

4.3. チェックリストによる工場診断

工場スタッフと調査団から各3名づつ代表が出て、3枚のリスト内容に基づき、鑄造工場（一車間）、95機械加工工場（三車間）、4102機械加工工場（五車間）についての診断を行った。主目的は生産管理・生産工程の現状調査であるが、工場と調査団の評価基準にどの程度の開きがあるかを見ること、各工場（車間）の相対的な差を知ることにある。

細かな評価結果の解析は後述するが、概要を整理すると、以下の結果が得られた。評点は各3名づつの平均値を採用した。（表4-2～4-4）

第1に、調査団側と工場側の評点には大きな開きがあり、全体的に見て工場側の方が甘い採点となった。

この違いは、前述の各部門のヒアリング結果等から分かるように、工場側は作業手順・標準等を作成して通達すれば、「管理ができています」と見なしているのに対し、調査団側は現場で理解され、実行に移されることで、初めて「管理がされている」と考えているためと思われる。

ただ、品質管理室の評価はやや辛く、幾分調査団側寄りであり、今後の品質管理の指導体制に希望が持てる。

第2に職場間の相対評価としては、4102ライナー加工工場（五車間）が工場側・調査団側共に、他の2つより良い評価が得られたことである。

トラックのディーゼルエンジン用薄肉ライナーの加工工場であるため、加工精度が要求される場所であり、この工場を他工場（鑄造および95ライナー加工）も手本とすべきである。

鑄造工場（一車間）の溶解作業場は排ガスの処理問題、95機械加工工場（三車間）は照明不足、床や機械回りの汚れ等、作業環境に問題があり、良い品質のものができにくい。

第3には、工場全体に共通して言える点として、生産現場において表示、指標、標準、伝票等の掲示や書類での表現がほとんどない点である。

どの職場の従業員も作業態度は熱心で、黙々と働いている点は良いが、正しい作業手順を踏んでいるとの認識はないように見受けられる。検査工程についても同様である。

各工場の調査団と工場側の総合評価は表4-5のようにまとめられるが、工場側の評価が甘い（と言うより評価の基準に差がある）ことが理解できる。このことは、日本と中国の感覚の違いであり、致し方ないもの、今後本工場が自動車部品の輸出を指向していくには、相当の努力が必要と思われる。

チェックリスト調査結果をさらに解析してみると、作業状況を見ただけで、作業者は物造りだけに追われ、不良防止に対する認識があるとは見えず、ただ黙々と旧式ロボットのように働いている。機械に素材をセットすれば物ができていくと考えているようだ。基本的な知識や技術が理解されているのか疑わしい。

作業マニュアル、作業ポイント、不良事例等々が職場内の目につく処に一つも掲示され

表 4 - 2 工場での生産工程・生産管理チェックリスト

評価	◇ 全体によく実施している	10点
	◇ 実施している、または判るようになっている	8点
	◇ まあまあ実施している、または判るようになっている	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

【実施時期：1995年 3月 9日 対象：鋳造工場（一車間）】

チェック項目	評価点						評価基準 (10点)	手段・方式
	10	8	6	4	2	0		
1. 通路と作業場、仕掛り品置き場が明確となっているか	○			■			内容表示	・黄線区分
2. 部品箱は総量規制しているか		○		■			ルール順守	・歯止めルールの設定
3. 作業台に余分な部品、工具がないか		○	■				現在の作業のみ	・置き場所の明示(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. パレット置き直角、平行の基準の明記			○	■			区分内設置	・黄線区分
6. 機械、作業台、備品の清掃			○	■			ゴミ切粉清掃	・5分・10分 清掃
7. 棚、備品台の整理整頓		○			■		細分化表示	
1. 材料、部品、仕掛り品すべてに表示があり、誰にでも判るようになっているか				○	■		表示明記	・項目、物量、納期
2. 材料、部品、仕掛り品、製品がどこにどれだけあるか日々判るようになっているか(ingで判るようになっているか)		○			■		掲示、メンテの実施	・部品の引落 ・不良処理
3. スリーピングストック、デッドストックが誰にでも判るようになっているか			○		■		赤札不用品置場の実施	・赤札表示 ・不良品置場
4. 異常品の現品管理がなされているか		○			■		内容対策	・異常内容 ・置き場
5. 作業指示されていない材料、ワーク(被加工品)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(台/月)
2. 日々の能率、効率が把握できているか	○		■				把握掲示	・生産実績
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
4. ラインバランスが吸収できるラインになっているか		○	■				多能化人員の配置	・立ち作業化 ・多能化予定表
5. 異常が出たらラインがストップできるようになっているか(異常の顕在化)		○		■			自動計測(DNC)	・(多台持ちラインのみ適用)
6. 自動機のオペレーターはインスペクターとなっているか		○		■			管理図記入 監督者連絡	・不良統計(多台持ちラインのみ適用)
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・生産実績が明確になっているか		○	■				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	

■：調査団側 ○：工場側

チェック項目	評価点						評価基準 (10点)	手段・方式
	10	8	6	4	2	0		
1. 部品の保証品(無検査品)件数比率が50%以上か		■	○				表示+7+0-	・保証率表
2. 昨日の不良状況が判るようになっているか(受入れ検査、ライン検査)			○			■	ライン別表示 業者別表示	・ファイル設置
3. 前日までの不良状況が判るようになっていて対策が進められているか			○		■		対策の表示 不良状況表	・不良統計グラフ ・パレート図
4. UM-0(ウカミゼロ)対策が進んでいるか			○		■		表管理	・UM-0化率
5. 工程能力(Cp)をつかんでいるか(管理)対策ができるか			○	■			対策の実施	・管理図
6. 計測の自動化			○		■		自動NC検査	・自動計測器設置
1. 造り過ぎの基準が明確になっていて、かつ造り過ぎが誰にでも判るようになっているか				○	■		確定版表示	・表示
2. 計画に対する遅れ、進みがリアルタイムで誰にでも判るようになっているか			○			■	"	・進捗グラフ
3. 加工順序が決まっていますグループ全員が判るようになっているか				○		■	"	・生産計画表
4. 明日の計画が前日の夕方判るようになっているか			○			■	"	・生産計画表
5. 作業表示に対して前工程、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			○			■		
1. 納期に対して遅れているかどうか判るようになっているか			○			■	ファイル 消込み	
2. 不良、不備品がいつ発生したのか、どこ業者なのか、出入りするすべての人に判るようになっているのか			○			■	記入と フォロー	・ファイル設置
3. 品質と納期の目標、実績が関係者すべてに判るようになっているのか			○			■	不良月報と 対策	
1. 治具、工具、測定器の保全状態が判るようになっているか				○		■	保全基準 (対象分類別)	・チェックリスト ・銘板色区分
2. 設備の保全状態が判る様になっているか(含む、組合せ設備、試験機)			○			■	点検、チェックリストの表示	・チェックリスト ・チョコ停回数
3. 自動機の総合効率が把握されているか			○			■	把握・管理	・総合効率推移 グラフ
4. 保全対策(トラブル時にすぐに対策がなされているか)			○			■	定量表示	・不良処理
5. 日常点検がなされているか			○			■	点検記録対策	
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	工場側	4	30	8	1	0	0	・実績推移表
	調査団	0	2	7	17	16	1	
総合評価点	工場側：B 調査団：D							

表4-3 工場での生産工程・生産管理チェックリスト

評価	◇ 全体によく実施している	10点
	◇ 実施している、または判るようになっている	8点
	◇ まあまあ実施している、または判るようになっている	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

【実施時期：1995年3月9日 対象：95仕上げ工場（三車間）】

チェック項目	評価点						評価基準 (10点)	手段・方式
	10	8	6	4	2	0		
1. 通路と作業場、仕掛り品置き場が明確となっているか	○	■					内容表示	・黄線区分
2. 部品箱は総量規制しているか	△						ルール順守	・歯止めルールの設定
3. 作業台に余分な部品、工具がないか	■	○					現在の作業のみ	・置き場所の明示(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. パレット置き直角、平行の基準の明記	○	■					区分内設置	・黄線区分
6. 機械、作業台、備品の清掃	○	■					ゴミ切粉清掃	・5分・10分 清掃
7. 棚、備品台の整理整頓	○				■		細分化表示	
1. 材料、部品、仕掛り品すべてに表示があり、誰にでも判るようになっているか	○					■	表示明記	・項目、物量、納期
2. 材料、部品、仕掛り品、製品がどこにどこだけあるか日々判るようになっているか(ingで判るようになっているか)	○					■	掲示、メンテの実施	・部品の引落 ・不良処理
3. スリーピングストック、デッドストックが誰にでも判るようになっているか	○					■	赤札不用品置場の実施	・赤札表示 ・不良品置場
4. 異常品の現品管理がなされているか	○					■	内容対策	・異常内容 ・置き場
5. 作業指示されていない材料、ワーク(被加工品)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(台/月)
2. 日々の能率、効率が把握できているか	○					■	把握掲示	・生産実績
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
4. ラインバランスが吸収できるラインになっているか	○					■	多能化人員の配置	・立ち作業化 ・多能化予定表
5. 異常が出たらラインがストップできるようになっているか(異常の顕在化)	○	■					自動計測(DNC)	・(多台持ちラインのみ適用)
6. 自動機のパネラーはインスペクターとなっているか		○				■	管理図記入監督者連絡	・不良統計(多台持ちラインのみ適用)
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・生産実績が明確になっているか	○					■	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	

■：調査団側 ○：工場側 △：調査団・工場側

チェック項目	評価点						評価基準 (10点)	手段・方式
	10	8	6	4	2	0		
1. 部品の保証品(無検査品)件数比率が50%以上か		○		■			表示+70-	・保証率表
2. 昨日の不良状況が判るようになっているか(受入れ検査、ライン検査)		○			■		ライン別表示 業者別表示	・ファイル設置
3. 前日までの不良状況が判るようになっていて対策が進められているか		○			■		対策の表示 不良状況表	・不良統計グラフ ・パレート図
4. UM-0(ウツカミズロ)対策が進んでいるか			○		■		表管理	・UM-0化率
5. 工程能力(Cp)をつかんでいるか(管理)対策ができるか		○		■			対策の実施	・管理図
6. 計測の自動化			○		■		自動NC検査	・自動計測器設置
1. 造り過ぎの基準が明確になっていて、かつ造り過ぎが誰にでも判るようになっているか		○				■	確定版表示	・表示
2. 計画に対する遅れ、進みがリアルタイムで誰にでも判るようになっているか	○					■	"	・進捗グラフ
3. 加工順序が決まっていますグループ全員が判るようになっているか	○					■	"	・生産計画表
4. 明日の計画が前日の夕方判るようになっているか		○				■	"	・生産計画表
5. 作業表示に対して前工程、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			○			■		
1. 納期に対して遅れているかどうか判るようになっているか	○					■	ファイル消込み	
2. 不良、不備品がいつ発生したのか、どこ業者なのか、出入りするすべての人に判るようになっているか		○				■	記入とフォロー	・ファイル設置
3. 品質と納期の目標、実績が関係者すべてに判るようになっているか		○				■	不良月報と対策	
1. 治具、工具、測定器の保全状態が判るようになっているか		○				■	保全基準(対象分類別)	・チェックリスト ・銘板色区分
2. 設備の保全状態が判る様になっているか(含む、組合せ設備、試験機)		○				■	点検、チェックリストの表示	・チェックリスト ・チョコ停回数
3. 自動機の総合効率が把握されているか			○			■	把握・管理	・総合効率推移グラフ
4. 保全対策(トラブル時にすぐに対策がなされているか)			○			■	定量表示	・不良処理
5. 日常点検がなされているか			○			■	点検記録対策	
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	工場側	5	29	9	0	0	0	・実績推移表
	調査団	0	4	4	15	21	1	
総合評価点	工場側：B 調査団：D							

表 4 - 4 工場での生産工程・生産管理チェックリスト

評価	◇ 全体によく実施している	10点
	◇ 実施している、または判るようになっている	8点
	◇ まあまあ実施している、または判るようになっている	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

【実施時期：1995年3月9日 対象：4012仕上げ工場（五車間）】

チェック項目	評価点						評価基準 (10点)	手段・方式
	10	8	6	4	2	0		
1. 通路と作業場、仕掛り品置き場が明確となっているか	○	■					内容表示	・黄線区分
2. 部品箱は総量規制しているか		○	■				ルール順守	・歯止めルールの設定
3. 作業台に余分な部品、工具がないか		■	○				現在の作業のみ	・置き場所の明示(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. パレット置き直角、平行の基準の明記	○		■				区分内設置	・黄線区分
6. 機械、作業台、備品の清掃	○				■		ゴミ切粉清掃	・5分・10分 清掃
7. 棚、備品台の整理整頓			○		■		細分化表示	
1. 材料、部品、仕掛り品すべてに表示があり、誰にでも判るようになっているか		○			■		表示明記	・項目、物量、納期
2. 材料、部品、仕掛り品、製品がどこにどこだけあるか日々判るようになっているか(ingで判るようになっているか)		○			■		掲示、メンテの実施	・部品の引落 ・不良処理
3. スリーピングストック、デッドストックが誰にでも判るようになっているか		○			■		赤札不用品置場の実施	・赤札表示 ・不良品置場
4. 異常品の現品管理がなされているか		○	■				内容対策	・異常内容 ・置き場
5. 作業指示されていない材料、ワーク(被加工品)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(台/月)
2. 日々の能率、効率が把握できているか		○	■				把握掲示	・生産実績
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
4. ラインバランスが吸収できるラインになっているか		△					多能化人員の配置	・立ち作業化 ・多能化予定表
5. 異常が出たらラインがストップできるようになっているか(異常の顕在化)		○			■		自動計測(DNC)	・(多台持ちラインのみ適用)
6. 自動機のオペレーターはインスペクターとなっているか		○		■			管理図記入監督者連絡	・不良統計(多台持ちラインのみ適用)
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・生産実績が明確になっているか	○		■				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	

■：調査団側 ○：工場側 △：調査団・工場側

チェック項目	評価点						評価基準 (10点)	手段・方式	
	10	8	6	4	2	0			
1. 部品の保証品(無検査品)件数比率が50%以上か		△					表示+7+0-	・保証率表	
2. 昨日の不良状況が判るようになっているか(受入れ検査、ライン検査)	△						ライン別表示 業者別表示	・ファイル設置	
3. 前日までの不良状況が判るようになっていて対策が進められているか	○	■					対策の表示 不良状況表	・不良統計グラフ ・パレート図	
4. UM-0(ケカリゼロ)対策が進んでいるか			○		■		表管理	・UM-0化率	
5. 工程能力(Cp)をつかんでいるか(管理)対策ができるか		△					対策の実施	・管理図	
6. 計測の自動化		○		■			自動NC検査	・自動計測器設置	
1. 造り過ぎの基準が明確になっていて、かつ造り過ぎが誰にでも判るようになっているか		○		■			確定版表示	・表示	
2. 計画に対する遅れ、進みがリアルタイムで誰にでも判るようになっているか	○			■			"	・進捗グラフ	
3. 加工順序が決まっていいてグループ全員が判るようになっているか	○			■			"	・生産計画表	
4. 明日の計画が前日の夕方判るようになっているか	○			■			"	・生産計画表	
5. 作業表示に対して前工程、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		○		■					
1. 納期に対して遅れているかどうか判るようになっているか	○			■			ファイル消込み		
2. 不良、不備品がいつ発生したのか、どこ業者なのか、出入りするすべての人に判るようになっているか		○	■				記入とフォロー	・ファイル設置	
3. 品質と納期の目標、実績が関係者すべてに判るようになっているか		○		■			不良月報と対策		
1. 治具、工具、測定器の保全状態が判るようになっているか		○		■			保全基準(対象分類別)	・チェックリスト ・銘板色区分	
2. 設備の保全状態が判る様になっているか(含む、組合せ設備、試験機)		○		■			点検、チェックリストの表示	・チェックリスト ・チョコ停回数	
3. 自動機の総合効率が把握されているか		○	■				把握・管理	・総合効率推移グラフ	
4. 保全対策(トラブル時にすぐに対策がなされているか)		○		■			定量表示	・不良処理	
5. 日常点検がなされているか			○	■			点検記録対策		
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	工場側	11	27	5	0	0	0	・実績推移表	
	調査団	1	9	9	16	8	0		
総合評価点	工場側：A	調査団：C							

ていない。特に上流工程でのチェックがなされぬまゝ、あっても簡単な測定で製品が流れている。（遠心鑄造工場で鑄造品は内径を物差しで一点測定）

異常時の処置についての掲示・必要機器がない。（例えば、故障停止でなくとも、遠心鑄造機の回転数チェック用の回転数測定器など）

設備のメンテナンス（保全）状況に問題がある。機器の定期点検状況を示すラベル等の標示が、機械または目に付く処にない。

まだまだ、このチェックリストには多くの情報があり、比較的定量的に相互評価が可能な手段である。そう時間も取らないので、今後は、当工場でチェックリストによる独自の診断を定期的に行って頂きたい。

表4-5 チェックリストによる相対評価

対 象 工 場	調査団側	工場側
鑄 造 工 場（一車間）	D	B
95加工々場（三車間）	D	B
4102加工々場（五車間）	C	A

A:大変良い、B:良い、C:普通、D:余り良くない、E:良くない

4.4. 鑄造作業のビデオ解析による診断

鑄造工程に関しては、別項に記述されているので、ここでは現場で撮影したビデオの解析を中心に述べる。即ち、95と4102の各々の遠心鑄造作業の定点ビデオ撮影で、工場側の作業標準と対比する共に、鑄造欠陥に影響する作業のポイントチェックを行った。各シーンを見ながら、ストップウォッチにより、時間を測定して表にまとめた。（表4-6）

解析結果は次のようになった。

- ①作業標準通りの順序を取らずに作業をしている。（しかも一定せず）
- ②中取鍋から小取鍋へ溶湯が入って、注湯までの時間がまちまちである。
（数分間放置される場合があり、溶湯温度が低下し内砂の原因となる）
- ③ノロ取り作業がいい加減である。（巻き込み、内砂の原因）
- ④注湯後の冷却時間にバラツキあり。（金型温度が安定しない）
- ⑤湯待ち時間が多い。（生産性が悪い。金型温度が下がる）
- ⑥作業員一人一台の装置を受け持っているため、手待ち時間が多い。
- ⑦製品チェック作業がほとんど実施されていない。（問題意識の欠如）

これらのうち、①、③、④と⑦については、各作業員自身に問題がある。これは、ビデオのシーン内に見られることだが、隣り合った作業員同士、同型の機械を使って、同形の製品を造りながら、作業手順や方法が違うのである。このことから、作業員の作業に対する取組み姿勢やモラルが未熟であると判断でき、今後、作業員への教育・訓練の徹底や監

表4-6 揚州シリンダーライナー工場の遠心鑄造機作業チェックシート
(ビデオテープの解析結果)

ステップ	作業標準	標準時間 (単位:秒)	95系列ライナー鑄造作業						4102系列ライナー鑄造作業									
			サンプルA1			サンプルA2			サンプルB1					サンプルB2				
			1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
1	石綿紙(前後)を2枚セットする	5~10	3	4	3	6	3	4	4	5	4	5	5	*	4	4	5	4
2	手前の蓋をセットする	10~10	10	9	10	10	10	10	9	8	8	8	9	8	10	8	9	9
3	遠心鑄造機稼働開始																	
4	塗型	15~25	(4)	(5)	(5)	(6)	(4)	(4)	(5)	(4)	(5)	(5)	(5)	(4)	(3)	(4)	(4)	
5	塗型の乾燥	10~20	33	20	29	25	38	24	24	24	20	20	26	24	23	20	41	
6	湯待ち	0	0	78	0	0	0	0	(5)*	0	0	88	0	30	0	0	37	0*
7	取鍋のノロ掻き	15~15	(18)	7*	(19)	(8)	(20)	(7)	(7)	(10)	(10)	10*	(15)	5*	(15)	(7)	12*	(14)
8	注湯	8~12	7	6	5	18	13	20	11	9	8	9	8	12	9	9	10	7
9	溶湯の凝固時間	20~30	27	32*		45*	49	65	20	19	19	16	26	23	20	21	27	25
10	冷却水送水	50~60	58	55		43	39	36	74*	54*	60	59*	45	64*	54*	55	56*	41
11	冷却水停止	(5~5)																
12	冷却水乾燥(型温調節)	20~30	27	35		18	16	17	12	14	15	13	18	17	25	20	17	
13	遠心鑄造機停止	(10~10)																
14	製品取り出し	10~10	4	5		6	5	6	4	5	5	5	5	7	7	9	12	
15	型清掃	10~10	10	12		15	10*	12	12	12	12	10	10	10	12	11	12	
※	製品チェック(外観、内径、長さ)	15~15	チェック	チェック		(3)	(4)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
合計時間 (目標:5分(300秒))		199~259	179	263	—	186	183	193	169	150	151	244	151	—	165	160	217	—

(カウント)	0~1回目	1~2回目	2~3回目	0~1回目	1~2回目	2~3回目	0~1回目	1~2回目	2~3回目	3~4回目	4~5回目	0~1回目	1~2回目	2~3回目	3~4回目	4~5回目
□湯が小取鍋に放置されていた時間(秒)	—	7	181	—	178	47	12	139	117	10	126	5	136	133	12	151

注①: サンプルA1, A2, B1, B2 は作業者を示す。 注②: 斜線部はVTR に写っておらず、計測不能。 注③: () 内数値は、別途作業と重複するため加しない。 注④: ■は、異常値または標準作業を怠っている箇所を示す。 注⑤: *印は、サンプルB1から湯を供給された。 注⑥: *印は、この間に中取鍋から小取鍋へ湯が供給。 注⑦: — は計測不能を示す。

督者の指導方法等を改善する必要がある。

具体案として、QC活動のさらなる推進・奨励といった対策を講じるべきと考える。

次に②、⑤についてであるが、これらは遠心鑄造作業者の問題ではなく、作業方案（システム）に欠陥がある。②、⑤は、中取鍋の作業に左右されている。

これを改善するには、中取鍋作業と遠心鑄造作業の有機的な連携が必要であるが、現行のシステムでは解決できない。

改善方法の一案として、各離心機にランプを取付け、小取鍋に湯が入っていない時に灯火し、中取鍋の作業者に知らせるようにすれば、湯待ち時間が減少する。ただし、小取鍋が空であるという、早い内から湯が供給されてしまうと湯の温度が低下し、鑄造不良の原因になる恐れがあるので、予め作業標準の中に灯火ポイントを組み込んでおけば良い。

また、⑥、⑦については、作業方法や作業標準そのものに見直しの余地があることを示している。特に作業時間については、製品1個を5分で生産することになっているが現実には2分30秒～3分弱で生産している。その生産速度でないと、生産計画を達成できないと思われ、作業現場の状況と作業標準との乖離が問題といえる。

前述したことは、諸問題に対するごく一部の改善策であるが、特に②、③と⑤は鑄造不良の原因となるものである。当面、鑄造作業の改善から始めることが重要且つ急務の課題といえる。

4.5. 当面の改善事項

工場長以下、スタッフが意欲的で常に前向き指向で、特に若手が生き活きとしており、自分の考え方や部門の問題点を率直に話しできるなど、中国の他の工場にはない雰囲気を持っている。また、生産現場に関わる国家基準、社内規格、作業標準、検査基準等は良く整備され、スタッフ部門はしっかりしている。しかしながら、これらの内容が現場に十分反映されているとは思えない処が問題である。これは工場スタッフの悩みでもある。

総合的または将来的な生産管理については、設備計画等と併せ、今後の国内調査で行うこととし、鑄造、機械加工の項と重複があるかもしれないが、当面の生産管理に関する改善事項について触れてみたい。

第1に製造現場での掲示と表示の必要性である。

作業マニュアル、作業のポイント、不良事例写真等を職場内の目につく処に大きく掲示すること。また、日、週、月毎に生産計画、不良率等を追えるようにグラフ化し、従業員の置かれている立場を認識させること。

特に不良に対しては、自分がどのくらい不良品を出しているかを確認できるように、時間を決めて個人が製造した製品（鑄造品、機械加工品など）を区分させ、検査してみると良い。この場合、その原因が個人の技量の差異、材料不良、機械の不良にあるのか、他の理由かを明らかにして、対策を練ることを忘れてはならない。またこの場合、個人攻撃や罰則による締めつけのないよう、スタッフの配慮が必要である。

第2に品物の流れを明確にし、加工指示書を付与すること。

各ロット毎に、必ず加工要領（作業内容、工数、納期等）が決まっているはずであるから、常に品物と一緒に指示書が付いて回るようにしておくことが肝要である。こうすれば常に品物の履歴が分かるので、前工程との連携が取れ不良原因も分かりやすいし、工程の遅れのチェックも容易である。

第3に基礎技術に関する教育・人材育成の強化である。

人事教育科、生産技術科、品質保証室が工場現場と連携を取りつゝ、ありとあらゆる機会と時間を作り、個人の基礎レベルを上げていかない限り、同じことの繰り返しになる。とにかく現在は生産に追われ、新人の実習期間が短く、工場の班長クラスも現場で細かな指示、実践教育ができていないように見受けられる。

また、個人の改善提案に対する褒賞金制度の導入も一案である。役に立たない提案であっても、従業員の「考える能力」を養うことにつながる。つまらない案も出せない人には良い案も思いつかないのであるから。

第4には、スタッフ部門が現場を理解し、掌握するため、一日一回現場に出向くこと。

多忙な業務の中、全部が無理なら、一つの車間でも良いから一廻りし、現場の様子を自分の目で見て、現場責任者や従業員らと話をすることで、コミュニケーションも良くなり問題点も見いだし、早く手も打てることになる。

先のチェックリストを利用した診断も時々実施するのも良いと考える。

4.6. QCによる改善活動

QCに関しは、当鑄造部門（一車間）を例に取り、次の4項目を中心に説明する。

- ①QC活動による鑄造不良原因の追求
- ②QC工程図の作成
- ③品質管理の強化
- ④鑄造不良半減チームの具体的活動

① 不良原因の追求

QC活動での手順による不良原因の追求は、

パレート図⇒QC七つ道具⇒原因確定⇒対策

の順に、製造科が主催する会議体の活発な活動と作業員を中心としたQCサークル活動等で真の原因を究明し、適切な対策を立てることである。

前項で遠心鑄造における主な鑄造欠陥の成因分析で大略不良原因を述べたが、内砂不良が圧倒的に多い。この特性について、図4-1の特性要因図で原因を考察してみる。○印の項目に付いて良く現場を観ることを奨める。

当工場の鑄造分析の記述について、今一度表現を読み直し、具体的に何か、数値的にど

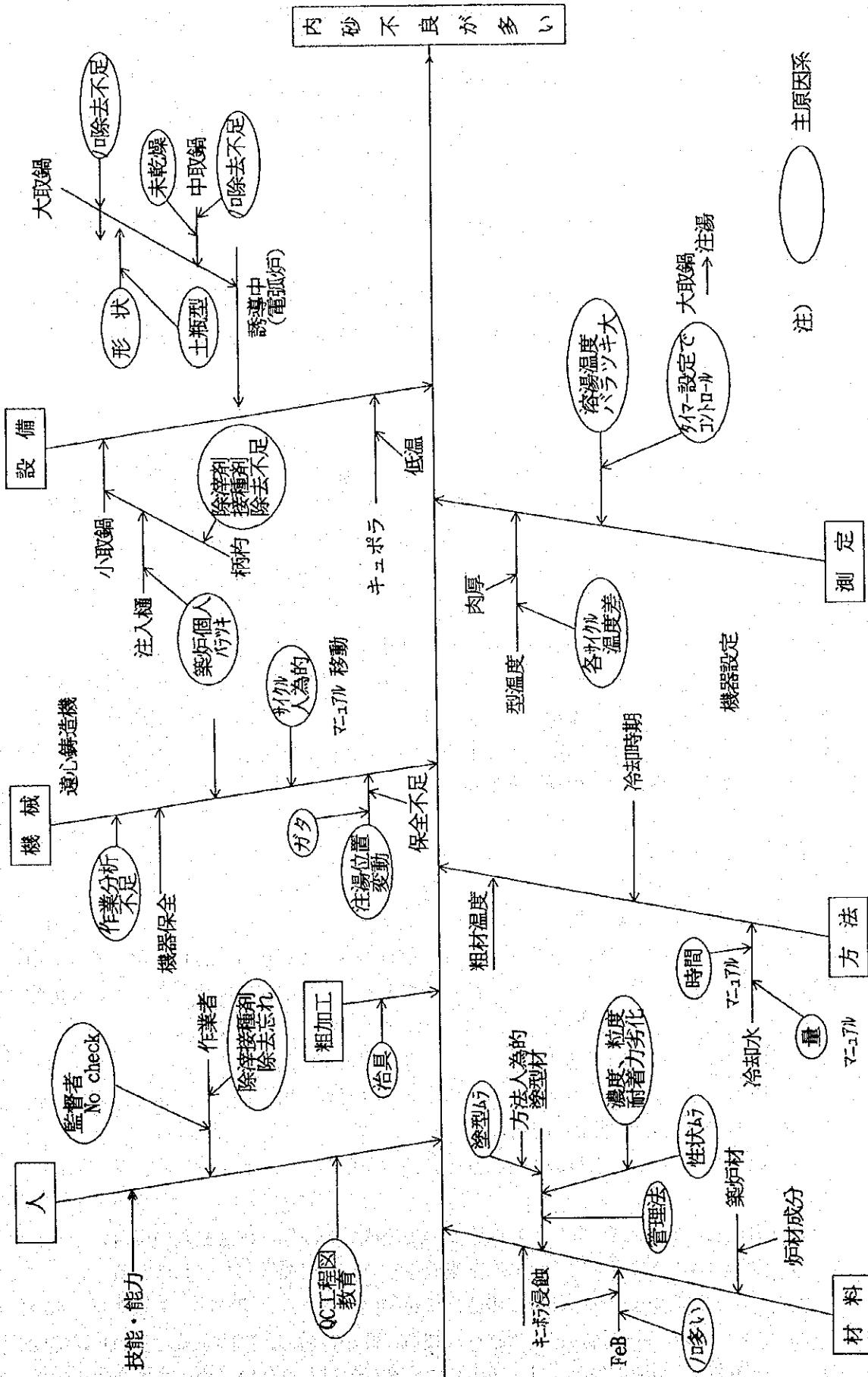


図 4 - 1 内砂不良特性要因図

れ位かと、ハッキリ表現してみることが重要である。すなわち、

- a. 真の不良発生条件と見た場合、その条件で再現させ確認してみることが重要である。
- b. 特定の不良が発生した時刻、日時、週、月等の鑄造条件をスタッフ同志で探る。
- c. 特定の不良が特に少ない日時、週、月の鑄造条件を探る。

参考のために図4-2 にライナー粗材製造工程図と品質のチェックポイントを、表4-8 にQC工程図を示す。

不良の低減対策担当者は、絶えず上記を念頭に関連統計データを眺め、対応すること。「効果あり」と対策が判明したら、標準化して、他型式の部品の改善を展開すること。これが不良対策の基本である。

② QC工程表(図)の作成と順守

工法書は全点揃っているようであるが、これはその部分の具備すべき性質とか工法の主条件を規定したもので、作業者がこの標準を見ただけでは、一定品質の製品を安全に造り出せない。ステップ毎に、作業者の行うべき作業を定めたQC工程表(QC工程表とも表現する)を整備し、全作業員を教育すべきである。作業標準書と共に、作業者に対する重要な標準の一つである。

監督者は”守るべき標準”を立案、作成して守らせる。

作業者は”その定められた作業法を守る”ことがQCの原点である。この工程では各ステップごと、”どんなことを誰が、いつまでに、どうするか”をまとめた、所謂「QC工程表」を作成し、順守することが重要である。95型、4102型のQC工程表の作成を是非推奨したい。これは自動化前の準備でもある。

③ 品質管理体制の強化

・鑄造の欠陥内容分類について

現在の分類では加工工程名と症状(打痕、亀裂のみ)に分かれてはいるが、不良対策を実施するには、「どの工程で、どの位置に、どんな不良が何%発生した」という情報が不可欠。現状の分類では原因探究が難しい。加工工程での発生不良は、

- i) どの加工工程で加工精度が出なくて、加工不良が何個発生。
- ii) どの加工工程で、どの位置に、どの大きさ(ブローホール、ピンホール程度の表現で可)の鑄造欠陥が何個発生。

のレベルまで分析しないと真の不良対策に結び付かない。

・優先製作システム(試作又は特急対策品の加工成績を早期に確認したい場合)

色々な鑄造側の改善対策について加工成績を知りたい必要性がしばしばある。

黒皮部がある部品は、その部分に鑄込月日を鑄出しでマークすれば、客先クレームが発生しても、その部品の鑄造日まで遡った製造条件が容易に、判明する。しかし、薄肉ライナーの様に全面加工の部品は、鑄出しマークは付けられないため、余程在庫を少く

[遠心铸造: ボロン鉄-95型参考例]

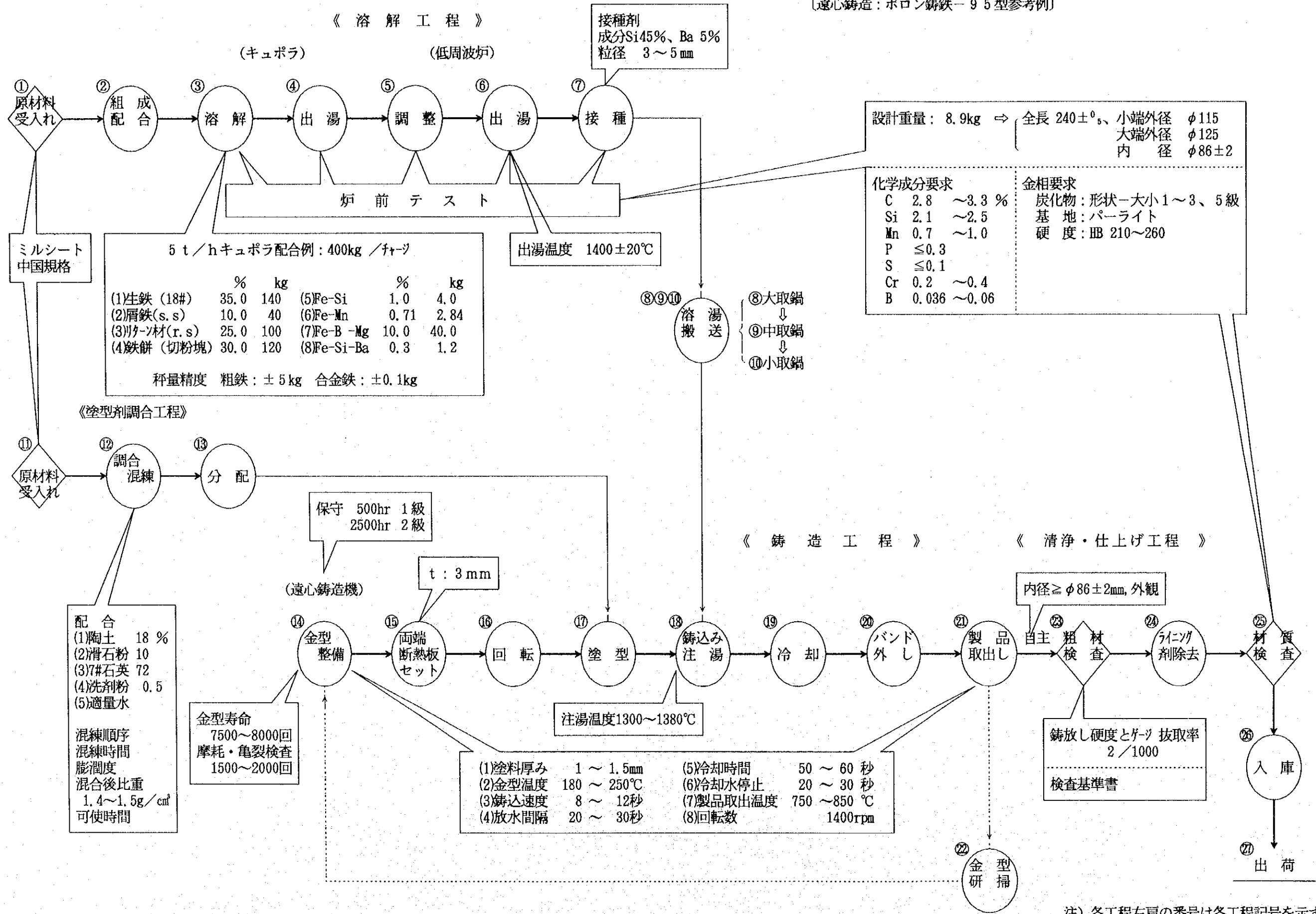


図4-2 シリンダーライナーの粗材製造工程と品質チェックポイント

注) 各工程左肩の番号は各工程記号を示す

表 4 - 8 Q C 工程図 (例)

工程 区分	工程		管 理 点					確認担当		測定器具	確認要領		管理 図	異常処置 責任者*	異常処理方法	関係社内規格		備 考
	品名記号その他	記 号	工程名称	使用機器	品質特性	品質基準	管理項目	管理限界値	所 属		担当者*	方 法				頻 度	表 示 符	
		③	溶解	・3t/h ・5t/h キュボラ ・地金 コークス 運搬機 計量	・化学成分 (%) C 3.05±0.25 Si 2.30±0.20 Mn 0.85±0.15 P ≤0.3 S ≤0.1 Cr 0.3 ±0.1 B 0.48 ±0.012	・装入順序 ①地金 ②コークス ③合金類	(%) C 2.8~3.3 Si 2.1~2.5 Mn 0.7~1.0 P ≤0.3 S ≤0.1 Cr 0.2~0.4 B 0.036 ~0.06	溶解	◆	7-下分光析機 "(約5分) "	測定	取鍋毎		◇	再調整	キュボラ溶解 作業標準	・化学分析成績表 ・溶解作業日報 ・日常点検チェック シート	
		"	"	"				"	"									"
						・装入材料 (配合割合) 生鉄 35 140 屑鉄 10 40 リターン材 25 100 鉄餅 30 120 Fe-Si 1 4 Fe-Mn 0.71 2.64 和ノ磁石 10 40 計 400kg	1チャージ (%) (kg)	溶解	◆	台秤	計量	装入毎	◇	班長の指示による				
						・操作条件		溶解	◆				◇	班長の指示による	キュボラ溶解 作業標準	・キュボラ溶解作業 日報		
		④	出湯	・大取鍋	・出湯温度 1400±20℃		1400±20℃	溶解	◆	浸漬温度計	測定	1回毎	◇	再調整	キュボラ溶解 作業標準	・キュボラ溶解作業 日報		
特記事項									材 質	制 定	年 月 日	経 歴 変 更						
										制 定	年 月 日	改 正 理 由	署 名	制 定	年 月 日	改 正 理 由	署 名	
株 式 会 社				部	課	係	担	原										
部 課				長	長	長	当	案										

※印者は
下記記号
で表す。

課長...◎
 係長...○
 係員...●
 組長...□
 班長...◇
 作業者...◆

するか、曜日別・色別等の特別の工夫を要する。増産時鑄造ロットと加工成績の関係を把握することは至難の業である。平素より加工側と優先加工のルールを話し合っておくこと。マーキングの方法も決めて置くこと。

外注2社の成績が報告されているが、どういう方法で把握されるのかを実情調査し、工数のかからぬ方法であれば、優先加工システムの一つとして、適用可能である。

・外注粗材との品質比較

表4-8 に示す95系列及び工業用シリンダライナー10月分の品質分析によれば、外注の方が成績が上位である。外注の方が製品の品種も少く、材質管理も単純で成績が良い場合が多い。不良原因探究には是非この三車間の比較を行うべきである。

設備差、工法差、管理差を明確に調査し、成績向上につなぐことが必要である。

④ 鑄造不良半減プロジェクトチームの活動

まず一番に手掛けなければならないことは、鑄造の不良対策である。従来のスピードでは「近代化」の水準を達成しがたい。手始めに、鑄造工場長クラスをリーダーとする特別重点プロジェクトを編成する。例えば1～2年内「鑄造不良半減」運動を展開することを提案したい。分担の改善テーマごとに責任者を決め、定期的に推進会議を開催し、目標期日までに全員で分担し、業務を遂行すること。この運動が会社的に浸透し、工場近代化につながるように附帯する改善事項も整理し、推進のこと。

表4-8 品質管理表
95系及び工業用ライナー 10月分品質状況

型 号	投料数	成品数	成品率 %	配套数	配套率 %	鑄廃数	鑄廃率 %	金廃数	金廃率 %
本厂95	52865	43126	81.6	7406	17.2	5302	10.0	4437	8.4
渡江95	28003	24226	86.5	4202	17.3	2634	9.4	1143	4.1
(x) 95	20971	17648	84.2	3294	18.7	1962	9.4	1361	6.5
工業 缶 套	(略) ↓								

5. 工場の近代化計画

5. 工場の近代化計画

5.1. 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、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しており、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。

5.2. 工場側の考え方

当工場は表5-1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。

表5-1 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	2500万円	3000万円	4000万円	7000万円
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	

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。

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（ $\phi 70\sim 170\text{mm}\times 400\text{L}$ 、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成型鋳造（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1億1000万円（借入金8000万円、自己資金2200万円）と、10億円を越える拡大を図る予定である。

該当する4つのプロジェクトを次に述べる。

- ①全自動化新ライン工場の建設
- ②鋳造自動化ラインの新設
- 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、鋳造、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。

5.3 工場近代化計画の目標

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

鋳造不良率 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で、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。

鋳造不良についても、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。

5.4. 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。

5.4.1. 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行っているが、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5.2 (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。

提案の炉は図 5-1 に、詳細は参考資料（2）に示すが、中国でも既に数基稼働しており、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 回か 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、一基ずつ設置する。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。省エネの面から最も検討すべきであり、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、キューボラ的能力を上げてキューボラ操業に一本化する。新設したキューボラの操業条件が安定したのち、電気炉を廃止する。

5.4.2. 鋳造

5.4.2.1. 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

表5-2(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
铸件製作本数 ・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	16,800t/年	18,300t/年	23,500t/年	26,800t/年

表5-2(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	4t×2基 ・4t×12hr操業 48t	6t×1基新設 ・4t炉と併用 4t・6t×12hr 60t	6t×1基増設 ・4t炉廃止 6t×12hr操業 72t	6t⇒8t能力アップ 8t×12hr操業 96t
低周波炉	3t×2基 ・二重溶解併用	⇒ 左に同じ	5t炉2基新設 3t・5t 二重溶解	⇒ 左に同じ
電弧炉	0.8t×2基 9.6t	⇒ 左に同じ	⇒ 左に同じ	・電弧炉廃止
溶解能力計	58t/日 1,400t/月 16,800t/年	70t/日 1,530t/月 18,300t/年	82t/日 1,800t/月 21,500t/年	96t/日 2,110t/月 25,300t/年

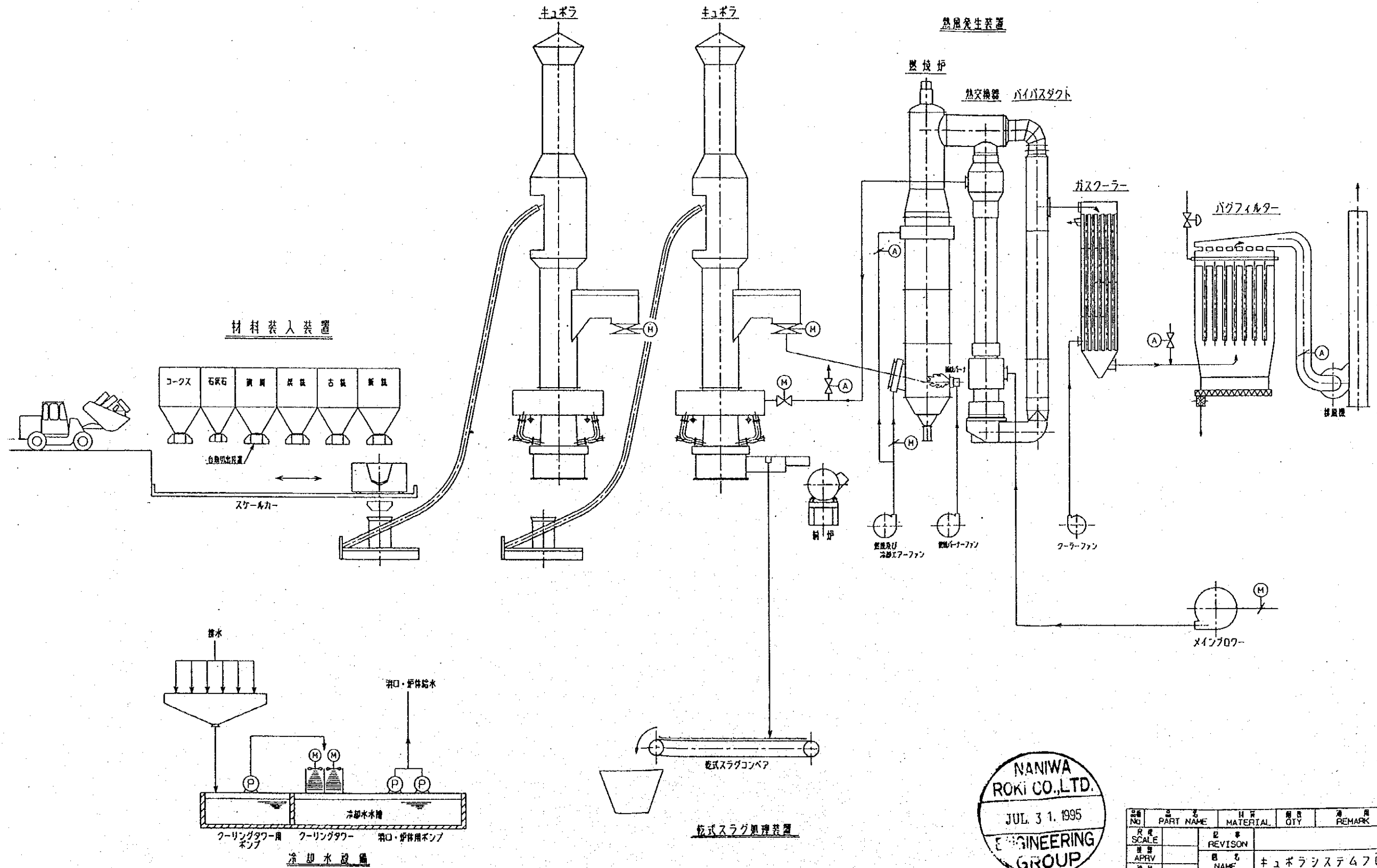
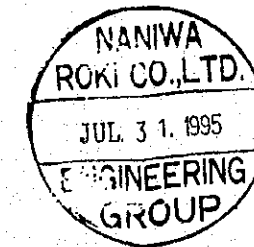


図5-1 キュボラシステムフロー



図番 No.	部名 PART NAME	材質 MATERIAL	数量 QTY	備 注 REMARK
尺 SCALE	尺 REVISION			
承認 APRV	機名 NAME キュボラシステムフロー			
設計 ENG	機種 MACHINE 1/1 キュボラ溶解設備			
製図 DRAFT	図番 DWG. NO.			
台数 COUNT	日付 DATE			
第三角 3RD ANGLE 投影法 PROJECTION	NANIWA ROKI CO., LTD			

CUPD-AM-10

任せでバラついている。

参考資料-5には、日本各社の生産方法を説明してあるが、種々の生産方式があり、製品に適した方式が採用されている。

表5.3 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、注当量の制御、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5-2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(6~7台)

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を切断して、ライナー粗材とする方法である。6~7台は必要である。(図5-3)

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。

これからの遠心鑄造の主流となりつつあり、大型のプラントも実用化されている。

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ため、①、②および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

大口径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5-4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。縦、横型のいずれでも良い。これにより、ライナー生産量に対する金型数が少なくなり、色々な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C0₂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。

表5-3 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 ラッパ、スリーブ	動力用	船用・発電用		
ライナー寸法			80mm φ 以下	80~140mm φ	140~250φmm	250mm φ 以上		
ライナーの種類			薄肉		乾式	湿式	湿式	
			鋳包み	打込	薄肉			
			外周黒皮	外周加工	外周加工	一部ポート有	外周一部黒皮 ポート鋳放し	
造 方 法	金 型	一本取	一台		●	●	●	
			多台	△	○	○		
	遠 心	長尺	一台	△	◎			
			フラット	△	△			
	砂 型	(横)					△	
		(縦)					◎	
	生 型 砂	縦型(DISA)		△	△	◎	◎	
		平 込	(縦)		△	△		
			(横)				△	△
	自硬性型・置注						○	○
表 面 処 理	パーカー処理				◎	◎	◎	
	軟窒化処理				△	◎	◎	
	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

- ①無枠縦鋳込み－シェル中子 (DISAMATIC) (図5-5)
- ②枠込平込縦鋳込み－現型中子
- ③枠込平込横鋳込み－シェル中子(BMD) (図5-6)

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、一台ず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) 鋳造設備の能力との組み合わせ

目標生産に対して、どのような設備を設置するかを検討したのが表5-4である。

根拠とした詳細検討と計算結果を表5-5に示した。

現在の遠心鋳造機を改良してターンテーブル式とし、また長尺遠心鋳造機を採用、船用には、砂型遠心鋳造機を採用して、さらに次の4案を導入を検討した。

- ①鋳造1案：生型造形ラインDISAMATIC 2110LPを2機設置する
- ②鋳造2案：生型造形ラインDISAMATIC 2013LPを1機設置する
- ③鋳造3案：生型造形で例えば平込(BMD)を1機設置する
- ④鋳造4案：遠心鋳造(長尺と短尺の組み合わせ)を拡大。生型造形は行わない。

こゝでは①鋳造1案を提案したい。生型鋳造の能力が上がるにつれ現在の短尺遠心鋳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鋳造機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、スラッグの残渣、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。

鋳造後は大型のショットブラストにより、完全にこれらを除去した後、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。

5.4.2.2. 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、金型設計と鋳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5-6は鋳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5-7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

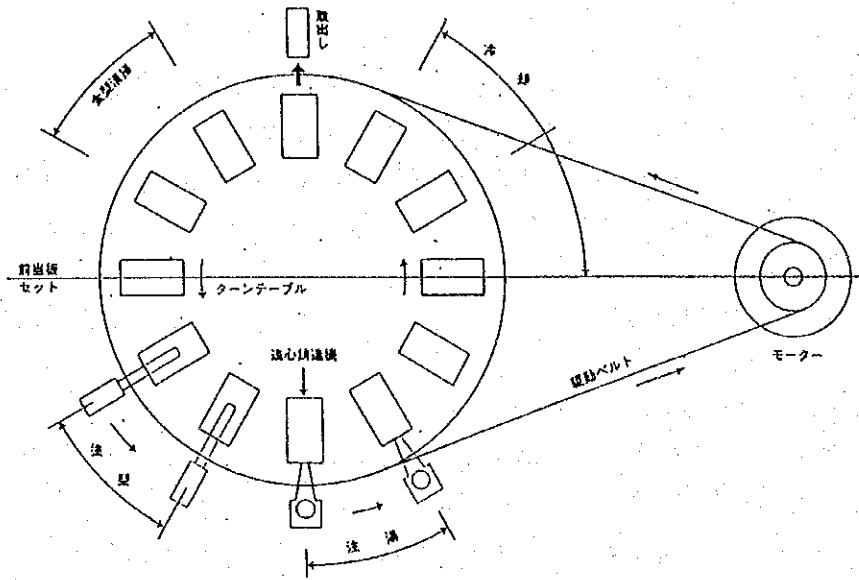


図5-2 直結式連続遠心鑄造

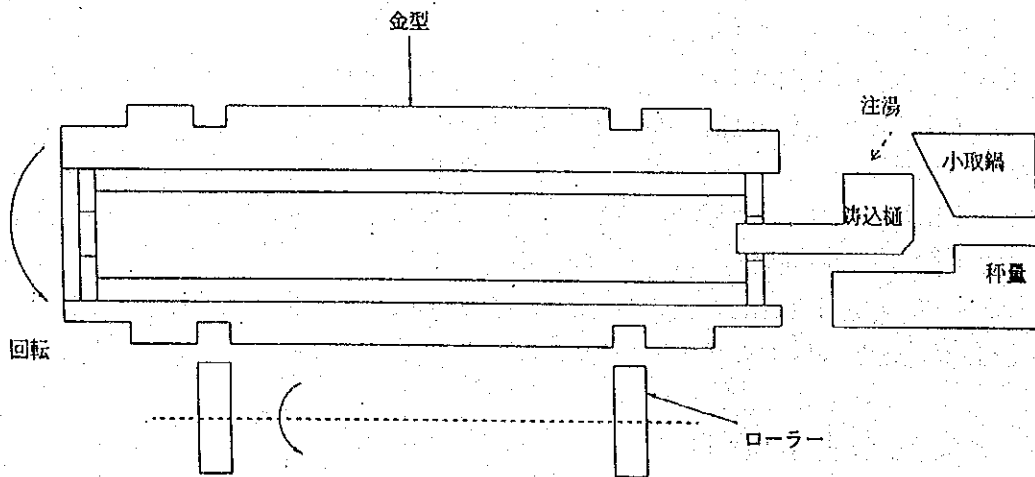
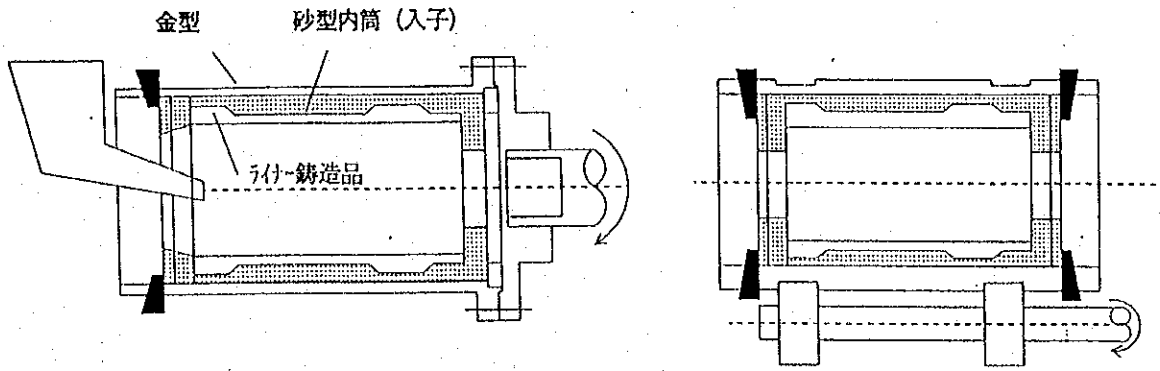


図5-3 長尺遠心鑄造



(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5-4 砂型・横型遠心鋳造

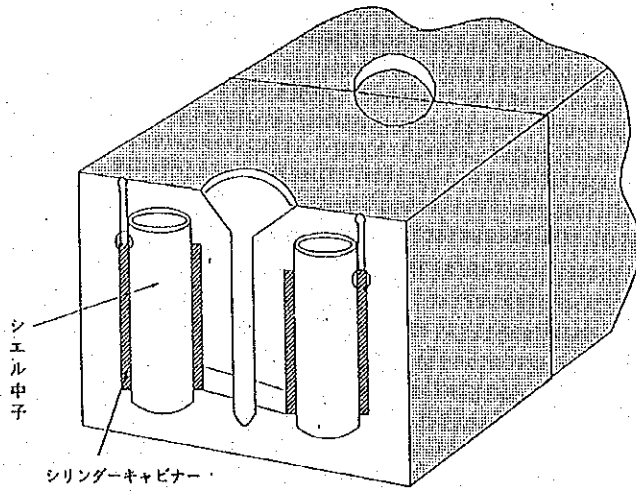
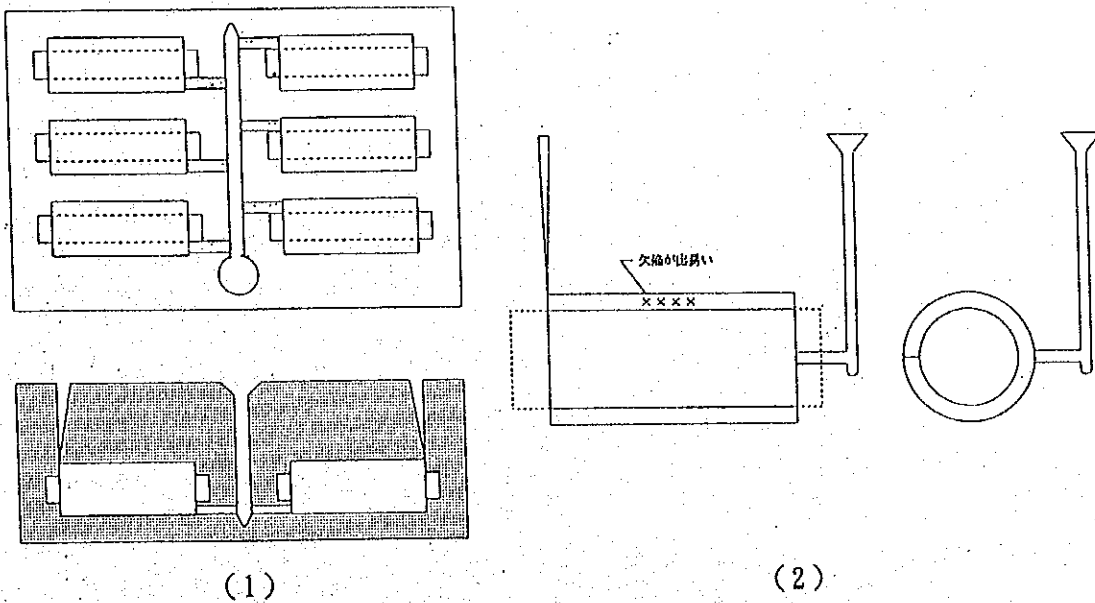


図5-5 生型垂直鋳造(DISAMATIC)



(1)

(2)

図5-6 生型砂平込め(横)

表5-4 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 ・社内生産分 ・船用生産分	200万本 140 "		220万本 160 "		280万本 220 "		400万本 340 "	
	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
ターンテーブル式			2		2		2	
長尺遠心鑄造機			- 改造	(試作) 0.1	6	105	8	125
船用遠心鑄造機	2		2		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5-5 生産能力試算表（鑄造）

(1)普通ライナー

	(品種名)	社内生産量	使用装置名	装置仕様/ (台数)	生産量試算			良品率	生産能力(本)	試算結果	〔※参考〕日産量試算方法 (1時間当り鑄造回数×本数×鑄造機台数 ×鑄造時間×機械稼働率)
					日産	月産(x22日)	年産(x12ヵ月)				
現在 ↓ 第一段階	1994年 (生産実績) 200万本	4102+95 +その他 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
	(注*1: 94年は(x25日)で算出)										
第二段階	1997~1998年 (生産目標) 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+その他 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+その他: 約20万本)	20回×1本×40台 ×12h×0.8 = 7,680
第二段階	2000年 (生産目標) 400万本	4102 100万本	新(長尺)	6本取/ (1台増: 計7台)	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
			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
	鑄造 1・2 案	95+その他 (砂型設置) 100万	新(生砂型) (500×400) 2110LP	2本取/ 150Mold/h (2ライン)	5,700	125,000	1,500,000	0.95	1,350,000	(CASE-2"φ)を懸け試験 *95+その他: 約35万本余剰 (既存遠心分減産へ)	150Mold × 2本 × 2ライン ×12h×0.8 = 5,760
			新(生砂型) (600×480) 2013LP	3本取/ 200Mold/h (1ライン)	5,700	125,000	1,500,000	0.95	1,350,000	(CASE-1"φ)を懸け試験 *95+その他: 約35万本余剰 (既存遠心分減産へ)	200Mold × 3本 × 1ライン ×12h×0.8 = 5,760
	鑄造 4 案	4102 100万本	新(長尺)	6本取/ (1台増: 計7台)	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
			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+その他 (遠心増設) 60万本	新(短尺) 計8台	1本取/ (14台)	2,600	57,000	684,000	0.9	615,000	(CASE-1"φ)を懸け試験 *95+その他: 約1.5万本余剰	20回×1本×14台 ×12h×0.8 = 2,688
			新(長尺) 計8台 組合せ	6本取/ (4台)	2,700	59,000	708,000	0.9	637,000	(CASE-1"φ)を懸け試験 *95+その他: 約4万本余剰	12回×6本×4台 ×12h×0.8 = 2,764

(2)大型ライナー

現在 ↓ 第一段階 ↓ 第二段階	1994年	船用	(300機続)	大型遠心	(1機/2台)				300			
	1997~1998年 (生産目標) 1.5万本	船用	1.5万本	新(砂型)	1本取/ (4台)	76	1,670	20,040	0.75	15,000	○計画量達成可能	2回×1本×4台 ×12h×0.8 = 76
	2000年 (生産目標) 3万本	船用	3万本	新(砂型)	1本取/ (4台増: 計8台)	150	3,300	39,000	0.8	31,000		2回×1本×8台 ×12h×0.8 = 153

・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、ほぼ理想に近い。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。

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5-6 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5-7 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)

5.4.3. 機械加工

5.4.3.1. 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作業者の勝手気まゝ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よい。
- 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らず、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。

5.4.3.2. 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5-8に示すように、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5-8 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	2000年度における増設設備	既存ライン拡大	加工1案	加工2案	加工3案	加工4案
1994年（現在）	140万個	25	175万個	22日/月×12月=264日	14時間	新規ラインに係る三車間の直接人員数増員数	250	224	168	168	56
2000年（計画）	340万個（増200万個）	10	374万個（増220万個）								

(現行ライン:三車間)					(現行ライン:三車間)〔1本流し〕					半自動化ライン設備〔2本流し〕					全自動化ライン設備〔2本流し〕									
工程	工程名 (1ライン)	時間比	現有台数		工程	工程名 (1ライン)	時間比	現有台数(組み替え)		工程	工程名 (1ライン)	時間比	導入機器台数		工程	工程名 (1ライン)	時間比	導入機器台数		工程	工程名 (1ライン)	時間比	導入機器台数	
			日本製	中国製				日本製	中国製				日本製	中国製				日本製	中国製				日本製	中国製
1	旋盤(端)	1	-	5	1	旋盤(端)	1	-	5	1	NC旋盤(端)	1	-	2	1	NC旋盤(端)	1	-	2	1	(内)	-	-	-
2	旋盤(内)	1/2	-	3	2	旋盤(内)	1/2	-	3	2	NC旋盤(内)	1	-	2	2	NC旋盤(内)	1	2	-	2	(端、外)	1/8	-	-
3	リーマ(内)	1/2	-	3	3	リーマ(内)	1/2	-	3	3	NC旋盤(外)	1	-	2	1	NC旋盤(外)	1	-	2	3	(内)	-	-	-
4	旋盤(外)	1	-	6	4	旋盤(外)	1	-	6	4	ホーニング(内)	1/2	-	1	1/2	ホーニング(内)	1/2	1	-	4	(端、外)	-	-	-
5	旋盤(溝)	1/2	-	2	5	旋盤(溝)	1/2	-	2	5	NC旋盤(外)	1	-	2	1	NC旋盤(外)	1	-	2	5	検査	-	-	-
6	粗ホーニング(内)	1	-	5	6	粗ホーニング(内)	1	-	5	6	検査	-	-	-	6	検査	-	-	-	6	研磨(外)	1/2	1	-
7	仕上げ:旋盤グラインド	1	-	5	7	仕上げ:旋盤グラインド	1	-	5	7	研磨(外)	1/2	-	1	7	研磨(外)	1/2	-	1	7	仕上げ(内)	1/2	1	-
8	仕上げホーニング(内)	1/2	-	2	8	仕上げホーニング(内)	1/2	-	2	8	仕上げホーニング(内)	1/2	-	1	8	仕上げホーニング(内)	1/2	-	1					
1個当たり加工時間(秒)					1個当たり加工時間(秒)				90	1個当たり加工時間(秒)				150	1個当たり加工時間(秒)				150	1個当たり加工時間(秒)				85
全ライン加工能力(1日当たり個数)				3,637	1ライン加工能力(1日当たり個数)				560	1ライン加工能力(1日当たり個数)				336×2本流し	1ライン加工能力(1日当たり個数)				336×2本流し	1ライン加工能力(1日当たり個数)				588×2本流し
全ライン加工能力(年間生産個数)				960,000	1ライン加工能力(年間生産個数)				147,840	1ライン加工能力(年間生産個数)				177,408	1ライン加工能力(年間生産個数)				177,408	1ライン加工能力(年間生産個数)				310,464
1994年現在の人員数				(127人)	200万個増産に必要なライン数				14ライン	200万個増産に必要なライン数				12ライン	200万個増産に必要なライン数				12ライン	200万個増産に必要なライン数				7ライン
200万個増産に必要な人員数					200万個増産に必要な人員数				224人	200万個増産に必要な人員数				168人	200万個増産に必要な人員数				168人	200万個増産に必要な人員数				56人
200万個増産に必要な人員数				267人	備考				・必要人員数=14ライン×8人×2直	備考				・必要人員数=12ライン×7人×2直	備考				・必要人員数=12ライン×7人×2直	備考				・必要人員数=7ライン×4人×2直
備考				・必要人員数=ライン×133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人で行っている。

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。

5.4.3.3. 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5-7のように配置換えする。詳しくは参考資料-13を参照のこと。

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。

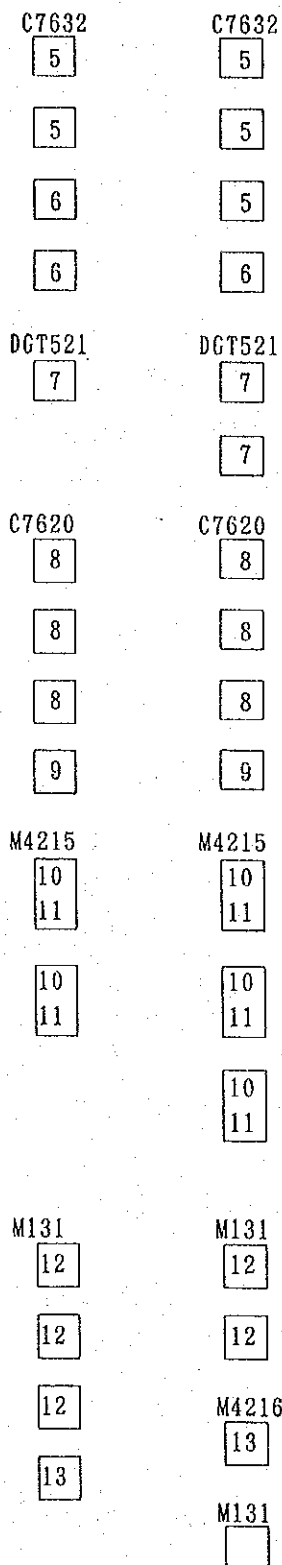
2) 加工2案(半自動化ライン—中国製機械使用)

ライナーの加工を図5-8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。

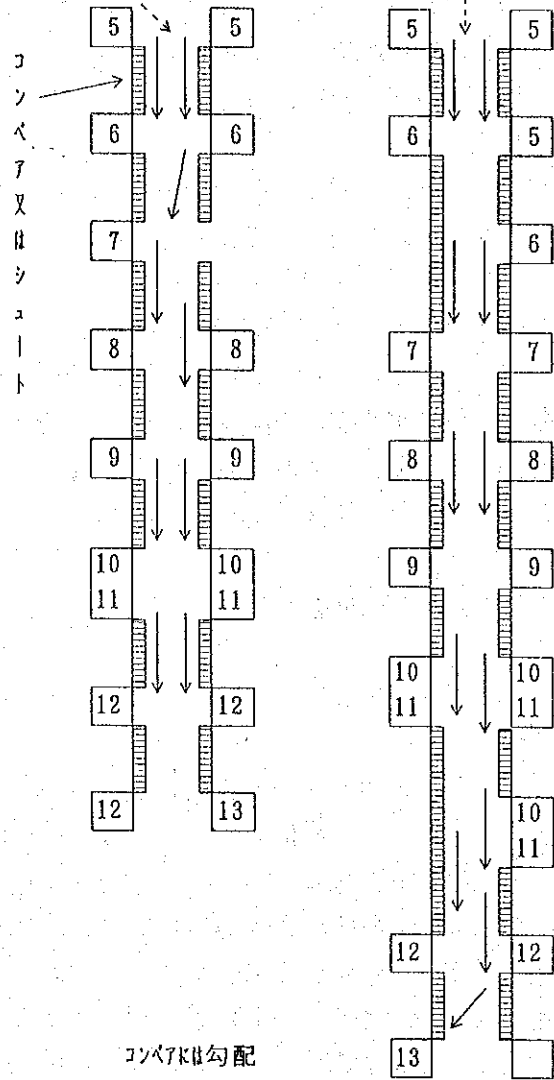
一般にこの製造サイクルは2.5分以内にあり、2本を同時加工できるので、1ラインで年間18万本の加工が可能である。作業者は7名で済む。

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。



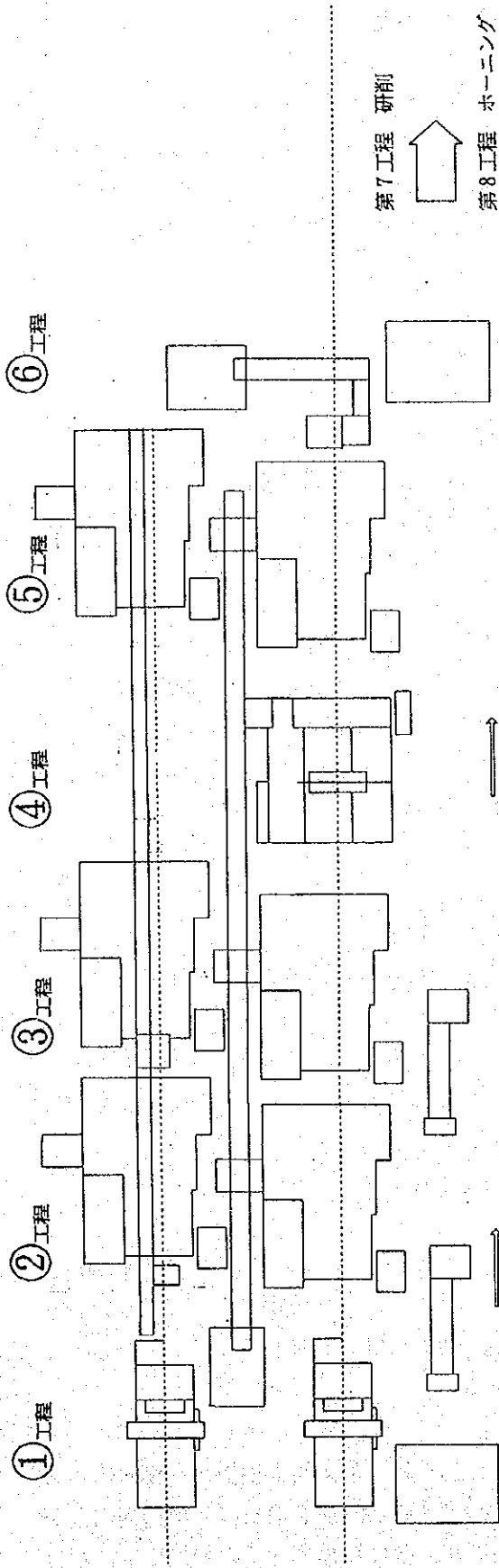
三車間の現在の配列

製品の流れ



改善された配列

図 5-7 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5-8 シリンダライナー半自動加工ライン(加工2・3案)

3) 加工3案 (半自動化ライン—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—全て高精度輸入機械)

ライナーの加工を図5-9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”で十分達成できる。

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で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現在は同じ加工を1グループとして機械を集めている

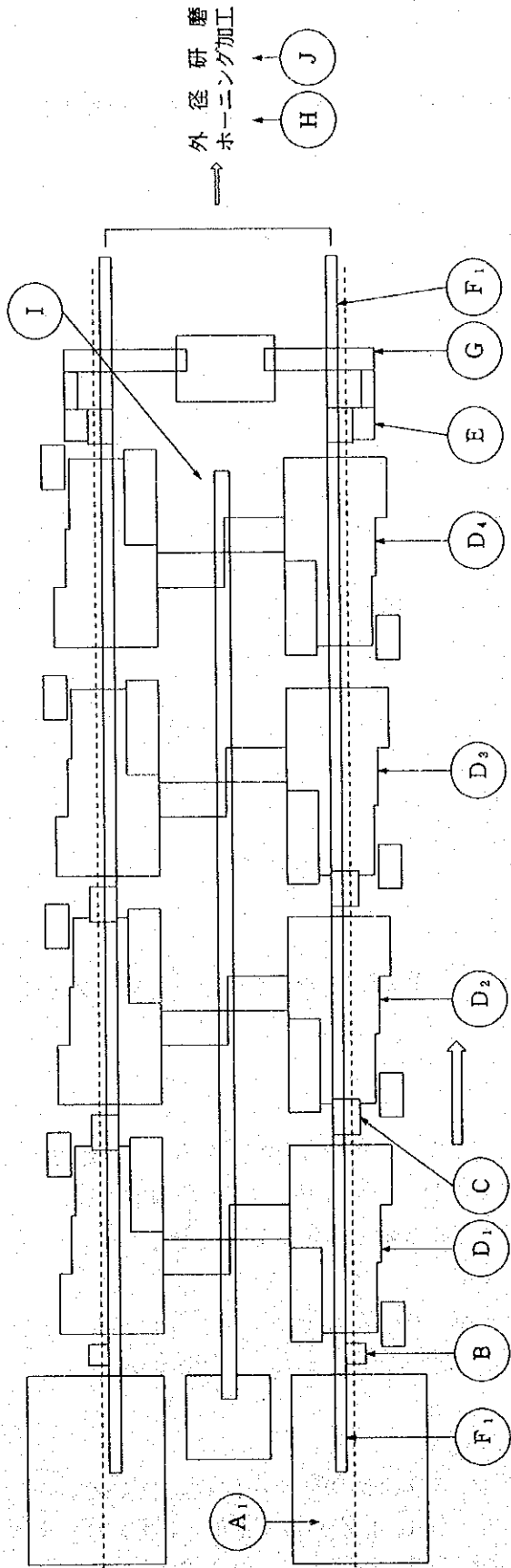
②新しい考え方は、1つの製品の加工工程に合わせたライン造り、1本流しとする

ことで、加工をトータルで見るのではなくて、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加工のみの場合は、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 ・クーラントエアプロロー切替 ・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 ・クーラントエアプロロー切替 	<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5-9 シリンドラライナー自動加工ライン (加工4案)

5.4.4. 表面処理

参考資料14～16に示すように、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。

前述の様に、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. クロマードライナーおよびシリカードライナーの調査・研究を進めておくのが得策ではないかと考える。

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、一度打ち合わせすることを勧める。

上海帕卡有限公司

上海市嘉定区南翔埃濾宜道西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14に詳述した。

5. 5. 生産管理の近代化計画

5. 5. 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。

今後の生産のシステム化に伴い、生産から出荷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るとは思えない。

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。

5. 5. 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止むを得ないとしても、溶解や鑄造の大もとに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、当工場で使用されるリターン材のほとんどが、社内で発生する削り屑と不良品で成分が一定であるため、次の点が見過ごされやすい。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もの、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。

5.5.3. 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、作業が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。

5.5.4. 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、シリンダー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

まず、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。

5. 5. 5. 工程管理

詳細に付いては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。

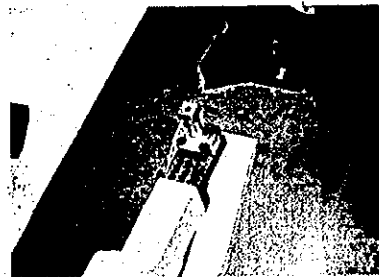
さらに、上流側（機械加工から見れば鋳造、鋳造から見れば溶解など）は、常に下流側の無駄な作業を増やし、貴重な時間をロスしないように配慮すること。さらには、次の工程への橋渡しを迅速且つ確実に行えるよう、帳票にも工場内の作業計画表にも、秒刻みのタイムスケジュールを記す位でなければならない。

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。

5. 5. 6. 品質管理（検査を含む）

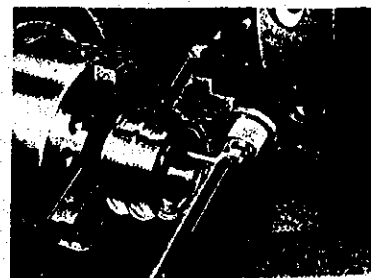
量産加工で品質をどのようにして保持するかが問題となる。品質は生産工程の中で作り込まれる。この考え方を具体化するのに旋削加工では次の方法がある。

a : 機内計測による工具補正この法は機械に取付けられた計測器（一般にタッチセッター方式が多い）によって切削工具の摩耗をチェックし、工具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ものがあるが、熱や切粉の影響を受け易く、採用には十分な検討を要する。写真5-1 にこの工具刃先のタッチセッターと被加工物の計測器を示す。



タッチセッター

b : 機外計測による品質保持
機外計測は旋削加工ラインの項で記したが、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、測定技術の習得が必要である。



ワーク計測

写真5-1 工具刃先のタッチセッターと加工物の計測器

c : 巡回抜取り検査

機内計測でも、機外計測による方法も共に工具摩耗が正常に進行したものとされている。しかし加工では何時、どのような不良が発生するかは予測困難である。また工具の摩耗だけで工具の破損を予測することも難しい。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

製品の品質は加工工程で作り込まれ、保持されるが工程の最終（製品の完成）において、品質の保証がなされなくてはならない。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
- ・鏜裏面
- ・粗さ

が問題となる。図5-10のような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。

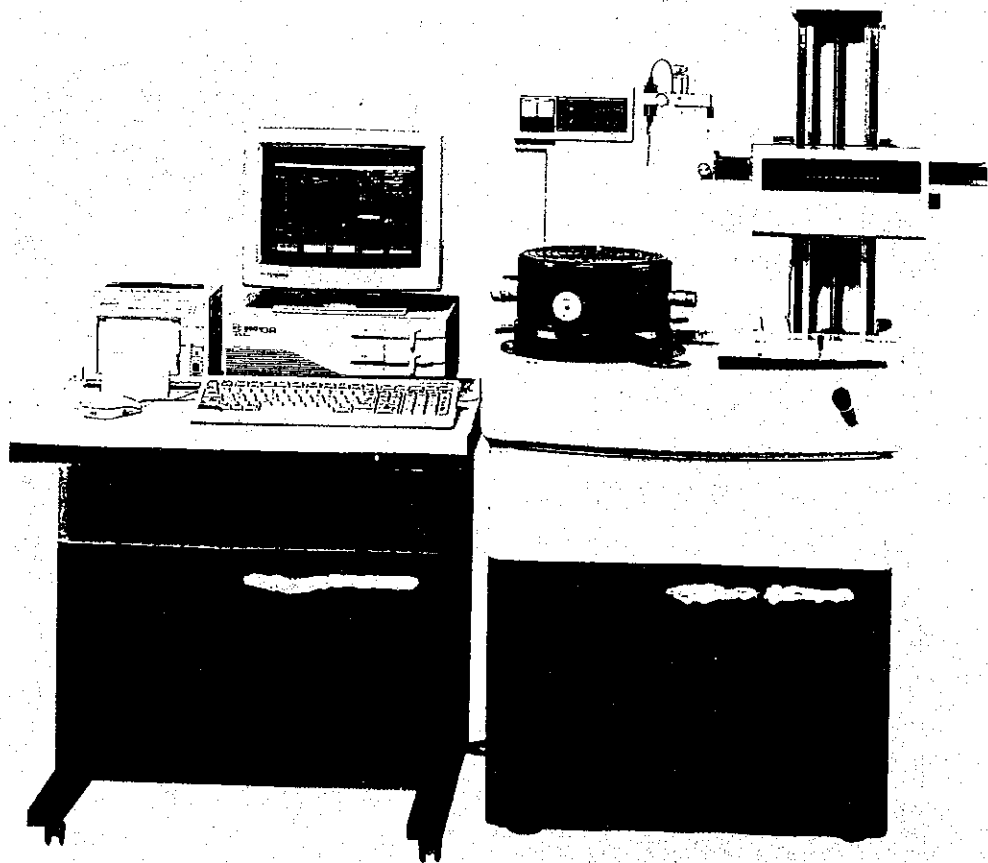


図5-10 計測器の設置例

しかし高価な計測器を現場に設置するには問題が多くある。現場では「生産工程の現状と問題点」の記したJISにおける鏝部の振れと内外径の偏肉計測の標準を参考とし、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。このためには、

- a. 高精度の検査用定盤（石定盤の設置）
- b. 高精度のVブロック
- c. ハイトゲージ
- d. テコ式ダイヤルゲージおよびダイヤルゲージ
- e. ブロックゲージ

が必要である。またVブロック・ハイトゲージを組み合わせた治具も有効となる。

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。

5.5.7. 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。

5.5.8. 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。

5. 6 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。

当工場の生産計画、本近代化のための予算の申請・認可の時期等もあるので、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、それぞれの設備等実施項目を表5-9のように整理した。

また、設備能力のまとめは表5-10のようになる。

表5-9 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熱風炉式キュボラを一基新設する。 △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キュボラを増設し、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、二重溶解の効率を上げる。	○1999年にはライナー400万本を目指して、溶解量も増大するので6t炉をオーバーhaulし、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、ターナル式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。 △汎用砂型遠心のテストも行う。	○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。 ○ODISA生型造型1ライン(砂処理、ショットラスト含)を新設、95型の試作を実施、軌道に乗せる。	○ODISA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5-10 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(船)	340 +3(船)
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	キュポラ付帯設備 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 x 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 船用" 生造型機 含砂処理機 ・ショットワス機	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x27台 加工3案x27台 (計47台新設) 精密計測器新設	加工2案x47台 加工3案x47台 (計127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) 船: 船用、鑄: 鑄造、機: 機械加工、既: 既設、改: 改造、新: 新設、廃: 既設備廃止

6. 近代化計画のための設備積算

6. 近代化計画のための設備積算

6.1. 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を完了する。それらの設備費用は表6-1 に示すように、合計で約1億3000万円を見込んでいる。

表6-1 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 (賸:1~5)	二基 一式	130,153	—	(日) 91,468	(日) 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6-2 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”案より斬新的であるので、ここでは“鑄造1案”を提案する。

表6-2 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. 昇降機改造	—	110	40	4,400 (40台)				
	2. 天井式	—	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
鑄造1案	5. 生型造型機(DISA-2110)	59,000	—	2		59,000 (17台)	59,000 (17台)		
	6. 同形処理装置	55,000	11,000 (製缸分)	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 (17台)		
	6. 同形処理装置	55,000	11,000 (製缸分)	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(平入BMD)	400,000	—	1			400,000 (17台)		
	6. 同形処理装置	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(生型設備材)	—	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
	ショットプラスト	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	

6.2. 投資効果

1) 算定的前提条件

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、6.1.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: 万元)
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 casting 中子分	0	60	+ 60
人件費増		200人×0.5 万元	+ 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			4600万元

従って、2000年以降の利益 = $14400 - 4600 - (7200 - 500) = 3100$ 万元/年

円換算で、 3100 万元 \times 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3000万元（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。

6.3. 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6-6)

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%程度なので、全ての資金（10億円）を借入れるとして、 1090 万元/年が金利負担となる。[100000 万円 \div 11 \times 0.12 = 1090 万元]

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 万元/年が減価償却費となる。[($40 \div 10 + 38 \div 12 + 20 \div 45$) \div 11 = 690 万元]

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6-3と表6-4にまとめた。

表6-3 加工2案、加工3案設備積算表

装置名	台数	日本製(千円)	中国製(千円)	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)研磨ライナー	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6-4 加工4案設備積算表

装置名	台数	日本製(千円)	中国製(千円)	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)ライナー	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6-5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6-5 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 1億4530万円	3億2600万円
機械加工設備積算総額	3億5500万円 加工2と3案のミックス	1億7800万円 加工2案のみ(中国製)	20億3700万円 加工4案
各工程設備積算合計	8億1000万円	4億5000万円	24億9100万円
各モデルの特徴	4102のような薄肉高精度ライナー製造には、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ターケット用ライナーを対象とする場合、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

表6-6 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	キューボラ設備新設 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	←→					
	既存キューボラの撤去 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			←→	←→		
	船用遠心鑄造機				(準備)	←→	
	DISA2110(174用)				←→	(準備)	
	DISA2110(274用)					←→	
	同砂処理装置新設				←→		
	建物(船用)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274)	←→		
	加工2・3案新設(2次)					(各474)	
	機械加工工場建設		←→				
精密計測器導入				(一台)	←→		

7. 結 論 と 勧 告

7. 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。

7.1. 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、日本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きている。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。

7.2. 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は半減できる。それらを一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な態勢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。

7.3. 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、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ラインづつ新設する（第二段階）
- ③加工2案と加工3案を4ラインづつ増設する（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、将来の動向により、もっと安価な形で実施することを検討すると良い。

尚、鑄造工程の改革により、ショットプラストを設置し、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）は廃止したい。

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。

7.4. まとめ

以上をまとめると表7-1 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7-1 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		・現状見直しと改善	・基礎・基盤造り	・新技術・設備導入 ・生産の増大	・新技術の活用 ・本格生産体制	・生産拡大 ・新技術開発
生 産 工 程 ・ 設 備	溶 解	・4tキューボラ2基 ・電弧炉2基 操業	・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	・6tキューボラ1基増設 (1週間操業) ・5t低周波炉新設	・キューボラ溶解量8tにアップ (長時間操業) ・電弧炉の廃止	
	鑄 造	・単一遠心鑄造10機	・現鑄造機改造 ・タンケル式2台設置 ・長尺遠心鑄造機式作 ・船用形砂型試作・改造	・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) ・ショットファスト1台設置	・船用付生産拡大 ・生型造型ライン増設 ・ショットファスト1台増設 ・粗加工工程廃止	
	設 備	・小型ショットファスト2機 ・粗加工工程				
機械加工			・当面の対策実施 ・加工1案の実施	・加工2・3案の実施 (各2ライン新設)	・加工2・3案の実施 (各4ライン増設)	
生産管理			・当面の対策実行 (M、A、B、S、Rの 軽減、意識改革等) ・QC活動の推進 ・管理体制の改善	・新規設備運云・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	・総合生産保全体制 ・総合設備保全の確立	
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%	
	材料利用率	30%	33%	36%	40%	
投資額			102,200千円	392,000千円	305,900千円	