

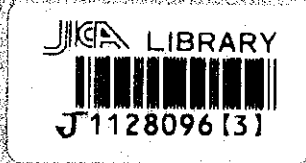


中華人民共和国工場（揚州シリンダーライナー）近代化計画調査報告書

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

No. 18

中華人民共和国工場 （揚州シリンダーライナー） 近代化計画調査報告書



1995年10月

財団法人 素形材センター

鉦調工
CR(3)
95-196

1995年10月

国際協



105
60
NPT
LIBRARY
307 130

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の工場（揚州シリンダーライナー）近代化計画策定のための調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成6年12月から平成7年9月までの間、3回にわたり（財）素形材センターの田村啓治氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、中華人民共和国政府及び関係機関と協議を行うとともに、当該工場の診断、関係資料の収集を行い、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が工場（揚州シリンダーライナー）の近代化計画の推進に寄与するとともに、両国の友好、親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成7年10月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

藤田 公郎

1995年10月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

伝 達 状

中華人民共和国（揚州シリンダーライナー）近代化調査に関する調査報告書を提出申し上げます。本報告書は、揚州シリンダーライナー工場のシリンダーライナー製造に関する生産技術・工程・管理の改善、近代化計画を提案したものであります。特に、製品不良の低減と工場の近代化に重点を置いています。

本報告書は、本年9月揚州シリンダーライナー工場最終報告書（案）の現地説明での討議の結果を網羅しています。

本計画調査は2次に分けて実施しております。第1次現地調査で本工場の概要を調査・分析し、その結果を工場担当者と協議の上、工場の現状と問題点、近代化の目標等を把握しました。これに基づき、第2次現地調査では、需要先ヒアリングによる市場調査を始め、製品製造追跡調査、技術セミナー等による技術移転と併せ、チェックリスト、不良品の分類、ビデオ撮影による問題点の掘り下げ等を行い、本工場の目標である西暦2000年に年間400万個製造に対応する生産技術、生産工程、生産管理等の近代化計画に向けた提案を、本報告書にまとめました。

上述の近代化計画では、製造管理体制の改善と共に生産設備の近代化計画を提案しています。この計画では、溶解工程、鑄造工程、機械加工工程及び検査・品質管理について、最新の技術レベルを目標とし、既存の設備を活用して実現可能な方法を複数検討し比較の上採択できるよう提案しております。

これにより、現在の不良率の低減、材料利用率の向上、更にライン生産化することにより、飛躍的な品質・生産性の向上を図れます。本近代化計画を実施することにより、高品質の製品が安定して生産され、本工場が発展していくことを確信しております。

本調査を実施するに当たって、外務省、通商産業省及び国際協力事業団各位のご指導、ご支援に心から感謝申し上げます。また、中華人民共和国政府、江蘇省、揚州市の関係各位及び現地調査にご協力頂いた揚州シリンダー工場各位に感謝致します。

国際協力事業団
中華人民共和国工場（揚州シリンダーライナー）
近代化計画調査
団長 財団法人 素形材センター
田村 啓治



要 約

目 次

1. 概 要	1
2. 調査対象工場	#
3. 工場近代化計画の目標	#
4. 生産工程の現状と問題点	2
4.1. 工程全般	#
4.2. 鑄造工程	#
4.3. 機械加工工程	3
5. 生産管理の現状と問題点	#
6. 工場の近代化計画	6
6.1. 近代化の基本的考え方	#
6.2. 工場の考え方	#
6.3. 生産工程の近代化計画	8
6.3.1. 溶 解	#
6.3.2. 鑄 造	#
6.3.2.1. 鑄造方法	#
6.3.2.2. 材料利用率の向上	15
6.3.3. 機械加工	19
6.3.3.1. 機械加工の近代化の考え方	#
6.3.3.2. 機械加工の生産能力	#
6.3.3.3. 近代化機械加工ライン	21
6.3.4. 表面処理（熱処理含む）	26
6.4. 生産管理の近代化計画	27
6.4.1. 生産・販売管理	#
6.4.2. 資機材調達管理	#
6.4.3. 在庫・出荷管理	28
6.4.4. 設計管理	#
6.4.5. 工程管理	29
6.4.6. 品質管理（検査を含む）	#
6.4.7. 設備管理	30
6.4.8. 教育・訓練	#
6.5. 近代化のための設備計画のまとめ	31
7. 近代化計画のための設備積算	33
7.1. 設備積算表	#
7.2. 投資効果	37
7.3. 実施スケジュール	38
8. 結論と勧告	40
8.1. 現状と今後の取組み等	#
8.2. 当面の改善策	#
8.3. 近代化計画	41
8.4. まとめ	42



1128096 [3]

1. 概要

1994年12月から開始した本件工場近代化計画調査において、第1次現地調査と第2次現地調査で現状と問題点、近代化の目標等を把握した。

特に、第2次現地調査では、需要先ヒアリングによる市場発展性調査を始め、製品製造追跡調査、技術セミナー等による技術移転と併せ、チェックリスト、不良品の分類、ビデオ撮影等による問題点の掘下げ等を行い、本近代化計画のためのバックデータとした。

その後の国内作業において、データ解析と国内調査を行い、当工場に相応しいと考えられる近代化計画を策定した。

2. 調査対象工場

当工場は、中国国家第2級工場で自動車用シリンダーライナー製造の専門工場である。

当工場は、従業員1300名、1994年のライナー生産量は200万個、売上高7200万元で、国内での売上高は第2位、生産量も第2位の工場で、その品質は優れており、国内ユーザーの評価は高い。

現在、当工場の売上げの25%を占めているディーゼルエンジンメーカーへ納入の薄壁ライナーを主体とした製品に関しては、中国自動車業界の急速な発展に伴い、各エンジンメーカーの生産計画が2年後に倍増、4年後には4倍増の計画となっている。従って、当工場の販売計画も、それに追随する形となり、ライナーの生産倍増は容易に期待できる。さらに農業機械を中心にして、各種のライナー補修部品の増加もあり、2000年に400万個の生産計画は実現性の高いものと予想される。

ト(Bo)工場長以下、工場幹部の経営意欲は積極的であり、従業員は素直で、活力が感じられ、一般国営企業に比べるとレベルのかなり高い工場と評価できる。

3. 工場近代化の目標

工場近代化目標に関しては、常に工場側と協議・検討し、当初の目標をさらに明確にして確認の上、決定した。

1) 総生産量

現在 - 200万個/年 ⇒ 2000年 - 400 (内60は外注) 万個/年

内 訳

- a. 一般ライナー (95型他) 150万個/年 ⇒ 300万個/年 (内外注60万個は外注)
- b. 薄肉ライナー (4102型) 50万個/年 ⇒ 100万個/年
- c. 船用ライナー (大型) 300個/年 ⇒ 3万個/年

2) 品質目標

鑄造不良率 15% ⇒ 6%にダウン

加工不良率 13% ⇒ 4%にダウン

全不良率 28% ⇒ 10%にダウン

現在、95型については60万個を外注しているの、当工場での年間生産量は140万個前後である。将来も外注量が変わらないものと仮定すれば、2000年には340万個と、実に2.5倍の生産量となる。

ここで、本近代化計画達成には不良率の低減が先決である。

鑄造不良についても、機械加工不良についても10%台の数値は異常に高く、実に30%近くが不良品となっていることは異常であり、著しく生産性を阻害している。

4. 生産工程の現状と問題点

4.1. 工程全般

生産工程における問題点は次のものが挙げられる。

- ①不良率が高いこと
- ②材料利用率が低いこと
- ③工程の流れが悪く、仕掛り品の滞留が多い
- ④これらを解決して、今後の生産増にどう対応するか

4.2. 鑄造工程

当工場でのライナーの製造は遠心鑄造で行っている。

現在の不良は15%であり、日本での2~3%に比べると著しく高い。また、そのほとんどは加工時に見つかる内砂と外砂で、機種によっては硬化不良の現象も見られる。

その成因は、溶解材料、溶解工程、鑄造作業と塗型剤に起因することが多い。

これらの対象として、

- ①溶解材料、特にリターン材の管理を行うこと
- ②溶解炉の操業管理をすること
- ③炉前テストで溶湯の性質を把握すること
- ④徹底したノロ取り対策をすること
- ⑤注湯温度を管理すること
- ⑥鑄造機を改良すること
- ⑦塗型剤の改善を図ること
- ⑧鑄造作業を標準化して、それを守らせること

などが挙げられ、まずこれらを実行することで、不良率の半減は容易に達成できる。

また、鑄造用金型形状の改善や長尺遠心法の採用を図り、注湯作業を標準化することにより現状の材料利用率13~44%を10%以上改善することもできる。

4.3. 機械加工工程

機械加工の不良率も13%と著しく高い。因みに日本では1~2%である。そこで、全体的観察と共に95型ライナー100個の工程毎の加工状況を追跡、問題点を調査した。

寸法精度管理は、工程の最終作業者の熟練技術によって修正されることが明らかとなったが、全体的には、

- ①機械の保守・点検の徹底
- ②油洩れの防止策
- ③取り付け治具の改良
- ④工具・刃具の改善
- ⑤計測器の点検
- ⑥加工作業（ホーニング等）の改善
- ⑦作業工程の再検討と新しい加工法の要検討

など、それぞれの問題点が見い出された。ただ、①~⑥までを徹底すれば、加工不良を著しく減少でき、さらに⑦を実施することで、生産性は大きく改善される。

5. 生産管理の現状と問題点

管理部門のヒアリング、チェックリストによる工場診断、鑄造作業のビデオ等の解析による作業診断などを実施した。

これから、当面の改善策として、

- ①製品現場に掲示と表示を多く用いること（製品管理の第一ステップ）
- ②品物に加工指示書付けること
- ③教育の徹底と人材の育成
- ④作業標準書を活かしたものにする努力が必要
 - a. チェックリストによる診断では、現場に浸透していない（表5-1）
 - b. ビデオ解析での作業にバラツキが多い（表5-2）
- ⑤さらに、QC活動による改善を行う
 - a. 不良半減プロジェクトチームの発足
 - b. 品質管理体制の強化
 - c. QC工程図の作成と指導

表 5-1-1 工場での生産管理システム

【実施時期：1995年 3月 9日 対象：製造工場（一重層）】

◇ 全体によく実施している	10点
◇ 実施している、または判らなくなっている	8点
◇ まあまあ実施している、または判らなくなっている	6点
◇ 一部で実施している	4点
◇ 実施している気配はあるが充分でない	2点

評価基準	評価点										項目	手段・方式
	10	8	6	4	2	0						
品質管理	○	○	○	○	○	○	1. 製品の保証品（無検品品）発生比率が50%以上か	表示+70-	保証書			
	○	○	○	○	○	○	2. 昨日の不具合が判らなくなったか（受入れ検査、ライン検査）	ライン別表示 発生別表示	・ファイル設置			
	○	○	○	○	○	○	3. 前日までの不良率が判らなくなったか	対照の表示 不良状況表	・不良統計グラフ ・パレート図			
	○	○	○	○	○	○	4. UM-0（9ヶ月以内）対照が進んでいるか	表管理	・UM-0比率			
	○	○	○	○	○	○	5. 工程能力(Cp)をつかんでいるか（管理）	対照の実施	・管理図			
	○	○	○	○	○	○	6. 計測の自動化	自動検査	・自動計測器設置 ・表示			
進捗管理	○	○	○	○	○	○	1. 通り過ぎの差違が明確になっているか	確定版表示	・表示			
	○	○	○	○	○	○	2. 計画に對する遅れ、進みがリアルタイムで判らなくなったか	"	・遅延グラフ			
	○	○	○	○	○	○	3. 加工順序が判らなくなったか	"	・生産計画表			
	○	○	○	○	○	○	4. 明日の計画が前日の夕方判らなくなったか	"	・生産計画表			
受入検査、外注管理	○	○	○	○	○	○	5. 作業表示に對して前工程、材料の確認がなされているか					
	○	○	○	○	○	○	6. リードタイムが把握できているか	ファイル 箱込み	・ファイル設置			
	○	○	○	○	○	○	1. 納期に對して遅れているかどうか判らなくなったか	記入とロー フォロ				
設備・治具管理	○	○	○	○	○	○	2. 不良品がいつ発生したのか、どこに判らなくなったか、出入りするすべての人に判らなくなったか	不良月報と 対策				
	○	○	○	○	○	○	3. 品質と納期の目標、実績が関係者すべてに判らなくなったか					
	○	○	○	○	○	○	1. 治具、工具、測定器の保全状態が判らなくなったか	保全書 (対象分類別)	・チェックリスト			
	○	○	○	○	○	○	2. 設備の保全状態が判らなくなったか	点検、点検 トの表示	・チェックリスト ・チェックシート ・総合効率表			
	○	○	○	○	○	○	3. 自動機の総合効率が把握されているか	把握・管理				
総合	○	○	○	○	○	○	4. 保全対策（トラブル時にすぐに対処がなされるか）	定置表示	・不良処理			
	○	○	○	○	○	○	5. 日常点検がなされているか	点検記録簿				
1. すべての状況に管理のサークルが回っているか (P, D, C, A)												
合計 工場 4 30 8 1 0 0 調査員 0 2 7 17 16 1												
総合評価点 工場別：D												

評価基準	評価点										項目	手段・方式
	10	8	6	4	2	0						
監理	○	○	○	○	○	○	1. 選別と作業場、仕掛り品置き場が明確と判らなくなったか	内容表示	・黄旗区分			
	○	○	○	○	○	○	2. 部品箱は総量規制されているか	ルール順守	・禁止めルールの 設定			
	○	○	○	○	○	○	3. 作業台に余分な部品、工具がないか	現在の作業 のみ	・廃棄場所の明示 (影絵+表示)			
	○	○	○	○	○	○	4. 作業場に部品、ゴミが落ちていないか	始業前時点	・掃除基準			
	○	○	○	○	○	○	5. パレット置き面角、平行の基準の明記	区分設置	・黄旗区分			
	○	○	○	○	○	○	6. 機械、作業台、備品の清掃	ゴミ切替清掃	・5分・10分 清掃			
現品管理	○	○	○	○	○	○	7. 部、備品の整理整頓	細分化表示	・項目、物量、納期			
	○	○	○	○	○	○	1. 材料、部品、仕掛り品すべてに表示があるか、誰にでも判らなくなっているか	表示明記	・部品の引渡 ・不良処理			
	○	○	○	○	○	○	2. 材料、部品、仕掛り品、製品がどこにどこに判らなくなったか (tagで判らなくなったか)	指示、メンテ の実施				
	○	○	○	○	○	○	3. リーディングシステム、ラドシステムが判らなくなったか	指示、用品 置場の実施	・赤点表示 ・不良置置場			
	○	○	○	○	○	○	4. 異常品の返品管理がなされているか	内容対策	・異常内容 ・異常場			
	○	○	○	○	○	○	5. 作業指示されていない材料、ワーク（仮加工品）が投入されていないか	投入から2日 以内				
	○	○	○	○	○	○	6. 員数管理がなされているか	並べ方管理				
	○	○	○	○	○	○	1. 標準時間×生産量で日々配置しているか	前日に把握	・人員配置計画 ・生産台数(日/月)			
	○	○	○	○	○	○	2. 日々の標準、効率が把握できているか	把握表示	・生産実績			
生産管理	○	○	○	○	○	○	3. 不良発生時の復元力（回復力）が強いのか	組立前回復	・工程内不良対策 ・設備メンテナンス			
	○	○	○	○	○	○	4. ラインバランスが取れているか	多能化人員の 配置	・多能化等 ・作業化			
	○	○	○	○	○	○	5. 異常が出たらラインがストップできるか (異常の原因を判らなくしているか)	自動制御 (ONK)	・(多能化等 のみ適用)			
	○	○	○	○	○	○	6. 自動機のオペレーターはインスペクターとして判らなくなったか	管理図記入 管理者兼任	・不良統計 (多台特 ちのみのみ適用)			
	○	○	○	○	○	○	7. QCサークル活動の時間を計画的に与えているか	1日/月	・月間計画			
	○	○	○	○	○	○	8. 加工ライン別の能力・生産実績が明確に判らなくなったか	ライン別表示				
○	○	○	○	○	○	9. 段取り時間が管理されているか (ワーク別)	マシン個人別					

○：調査団員

6. 工場の近代化計画

6.1. 近代化の基本的な考え方

工場の近代化計画を作成するにあたり基本的には、

- ①工場の現状に則し、経営者の意向が十分取り入れられたものであること
- ②これからの市場の動向、客先ニーズおよび技術動向に合致したもの
- ③環境対策が考慮されていること
- ④世界の技術の現状と動向を基盤としたもの
- ⑤より高い性能・品質のライナーを低不良率で、目標の生産量を達成できること
- ⑥今後の価格競争に見合う範囲の設備投資であること

などを念頭において検討を行った。

現在は、作業を個人任せにしている状況にあり、作業管理のできるシステムを必要としている。基本的には、今までの一人一人に作業をさせながらも、それをまとめているという形で作業の流れを作り、その中で個人が働くという形に変える省人化ではなく良い品質のライナーを造り上げるための自動化を行う。

また近代化計画の実施段階として、

- ①当面の改善策を先ず実施し、管理面の改善と管理できる状態にする
- ②仕事の流れを作り、不良の発生や生産性低下の要因をできるだけ排除する
- ③新技術・新設備を導入し、大きな効果が挙げられるようにする

を考える。

当工場は地域的な問題もあって情報が不足、多くの新しい情報を必要としている。

世界的な流れも考慮する必要があるが、この業界では日本が最も進んでいるので、その現状を基準にして、当工場で適用できるものを検討した上、提案した。

これらの新設備は、単なるハードだけでなく、同時にそれらのソフトの導入も考えなければならない。

6.2. 工場側の考え方

当工場は表6-1のように、生産・利益計画に関しては、2000年までの中期計画と2010年までの長期計画を作成していた。

また投資計画では、2000年迄に6つのプロジェクト・合計6500万円規模のものになる。投資金額の構成は借入金5300万円、自己資金1200万円を予定している。

表6-1 当工場の中長期計画

	1996～2000年		2000～2010年	
	増加分	全体	増加分	全体
生産	254万本	404万本	500万本	900万本
売上げ	2億円	2.5億円	4億円	6.5億円
税引前利益	2500万元	3000万元	4000万元	7000万元
外貨獲得額	450万ドル	500万ドル	650万ドル	1150万ドル
	'93年実績をベース		2000年の予測値をベース	

6つのプロジェクトは次の通りである。

- ①双軸・双進ホーニング機の導入（φ70～170 mm×400 ℓ、精度5級）
- ②総合測定器の導入（シリンダー用に万能測定器を改造したもの）
- ③CAD/CAM技術と設備（客先仕様をCADで標準図面化）
- ④マシニングセンターの導入（12工程を横型5～6台で加工するなど）
- ⑤成型鑄造（複雑形状のライナーに対応、KW公司情報を基に調査検討中）
- ⑥船用ライナー加工用NC機の導入（大型旋盤）

さらに2010年までに4つのプロジェクトの長期計画を考えており、合計で1億1000万元（借入金8000万元、自己資金2200万元）と、10億円を越える拡大を図る予定である。

該当する4つのプロジェクトは次の通りである。

- ①全自動化新ライン工場の建設
- ②鑄造自動化ライン新設
- ③全自動工作機械の導入
- ④ライナー生産専用機の導入

当調査団としては、工場側との合意に基づき上記のうち、2000年までの設備計画を含む工場近代化計画を策定した。これらは溶解、鑄造、機械加工のそれぞれに反映させているが、結果的には、2010年の4つのプロジェクトの一部も取り入れることになった。

6.3. 生産工程の近代化計画

近代化の基本的な考え方を元に、工程ごとにその計画を検討した。

6.3.1. 溶解

現在キューボラと低周波炉の二重溶解及び電弧炉の急速溶解を実施しているが、材質的には不安定で、特に電弧炉は材質不良の他に電力の多量消費と作業環境悪化を招いている。

目標の年間 400万本（外注を除く340万本）の生産に対して、現設備では全く溶解能力不足であり、根本的な設備入替え改造が必要である。

表6.2 (1) と(2) に必要溶解量と検討した設備能力を示す。

1) キューボラの新設

現状の4 t/h炉を廃止し、6 t/h（最大8 t/h）の熱風式の炉を新設する。

最近、キューボラの構造と操業は著しく進歩し、小型熱風炉も普及、エネルギー効率が上がり、粗悪材の溶解ができるようになり、高温出湯が可能となった。

提案の炉を図6-1 に示すが、中国でも既に数基稼働し、効率良く用いられている。

この炉では、1回16時間の操業が容易であり、夜間バンキング操業を行うことで、1～2週間の連続操業ができ、炉修も週1回～2週に1回程度で済む。6 t炉の新設時期は溶解量の増加に対応して、一基づつ設置する。さらに、船用ライナーの増大に対してもチャージ量の増加（8 tまで）も操業時間の延長（16時間操業）で対応できる。

2) 低周波炉の増設

3 t炉では不足で、5 t炉（2炉体、1電源）1基を増設する。理由はキューボラ出湯温度が高くなり低周波炉の負担は軽くなるが、絶対量が増えるので増設が必要である。

3) 電弧炉の廃止

現在の電弧炉の電気使用料は工場電力の約半分である。省エネの面から廃止を検討すべきであり、また、塵埃、黒煙等による環境悪化は著しい。さらには、材質面でも硬化不良の主因となっている。

操業コストはキューボラの方が安いので、この際、キューボラの能力を上げて、キューボラ操業に一本化するのが良い。新設キューボラの操業条件が安定したら電気炉を廃止する。

6.3.2. 鋳造

6.3.2.1. 鋳造方法

1) 遠心鋳造

現在は、40台の自家製遠心鋳造機で作業をしているが、手作業であり、作業管理が難しく、不良が多く、ま材料利用率も低い。先のビデオ解析でも指摘したように、作業が人

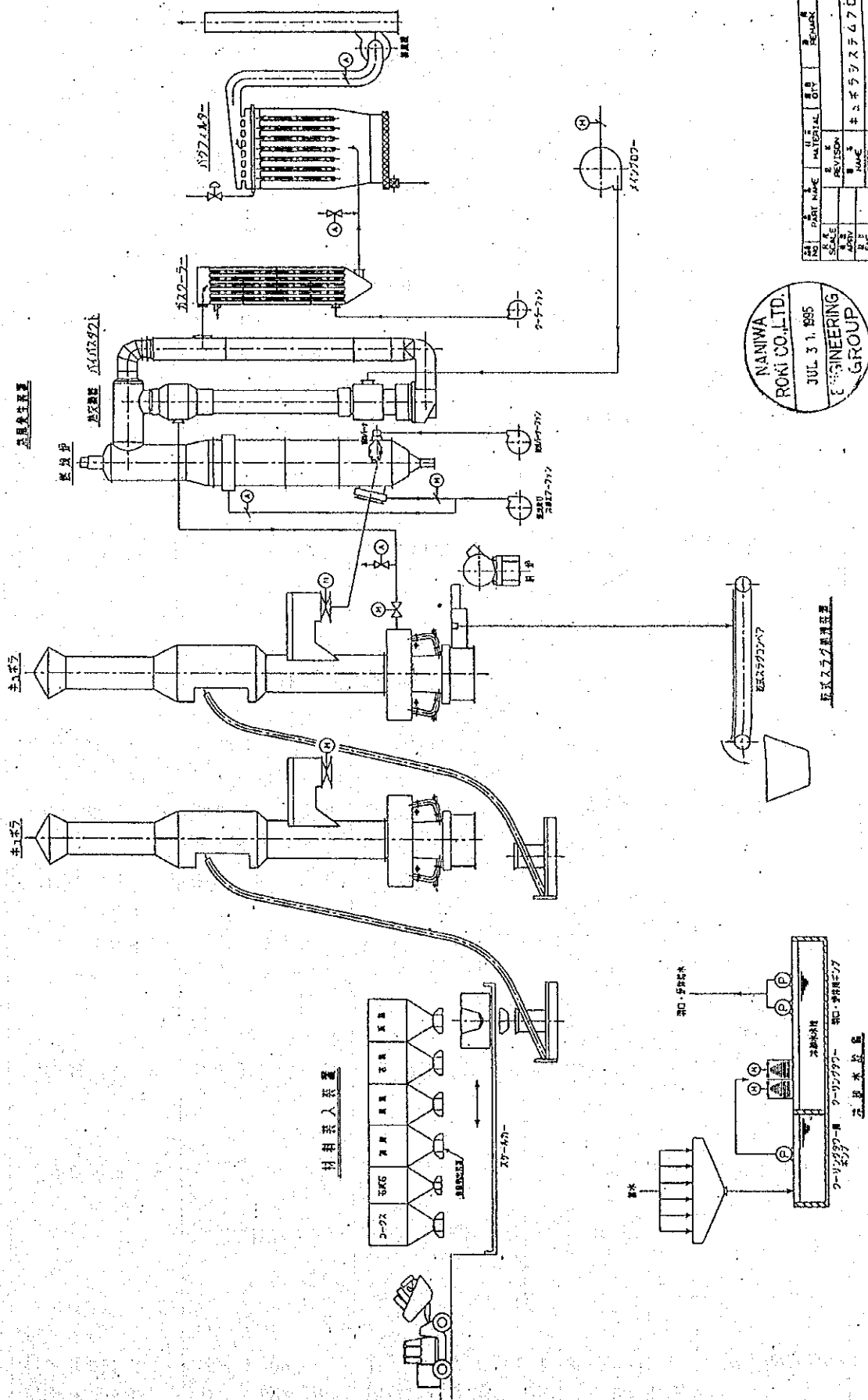
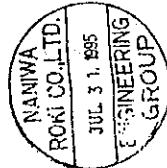


図 6-1 キュボラスシステムフロー



NO.	PART NAME	MATERIAL	数量	UNIT	REMARKS
1	ボイラ	鉄製	1	台	
2	加熱炉	鉄製	1	台	
3	ガスポンプ	鉄製	1	台	
4	水ポンプ	鉄製	1	台	
5	排気機	鉄製	1	台	
6	ガスポンプ	鉄製	1	台	
7	ガスポンプ	鉄製	1	台	
8	ガスポンプ	鉄製	1	台	
9	ガスポンプ	鉄製	1	台	
10	ガスポンプ	鉄製	1	台	

DATE: JUL 31 1985
 DRAWN BY: [Name]
 CHECKED BY: [Name]
 PROJECT: [Name]
 NANIWA ROKI CO., LTD.

表6-2(1) 溶解必要能力の検討表

	現 在 1994年	第一段階 1995~1996	第二段階 1997~1998	第三段階 1999~2000
リバー製作本数 ・社内生産分 ・船用生産分	200万本 140" 300本	220万本 160" 1000本	280万本 220" 1.5	400万本 340" 3
不良率 材料利用率	28% 30"	25~20% 33"	16~12% 36"	10% 40"
鑄造本数 (除船用 ・含不良)	180万本	200万本	250万本	370万本
必要溶解量	16,800 t/年	18,300 t/年	23,500 t/年	26,800 t/年

表6-2(2) 溶解設備能力の検討表

	現 在	第一段階	第二段階	第三段階
キューボラ	4 t × 2 基 ・4t × 12hr 操業 48 t	6 t × 1 基新設 ・4t 炉と併用 4t・6t × 12hr 60 t	6 t × 1 基増設 ・4t 炉廃止 6 t × 12hr 操業 72 t	6t ⇒ 8t 能力7,7 8t × 12hr 操業 96 t
低周波炉	3 t × 2 基 ・二重溶解併用	⇒ 左に同じ	5 t 炉 2 基新設 3t・5t 二重溶解	⇒ 左に同じ
電弧炉	0.8t × 2 基 9.6 t	⇒ 左に同じ	⇒ 左に同じ	・電弧炉廃止
溶解能力計	58 t/日 1,400 t/月 16,800 t/年	70 t/日 1,530 t/月 18,300 t/年	82 t/日 1,800 t/月 21,500 t/年	96 t/日 2,110 t/月 25,300 t/年

任せでバラついている。

表6.3 はこれらの鑄造方式のうち、その製品から見て、当工場が検討すべき方法を示しており、作業管理が容易にできる設備へグレードアップしたり、新しい方法を取り入れるべきである。それらの内容は以下の通りである。

①現遠心鑄造機の改良（40台）

現在の鑄造機の操作が人為的であるので、塗型剤の自動塗布、注湯量の制御、冷却時間の調整などを自動化することを提案する。

金型形状も改良し、注湯量の制御と併せて材料利用率を向上させる。

②ターンテーブル方式の採用

現鑄造機の10～12台を図6-2のように、一台のターンテーブルの上に載せ、注湯、冷却、清掃、塗型の作業をサイクル化させる。一定スピードでの作業となるので、作業が強制的に標準化され、注湯待ちや作業の手抜きおよびバラツキがなくなり、生産性の向上と不良低減を図ることができる。少なくとも2セット程度の採用を勧める。

③長尺遠心鑄造機の新設

遠心鑄造で、長さ1～2mの円筒を作り、さらにライナー一本毎に切断して、ライナー粗材とする方法である。6～7台は必要である。（図6-3）

当工場では、4102のようなフランジ部の小さい薄肉ライナーに採用する。

大型プラントもあるが、設備費が高く、当工場の需要には大規模すぎる。

取りあえず単体機器を1台試作し、数々のテストを行ってから増設するのが良い。

塗型は自動化し、注湯取鍋の下にロードセルを取り付けて自動秤量し、温度センサーで冷却時間を調整することで作業の管理が容易となり、品質が安定、不良が減少する。

④短尺および長尺遠心鑄造機の増設

生型鑄造を採用しないときは生産能力を確保する為、①、②及び③を増設していく。

即ち現在の拡大である。

⑤船用ライナー用砂型遠心鑄造方式の採用

大口徑のライナーを作るのに、金型遠心鑄造法では金型費が高く付き、加工代も多いので、図6-4に示すように、金型円筒内面に砂型を付けて遠心鑄造を行う。

ライナー生産量に対する金型数が少なくなり、種々の形状変化に対応できる。

内面に入れる砂型は、フラン樹脂鑄型かCO₂鑄型が良い。

2) 生型砂機械鑄造

鑄造の最も一般的な方法である砂型鑄造を検討すると、当工場のライナーのように本数の多いものは、生型砂の機械造型法が適している。

砂型鑄造方法では、成品形状に対応した形状ができるので、材料利用率が向上し、金型鑄造と違って、製品形状に自由度がある。

当工場の中期計画の成形鑄造も、この範疇に入る。

この生型機械造型法には次のものが考えられる。

①無枠縦鑄込み－シェル中子（DISAMATIC）（図6-5）

②枠込平込縦鑄込み－現型中子

③枠込平込横鑄込み－シェル中子（BMD）（図6-6）

表6-3 シリンダーライナーの製造法とその主な適用

			二輪車・乗用車	ディーゼル用ライナー、スリーブ	動力用	船用・発電用			
(サイズ)			80mm φ 以下	80~140mm φ	140~250φmm	250mm φ以上			
			薄肉		乾式	湿式			
			铸包	打込	薄肉				
			外周黒皮	外周加工	外周加工				
					一部分有	湿式			
					外周一部黒皮ポート铸放し				
製造法	鑄	金型	一本取	一台			●		
				多台		△	○	○	
		遠心	長尺	一台		△	◎		
				プラント		△	△		
		砂型	(横)					△	
		遠心	(縦)						◎
		生型	縦型(DISA)	△	△	◎	◎		
		砂型	平	(縦)	△	△			
			込	(横)			△	△	
			自硬性型・置注					○	○
表面処理		パーカー処理			◎	◎		◎	
		軟窒化			△	◎		◎	
		クロムメッキ					△	◎	

注) ●: 揚州工場で実施中
◎: 今後開発...1
○: 今後開発...2
△: 揚州工場には導入不適切

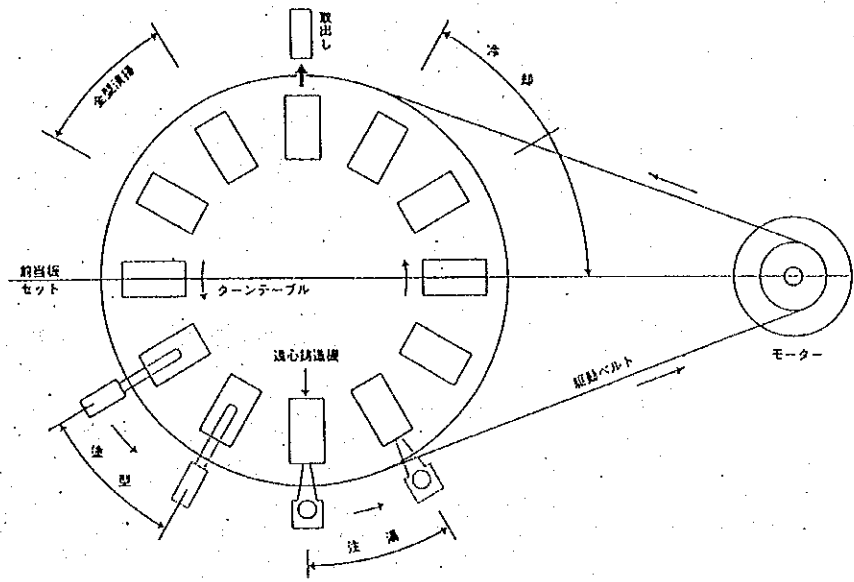


図6-2 直結式連続遠心铸造

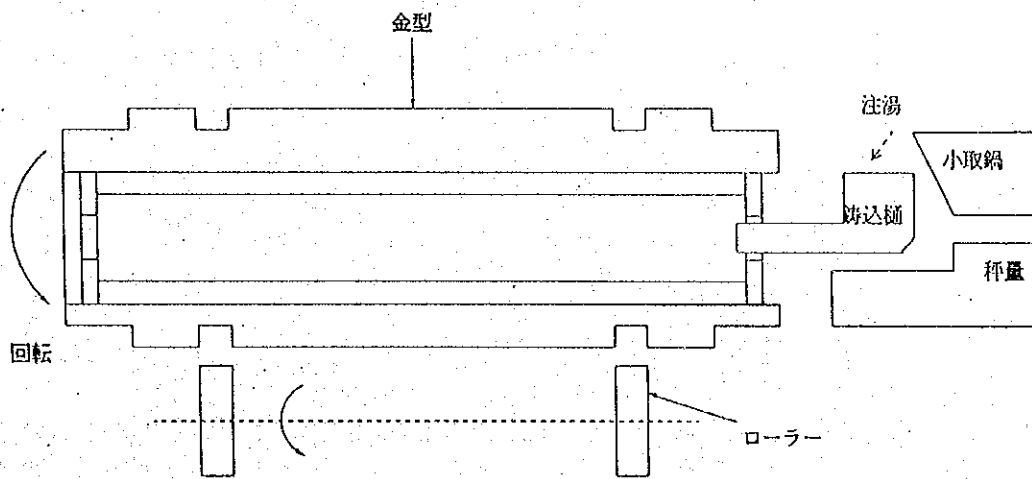
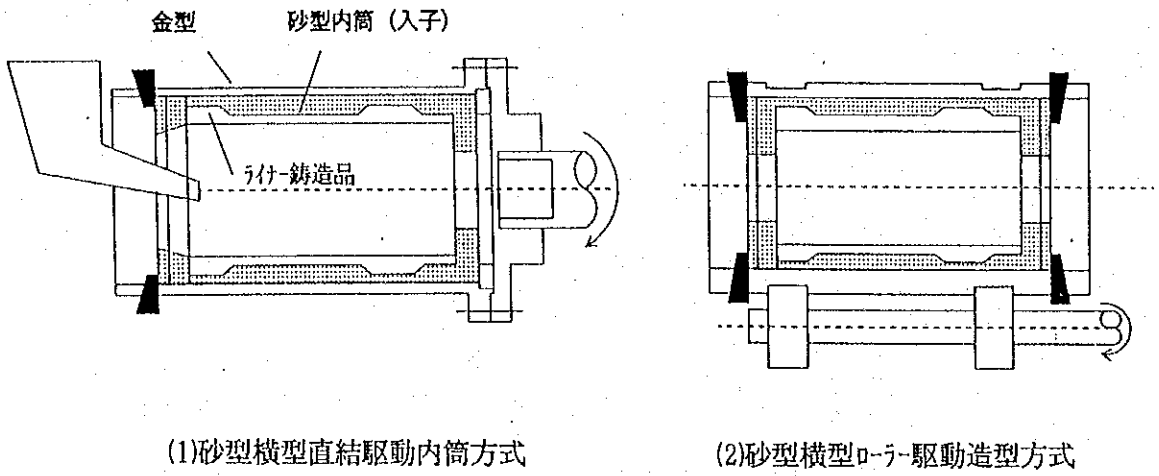


図6-3 長尺遠心铸造



(1)砂型横型直結駆動内筒方式

(2)砂型横型ローラー駆動造型方式

図6-4 砂型・横型遠心鑄造

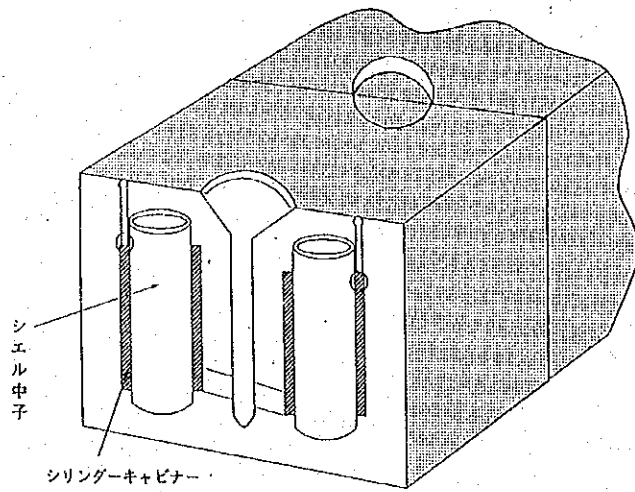
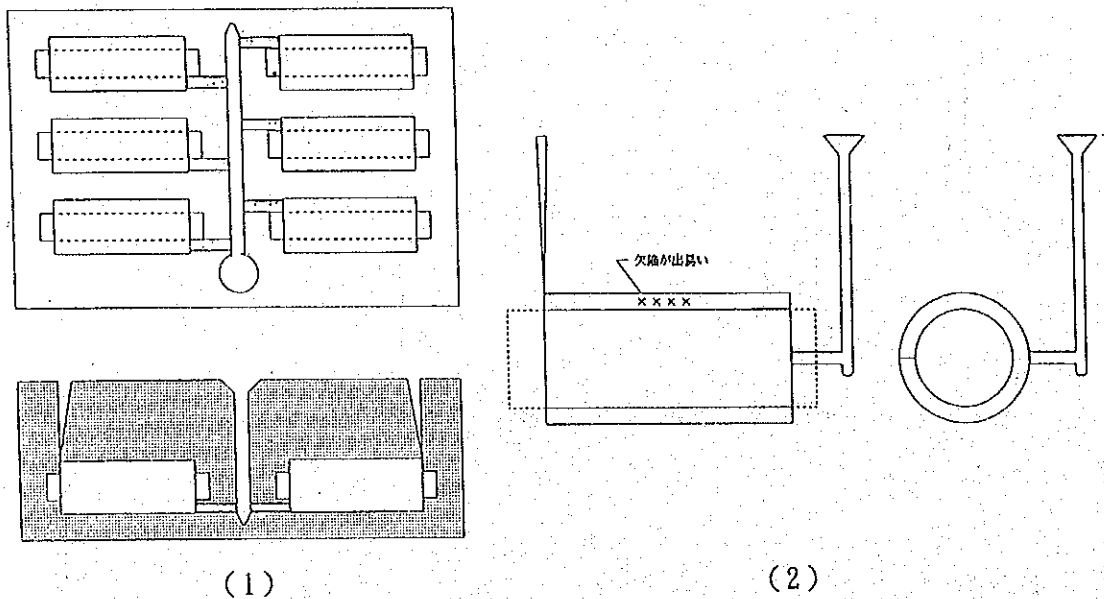


図6-5 生型垂直鑄造 (DISAMATIC)



(1)

(2)

図6-6 生型砂平込め (横)

DISAMATIC 造型機には多くの種類があるが、ここでは2013 LP と2110LP・2台を検討した。この機械は、中国では50台以上の実績があり、生型造型法に取り組むには、最も入り易い。2110LPの場合は、生産能力と価格から2台の設置となるので、一台づつ順次設置すれば効率的である。ただし、砂処理は当初から2台分の能力のものを1セットとして設置しておかなくてはならない。

一方、BMDは広く用いられているものゝ、設備費が高いため、当面推奨はできない。

3) 鑄造設備の能力と組み合わせ

目標生産に対して、どの設備を設置するかを検討したのが表6-4 である。根拠とした詳細検討・計算結果を表6-5 に示した。

現在の遠心鑄造機を改良し、ターンテーブル式とし、また長尺遠心鑄造法を採用、船用には砂型遠心鑄造を採用して、さらに次の4案の導入を検討した。

- ①鑄造1案：生型造型ラインDISAMATIC 2110LPを2機設置する
- ②鑄造2案：生型造型ラインDISAMATIC 2013LPを1機設置する
- ③鑄造3案：生型造型で例えば平込（BMD）を設置する
- ④鑄造4案：遠心鑄造（長尺と短尺の組み合わせ）を拡大、生型は行わない

こゝでは鑄造1案を提案したい。生型鑄造の能力が上がるにつれ、現在の短尺遠心鑄造の生産比率を落としていく。また、船用については砂型遠心鑄造8機の新設を推奨する。

4) 大型ショットブラストの導入

現状は外面に塗型剤の付着、スラグの残渣、砂噛みなどがあり、そのままでは機械を傷め、加工歪みの発生や加工精度低下の原因を招く。

鑄造後は大型のショットブラストにより、完全にこれら除去した後、機械加工工場に送るようにしなければ、寸法精度はもとより、生産量の増大も見込めない。即ち、将来は粗加工工程を完全撤廃する方向となる。

なお現在、粗加工工場に設置されている2基の小型ショットブラスト機で、全てを機械加工可能な状態とするには能力不足である。

6.3.2.2. 材料利用率の向上

製品歩留りの向上を目指すには、不良を減らすことゝ、材料利用率を上げることが考えられる。当工場での材料利用率が極めて低い。これは、金型設計と鑄造の注湯作業が最適化されておらず、改善の余地があることを示している。表6-6 は鑄造における最少の加工代を示している。

この問題解決のために、95、4102、NH250 の各ライナーについて、表6-7 のような検討を行った。この表で、砂型(1) はDISAMATIC ・3本取り、砂型(2) は平込め・6本取りであり、鑄造歩留りを70%とした。また、遠心鑄造での材料利用率は、注湯量の制御を行った場合であり、ほゞ理想に近い。長尺遠心鑄造は1～2mの円筒粗材から6～8本取りとしたものである。

各方案とも、現状に比べて10%以上の材料利用率の改良がなされることが分かる。

表6-4 鑄造能力の検討表（鑄造1案）

	現 在 1994年		第一段階 1995~1996		第二段階 1997~1998		第三段階 1999~2000	
ライナ製作本数	200万本		220万本		280万本		400万本	
・社内生産分	140 "		160 "		220 "		340 "	
・船用生産分	300 本		1000 本		1.5		3	
不良率	28 %		25~20 %		16~12 %		10 %	
材料利用率	30 "		33 "		36 "		40 "	
鑄造本数 (除船用 ・含不良)	180万本		200万本		250万本		370万本	
	台数	製作本数	台数	製作本数	台数	製作本数	台数	製作本数
短尺遠心鑄造機	40	万本/年 210	改造 40	万本/年 220	改造 40	万本/年 150	改造 40	万本/年 150
ターレット式			2		2		2	
長尺遠心鑄造機			—	(試作)	6	105	8	125
船用遠心鑄造機	2		改造 2	0.1	4	1.5	8	3
生型造型機					1	50	1	150
ショットラスト機					2		2	
鑄造能力 (万本/年)	210		220		320		428	

表 6-5 生産能力試算表 (鑄 造)

年 度 (生産額)	(品 種 名)	生 産 量 (140万本)	使用装置名	装置仕様 (台数)	日 産 (x22日)	生 産 量 試 算 月産(x22日) 轄(x12月)	良品率	生産能力(本) (140万本)	試 算 結 果	【参考】 日産量試算方法 (1) 相当設備x台数x稼働率 x稼働時間x数量(標準)
1994年 (生産額) 200万本	4102+95 +t0他	140万本	既存	1本取/ (40台)	7,000	175,000 ¹⁾ 2,100,000	0.72	1,512,000 (140万本)	○約60万本を外注	20回×1本×40台 ×11h×0.8 = 7,040
1997~1998年 (生産額) 280万本	4102	80万本	新(長尺)	6本取/ (6台)	4,000	88,000 1,056,000	0.8	844,000	○社内生産量達成可能 (外注分: 60万本)	12回×6本×6台 ×12h×0.8 = 4,147
	95+t0他	140万本	既存	1本取/ (40台)	7,600	167,000 2,004,000	0.8	1,603,000	*余剰能力 (4102: 約4万本 (95+t0他: 約20万本)	20回×1本×40台 ×12h×0.8 = 7,680
2000年 (生産額) 400万本	4102	100万本	新(長尺)	6本取/ (1購: 點付)	4,800	105,000 1,267,000	0.9	1,140,000	○社内生産量達成可能 (外注分: 60万本)	12回×6本×7台 ×12h×0.8 = 4,838
		140万本	既存	1本取/ (40台)	7,600	167,000 2,004,000	0.9	1,803,000	*4102: 約14万本余剰	20回×1本×40台 ×12h×0.8 = 7,680
	95+t0他 (砂型設置)	100万	新(生砂型) (500×400) 2110LP	2本取/ 150Mo/d/h (2.5%)	5,700	125,000 1,500,000	0.95	1,350,000	(CASE-2) ¹⁰⁾ 点付(點付) *95+t0他: 約35万本余剰 (既存選分減産へ)	150Mo/d × 2本 × 2.5% × 12h × 0.8 = 5,760
		60万本	新(生砂型) (500×480) 2013LP	3本取/ 200Mo/d/h (1.5%)	5,700	125,000 1,500,000	0.95	1,350,000	(CASE-1) ¹⁰⁾ 点付(點付) *95+t0他: 約35万本余剰 (既存選分減産へ)	200Mo/d × 3本 × 1.5% × 12h × 0.8 = 5,760
2000年 (生産額) 180万本	4102	100万本	新(長尺)	6本取/ (1購: 點付)	4,800	105,000 1,267,000	0.9	1,140,000	○社内生産量達成可能 (外注分: 60万本)	12回×6本×7台 ×12h×0.8 = 4,838
		180万本	既存	1本取/ (40台)	7,600	167,000 2,004,000	0.9	1,803,000	*4102: 約14万本余剰	20回×1本×40台 ×12h×0.8 = 7,680
	95+t0他 (選心増設)	60万本	新(短尺) 点付	1本取/ (14台)	2,600	57,000 684,000	0.9	615,000	(CASE-1) ¹⁰⁾ 点付(點付) *95+t0他: 約1.5万本 (選心増設)	20回×1本×14台 ×12h×0.8 = 2,688
		60万本	新(長尺) 点付 組合せ	6本取/ (4台)	2,700	59,000 708,000	0.9	637,000	(CASE-1) ¹⁰⁾ 点付(點付) *95+t0他: 約4万本余剰	12回×6本×4台 ×12h×0.8 = 2,764

現在 → 第二段階 → 第三段階

年 度 (生産額)	船 用	300噸級	大型選心 (1艘/2台)	300
1997~1998年 (生産額) 1.5万本	船 用	1.5万本	新(砂型) 1本取/ (4台)	76 20,040
2000年 (生産額) 3万本	船 用	3万本	新(砂型) 1本取/ (4購: 點付)	150 39,000

現在 → 第二段階 → 第三段階

4102のようにフランジの小さなものは、長尺遠心鑄造が有利であり、95型のようにフランジの大きい場合は長尺よりは砂型鑄造が適しており、NH250 では短尺遠心鑄造が良い。このように材料利用率は、今後の技術改善工法で、金型寸法、注湯制御等を検討すれば、大幅に改良されることが分かった。

表6-6 標準取り代

取り代 (片側)	砂型(1): 生砂型	砂型(2): 置注ぎ	遠心鑄造
内 径 (取り代) : mm	1.5	3	3
外 径 (取り代) : mm	2	2	2
長さ方向 (取り代) : mm	2	3	5

表6-7 材料利用率一覧

ライナー名		95	4102	NH250
内 径	: mm	95	102	139.7
外 径	: mm	109	108	153.3
全 長	: mm	210	180	288.4
フランジ径	: mm	118	112	162
フランジ幅	: mm	9.3	12	10
製品体積	: mm ³	485,727	186,328	923,668
現材料利用率	: %	(34.7)	(18.6)	(44.0)
砂型 (1)	取り代含む : mm ³	763,437	429,357	1,448,017
	材料利用率 : %	(44)	(25)	(45)
砂型 (2)	取り代含む : mm ³	868,375	523,224	1,653,264
	材料利用率 : %	(39)	(25)	(39)
遠 心 鑄 造	取り代含む : mm ³	895,715	541,964	1,691,362
	材料利用率 : %	(54)	(34)	(55)
心長 鑄尺 造遠	取り代含む : mm ³	1404,714	615,754	2,229,559
	材料利用率 : %	(35)	(30)	(41)

6.3.3. 機械加工

6.3.3.1. 機械加工の近代化の考え方

工場の近代化という場合、単なる設備の自動化、無人化と考えるのは安易すぎる。

工場運営に関する全ての管理項目が有機的に働いて、顧客の要求する質、量、価格と納期を満足し、国際的に優位に立つことが近代化と言えるものであり、機械設備だけが独走して生産管理や品質管理を置き去りにして近代化はあり得ない。

コンピューター時代にあつて、理想的には生産管理も品質管理も製造部門に直結し、生産指示が直ちに現場に伝達、また生産状況も刻々と把握され、いつでも最新の品質管理データが瞬時にアウトプットできるような概念となるものでなくてはならない。

これらを前提にすると、

- ①近代化工場の製造現場では、製品は停滞することなく工程間を流れ、生産計画に基づいて十分制御され得るラインとなっている。投入された粗材は、決まったサイクルに従って、数十分後に完成品となって出て来なければならない。現場の都合によって振り回され、生産計画が狂うようでは、数量、原価、納期等は満足されない。
- ②作業者の勝手気ままな意思によって数量や品質に変動があつてはならない。
- ③品質が工程で造り込まれるためには、設備自体に不安定性があつたり、個人の技能の優劣に左右されてはならない。
- ④工程間の生産能力にバランスの取れた設備でなくてはならない。前後の工程との関連を無視した高性能、高精度の設備は無意味である。仮に加工部位が少なく他の工程より大量に加工できる工程があるならば、処理能力を落とし、その分廉価な設備とした方が良い。
- ⑤一見経済的と思われる横割り工法は無駄が顕在化せず、往々にして計画通りの実績が上がり、生産管理の合理化には合致しない。現場情報の把握を複雑化し、管理部門を悩ますだけである。
- ⑥近代化設備の導入を段階的に進めなくてはならない。中間の段階を飛び越えた急激な近代化の導入は、往々にして不成功に終わる。技術者、技能者が改善や改良を重ねたステップこそ重要であり、近代化設備が十分消化できる条件である。
- ⑦安全と環境が優先的に配慮されなくてはならない。

6.3.3.2. 機械加工の生産能力

現在、湿式ライナーで150万本、乾式ライナーで50万本/年の生産があり、年間60万本を外注している。表6-8に示す様に、当工場内の良品生産本数は140万本/年（外注分を加えると200万本/年）であるが、不良を計算に入れると、180万本/年を製作していることになる。

現状の不良率28%が2000年には10%に改善されると想定して、加工本数は340万本/年（外注を加え生産総数は400万本）で、不良率の減少を考慮に入れ、実加工本数375万本となり現在の200万本/年増となる。

表6-8 生産能力試算表(機械加工)

※三車間の加工の現状を基準にして試算。2000年における生産計画個数・400万個の加工のうち、外注は60万本。(人員は直接人員のみ)

□初期値	生産個数	予想不良率(%)	実質加工個数	年間実働日数	1日実働時間	加工1案	加工2案	加工3案	加工4案
1994年(現)	140万個	25	175万個			250	224	168	168
2000年(計画)	340万個(軸280万)	10	374万個(軸220万)	228日/月×12月=264日	14時間	250	224	168	168

2000年計画に付随する設備
新機ラインに係る三車間の
直接人員数増考員数

(現行ライン:三車間)			加工1案		
工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)	工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)
1 旋盤(端)	1	5	1 旋盤(端)	1	5
2 旋盤(内)	1/2	3	2 旋盤(内)	1/2	3
3 リマ- (内)	1/2	3	3 リマ- (内)	1/2	3
4 旋盤(外)	1	6	4 旋盤(外)	1	6
5 旋盤(溝)	1/2	2	5 旋盤(溝)	1/2	2
6 社ホ-ニング(内)	1	5	6 社ホ-ニング(内)	1	5
7 社:磨削ライン	1	5	7 社:磨削ライン	1	5
8 社ホ-ニング(外)	1/2	2	8 社ホ-ニング(外)	1/2	2
1 磨削加工設備(外)			1 磨削加工設備(外)		
全ライン加工(1日当たり)		3,637	17ライン加工(1日当たり)		560
全ライン加工(年間生産)		960,000	17ライン加工(年間生産)		147,840
1994年現在の人員数 (127人)			200万個生産に必要なライン数		147人
200万個生産に必要なライン数			200万個生産に必要な人員数		224人
200万個生産に必要な人員数		267人	・稼働数=147人×8人×2直		
備考			・稼働数=133人×2直		

(現行ライン:三車間) [1本流し]			加工2案		
工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)	工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)
1 旋盤(端)	1	5	1 NC旋盤(端)	1	2
2 旋盤(内)	1/2	3	2 NC旋盤(内)	1	2
3 リマ- (内)	1/2	3	3 NC旋盤(外)	1	2
4 旋盤(外)	1	6	4 ホ-ニング(内)	1/2	1
5 旋盤(溝)	1/2	2	5 NC旋盤(外)	1	2
6 社ホ-ニング(内)	1	5	6 検査	-	-
7 社:磨削ライン	1	5	7 研磨(外)	1/2	1
8 社ホ-ニング(外)	1/2	2	8 社ホ-ニング(内)	1/2	1
1 磨削加工設備(外)		90	1 磨削加工設備(外)		150
17ライン加工(1日当たり)		560	17ライン加工(1日当たり)		336×2本流し
17ライン加工(年間生産)		147,840	17ライン加工(年間生産)		177,408
200万個生産に必要なライン数		147人	200万個生産に必要なライン数		127人
200万個生産に必要な人員数		224人	200万個生産に必要な人員数		168人
備考			・稼働数=127人×7人×2直		

(現行ライン:三車間) [2本流し]			加工3案		
工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)	工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)
1 旋盤(端)	1	5	1 NC旋盤(端)	1	2
2 旋盤(内)	1/2	3	2 NC旋盤(内)	1	2
3 リマ- (内)	1/2	3	3 NC旋盤(外)	1	2
4 旋盤(外)	1	6	4 ホ-ニング(内)	1/2	1
5 旋盤(溝)	1/2	2	5 NC旋盤(外)	1	2
6 社ホ-ニング(内)	1	5	6 検査	-	-
7 社:磨削ライン	1	5	7 研磨(外)	1/2	1
8 社ホ-ニング(外)	1/2	2	8 社ホ-ニング(内)	1/2	1
1 磨削加工設備(外)		90	1 磨削加工設備(外)		150
17ライン加工(1日当たり)		560	17ライン加工(1日当たり)		336×2本流し
17ライン加工(年間生産)		147,840	17ライン加工(年間生産)		177,408
200万個生産に必要なライン数		147人	200万個生産に必要なライン数		127人
200万個生産に必要な人員数		224人	200万個生産に必要な人員数		168人
備考			・稼働数=127人×7人×2直		

(現行ライン:三車間) [2本流し]			加工4案		
工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)	工程名 (1ライン)	加工量 (個)	人員 (人)
1 旋盤(端)	1	5	1 (内)	1	8
2 旋盤(内)	1/2	3	2 (内)	1	8
3 リマ- (内)	1/2	3	3 (内)	1	8
4 旋盤(外)	1	6	4 (内)	1	8
5 旋盤(溝)	1/2	2	5 検査	-	-
6 社ホ-ニング(内)	1	5	6 研磨(外)	1/2	1
7 社:磨削ライン	1	5	7 仕上げ(内)	1/2	1
8 社ホ-ニング(外)	1/2	2			
1 磨削加工設備(外)		90	1 磨削加工設備(外)		85
17ライン加工(1日当たり)		560	17ライン加工(1日当たり)		538×2本流し
17ライン加工(年間生産)		147,840	17ライン加工(年間生産)		310,464
200万個生産に必要なライン数		147人	200万個生産に必要なライン数		77人
200万個生産に必要な人員数		224人	200万個生産に必要な人員数		56人
備考			・稼働数=77人×4人×2直		

注①：(内)・・・内径加工、(外)・・・外径加工、(端)・・・端面加工、(溝)・・・溝加工。

現在の加工々数は、三車間を例に取ると、8万本/月(96万本/年)の加工を、直接人員127人でやっている。

200万本の増産に対しては単純な算術計算で $200/96=2.1$ 、即ち現状の状態での設備増強に伴う人数増は、 $127人 \times 2.1 = 267人$ の直接人員増と三車間同様の設備二工場分が必要となる。

従って、新規増設も考慮した機械加工ラインの近代化計画案に関して、第一段階から第二段階までの時系列的設備構成は、次の“加工1案～4案”が考えられる。

加工1案：現状設備と同等のものを活用して配置換えし、ライン化を図るものであり、ライン化のための障害となる箇所を摘発して改善・改良を進める。

加工2案：現状改善の経験を活かし、新規機械(中国製)の導入で高度化したライン。

加工3案：加工2案の主要工程に日本製機械を導入して、さらに高度化したライン。

加工4案：日本製機械による完全自動化ラインで、願望を満たす設備レイアウトの例。

6.3.3.3. 近代化機械加工ライン

1) 加工1案(現状ラインのレイアウト改善)

現在の工程・グループ別加工は生産性および管理面で限界であり、機械加工の基本的な問題を改善し、ある程度レベルを上げた状態で、現在の設備を配置替えして1本流しとする。例えば三車間を図6-7のように配置換えする。

この結果、工程管理は容易になり、品質も良くなり、不良は減少し、生産効率は20%程度向上する。(日本の場合では、もっと大きい)

生産能力は、現在の三車間で14時間/日、264日稼働として、4ライン共ライナー1本あたり1.5分以内で生産できるので、年間60万本以上の生産が期待できる。現在は相当の作業過負荷で、1ヶ月8万本製造していると思われるので、このシステムの採用で、全工場として余剰人員が相当生まれると思われる。

年間200万本分の増産については、この方法のみでは、大量の人員増と設備増になるので、以下の“加工2案”を同時に採用することを推奨する。

第一段階でできる範囲でこれを実証し、第二段階以降でユニット化する基礎を造る。

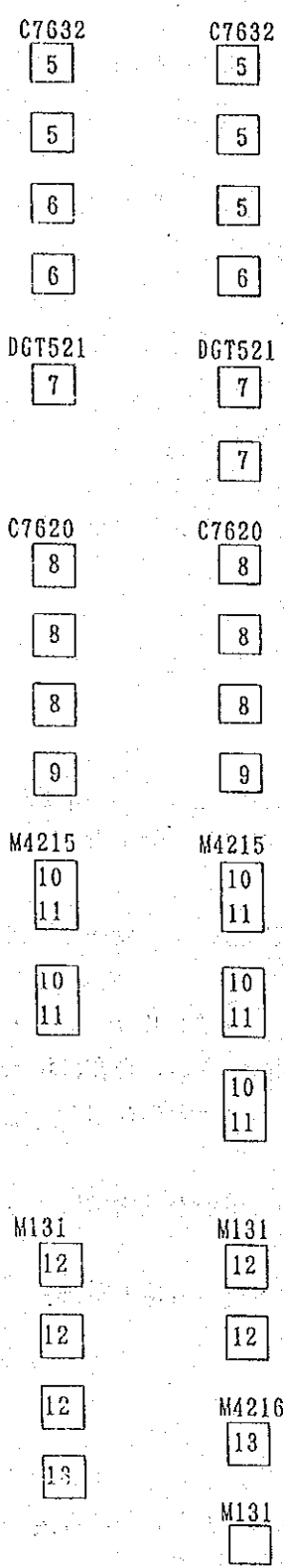
2) 加工2案(半自動化ライン—中国製機械使用)

ライナーの加工を図6-8のようにユニット化したものである。

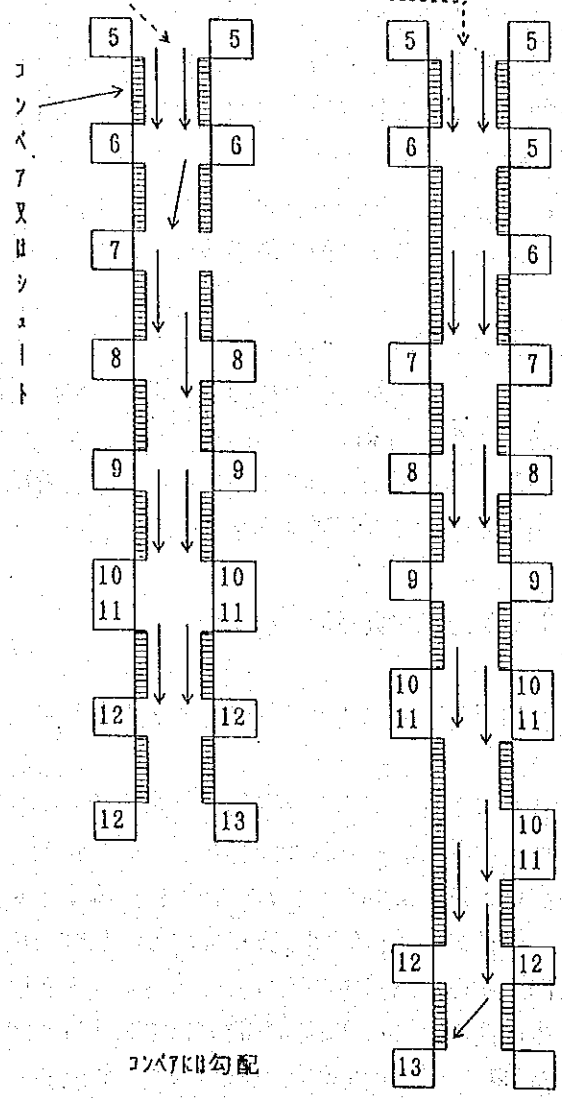
端面加工、内径加工、外径加工、内径中ぐり、外径仕上げをユニットとし、検査後、2系統のものを1本化して、外径研磨と内径ホーニングを行う。

一般にこの製造サイクルは2.5分以内にあり、2本を同時加工できるので、1ラインで年間18万本の加工が可能である。作業者は7名で済む。

こゝでは、中国製の工作機械でラインを構成するが、さらに寸法精度を要求されることが予想されるため、次の加工3案ラインと組み合わせて用いることとなる。



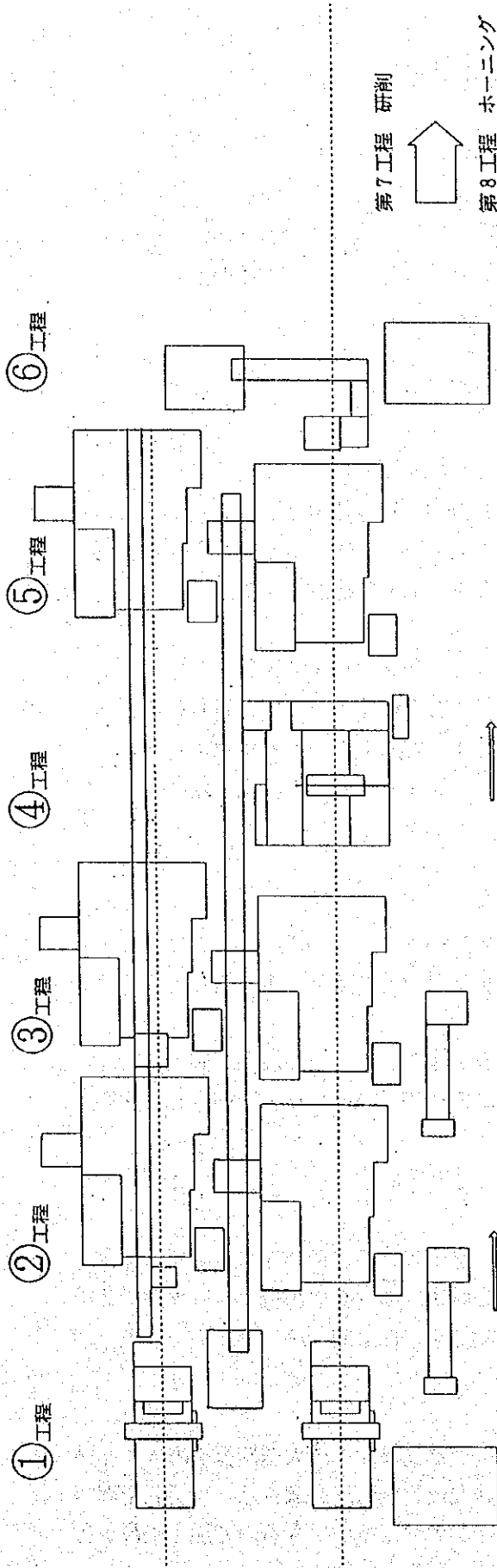
製品の流れ



三車間の現在の配列

改善された配列

図6-7 現有機械の配置換え（加工1案）



加工箇所	第1工程	第2工程	第3工程	第4工程	第5工程	第6工程	第7工程	第8工程
	<ul style="list-style-type: none"> ・コレットチャック 	<ul style="list-style-type: none"> ・コレットチャック ・外径基準取付台 ・クーラント ・加工物受台 ・ローラー (又は傾斜) 台 	<ul style="list-style-type: none"> ・コレットチャック ・傘型回転センター ・センター高低圧切換 ・チャック高低圧切換 ・加工物受台 ・ローラー (傾斜) 台 	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンガーチャック ・外径基準取付台 ・チャック高低圧切換 ・クーラント 	<ul style="list-style-type: none"> ・コレットチャック ・加工物受台 	<ul style="list-style-type: none"> ・不良品払出し装置 	<ul style="list-style-type: none"> ・クーラント ・外径計測器 	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンガーチャック ・テーブル ・チェンジャー

図6-8 シリンダーライナー半自動加工ライン (加工1案・2案)

3) 加工3案(半自動化ラインー主要設備を高精度輸入機)

加工2案のラインのうち、主要機械を高精度の輸入機械とするものである。

ライナーの客先要求が厳しくなり、加工精度が要求される。特に内径についての要求が厳しくなるので内径加工のNC旋盤と中ぐり加工機については高精度の輸入機械を勧める。特に寸法精度の厳しい薄壁ライナーには、この方式を採用し、客先要求に応える。

生産能力および人員は“加工2案”と同様と考えて良い。

4) 加工4案(完全自動化ラインー全て高精度輸入機械)

ライナーの加工を図6-9のように完全自動化にした場合である。

能力は一本当たり85秒の2ライン平行方式で、30万本/年製造可能となる。1ラインの直接人員は4名で済む。しかし、これは日本でも最高のラインで、省人化を主体としたものであり、設備費がかさむ。製品の精度は“加工3案”も充分達成できる。

機械加工の近代化は現状から“加工1案”に移行し、順次“加工2案”と“加工3案”の組み合わせを新設・増設し、ライナーの増産に対応していくのが良いと思われる。

できるだけ直接人員を増やさずに、少しずつのライン導入を進めるのが望ましい。

尚、これらの場合、全て鑄造工程が合理化され、ショットブラストが完全に行われ、粗加工工程(第二車間)が廃止されることを前提にしている。

現状との基本的な違いは、

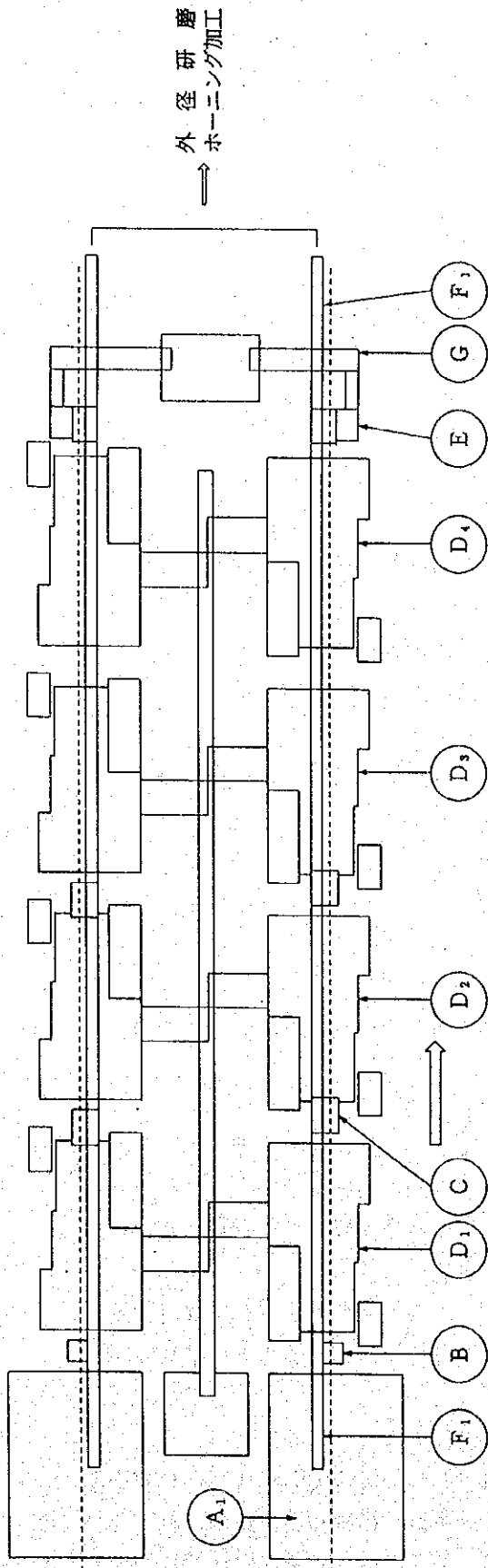
- ①現在と同じ加工を1グループとして機械を集めている
- ②新しい考え方は、1つの製品の加工工程に合わせたライン造り、1本流しとする

ことで、加工をトータルで見るとはなくて、1本1本のライナーの加工が確実に行えるような流れを作ることで、品質管理、工程管理等が極めて容易になり、管理された状態で不良低減はもとより作業能率も上がる方法である。

これに精度の良い機械を加えて、加工精度を向上させる。

当工場の2000年中長期計画にある6つのプロジェクトのうち、機械加工に関する項目、「双軸・双進ホーニング機の導入」に関しては、二軸ホーニング機が良く、「マシニングセンターの導入」については精密・複雑形状の製品加工には最適だが、ライナーのように旋削のみの場合はNCやCNC旋盤で十分である。

また、「船用ライナー加工用NC機の導入」では、当然長尺加工用大型旋盤を導入する必要が生ずるが、先の鑄造の近代化計画で推奨した砂型遠心鑄造法を取れば、材料利用率が上がり加工代が少なくなり、現有設備での製作時間が大幅に短縮できるので加工工数がはっきりしてから、大型旋盤の新規導入を具体化するのが良いと考える。



	第1工程 (D ₁)	第2工程 (D ₂)	第3工程 (D ₃)	第4工程 (D ₄)	第5工程 (E)
加工箇所	内径加工	外径・端面加工	内径仕上げ	端面・外径仕上げ	検査
	<ul style="list-style-type: none"> ・油圧6爪チャック ・クーラントエアブロー切替 ・チャック高低圧切替 	<ul style="list-style-type: none"> ・コレットチャック ・先平回転センター ・チャック高低圧切替 ・芯押推力高低圧切替 	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンガーチャック ・クーラントエアブロー切替 	<ul style="list-style-type: none"> ・コレットチャック 	<ul style="list-style-type: none"> ・切込取出装置

図6-9 シリンダーライナー自動加工ライン (加工4案)

6.3.5. 表面処理

一般に用いられているシリンダーライナーの表面処理は、

- ①軟窒化処理（タフトライド）
- ②メッキ（ポーラスクロムメッキ）
- ③複合メッキ
- ④化成処理（磷酸塩処理）

であり、最近開発から実用化に進んでいるものでは、

- ①クロマードライナー
- ②シリカードライナー

などが注目されている。

ライナーの薄肉化に伴い恒温焼入れや表面焼入れは次第に用いられなくなってきた。従って当工場としては、

- a. 恒温焼入れから軟窒化処理への展開（同じ装置が使用できる）
- b. 高周波焼入れは現在受注見込み分に対応する程度の拡大に留める

を現設備を活用して用い、今後の課題として次の2項目を検討すべきと考える。

- a. 磷酸塩処理の実施
- b. 船用ライナーのポーラスクロムメッキの実施

また、将来の長期的な問題として、

- a. 複合メッキの検討
- b. クロマード及びシリカードライナーの調査・研究を進めるのが得策である

この内、

- ・軟窒化処理は、最近益々その適用が拡大されてきた。幸い塩浴溶剤を購入し、処理の温度と時間を変更すれば現在用いている恒温処理用の設備がそのまま活用できる。今後客先の要求が強くなると予想されるので早く技術を確立して置く必要がある。
- ・磷酸処理に関しても同様、客先要求が増大する。この処理法に関し、社内で処理設備を新設するか外注で処理するかを検討する。下記企業が日本の技術を展開しているので、一度打ち合わせることを勧める。

上海帕 有限公司

上海市嘉定区南翔埃漣宜道西201 TEL. 91186

- ・クロムメッキは最近環境処理問題で敬遠されており今後の動向が注目されている。しかし船用のライナーのポーラスクロムメッキは、相変わらず重用されており、今後船用ライナーの拡大では必ず焦点となるものである。従って、この技術についても準備を進めておく必要がある。特に船用に用いるポーラスクロムメッキについては、参考資料(15)と(16)に詳述した。

6. 4. 生産管理の近代化計画

6. 4. 1. 生産・販売管理

生産管理は販売計画に基づいて立てられるものであり、本工場はそのような体制を取っており、理にかなったものとなっている。

販売形態は日本的で、販売部門と販売別会社と密接に連携が取られ、全国ネットの代理店網を有している。末端ユーザーの的確な情報入手もでき、合理的な方式である。

現状の生産管理は、入口と出口だけの把握しかされていない。飛込み受注生産、新型ライナー開発品の試作、中間工程でのチェック、ライナー生産量の大幅増大等に対応していくためには、別項で述べたように、受注（社内分だと開発、試作等）オーダー毎に伝票で仕分け、加工品には、作業指示書、帳票等を付け、一個一個の履歴が分かるようにしておくことが肝要である。ライナーの種類や数量に関係なく共通する生産管理の基本である。

今後、生産のシステム化に伴い、生産から出荷・販売までの製品管理をコンピューターで管理すれば良い。パソコンで十分対応可能で、中国製のソフトなら40～50万円で済む。

さらに、従業員がコストに対する向上意識を、もっと強く持つようにすることである。

'93年から損益対照表等の方式を取り入れ、財務管理が強化されたが、まだまだ個々の製品毎あるいは個々の従業員のコストに対する意識が厳格になっていないと思えない。

これは、現状の不良原因が仲々把握できていなかったこと、も大いに関係が深い。現場では、単に月々の不良数や不良率の掲示だけでなく、物の流れが金の流れと時間の流れに関係していることを認識できる図式化を図るべきである。

6. 4. 2. 資機材調達管理

価格の点から、全ての原料を中国内で調達するのは当然であるが、溶解や鑄造の大もとなる原材料であるから、購入に際しては単に価格面だけ見るのではなく、成分や性状のバラツキについて厳密なチェックを行った上での受入れ体制作りが必要である。一方、当工場では、社内発生する削り屑と不良品からリターン材を再生しているが、現状ではノロの混入が多く、性状は余りよくない。十分な管理が必要である。

①不良品の場合はノロや塗型剤の残留物

②削り屑の場合は機械油の付着

③その他の異物の混入

上記、原材料の内、溶解時成分調整に使用するフェロアロイ、鑄造時のノロ取り剤、塗型剤等の保管は建屋内倉庫に保管すべきである。

また、塗型剤原料粉は先に述べたスプレー式塗布方法に移行するため、もっと膨潤性の高い性状のものへの切り替えが必要である。

6.4.3. 在庫・出荷管理

在庫については、販売と生産計画に合わせ、先の溶解、鑄造と機械加工で述べた近代化計画の流れに沿って生産すれば、半成品いわゆる仕掛品はほとんどなくなる筈である。

現在、外のヤードに山積みされた仕掛り品が見られるが、腐食や汚れの点から好ましい状態ではないし、量が多い程ぞんざいに扱われやすい。

多少の仕掛り品については、履歴を明確にして屋内に保管するよう徹底すること。

出荷品に関しては、出荷検査、防錆処理、梱包等の管理は行き届いて要るものゝ、生産量が倍増したとき、出荷検査が現状のように、山積みライナーを個別に測定する人手にばかり頼る方法で、作業か追いつくかどうか疑問が残る。

こゝにも、機械加工の近代化計画での“加工2案”および“加工3案”のように、ある程度のライン化が必要となる。

6.4.4. 設計管理

現在は設計と言う明確な部門はなく、生産技術科に含まれており、ライナーに関しては客先の製品図をもとに、遠心鑄造用金型を設計すれば良い。これは、左右対称な物であるから、平面図だけ描くので、少し設計を学べば誰でもできる。また加工代が多いので寸法精度もさほど厳格ではない。

ただ今後は次のような設計課題が予想され、設計技術部門の強化が必要となってくる。

- ①ライナーの材料利用率を上げる（即ち加工代を少なくする）遠心鑄造用金型設計技術
- ②複雑形状（外周部に凹凸の多い）ライナーの遠心鑄造用型設計技術
- ③ライナー用砂型鑄造方案立案技術
- ④同鑄造模型（金型）の設計技術
- ⑤加工関連精密治工具、刃具等の設計技術
- ⑥新型または客先の形状変更に対応できるシリンダーライナーの設計技術
- ⑦加工工程のための、NC加工データ作成プログラミング技術

先ず、設計に関する基本技術の教育を、社内の訓練部門で実施しなければならない。期間は、2～3ヶ月もあれば十分である。そのために必要な機材としては、

- | | | |
|-----------------|------------|---------------|
| a. ドラフター（図面台） | 2～3台（第1段階） | 20～30万円程度 |
| b. CAD/CAM システム | 1台（第2段階） | 500(中国40)万円程度 |

b. の CADについては、設計関連の全データベース化を図ると共に、②の補助、⑥での利用・応用となるが、CAMに関しては、将来NC加工機器導入に併せ、設計部門がNCテープ、プログラム等を手掛けていく必要上、CAD/CAM システムとして使うことゝなる。

6.4.5. 工程管理

詳細に付いては、5.2. 生産工程の近代化計画で述べられているので割愛するが、溶解、
鋳造、機械加工および検査工程全てに共通することは、作業員もスタッフもそれぞれの技
術の基本を完全に理解し、作業標準を忠実に守るまたは守らせることが重要である。

さらに、上流側（機械加工から見れば鋳造、鋳造から見れば溶解など）は、常に下流側
の無駄な作業を増やし、貴重な時間をロスしないように配慮すること。さらには、次の工
程への橋渡しを迅速且つ確実に行えるよう、帳票にも工場内の作業計画表にも、秒刻みの
タイムスケジュールを記す位でなければならない。

いくら自動化が進んでも、それを扱うのも考えるのも人間である。機械は手段であり道
具であることを肝に命じておくこと。

6.4.6. 品質管理（検査を含む）

量産加工で品質をどのようにして保持するかが問題となる。品質は生産工程の中で作り
込まれる。この考え方を具体化するのに旋削加工では次の方法がある。

a：機内計測による工具補正

機械に取付けられた計測器によって切削工具の摩耗をチェックし、工員の位置補正
を行うものと、加工物の寸法を計測し、工具の位置補正を行う。

b：機外計測による品質保持

機外計測の結果を機械にフィードバックし工具補正をする間に、数個の製品は不良
のまま加工されてしまうので、迅速かつ精度良く測定技術の向上が必要である。

c：巡回抜取り検査

熟練した加工技能者と検査員が協力して、定期的に工程毎の製品の抜取検査及び工
具摩耗状態のチェックをすることが必要である。

d：最終工程における品質保証

最終での品質保証は正しく管理された計測器と方法とシステムによって行う。シリ
ンダーライナーの機械加工では、

- | | | |
|-------|------|------|
| ・寸法精度 | ・真円度 | ・円筒度 |
| ・壁厚 | ・鋳裏面 | ・粗さ |

が問題となる。

高精度の計測器を設置することによって粗さ以外の精度検査が可能となる。

この装置は、クリーンな温度調節された部屋に設置する。

さらに、JISを参考とし、容易に正確に製品精度を確認する方法を確立しなくては
ならない。そのためには次のものが必要である。

- ①高精度の検査用定盤（石定盤の設置）
- ②高精度のVブロック
- ③ハイトゲージ
- ④テコ式ダイヤルゲージおよびダイヤルゲージ
- ⑤ブロックゲージ

この他、品質を保証するためには、誰が、いつ、どの機械で加工したか、最終の品質保証者は誰かが分かるようにすると共に、検査に用いた計測器の精度も然りで、製品、計測器共、記録を取り、明示されていなくてはならない。

特に、寸法測定による品質管理において測定ミスが出ないように、先のQC手法等を駆使して、測定誤差の原因究明、対策等を取る必要があると思われる。

6.4.7. 設備管理

現状の設備保全が立ち遅れている。設備の点検・修理等は設備動力科の管轄となっているようだが、機械の側に設備点検台帳が見当たらないのでは、いつ点検されたか分からないし、一度故障した場合の対処方法も分からないと思われる。

現地セミナーで紹介した全員参加の生産保全・TPM(Total Productive Maintenance)の考え方を導入し、故障の起きる前に設備の予防保全を実施する体制を作ってもらいたい。

例えば、機械加工の近代化計画“加工1案”で示した、「一個流し生産ライン」では、一台でも機械が止まると、後工程がストップすることになり、それ以降の半自動ラインについても同じである。従って、近代化を進めていくためには、専任者を決め、設備保全に対する過去のイメージを払拭することが肝要である。

6.4.8. 教育・訓練

現在の新人教育は、現場実習3ヶ月のみで、各職場に入り実作業に従事することになっているが、作業状況を見る限り基本技術や手順が習得できているとは言い難い。

折角良い作業標準書ができているのであるから、もっと長い期間の教育・訓練を実施して、徹底した基礎技術強化を図ることが先決である。誤った方法での作業は、不良原因となるばかりか、時間、素材、労力、エネルギー等、全てのロスにつながる。

もう一つは現場監督職の養成である。技術的に経験を積み、全体を見つめ、即断と実行力を持ち且つバランス感覚の取れた人材を登用することが必要である。

これは職場の活性化と士気の高揚、ひいては生産性の向上にもつながることとなる。

設備の近代化が進めば進むほど、人材の教育と育成が益々不可欠となる。

6. 5 近代化のための設備計画まとめ

以上、当工場近代化のための設備改造および設置については、溶解、鑄造、機械加工の各工程共、段階的に実施するのが望ましい。

本近代化のための準備期間等もあるので、2年毎のステップとして、第一段階を1995～1996年、第二段階を1997～1998年、第三段階を1999～2000年と分けて、それぞれの設備等の実施項目を表6-9のように整理した。

また、設備能力のまとめは表6-10のようになる。

表6-9 近代化のための設備等計画

	第一段階 (1995～1996)	第二段階 (1997～1998)	第三段階 (1999～2000)
溶 解	○6t熱風炉式キュポラを一基新設する。 △1週間の連続運転ができるようになれば、炉修に3～4日とっても、既設の5t炉は週1回の操業で済む。	○1997年にはもう一基6tキュポラを増設し、2炉が操業できるようにする。 ○同時に5t低周波炉を設置し、二重溶解の能力を上げる。	○1999年にはライナー400万本を目指した溶解量増大に6t炉をオーガニ、8t操業とする。 ▼電気炉は廃止する。 また、船用3万本の溶湯も操業時間の1hr延長で可能となる。
鑄 造	○現在の鑄造機を改造し、ターゲル式2組と単体機械の二通りとする。生産10%増が可。 △同時に長尺の試作テストを実施する。 △船用砂型遠心のテストも行う。 △QC活動等不良低減	○長尺遠心6台設置し生産を開始する。 ○船用砂型遠心鑄造機を拡大する。 ○DISA生型造型1ライン(砂処理、ショットも含)を新設、95型の試作を実施、軌道に乗せる。	○DISA生型造型1ラインを増設し、生産技術を確立する。
機械加工	△機械加工の基本的問題を処理する。 ○加工1案を実施する	○生産の増大に対し、加工2案×2ライン、加工3案×2ライン新設	▼粗加工工程の廃止 ○加工2案×4ライン、加工3案×4ライン増設計12ラインで生産

注) ○ 設備新設関連 △開発、改善等(ソフト)関連 ▼既存設備・工程の廃止

表6-10 近代化計画の設備と能力

		現 在 (1994)	第一段階 (1995~1996)	第二段階 (1997~1998)	第三段階 (1999~2000)
生産本数 (万本/年)		200	220	280	400
社 内 分		140	160	220+1.5(舶)	340 +3(舶)
不 良 率 (%)		28	25~20	16~13	10 (鑄6 機4
材料利用率 (%)		30	33	36	40
鑄造本数 [含不良] (万本/年)		180	200	250	370
溶 解 量 (t/年)		16,800	18,500	23,500	26,800
溶 解 設 備	キ ュ ボ ラ 付 帯 設 備 低 周 波 炉 電 弧 炉	4t炉x2基(既) 3t炉x2基(既) 0.8t炉x2基(既)	6t炉x1基新設 (4t炉1基廃止)	6t炉x1基増設 (4t炉1基廃止) 5t炉x2基新設⇒	6t×2基を各8t 操業へアップ (2炉1電源) 電弧炉2基廃止
鑄 造 設 備	短尺遠鑄機 ターナル式 長尺遠鑄機 舶用 " 生型造型機 含砂処理機 ・ショットラスタ機	既40 210万本 既2 300本 既2(小型)	改40 } 220万本 新2 } 改 2 1000本	(40) } 200万本 (2) } 新6 105万本 新2(4) 1.5万本 新1 50万本 新1 新1(3)	(40) } 200万本 (2) } 新1(7) 125万本 新4(8) 3万本 新1(2) 150万本 (1) 1+新1(4)
	鑄造生産能力	210万本	220万本	350万本	480万本
機 械 加 工 等	加工 1 案 加工 2 案 加工 3 案 精密計測器		加工 1 案	加工 2 案×25台 加工 3 案×25台 (計45台新設) 精密計測器新設	加工 2 案×45台 加工 3 案×45台 (計125台 操業)
要 員 増 (人)				67	123+α(10)
投 資 額 (千 円)			102,200	392,000	305,900
合 計		要員増計(人) 投資額計(千円)	200人 8億1000万円		

注) 舶: 舶用、鑄: 鑄造、機: 機械加工、既: 既設、改: 改造、新: 新設、廃: 既設備廃止

7. 近代化計画のための設備積算

7.1. 設備積算表

積算にあたっては、建物、クレーン、集塵関係および電気工事関係は除外し、機械装置のみを積算した。

日本製設備の価格は、日本国内での第一回の見積り価格である。通常、船積み価格まで交渉できる。また中国製設備の価格は、現地ヒアリングによる想定価格である。

なお設備合計金額は日本円で換算してある。レートは中国元=11円とした。

1) 溶解装置・設備積算

第一段階からキュボラの導入を開始し、第二段階で設備入替えを完了する。それらの設備費用は表7-1 に示すように、合計で約1億3000万円を見込んでいる。

表7-1 溶解装置設備積算表

設備内容	台数	日本製(千円)	中国製(千円)	第一段階 1995~1996年	第二段階 1997~1998年	第三段階 2000年
1)キュボラ ・本体 ・熱風炉 (見積:1~5)	二基 一式	130,153	—	(B) 91,468	(B) 28,685	
2)材料投入 装置	二基	12,319	1,650	(中) 880	(中) 770	97~98年において、全て新設備に切替え済み
3)材料供給 装置	一式	* 22,320	—	—	—	
4)集塵装置	一式	37,887	4,400	(中) 4,400		
5)低周波炉	一式	—	1,320		(中) 1,320	
6)動力盤	一式	—	660	(中) 660	(中) 660	
溶解設備小計			(単位:千円)	97,408	31,435	
溶解装置設備積算金額			(単位:千円)	128,800		

2) 鑄造設備積算

鑄造設備としては、従来の遠心鑄造に長尺遠心鑄造を加え、次の4案程度が考えられる。

- ①鑄造1案: 生型造型の採用—DISAMATIC2110 を2台を設置する
- ②鑄造2案: " " —DISAMATIC2013 を1台を設置する
- ③鑄造3案: " " —平込(例えばBMD)を設置する
- ④鑄造4案: 遠心鑄造を拡大—生型造型は行わない

があり、それらを含めた積算表を表7-2 に示す。

前章で述べたように、“鑄造4案”は発展性がなく、“鑄造3案”は高価であり、“鑄造1案”が“鑄造2案”案より暫新的であるので、ここでは“鑄造1案”を提案する。

表7-2 鑄造設備積算表

鑄造設備		価格(千円)		台数	近代化の時期			合計金額		
		日本製	中国製		第一段階	第二段階	第三段階			
必須設備	1. 現鑄造機改造	—	110	40	4,400 (40台)					
	2. ターナル式	—	220	2	440 (2基)					
	3. 長尺遠心鑄造機	—	2,200	7		13,200 (6台)	2,200 (1台)			
	4. 船用遠心鑄造機	—	330	6		660 (2台)	1,320 (4台)			
	設備小計金額					4,840	13,860		3,520	① 22,220
鑄造1案	5. 生型造型機 (DISA-2110)	59,000	—	2		59,000 (15%)	59,000 (15%)			
	6. 同砂処理装置	55,000	11,000 (製作分)	1		66,000 (一式)				
	鑄造1案計						125,000		59,000	② 184,000
	必須設備と鑄造1案合計						(①+②)			206,220
鑄造2案	5. 生型造型機 (DISA-2103)	129,800	—	1			129,800 (15%)			
	6. 同砂処理装置	55,000	11,000 (製作分)	1			66,000 (一式)			
	鑄造2案計								195,800	③ 195,800
	必須設備と鑄造2案合計								(①+③)	218,020
鑄造3案	5. 生型造型機 (平込BMD)	400,000	—	1			400,000 (15%)			
	6. 同砂処理装置	80,000	12,100	1			92,000 (一式)			
	鑄造3案計								492,000	④ 492,000
	必須設備と鑄造3案合計								(①+④)	514,220
鑄造4案	7. 遠心鑄造 (生型設置時)	—	220	14		1,100 (5機)	1,980 (9機)			
	鑄造4案計					1,100	1,980		⑤ 3,080	
	必須設備と鑄造4案合計								(①+⑤)	25,300
	ショットブラスト	60,000	—	2		60,000 (1台)	60,000 (1台)	⑥ 120,000		
鑄造設備積算合計(鑄造1案採用+①+②+⑥)					4,840	198,890	122,520	326,250		

3) 機械加工装置設備

“加工1案”については、費用もそれほど大きくないので、“加工2～4案”についての積算を行った。第二段階で“加工2案”と“加工3案”を2ラインずつ設置し、第三段階で、さらに各4ラインずつ増設する。最終的には検査設備を入れると、3億5000万円弱となる。“加工4案”は究極のラインで高価であり、参考までに示した。これらを表7-3 と7-4 にまとめた。

表7-3 加工2案、加工3案設備積算表

装置名	台数	日本製(円)	中国製(円)	加工2案想定	加工3案想定
1)NC旋盤	7	8,000	1,430	(中) [×6] 8,580	(日) [×2] 16,000 (中) [×4] 1,430
2)中ぐり装置 (2軸)	1	9,500	2,200	(中) 2,200	(日) 9,500
3)研磨 Grinder	1	—	1,650	(中) 1,650	(中) 1,650
4)ホーニング	1	—	2,420	(中) 2,420	(中) 2,420
1ライン設備合計金額(単位:千円)				14,850	31,000

第二段階	機械加工装置設備 (加工2案×2ライン+加工3案×2ライン)	≒ 91,700千円
検査機器(日本製:70,000千円)を導入	(+70,000千円)	≒ 161,700千円
第三段階	機械加工装置設備 (加工2案×4+加工3案×4)	≒ 183,400千円
合計		345,100千円

表7-4 加工4案設備積算表

装置名	台数	日本製(円)	中国製(円)	2000年までに200万個/年の加工能力 加工4案を想定
1)CNC旋盤	8	29,200	/	(日) [×8] 233,600
2)Grinder	1	27,420		(日) 27,420
3)ホーニング	1	20,000		(日) 20,000
1ライン設備合計金額(単位:千円)				281,020

加工4案の設備導入を想定	機械加工装置設備 (ライン数=7)	≒ 1,967,000千円
検査機器(日本製:70,000千円)を導入	(+70,000千円)	≒ 2,037,000千円

4) 各工程設備積算合計

機械装置の新設について、各機器の生産能力と設備金額および各工程間における現在の課題等を鑑み、導入設備を検討した結果が、表7-5の「推奨設置モデル」である。

今後、当工場において本モデルを参考にし、さらに検討・深化させ、機械配置の最適化がなされる必要がある。

表7-5 各工程設備モデル積算合計表

項目 \ モデル	推奨設置モデル	廉価モデル	最高水準モデル
溶解設備積算総額	1億2880万円	1億2880万円	1億2880万円
鑄造設備積算総額	3億2600万円	生型造型採用せず 遠心鑄造を拡大 1億4530万円	3億2600万円
機械加工設備積算総額	加工2と3案のミックス 3億5500万円	加工2案のみ(中国製) 1億7800万円	加工4案を採用 20億3700万円
各工程設備積算合計	8億1000万円	4億5000万円	24億9000万円
各モデルの特徴	4102のような薄肉高精度ライナ-製造には、加工3案の導入が必要。2と3案を6ラインづつとした	95あるいは77ターマーケット用ライナ-を対象とする場合、加工2案ラインのみの本モデルでも対応できる	将来も含め、高加工精度を求められる場合には不可欠。人為的要素が少なく、不良・誤作はなくなる

7.2. 投資効果

1) 算定の前提条件

本工場近代化計画が完了する2000年に、ライナーの生産倍増計画(200万本⇒400万本)は確実に達成できるであろうが、7.1.で積算された設備投資額は、6～8億円の巨額な数値となった。その為、経済効果を算定して、今回の近代化計画の妥当性を評価しておく必要がある。

こゝでは、原価に大きく影響すると思われる下記の項目を考慮して試算を行った。ただし、建物、ユーティリティ、工事費等は概算とした。

- ①売上げ
- ②利益
- ③原材料購入費
- ④エネルギー消費量
- ⑤人件費
- ⑥新規設備運転に伴う他の支出
- ⑦新築建屋、ユーティリティ等
- ⑧設備減価償却費

1994年は、ライナー生産量 200万個で売上高が7200万元、利益は 500万元であるから、平均単価36元(原価33.5元)となる。価格の構成比は、原材料費38%、電力・エネルギー32%、人件費10%、一般経費等10%、利益7%、その他3%となっており、原材料費と電力・エネルギーだけで実に70%を占めている。

従って、本工場近代化計画において、不良率の低減と材料利用率の向上を図ることは、生産性の向上だけでなく、収益の大幅増加に極めて有効であることが分かる。

これらを考慮の上、次の前提条件のもとに、近代化計画遂行上の設備投資効果の試算を行った。

まず、設備投資の過程で、生産工程において種々の改善策が取られることを前提としてある。即ち、キューボラ導入による電力消費量の削減(2500kwの電弧炉廃止)を始め、不良率の大幅低減(18%減少)や材料利用率の向上(10%アップ)がなされるものとした。

一方、設備の新設に伴う要員増については、溶解の要員に変動はないが、鑄造部門において、長尺遠心鑄造で6名、生砂型DISAライン2名、砂型1名、模型製作2名の全11名×2直として22名の要員増となる。機械加工については半自動ライン“加工案2”または、“加工案3”の12ラインを増設するとして、各7名×2直となり、168名の要員が必要である。その他、管理部門、保全要員等10名程度をプラスするとして、要員増は計200名となる。年収は厚生面の補填等加味して5,000元/人とした。また、他の支出増加分としてキューボラ溶解でのコークス消費の増加、砂型鑄造での中子の製作費用の発生も考慮しなければならない。

建屋新築・ユーティリティ関連費として2億円程度を考え、減価償却費に繰り入れた。

試算の際、物価上昇、金利負担、人件費等、当然変動が予想されが、売上げ、利益等も同様にスライドするものとして試算上は無視した。

2) 投資効果の試算

前述の前提条件をまとめると下記のように整理できる。

費目	1994年度	2000年以降	増減分 (単位: 万円)
売上高	7200	14400	
利益	500(7%)	—	
原材料費	2550	4590	+2000
コークス費増加	0	140	} - 60
エルー炉電力費	200	0	
DISA鑄造中子分	0	60	
人件費増		200人×0.5 万円	+ 100
経費増		720	+ 720
金利増 ¹⁾		1090	+1090
減価償却費増 ²⁾		690	+ 690
2000年での必要経費増加分合計			4600万円

従って、2000年以降の利益 = $14400 - 4600 - (7200 - 500) = 3100$ 万円/年

円換算で、 3100 万円 × 11 円/元 = 3 億4000 万円

と、3 億4000 万円/年の利益が得られることとなる。これは、当工場が立てている2000年の売上げ計画での予想利益3000万円 (3 億3000万円) に近く、妥当な数字である。

従って、投資資金回収期間は3～4年を要すると見ておく必要がある。

7.3. 実施スケジュール

前章の工場近代化計画の中で検討を行った設備計画、設備積算、またそれらの改造・新設時期等をまとめると共に新技術の導入に際しての準備と試作期間を見て、計画を作成した。(表7-6)

前述の様に、設備の新設には必ず初期トラブルや必要改善事項が発生するものであり、一度に全ての機器を導入することはリスクが伴う。技術を習得しながら、三段階に分けて段階的に溶解設備の新旧入替え、鑄造設備や機械加工ラインの新設を実施することを推奨する。

注1) 金利: 中国での金利は12%程度と考え、全ての資金(10億円)を借入れるとして、 1090 万円/年が金利負担となる。[(100000万円/11) × 0.12 = 1090万円]

注2) 減価償却: 償却年数は溶解設備10年、機械加工設備12年、建物45年とされている。それぞれの設備必要額は4、3.8、2億円であるから、元金均等割として690 万円/年が減価償却費となる。[(40/10 + 38/12 + 20/45) / 11 = 690万円]

表7-6 主要設備設置計画スケジュール

設備内容等		1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
溶解設備	キュボラ設備新設 6t本体(1基目)		←→			} 8t操業	
	〃〃(2基目)			←→			
	材料投入機(1機目)		←→				
	材料投入機(2機目)			←→			
	熱交換器		←→				
	送風機		←→				
	材料置場整備	←→					
	既存キュボラの撤去 本体(1基目)			(撤去)			
	(2基目)					(撤去)	
	低周波炉新設(5t)		←→				
電弧炉の撤去					(撤去)		
鑄造設備	既存遠心鑄造機改造	←→					
	ターンテーブル設置		←→	(テスト)	(設置)		
	長尺遠心鑄造機				←→		
	舶用遠心鑄造機				(準備)	←→	
	DISA2110(1ライン)				←→	(準備)	
	DISA2110(2ライン)					←→	
	同砂処理装置新設				←→		
	建物(舶用)建設			←→			
	炉前試験導入	←→					
	ショットブラスト設置			(1台)	(1台)		
粗加工工程廃止						仕上加工へ転換	
機械加工設備	基本改善	←→					
	ライン配置(加工1案)		←→				
	加工2・3案新設(1次)			(各25台)	←→		
	加工2・3案新設(2次)					(各45台)	←→
	機械加工工場建設		←→				
	精密計測器導入			←→			

8. 結論と勧告

今回の調査結果を総括し、当工場が取るべき今後の方向について次のように勧告する。

8.1. 現状と今後の取組みについて

1) 経営状況

極めて健全経営で良好。首脳陣・スタッフの考え方や姿勢は前向きであり、今後の発展が大いに期待できる。

2) 管理状況

国営企業としては、行き届いている方であるが、末端まで徹底した管理ができるよう改善を要する。当工場では、比較的短期間に改善される見込みが高い。

3) 技術水準

国営企業の中では高いが、先進のレベルとは差があり、不良率、生産性の向上のため新しい技術を導入する必要がある。現在の品質は国内市場では、評価されているが、新しい需要に対応できるようさらにレベルアップしなければならない。

4) 市場の見通し

自動車向けの需要が急速に拡大しており、従来の農機主体からの転換期に来ている。客先調査でもそれが裏付けられたが、自動車関連の需要増に対応できるような生産態勢を確立することが必要である。

5) 目標の妥当性

市場の発展性から見て、近代化の目標は妥当であるが、先ず不良を撲滅して、管理できる状況にしてから生産を拡大する。

新技術を導入して、自動車市場を中心に生産増を図れば、目標を達成できる。

8.2. 当面の改善策

鑄造、機械加工、生産管理、それぞれの面で基本を忠実に守れば現在の不良の半減は容易である。それらの一つずつ実行させることが必要である。また、その基本を確実に行うことで材料利用率を上げ、生産性を向上することができる。

日本のライナー専門メーカーも、当初は同じレベルからスタートしており、作業標準を確立しながら改善を着実に実行し、不良率を下げ、生産性を上げてきた。

先ず当面の改善を着実に実行されることを期待している。特に管理面で、全体の意識を高揚、QCの手法を導入し、できるだけ多くの人が職場の改善に意見が出せるように、体制づくりを心掛けて行くのが良いと考える。また、常に客先要求に合った技術開発調査を行い、技術革新に対応できるようにすることが必要である。

8.3. 近代化計画

当面は改善を行い、足許を固めて近代化計画に取り組む。計画は、第一段階、第二段階と第三段階とに分けて、技術面、設備面、管理面等から推進する。

1) 溶解

熱風キューボラと低周波炉の二重溶解を中心として、設備の新設改造を行って、溶解能力を上げ、材料品質を向上して、不良を減少させる。不良の半分は溶解に起因している。

エルー炉は、将来廃止し（品質、環境面から）品質向上のため、炉前試験を導入して品質を安定させる。ただ鑄鉄の材質は単に化学成分だけで決められるものでなく、溶解の方法、手順により大きさが変わるので、単なる溶解作業のみではないことを理解されたい。

最近中国においてもキューボラ操業が見直されており、日本の新型熱風炉キューボラも数基導入されており、溶解の近代化が進められている。

2) 鑄造技術

現在40台の遠心鑄造機を用いているが、作業管理が難しく、不良率が高い。増産のためにも、新しい技術の導入が必要である。日本における最新の技術を参考にして、

- i. 現有遠心鑄造機の改造
- ii. 長尺遠心鑄造機の導入
- iii. 生型鑄造法の導入
- iv. 大型ライン用の砂型遠心鑄造の導入

について、検討しそれぞれの長所を活かした提案を行った。

管理できる状態で作業させるため、管理ポイントを減らした設備とし、製品の変動に対応でき、将来の発展にも融通性のある方法を提案した。

今後の製品の動向と資金負担を考えて、長尺遠心機の台数と導入時期を決定し、生型鑄造ライン機種を決定すれば良いと考える。

3) 機械加工

機械加工は、当面の改善を行い管理し易い状態にして、

- ①加工1案を実施する（第一段階）
- ②加工2案と加工3案を2ラインずつ新設する（第二段階）
- ③加工2案と加工3案を4ラインずつ増設する（第三段階）

加工4案は、現実には高度過ぎて不向きではないかと考えるが、将来の動向によっては検討の意味もあると思うので、今回は保留しておく。

尚、鑄造工程の改革により、大型ショットプラストを設置および材料利用率の向上により、機械加工の削り代も小さくなるので、粗削り工程（第二車間）は廃止する。

4) 品質管理および検査

品質管理に関しては、従業員の品質、コストと生産性向上を含めた啓蒙運動の中で、特にQCグループ活動の展開を推奨する。これが不良低減に極めて有効である。

検査を徹底し、加工途中での検査に重点を入れることが必要である。

先に機械加工工程でのオンラインあるいはオフライン計測について、最終工程での品質保証のための計測器設置例などを示した。

ただし、温度調節をしていない現場に高価な計測器を設置しても余り意味がない。ポータブルのものを用意し、正しい使い方と正しい保管方法を実行すれば十分である。

5) 表面処理と熱処理

新しい技術として、軟窒化処理、パーカライジングの処理を可能にして、新たな需要に対応する。船用の需要として、ポーラスクロムメッキの需要が増えれば、その技術への対応が必要である。

8.4. まとめ

以上をまとめると表8-1 のようになる。

歩留りと材料利用率向上を併せ、溶解炉の新設、鑄造および製造ラインが合理化されるので、少数の増員で生産能力が倍增される。一方、市場の急速な拡大傾向の好条件が揃っており、大きな投資額となる提案のように見えるが、決して無理のない近代化計画と考えている。

近代化は設備のみで行われるのではなく、設備を操作する人の力量によるものである。

新しい設備に必要な周辺技術を十分に習得し、熱意を持ってそれらを動かすことで、初めて成果が上がるものである。

当工場の全員で、この計画を推進して、一日も早く成果を上げられることを期待する。

本報告書は、飽くまでも当工場の参考となるものである。実施する場合、工場側の事情、資金力に合わせて調整すべきである。

表 8 - 1 近代化計画のまとめ

近代化の段階		現 状	第 一 段 階	第 二 段 階	第 三 段 階	2000 年
		1994年	1995~1996年	1997~1998年	1999~2000年	以 降
基本事項			<ul style="list-style-type: none"> ・基礎・基盤造り ・当面の対策実行 ・QC活動の推進 ・管理の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・新技術・設備導入 ・生産の増大 	<ul style="list-style-type: none"> ・新技術の活用 ・本格生産 	<ul style="list-style-type: none"> ・生産拡大 ・新技術開発
生 産 工 程	溶 解	<ul style="list-style-type: none"> ・4t坪炉2基 ・電弧炉2基 操業 	<ul style="list-style-type: none"> ・当面の材質管理 ・炉前テスト材質管理 ・6tキューボラ1基新設 	<ul style="list-style-type: none"> ・6tキューボラ1基増設 (1週間操業) ・5t低周波炉新設 	<ul style="list-style-type: none"> ・坪炉溶解量8tにアップ (長時間操業) ・電弧炉の廃止 	
	鑄 造	<ul style="list-style-type: none"> ・単一遠心鑄造40機 ・小型ショット方丈2機 ・粗加工工程 	<ul style="list-style-type: none"> ・現鑄造機改造 ・ターナー式2台設置 ・長尺遠心鑄造機式作 ・船用砂型式作・改造 	<ul style="list-style-type: none"> ・長尺遠心鑄造機新設 ・船用遠心鑄造機新設 ・生型造型ライン新設 (砂処理装置含む) ・ショット方丈1台設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・船用方丈生産拡大 ・生型造型ライン増設 ・ショット方丈1台増設 ・粗加工工程廃止 	
	機 械 加 工		<ul style="list-style-type: none"> ・当面の対策実施 ・加工1案の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・加工2・3案の実施 (各2ライン新設) 	<ul style="list-style-type: none"> ・加工2・3案の実施 (各4ライン増設) 	
生産管理			<ul style="list-style-type: none"> ・当面の対策実行 ・(4R、4S、4M、5S等の軽減、意識改革等) ・QC活動の推進 ・管理体制の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・新規設備運転・操作の早期習得と立上げ ・新規工程へのQC等の適用(QC活動定着) ・総合設備保全の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ・総合生産保全体制 ・総合設備保全の確率 	
効 果	溶 解 量	16,800t	18,500t/年	23,500t/年	26,800t/年	
	生 産 量	200万	220万本	280万本	400+船用3万本	
	不 良 率	28%	20~25%	13~16%	10%	
	材 料 耗 費 率	30%	33%	36%	40%	
投資額			102,200千円	392,000千円	305,900千円	

本文

目 次

1. 概 要	1
1. 1. 調査の概要	3
1. 1. 1. 調査の方針と方法	3
1. 1. 2. 工場近代化計画の概要	4
1. 2. 中国の現況	5
1. 2. 1. 中国経済と産業の動向	5
1. 2. 2. 江蘇省の経済と産業の動向	6
1. 2. 3. 中国自動車産業と農業機械の現状	7
1. 2. 4. 中国における今後のディーゼルエンジン需要の見通し	8
1. 2. 5. 中国自動車部品産業の現状	9
1. 2. 6. 中国のエネルギー事情	10
2. 調査対象工場	11
2. 1. 工場概要	13
2. 2. 組 織	15
2. 3. 工場建屋および生産設備	16
2. 4. 製 品	25
2. 5. エネルギーと環境	33
3. 生産工程の現状と問題点	35
3. 1. 工程全般	37
3. 1. 1. 溶解・鑄造工程	37
3. 1. 2. 機械加工工程	37
3. 2. 鑄造工程	38
3. 2. 1. 不良の現状と原因	38
3. 2. 1. 1. 不良の現状	38
3. 2. 1. 2. 不良の原因	38
3. 2. 1. 3. 鑄造工場における現地テストの概要	40
3. 2. 2. 工程毎の問題点と対策	41
3. 2. 2. 1. 溶 解	41
3. 2. 2. 2. 鑄 造	43
3. 3. 機械加工工程	45
3. 3. 1. 機械加工の現状と問題点	45
3. 3. 2. ライナー加工追跡調査	46
3. 3. 3. 機械加工の当面の対策	55
3. 4. 検査工程	59
3. 4. 1. 検査工程の現状と問題点	59
3. 4. 2. 検査工程の当面の対策	59
3. 5. 熱処理および表面処理	60
3. 5. 1. 熱処理の現状	60
3. 5. 2. 表面処理の現状	60
3. 5. 3. 熱処理および表面処理の問題点	60
4. 生産管理の現状と問題点	61
4. 1. 概 要	63
4. 2. 管理部門のヒアリング	65
4. 2. 1. 生産販売管理	65
4. 2. 2. 資機材調達管理	65
4. 2. 3. 在庫・仕掛品・出荷管理	65
4. 2. 4. 設計管理（治工具関連）	66
4. 2. 5. 品質管理	66
4. 2. 6. 設備計画・管理	66

4. 2. 7.	教育・訓練	67
4. 2. 8.	保健・衛生	67
4. 3.	チェックリストによる工場診断	68
4. 4.	鑄造作業のビデオ解析による診断	75
4. 5.	当面の改善事項	79
4. 6.	QCによる改善活動	80
5.	工場の近代化計画	89
5. 1.	近代化の基本的な考え方	91
5. 2.	工場側の考え方	92
5. 3.	工場の近代化計画の目標	93
5. 4.	生産工程の近代化計画	94
5. 4. 1.	溶 解	94
5. 4. 2.	鑄 造	94
5. 4. 2. 1.	鑄造方法	94
5. 4. 2. 2.	材料利用率の向上	101
5. 4. 3.	機械加工	108
5. 4. 3. 1.	機械加工の近代化の考え方	108
5. 4. 3. 2.	機械加工の生産能力	108
5. 4. 3. 3.	近代化機械加工ライン	111
5. 4. 4.	表面処理	116
5. 5.	生産管理の近代化計画	117
5. 5. 1.	生産・販売管理	117
5. 5. 2.	資機材調達管理	117
5. 5. 3.	在庫・出荷管理	118
5. 5. 4.	設計管理	118
5. 5. 5.	工程管理	119
5. 5. 6.	品質管理 (検査を含む)	119
5. 5. 7.	設備管理	121
5. 5. 8.	教育・訓練	121
5. 6.	近代化のための設備計画まとめ	122
6.	近代化計画のための設備積算	125
6. 1.	設備積算表	127
6. 2.	投資効果	129
7.	結 論 と 勧 告	135
7. 1.	現状と今後の取組みについて	137
7. 2.	当面の改善策	137
7. 3.	近代化計画	138
7. 4.	まとめ	139
8.	本 調 査 団	141
8. 1.	調査団の構成と役割	143
8. 2.	現地調査の日程	144
8. 3.	国内の調査および国内作業	144
	参 考 資 料	147

1. 概 要

1. 概 要

1.1. 調査の概要

1.1.1. 調査方針と方法

本件調査は平成6年12月5日に開始し、同月実施した第1次現地調査において、当揚州シリンダーライナー工場の概要を把握し、12月24日付で覚書きを交換、当工場の近代化計画の目標を確認した。その後、国内作業にて、工場から提供された資料の解析を行い、問題点等を摘出し、第2次調査の計画と実行案を作成した。

平成7年3月5日から第2次現地調査を開始し、3月20日に進捗報告書を工場側へ提出、今後の工場近代化計画策定についての覚書きを交換した。

第1次現地調査には総括と生産工程2名が出向いた。主目的は工場概要、工場側の意向等を把握し、近代化計画の目標を明確にすると共に、現地データをできるだけ収集することで、第2次現地調査が効率良く実施できるようにした。

第2次現地調査では、予め解析した現地情報を元に、当工場での調査スケジュールを策定、団員全員が現地へ赴き、以下の項目を主眼に調査を行った。

- 1) 工場の経営管理状況把握のためのヒアリング
- 2) 高い不良率の原因追求のための現場テストの実施
- 3) 生産・工程管理をチェックするためのチェックリスト調査
- 4) 工場の発展性を調べるための客先調査

同時に、2回に亘りセミナーを開催して、シリンダーライナー製造についての日本の状況を伝えると共に、技術面、管理面等での教育を行った。

また、鑄造の品質管理、機械加工の精度、作業管理などについて、担当団員とカウンターパートとの間で密接な技術移転も行われた。

調査の結果として、当工場の現状は、

- 1) 製品の性能は良く、客先の信頼は極めて高い
- 2) 製品市場の発展性は急速で、良い客層に恵まれている
- 3) 工場の経営方針は優れており、管理状況も比較的良い
- 4) 従業員のレベルも高い方である

しかしながら反面、生産効率が低く、不良率が異常に高いため、発展の最大のネックとなっていることが明らかとなった。この原因は、良い品質のものを生産するための設備の不足や、プロセスが不適當なこと、生産量の追求に追われ、従業員全体に品質意識が徹底していないためである。これらについて、工場側と率直なミーティングを行って、この対策を話し合い、今後の国内作業に十分反映させて近代化計画を作成することとした。

なお、本調査にあたっては、工場長の方針が徹底し、ヒアリングにおいても真実を聞き取ることができ、幹部の熱意も十分感得され、調査をスムーズに行うことができ、予期以上の成果が得られたものと思っている。

1.1.2. 工場近代化計画の概要

先の実施細則および第1次現地調査の覚書きで確認された近代化計画の概要は以下の通りで、第2次現地調査では、これらを改善あるいは達成するために必要な調査と技術移転を実施した。

以下のように、工程毎の改善目標を掲げると共に、総生産量と品質に関する数値目標を挙げて近代化の指標を設定した。

1) 生産工程の改善と近代化

①溶解・鑄造工程

総合歩留りの向上、不良率の低減および可能な限り自動化する。

②機械加工工程

加工精度を6級⇒5級へ1ランクアップし、自動化、生産効率向上および不良率の低減を図る。

③熱処理・表面処理

熱処理に関しては適正な条件での処理能力を向上させ、表面処理については、今後需要の増えるクロムメッキ等の技術レベルを上げる。

④検査工程

加工途中での製品精度のチェックを厳格にすると共に、検査工程を合理化する。

2) 総生産量の増大

200万個/年(現状)を400万個/年(2000年)とする。

[内 訳]

a. 一般ライナー(95型他)	150万個/年	⇒	300万個/年
b. 薄肉ライナー(4102型)	50万個/年	⇒	100万個/年
c. 船用ライナー(大型)	300個/年	⇒	3万個/年

3) 品質改善の目標

a. 鑄廃率	15%⇒5~8%	} (社内検査不良率)
b. 加工不良率	13%⇒3~5%	
c. セット達成率	50%⇒80~90%	(ディーゼルエンジン用客先検査合格率)

これらの目標を達成するための計画として、

- (1) 当面の改善策と対策
- (2) 複数の新しい技術と設備

を提言し、当工場の近代化計画をまとめた。