



中華人民共和国工場

(山東トラクター) 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. 16

# 中華人民共和国工場 (山東トラクター) 近代化計画調査報告書

1996年10月

1996年10月

財団法人 素形材センター  
神鋼リサーチ株式会社

JICA LIBRARY



J 1132635 (2)

鉦調工
CR (3)
96-127

国際協力



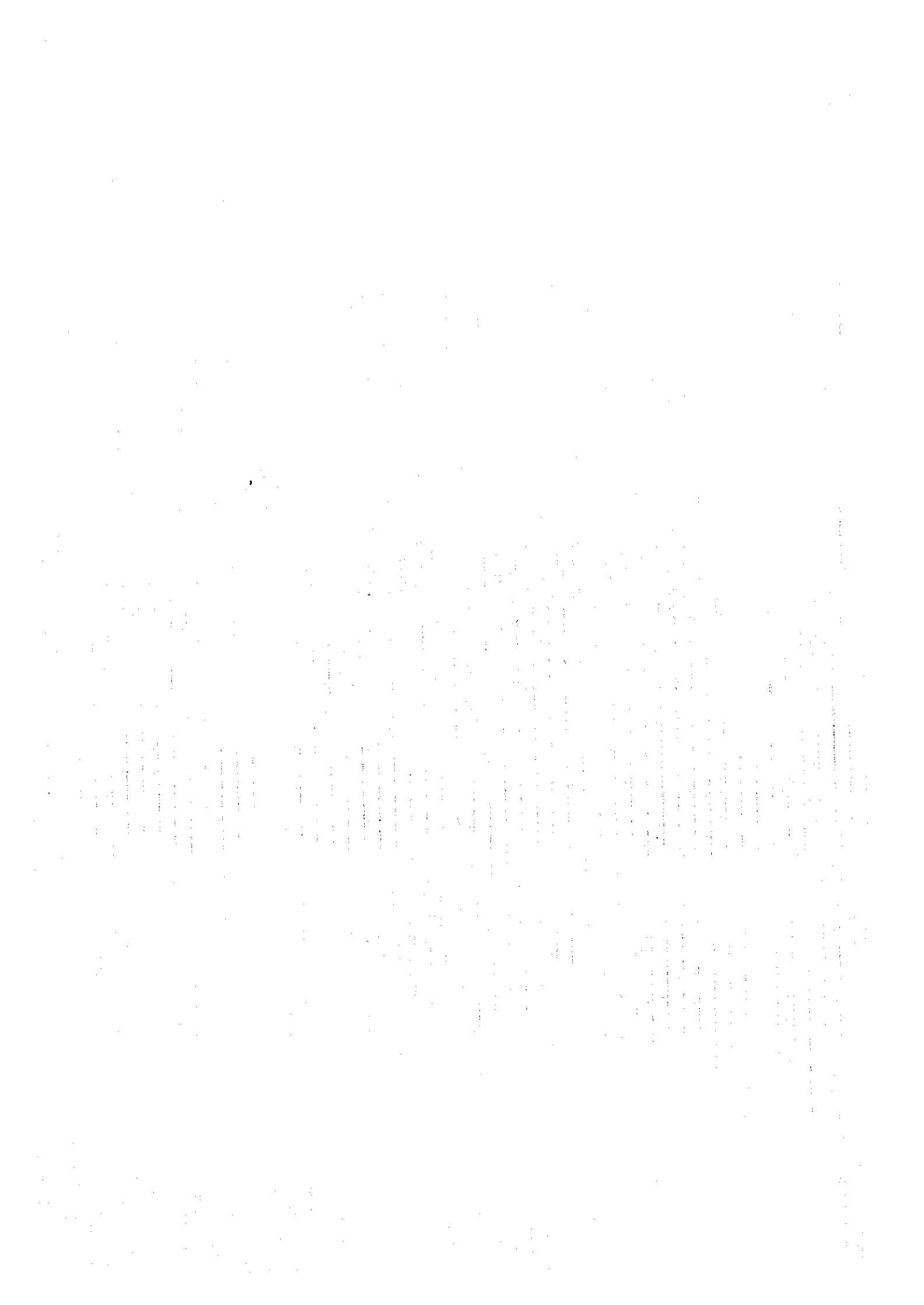
105

63.7

MPI

LIBRARY







1132635 (2)

## 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（山東トラクター）近代化計画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8年1月から平成8年9月までの間、3回にわたり、財団法人素形材センターの田村啓治氏を団長とし、同社および神鋼リサーチ株式会社の団員から構成され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関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、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、本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8年10月

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎

藤田公郎

---

1996年10月

国際協力事業団  
総裁 藤田公郎殿

## 伝 達 状

中華人民共和国工場（山東トラクター）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、山東トラクター工場の生産工程、生産管理の改善、近代化計画を提案したものであります。

本報告書は本年9月山東トラクター工場において最終報告書（案）を現地で説明した際の結果も包含しております。

本計画調査は第一次現地調査において本工場の概要を調査すると共に、重点目標として鋳造、機械加工、管理の近代化を取り上げ、その問題と近代化の目標についてお互いに確認いたしました。その結果に基づいて、国内調査を行い第二次現地調査で問題点を各項目毎について詳細に検討し、その後の国内調査によってその対策と近代化計画を作成しました。

その内容は3段階に分け、42項目に渡る改善項目の提案と近代化の設備改善計画から成るもので、第3段階では21世紀の経済情勢の変化にも対応できる内容で、計画完了時には充分国際レベルに到達できることを目標としました。

また、第二次調査では同時に技術セミナーを行って、技術移転も行いました。

本対象工場がこの近代化計画を基本にし、技術と管理の改善を進め、人材育成を計りながら、当初の目標を一日も早く達成することを確信しております。

尚、本調査の実施においては、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、山東省、兗州市の関係者及び現地調査にご協力頂いた山東トラクター工場各位に厚く御礼申し上げます。次第です。

国際協力事業団

中華人民共和国工場（山東トラクター）

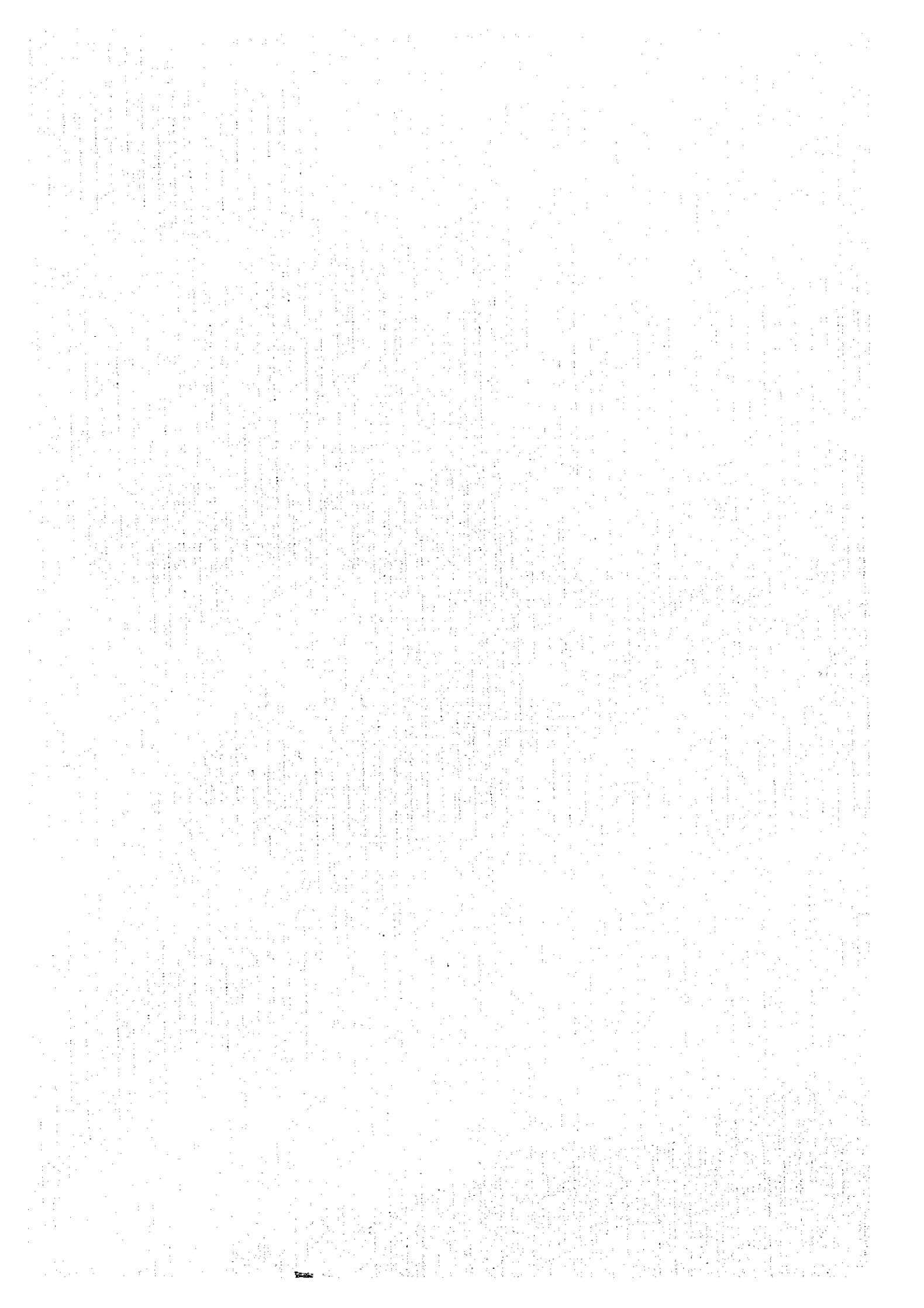
近代化計画調査

団長 財団法人 素形材センター

田 村 啓 治



# 要 約





## 要 約 目 次

第1章 本件調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査の対象工場と製品	1
第2章 調査対象工場の概要	2
2-1 工場概要	2
2-2 製品	3
2-3 環境	6
第3章 工場近代化の目標	7
第4章 生産工程の現状と問題点	9
4-1 鑄造	9
4-1-1 鑄造分工場の概要	9
4-1-2 鑄造工程の現状と問題点	9
4-2 機械加工	14
4-2-1 大件車間の概要	14
4-2-2 大件車間の現状と問題点	18
第5章 生産管理の現状と問題点	25
5-1 管理技術の現状と問題点	25
5-1-1 財務・原価管理	25
5-1-2 設備管理	25
5-1-3 製品開発	25
5-2 工程管理の現状と問題点	25
5-2-1 生産計画・進捗管理	25
5-2-2 仕掛在庫管理	26
5-3 品質管理の現状と問題点	27
5-3-1 規格・標準管理	27
5-3-2 品質検査	27
5-3-3 アフターサービス	28

5-4	工場管理の相互診断	28
5-4-1	第2 鋳造工場の診断結果	28
5-4-2	大件車間と新産品車間の診断結果	29
第6章	対象工場近代化計画	32
6-1	近代化計画の基本的な考え方	32
6-2	生産工程（鋳造）の近代化計画	33
6-2-1	基本的な考え方	33
6-2-2	第2 鋳造車間の改善	34
6-2-3	中子製作の改善	34
6-2-4	後処理の改善	35
6-2-5	鋳造不良対策	37
6-2-6	砂処理・鋳物砂管理の改善	38
6-2-7	溶解・炉前管理	39
6-2-8	第3 段階	41
6-3	生産工程（機械加工）の近代化計画	42
6-3-1	基本的な考え方	42
6-3-2	当面着手し得る改善	44
6-3-3	新技術・新設備の導入	46
6-3-4	近代化工場の実現	47
6-3-5	機械加工ラインのケース・スタディ	48
6-3-6	機械加工を容易にする鋳造品の精度管理	53
6-4	品質管理の推進	55
6-4-1	品質管理の推進の概要	55
6-4-2	工程管理の進め方	56
6-5	近代化計画のまとめ	58
第7章	設備積算	62
7-1	設備積算	62
7-2	近代化スケジュール	63
7-3	投資効果	64
第8章	結論と勧告	66

## 第1章 本件調査の概要

本件は、日本国際協力事業団の指示により、中国工場近代化計画調査を山東トラクタ廠において実施した。

### 1-1 調査の背景

- (1) 中華人民共和国は、1979年以來「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、新しい社会主義経済体制の基での経済開発のため、工業の活性化に取り組むとともに、1982年の党六会で西暦2000年までに農工業生産を1980年の4倍に拡大するとの目標を発表した。
- (2) さらに同国政府は、この目標達成の一環として投資効果の高い既存工場の近代化を図ることとし、わが国に対しても協力を要請してきた。これを受けて国際協力事業団（以下「事業団」という）は1981年度から1994年度にかけて96の既存工場の近代化計画調査に協力してきた。
- (3) 本件調査は上記近代化計画調査事業の一環として、本年度同政府より要請のあった山東トラクタ工場（以下山東トラクタ廠）に対し近代化計画調査を実施するものであり、1995年9月に予備調査団を派遣し、11月に本調査実施に関する実施細則(s/w)署名を行った。

### 1-2 調査の目的

山東トラクタ廠において工場調査及び調査結果の分析に基づき、既存設備の有効利用に重点を置いた生産能力・生産技術及び生産管理の改善、向上に関する近代化計画を提案することを目的とする。

また調査実施中「工場」のカウンターパートに対し、これらに係る改善手法など技術移転を行う。

### 1-3 調査の対象工場と製品

- (1) 対象工場：山東トラクタ廠
- (2) 対象製品：トラクタの大型部品（トランスミッション、ギヤボックス等）

## 第2章 調査対象工場の概要

### 2-1 工場概要

山東トラクタ廠は、山東省都・済南市より南へ約120km、曲阜市の西隣に位置する兗州市にあり、25～30馬力の中型トラクタとディーゼルエンジンを生産する企業である。同工場は1960年に設立され、1995年現在、従業員数5,490人、敷地面積は77万㎡である。

当工場は機械工業部所管の工場で、省市区の管轄は山東省機械庁、地方市局では済寧市機械局に属している。1987年と1990年に国家機械委員会と機械工業部から中核工場に、1988年には国家経済貿易委員会など5部門より大二企業に認定された。また同年国家二級企業と国家省エネ二級企業に認定され、1994年には輸出自主権が認められている。

対象工場の一般概況は表2-1のとおりである。

表2-1 対象工場の一般概況

NO.	項目	単位	1994年	1995年	1996年	2000年
1	全社敷地面積	㎡	769,300	773,566		
	その内工場用地	㎡	399,000	399,000		
2	全社建築面積	㎡	320,300	320,300		
	その内工場建屋面積	㎡	164,700	164,700		
3	全社主要設備	台	1,458	1,516		
	その内金属切削	台	984	1,000		
	鍛造プレス	台	69	70		
4	全社従業員数	人	5,267	5,490		
	その内各種専門技術者	人	1,027	1,028		
	生産労働者	人	3,332	3,489		
5	固定資産原価	万元	12,459	17,029		
6	固定資産評価額	万元	5,324	9,331		
7	流動資金	万元		22,000		
8	工業総生産額(90年普遍価格)	万元	20,636	29,053		
9	販売収入	万元	21,000	37,113	1995年の2.7倍目標	
10	利潤+利税総額	万元	228.8	1,504		
	その内利潤総額	万元	2,823	1,436.9		
11	輸出版売額	万元	152.3	2,498		
12	主要製品生産量	台				
	その内中型トラクタ	台	10,305	14,500	17,000	25,000
	小型トラクタ	台	4,677	8,208	13-15000	15,000
	外販ディーゼルエンジン	台	5,597	6,536	25,000	30,000
13	主要製品販売量	台				
	その内中型トラクタ	台	10,287	15,754		
	小型トラクタ	台	4,636	7,896		
	外販ディーゼルエンジン	台	5,634	7,370		

注：1996、2000年は計画値。

(出所：山東トラクタ廠)

この工場の経営、組織は本文で述べているとおり、確立されている。

## 2-2 製品

### (1) 対象工場の主要製品

対象工場の主要製品は、25～30馬力の中型トラクタとディーゼルエンジンであり、3系列30品種の製品を生産している。このほかにもローダー、フォークリフト、自動車用エンジン、石材加工機などを開発・生産を行っている。対象工場が生産している主要製品機種と生産量を表2-2に、主力製品の仕様を表2-3に示す。また主要製品等の外観を写真2-1に示す。

表2-2 対象工場の主要製品機種と生産量

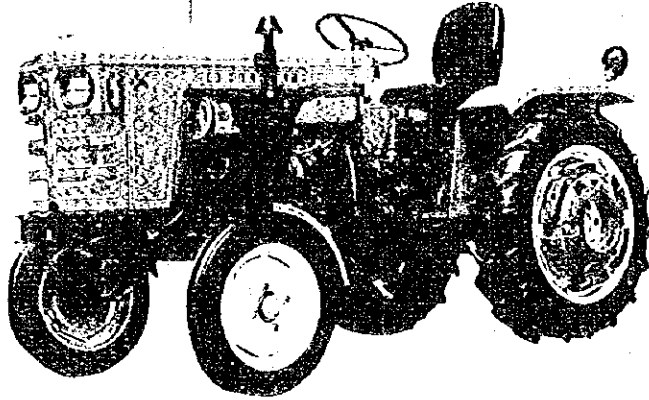
品種名	機種名	1993年実績	1994年実績	1995年実績	搭載エンジン
小型トラクタ	TS12	3,173	4,590	8,208	195
	TS180	40	87	0	287
中型トラクタ	TS25Y	938	2,564	2,931	295T
	TS25K	1,954	3,990	6,032	295T
	TS254	169	316	358	295T
	TS300A	1,793	2,917	4,717	SD2100
	TS304A	88	518	462	SD2100
ローダー	ZL-50	—	15	32	WD615
フォークリフト	CPC30, CPCD30	—	—	0	485G-2
エンジン	IS1100	—	—	0	
	295T, 295GA	535		659	
	2100T, 2100GA	944		2,071	
	287	81		29	
新製品		—	—		

表2-3 主力トラクタ製品の仕様と日本のトラクタ製品との参考比較

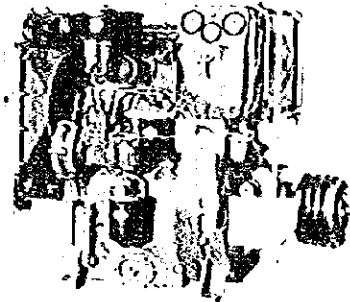
	TS12 (小型トラクタ)	TS25K (中型トラクタ)	TS254 (中型トラクタ)	TS300A (中型トラクタ)	TS304A (中型トラクタ)	日本製トラクタ (参考)	
駆動方式	2WD	2WD	4WD	2WD	4WD	4WD	
馬力 (PS)	12		25		30	26	
機体寸法	全長(mm)	2,390	3,090	3,060	3,090	3,090	3,050
	全幅(mm)	1,160	1,340	1,450	1,450	1,435	1,350
	全高(mm)	1,240	1,940	1,510	1,960	1,510	1,965
	軸距(mm)	1,400	1,700	1,740	1,700	1,740	1,645
単体装備重量(kg)	785	1,210	1,400	1,260	1,450	1,180	
エンジン	名称	195	295T		2100T	D1503-LL-N	
	型式	水冷4サイクル気筒立形ディーゼルエンジン					水冷4サイクル 3気筒立形D
	総排気量(cc)	1,070	1,630	1,630	1,800	1,800	1,499
	出力/rpm	11/2200	17.6/2000	17.6/2000	22/2200	22/2200	26/2600
	使用燃料	ディーゼル軽油					ディーゼル軽油
始動方式	手動式	モーター式				モーター式	
タイヤ (前輪)	4-12	4-16	6-16	5-15	6-16	7-16	
タイヤ (後輪)	7.5-16	9.5-24	9.5-24	11.2-24	11.2-24	11.2-24	
変速段数	前6,後1	前8,後2	前8,後2	前8,後2	前8,後2	前16,後16	
価格 (元/台)	9,200	20,000		22,800		153,850	

注：日本製トラクタの価格は、人民元に換算した。(1元=13円)

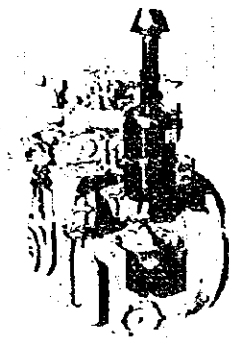
写真 2-1 主要製品の外観



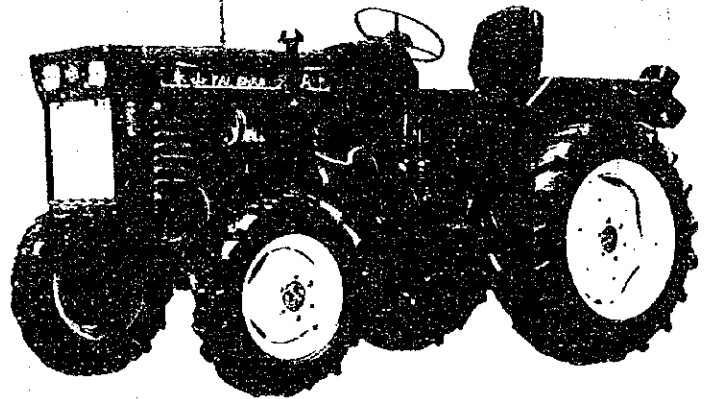
TS-25 OECD NO.1240



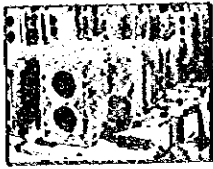
295GA 型ディーゼルエンジン



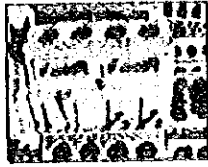
2100T 型ディーゼルエンジン



TS-304A.O.E.C.D.NO.1505



295エンジンブロック



480エンジンブロック



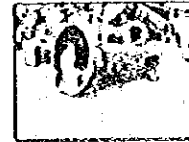
シリンダーヘッド



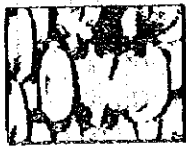
トランスミッションケース



254アクスルハウジング



25Kアクスルハウジング



ファイナルカバー



クランクシャフト



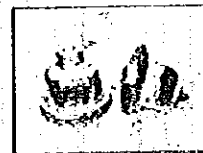
カムシャフト



ファイナルギヤケース



ステアリングギヤケース



デフケース



フレーム

写真2-2 トラクタ主要部品

## (2) 対象工場のトラクタと日本製トラクタとの比較

中国製トラクタは性能、出力、重量、自動化などの点で日本製との差は大きい。現在、農耕用のみではなく、運搬にも多用されてため、機構上にも違いがある。

日本では殆どが4WDであるが、中国では4WDは少なく、ようやく市場化された程度である。但し今後の市場を見ると、中国のトラクタも日本なみの性能を要求される考えられ、エンジンと駆動関係の性能、構造と全体の耐久性については、今後の改良が要望される。

## (3) 国内市場の状況

対象工場の主力製品である中型トラクタ市場は、需要が急増しており、当工場のシェアは60%を確保している。これは同市場での競合企業が2社しかなく、しかも対象工場と比較して、生産規模も小さいことによる。一方、小型トラクタの市場は、競合企業が多いため競争が激しく、利益幅も薄い。

販売については、各省、各地区の農業機械会社と協力して実施している。特に山東省、湖北省、河南省、陝西省、河北省等は販売の重点である。メンテナンス体制は、国内に73人(3~4カ所に1人の割合)を配置し、交換部品等も各地区に在庫を持っている。

中国のユーザーは農家が主体であるが、最近のトラクタ購入者は農耕用だけでなく、運搬、乗用など各方面に活用し、約1年で償却するといわれている。そのため農耕用だけでなく、輸送も行えるトラクタの生産・販売が増加している。

## (4) 海外市場への展開

1977年にタイへ輸出したことをきっかけに、現在まで世界50カ国・地域へ販売している。

1986年には、パキスタン国と共同で年産3,000台のトラクタ組立工場を建設し、中国で初めてのトラクタ生産技術の輸出を行った。同年、輸出拡大貿易を独自に取引できる企業として認定され、1994年には輸出業務の自主運営を認められた。

また1994年に4WDの25、30PSのトラクタを開発し、OECDから品質認可を受けて輸出が以前より容易になった。

年間の輸出台数は約1,000台程度で、主な輸出先は東南アジア、中近東、南米などである。1995年の輸出売上額実績は2,498万円で、今後も輸出量を増加させたい意向である。

## 2-3 環境

中国では環境に対する規則は整備されている。騒音、大気汚染、汚水についての規則等の抜粋は、資料-16(参考資料・111頁)に示す。

しかし、この認定に対しては、基準の採り方がゆるい事と罰則が費用徴収であるので、その実効性にはやや問題があるようである。



### 第3章 工場近代化の目標

山東トラクタ廠における近代化計画は、2000年を目途に中型トラクタを年間25,000台、小型トラクタを15,000台、ディーゼルエンジンを30,000台に増産し、さらに工程機械及び車両用ディーゼルエンジンの生産を行って売上高を1995年の2.7倍にすることを目標としている。表3-1に対象工場の近代化計画の数値目標を示す。

表3-1 近代化計画の売上高目標一覧

	1995年実績	2000年目標	増加率
中型トラクタ	14,500	25,000	約1.7倍
小型トラクタ	8,208	15,000	約1.8倍
ディーゼルエンジン	6,536	30,000	約4.6倍
車両用ディーゼルエンジン	—	(一定量)	(—)
産機類(ローダー、フォークリフト等)	32	(一定量)	(—)
売上高(万元)	37,113	100,000	約2.7倍

しかし、目標を達成するには現在鑄造品の生産能力の不足と不良の多発、また大型部品(鑄造品)の加工能力と精度不良という問題を抱えており、計画を阻害する要因となっている。

そこで対象工場側と協議し、下記の項目を調査診断の重点対象とすることで合意した。

#### (1) 鑄造工程

- 1) 第2鑄造工場の生産能力の早期拡大
- 2) 中子製作の近代化計画
- 3) 後処理工程の改善
- 4) 鑄造品の不良減少、精度の向上

特にエンジンのシリンダーブロックとトランスミッションケースを改善モデルに取り上げ、他製品に拡大する

#### (2) 大型機械加工工程

- 1) 機械加工7ラインの改善、効率化
- 2) 工程の流れの改善と加工精度の向上

#### (3) 生産管理、品質管理などの管理技術の向上による全体の管理レベルアップ

上記の重点目標を達成するために、第4、第5章において生産工程と生産管理の現状と問題点を提起し、第6章で対象工場の近代化目標達成の具体的な指針を示した。

下記は対象工場の問題点と近代化計画の方向を一覧表にまとめたものである。

	問題点	対策	近代化計画の方向
鑄	(1)第2鑄造 造型ライン稼働率低い 中子生産不足  鑄型性質不適當	製造メーカーの点検調整 シェル鑄型の採用 中子一体化 珪砂、ベントナイトの変更 混練砂管理の充実	近代的シェル鑄型の鑄造法  鑄型砂管理手法 (技術移転)
	(2)中子製作 中子組立形状、方法、不適正  中子ガス抜き不十分	一体中子への指向 シェル鑄型採用 主型、中子のガス抜き配慮 丁寧な中子作業 塗型	鑄型砂管理手法  鑄型方案の研究
	(3)後処理 工場内製品山積み シリンダーヘッド・仕上げ 製品砂の焼付残り	ショットブラストの整備 適正なショット作業 鑄物内面の仕上げ 製品の流れ改善	ショットブラストの強化とレイト改善
	(4)鑄造不良 砂欠陥と気孔多し 鑄り多し 材質不安定 球状化不安定	鑄型砂の管理と不良改善 一体中子と中子作業の改善 溶解管理の改善 炉前テストの実施 品質意識の徹底 鑄造作業の細かい改善	品質保証体制の充実 上記各項目と溶解管理の改善
機 械 加 工	(5)工場内環境 照度不足 粉塵多し	明るい場所へ移設 清掃、清潔の維持	新工場計画 防塵装置 切粉処理
	(6)加工ライン 加工能力のアンバランス 老朽化・劣化 搬送 ライン拘束力 ロット管理 刃具の管理	新規設備の導入 機械精度の復元 搬送機の補充 工程管理の確立 ライン内生産管理 刃具の管理	加工ラインはNC旋盤、 MCを含め、トランスファーボット搬送等の検討  ロット管理
	(7)品質精度 計測器管理 粗材精度 品質意識	検査・測定器の管理 中子の改善 品質管理活動の実践	品質意識の徹底  ISO9000に対応する体制
管 理	(8)品質管理 品質意識が徹底しない	統計の活用	品質意識の徹底
	(9)工程管理 仕掛在庫が多い サイクルが長い	ロット管理の実施 パレットの利用 適正な生産計画と仕掛数の 限定	ロット管理による工程管理 コンピュータ利用の生産管理
	(10)鑄造～機械加工	鑄造技術の向上による機械加工の効率向上	素材、加工、組立の一貫した技術管理

## 第4章 生産工程の現状と問題点

### 4-1 鋳造

#### 4-1-1 鋳造分工場の概要

鋳造分工場は、主に第2鋳造車間と鋳鉄車間、球状黒鉛鋳鉄車間で構成され、人員773名、そのうち直接人員667名、技術者28名である。製品は、トラクタ用トランスミッションケーソほかの付属部品をはじめ、ディーゼル機関用のエンジンブロック、シリンダーヘッド、その他の鋳鉄部品および球状黒鉛鋳鉄鋳物部品を生産している。材質別の生産量は、鋳鉄品が1000t/月、球状黒鉛鋳鉄を250t/月生産している。単重は1kg程度のものから最大100kg程度のものを生産している。

#### 4-1-2 鋳造工程の現状と問題点

##### (1) 第2鋳造車間

###### 現 状

- 1)第2鋳造工場は、気沖造型機を導入した最新工場で、計画設備能力は8,000t/年である。
- 2)設備としては、中国製気沖造型機をベースにした半自動鋳造ライン1連と7tキューボラ2基ならびに油中子造型設備を備えている。
- 3)砂処理設備としては、混練機をベースにした基本的な機器構成の簡単なものであるが、造型機に合った鋳物砂が供給されていない現状である。例えば、鋳型硬度を測定した結果では、60~90の範囲で位置によるバラツキが大きいことが判った。
- 4)メインの造型機と搬送・反転・型合わせラインのメーカーが異なり、相互間が半自動で接続されているために同期がうまくとれていない状態で稼働している。
- 5)溶解は、7tキューボラ本体を4tキューボラに縮小しているために溶解温度は低く、適正な溶湯が供給されているようには見えなかった。
- 6)現在の生産量は約200t/月で、造型ライン性能も計画時60型/hが40型/hでしかない。

###### 問題点

- 1)新鋭の気沖造型機は、設計・機構上にも若干の問題があるが、全体の調整は不十分であり、この機会に造型機製造メーカーの点検・確認・整備を受ける必要がある。
- 2)砂処理設備は、造型機に適合した鋳物砂が供給されておらず、基本的な問題として砂処理システムの適正化を図る必要がある。
- 3)中子は油砂を使用しているが、変形したり中子組立て時に合わせ面に隙間ができるなど、寸法変化も生じて鋳物不良の原因となっている。

## (2) 中子造型

### 現状

- 1)中子造型は、すべて油砂が使われて、手作業で造型が行われている。
- 2)焼成後の中子の变形により、合わせ面の研磨は行っているが、中子組立時、合わせ面に隙間ができ、またボルト組立締め付けによって中子が割れている。
- 3)中子は、組立後塗型を行っているが、合わせ面の隙間・段差・欠けなどの手当てが悪く、塗型も十分に処理されないまま造型ラインに供給され、不良欠陥の原因となっている。

### 問題点

- 1)中子造型は、寸法精度が高く、生産効率のよいシェルモールドプロセスまたはコールドボックスプロセスに変更すべきである。
- 2)シェルモールド造型機が2台設置されているが、長期間整備されていない。メーカーによる点検整備を行って早く稼働できるようにする。
- 3)中子はできるだけ一体化し、内部にバリが刺さらないようにする必要がある。特にジャケット中子については、鋳物内部のバリ除去が困難であるので注意を要する。

## (3) 後処理

### 現状

- 1)工程間での仕掛品は、随所に山積みされており、取り扱いもよくない。
- 2)ショットブラストは鋳肌の研掃が十分に施されていない状態である。
- 3)鋳物内面のバリや砂の焼着などは、十分な除去が行われていない。
- 4)この工程は機械化・自動化の行い難い工程であるので、治工具の工夫を検討する必要がある。

### 問題点

- 1)砂落とし後の製品の取り扱いを丁寧にするとともに、山積みされているものは、中間工程搬送用のパレットなどを整備し、ロット管理ができるようにする必要がある。
- 2)仕掛品は、運搬用のバッグまたはパレットなどに整頓して置くようにすべきである。
- 3)ショットブラストは、生産量に対して能力不足である。
- 4)鋳物内面のバリは、きれいに除去しないと後工程の機械加工および製品となった時に品質上、問題となる。バリ除去のための工具を工夫する必要がある。

#### (4) 鑄造不良

##### (a) 鑄物の品質

###### 現 状

- 1) 鑄造品の検査は、清理車間で外観検査を行い、ここで発生した不良品は廃品となって処分される。
- 2) 廃品処理された鑄物は欠陥分析が行われ、分類統計が取られている。
- 3) 第2鑄鉄工場は、不良率が非常に高く、鑄造分工場での不良率は41%、製造時期は異なるが機械工場などからの廃却品を加えると53%になる。
- 4) 次に多いのが球状黒鉛鑄鉄工場で、20%が不良品である。
- 5) 鑄造分工場全体では、場内13%、場外含めて20%となり、この数値は非常に大きい。一般的には、まず5%以内を目標に収めるべきである。

###### 問題点

- 1) データは細かく取られているが、分析が行われておらず、原因の所在が明確になっていないために対策が行われず、不良品の山を作っている。
- 2) 数字だけでは問題点の追求・解明はできないので、蓄積されたデータを基にして、品質管理のQC7つ道具などを活用することにより、層別・分析・原因追究・対策などを行う必要がある。
- 3) 各種の採取されたデータは、層別・分析して、目で見ても判るものにして、原因の追求を行い、対策を実施する必要がある。

##### (b) 砂処理・鑄物砂管理

###### 現 状

- 1) 生型砂用珪砂は、湿態で購入し、自家乾燥している。
- 2) 珪砂はSiO<sub>2</sub>分83%程度で、角丸形の粒形をしており、長石が多く比較的品位が低い。
- 3) ベントナイトは山東省濰坊産で、一般的なものであるが性質は不十分である。
- 4) 鑄物砂の調製は、半自動化設備で行われており、水の添加は、適宜手動である。
- 5) 混練された砂は、定期的（1時間毎）に水分・強度・通気度の計測が行われている。結果は現場に報告されている。

### 問題点

- 1)珪砂は、長石が多く混入しているため、鋳物砂用としては水洗によりこれらを除去する必要がある。
- 2)ベントナイトについては、中国産のものとしては一般的なものであるが、鋳物用として考えた場合、モンモリロナイトが50%と品位が低く、Ca系であり、水分は少なくて済むが、耐熱性が低く、繰り返し使用にはよくない。
- 3)Na系のベントナイトが入手できれば使用するが、又はCa系ベントナイトをNa処理すれば、鋳物砂としては良いものとなる。
- 4)砂試験の結果から見ると、混練された砂の水分量は多すぎる。その結果として、ガス欠陥が多く発生している。
- 5)鋳物砂の試験は行われているが、管理資料として整備されていない。鋳物不良と鋳物砂特性との関連づけをして鋳物砂管理を行う必要がある。

### (c) 溶解・炉前管理

### 現状

- 1)溶解は、各工場に7t（現状は4tで使用）、4t、3tキューボラが設置されており、第2鋳造工場には、地金自動投入装置も設けられている。
- 2)地金の配合は、手動で計量しながらバスケットに投入している。
- 3)材質は地金の配合で決定されており、溶解後一部ではくさび型試験片を採取しているが、その判定は物理試験室において行われている。
- 4)化学成分の分析は、定期的に鋳込みの際に分析試料を採取して、鋳込み後物理化学試験室において分析している。
- 5)出湯時の溶滓除去が十分に行われていないまま、鋳込み場所に送られている。

### 問題点

- 1)溶解された溶湯の品質検査は、炉前での検査がなされておらず、鋳込み後、物理化学試験室で化学成分分析、機械試験と共に行われている。鋳物の品質を製造工程で作り込む品質保証の考え方からすると、大きな問題点である。
- 2)炉前分析には、湿式のC.S分析器が使われており、分析精度は良いが時間がかかる。また鋳鉄の場合は、特に炭素量の定量分析が難しく、炉前管理用としてはC.E.メータを導入したほうがよい。
- 3)当工場のキューボラは溶解の最高溶解温度が1480℃（実測では1420℃）であり、エンジン部品や球状黒鉛鋳鉄用の溶湯としては適切ではない。

4)球状黒鉛鋳鉄用の溶湯として現在のキューボラ溶解では不適當であり、前炉として低周波炉を設置するか、キューボラを改造する必要がある。

#### (d) 鋳造技術その他

##### 現状

- 1)鋳造方案は、湯口、堰、揚がり、押湯、ガス抜き、中子中木などの工夫が不足しており、鋳造欠陥を発生させている。
- 2)特にガス抜きの工夫が不十分である。
- 3)鋳物砂は水分が多く、ガス欠陥を多発している。
- 4)中子を鋳型へのセットは、手作業で多数の中子を一つずつセットするために時間が掛かるうえ、偏芯の原因をつくっている。
- 5)鋳込みに際して、溶湯は、500 kg程度の取鍋から1杓分程度の小鍋に分注して鋳型に注入するために温度が下がる。これを防ぐために、取鍋から直接注入する。
- 6)出湯温度は、全般的に低めである。出湯温度および鋳込み温度は、定期的に確認するべきである。

##### 問題点

- 1)鋳物不良の主因であるガス欠陥対策には、中子からの徹底したガス抜きを考慮して鋳型方案を考えるべきである。また、混練砂の日常管理のレベルを上げる必要がある。
- 2)鋳物砂は、気沖造型機に適合するように基本的に配合・性状を考える必要がある。
- 3)中子は、寸法精度を高めるとともに前工程で組立を行い、一体化された中子を予め作り、型あわせ段階では治具などにより鋳型内にセットできるように工夫する必要がある。
- 4)鋳型への注湯にあたり、取鍋から直接鋳型に注入するようにすべきである。
- 5)日常作業として溶解の作業管理を徹底し、溶解材料の配合、溶解温度の上昇、注湯作業を管理し、同時に炉前管理を行って材質管理を行う必要がある。

## 4-2 機械加工

### 4-2-1 大件車間の概要 (大型機械加工工場)

当車間は中型トラクタの中軸となる大型部品の加工を分担し、生産目標達成のための重点工場である。

- ・総員： 172名
- ・建屋面積： 約6,200㎡
- ・設備機械： 専用、汎用機械 約200台
- ・稼働時間： 一日8時間、一直制
- ・稼働日数： 306日/年

製品別にラインが構成され、その内主要大型部品加工としてトランスミッションケースをはじめとして7ラインがあり、これが今回の調査対象ラインである。

#### (1) 工場レイアウト及び加工ライン

レイアウトは図4-1に示すが、抜粋すると下表のとおりである。

No	現行加工ライン	機械設備	作業員
①	トランスミッション加工ライン	21台	11人
②	ファイナルカバー加工ライン	7台	9人
③	アクスルハウジング加工ライン	11台	9人
④	ファイナルギヤケース加工ライン	11台	10人
⑤	ステアリングギヤケース	7台	4人
⑥	フレーム加工ライン	8台	5人
⑦	デフケース加工ライン	11台	9人

#### (2) ラインの構成

この7つのラインは基本的に次のような構成である。

- 1) 専用機及び一部汎用機により、ライン構成されている。
- 2) 単一製品を専用ラインで流れ生産方式の採用。
- 3) 専用機によるラインで各工程は固定化し効率的ではあるが、反面、柔軟性にかけているため、将来、設計変更が生じた場合、充分な対応ができないことを示している。

(例: 半軸ケースのボルト穴追加加工にラインが対応できず、ボール盤を追加)

##### ①トランスミッションケース

工程数は21あり重量物なので、取り付け、取り外しにはホイストが用いられ、工程間の



搬送はローラーコンベアでつないでいる。第11工程から第16工程までは、トランスファーとなっている。作業は主として2台持ちであるが余裕がある。

#### ②ファイナルカバー（半軸ギヤケース）

丸削りが多いので汎用旋盤が使われている。基準となる端面の加工をする機械の主軸の振れの精度は良好であった。

#### ③アクスルハウジング

専用機と多軸ボール盤で構成され、搬送にローラーコンベアが使われている。もう一步改善すれば自動搬送ができる可能性のあるラインである。

#### ④ファイナルギヤケース

両頭フライス盤が主力で搬送はローラーコンベアである。

#### ⑤ステアリングギヤケース

専用機並びに汎用機を改造し専用機化したもので構成され、他のラインと比べて加工品が軽量なので物の扱いが乱暴である。

#### ⑥フレーム

多頭フライス盤と多軸ボール盤でラインが組まれている。ローラーコンベアが一部で使用されている。

#### ⑦デフケース

ターレット旋盤と汎用旋盤、専用治具を組み込み改造した旋盤、プログラムコントロール式油圧自動盤も1台入っている。油圧式は他のラインでも全て油圧油の温度調節装置がないので、温度変化による油の粘度の差で機械動作に変動をもたらす影響を避け難い。加工精度を維持するために工程数を増やしている。

7ラインの生産能力は15,000台/年で企画されている。従ってファイナルカバーやファイナルギヤケースなど2個/台用いるものは、2倍の生産個数となっている。しかし機械加工時間や時間観測などのデータに基づく精密な工程設計によって計画されたものではない模様で、正確な能力は判然としていない。現時点（1996年2月、3月）では、稼働時間を増やして1,800台/月を生産している。

全体として工程間の生産能力の不均衡もあり、余裕をもって作業が行われている。中間仕掛けも多く、整然とした流れにはなっていない。

不良の摘出は、加工上不都合がでた場合とか目視で判る範囲の形状不良が主になっている。  
1週間分をまとめて、鋳造・加工・品質管理の3部門が立ち会い、責任部署の確認を行っている。材料不良と認定したものは、加工から鋳造への原価の付け替えがなされる。

### (3) 生産計画

分工場生産科から車間主任に伝達されラインに流されるが月に2、3回の変更がある。  
生産実績は社内原価で計算され、当車間の成績が評価される。品質よりも生産数量優先の考え方が強いようである。

トラクタ組立に対して、一貫した有機的な生産管理は極めて緩やかに行われている。

### (4) 設備の状態

老朽化し加工精度維持が出来ない。

環境の改善が必要（照明、粉塵、加工品の管理）

尚、トランスミッションケース加工ラインには、新規設備6台の投入計画がある。

### (5) 生産管理

見込生産、生産目標のみで、進捗管理、現品管理等の生産制御は十分でない。

### (6) 品質管理体制

工程毎の管理体制が不十分で、不良品が次工程にチェックされずに送られる。特に鋳造品の受入検査、重要部品の機械加工精度管理により工場の生産性、ムダの排除と品質の向上が望まれる。

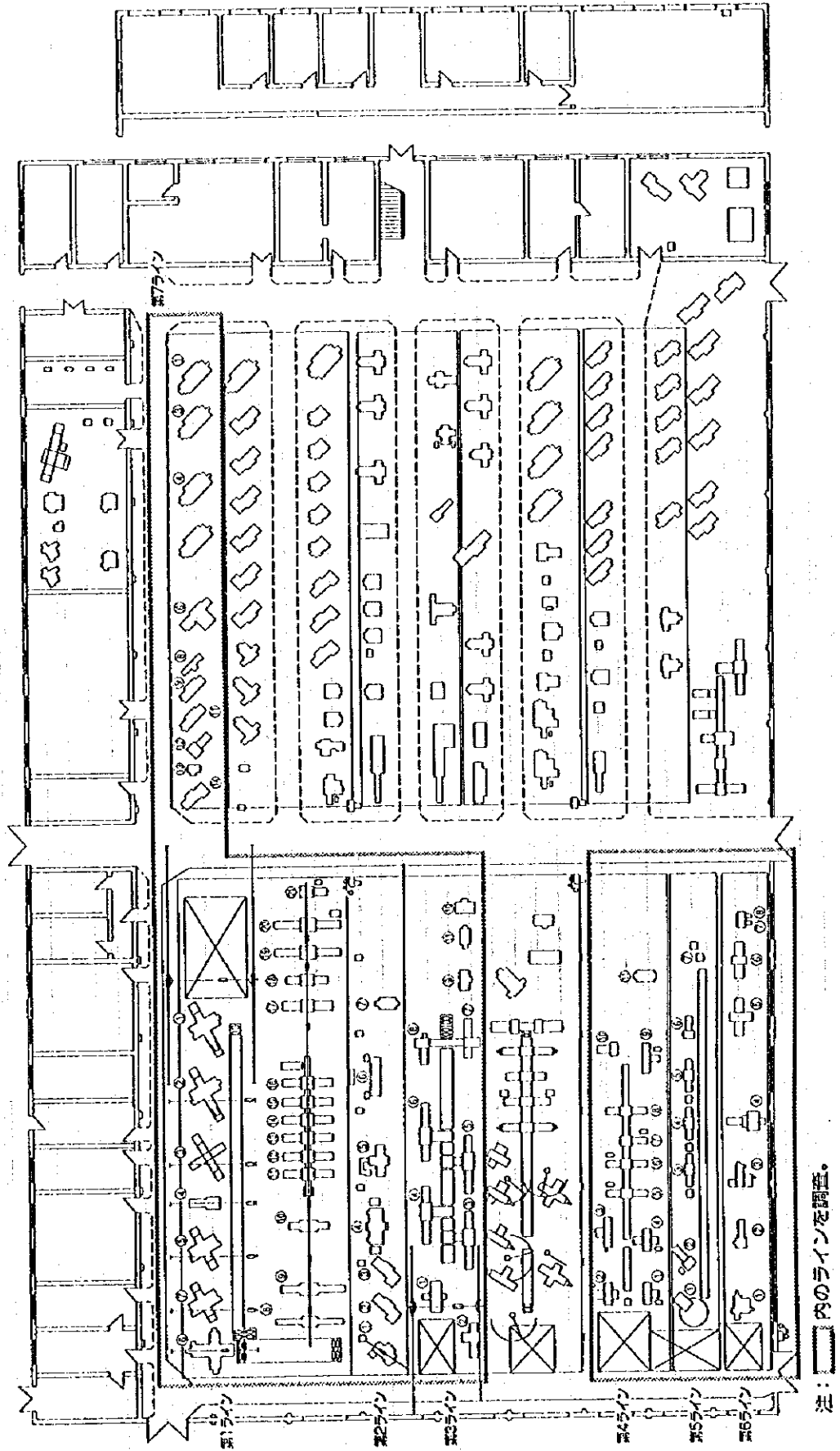


図4-1 大庁中間

## 4-2-2 大伴車間の現状と問題点

### (1) 工場内の環境

#### 現状

- ・工場内は暗く、粉塵も多く、通路は素材でふさがれている。

#### 問題点

##### 1) 照明不足

場内が暗いため加工の計測、目視検査、寸法の調整などに見誤りの機会を多くし、品質保持が不十分となるおそれがある。

##### 2) 粉塵多し

粉塵および切削屑処理に注意が行き届かず、設備の劣化を早め、且つ製品品質に悪影響（例えば取付面の切粉清掃が不十分のため、加工物が正しく定位置に取付けられない恐れもある）を与える。

##### 3) 製品の取扱いが手荒くなっている。

### (2) 加工ライン

#### 現状

##### (生産設備)

- 1) 工程順の配列はよいが、機械が老朽化し設備として不十分である。

##### (工程の管理)

- 2) 指示が図面、文書で行われておらず、中間仕掛りが多い。

##### (刃具の管理)

- 3) ドリル、旋削刃具は各作業者の手研ぎで、相互に他人の研いだものでは満足しない。

(カッター類は工具研磨室で集中研磨を行っている)

- 4) ドリル研磨機はあるが、段取りが複雑なので使用されていない。

#### 問題点

##### (生産設備)

- 1) 第1ラインのネック解消および精度改善に新規設備の導入が進行中であるが、品質保証の最終目的を達成するためには不安定要素が残る。

- 2) 機械の劣化、老朽化に対する再整備、更新の対策が必要である。

- 3) 搬送用の補助具（ホイスト、バランスアーム、ローラーコンベア類）が充分でない。

(工程の管理)

- 4)ラインの拘束力がないために、中間仕掛け品が溢れて土間積みになり、通路をふさぎ、製品に傷をつけ、運搬にも無駄な労力を費やしている。
- 5)ロット管理がなされていないので、製造履歴、品質データ等が不明確である。

(刃具の管理)

- 6)刃具の再生・研磨がフライス用カッターを除いて作業員個人に任されており、その交換時期に規定がなく、適宜行われている。これは品質のバラツキを大きくする要素の一つとなる。

(3) 品質精度

**現 状**

(検査の方法)

- 1)個々の工程では、作業員による自主検査で、管理図や検査項目、度数等の規定はない。
- 2)重要品質特性のうち、現場で測定できるものについては検査員による巡回検査が抜き取りで行われている。
- 3)測定に手間のかかる平行度、直角度等の精密検査は月に1度、ランダムにサンプルを抜き取って測定している。3次元測定器はあるが使われていない。
- 4)精密検査は品質水準の確認が主目的で、規格に外れていても不良品扱いにはしない。
- 5)刃具の交換後の測定は作業員によっている。検査員による測定は不定期である。

(計測器具の管理)

- 6)すべての計測器は計測室で統一して管理している。
- 7)常用の計測器具は省と市の計量行政部門が定期検査を行う。一般的には毎年1回行う。現場で日常使われている器具の校正は3～6ヶ月毎に行っている。

(機械・治具の検査)

- 8)機械及び治具の定期精度検査は一部規定にはある程度である模様だが、実際には行われていない。不具合発生時にチェックするだけである。
- 9)主要な工程の旋盤の主軸の振れを実測した結果は、良好であった。

(粗材の精度)

- 10)粗材の寸法精度、特に基準となる部位に銹バリがあり、また中子のズレなどで不正確である。
- 11)銹バリはまた刃物の切損を起こしている。

(品質意識と不良対策)

- 12)作業員の品質に対する意識が希薄である。事例を次に挙げる。
  - ・良品、不良品を明確にして置かれていない。

- ・粗材を無造作に山積みしている。
- ・加工品を床に放りだしている。(切削面の傷や欠損が生じている)
- ・不良品(不要品)を踏み台や腰掛けなど雑多に利用している。

### 問題点

#### (検査の記録)

- 1)現場における自主検査、巡回検査にはチェックシート等の記録がない。工程の改善や品質向上の対策の計測結果について資料としてデータを残しておくべきである。
- 2)検査、計測器具の校正、検査の回数は行政機関の検査とは別に、使用頻度に応じて自主的に企業内で行うべきである。

#### (機械・治具の点検)

- 3)精度基準による定期点検を行う必要があるが、現在は不具合発生時の対症療法しか実践していないので、不良を未然に防止することは不可能である。

#### (粗材の精度)

- 4)粗材の寸法が不正確且つ鋳バリも大きいので、加工上の不具合および不良の発生の原因となっている。鋳型の精度向上、中子の一体化が望まれる。
- 5)鋳造のロット管理がなされていないので、不良原因の遡及追跡が出来ない。

#### (加工品質について)

- 6)工場幹部が問題視している如く、全般に品質が国家規格を満足していない。
- 7)全体に品質意識および品質管理の知識が浸透していないように思われる。

### (4) トランスミッションケース

加工7ラインの中で、代表的な部品であるトランスミッションケースのラインについて詳細に調査した結果を述べる。

### 現状

- 1)サイクルタイムは測定試料が少ないので正確さを欠いているが、ほぼ傾向はつかめる。表4-1の中で実際のネックはNo.50であり、ここに新規1台を投入する計画が進行中である。
- 2)NO.10工程でワークの取付けの際の基準部位は、両端50φ、80φの穴であるが、形状が悪く、鋳バリもあり、中子は一体ではない。これが次工程以降に影響を及ぼしている。
- 3)80φ、90φ、105φ穴等の加工が同時でなく、取り付け替えを行って別工程に分かれている。
- 4)穴相互の間隔、平行度、垂直度、直角度等の検査はテストバーによる手作業である。

## 問題点

- 1) 鋳物粗材の形状が悪く、位置決めが不正確となり、位置ズレや黒皮残りを出している。
- 2) 仕上げの削り代が大きい。
- 3) 設備の老朽化による軸受や摺動部の磨耗によって精度を落としている。
- 4) 設備の基本的な剛性不足がある。
- 5) 対向2軸あるいは3軸の横型ボーリングマシンを2ステーションに分割し、(NO.190、NO.200) 工程を2つに分けているので、寸法の調整を困難なものとしている。
- 6) 品質管理体制が充分でなく、品質状況のフィードバックが弱体で、精度維持や改善のための素因追求が日常的に行うことができない。
- 7) 加工精度について

今回調査の冒頭の工場幹部の要請の中で、現在の製品は国家規格に合致しておらず、より緩めた暫定規格で製造されているが、なんとか正規の規格内で合格するようにしたいとのことであった。そこで関係者の協力を得て若干の資料を採取することができた。(図など省略：本文参照) これに見られるように、殆どが正規の規格を満していないことが確認できた。

### □各加工精度測定結果

80φ加工精度結果事例 (最大値：80.02 最小値：79.99)

	Aロット		Bロット	
	上 平均	下 平均	上 平均	下 平均
$\sigma_{n-1}$	0.0061	0.00827	0.0042	0.0104
X	80.003	80.005	79.985	80.008
6 $\sigma$	0.0366	0.0496	0.0254	0.0622
CP	0.8195	0.6049	1.1767	0.482

注：表4-2を基に作成。

上の表からみるとCP=0.8195、0.6049、1.1767、0.482で極めて不安定であり、やむなく公差の巾を2倍程度に広げて暫定処置を取っていると考えられる。Bロット上ではCP=1.1767で比較的バラ付きの少ない値を示しているが、表4-2で示されている様に寸法公差より外れている点が明瞭である。

表4-3については、各軸穴の平行度、端面に対する直角度が規格に入っているものと、大きく外れているものがあった安定していない。これもトランスミッションの性能に悪い影響を与えている。平行度は歯車の噛み合いに悪さを与え、直角度は相手取付部と軸との同心度を悪くする。不安定の原因は機械の劣化が挙げられるが、主と

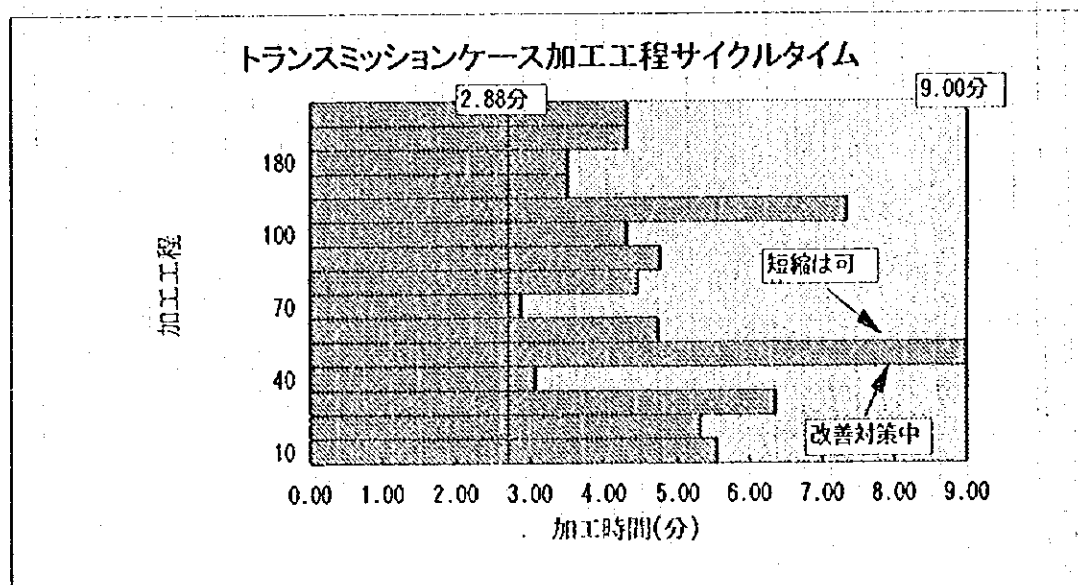
しては工法に問題がある。工程が分割されて取り付け・取り外しが繰り返され、その際に品物の位置にずれが生じるからで、人による作業では避け難い。

従って、1回の取付けで端面や各穴の関連寸法を保証する加工が望ましく、それを可能にする専用機やマシニングセンターの導入が必須となるであろう。



表4-1 トランスミッションケース加工工程

工程		取付・加工時間 分/1ヶ	取付・加工時間 測定時間(分)	加工個数	標準時間 工程(分)
10	C D面荒加工	5.55	5.55	1	11.1
20	両E面の荒加工	5.32	5.32	1	7.4
30	C面の仕上げ加工	6.35	12.70	2	11.84
40	C面の基準穴(2)加工	3.08	3.08	1	5.18
50	E面の仕上げ加工	9.00	9.00	1	14.62
60	A B面荒加工	4.72	4.72	2	14.62
70	A B面・D面の仕上げ加工	2.88	2.88	2	15
80	A B面穴加工	4.47	4.47	1	8.88
90	A B面穴の荒中ぐり加工	4.77	4.77	1	6.66
100	A B面穴タップ加工	4.32	4.32	1	4.44
110	E面穴の荒中ぐり加工	7.33	7.33	1	20.72
120	E面穴加工	0.00	0.00	1	0
130	E面穴の中ぐり仕上げ加工	0.00	0.00	1	0
140	E面穴タップ加工	0.00	0.00	1	0
150	E面内穴荒加工	0.00	0.00	1	0
160	E面内穴仕上げ加工	0.00	0.00	1	0
170	C D面穴加工	3.50	3.50	1	3.7
180	C D面穴タップ加工	3.50	3.50	1	3.7
190	A B面穴の一次仕上げ中ぐり加工	4.32	4.32	1	7.4
200	A B面穴の最終仕上げ中ぐり加工	4.32	4.32	1	14.8
210	リバース軸穴面面取り	0.00		1	3.7
	合計	73.42	79.77		



注：網掛けされている工程120～160の作業は、全て工程110において実施している。

表4-2 トランスミッションケース加工精度測定結果

No	80φ													
	基準		Aロット				8ロット							
	+0.02	80.02	上	平均	下	平均	上	平均	中	平均		平均		
1			79.990	80.010	79.995	80.010	80.020	80.015	79.990	79.970	79.990	80.028	80.010	80.019
2			80.000	80.010	80.005	80.005	80.020	80.013	79.995	79.995	79.990	80.020	80.010	80.015
3			79.990	80.020	80.005	80.020	79.990	80.005	79.990	79.990	79.995	80.015	80.010	80.013
4			79.995	80.010	80.003	80.010	80.010	80.010	79.995	79.990	79.993	80.015	80.000	80.008
5			79.995	80.010	80.003	80.010	80.010	80.010	79.990	79.990	79.995	80.020	80.010	80.015
6			79.990	80.000	79.995	80.005	79.990	79.998	79.995	79.975	79.990	80.015	80.010	80.013
7			79.990	80.010	80.000	80.000	80.020	80.010	79.990	79.990	79.995	80.005	80.000	80.003
8			80.010	80.015	80.013	80.000	79.990	79.990	79.990	79.990	79.995	80.015	80.010	80.013
9			80.015	80.010	80.013	80.000	79.995	79.998	79.995	79.975	79.990	79.995	79.990	79.993
10			80.010	79.990	80.000	80.010	80.015	80.013	79.990	79.995	79.998	79.990	79.995	79.998
平均値			79.9975	80.0065	80.003	80.0070	80.0060	80.006	79.9900	79.9900	79.9960	80.0108	80.0045	80.0077
最大値			80.015	80.020	80.013	80.020	80.020	80.015	79.995	79.990	79.993	80.028	80.010	80.019
最小値			79.990	79.990	79.995	80.000	79.990	79.990	79.995	79.970	79.990	79.990	79.990	79.998
範囲 R			0.025	0.030	0.017	0.020	0.040	0.025	0.010	0.020	0.013	0.048	0.020	0.031
標準偏差			±σ(8.7%)		0.0061		0.0083		0.0042		0.0104		0.0104	
			±1.96σ(95.0%)		0.0120		0.0162		0.0083		0.0203		0.0203	
			±3σ(99.7%)		0.0183		0.0248		0.0127		0.0311		0.0311	
工程能力係数 Cp(基準h)/6σ			0.8195		0.6049		1.1767		0.4617					

表4-3 トランスミッションケース平行度・直角度測定データ

番号				1	2	3
85	L 対 G 平行度	II φ 0.05	⊥	0.025mm	0.085mm	0.00mm
			∥	0.03	0.02	0.13
86	P 対 G 平行度	II φ 0.05G	⊥	0.02	0.05	0.03
			∥	0.11	0.09	0.06
87	P 対 L 平行度	II φ 0.05L	⊥	0.02	0.04	0.03
			∥	0.11	0.09	0.06
88	M 対 k 平行度	II φ 0.05k	⊥	0.03	0.04	-
			∥	0.02	0.03	-
89	一速 R 対 G 平行度	II φ 0.15G	⊥	0.15	0.17	-
			∥	0.19	0.12	0.05
90	二速 R 対 G 平行度	II φ 0.15G	⊥	0.17	0.33	0.20
			∥	0.11	0.08	0.03
91	三, 四速 R 対 G 平行度	II φ 0.15G	⊥	0.12	0.23	0.47
			∥	0.06	0.08	0.09
92	高低速 R 対 L 平行度	II φ 0.15L	⊥	0.23	0.18	0.15
			∥	0.01	0.08	0.10
93	上平面 T 対 G 平行度	II φ 0.15G	∥	0.20	0.11	0.13
95	W 対 L 垂直度	0.03L		0.07	0.05	0.03
96	W 対 L 位置度	⊥ 0.03L		0.08	0.13	0.07

## 第5章 生産管理の現状と問題点

当工場の生産管理の内、特に問題が大きいと思われる工程管理と品質管理については、別項としてまとめて、現状と問題点を整理した。

### 5-1 管理技術の現状と問題点

#### 5-1-1 財務・原価管理

中国の財務管理手法は、1993年に大きく変わって先進国の手法に近づきつつある。今は過渡期であり、当工場の方法も完全ではない。

#### 5-1-2 設備管理

機械の故障率は工場全体で0.6%であり、国の基準の1%以下を満たしている。機械精度低下等による機械更新の必要性は、分工場から申請があれば、総工務師室、財務処、生産処と共同で検討する。

#### 5-1-3 製品開発

新製品の開発においては、技術開発会社が調査、企画して工場長に提案された計画について、総工務室が全体の方案を検討した後に設計任務書を技術開発会社に提出する。試作は技術開発会社が行うが、最終的な性能確認は専門機関を使う。外部機関の活用は、設計は技術開発会社、生産は総工務師が責任を持つ。安全に関しては生産処、環境は設備動力処が担当する。

### 5-2 工程管理の現状と問題点

#### 5-2-1 生産計画・進捗管理

販売会社は、毎年1月～12月分の販売計画を前年度の販売実績に基づき、1月に作成する。これを基に、2月に総工場と契約する。途中での計画変更はあり、生産数量は工場側と毎月調整する。

販売会社との契約に基づいて、生産処は製品の種類別生産台数に関する年度生産計画の作成し、従業員の代表大会で認可を受ける。その後、市場の変化に応じて四半期と月計画を作成する。これらの生産計画に基づき、各分工場は部品等の生産計画を作る。

## 現状

### (1) 工程日数

トラクタの生産工程日数は、工程の長い部品を考えると2~2.5ヶ月である。中型トラクタの歯車部品が最も生産工程が長い。トランスミッションケースの場合は、約1ヶ月間である。

### (2) 生産台数

トラクタの生産台数は、1日当たり60~70台であり、1回当たりの1機種生産ロットサイクルを3日分の200台としている。

### (3) 鋳物部品

鋳物部品の生産計画のロットサイクルは、半月、1ヶ月、更に一部には2ヶ月のものもある。鋳物工場の2直/日の各組は、1種類の鋳物を作り、途中で型替えはない。1回当たりの生産量は200個程度である。中子は、2日分をまとめて製作する。

### (4) 外注

鋳物部品の外注は、小物部品を中心に中型用が約50種類、小型用が約80種類である。外注は機械加工も含めている。

### (5) 機械加工

機械工場の生産は1日60~70台分の部品生産を一つの目安としている。しかし、ミッションケースラインの生産能力は、若干この能力より低いため、対策を行っているが、これでは無理があるので6台の機械の更新を考えている。

## 問題点

- 1) トラクタの生産工程日数が2~2.5ヶ月は長すぎる。
- 2) ロットの個数だけで鋳物工場から受け入れるために、堅い物と柔らかい物のばらつきが大きく、機械加工を難しくしている。ロット管理が必要である。
- 3) 個々の加工部品の履歴は明らかになっていない。特に、鋳物の不良は多いので、効率的な原因分析と改善には加工物個々の履歴管理を必要とする。
- 4) ユーザーニーズの多様化により、今後、トラクタの仕様が多くなるものと思われる。もったときめ細かい管理が必要である。
- 5) 生産量の増加に従って小物の鋳物部品の外注が増えている。外注先の生産工程に立ち入って検査及び技術指導を実施する体制を整える必要がある。

### 5-2-2 仕掛在庫管理

当工場では、製品・仕掛在庫の圧縮の必要性は理解しているが、生産状況が不安定であり、また工程間のバランスもとれていないために対策が採れていない。倉庫在庫、中間仕掛をどの程度持つかは、各分工場に任せているのが現状である。鋳物~機械加工、機械加工工程間

の仕掛りは異常に多い。

## 現 状

### (1) 鋳物在庫

鋳物置場には、トランスミッションケース約1,500個（約1ヶ月分）が常時保管されている。鋳物仕上げ場横の保管場所の野積みから、毎日一定量を加工状況に合わせてトラックで機械工場に運搬する。

### (2) 受渡し

トランスミッションケースは、1回20個を日に4回運搬している。日程の60～70個に対して、80個は不良品と生産変動を見ているためである。機械加工から組立への移動は200個分を1ロットとして3日分をまとめて運搬している。

### (3) 情報機械化

これらの生産工程、在庫管理の効率化のために、コンピュータの活用は進んでおらず、一部の部門にパソコンが導入され始めた程度である。

## 問題点

- 1)仕掛在庫を多く持つことは、設備故障の他工程への影響を少なくすることは出来るが、逆にこれが設備保全の管理を甘くすることにつながり易い。
- 2)仕掛在庫が多いと、加工物が次工程に進む時間的タイムラグが長くなり、生産の前工程における品質異常を発見するタイミングが遅くなって、大量の不良品が発生する可能性が高くなる。
- 3)仕掛り在庫による金利は莫大である。

## 5-3 品質管理の現状と問題点

### 5-3-1 規格・標準管理

トラクタの製品に関しては、国の規格・標準があり、これが変更されるのに対応して工場の規格・標準を変更して、工場での変更を標準局に報告する。最近の約10年間は、国の標準を国際標準に合わせるために変更は多い。

### 5-3-2 品質検査

検取技術標準書は、国のトラクター標準に基づいて、総工程室が作成する。具体的な検査については、分工場が品質工程表／検査指導書、技術開発会社の図面、技術科の技術加工プロセスに基づいて行う。

### 5.3-3 アフターサービス

販売会社には73人のサービスマンが全国に配置されており、1人で3~4ヶ所の農業機械会社をサポートしている。

品質管理は、設計、技術、生産、検査が一体となって取り組むものである。日本には「品質を作り込む」という言葉があるが、品質は生産工程で作るものであることを認識する必要がある。具体的には、設計部門は生産現場の実力を良く知ることが大切であり、検査部門は決められた規格をしっかりと守って生産部門に検査結果を迅速にフィードバックし、生産部門の活性化を支援する、ということが大切である。

山東トラクタ工場の生産部門の活性化には、設備稼働と品質の安定化によって生産見通しを立てやすくし、仕掛在庫を減らして生産工程をスリムにし、加工物には出生を明らかにし、血を通わせて生産ラインが活着していることを感じるような生産管理体制の構築が望まれる。当工場は、かつて日本の品質管理の方式を導入したが現在は形骸化している。これは日本からの直訳であって方法が十分理解されず、品質保証の概念も希薄であったためと思われる。今後、当工場独自の品質保証体制確立への取り組みが望まれる。

### 5.4 工場管理の相互診断

計画、生産、検査、出荷の生産管理の基礎を支えているのは、普段は余り関心が向けられない整理・整頓、表示、段取り等の現場の細かい注意・配慮である。従って、これらの現場状況を関係者も交えてチェック分析すれば、当該工場における生産管理の問題点を抽出できる方法として有力であると考えられる。

従って、本近代化計画における管理技術強化の方向を探るために、第2鋳造工場と大件車間及び新産品車間の機械加工工場を、事前に作成した「工場管理の現状確認相互診断表」を使用して、調査団及び工場管理者双方により診断した。

診断結果を診断対象工場別に、調査団と工場側にそれぞれ分けて管理項目別に集計すると、表5-1のとおりである。

診断評価は工場側5人と調査団側5人で行われが、集計数値は評価した人数の単純集計である。項目によっては評価をしなかった人もあり、両者の合計数字が一致するとは限らない。

#### 5.4-1 第2鋳造工場の診断結果

第2鋳造工場の診断結果を概略整理すると、次のとおりである。

工場側は、品質管理については厳しい見方をしている。生産管理についてはほぼ適正な見方が出来ているが、現品管理、進捗管理などの工程管理については見方が非常に甘いことが分かる。これらの工程管理の甘さが管理サイクルの実施を妨げているために、鋳造品の品質管理を難しくしていることを認識する必要がある。

尚、外注・購買管理に関する工場評価点にばらつきが大きいのは、この分野の管理がこれからであることを意味している。

#### 5-4-2 大車間と新製品車間の診断結果

大車間は、トラクターの大型鋳物部品を7つの専用ラインで量産機械加工している古い工場である。一方、新製品車間は、新製品である工程（建設）機械に使う少量多品種の鋳物部品をマシニングセンターを使用して機械加工している新工場である。（表5-2(1)、(2)参照）

結果を考察すると、工場側の両車間に対する評価は、幾つかの項目で調査団の評価より高い傾向にはあるが、第2鋳造工場の相互評価結果に比較すれば調査団の評価に近い。

一方、新製品車間の新鋭機械を使っても、生産管理、品質管理等の管理方法が改善されなければ工場管理の状態が余り変わらないことを両者とも認識している。

表5-1 第2鋸造工場の相互診断表

チエック項目	評価者		評価点	
	10	8	6	4
整理・整頓	工場側 調査所	3	17	9
現品管理	工場側 調査所	7	14	5
生産管理	工場側 調査所	2	5	6
品質管理	工場側 調査所	1	14	11
進捗管理	工場側 調査所	7	8	4
外注・購買管理	工場側 調査所	1	4	13
設備治工具管理	工場側 調査所	9	10	4
管理サイクル	工場側 調査所	2	1	8
合計	工場側 調査所	4	45	79
	工場側 調査所	0	13	36
				49
				16
				39
				54
				20

評価点：(10) 全体的に良く実施している  
 (8) 実施している  
 (6) まあまあ実施している  
 (4) 一部で実施している  
 (2) 実施している気配はあるが十分ではない

診断日：第2鋸造車間/1996.3.15  
 ; 大件車間及び新産品車間/1996.3.16

表5-2 大件車間と新産品車間の総合診断結果表

(1)大件車間

チエック項目	評価者		評価点	
	10	8	6	4
整理・整頓	工場側 調査所	3	19	9
現品管理	工場側 調査所	2	6	9
生産管理	工場側 調査所	7	9	12
品質管理	工場側 調査所	3	4	5
進捗管理	工場側 調査所	1	2	3
外注・購買管理	工場側 調査所	3	5	9
設備治工具管理	工場側 調査所	2	8	5
管理サイクル	工場側 調査所	1	1	2
合計	工場側 調査所	0	15	40
	工場側 調査所	0	8	20
				79
				58
				102
				28

(2)新産品車間

チエック項目	評価者		評価点	
	10	8	6	4
整理・整頓	工場側 調査所	9	12	11
現品管理	工場側 調査所	5	12	7
生産管理	工場側 調査所	6	10	16
品質管理	工場側 調査所	6	3	7
進捗管理	工場側 調査所	4	7	10
外注・購買管理	工場側 調査所	3	2	6
設備治工具管理	工場側 調査所	5	5	8
管理サイクル	工場側 調査所	1	4	5
合計	工場側 調査所	0	38	52
	工場側 調査所	0	21	32
				66
				43
				79
				28



表 5-3 工場管理の現状確認相互診断表

評価	評価項目	評価点					評価基準 (10点)	手段・方法
		10	8	6	4	2		
整	1. 通路と作業場、仕掛品置き場が明確となっているか						・黄線区分	
	2. 部品箱は整理整頓しているか						・禁止の取付決定 ・置き場所明示 (影絵・表示)	
	3. 作業台に余分な部品、工具がないか						・黄線区分 ・黄線区画	
整	4. 作業場に部品、工具が落ちていないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	5. スレット置き場の整理、平行的掃出し						・黄線区分 ・黄線区画	
	6. 機材、作業台、部品の整理						・黄線区分 ・黄線区画	
現	7. 箱、部品等の整理整頓						・黄線区分 ・黄線区画	
	1. 材料、部品、仕掛品、製品がどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	2. 材料、部品、仕掛品、製品がどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
品	3. 30センチメートル、メートル、メートルがどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	4. 異常品の取付位置がどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	5. 作業台がどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
管	6. 加工用)がどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	1. 標準時間×空転率で日々配量しているか						・黄線区分 ・黄線区画	
	2. 日々の配量、分母が把握できているか						・黄線区分 ・黄線区画	
生	3. 不良発生時の返元力(回復力)が強い						・黄線区分 ・黄線区画	
	4. 30センチメートルがどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	5. 異常品が出たらインパルスがどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
管	6. 自動機のパラメータはインパルスでどこにあり、どこにないか						・黄線区分 ・黄線区画	
	7. QCサークル活動の時間を計画的に考えられているか						・黄線区分 ・黄線区画	
	8. 加工台別の能力・生産実績が明確になっているか						・黄線区分 ・黄線区画	
理	9. 段取り時間が整理されているか(ワーク別)						・黄線区分 ・黄線区画	

注：P.D.C.A. Plan, Do, Check, Action(計画し、ほし、確認して、実行する)

職場名：

実施時期：1996年3月15日 担当者：

評価項目	評価点					評価基準 (10点)	手段・方法
	10	8	6	4	2		
品	1. 部品の保証品(無検査品)作率が40%以上か						・保証表示 ・70%設置
	2. 昨日の不良状況が分かるようになっているか(受入れ検査、70%検査)						・70%検査 ・70%検査
	3. 前日までの不良状況が分かるようになっているか(受入れ検査、70%検査)						・不良表示 ・不良表示 ・不良表示
	4. 70%検査の不良が分かるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	5. 工程能力(Cp)をつかんでいるか(管理)が分かるか						・不良表示 ・不良表示
	6. 計測の目的は達成できているか						・不良表示 ・不良表示
管	1. 通りすぎの基準が明確になっているか						・不良表示 ・不良表示
	2. 計測するものが明確になっているか						・不良表示 ・不良表示
	3. 加工順序が分かるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	4. 明日の計画が前日の夕方に分かるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	5. 作業指示に対して前工程、検査の厳格がなされているか						・不良表示 ・不良表示
	6. リードタイムが把握できているか						・不良表示 ・不良表示
受	1. 納期に対して遅れているかどうか分かるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	2. 不良、不備品がいつ発生したのか、どこに発生したのか、出入りする全てがわかるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	3. 品質と納期の目標、実績が関係性として分かるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	4. 治具、工具、測定器の保全状態が分かるようになっているか						・不良表示 ・不良表示
	5. 設備安全状態がわかるようになっているか(含む組付装置、記録機)						・不良表示 ・不良表示
	6. 自動機の動作状態が把握されているか						・不良表示 ・不良表示
理	1. 保全計画 (70%検査)にすぐに対応がなされているか						・不良表示 ・不良表示
	2. 日々の改善がなされているか						・不良表示 ・不良表示
	3. 全ての状況に管理の力がかかっているか (P.D.C.A)						・不良表示 ・不良表示
	総合						・不良表示 ・不良表示
	合計						・不良表示 ・不良表示
	総合評価						・不良表示 ・不良表示

## 第6章 対象工場近代化計画

### 6-1 近代化計画の基本的な考え方

今回の調査は、製品品質の向上と年間25,000台の生産能力への向上を目標に鋳造と大型機械加工を調査し、工場全体の管理レベルを向上させることを重点に考えて実施した。

第2次調査で問題点を集約し、改善と近代化計画の方向について第3章の表3-1に示す様な内容で工場側と合意した。

基本的には既存設備の活用を考慮した現設備の改良、新規設備の導入を計画するが、その基礎となる生産技術、管理技術を確立させるため、品質管理を中心とした技術管理と工程管理を主体に管理レベルの向上を計画した。

また当工場の製品は、将来の国際市場における競争を前提としており、国際競争力を確立するための方策も考慮した。

そこで対象工場の近代化の計画として、下記のとおり3段階に分けて検討した。

- 第1段階 : 直ちに実行できる改善による基礎の確立
- 第2段階 : 新技術、新設備の導入による生産力の確保と品質レベルの向上
- 第3段階 : 国際レベルの近代化工場

また、当工場の具体的な教育方法を検討した。

## 6-2 生産工程（鋳造）の近代化計画

### 6-2-1 基本的な考え方

#### (1) 方針

当工場の鋳造技術は、中国国内において比較優位を持っていると考えられるが、前述の4-1-2項のとおり、多くの問題点も内包している。今後、国外の市場へ展開していくためには、国際的に通用する鋳造品質を確保する技術の確立が必要である。

幸いにも当工場には、第2鋳造車間のような近代化指向の工場の芽が出ているが、既に10年近く経過していながら、その機能は発揮されず、鋳物生産の大半を旧設備に依存しているのは問題である。

第2鋳造車間は、新鋭の気沖（インパクト）造型機がフルに稼働できるようにすることが最大の課題である。また中子の製作はシェルモールド法を採用することにより、鋳型の寸法精度を上げ、鋳造不良を防止して生産を増強するのがよいと考える。

#### 【第1段階：直ちに実行できるものおよび基本的な工程設備の導入】

- ①気沖造型機本体および付帯設備のメーカーによる点検・整備・調整を受けて完全なものにし、造型ラインとして8,000t年の生産量を持たせる。
- ②現在所有のシェルモールドマシンの整備を早急に進め、効率のよいシェルモールドマシンおよび金型の導入準備を行い、中子のシェルモールド化を進める。
- ③中子の一体化を進めると共に、中子仕上、塗型、ガス抜きなどを充分に行って、丁寧な中子製作を行う。
- ④模型、金型（主型・中子）の表面粗度・寸法精度の向上を図る。
- ⑤造型機に合った特性の鋳物砂とし、特に珪砂の選定・ベントナイトの選定は重要であり、その配合とともに十分に検討する。
- ⑥溶解は、炉前管理の徹底を図り、CEメーターなどを導入して、品質の安定化を図る。
- ⑦管理面では、各種のデータを含めてVCS化（目で見る管理）により、誰にでもよく判るようにして品質の安定化を図る。

#### 【第2段階：生産能力確保のための設備の導入】

- ①第2鋳造の造型ラインを完全稼働させ、計画能力を達成させる。
- ②中子のシェルモールド化を進め、トランスミッションケース、295シリンダーヘッドの中子をシェルモールド化し、更に295シリンダーブロックの中子への実施を進める。
- ③関連設備の改善、増設を行う。

### 【第3段階：未来指向の鋳物工場を目指して】

環境のよい工場で、精度のよく、バリの無い鋳物を極めて少ない不良率で製造することが今後の目標である。以下のように必要性に応じて段階的に近代化を進めることが重要である。

- ①適正な設備と徹底した技術管理が必要になる。
- ②最適な生産を行うには、コンピュータシステムの導入を考える必要がある。
- ③鋳造技術（鋳造方案を含めた）CAD/CAM化が必要になる。

#### (2) 重点とする工程

第2鋳造車間の近代化のためには、造型ラインの整備と共に、中子造型工程の近代化を図る必要がある、これを重点にした改善案を提案する。

一方、基本的な問題として、昨年の鋳物不良統計にも見られるように、多量の廃却品が発生している。これらは鋳物砂の特性および砂処理の不具合に基づくものが多く、また、鋳型および溶解管理が十分に行われていないことから、鋳物の品質の悪さがクローズアップしている。そこで、これらの点についても改善案として提案する。

#### 6-2-2 第2鋳造車間の改善

##### (1) 気沖造型機及びラインの改善

まず本体及び付帯設備のメーカーによる点検・整備・調整を行い、設計面で改造すべき点は改造して完全なものとし、当初の稼働目標が達成される様、設備を整備する。同時に造型機に合った混練砂へ改善する必要がある。

##### (2) その他の設備改善

- ①シェル中子造型機が、購入後余り使用されずに放置されているが、これも設備製造メーカーによる点検・整備・調整を受け、完全に使用できるようにする必要がある。
- ②注湯作業は、取鍋から1枠分の小鍋に受けて1枠毎に注湯しているが、溶湯温度が下がり、時間もかかるので良くない。取鍋から直接注湯出来るように注湯ホイスラインを組む必要がある。

この造型ラインが計画どおり稼働すれば、25,000台生産は充分可能である。

**改善1** 設備製造メーカーの点検・整備・調整を受け、造型ラインを完全にする

#### 6-2-3 中子製作の改善

当工場の中子は鋳物生産の基幹となるものであるが、現状で述べた様に、その生産能力は不足している。また製作法にも問題があり、鋳造品の品質、寸法精度と不良欠陥の主因にもなっている。

現在の油砂の手法では品質的にも限界があるが、少なくとも現状において、中子製作を丁

寧に行い、寸法、型割れ、バリの発生、焼着き、ガス欠陥に対する対策を行わなければならない。また中子の一体化への指向も必要である。

中子の鋳物品質への影響は、後述しているが、中子製作を丁寧に行い、鋳物不良をなくし鋳物寸法精度を向上させる。中子は鋳物製作の基幹であることを改めて認識すべきである。

### 改善2 丁寧な中子の製作

当工場のような中・小物量産には、中子はシェルモールド法などのレベルの高い中子製作法を採用し、鋳物品質を向上させることが望ましいと考えられる。

各種の中子製作法を比較、検討したが、当工場にはシェルモールド法が最も適している。

### 改善3 シェルモールド法の採用

## 6-2-4 後処理の改善

### (1) 工程の流れ

後処理工程は、鋳造工場で枠から取り出された鋳物の冷却後の作業工程となるが、ここへ鋳物が搬入される形態には、3種類の形がある。即ち、鋳鉄車間からは、小物がベルトコンベアで、大物がハンガーコンベアで、また、第2鋳造車間および球鉄車間からは、荷車で搬送されている。このような形は、近代化への移行段階では止むを得ないものとして、先ず第一に第2鋳造車間の鋳物生産体制を正常化し、第2鋳造車間と清理車間との間は、ハンガーコンベアで搬送するべきである。

次に第2鋳造車間が軌道に乗った時点で、球鉄車間からは、鋳鉄車間に移管して生産を行うべきである。即ち、鋳鉄車間と清理車間のラインと同様に、第2鋳造車間と清理車間との間も自動的に流れるようにライン化を図る必要がある。

また、清理車間内においては、部品毎にロット管理が出来るように手離れの良いものと手離れの悪いものに分けた物の流れのラインを作る必要がある。そのために、搬送用のパレットや籠などの整備も必要となる。

### 改善4 工程のライン化を図る。

### (2) 設備改善

#### a)ハンガーショットブラストの処理能力

現状のハンガーショットブラストの年間生産能力は、次のようである。

- ・ 1回の処理時間： $6.5\text{m} \div 0.52\text{m/分} = 12.5\text{分}$
- ・  $407\text{ツク/時} \times 2\text{個/ツク} \times 7\text{時/日} \times 230\text{日/年} = 128,800\text{個/年}$

これを2直で行った場合は、257,600個/年となる。

一方、ここで処理すべき鋳物の量は、13種類304,000個/年ある。この数値は不良0とした場合の数値であって、実際には現状で考えると36万個程度の鋳物を処理する必要がある。

また、現実には砂落としと鋳仕上げ後の2回以上、ショットを掛ける必要があり、この実態を考えると、少なくとも、同規模程度以上のショットブラストを更に1基設置する必要がある。

**改善5** ハンガーショットブラストを1基追加する。

#### b)ハンガーショットブラストの現状の問題点

ハンガーショットブラストは、投射されるショット玉が非常に微細で、ショット機能が十分に果たされていない。点検・整備を行い、常に効果的なショットブラストが行えるように微粉を除去して、機械の整備をする必要がある。

**改善6** メンテナンスを十分に行い、機械の正常化を図る。

#### c)ターンブラストの能力・改善

現在のターンブラストの主用途はシリンダーヘッドの清掃作業である。ところがこの鋳造品は中子が複雑で多くの芯金を用いて造型している。この芯金が清掃作業のネックとなっている。

この中子をシェルモールドで作れば、その芯金は殆ど不要となる。これが製品の品質だけでなく、仕上能率を著しく向上させる。

このため、シリンダーヘッド中子のシェルモールド化は、生産効率を飛躍的に向上させるものと言える。

**改善7** シリンダーヘッドの中子をシェルモールド法で行う

### (3) 治工具の改善その他

現状では、鋳物内面のバリ除去が十分に行われていないので、後工程での機械加工や組立・製品において問題にされている。これらを除去する工具として空気研り機の利用を考えたい。たがねは、製品の形状によって工夫する必要がある。また、豆グライндаなども最終の仕上げに有効である。これらを大いに活用して製品の品質向上を図るべきである。

## 6-2-5 鑄造不良対策

現状と問題点で述べたように、鑄造品の不良は中国内においては良い方であるが、将来の国際競争を考えると大きな改善が要望される。その不良原因を追求し、その対策を検討した。

### (1) 鑄造不良分析

主要部品の鑄物不良現象を、データを基にして分析してみると次のようになる。

#### a) シリンダヘッド

シリンダヘッドは、個別の不良率において最大の54%の廃却品を出している。水圧漏れ・ブローホール・型落ちが3大欠陥で、70%以上を占めている。水圧漏れの原因はブローホールに関係するものである。

この大量の不良原因は、その殆どが鑄型によるもので、このほか鑄物砂が悪い、ガス抜きが考慮されていない、中子方案が悪いなどや溶解時の問題もあるが、前述してきた改善対策を行えば、大幅な効果が得られるはずである。

#### b) 480 エンジンブロック

このエンジンブロックは、製造した鑄物の1/3が不良廃却品となっている。

この不良現象は、38%がブローホール欠陥で、水圧漏れ・型落ち・偏心がこれに続き、これらで全体の80%を占めている。偏心は、鑄型に12個の中子をセットする際に、1個ずつセットしているために、中子がふらついて精度良く置かれなかったことによるものである。

中子は事前に一体化しておくことが必要となる。

#### c) 295 シリンダブロック

シリンダブロックの不良原因は、ウォータジャケットが無いために480のような水圧漏れはないが、他は同様で砂型による欠陥があり、これまでに述べてきた基本的な問題が出ている。

#### d) トランスミッションケース

トランスミッションケースの場合は、ブローホール・型落ち・すくわれ・湯境・身欠き・型張り・偏心・食い違い・ノロ噛み・砂噛み・引け巣の順になっている。この製品は、当社では最大の箱物部品で、平面部が多く、肉厚の変動もあり、その特徴が現れている。

これらの欠陥は、やはり鑄物砂の性状が悪いことと溶湯温度が低いことが大きく関係している。従って、基本的な問題を早期に解決しないと、これらの欠陥を排除することは出来ない。

#### e)ステアリングギアケース

ステアリングギアケースの不良原因は、偏心・砂噛み・身食い・型落ち・ブローホール・湯境・ノロ噛み・その他の広い範囲にわたる欠陥による。これは、薄肉箱物であるために、型ばらし後の仕上げ場での取扱い不注意による不良が発生している。この対策としては、取の寸法あるいは揚がりの位置・寸法を検討する必要があるものとする。

#### f)クラッチ板

クラッチ板の場合は、ブローホール・型落ち・砂噛み・浮かされ・ノロ噛みの順になっている。この場合は、鋳物砂による問題が大きく出ている。

#### g)クランクシャフト

クランクシャフトの場合は、ブローホール・砂噛み・食い違い・ノロ噛み・浮かされ・型張り・型落ち・引け巣の順になっている。

また、型張りが出ているのは、球状黒鉛鋳鉄の特徴でもあるが、鋳型が非常に弱いことによるものである。

#### h)カムシャフト

カムシャフトの不良原因は、ブローホール・砂噛み・食い違い・浮かされ・ノロ噛み・型落ち・引け巣の順で発生しており、クランクシャフトとほとんど同じ傾向にある。

**改善8** 鋳物の不良現象を良く分析して原因追求・対策・措置を講ずる

### 6-2-6 砂処理・鋳物砂管理の改善

前述のように、鋳物不良の大半は砂と鋳型に起因している。

原料砂やベントナイトを検討したが、その低品位に起因するものが多いので、この際、原料を再検討する必要がある。

**改善9** 繰り返し使用される鋳型用原材料は、高品位のものを使用する。

#### (1) 鋳物砂管理

現在は、鋳物砂管理として、水分・通気度・強度を定期的に計測しているが、記録に留める程度で管理された状態にはない。これらのデータは、統計的な手法により、管理できるように整理する必要がある。



一般的に行われている鋳物砂の管理特性としては、回収砂に対する活性粘土分・微粉量・可燃分・全粘土分および混練砂に対する水分・コンパクタビリテイ・圧縮強さ・曝熱時間などである。この程度のもは、常に管理しておく必要がある。なお、コンパクタビリテイおよび曝熱試験方法については、別添資料を参照頂きたい。

**改善10** 鋳物砂試験の結果は、管理図を作成して日常管理を行う。

## (2) 砂処理の改善

造型機の機能を十分に発揮させるためには、鋳物砂の調製を適正な諸特性が得られるようにする必要がある。そのためには、砂処理設備に十分な配慮を行うことが重要となる。特に気沖造型機の場合は鋳型強度が均一で、寸法精度が良いことが特徴とされている。

**改善11** 砂処理設備は、鋳物砂特性を理想に近づけるように選定する。

## 6-2-7 溶解・炉前管理

### (1) 溶解炉

溶解は、各工場に設置されたキュボラによって行われている。現状のキュボラによる最高溶解温度は、実測結果では1420℃であった。これでは取鍋に受けた時点で数十度は下がってしまい、鋳込み時には、さらに低温になってしまうので製品に適した温度で鋳込むことは難しい。また、球状黒鉛鋳鉄の場合には、球状化処理温度としても不十分であり、さらに昇温する必要がある。

より高温の溶湯が得られるように、キュボラを熱風式に改造する必要がある。最近中国でも熱風キュボラが次第に普及し、天津内燃機廠では5t熱風炉で熱風温度450℃、1500℃以上の溶解を行っており、乗用車用のエンジンブロックを鋳造して好成績をあげている。

**改善12** 溶解温度を上昇するために、①キュボラを改造する。

または、②低周波誘導炉を設置する。

### (2) 炉前試験

現状では、キュボラで溶解された鋳鉄溶湯の品質を、鋳型に鋳込む前に事前に確認することが行われていない。

チル試験は溶解の作業現場で直接、材質がある程度の日安が付く方法であるので、溶解作業者が今・現在の溶湯の良否を判定することに使われるべきである。

さらに材質の判定にはCEメーターの使用を推奨する。現在、鋳造時のこぼれ湯の一部から化学分析用の試料を採り、湿式の化学分析により化学組成を確認しているので、事後

処理となっている。鋳物の品質を製造工程の中で造り込む品質保証の考え方からすると問題である。

**改善13** 炉前管理を行う。そのために、CEメーターを導入する。

**改善14** 清浄な溶湯を供給するために、取鍋およびノ口掻きを改善する。

### (3) 鋳造技術面の改善

特に鋳造方案、溶湯の研究・改良により、不良を現象させる。

**改善15** 湯口系方案の適正化を図る。

#### a) 造型方案の改善

ガス欠陥防止のため中子のガス抜きをよくする。

**改善16** 中子のガスは、主型に連結させて確実に抜くこと。

#### b) 中子造型方案の改善

また、中子は、寸法精度を確保する点からも一体化を図るべきである。中子を分割して造型した場合には、接着面に対する配慮として、中子の空隙部側に接着剤やシール剤を置くようにするとよい。中木の形状は、曲面とせず平面にする。さらに、中子を主型にセットする場合、中木に基準線または三角形の凹凸をつけて中子の位置決めを明確にするなどの処置を行うことが必要である。

**改善17** 中子は出来るだけ一体化する。分割する場合は、接着面をはめ込み式にする。

#### c) 塗型の改善

中子を組立接合した場合、その接合部分の仕上げが悪く、しかも塗型をしないまま鋳型に組み込まれているものがあるが、この部分は必ずガスが吹き出すところとなるので絶対に避けるべきである。中子で鋳物表面になる部分は、完全に塗型を施して、中木の部分は、塗型をしないでガスの通気を良くすることが重要である。

**改善18** 中子は、中木部分を除き完全に塗型を施すこと。

以上のように、鑄造部品個々の品質を改善するための方策としては、次のことが最重点で改善実施されることが重要である。

#### **最重要改善点**

- ①第2鑄造工場的气沖造型機の点検・整備による計画能力の達成
- ②シェルモールドプロセスの導入による中子精度向上と生産能力の増加
- ③鑄物砂原材料の高品質化と適正配合による鑄物砂の品質改善
- ④鑄物砂の回収・再生・混練に至る砂処理設備の最適化
- ⑤溶解温度上昇のための設備改善・導入

第2段階の実行により、鑄造の生産能力及び鑄造品の品質は著しく向上する。

#### 6-2-8 第3段階

第3段階は、未来指向を目指した工場の計画である。(本文参照)

この計画では、造型ラインを増設し、中子は全てシェル中子を採用する。また、キュボラを改善し、砂処理設備も改造し、後処理部門と接続させれば、設備的には理想の工場となる。

この工場の生産管理、工程管理、技術管理についてコンピュータを最大限に利用し、作業環境がよく、不良のすくなく、バリの無い品質レベルの高い鑄造品を能率良く製作する工場である。

## 6-3 生産工程（機械加工）の近代化計画

### 6-3-1 基本的な考え方

#### (1) 近代化の進め方

国際レベルの品質と生産性を達成するためには諸々の手法が考えられるが、いずれにしても順を追って段階的に進めることになる。それらの時期についてもその折々の市場の状況、国内外の経済環境或いは自社技術の啓発進度等、各種条件に左右されるが、ここでは推進モデルとして次の3段階をあげた。

- \*第1段階 … 当面着手し得る改善及び最終近代化計画へ向けての中継ぎ的改善  
(品質管理、生産管理体制の整備)
- \*第2段階 … 新技術の採用と新設備の導入による近代化の計画（マシニングセンター、NC旋盤中心の近代化と旧設備併用の方策を含む）
- \*第3段階 … 生産管理（有機的同期生産）を主体においた近代化工場の実現

#### (2) 基礎条件

各段階に共通する基礎的諸条件は満たす必要がある。

##### ① 良い環境の維持

- ・工場内の環境は常に良好な状態を保つ。

##### ② 管理、諸規定類の整備

- ・作業の日常管理をはじめ、生産管理の改善強化、品質保証に関わる諸規定類の見直しと制定、及びその実践が重要である。具体的には、作業標準が守られ、品質状況は把握され、記録が残り、機械器具の維持管理や保全活動が行われることである。

##### ③ 粗材の安定

- ・粗材の寸法、形状が正確なこと、特に最初の加工基準となる部位の表面の性状と寸法のばらつきを許容の範囲内に抑える。鋳ばりは完全に除去する。
- ・材質を安定させ、偏析などで硬度むらの起こらないようにする。刃具の破損は致命的である。

##### ④ 目的に適合した設備

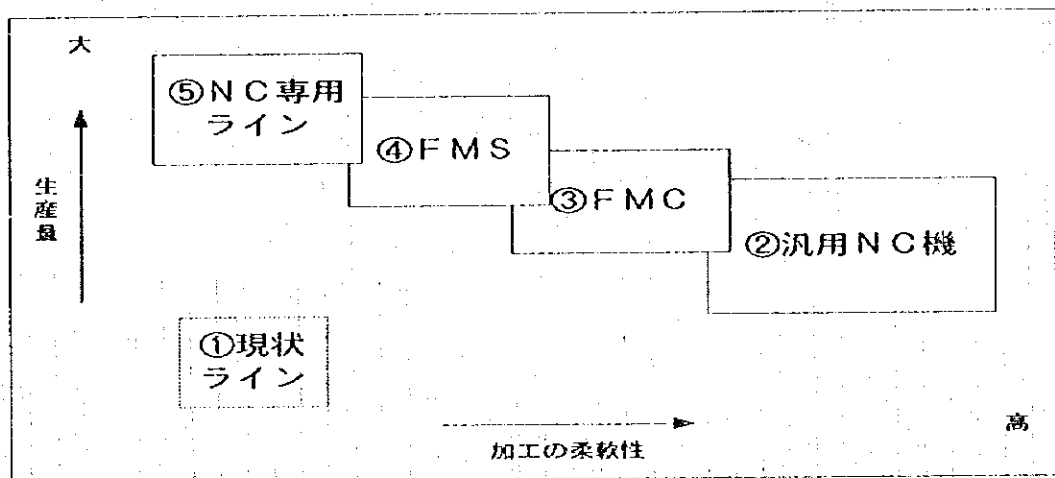
- ・自社開発：工作機械メーカーの標準機械や汎用機は、希望する機能に合致しないことがある。
- また、価格が高いため全てを導入することができない場合もある。その際は、要素機器のみを購入して自社製作を進める。
- ・個人差ををなくす：寸法決めの際に目盛りの読み違いや目視の個人差を防止する意味でデジタル表示を採り入れる。

- ・工程の集約（品質特性の保証）：加工後の検査によって品質を保証するのではなく、機械設備の精度がそれを保証するものでなくてはならない。そのためには、相対部位間の品質特性、即ち平行度・直角度等は双方の加工部位を合体して一度の取り付けで加工ができるようにし、付け替えによる誤差をなくす。
- ・管理と連動：新規設備は独自に高品質、高能率のみに着目して周囲の関連性を等閑視し、前後の工程から孤立してはならない。

### (3) 近代化設備の選択肢

近代化設備の導入にあたっては、自社の実状や方針に沿って方式や手法を決めることになる。その場合の選択肢として大別すると次のようになる。

図6-1 加工システムの選択



#### ①現状ライン

旧型の専用機と汎用機の混合で単一機械の専用ラインとなっているが、品質、生産性共に改善する必要がある。

#### ②汎用NC機（NC旋盤、マシニングセンター等）

専用機ラインと比較して量産性は若干劣るものの、機種変更柔軟性があり、複合加工が可能なので、品質は向上し、且つ専用ライン化することなく混流ラインも可能である。生産性も現状ラインより向上し、現行専用機との併用ができるので近代化への第1ステップとして位置づけられる。

#### ③FMC

②を小単位で自動化したものである。柔軟性に富み、多品種少量生産向きである。

#### ④FMS

全面的に②を自動化したのもので、数値制御工作機を多数組み合わせ、多品種の製品

を全自動で加工するシステムである。将来、市場競争の激化に伴って商品の多様化が要求される場合には、必要になると考えられる。

#### ⑤NC専用機ライン（NCトランスファーマシン）

単一の製品機種で高生産性を指向する方式である。個々の専用機が数値制御方式を採用しているので設計変更の対応が容易であるが、大幅なライン変更には困難を伴う。特定の部品を大量生産する場合において適用される。

上記のいずれを選択するかは企業の意志によるが、当工場の場合、現行①から②へ速やかに移行することが適切であると思われる。将来は加工部品の特性に合わせて、②～⑤をそれぞれ使い分けるようにすべきである。

### 6-3-2 当面着手し得る改善【第1段階】

#### (1) 工場内環境の改善

- ・他の建物に移設することが望ましいが、それが不可能であるならば、せめて照明装置を増設してほかの工場程度の照度にする。
- ・床はコンクリートを打ち直し、通路と作業域の区分を明確にする。
- ・不要なものはすべて排除する。不良品は残らず処分する。椅子や踏み台などに転用はしないなど、作業環境を改善する。

**改善19** 照度、通路、製品置き場の整理・改善

#### (2) 機械の復元計画

- ・機械の保全計画を作成し、順次精度検査と診断（異音、異常振動、緩み、油漏れ等）を行い、優先順位を決め日程をたてて修理する。

**改善20** 機械精度の復元（老朽化、劣化対策）

#### (3) 治具、工具の管理

- ・治具、工具についても機械設備と全く同様の管理と対策をとるべきである。むしろ機械設備よりも摩耗の激しい部分もあるので、定期点検を怠らぬようにする。

**改善21** 治工具の定期点検

#### (4) 工程能力の把握

- ・すべての工程の工程能力を把握し、改善できるものは実行する。

#### (5) 品質意識

- ・作業指導書の見直しを行い、作業者に製品の機能や保証の重大性、保証に関わる作業者の役割分担など必要な知識を教え込む。

**改善22** 品質管理活動の実践

#### (6) 補助具の追加

- ・重量の大きな加工品の搬送にはホイスト、バランスアームなどの不足している場所には新たに追加して、手荒な扱いをさせないようにする。

**改善23** 搬送補助具の充実

#### (7) 数量規制

- ・仕掛り数を規制する。

#### (8) 実績の把握

- ・日々の生産状況や品質状況等必要な情報を吸い上げ、不具合発生に対しては速やかな対策がとれる体制をつくる。

#### (9) 前後の連係

- ・組立部門（後工程）からの情報を受け、自工程に反映させる。また鑄造部門（前工程）とも連絡を密にし、生産、品質等の状況の打合せを行い、加工上の不具合があれば改善を要望し、相互の理解を深める。

**改善24** 工程管理の確立

#### (10) 日常保全

- ・日常の保全には特に注意をする。

#### (11) 管理体制の定着

- ・活動を始めた品質保証や生産管理体制を軌道にのせる。
- ・品質チェックの規定が守られている。

**改善25** ライン内生産管理体制の定着

(12) 刃具の規定化

- ・粗材の材質の安定を前提に刃具の定期交換の実施

(13) 集中研磨

- ・刃工具の再研磨を集中研磨方式に移行し、特定の熟練者が行う。

**改善26** 刃工具の管理

(14) トレーサビリティ

- ・ロット管理の完全履行によって製品の製造履歴を明らかに掴めるようにする。

(15) 検具、計測機器管理の見直し

- ・検査機器の校正や検定の原器となる国家検定を受けたものと検査作業に使用するものとを区別して双方の充実を図る。原器となるべきゲージブロックや三次元測定機等は、恒温室において常に精度維持に努める。

**改善27** 検具、計測機器類の管理

(16) 一部先行投資

例えば、トランスミッションケースの最終の仕上げ加工にマシニングセンターを導入して、優先順位に従い品質保証の確保を図る。これは、マシニングセンターの効果的な使用法を習熟して上で、第1ラインをMCに全面移行するといった、段階的な進め方である。

(6-3-5加工ラインのケーススタディ、CASE-1参照)

**改善28** 第1ラインにMC（マシニングセンター）を一部導入

6-3-3 新技術・新設備の導入【第2段階】

（マシニングセンター、NC旋盤中心の近代化）

この段階ではISO9000の審査登録も完了してはならない。即ち、下記の内容が、工場側に充分浸透していなければならない。

1) 市場重視の思想の徹底

トラクタ使用者の希望や要求事項を広範囲に調査し、次期開発や設計に反映させる。これらの事項には機能や品質（出力、騒音、振動、操作性等）の外に価格、納期、サービス

2) 製品の研究

国際市場での競合他社の製品も入手し、調査、研究を行っている。



### 3)品質保証の理解の定着

品質保証はすべての部門が関わっていることが全員に理解されている。

### 4)品質文書

品質文書は実践的で且つ実行されている。

### 5)品質記録

品質記録は、重要なものについては記入し、保管されている。

### 6)機器の管理

必要な検査機器、測定機は備えられて管理も行き届いている。

### 7)設備の管理

設備管理規定も実行され精度維持に努めている。

### 8)その他

その他の品質保証に必要な管理規定も実施されている。

## 改善29 I S O 認証登録体制の構築

### (1)最新技術の取り入れ

- ・電子制御技術や各種センサー類を活用した専用工作機械、搬送装置、検査測定機などを組み合わせ、少数の人で加工が進むラインの構築をはかる。(専用トランスファーライン、マシニングセンターライン)これは労力の削減が目的ではなく、個人誤差や技量のばらつきを無くし、生産管理と品質の向上を図ることを主たる命題にしている。

## 改善30 新規設備の導入

### (2)粉塵対策

- ・切削屑の処理は難しい問題ではあるが、怠ると設備の劣化を早めてしまう。そのため、局所排出装置、切粉コンベア或いは湿式切削方式などの対策をとる必要がある。

## 改善31 粉塵の対策

## 6-3-4 近代化工場の実現【第3段階】

(生産管理を主体にした効率的な工場)

第1、第2段階では、設備の近代化によって品質重視、生産性の向上を目標として、第1ラインを先行して設備導入を行ってきたが、第3段階では、受注の変化に即応し、組立計画に有機的に密着した同期化生産の体制を確立する時期である。即ち現場中心の合理化から管

理の合理化へと、主体がハードからソフトへの移行を加味して残るラインを強化する。

現在の市場の動向は、各国の経済の急成長とそれに伴う消費者ニーズの多様化もあって、目まぐるしく変化する。製造企業は、高い生産性と高品質を維持しながら、それに対応しなければならない。大型設備投資は変化に応じる軽快性を欠くので敬遠され、軽量化と柔軟性が要求されている。以上を簡潔にまとめると次のようになる。

#### (1) 近代的生産管理の重視

- ・設備の近代化は、第2段階で主力ラインを先行し、残るラインを含めて視点を管理（ソフト）の方へと移行する。

**改善32** 生産システムに組み込まれた設備改善

#### (2) 柔軟性

- ・各個別の能率よりも同期化生産に重点をおく。場合によっては能率を犠牲にしてもよい。変化に対応するために、取付け変更などが身軽にできなくてはならない。

**改善33** 同期化生産

#### (3) 多様化対応設備

- ・多様化に対応するためにFMS、FMCも考えられる。しかし当該7ラインを専用ラインとする方針に変更がなければ、第2段階を基軸に改善し、残るラインを形成する。

**改善34** 多様化対応

### 6-3-5 機械加工ラインのケース・スタディ（マシニングセンターの導入例）

加工ラインの近代化計画は採用する工作機械によって多種多様になるが、マシニングセンターの採用による品質の向上、生産性の向上を検討する。

#### (1) マシニングセンター（NC加工機）について

本件対象製品の内、デフケースとファイナルカバーの一部を除いては、加工機はマシニングセンターが適している。その理由として加工物の面と穴の直角度、軸穴相互の平行度、位置度等が直接トラクタの性能に関わるために、その精密さが要求されるからである。

現行は加工工程が分割され、その都度品物の取り付け、替えを行っているので、取り付け位置の不一致によって精度を完全に保証することができない。マシニングセンターは、「工作物の取り付け替えなしに、2面以上についてそれぞれ多種類の加工を施す数値制御

工作機械」である。即ち割り出しテーブルで4つの加工面を割り出しフライス削り、中ぐり、穴あけ、リーマ加工、タップ立てなどの作業を自動で工具を交換しながら加工する複合作業機である。

## (2) マシニングセンター導入による利点

a)加工工程数の削減	工程間の在庫削減 管理の容易さ 不良の発見
b)設備機械 台数の削減	メンテナンス の向上
c)加工リード時間の短縮	在庫の削減 稼働率の向上
d)生産性の向上	生産能力の向上 段取り回数、時間の削減 工程間在庫の削減
e)システムの柔軟性	故障時の対応が容易 生産設備の互換性
f)生産計画の精度確保	加工工程がNCで自動化され人による影響が受けない。

## (3) ケース・スタディ

マシニングセンター導入によるケース・スタディとしてトランスミッションケース、ステアリングギヤケースを例に検討した。加工品の特徴は、トランスミッションケースについては高精度加工、穴あけ加工が多く、ステアリングギヤケースは、角度割り出しがある、穴あけ加工が少ない等である。

### 1) ケース・スタディ比較条件

ケース・スタディを実施するにあたり、基礎的な条件は次のとおりである。

- ・稼働日数 : 300日/年
- ・稼働時間 : 24Hr/D (3交代制)
- ・稼働率 : 90%
- ・実稼働時間 : 388,800分/年 (300×24×60×0.9)
- ・生産量 : 25,000ヶ/年
- ・マシニングセンターは2パレット方式採用により機械待ち時間は0にする。  
(加工中に次の加工段取りを完了させる)

### 2) トランスミッションケース加工ライン

【CASE-1 : 第2段階→第3段階への中継ぎ的ケース】

粗加工は現状の専用機で行い、仕上げ加工をマシニングセンターで行う条件。

現状専用加工ラインによる粗加工→仕上げ加工の別加工工程を取る

- ・現状加工ライン : 粗加工
- ・マシニングセンター : 仕上げ加工

加工精度の要求の高いボーリング加工を対象とし中仕上げ、最終仕上げ加工の2工程で検討した。(専用加工工程バランスの改善を図るため、一部粗加工)

【CASE-2：第3段階のケース】

全加工をマシニングセンターで行う条件。

(鑄造品の品質向上により鋳バリ、偏肉、形状精度、仕上げ代の削減が条件)

①トランスミッションケース加工ライン比較

表6-1 トランスミッションケース加工比較

	現状専用機	CASE-1			CASE-2
		専用機	マシニングセンター	合計	マシニングセンター
取付取外し	23回/台	12回/台	2回/台	14回/台	2回/台
最大加工時間	工程NO.60 10.45分/回	工程NO.10 6.55分/回	43.95分/回 14.65分/回・台		全工程 120.03分/回 10.00分/回・台
加工時間	104.06分/台	50.04分/台	43.95分/台	93.99分/台	120.03分/台
工程バランス	57.2%	76.2%			
機械台数	23台	12台	3台	15台	12台
正味稼働時間*1	14.51時間/日	9.10時間/日	20.35時間/日・3台		13.88時間/日・12台
生産能力(台/年)	37,205	(59,358)	(26,539)	25,539	38,870

注) \*1: 生産25,000台/年に必要な稼働時間(稼働率100%、300日/年)

3)ステアリングギヤケース加工ライン

①ステアリングギヤケース加工設備検討

ステアリングギヤケース加工ラインは、小物で形状が60度の割り出し加工があり現在の専用機で段取り替えによる誤差が発生し易い形状であり、マシニングセンターにより段取り替え無しで割り出し加工が行える。

粗加工、仕上げ加工全工程をマシニングセンターで行う条件で検討した。

②ステアリングギヤケース加工ライン比較

表6-2 ステアリングケース加工比較

	現状専用機	マシニングセンター
工程取付取外し	7回	2回
最大加工時間工程	工程NO.30 9.40分/回	全工程 11.43
加工時間	36分/台	11.43分/台
機械台数	7台	1台
稼働時間*1	13.06時間/日	15.88時間/日
生産能力(台/年)	41,361	34,015

注) 設備台数の検討 / マシニングセンター必要台数: 1台 (25,000 ÷ (388,800 ÷ 11.43)) = 0.73)

#### 4) ケース・スタディのまとめ

表6-3 トランスミッションとステアリングギアケースの検討結果

		トランスミッションケース					ステアリングギアケース	
		現状 専用機	CASE-1			CASE-2	現状	MC
			専用機	MC	合計			
段取り	回数	23	12	2	14	2	7	2
	比率	100	52.2	8.7	60.8	8.7	100	28.6
加工時間	分/台	104.04	50.04	43.95	93.99	120.03	36.00	11.43
	比率	100			90.3	115.4	100	31.5
機械台数	台数	23	12	3	15	12	7	1
	比率	100	52	13	65	52	100	14.2
正味稼働時間	時間/日 N台	14.51	9.10	20.35		13.88	13.06	15.88
	比率	100	62	140		90	100	121
生産能力	台/年	37,205	59,358	26,539		38,870	41,361	34,015
	比率	100	159	71		104	100	82

注) 比率：現状を100として換算。

#### (4) 近代化ステップと設備導入時期

##### 1) 各段階ごとの設備導入

##### ①第1段階

- ・第1ライン（トランスミッションケース）にMCを先行導入。（第2段階への前準備として試験的にラインを組み込む。従って生産能力の増加は期待しない）
- ・現状ですぐに着手できる小規模の改善を行う。

##### ②第2段階

- ・加工ラインへの部分的導入（トランスミッションケースのCASE-1）
- ・ステアリングギアケース、ファイナルギヤカバー、デフケースなど、取り組みやすいラインへの全面的導入。

##### ③第3段階

- ・残るラインへの新規導入  
(FMS/FMCへの展開も含めて検討を行う)

## 2)加工品とNC加工機

表6-4 加工品と選定機種

No	名 称	材 質	大 き さ	選 定 機 種
1	トランスミッションケース	FC200 (HT20-40)	678×318×317	マシニングセンター (HN63C)
2	ファイナルカバー	FC200 (HT20-40)	276×(φ248)	マシニングセンター (PN40A) NC旋盤
3	アクスルハウジング	FC200 (HT20-40)	564×265×200 (φ450)	マシニングセンター (HN63C)
4	ファイナルギヤケース	FC200 (HT20-40)	364×355×165	マシニングセンター (PN40A)
5	ステアリングギヤケース	FC200 (HT20-40)	190×190×130.5	マシニングセンター (PN40A)
6	フレーム	FCD450 (QT450-10)	380×350×171	マシニングセンター (PN40A)
7	デフケース	FCD450 (QT450-10)	154×(φ166)	NC旋盤

## 3)予想される効果

- a)加工精度の向上により組立て及び生産工程の総合効率向上、製品品質の向上。
- b)生産工程のフレキシビリティの向上により生産性向上、稼働率向上、設計変更対応。  
トランスミッションケースとアクスルハウジングが同一マシニングセンターで加工可能、その他製品は同一小型マシニングセンターで加工可能で設備トラブル対応が容易。年間生産性の向上が図れる。
- c)NCの自動運転により多台持ちが可能。
- d)ラインバランスの向上による稼働時間の削減及び生産性の拡大。
- e)段取り工程の削減により工程間在庫の削減。
- f)穴加工の少ない製品の生産性の向上。

### 6-3-6 機械加工を容易にする鋳造品の精度管理

工程（鋳造→加工→最終組立→納入後の不具合）の進んだ時点で発生する鋳造品の不具合や機械加工精度不良は、生産の低下、工程管理の混乱等を発生させ、表面に現われる以上に生産性、稼働率の低下、生産リードタイムの延長、在庫の増大等の原因となり、生産管理レベルの向上に大きな問題となる。次工程に不良品を送らない事が生産管理として最も重要なことであり、その為にも基本となる鋳造品の品質が非常に重要である。

トランスミッションについて、中子の製作精度が鋳造品品質や機械加工に及ぼす影響を表6-5に示す。特に中子の寸法、形状、表面状況などの影響は極めて大きく、鋳造工程での中子の製作を中心に早急に改善を試みることは、機械加工工程の能率向上、製品品質の保持に重要な問題である。

#### (1) 現状の問題点

表6-5 中子による鋳造品質・機械加工の不具合の現状と対策

	変動要素（現状）	対策1	対策2
機械加工 基準面の変動	基準面中子が別中子になっている。 主型・中子の中木寸法の隙間 (径で3mm) 加工基準面が入れ子部であること	中子方案の改善 本体中子と一体化する 基準面は一体中子に改造 中木隙間の削減 中木形状の検討 (主型と中子位置確認出来る形状)	シェル中子の採用 (油砂中子の寸法精度) 砂の耐火度向上
鋳造品質 不良	中子精度不良・仕上げ 中子合わせ面・中木部のバリ 鋳肌の焼き付き・形状精度不具合	中子合わせ面の仕上げ (バリを出さない) 鋳物バリ仕上げ改善 焼き付き対策 中子上型(全面)塗装 ガス抜き対策 コーナ部の密度向上 組立精度の向上 合わせ面・寸法精度確認 ボルト締時タツツ発生防止	

#### (2) 中子の現状と改善

##### 改善35 中子の改善

#### (3) 予想される改善効果

- 1) 機械加工の生産性が著しく向上する。(作業が容易になり不良減少、加工時間が短縮)
- 2) 組立後、潤滑油の汚れがなくなる。(品質向上)
- 3) 機械工程が短縮され、工数が安定し製品の評価が上がる。

このように鋳造品の品質は機械の生産と性能に大きな意味を持っているので、鋳造品の品質レベルをあげることは、重要な課題である。





## 6-4 品質管理の推進

品質管理は近代的産業社会にあつては常識となつており、特に国際交流が益々盛んとなり製品の多国間取引も活発となつた現在、品質保証の国際規格であるISO9000の認証取得も必須の条件になつてきている。これは顧客が供給者に求める品質管理である。

中国国内の有力トラクタメーカーである当工場でも、1997年末までにこれの受審を計画しており、低調化している今の品質管理の状態を再度見直し、その実践をすることが工場近代化の最重要課題となる。

### 6-4-1 品質管理の推進の概要

#### (1) 品質管理の概念

#### (2) 推進の方法とその要点

- 1) 幹部の任務と責任
- 2) 品質管理方法 (品質システム) の見直し
- 3) 品質管理組織
- 4) 市場調査と要求品質の把握
- 5) 資材の品質管理
- 6) 製造工程の管理 (作業指導書、工程内検査と自主検査)
- 7) 設備の管理 (設備台帳の作成、標準の設定、点検と検査基準の設定、実施状況の把握)
- 8) 治工具の管理
- 9) 試験、検査設備の管理 (実施状況の確認)
- 10) 品質文書
- 11) 品質記録
- 12) 教育
- 13) 統計の活用
- 14) 実践的な7つの手法

**改善36** 科学的方法による品質意識の向上

#### (3) 追記・不良による損失について

当工場の調査の過程で気付いたことは、不良に対する意識の問題である。蛇足ではあるが、不良に対する共通の認識をもつため、不良による損失、外部損失の他に機械損失が非常に大きいことを確認すべきである。

## 6.4-2 工程管理の進め方

当工場における工程管理の近代化は、鑄造工場の進捗管理を強化して大量の鑄造部品の仕掛在庫を低減するとともに、現品管理を強化して鑄造部品の不良率低減を図ることが緊急課題である。鑄造仕掛在庫場には機械加工を待つ大量の鑄造部品が保管されている。この大量の仕掛在庫は、工程管理の甘さにより生じ、品質管理を難しくしている。このため、抜本的な対策が急務であることはこれまでに指摘したとおりである。この問題点、原因、対策を工程管理面より整理すると、次頁のようになる。

### 問題点

鑄造品仕掛在庫が多い → 運転資金が過大となる → 金利負担が大きい  
↓  
ロット管理が困難となる → 不良対策が採りにくい → 大量の不良品を生む

#### <原因>

##### ◇進捗管理が不適當

生産ノルマ制がきつい →  
不良が時々多発する →

##### ◇生産設備の稼働が不安定

故障率が高い →  
電力供給が不安定である →

##### ◇設備休止期間が長い

定期修理期間が長い →

#### <対策>

過剰生産にも罰則をもうける

生産工程の安定化を図る

保全体制を強化する

電力の優先的供給を行う

修理期間の分割・短縮化を図る

したがって当工場の当面の課題は、鑄造生産工程の安定化させ、鑄造部品の品質改善を図ることであり、中子製作機の導入、鑄物砂管理の自動化等の生産工程の機械化を促進することになる。

しかし、将来的にはパソコンなどコンピュータの活用（情報機械化）を促進させ、ロット管理の徹底を図ることにより、生産管理技術の近代化を達成するなど、情報処理の高度化に関する多くの課題が残されている。

このため、次に示す改善を一步一步、着実に進めることが大切である。

### (1) 仕掛り在庫を削減する

- ①在庫低減の目標を立てる
- ②情報の精度を良くする

- ③生産パターンを選ぶ
- ④製造ラインを整流化する
- ⑤標準化計画を作る
- ⑥指示票を付ける
- ⑦全ての人に標準作業を決める

**改善37** 仕掛在庫を削減する

- ⑧パレット、バケットなどを利用してロットの仕分けを行い、履歴を明示する。  
ロット毎の作業記録を実施するとともに、不良率集計もロット別に行って不良原因の究明を容易にする。

**改善38** ロット管理を実施する

工程管理のシステム化を進めるためには生産実績情報の有効活用が重要になる。

**改善39** 生産関連情報の流れを整理する

- ⑨情報の流れを整理して、情報の視覚化、業務の標準化、ルール化、簡素化によって情報の内容を分かりやすく表示する。

生産現場において生産状況を見やすく表示することは、現場で発生する問題点、異常、無駄などを分かりやすくして予防的管理をできやすくするために大切である。

**改善40** 情報を分かりやすく表示する

- ⑩生産現場と現場事務所の管理箇所末端機を設定し、作業指示、完成報告、出庫指示、不良報告、在庫報告などの情報伝達・交換を行う。

**改善41** コンピュータを利用する

**改善42** 機械加工を容易にする鋳物技術の確立といったトータル技術管理の強化

## 6-5 近代化計画のまとめ

前述したように鋳造、機械加工、管理の3つの問題点について多くの改善項目と新設備、新技術の導入について提言を行った。それらの結果を総括したものが表6-8である。

当近代化計画は、第1段階で基礎を確立して品質改善を行い、また新技術の導入テストと習熟を行う。第2段階で効果的な新設備を導入し、生産能力の確保と品質向上を図り、第3段階では国際的なレベルの工場を目指すものである。

### (1) 鋳造車間では、1～18の各改善項目を実行する。

1) 第2鋳造工場を立ち上げるため、造型ラインの整備、中子のシェルモールド化のほかに、鋳造技術の向上と砂管理及び溶解管理について設備面、技術面での対策が必要である。これにより、第2鋳造車間で年間8,000/年の生産を可能にする。

2) 中子製作は将来、全面シェルモールド化を指向して、トランスミッションケース、シリンダーヘッド、295エンジンブロック、4102エンジンブロックの順に実施し、従来法は、丁寧な中子製作を行い、中子の精度を向上させて生産する。これらは計画的に順次シェルモールド化へ移行する。

3) 後処理工程では工程の流れをつくるようにし、ハンガーショットブラストを1基増設する。

4) 鋳造技術を向上させるためには、基本教育を進めるとともに品質意識を充分徹底させる必要がある。

第2段階で年間25,000台分の鋳造品の生産能力確保が図れる。第3段階ではコンピュータの活用を含んで設備の近代化を行うほか、第2鋳造車間を中心に新たな計画をつくることになる。

### (2) 大件車間では、近代化への3段階の考え方に沿って設備の更新を行う。または投資の一括投入によるリスク回避のため、分割しながら行う。

改善項目の19～35を実行することにより、近代化の基礎を確立する。設備面において現行からの移行は、下記のとおりである。

1) 主力のトランスミッションケースラインにまずMCを1台配置し、その有効活用法を理解してから、第2段階ではこれを3台にし、現行設備との併用で品質と生産能力を上げ、第3段階においてアクスルハウジングラインと共用で全面的にMCを導入する。

2) 第2段階では取り組み易いものとして、ステアリングギヤケースラインに小型MCを導入する。またファイナルカバーとデフケースのラインでは、小型MCとNC旋盤の組合せで共通ラインを組むことができる。

3) 残るラインは第3段階とする。それまでは現行設備を主力として運用する。

表6-7 問題に対する改善項目

問題点	改善No	改善内容	段階				
			1	2	3		
鑄造	第2鑄造	1	造型機及び造型ライクの設備メーカーによる点検、調整	●			
	中子製作	2	丁寧な中子の製作	○			
		16	中子のガス抜きを主型に	○			
		17	中子の一体化、接着面のハメ込み	○			
		18	中子の塗型	○			
	後処理	3	シェルモールド法の採用	●	●	●	
		4	工程のライン化	●			
		5	ハンガーブラスト1基増設		●		
		6	ハンガーブラストの点検整備	○			
	鑄造不良	7	シリンダーヘッド中子のシェルモールド化		●		
		8	鑄物不良減少の分析、原因追求	○			
		9	鑄型原材料の品質の向上	○			
		10	鑄物砂管理図による日常管理	○			
		11	砂処理設備の改善			●	
		12	キュボラの改良または低周波炉の導入			●	
13		炉前管理とCEメーターの導入	●				
14		取鍋 改造	○				
機械加工	工場内環境	15	鑄造方案の近代化	○			
		19	照度・通路・製品置場の整理改善	○			
	加工ライン	31	粉塵の対策		○		
		30	新規設備の導入	●	●	●	
		20	機械精度の復元	○			
		21	治工具の定期点検	○	○		
		23	搬送補助具の充実	○			
		24	工程管理の確立	○			
		25	ライン内生産管理体制の定着	○			
		26	刃工具の管理	○			
		32	生産システムに組み込まれた設備改善			●	
		33	同期化生産			●	
	品質精度	34	多様化対応			●	
		27	検査・測定器数の管理	○			
		35	中子の改善	○			
22		品質管理活動の実践	○	○			
28		MCの一部導入	●				
管理	29	ISO9000の認証登録体制		○			
	品質管理	36	科学的方法による品質意識の向上	○			
		工程管理	37	鑄造品仕掛在庫の低減	○		
			38	ロット管理の実施	○		
			39	生産関連情報の流れ整理	○		
			40	情報を分かりやすく表示	○		
	41	コンピュータの利用		●	●		
鑄造～機械加工	42	機械加工を容易にする鑄物技術の確立といったトータル技術管理の強化	○	○	○		

注：表中「●」は新設備導入に関連があるものを示す。

- 4) NC旋盤は中国製機を採用したが、横型MCについては適当な中国製が見当たらないので、日本製を検討した。従って、第3段階の時期には中国製の機械の出現が待たれる処である。
- 5) これらをまとめると次表のようになるが、これは一例として選択したものであり、当工場の実態と経済、市場、環境等を勘案し、取捨選択をすべきである。

NO.ライン名	1996～1997年		1998～2000年		2000～2010年	
	第1段階(15,000台)		第2段階(25,000台)		第3段階(25,000台)	
	設備	体制	設備	体制	設備	体制
1.トランスミッションケース	現行ライン +HN63×1台	1直	現行ライン +HN63×2台	3直	HN63×12台 (新規導入分 9台)	3直
3.アスルハツシヤク	現行ライン	1直	現行ライン	2直		
5.ステアリングギヤケース	現行ライン	1直	PN40×1台	3直	PN40×10台 (新規導入分 9台)	3直
4.ファイナルギヤケース	現行ライン	1直	現行ライン	2直		
6.フレーム	現行ライン	1直	現行ライン	2直		
2.ファイナルカバー	現行ライン	1直	PN40×5台 NC旋盤×5	3直	(第2段階で 導入完了)	3直
7.デフケース	現行ライン	1直				

管理面では従業員に品質意識を徹底し、科学的な品質管理を実行する。工程管理ではロット管理を推進し、仕掛在庫を減少させ、品質を向上させる。

近い将来を見据えてコンピュータ管理にどう取り組むかが、今後の課題である。

### (3) 教育について

上記の実行については、同時に従業員の教育が必要である。新技術や管理技術を中心に重点的に行う。

#### 1) 鑄造基本技術

近代的な鑄造技術の導入には、溶解、材質、鑄造機械(主型、中子、仕上)、砂処理、鑄造方案など各要素の基本をしっかり認識する必要がある。

現場幹部は、部下に作業標準の根拠をよく理解させるよう、指導する。

#### 2) 生型造型法

第2鑄造の生産の主体である生型造型について、設備のメンテナンスを含めてよく教育し、砂処理をよく理解させ作業させることである。

#### 3) シェルモールド法(中子)

新たに採用する技術であるので、この基本と実際をよく教育して使用することである。

#### 4) 電子制御技術(機械加工ライン)

現代の先進的な工作機械は、例外なく電子制御が盛り込まれているので、設備の近代化には当該知識が不可欠である。

#### 5) 切削加工技術 (機械加工ライン)

上記同様、近代化ラインの構築にあたっては、工程設計の基礎知識として必要である。

#### 6) 統計的処理の方法 (品質管理)

事実に基づく管理を実践するためには、データを採取し統計的手法を用いて解析し、対策を練ることが必要である。現在はこれが不足している。

#### 7) 標準化 (品質管理)

現在かなりの部分は品質文書として整備されているが、実施されず死文化されているので、より実践的な標準化を理解する。

#### 8) コンピュータ利用 (工程管理)

新技術の向上と相まって工程管理のコンピュータ化が重要となる。

第1段階、第2段階、第3段階の進め方については第1段階で確実に基礎づくりを行い、新しい方法をマスターし、第2段階で新設備を効率的に使用して目標の生産量を達成し品質を向上させる。

第3段階ではこれらの経過と結果を考慮し、周辺の発展状況や工場の経営状況に合わせて実行の時期を検討するが良い。

また、計画の内容も再検討して実行することが最善と思われるので、計画は構想を示すのみとした。

## 第7章 設備積算

### 7-1 設備積算

積算は、建物、クレーン、集塵関係及び工事、電気関係を除き、機械装置のみを積算した。

#### (1) 鑄造：中子シェルモールド装置、機械及び金型（第1～3段階）

中子製作には一鑄造部品ごとに機械、金型を1セットにまとめて導入する必要がある。この組合せにより、年25,000個の生産を行う。

実施順序はトランスミッションケース、シリンダーヘッド、295エンジンブロックの順で行っていくのが良い。

#### (2) 鑄造：造型機ラインの整備（第1段階）

この装置は、中国・済南鑄鍛研究廠の製品であるので、同社に依頼し、中国内で点検・整備を行うのがよい。（費用は積算せず）

#### (3) 鑄造：ショットブラスト（第2段階）

本仕様のもは、日本国内で5000万円程度であるが、中国青島機械でも生産しており、日本の1/5程度の価格で導入できる。さらに1997年には、日本のメーカーが中国と合弁による同設備の生産を開始すると考えられる。しかし性能面においては、前述した日中合弁の新鋭設備も、日本製設備との間にはまだ格段の差があると予想され、導入には総合的な見地からの検討が必要である。

#### (4) C. E. メーター（第1段階）

が前の成分管理に必要な装置で、日本における標準価格は150万円である。

#### (5) キュボラの改善（第3段階）

第2鑄造のキュボラを熱風に改造し、出湯温度を高めて能力アップを目指すべきたが、導入にあたっては砂処理装置と同様、総合的に検討する。尚、参考として新型6tキュボラの見積り価格を別に添付する。

#### (6) 砂処理装置の改良（第3段階）

第3段階では、将来の造型ラインの増設を考える必要があり、機能的には砂の冷却装置をシステムに含めて、総合的に検討するのがよい。

#### (7) 機械加工

機械加工の新設設備としてマシニングセンターの中型、小型のものを検討した。その見積り価格は、別に添付する。第1段階、第2段階では日本製を導入し、第3段階では中国製の導入を検討する。必要台数は、表6-16に示したとおりである。

また、NC旋盤は中国製のもので1基80～100万円とされている。

#### (8) コンピュータ関係

コンピュータ類は、使用目的や状況、システムの規模などにより大きく異なるので、今回はその内容を検討していない。



以上をまとめたものを表7-1に示す。

表7-1 段階ごとの導入設備と投資金額 (単位：千円)

		第1段階 1996～1997年	第2段階 1998～2000年	第3段階 2000～2010年
鑄 造	シエル中子装置 トランスミッションケース用機械 トランスミッションケース用金型	(×2) 72,000 (×2) 28,000		
	295シリンダヘッド機械 295シリンダヘッド金型		(×2) 25,900 (×3) 17,600	
	295シリンダブロック機械 295シリンダブロック金型		(×2) 72,000 (×2) 59,000	
	4102シリンダブロック機械 4102シリンダブロック金型			(×4) 200,000 (×7) 87,000
	C.E.メーカ ショットアラスト キボラ改造 砂処理改善	(×1) 1,500	(×1) 50,000	..... .....
	機 械 加 工	M.C HN63 PN40	(×1) 62,000	(×2) 124,000 (×5) 270,000 (×5) *50,000
NC旋盤 搬送システム				(×1) (74,000)
コンピューター関係				
	(合計)	163,500	668,500	

注：( )内は、CASE-2の場合の追加額

第2段階までで8億3200万円の投資が必要である。但し、本価格は日本製品の一例を示したもので、他社のものも検討する必要がある。尚、現有設備の改修や機械の刃工具、治具は含まない。

第3段階については、もっと具体的な計画に基づいて積算する必要がある。

## 7-2 近代化スケジュール

主要設備の導入時期とその立ち上げの目標時期を表7-2に示す。この様に設備を逐次導入し、移行を行うことを提言する。



価 500 元/トより戻し材料費を差し引いて、

\*年間  $24,000t \times 0.15 \times 400 = 1,440,000$  元の効果がある。

(4) 鑄造品の品質向上

材料の余肉がなくなり、合理的な肉厚により重量減となる。また、技術の向上で歩留りが向上する。全体重量で 10% が可能である。

\*  $24,000t \times 0.1 \times 150$  元 (溶解材料及び溶解) = 360,000 元

(5) 機械加工効率の向上

鑄造不良品が減少し、加工が容易になる。また機械も近代化されるので、効率は 10% は増加する。

(6) 加工品の精度が上がるので、組立効率は 5% 近く向上する。

(7) 管理による全体の能率向上

一般的に、生産効率は 5% 程度上昇すると見込まれる。

(8) 在庫、仕掛りの減少による金利の減少

現在の生産サイクルと中間仕掛りの量から推定すると在庫の現状は販売高の約 1/3、12,000 万元以上と考えられる。工程管理の推進でこの 1/5 が減少すれば、金利 15% とみれば年間 360 万円の金利の減少となる。

これに対し、生産増に対する人員増は鑄造において約 20~30 人、大型機械加工では直接員は現行の 57 人に対し、75 人と計算され (表 7-4 参照)、合計で 50 人以内で済むので人件費増は 35 万円のままである。また経費の増加は 10% として (付加価値  $\times 1/2 \times 0.1$ )、約 70 万円である。

この他にも多くの問題があるが、上記をまとめると、表 7-3 のとおりである。

表 7-3 投資効果の試算

項目	金額	(経費)
付加価値増	1,380 万円	
鑄造不良の減少	144 万円	
鑄造品質向上	36 万円	
機械加工効果向上	(10%)	
組立	(5%)	
全体の向上	(5%)	
仕掛り減、金利減	360 万円	
MC 用工具・償却費		80 万円
人件費増		35 万円
経費増		70 万円
計	1,920 万円 + $\alpha$	185 万円

日本円に換算すると、年間 2~3 億円の効果が見込める。従って、この投資には大きな効果があるといえる。

## 第8章 結論と勧告

この度の調査で、当工場を診断した結果、今後の生産拡大を考えた場合、トラクタの基本部品となる鋳造品の生産能力不足と不良率の高さ、それを加工する大型加工工場の生産能力不足と品質精度に大きな問題があることが分かった。当工場は幸いにして有望な市場に対し競争力のある製品を製造販売しているが、中国の国有工場一般の傾向と同様に、従来の計画経済の考えから市場経済への移行に大きな悩みを持っており、工場全体の管理技術の向上を強く望んでいることが明らかになった。

当工場は、経営方針や現場の管理等など経営基盤も確立しているものの、今後の国際競争に勝つための実力をつけるにはどのような様にしたらよいか、この観点から調査検討を行った。

国際競争力を持つという点からみると工場の生産技術、管理技術に多くの問題点が見い出され、これらについて検討した結果が第4、5章であり、その回答として改善項目・近代化計画をまとめあげたものが、第6章である。

第6章で述べたように、鋳造、機械加工、管理の3つの面について改善項目を42項目に具体的に提案し、それを以下のような3段階に分けて、順次実施できるよう検討を行った。

\*第1段階 … すぐに見える改善と新技術採用の準備

\*第2段階 … 新技術、設備の導入による改善を行い、所期の生産目標と品質向上を達成

\*第3段階 … 将来の国際レベルへの展開

また、内容的には以下の事項を中心に近代化計画を作成した。

1. 生産技術の基礎を確立するための改善
2. 鋳造品の生産能力、品質向上のためのシェルモールド中子法の採用
3. 第2鋳造車間の完全稼働
4. 機械加工の能力アップと精度向上のためのMCを中心とする加工ラインの導入
5. 管理レベル向上のための品質管理の徹底と工程管理の推進
6. 将来のコンピュータ化への配慮

対象工場の近代化には、第1段階で実施される基礎の確立は極めて重要で、これに基づいて第2段階の生産拡大と品質向上が図れる。

また第2段階までの主要設備として約8億円が積算されたが、この近代化計画の実施により、以下3点の成果が得られ、少数の人員増加で著しいコスト低減のもとに、年間25,000台を目標とする生産能力の拡大が実現できる。

1. 大幅な鑄造不良の減少
2. 鑄造比の品質、寸法精度の向上
3. 機械加工の精度向上と能率向上

従って、投資効果についても短期間で投入資金の回収が可能である。第2段階完了時には、対象工場の95計画の目標が達成可能と考えられている。

第3段階の近代化は前段階の結果を踏まえ、当工場の状況や外部の環境に合わせて、その実行内容を決定するのがよい。

最終討議において、本計画は対象工場側より全面的な賛同を得た。この報告を基本にして95計画を推進する意向であり、直ちに95計画の第2期の内容の修正が行われた。

95計画の第1期計画も第2次の調査内容に基づいた方向で進められ、工場組織も6月に改変し新鋭の幹部を登用して、管理のレベルアップと近代化の推進を行っている。

今後の進め方についても工場長の率先指導のもとに、ISO9000取得の旗印を掲げ、全社が一体となって近代化を推進すれば、必ず目標が達成できると信ずるものである。

以上に述べたとおり、本計画の実行によって、将来山東トラクタ廠が世界レベルの工場に発展することを期待しております。

本計画の作成にあたっては日本国際協力事業団殿の関係各位に御指導を戴き、また中国経済貿易委員会の方々や山東トラクタ廠の廠長以下、多くの関係の方々に絶大な御協力に戴き、ここに謹んで謝意を表すものであります。

# 本 文

## 目 次

序 章 本件調査の概要	1
1.調査の背景	1
2.調査の目的	1
3.調査の対象工場と製品	1
4.調査対象の範囲	1
5.調査団の構成と日程	2
第1章 中国の概況	6
1-1 中国の経済概況	6
1-2 山東省の経済と産業動向	7
1-3 中国の農業	7
1-4 中国の農業機械	8
1-5 中国の鑄造品の現状	9
1-6 中国のエネルギー事情と環境問題	10
第2章 調査対象工場の概要	12
2-1 工場概要	12
2-2 経営・組織	13
2-3 工場建屋	15
2-4 製品	18
2-5 環境	20
第3章 工場近代化の目標	21
第4章 生産工程の現状と問題点	23
4-1 鑄 造	23
4-1-1 鑄造分工場の概要	23
4-1-2 鑄造工程の現状と問題点	35
4-2 機械加工	43
4-2-1 大件車間の概要	43
4-2-2 大件車間の現状と問題点	52

第5章 生産管理の現状と問題点	64
5-1 管理技術の現状と問題点	64
5-1-1 財務・原価管理	64
5-1-2 設備管理	65
5-1-3 製品開発	66
5-1-4 補償と報償制度	68
5-2 工程管理の現状と問題点	69
5-2-1 生産計画・進捗管理	69
5-2-2 仕掛在庫管理	70
5-3 品質管理の現状と問題点	71
5-3-1 規格・標準管理	71
5-3-2 品質検査	72
5-3-3 アフターサービス	73
5-4 工場管理の相互診断	74
5-4-1 第2鋳造工場の診断結果	74
5-4-2 大件車間と新産品車間の診断結果	76
第6章 対象工場近代化計画	81
6-1 近代化計画の基本的な考え方	81
6-2 生産工程（鋳造）の近代化計画	82
6-2-1 基本的な考え方	82
6-2-2 第2鋳造車間の改善	83
6-2-3 中子製作の改善	84
6-2-4 後処理の改善	90
6-2-5 鋳造不良対策	94
6-2-6 砂処理・鋳物砂管理の改善	99
6-2-7 溶解・炉前管理	104
6-2-8 第3段階	109
6-3 生産工程（機械加工）の近代化計画	111
6-3-1 基本的な考え方	111
6-3-2 当面着手し得る改善	113
6-3-3 新技術・新設備の導入	116
6-3-4 近代化工場の実現	117
6-3-5 機械加工ラインのケース・スタディ	118
6-3-6 機械加工を容易にする鋳造品の精度管理	128



6-4	品質管理の推進	131
6-4-1	品質管理の推進の概要	131
6-4-2	工程管理の進め方	138
6-5	近代化計画のまとめ	149
第7章	設備積算	153
7-1	設備積算	153
7-2	近代化スケジュール	156
7-3	投資効果	157
第8章	結論と勧告	159

(参考資料)

資料-1	山東トラクタ廠における中子製作法について	1
資料-2	生型砂処理システム	13
資料-3	溶解設備	16
資料-4	ショットブラスト資料	28
資料-5	切削条件表	31
資料-6	トランスミッションケース加工ライン図	41
資料-7	FMSについて	47
資料-8	統計的品質管理の7つ道具	53
資料-9	鑄造工場における品質管理・改善の進め方	57
資料-10(1)	溶解作業標準	66
資料-10(2)	中子作業標準	74
資料-11	砂試験法	77
資料-12	砂管理データ ( $\bar{X}$ -R管理図用)	80
資料-13	シリカプログラム文献	83
資料-14	工場管理の総合診断表データ	95
資料-15	管理システムの近代化事例	101
資料-16	中国環境基準	110
資料-17	対象工場における質疑応答資料	114

(その他)

参考文献一覽	119
--------	-----



## 序 章 本件調査の概要

### 1. 調査の背景

- (1) 中華人民共和国は、1979年以來「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、新しい社会主義経済体制の基での経済開発のため、工業の活性化に取り組むとともに、1982年の党大会で西暦2000年までに農工業生産を1980年の4倍に拡大するとの目標を発表した。
- (2) さらに同国政府は、この目標達成の一環として投資効果の高い既存工場の近代化を図ることとし、わが国に対しても協力を要請してきた。これを受けて国際協力事業団（以下「事業団」という）は1981年度から1994年度にかけて96の既存工場の近代化計画調査に協力してきた。
- (3) 本件調査は上記近代化計画調査事業の一環として、本年度同政府より要請のあった山東トラクタ工場（以下山東トラクタ廠）に対し近代化計画調査を実施するものであり、1995年9月に予備調査団を派遣し、11月に本調査実施に関する実施細則(s/w)署名を行った。

### 2. 調査の目的

工場調査及び調査結果の分析に基づき、既存設備の有効利用に重点を置いた生産能力・生産技術及び生産管理の改善、向上に関する近代化計画を提案することを目的とする。

また調査実施中「工場」のカウンターパートに対し、これらに係る改善手法など技術移転を行う。

### 3. 調査の対象工場と製品

- (1) 対象工場：山東トラクタ廠
- (2) 対象製品：トラクタの大型部品（トランスミッション、ギヤボックス等）

### 4. 調査対象の範囲

調査対象の範囲は、以下のとおりである。

#### (1) 工場の概要調査

- ア. 建物、敷地
- イ. 製品
- ウ. 製造設備
- エ. 組織及び人員
- オ. 材料、部品
- カ. 販売
- キ. 生産計画及び生産実績

(2) 生産工程に関する調査

- ア. 原材料受入
- イ. 鋳造工程
- ウ. 機械加工工程
- エ. 検査工程

(3) 生産管理に関する調査

- ア. 設計管理
- イ. 調達管理
- ウ. 在庫管理
- エ. 工程管理
- オ. 品質管理
- カ. 安全管理
- キ. 設備管理
- ク. 教育・訓練
- ケ. 環境管理

(4) 中国側の工場近代化計画に係る確認調査

5. 調査団の構成と日程

(1) 調査団の構成

区分	(氏名)	担当業務	所属
団長	たむら けいじ 田村 啓治	総括	(財) 索形材センター
団員	やなぎさわ めぐむ 柳沢 福	生産工程 (鋳造)	神鋼リサーチ (株)
団員	うめぼやし かずお 梅林 一男	生産工程 (機械加工)	(財) 索形材センター
団員	うえだ ひろし 上田 浩	生産管理	神鋼リサーチ (株)
団員	はまの まさひろ 浜野 昌弘	設備積算	(財) 索形材センター
団員	ばば ひろゆき 馬場 裕之	通訳 (平成7年度のみ業務従事)	(株) 日本開発サービス
団員	みやがわ みよこ 宮川 美代子	通訳 (平成8年度のみ業務従事)	(財) 日本国際協力センター

## (2) 調査日程

## (a) 第1次現地調査

・派遣団員：田村、柳沢、梅林、馬場

日付	曜日	時間	内容	備考
1月16日	(火)	午前 午後	成田発10:10(NH905便) 北京着13:50 国家経済貿易委員会との打ち合わせ	北京泊
17日	(水)	午前 午後	北京発8:00→済南9:00→曲阜へ移動 工場関係者と打ち合わせ(希望・要望等の確認及び検討)	曲阜泊
18日	(木)	午前 午後	工場調査 *鋳造関連の現状調査 *機械加工の現状調査	//
19日	(金)	午前 午後	工場調査(続き)	//
20日	(土)	午前 午後	工場調査(続き)	//
21日	(日)	午前 午後	休日 資料整理、セミナー資料作成	//
22日	(月)	午前 午後	技術セミナー、工場関係者との最終確認 議事録署名、工場→済南へ移動	済南泊
23日	(火)	午前 午後	済南発8:15→北京着9:15 JICA中国事務所報告(11:00)	北京泊
24日	(水)	午前 午後	国家経済貿易委員会報告(9:00)	//
25日	(木)	午前 午後	北京発15:25 (NH906便)→成田着20:05	

## (b) 第2次現地調査

・派遣団員：田村、柳沢、梅林、上田、浜野、馬場

日付	曜日	時間	内容	備考
3月2日	(土)	午前 午後	成田発10:10 (NH905便) 北京着13:50	北京泊
3日	(日)	午前 午後	北京発14:10 済南経由 曲阜着	曲阜泊
4日	(月)	午前 午後	工場休日 調査準備	//
5日	(火)	午前 午後	工場調査 セミナー準備・資料調査	//
6日	(水)	午前 午後	セミナー(鋳造・加工) 工場調査(続き)	//
7日	(木)	午前 午後	ヒアリング 総工師弁公室 // 販売公司	//
8日	(金)	午前 午後	// 技術開発公司 // 財務処	//
9日	(土)	午前 午後	// 生産処 // 品質コントロール処	//
10日	(日)	午前 午後	// 設備動力処 // 廠部弁公室(品質)	//
11日	(月)	午前 午後	// 歯車分工場 工場調査(続き)	//
12日	(火)	午前 午後	済南第一机床廠調査 済南鋳鍛造研究所調査	//
13日	(水)	午前 午後	工場調査(続き) //	//
14日	(木)	午前 午後	// 調査結果第一回打ち合わせ	//
15日	(金)	午前 午後	工場調査(続き) 工場相互診断(鋳造工場)	//
16日	(土)	午前 午後 夜	工場調査(続き) 工場相互診断(機械工場) 鋳物工場調査	//
17日	(日)	午前 午後	報告書取りまとめ セミナー、質問事項検討	//
18日	(月)	午前 午後	報告会、討議 (全工人大会のため休み)	//
19日	(火)	午前 午後	休日 資料整理、議事録作成	//
20日	(水)	午前 午後	議事録署名 ->済南->北京に移動	北京泊
21日	(木)	午前 午後	JICA事務所報告(11:00)	//
22日	(金)	午前 午後	国家経済貿易委員会報告(9:00) 北京発15:25 (NH906便) 成田着20:30	

(c) 第3次現地調査

- ・派遣団員：田村、柳沢、梅林、宮川
- ・同行者：矢吹（JICA 鋳工業開発調査部）

日付	曜日	時間	内容	備考
9月10日	(火)	午前 午後	成田発10:10 (NH905便) 北京着13:25 JICA事務所打合せ(15:00) 北京発18:50→済南19:45(MU5124便) 済南→曲阜	曲阜泊
11日	(水)	午前 午後	山東トラクタにて最終報告案の説明 (総括・鋳造)	〃
12日	(木)	午前 午後	山東トラクタにて最終報告案の説明 (機械加工、生産管理)	〃
13日	(金)	午前 午後	意見交換(ドラフト検討) *矢吹氏移動 曲阜→済南 済南→北京(MU5123)	〃
14日	(土)	午前 午後	セミナー(鋳造・機械加工) *矢吹氏帰国 北京14:50→東京 (JAL782便)	〃
15日	(日)	午前 午後	調査団員4名:資料整理	〃
16日	(月)	午前 午後	議事録署名 / 移動 曲阜発→済南着 済南発16:30→北京着17:35(X2 102便)	北京泊
17日	(火)	午前 午後	JICA事務所報告(10:00) 国家経済貿易委員会報告(15:00)	〃
18日	(水)	午前 午後	帰国 北京発15:00→東京(NH906)	

## 第1章 中国の概況

本調査を実施するにあたり、対象工場を取り巻く環境を把握する必要がある。1996年現在の中国国内と調査対象製品の一般概況は以下のとおりである。

### 1-1 中国の経済概況

中国の経済はここ数年、高い経済成長を継続している。これは第8次5カ年計画（1991～95年）の政策が良好であったことを示している。1995年の産業別のGDP成長率をみると前年に比べ、第1次産業4.5%、第2次産業13.6%、第3次産業8%増で、鉱工業が成長の牽引役であることが伺える。その一方で国営企業の生産性等、改革が進んでいない状況である。

今後、中国は第9次5カ年計画にそって経済改革が進められるが、既に投機によるインフレ、国営企業改革による失業者問題や農業問題、公序良俗問題等を抱え、早急な社会秩序の安定化を希求されている。

表 1-1 中国統計公報の主要データ

項目	単位	1993年	1994年	1995年	前年比
人口	万人	118,517	119,850	121,121	1%
労働力	万人	60,220	61,470		
GDP	億元	34,515	45,006	57,733	28%
農業	億元	10,996	15,750		
工業	億元	52,692	76,909		
固定資産投資	億元	12,458	16,370	19,445	19%
うち国有単位	億元	7,658	9,322	10,822	16%
うち集団所有単位	億元	2,231	2,665	2,978	12%
貿易統計（輸出入総額）	億ドル	1,957	2,367	2,808.5	
うち輸出	億ドル	917	1,210	1,487.7	
うち輸入	億ドル	1,040	1,157	1,320.8	
					1995年 貿易収支 (166.9)
主要農業生産量					
穀物	万吨	45,649	44,510	41,700	-7%
綿花	万吨	374	434	450	4%
肉類	万吨	3,225	3,693	5,000	35%
水産品	万吨	1,823	2,143	2,538	18%
主要工業生産量					
化学繊維	万吨	237.37	280.33	290	3%
粗鋼	万吨	8,956	9,261	9,400	2%
非鉄金属10品目	万吨	299.9	336.1	425	26%
セメント	万吨	36,788	42,118	45,000	6%
金属切削工作機械	万台	26	21	18.1	-14%
自動車	万台	129.9	136.7	150.3	10%
トラクタ（大、中型）	万台	3.7	4.7	6.3	34%
カラーテレビ	万台	1,435	1,689	1,958	16%
家庭用洗濯機	万台	896	1,094	944.8	-14%
エネルギー関連					
石炭	億t	11,500	12,400	12,980	5%
原油	万吨	14,492	14,608	14,900	2%
発電量	億kw	8,395	9,281	10,000	8%
発電設備	万kw	1,472.8	1,674	1,682	0.5%

（出所：中国統計年鑑ほか）



## 1-2 山東省の経済と産業動向

本件対象工場のある兗州市は、山東省の内陸部に位置する。山東省は中国黄河の下流にあり、省人口8,610万人、面積15.67万km<sup>2</sup>、省都は済南市である。同省は山東半島経済開放区に認可されており、対外開放政策に則って、外資金融機関の誘致や外資への既存企業への株式譲渡、インフラ整備への外資導入等、多様な政策を進めている。

1993年末までの累計外資企業投資契約件数は1200件、契約外資額116億ドル、進出企業数3,300社以上で、同省のGDPは1993年において2,700億元、工農業生産額は6,974億元に上った。

農業においても耕地が全省面積の半分近くを占めている農業大省であり、小麦1,889万t、メイズ1,383万t（何れも91年統計）を主要産品とする。また水産物漁獲高は、93年において219万tの水揚げを誇って全国第一位であり、農水業、工業ともに発展している。

交通網については、道路は4.6万km、そのうち舗装道路は3万km以上で、高速道路の済青線が済南から青島間の318kmを結んでいる。鉄道は省内に2,200kmの路線を持つ。

港湾は26カ所あり、うち国際貿易港が青島を中心に7カ所ある。空路も済南、青島の両空港を中心に9カ所の飛行場を有し、全国各地と結ばれている。今後、さらに道路・港湾を中心に拡張整備が図られる予定である。

天然資源に関して、同省は油田と炭田を擁しており、勝利油田は中国第2位の生産量（92年：3,346万t）を誇る。石炭の生産量も約8,000万tで全国6大産炭地の一つに数えられている。また金の生産量、埋蔵量は国内第1位であり、品位も安定している。

発電量は、496.4億kwhで今後の需要の伸びに対応し、現在、総投資額45億元をかけて日照市に出力70万kwの発電所建設を計画中である。

## 1-3 中国の農業

現在、世界人口の増加率は、食料増加率を上回っており、21世紀には世界の食料が不足する可能性を示唆する声が高まっている。中国は世界最大の穀物生産国と同時に最大の人口を抱えた国であり、その動向は国内外が注視するところである。

### (1) 中国農業の現況

1980年代の改革・開放政策の時代に入り、人民公社制は廃止され、個人農家の生産高連動請負責任制の採用によって農業従事者の生産意欲が高まり、農業生産は急増した。また郷鎮企業の出現により、過剰な農村労働力が吸収されたことも労働生産性を高める要因になった。

一方で工業の急速な発展に伴って、都市と農村の生活者間の貧富の格差が拡大し、人々は農村を捨てて都市へと流出していくようになり、優良な耕地は、農作物より高付加価値を生

み出す工場や建築物へと変貌していった。さらに農薬の過剰使用や自然災害の頻発で土壌が荒れ、単位面積あたりの収量は低下傾向にある。

そうした中で経済発展著しい沿海部の一部の省では自発的に農業生産量を低下させ、食料は他省からの移入或いは国外からの輸入によって賄っていくという動きが出始めた。そのため中国の中央政府は、第9次5カ年計画において食料問題にふれ、減少傾向にある農業産品の増産を促した。

## (2) 中国の今後の農業政策

中国の人口は全世界の約22%を占めているが、耕地面積は1992年時点で約9.6千万ヘクタール、全世界の耕地面積の約7%に過ぎず、年々耕地が減少している。また基本建設投資で農業に充てられる割合や全就業人口に占める農業就業人口の割合も低下し、穀物の生産量は横這いまたは減少傾向にある。

1995年9月末に発表された日本の海外経済協力基金開発援助研究所と中国農業部農村経済研究センターの共同調査結果によると、2010年までの中国の食糧需給見通しは、約1億tが不足するという試算がなされたが、中国の改善如何では、不足分を6,500万tに抑制できるとしている。

今後、中国においても産業構造の変化により農業従事者が減少すると予想される。また急速な高齢化も現在の農業生産性を低下させる要因になる可能性があり、省人化と農産品の増産体制を両立させうる方策として、積極的な農機の導入が挙げられる。

## 1-4 中国の農業機械

### (1) 中国のトラクタ

世界の農業用トラクタの保有台数は、1990年現在で約2,654万台であり、そのほとんどが装輪式トラクタである。

世界の農業先進国は、大規模農場化・大型機械による省力化・省人化など、効率経営がなされているが、中国では生産高連動請負責任制を敷いているため、個人農家の農地は細分化されている。このため中国の農業事情は、アメリカのような大型農機の大量投入による大規模農業経営が実施されるとは考えにくい。従って、今後のトラクタ需要の短・中期予測としては中型トラクタの普及が拡大すると考えられる。

現在、中国の農業の機械化は決して高い水準にあるとはいえない。農業用トラクタの保有台数も中型に限れば70~80万台であり、年間生産台数(20PS)以上は5~6万台程度である。

また農業機械市場は生産金額ベースで448億元(1992年)の規模である。本件の対象工場は、中国の中型トラクタ工場の約6割を生産しており、今後さらなる増産体制が望まれる。

## (2) 中国のディーゼルエンジンの現状

中国では動力源としてディーゼルエンジンが広く用いられており、生産量も極めて多く、主要都市には必ずといって良い程、国営ディーゼル工場がある。ディーゼルエンジンの用途は農耕用トラクタが主体であるが、自動車、船舶等にも用いられている。

農業用ディーゼルエンジンは、単気筒の小型のもの（20PS以下）が年間300万台、2～4気筒の中型のもの（20～50PS）が10万台以上生産されており、小型エンジンが多く生産されているが、年々需要が低下しており、多気筒のものにシフトしつつある。

自動車用は、3～5t車用（70～100PS）のものが20～30万台、6～8t車用（150PS程度）のものが30～40万台で、同クラス・200PSのものになると、5～10万台程度生産、あるいは計画されており、ここ数年急速に増加している。このほか大型の船舶ディーゼルエンジンも生産されているが、まだ数量は限られている。

## 1-5 中国の鋳造品の現状

### (1) 鋳造工場の分布状況

中国の機械組立産業等の発展に最も影響を及ぼしているものは、素形材、部品等を生産するサポーティング・インダストリー（裾野産業）における生産技術の立ち遅れにある。

中国の鋳造業界の現状については、工場毎に技術、装置面で大きな格差があり、それに伴って鋳物の品質も大きく違ってくる。年間数万トン以上の生産を行う工場では、機械設備が整備されており、生産量が少ない工場ほど人手による作業に依存している。

中国の鋳造工場数は約10,500カ所あるとされ、その34%が上海を中心にした東中国地方に集中している。また中南地方についても全工場数の22%が分布している。これらの省はいずれも沿海部にあり、経済発展の著しい地方である。尚、東北地方にも多くの工場が集積しているが、これらは遼寧省の旧型の工場を含んでいるためである。（表1-2参照）

表1-2 中国鋳造工場の総数と分布

No	地方	市・省（自治区含む）	工場数	比率%
1	北中国地方	北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古	1,390	13.2
2	東北地方	黒龍江省、吉林省、遼寧省	1,720	16.4
3	東中国地方	上海市、江蘇省、浙江省、山東省、安徽省、江西省、福建省	3,580	34.1
4	中南地方	湖南省、湖北省、河南省、広東省、海南省、広西	2,340	22.3
5	西南地方	四川省、雲南省、貴州省、西藏	850	8.1
6	西北地方	陝西省、甘肅省、青海省、寧夏、新疆	620	5.9
計	6地方	30市省（自治区含む、台湾は除く）	10,500	100

注：6地方名に属する市・省は、統計用に便宜上分類した。

（出所：中国鋳造協会資料）

## (2) 鑄造の生産量

中国の1993年から過去5年間の鑄造生産量は、年間1,000～1,200万トンと推測される。1989～91年は、中国国内で工業の立て直しの時期にあたり、90年の生産量は大幅に低下している。その後、1991年から増加に転じ、年々生産量は伸長している。

現在、主要鑄造品の生産量は農機・内燃機関に使用される割合が最も高く、量にして約1.5～2百万トン、全体の17%を占めている。これは、ほとんどの省・自治体にディーゼルエンジンやトラクタ、農機部品の製造工場があるためである。今後も農機、内燃機関用鑄物の需要は安定した伸びを示すと予想される。

さらに自動車用鑄物の需要も急速に拡大しており、1993年現在で約1.2百万トンの生産量が、2000年には約2.1百万トンに伸長すると予想されている。

このほか、公共事業や石油プラント建設に関わる建設業界の活況により、鑄鉄管、石油化学機器用鑄物の需要も同様に拡大しており、2000年には鑄造生産量が約1,350万トンになると予測されている。

表 1-3 鑄造製品別生産量

(単位：千t)

品目別	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	2000年
自動車鑄物	638	537	832	1,033.7	1,247.9	2,106
鉄道用鑄物	576	532	677	743.4	803.1	1,012.5
農機、内燃機関鑄物	1,544	1,455	1,833	1,986.2	2,125.2	2,254.5
バルブ、石油化学機器用	406	336	458	487.8	506.6	945
冶金・採鉱、重機用	864	868	1,097	1,138.3	1,247.9	553.5
電気機器、動力用鑄物	307	257	344	365.9	395.4	1,336.5
工作機械用鑄物	653	603	744	871.1	877.3	418.5
インゴット	1,018	895	989	952.4	926.7	648
鑄鉄管	1,400	1,352	1,586	1,800.3	1,952.2	2,497.5
継手、留め具等	179	179	247	290.4	321.2	607.5
その他	2,015	1,856	1,913	1,945.5	1,952.2	1,120.5
(合計)	9,600	8,860	10,750	11,615	12,355.6	13,500

注：2000年については予測値。

(出所：中国鑄造協会資料)

## 1-6 中国のエネルギー事情と環境問題

### (1) 中国のエネルギー事情

中国のエネルギー部門の発展は、常に5カ年計画における一貫した重点目標であり、第8次5カ年計画においても、調整課題の一つになっている。

第8次5カ年計画期間及び2000年までの中国経済は、年6%GNP成長によって4倍増の計画が実現される見通しであるが、エネルギー生産はいずれの指標ともGNP成長を下回る伸びとなっており、先行き電力不足が懸念される。

中国は一次エネルギーの大部分を石炭に依存しているが、原料供給源の6割が山西省に集中している。このため、石炭を必要とする沿海部へは鉄道やトラックによって輸送されているが、鉄道網及び道路網整備の遅れから、今後も長期的に供給の鈍化が続くものと見られている。

## (2) 中国の環境問題

中国政府は1992年に開催された「地球サミット」を受けて、1994年に「中国アジェンダ21」を採択・発表し、環境保護に努めている。しかし、経済開発優先の風潮が強まっている現在、環境問題に対する企業の関心は低い。また企業側は環境配慮による直接的なコスト増（環境装置の設置、社員教育等）を嫌い、徹底していないのが現状である。

一方で環境汚染により被害を受けた市民が、汚染源の企業・工場に直接押しかけ、暴力的な紛争に至る事件が頻発しており、結果的に環境問題を重視しない企業は、今後の企業活動に大きな支障を来す恐れがあることを理解する必要がある。