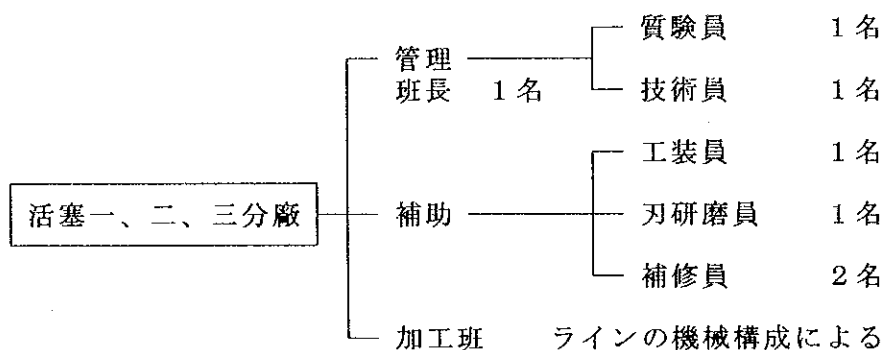


図3-5-1 活塞各廠の組織

3-5-2 機械加工工程の現状

加工機械の種類は旋盤が主流で、他に、ボール盤、中ぐり盤、バニシング機で、加工するピストンの大きさに応じてそれぞれ三つの工場に合計167台が設置されている。これら各廠の機械の配置を図3-5-2～図3-5-4に示す。また、第2次現地調査時点で建設中であった新活塞廠の機械配置図を図3-5-5に示す。写真3-5-1～写真3-5-3は各々の内部を示している。

設備のほとんどは単能機の旋盤で古いものでは20年前のものもある。一部には機能的な改造を施したのものや、NC機能を後に追加した機械も見受けられる。

全般的に古い機械が多いものの、日常の保守の状態は隅々まで良く手が届き、総じて丁寧に使用していると推定される。加工機械の精度確認は「機械加工設備種類および精度一覧表」に規定された要求精度に従って、毎月20日に定期点検が行われ設備に異常がないことを確認し設備検査記録表に記入し、保管している。

現在生産している主要なピストンの品種は98年度の実績で見るとおよそ35種類であり、外形サイズで分類して出荷量を調査すると表3-5-1に示す通りであり、 $\phi 95$ 、

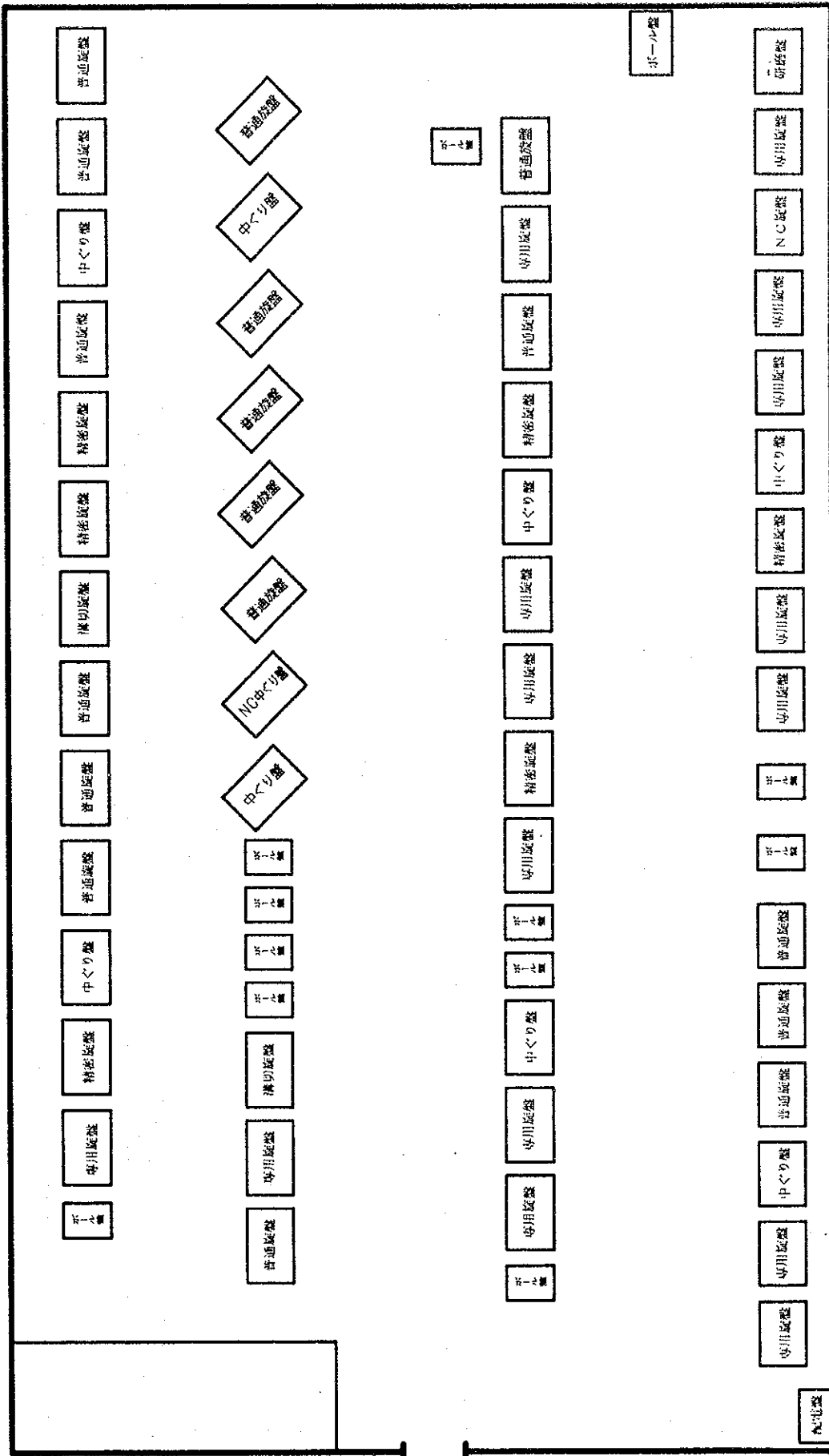


図 3-5-2 活塞第一分廠設備配置図

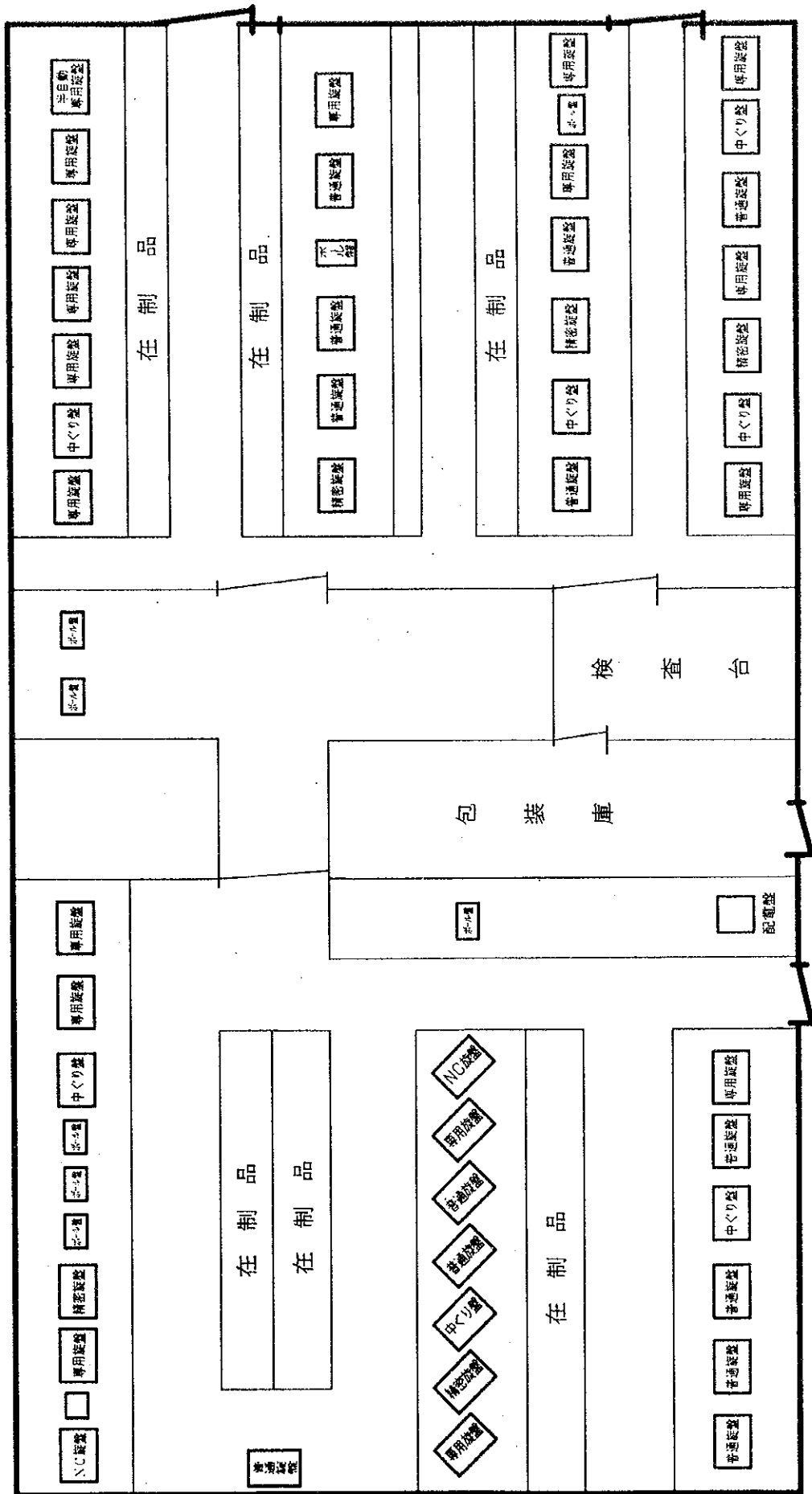


図 3-5-4 活葉第三分廠設備配置圖

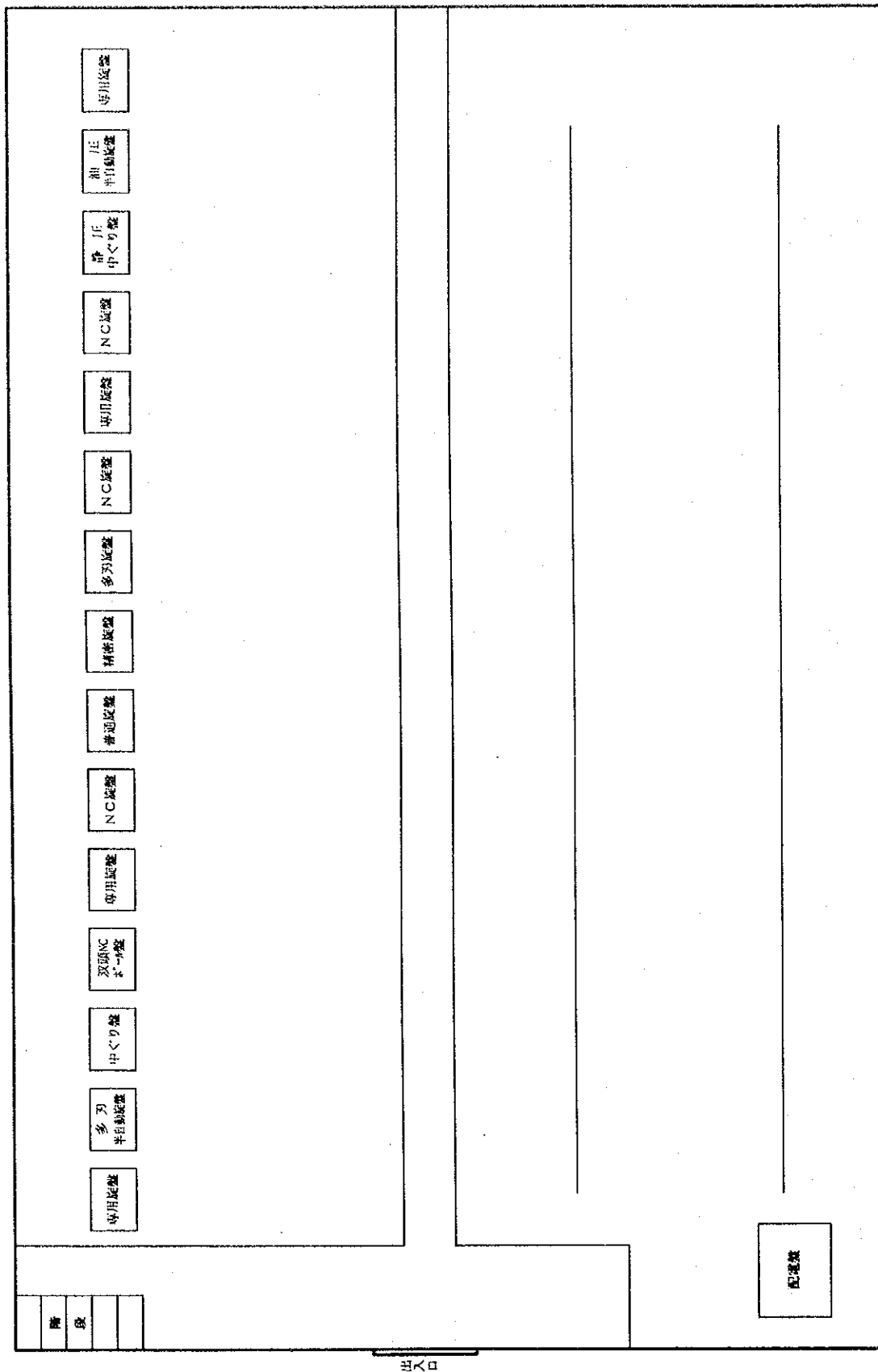


図 3-5-5 新活塞廠設備配置図

φ100、φ105の3種のものが増加している。写真3-5-4にφ105のピストンを示す。

表3-5-1 サイズ別ピストン出荷量 (千個)

外形 mm	170	160	110	105	102	100	95	90	85	80	75
数量	7	37.5	140	462	24	424	465	30	274	123	258

各分廠の生産能力は表3-5-2の通りである。

表3-5-2 各分廠の生産能力

	月間生産能力	稼働状況
活塞1分廠	33000個/直	部分的2交代勤務
活塞2分廠	40000~42500個/直	2交代勤務
活塞3分廠	45000個/直	2交代勤務
新活塞廠	12500個/直	2交代予定
合計	130,000個/ ~133,000個/直	

1) 加工順序

機械加工の順序は機種によって若干異なり、細かく別ければ20工程を超えるが代表的な品種を例に概要を示せば以下のような順序で加工されている。

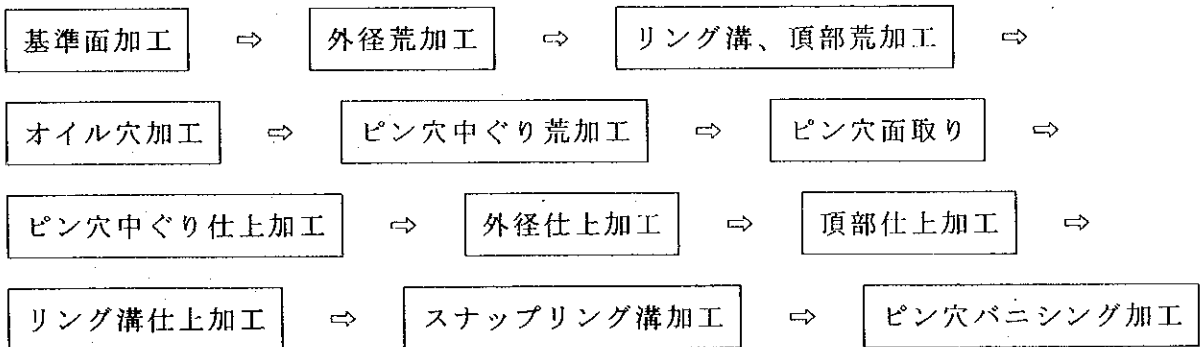


図3-5-6 ピストンの機械加工順序

この加工順序自体は理想的なものであり、発生している不良品も大半が素材欠陥に起因するものである。純粋な加工不良率としては0.8%以下とのものであり機械加工の

不良率としては比較的高い数値であると思われる。

しかし、不良原因を内容的に見れば改善によって不良率を低下させることが出来る内容が多いので、今後の改善の取り組みが期待される。

実際の加工については品種毎の作業基準書「加工工序票」に従って行われている。図 3-5-7 はその一部分を示す。例えば 195 型ピストンについて見ると加工順序に始まり、使用機械、使用工具、寸法、公差、表面粗さ、使用測定具、技術条件などが全 16 頁にわたって詳細に指示されている。非常に良く作られているが次の 3 点はやや気がかりである。

(1) 基準書に変更記録なし

作成した基準書は内容的に誤りがなくても、更に良い方法はいくつもある筈で、改善を意味する変更は無いのか。常に技術的な作業の見直しは非常に重要であって、これによって更なる品質の向上やコストの削減などが生み出されてくるものである。

(2) 異常時の処置

基準書には異常時の処理の仕方についての記載が全くない。原則的には指示の通りに作業すれば良いのであるが、もしも何らかの理由で結果が違った時はどう処理すべきかの異常時の処理方法の記載は大変重要なことである。即時処理は大事故を小事で済ませ、大量の不良を未然に防ぐ事になる。

(3) 掲示法

前述した如く基準書には各工順ごとに詳細な図面がファイルされているが、この基準書は加工分廠に 1 冊で、実際に作業をしている機械のそばには何も無い。作業者は記憶のみで公差の入った寸法を加工している。良くできるものと感心させられる。

2) 加工品の保管と切粉

各分廠に共通的に言えるが、素材の殆どがコンクリートの床に直接うずたかく積み上げられ、工程間にある加工品も次々と同様に積み上げられている。写真 3-5-5 はこの状況を示している。最近、調査団の指摘を受け入れて一部の場所では薄板を敷くようになったが、これも試験的状況であり、作業者はなぜ直置き積み上げを改善すべきなのかを正しく理解していないようである。床に直置きされた加工品は床一面に散乱した切粉にまみれながら次工程へと進んで行く。写真 3-5-6 はこの状況を示す。

散乱した切粉は床だけでなく、当然ながら旋盤のスライドヘッドの表面にも、寸法を測る定盤の上にも容赦なく積もっていて、作業者がその都度払いのけているが、十分に

产品零件名称		195-04004-1 进车止口	
图号		1	
机械加工工艺卡片			
零件名称	195 进盖		
材料	ZL108		
机床	C2-III		
冷却液			
转速(转/分)	进给量(mm/转)	切削速度	进给量
时间	定额	零件	班产量
工序	名称	名称	数量
每道工序数	4		
刀具名称	内圆车刀		
刀具名称	端面车刀		

技术要求
 端面止口壁厚差在通过
 圆筒直径的相对称处
 测量不大于0.4mm。

类别	名称	数量	编号	名称	数量	名称	数量
刀具	内圆车刀	1	H-811-125	止口塞规	1	H-811-101	高度规
量具	高度规	1	H-811-102	高度规	1		

毛坯件型	零件重量	制定	林苏本
制图	校对	审核	刘晓明 90.4.18
车削代表	批准	验证	林苏本
批号	90.5.1		

图 3-5-7 加工工序票的例

3/16

は除去できない。更に上工程に行くとうまくにしてプラスチック製の通箱が出現するが、この箱も内側外側ともに切粉だらけで、最終仕上完了品が入っているのを見ると案じた通り擦り傷がついているのが確認された。写真3-5-7は通箱の状況を示している。作業者に通箱の扱いについて聴取したところ、特別切粉を除去しようとの意識はないが、切粉の付着が多い時には裏返して落とす程度で、他の人も多分同じであろうとの答であった。

工場の問題点の一つに製品のキズが挙げられているが、現場的に対策を行った形跡はない。一般的にキズが着き易いアルミニウム製品の加工現場では、引っ掻きキズや打ちキズを減少させるために多くの努力が払われているものであり、切粉カバーを着けない機械であたりに散乱させたり、エアダスタによる切粉の吹き払いもしていない所はあまり例を見ない。加工機械は切粉や切削油の飛散を防止する改善をすることにより、製品のキズ防止、作業者の安全、3Sの立場からも満足 of いくものとなるのである。第1次現地調査における調査団の指摘で最近、一部の旋盤に切粉カバーを着けたものがあり、その機械の周辺の床には切粉が殆ど見られなくなっている。

3) ライン構成

加工ラインの作業スペースについて見ると製品の流れの方向では妥当と思われるが、ライン間のスペースは通路幅以外に広くとってあり、各分廠とも更に1ライン設置できる位のスペースがある。これはおそらく前述の加工品の積み上げスペースのためと思われる。写真3-5-8は作業スペースの広さを示しているが、ラインに沿ってコロコンベアを設置し、加工品を底の浅い箱に入れて流したとすれば、ラインの前に滞留しないので作業スペースに余裕ができ、作業者も振り向くだけで足を運ばずに加工品に届き、順序通りに流れてくるので、品質管理の面にもやり易さが生まれてくることになる。

4) 楕円加工

ピストンはエンジンとして稼働する時、高い燃焼熱を受けて不均一な熱膨張をするので、これを見越して設計上僅かに楕円形にしているのが、外径を仕上げ加工する旋盤では楕円形に削る必要がある。この機構にはマスターカム (Master Cam) 式とNC制御式の2種類があつて、それぞれに特長があるが、当工場ではマスターカム式が圧倒的に多くなっている。

この方式は故障も少なく、保守が容易で取り扱い易く、コストが安いなど多くの長所があるが、切削速度に限界があり、NC制御方式のものと比較・検討する必要がある。

写真3-5-9はマスターカム方式による切削状況を示す。

5) 切削工具

機械加工の切削速度は工具や切削油との兼ね合いもあって一概には言えないが、「切削速度一覧表」によると最大で毎分412mとなっていて、一般的な水準よりも遅い。

外径の仕上加工は、マスターカム旋盤では追従性精度を考えればあまり速くすることは勧められないが、荒加工での切削速度はコスト削減のために、適切な切削工具や切削油を選択することによって切削速度を上げることを検討すべきであろう。これはコスト削減の効果だけでなく、加工面の艶も副次的に増加する効果がある。

現状はピストン用のアルミ合金が高珪素合金で硬いため、刃先の鈍化を心配して低めに抑えているものと思われるが、最近の刃物の性能はかなり向上しているので、効果とコストとを比較してどちらが経済的に優れているか見極める必要がある。

使用している刃物は殆どのが内製で、専門の刃研磨員によって研磨されている。精度要求の高い箇所や削り面の艶が問題となるような箇所については市販の超硬バイトやダイヤモンド工具を使用している。

ピストン用のアルミ合金は高珪素合金で硬いため、刃先の鈍化が激しく、高速度鋼等の刃先ではかなり頻度高く研磨の必要があると思われる、工数的にも負担になっていると思われる。理想的とされる超硬バイトやダイヤモンド工具は中国ではコストが高く、併せて品質的にも充分満足に行くものではないことから積極的には使用されていないのが実情のようである。最近の機械加工技術では、刃先を少しでも長持ちさせる事によって、刃物の交換や研磨の無駄を極力避け、その分作業効率を上げようという考え方が主流になっている。これは益々熾烈になりつつある同業者との製品コスト競争に打ち勝つための知恵でもあり、結果としては企業の業績に貢献して実質的な効果として現れている。

6) 切削油

切削油の使用は一般的には行われておらず、ピストン外径φ100～170mmクラスのものに限り、鉱物質オイルを刷毛で塗布している。エマルジョンタイプ（水溶性乳化液）の切削油をかなり以前に試験的に使用したこともあったと言うが、結果として満足に行くものでなかったために、その後は検討もしていないとのことであった。

最近の切削油は加工物や使用者のニーズに合わせて性能的に優秀なものが開発されているので、刃物の選択、切削速度の高速化などと兼ね合わせて是非とも挑戦し、効果があるものであれば躊躇せずに切り換えていくべきと考えている。ただし、エマルジョン

タイプの切削油は鉱物質オイルと異なり、切削物と刃先に滝の如く注がれるので、加工機械に切粉カバーがないと水滴が一面に飛散することになるので機械の改造も含めて検討しなければならない。

エマルジョンタイプの切削油の効果が認められて切り換えたと仮定してみると加工機械に切粉カバーが取り付けられることは切粉の飛散防止そのものであり、切削物と刃先に滝の如く注がれる切削油は刃物の強力な冷却剤として働き、刃物の寿命を延ばす効果となって現れ、刃物の選択、切削速度の高速化というように副次的な繋がりを持っていることも見逃せないことである。

7) 洗浄と乾燥

切削後の洗浄と乾燥では、本来は加工工程で除去されるべき切粉が穴や凹部に付着しているので、洗い油の中で製品を揺すりながら洗浄している。各作業工程でエアダスタなどによる切粉除去が行われていれば、切削油だけを洗い落とすことで良く、作業が簡単なものになる筈である。更に、洗い油を揮発性のものに変えて洗浄すればエア吹きだけで簡単に乾燥する。もし、客先の意向により防錆処理を要求されているものがあるならば、ビニール袋に入れる直前に防錆剤を中に噴霧すれば良いことになる。

8) 作業環境と安全

活塞第一分廠は加工品種が外径 ϕ 100~170mmと大きいために切削油を使用しているが、鉱物質オイルなので各機械から立ち昇る煙がひどく、特に工場の中央部においては窓からの排出効果が薄いのでかなり環境を悪化している。これについては工場としても改善をし、壁にそって排気ダクトの設置を計画中である。

作業者の大半は安全上の帽子、靴、眼鏡、手袋などの保護具を着けていない。女性だけは髪の毛を纏めて安全帽の中に入れていた。

特に切粉の付いた加工品の着脱を繰り返す作業を見ていると指先の切粉による切り傷や挟まれ事故など心配な作業が多い。また、機械の歯車などの回転部分が作業者の身体の近くで露出している例や、バニシング加工のように正常工程として素手のままで油に浸した加工品をつかみ、機械のローラーに押し込むなど、数多くの安全上疑問を感じる作業が見受けられ、即時改善は困難にしても常に改善の意識が重要である。

3-5-3 機械加工工程の問題点と改善策

1) 加工機械の選定と改善

古い機械を使用していても加工精度が保証されていれば、全く問題とはならない。むしろあるべき物が無いことの方がはるかに問題である。最近の旋盤にはたいていの機種に切粉カバーが付いている。長く切粉カバーの無い機械を使用していた作業者には加工品着脱の際のカバーの開閉が面倒であり一見非能率のように見えるが、実際には作業エリアや床への切粉の飛散がなくなり切粉が自動的に機械の下からまとまって屑箱に入るので掃除の手間がかからずその効果は大きい。

今後は切粉や切削油の飛散を防止できる構造になっている機械の導入や、現有設備の改善に努力して行くことによって、製品のキズ防止、作業者の安全、工場内の3Sの向上に努力して行くことが大切である。

2) 切削速度、切削油の総合的な検討

作業基準書の一つ「切削速度一覧表」によると切削速度は最大で毎分412mとなっていて一般的な設定より遅い設定になっている。これはピストンが高珪素合金で硬いために低く設定したと思われるが、最近の刃物と切削油の性能向上を考慮して試験を行い優位性が認められれば従来の作業基準の内容を変更することも可能となるであろう。

切削油は切削速度と関係が深く、現在一部の機種に鉱物質オイルを使用しているがアルミニウム切削専用のエマルジョンタイプの切削油に移行すれば、切削速度の上昇、加工面のツヤの向上、製品のキズ防止、加工時の黒煙発生防止等多くの効果を期待することができる。

このエマルジョンタイプの切削油は、第1次現地調査時点で相互で検討した結果、試験的に使用してみたいとの工場側の意向で、日本国内で使用されているエマルジョンタイプの切削油の中から、アルミニウム用として最も信頼性の高いジョンソン607を入手し、第2次現地調査時に約2ℓ持参した。この切削油は水で通常約40倍に希釈され、牛乳のような乳化液となって刃先や加工品に大量に注がれ、切削熱を吸収し、切粉飛散を防止し、さらに加工面のツヤを出すなどいろいろな効果が約束できる。刃先や加工品に注がれた液は加工機械のストレーナー（濾過器）で濾過されて冷却され、再びポンプで循環させ、繰り返して使用される。この試験結果を良く見極めて今後の対応を決定すべきである。

3) 切削工具の選択と刃先の管理方法の改善

当工場で現在使用している工具の中にはハイス（高速度鋼）があり、超硬、ダイア工具もあるがコストの面で適宜使い分けしているようである。当工場での切削工具の管理

に費やしている工数や外注による研磨の費用を考えると、加工頻度の高い荒加工用だけでも、研磨せずに使うタイプの超硬チップの使用増加を推奨したいところであるが、中国ではこのタイプの超硬チップはコストが高いとのことでありどちらが得策であるかは試験を含めて優位性を見極めて決定すべきである。

4) 切削後の洗浄と乾燥方法の改善

各作業工程で切粉除去のためのエアダスタによる吹き払いがほとんど行われていない。完全な切粉除去は製品の擦りキズを防止し、切削後の洗浄も簡単になるので上手く利用することを推奨したい。大半の切粉が除去されていれば最終工程での洗浄は単なる汚れの洗浄作業になるので揮発性溶剤で十分と考えられる。洗浄の後に軽くエア吹きすれば乾燥工程は必要ないと思われる。もし防錆の必要があれば袋詰めの際に噴霧すれば良い。

5) 不合格品発生時の処理方法

不合格品発生時の処理方法については、作業手順として明確になっていないために検査員によって処置の方法、順序、考え方に個人差が出てしまう。検査で大切なことは、すばやい対応、正しい判断、正しい手順、抜けのない処置がたちどころに取れるように作業手順書のなかに細かく明確に決められていなければならない。異常時の処理方法の記載は大変に重要なことなのである。この点を十分に考慮の上、作業基準書を作成または見直しすればより完璧なものになる。

6) 製品の表面キズ不良の減少

キズの原因は数多くあると思うが、その大きな要因の一つとして飛散切粉の現状を挙げなければならない。飛散切粉の対策ではまず飛散させない工夫が優先する。

新機導入や現有設備の改善などによって徐々に切粉カバーのない加工機械を減少させて床や加工機械周辺の飛散切粉を少なくすることが第一であろう。次に、多少の切粉があったとしても製品にキズがつかない工夫が大切で、加工品の床直置き禁止、工場内通箱の増加と清浄化、作業者の意識向上の活動など一歩ずつ進めることが重要である。

表面キズは擦りキズだけに限らず、当然ながら打キズや圧痕などいろいろな原因があるので、キズ撲滅のQC活動として取り上げ、作業者の持ち合わせている知恵と熱意とによって少しずつ実績を積み上げていけば徐々に活動は活発化し、作業者の意識も自然に盛り上がってくるであろう。実施する内容が工場内を整理整頓して清潔にすると言う点で3S活動と良く似ているので、3Sとからめて取り上げるのも効果的であり、いずれにしても全員一丸となって粘り強く取り組む事が望ましい。

7) 作業環境・安全

すべての工場に共通している問題は大量の切り屑が、床に飛散したり機械周辺に積もっていることである。これは製品にキズがつく可能性が高いと同時に作業者の安全上も問題である。切粉から目を守るための保護眼鏡の着用を始め、帽子、靴、手袋などの保護具の着用を遵守しなければならない。

また、活塞一分廠で加工される大口徑ピストンには鉍物質オイルが切削油として使用され、煙が発生する。加工する品種の組み合わせにもよるが、切削油使用の多い日には工場の奥が見えにくい。計画中の排煙ダクトの早急な設置が望まれる。

工場は2交代で夜間の作業も当然あるが、全般的に照明が暗い。局所照明はあるが、ピストンの加工は精密作業であるので基準を満たした照度の確保に努力すべきである。