

中華人民共和國  
工場(湘潭壓縮機)  
近代化計画調査報告書  
要約

1991年3月

国際協力事業団

鉦計工
<del>CR(3)</del>
91 - 33

ARY



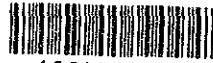
705 / 63 / MP2  
10865129

22869



中華人民共和國  
工場(湘潭壓縮機)  
近代化計画調査報告書  
要約

JICA LIBRARY



1091361(4)

1991年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

22469

# 目次

I. 序	
1. 近代化計画調査の背景	1
2. 中国の国民経済、社会発展状況	1
3. 湘潭圧縮機廠の近代化の必要性	2
4. 調査団の構成	3
II. 工場近代化計画策定方針	
1. 近代化計画の目標	5
2. 工場近代化策定の理念及び基本方針	6
3. 近代化計画実施の基本プログラム	7
III. 工場の概要	
1. 湘潭圧縮機廠の概要	9
2. 生産品目及び生産状況	10
3. 製造設備の概要	13
4. 工場の組織構成及び人員配置	14
5. 資材調達	21
6. 販売状況	21
7. 生産計画	23
8. 工場の技術改造及び設備改造構想	27
IV. 現状と問題点	
1. 生産設計の現状と問題点	29
2. 製造技術の現状と問題点	31
2-1 本工場、機械加工々場	31
2-2 本工場、組立場	42
2-3 検査計測	43
3. 製造設備の現状と問題点	44
4. 生産管理	46

V. 工場近代化計画	
1. 湘潭圧縮着廠の近代化総論 .....	53
2. 設計の近代化 .....	54
3. 製造設備と製造工程の近代化 .....	60
3-1 近代化の基本方針 .....	60
3-2 スクリュ圧縮機の生産体制 .....	68
3-3 組立工場の近代化 .....	81
4. 生産管理近代化の具体的アプローチ .....	94
5. 近代化のスケジュール .....	98
6. 近代化に要する経費 .....	105
VI. 結論と勧告	
1. 設計技術について .....	111
2. 製造設備と製造技術について .....	112
3. 品質保証体制について .....	114
4. 生産管理について .....	115
5. 結び .....	116







## I. 序



# I. 序

## 1 近代化計画調査の背景

中華人民共和国は1979年以来「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、中国的特色を持つ新しい社会主義体制の確立のため、企業の活性化に取り組んでいる。1982年の党大会において2000年までに農工業の生産を1980年の水準の4倍に拡大するとの計画を発表した。

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。これを受けて日本国際協力事業団は1981年度より1988年度にかけて58の既存工場の調査に協力した。

本調査報告書は、これら近代化計画の一つとして同国政府より要請のあった湘潭圧縮機廠に対して工場診断調査を行い、その結果に基づいて工場近代化を推進するにあたっての方策と指針を取り纏めたものである。

## 2 中国の国民経済、社会発展状況

中国は第7次5ヵ年計画において、1986年から1990年までの期間における中国の経済及び社会の発展の基本政策を明らかにしている。この5ヵ年計画では、現状の中国の状態、すなわち先進国との格差を十分考慮し、現実的、積極的、かつ確実な基礎の上になつて重要な原則、方針及び目標を定めている。

しかし国民経済の急速な発展により経済過熱やインフレーションの昂進が発生した。このために中国政府は数年間続いてきた速すぎた成長速度を落とし、大きすぎた固定資産投資を圧縮して、整備・整頓と改革深化を強力に指導した結果、インフレーションの昂進は抑制され国民経済はよい方向に向いつつある。1990年3月に策定され1990年計画は次のとおり。

(1) 1990年は整備・整頓と改革深化の鍵となる年である。1990年度国民経済・社会発展計画の主な目標は次のとおり。

- 1) 適度の経済成長率を保持する。経済効率と技術水準の向上をふまえて、農業総生産額は昨年比4%増、工業総生産額は6%増とし、国民総生産額の伸びは5%とする。
- 2) 社会全体の固定資産投資規模の計画を4100億元とし、国の産業政策にしたがって投資構造をさらに調整する。
- 3) 信用貸付の規模と通貨発行量を引き続き厳しく抑制し、国家予算の赤字を昨年より

少なくする。

- 4) 外貨収支の基本的均衡を保つ。

(2) 1990年度計画の主な任務は次の点である。

- 1) 農業振興に力をいれ、食糧や綿花などの主要農産物の安定した増産をはかる。

食糧の計画生産量は4億1250万トンで昨年より505万トン増産する。

- 2) 市場販売を積極的に促進する一方、構造調整に力を注ぎ、経済効率を高め、工業生産の適度の伸び率を保つ。

年間1000～1500万トンの標準炭のエネルギーを節約する。

全人民所有制工業の従業員全体の労働生産性を3%引き上げる。

- 3) 固定資産投資規模を引き続き抑制し、投資構造を調整する。

その中で良・新設備への切り替えのための投資が820億元である。

既存企業の技術改良にいっそうの注意力を傾け、技術改良・新設備への切り替え用投資は、エネルギーと原材料の節約、品質の向上、供給不足の製品と新製品の増加、輸出による外貨獲得および輸入代替の拡大、製品のグレードアップとモデルチェンジの促進に重点が置かれる。

- 4) 国内市場と人民の生活の安定をはかり、引き続き物価総水準を抑制する。

- 5) 対外解放を堅持し、輸出入商品の構造調整に努め、貿易と経済・技術交流をいっそう発展させる。

### 3 湘潭圧縮機廠の近代化の必要性

湘潭圧縮機廠は1966年に往復動式圧縮機の製造を開始して以来、往復動圧縮機および関連機械の専門メーカーとしての中国国内の地位を築き上げてきた。この間にスクリュウ圧縮機の製造も手掛けたが製造が中断され、移動式中圧スクリュウ圧縮機で製造を再開した。しかし、中圧スクリュウ圧縮機はより高度の加工技術が要求され、製造技術と加工設備の遅れから製造が軌道に乗っていない。

一方、圧縮機の市場（特に空気動力用圧縮機）は、機械化と自動化が進むなかで、その動力用源と制御用源として需要が増大し、使用目的が多様化すると小型のスクリュウ圧縮機のニーズが高まってきた。

この状況のなかで、湘潭圧縮機廠は生産品目の多角化による経営の安定をはかるため、現在のプロセス用圧縮機に並ぶ次の主導製品として、スクリュウ圧縮機を選定し、開発を完了している。しかし、こうした需要の増加に合致させるには、製造技術の確立、製品品質の国際水準への到達、加工機械や計測機器の代替、製造ラインの見直しと整備、多種少量生産の管理機能のあり方などの問題に直面しており、当面する諸問題を抜本的に見直し改善を図らねばならない。

#### 4 調査団の構成

この調査は、1990年3月6日、中華人民共和国 国家計画委員会技術改造司処長王毅と日本国際協力事業団 事前調査団長 石井和男により調印された【中華人民共和国 工場近代化計画調査実施細則】の定めるところにもとずき、湖南省湘潭市の湘潭圧縮機廠に対して行われたものである。

この実施細則により、工場の本格調査は1990年6月28日より1990年7月18日の間に実施し、工場概要調査、生産設計調査、生産工程調査、生産管理調査並びに近代化計画調査を行い、これらの結果を基礎に、中国および日本国内での関連調査をも加味して、本調査書を取り纏めた。

本格調査団の構成は次のとおりである。

氏 名	担 当	所 属
岡 本 惇	団長・総括	石川島播磨重工業株式会社
小 林 朝 治	生産調査	石川島汎用機械株式会社
浅 野 卓 一	設計技術	株式会社アイメック
佐 藤 修 二	生産管理	石川島播磨重工業株式会社
杉 木 廣 幸	生産設備・積算	石川島播磨重工業株式会社





## II. 工場近代化計画策定方針



## II. 工場近代化計画策定方針

### 1 近代化計画の目標

#### 基本事項

工場近代化に対する工場側より提示された基本的事項は次のとおりである。

- (1) スクリュ圧縮機の設計、製造技術を中心にその水準を向上させる。
- (2) 競争力のある製品を開発しプロセス用圧縮機に並ぶ主力製品を育て上げる。
- (3) 遅れているスクリュ圧縮機の切削加工機械を代替し、製造工程を合理化する。
- (4) NC機械を導入して高精度や高品質要求に対応し、生産性を向上させる。
- (5) 設計技術及び検査計測技術を充実させる。
- (6) 生産管理の水準を高め、エネルギー消費の削減やコストダウンを推進して、経済効果をあげる。
- (7) コンピュータの導入を計画し、設計方法や生産管理に応用する。
- (8) 目標達成に必要な工場の改造や新設を計画する。

#### 工場の具体的到達目標

第8次5カ年計画が終了時点の1995年末の工場の具体的到達目標は次のように策定されている。

工場総生産額	5,000 万元
利潤総額	1,000 万元
全員総生産率	33,333 元

#### 主要製品の年間生産量

プロセス用往復動圧縮機	128 台
動力用スクリュ圧縮機	220 台
動力用ピストン圧縮機	90 台
150 型系列銅液ポンプ	100 台
鋳鉄管	8,000 トン
電工機械	360 台
部品	570 トン

## 調査対象機種種の生産拡大計画

調査対象機種種の移動式中圧スクリュウ圧縮機LGY 20 - 14 / 10.5 は1989年の生産台数は1台、過去最大で1988年の3台である。この生産台数を1995年度には90台、第9次5ヵ年計画中には年間生産台数を150台に増大させる目標を立てている。更に現在開発中の定置式低圧スクリュウ圧縮機を生産軌道に乗せて1995年度には200台、最終生産到達目標を300台としている。

### スクリュウ圧縮機の年度別生産目標

(単位：台数)

年 度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
移動式中圧スクリュウ圧縮機	10	20	30	50	70	90	120	150
定置式低圧スクリュウ圧縮機	5	25	50	100	150	200	250	300

## 2 工場近代化策定の理念及び基本方針

### 策定の理念

湘潭圧縮機廠の工場経営の3つの基本原則は次の通り。

品質第一、数量第二。

社会利益第一、企業利益第二。

長期利益第一、目前利益第二。

上記の原則に従って、工場の近代化計画は長期的視野で中国経済の発展に貢献し、社会の発展を促進する方策を折り込み、かつ、技術的及び経済的に実行可能な方策でなければならない。すなわち、

- (1) 中国々内だけでなく、海外の市場においても競争力のある製品を生産できる体制を構築できること。
- (2) 技術開発には市場動向に対応した良い品質の製品を迅速に開発し、生産できる設計技術、生産技術であること。
- (3) 科学的合理的管理方法により現状の管理方式を改善し、管理意識の定着と企業管理水準の向上を図ること。コンピュータを利用して効率的な管理組織にすること。

- (4) コンピュータ化や自動化傾向に対応できる能力開発や人材育成対策を盛り込むこと。
- (5) 設備改造には既存の施設や設備を有効に活用することを優先させること。

### 3 近代化計画実施の基本プログラム

中国はこれまでの経済体制に市場原理を強力に導入し、企業の活性化、効率化を指導している。このために企業は製品の市場における競争力が一段と要求されるようになった。この結果、工場の近代化計画実施は急を要する。しかし、社会や経済状況、工場の経営内容、製品の需要動向、技術改革、労働力等の変動によってはその都度、修正や見直しが必要である。そして完了するまでは或る段階を設定し、一段階ずつ継続的に実行に移していくことが肝要である。今回の工場の近代化計画の完了を第9次5カ年計画期間中とし、第8次5カ年計画期間を前期と後期とに分け、3段階の近代化計画の実施プログラムを策定した。

#### (1) 第一期 (第8次5カ年計画期間の前半期)

現状の整理整頓と新生産技術の導入の基盤作りの準備期間とする。

#### (2) 第二期 (第8次5カ年計画期間の後半期)

スクリュウ圧縮機の生産ラインを完成し工場の整備をする。

#### (3) 第三期 (第9次5カ年計画期間)

製品の国際化を目指すため、質、量及びコスト共に国際競争力をつける。



### III. 工場の概要





### III. 工場の概要

#### 1 湘潭圧縮機廠の概要

湘潭圧縮機廠の現在の本工場は、1951年に創立、1958年に現在地の楊家嶺工業区に機械製造工場を新設、1966年より往復動圧縮機の製造を開始した。往復動圧縮機は化学肥料の製造プロセス用の窒素-水素の増圧機が主力であり、出力300 kw、吐出圧32 Mpaまで生産可能である。湘潭圧縮機廠のスクリュ式圧縮機の歴史は、1972年にスクリュ式空気圧縮機の開発及び製造開始から始まり、1974年には化学工業用の窒素-水素増圧用として無給油式も開発し1980年までに各々、90台と32台を生産したが、現在は生産を中止している。

1985年に移動式中圧スクリュ圧縮機の生産を中国として初めて開始した。しかし、この圧縮機は工場の生産設備の制約もあり生産が伸びず、1990年6月までに8台が生産された。

1980年代に、製鍊廠と湘潭電線廠跡地を合併して、それぞれ第一分工場と第二分工場とした。第7次5ヶ年計画により、第一分工場は鑄造部品用の新工場を完成し、鑄鉄管の製造と共に鑄造専用工場に改造し、本工場は、圧縮機を中心にした機械加工・組み立て専用工場への改造のため、製造設備の統廃合、新建屋の建設等が進行している。

工場所在地の湘潭市は湖南省の中央部、省都長沙の南に接し、長沙、株州と共に工業の中心地域を形成している。市管轄区域の人口250万人で機械電機製造業、化学工業、紡績産業が湘潭市の3大工業である。

湘潭圧縮機廠の本部・本工場は湘潭駅付近の旧市街の中心部に在り、第一分工場と第二分工場は湘江の対岸にある。

1989年末における工場指標は次の通りである。

工場専有面積	165,471 m <sup>2</sup>
建築面積	70,337 m <sup>2</sup>
生産用工場面積	44,910 m <sup>2</sup>
固定資産原価	1,788 万元
従業員総数	1,304 人
内訳	
労働者	824 人
技術員	105 人
管理員	169 人
服務員	93 人

生産設備総数	424 台
金属切削機械	230 台

(この中に大型設備23台、精密機械8台を含む。)

本工場、第一分工場及び第二分工場が近距離内に独立分散している。本工場は本部機構と機械加工、組み立てを中心にした工場配置になっている。鑄造関係設備を第一分工場に移転させたことにより、製造工場、倉庫、試験場等の再配置が可能になり、新工場建屋も建設が進行している。

## 2 生産品目及び生産状況

### 主要生産品目

#### 1) 化学肥料設備用往復動圧縮機

窒素-水素ガス圧縮機、窒素-水素ガス循環圧縮機及び増圧圧縮機を製造しアンモニヤ合成のプロセスに広く使用され、対置型、対称平衡型及び立型の3型式、吐出圧32 Mpa までの機種を生産している。今後はD-15/320 高压大型圧縮機を生産の主力にして行くことを計画している。

#### 2) スクリュー圧縮機

#### 3) 動力用往復動空気圧縮機

量産も可能な空気圧縮機と無給油式の生産を計画している。

#### 4) 往復動ピストンポンプ

#### 5) その他の機械装置

空気バルス配送装置

空気式鍋打出し製造装置

電工機械 電線製造装置

#### 6) 鑄造製品

各種の鑄造部品を自社用を中心に製作しているが、余力を社外の製作に向ける計画である。鑄鉄管は国内及び海外にも販路が伸びて、上水道管及びガス管に使用されている。

現在の生産品目は、5種類、16系列の62品目と多種類少量生産方式による生産形態である。工場別の生産能力は下表の通りである。

工場別の生産能力

項目	本工場	第一分工場	第二分工場	合計
鑄造 (トン/年)		2,000		2,000
熱処理 (トン/年)	1,000		110	1,110
機械加工 (時/年)	1,090,890		362,610	1,453,500
組立て (時/年)	55,692		42,844	98,536
管鑄造 (トン/年)		10,000		10,000

1986～1989年の主要機種の生産実績は下表の通りである。

主要機種の生産実績 (台数)

主要機種名称		年 度				合計
		86	87	88	89	
I	化学肥料設備用					
	2DZ系列水素-窒素ガス循環圧縮機	4	13	18	48	83
	2D系列水素-窒素ガス圧縮機	7	11	22	11	61
	2Z3.5系列水素-窒素ガス循環圧縮機	20	7	13	17	57
	2Z3.5系列水素-窒素ガス増圧圧縮機	6	13	5	1	25
	2D系列水素-窒素ガス循環増圧圧縮機	12	9	12	13	46
II	V-3/8-1,V-6/8-1往復動空気圧縮機	6	43	19	99	167
III	LGY20-14/10.5移動式スクリュウ圧縮機	1	1	3	1	6
IV	150系列酢酸銅液ポンプ	2	22	28	15	67
V	圧縮機部品 (トン)	415	329	431	689	1764

スクリュウ圧縮機の生産と開発状況

湘潭圧縮機廠におけるスクリュウ圧縮機生産は1970年に最初のLG 25 - 22 / 7の開発に着手、1972年に初号機を完成してから、LG 31 - 40 / 3.5、LGY 20 - 14 / 10.5と生産機種を変更し、現在、次期機種のLGFD系列を開発中でありLGFD - 3 / 7 - xの試作が完了した。この機種が生産ラインに載れば、続いて、LGFD - 6 / 7の開発を計画している。

1989年の各機種別の生産額は次の通りである。

1989年の生産額（万元）

項 目		生産量	総生産額	%
圧縮機	プロセス用往復動圧縮機	92 台	580.4	36
	ピストン式空気圧縮機	99 台	111.58	7
	移動式スクリュウ圧縮機	1 台	7.90	0.5
	スベヤパーツ	1764 トン	484.35	29.5
	合 計	192 台	1184.23	73
ピ ス ト ン ポ ン プ		15 台	48.02	3
鑄 鉄 管		3757.9 トン	169.09	11
電 工 機 械		3 台	20.70	1
そ の 他（民生用機械）		461 台	178.96	12
合 計			1601.00	100

### 3 製造設備の概要

湘潭圧縮機廠は機械加工を中心にした本工場及び第二分工場と鑄造を中心にした第一分工場と工場の製造設備の集約と再配置を進めている。

主要生産設備の総数は424台、その中で、金属切削機械は230台、大型機械23台、数値制御等の高性能機械は8台である。

#### 機械加工及び製造設備

本工場は機械加工及び製造設備は中小部品加工工場、大型部品加工工場、機械修理工場、熱処理センター・冷間・熔接工場、及び組立て工場から構成され、現在、更に工場棟を建設中である。この新設棟はスクリュ圧縮機の総合工場にすることを検討している。

第二分工場は第一機械加工組立て工場、第二機械加工工場及び冷間・熔接・鍛圧工場から構成されている。

各工場共に、機械を種類別に配置したジョブショップ方式となっている。スクリュ圧縮機の主要部品のおす・めすロータの切削加工は本工場の中小部品加工工場の3台のロータフライス盤で行われ、また、ロータケーシングは大型部品加工工場のターニングマシンと横中ぐり盤で加工されている。

主要機械加工設備の使用年数は、1970年以前に設置の機械が9%、1970年代が53%、1980年以降が38%となっていて、使用年数10年以上の機械が60%以上を占めている。従って機械の大半が手動で、自動機械は数値制御切断機、半自動研磨機の各1台の他にデジタル表示の中ぐり盤と旋盤が数台あるのみである。

#### 鑄造設備

第7次5ヵ年計画により、各工場に分散していた機械加工用素材の鑄造設備を第一分工場に集約し、新工場を建設した。設備の近代化も1988年11月に完了し、1989年から本格的に稼働を開始し、従来からの鑄鉄管の製造工場と第一分工場は鑄造専門工場に改造された。

##### a. 鑄造工場

新設の新鋭工場で鑄砂の回収、混合、配砂が連続可能に機械化されている。

加工能力	2000トン/年 (将来3000トン/年に増加)
3トン キューボラ	2台
シェークアウトマシン (振動落砂機)	3台
クラシャー (双輪破碎機)	1台
鑄砂回収供給装置	1式
砂混練機	5台

焼鈍炉		1基
b 鋳鉄管製造工場		
置き注ぎ式（グラビティ	キャスト）の旧式の設備である。	
加工能力	10000トン／年	
3トン キューボラ		2台
鋳鉄管製造設備		1式

#### 検査・計測設備

製品検査のための運転台は組み立て工場内に設置されているが、計測は個別の計器によって行っている。現在、計量、計測計器の整備に努力して、計測工具の自主検定を定期的に行っている。ブロックゲージ等の必要な計量器は整備されている。

#### その他の設備

##### a 鍛造設備

第二分工場の冷間・熔接・鍛圧工場で250 kgf、200 kgf、65 kgfのエヤーハンマによる鍛造を行っている。しかし、スクリュウ圧縮機のロータの加工素材の鍛造には、力量が不足しているため全部を外注している。

##### b 倉庫

本工場は鋳造工場の廃止により生じた建屋を使って諸倉庫の整備が完了し、材料倉庫、製品及びサービス部品倉庫、半製品倉庫等の機能別倉庫となっている。

第二分工場も鋳造工場の廃止により生じた建屋を使って製品倉庫に利用しているが、工場の改造に伴って機能別の倉庫配置にする計画である。

##### c 福祉・教育施設

各工場に付属して従業員宿舎や食堂、幼稚園等の福祉厚生施設、並びに教育施設を配置している。

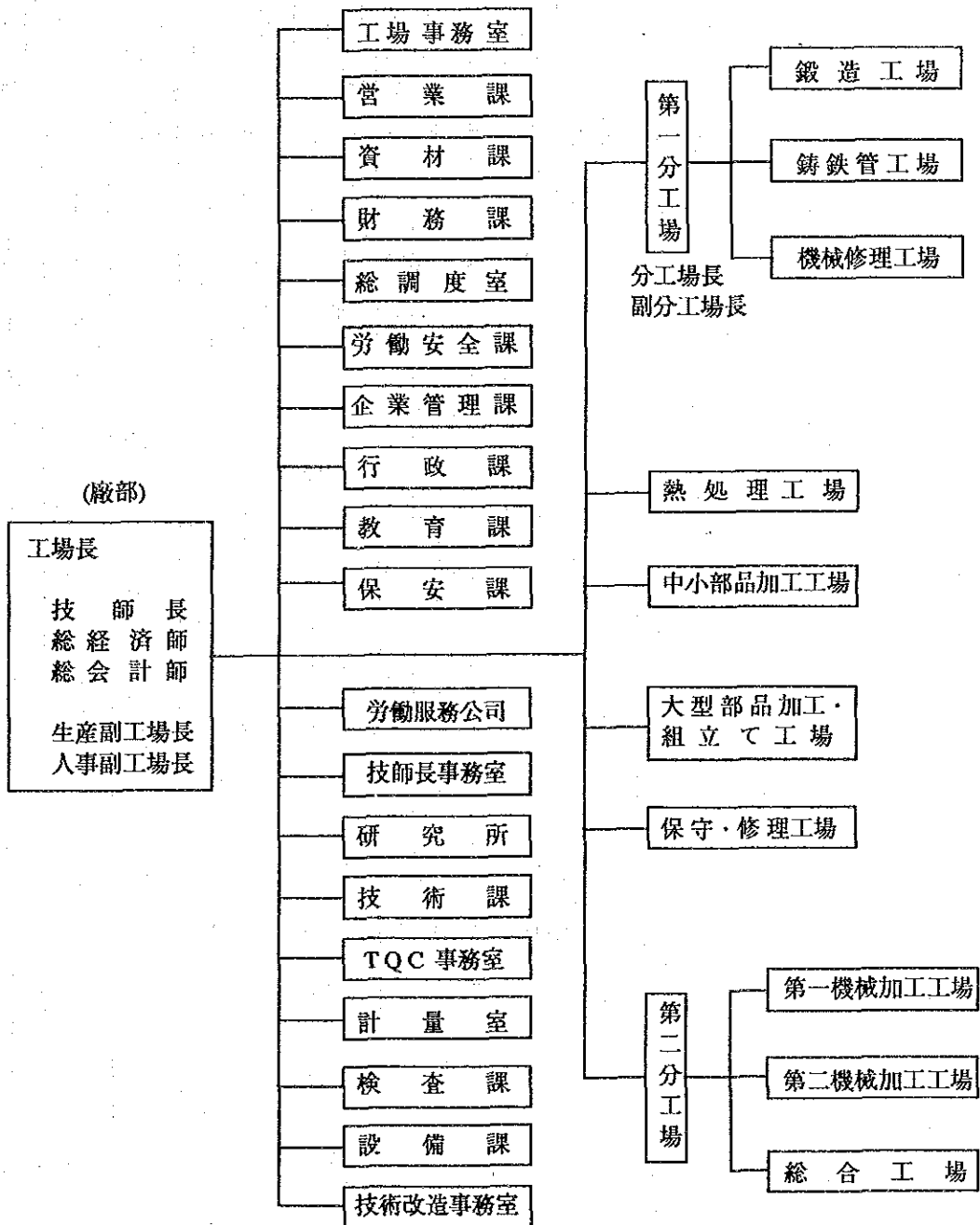
## 4 工場の組織構成及び人員配置

### 組織構成

工場長の下に技師長（総工師）、総経済師、総会計師の『一長、三師』が湘潭圧縮機廠のトップマネジメントを構成し、生産担当副工場長及び人事教育担当副工場長が補佐する体制をとっている。組織を大別して、本部機構と製造部門からなる本工場（総廠）

と、製造中心の第一分工場（一分廠）及び第二分工場（二分廠）に分けられ、分工場にはそれぞれ分工場長、副分工場長を置いている。

各部門の業務内容は規程で詳細に定められているが、主要な業務に関しての各課及び室等の責務分担を管理機能図に示す。



組織系統図





従業員の構成と配置

1989 年末の統計は次のとおり。

従業員の部門別構成

	管理者	技術者	従業員			合計
			直接	間接	計	
経営管理部門	6	14		7	7	27
設計部門	1	9		3	3	13
技術品質管理部門	7	38		19	19	64
生産管理部門	1	8		5	5	14
製造現業部門			690	87	777	777
合計	15	69	690	121	811	895

製造部門の職種別構成

職種	製造部門						合計
	鑄造	熱処理	中小部品加工	大型部品加工	組立て	修理	
現図、罫書			25	13			38
切断			4	2			6
プレス				1			1
熔接	4		7	3			14
木型	12						12
鑄造	138						138
鍛造			8			2	10
熱処理		17					17
機械加工	6		193	38		17	254
取付、組立			26		40	27	93
検査	8	1	12	1	3	1	26
非破壊検査				1			1
運転試験							
材料管理	2		1	2			5
塗装			8		9		17
工具						6	6
その他	24				8		32

従業員の学歴別構成

	経営管理	設計	技術	生産管理	製造部門	合計
大 学 卒 以 上	2	6	10	5	30	63
高 等 技 術 専 門 卒	4	4	26	2	19	55
高 中、中 技、 中 専 卒	6	2	7	4	254	273
初 中 卒 及 び そ れ 以 下	15	1	21	3	474	514

従業員の年齢別構成

	経営管理	設計	技術	生産管理	製造部門	合計
10才代						
20才代	4	7	17	2	*372	402
30才代	9	2	18	1	238	268
40才代	10	3	19	3	144	179
51才以上	4	1	10	3	23	41

\* : 10才代を含む。

管理部門従業員の経験年数別構成

経験年数	経営管理	設計	技術	生産管理	合計
3年未満	9	4	3	4	20
3～10年	13	6	30	6	45
10年以上	5	3	31	4	43

製造部門従業員の経験年数別構成

経験年数	製造部門
5年以下	213
6～15年	244
16～25年	237
26年以上	83

従業員等級制度及び平均賃金については従業員には国家制定の等級制度が適用され、賃金等もこの等級に従って支給される。

工場の総平均等級は5.9級になっている。

従業員の等級構成

級 別 系 列		高 級	中 級	初 級	合 計
		7 級以上	4 ~ 6 級	3 級以下	
管 理 部 門	工 程	12	28	65	105
	経 済	4	27	60	91
	統 計	0	1	14	15
	会 計	0	4	20	24
	衛 生	0	5	6	11
	資料保存	0	1	7	8
	教 育	0	1	2	3
	工芸美術	0	0	1	1
製 造 部 門		351	209	147	707

また、工場の平均的賃金は管理者級が175元/月、技師級で143元/月である。  
この5年間の年間賃金の上昇は次のとおりである。

平均年間賃金支給額の推移

賃金 \ 年度	1985	1986	1987	1988	1989
年間総額 (元)	1213	1277	1511	2034	2091
増加率 (%)	-	5.3	13.3	34.6	2.8

## 5 資材調達

湘潭圧縮機廠の資材調達はすべて資材課が担当している。原材料、加工材料、購入部品の調達の他に、これらの資材の出入庫管理まで一貫した管理方式をとっている。

資材調達は国家計画により割り当てられる方法と、工場が独自に市場から購入する方法によるが、前者は鋼材、銑鉄、コークス等の原材料が主である。1989年の国家計画の支給材の量は、鋼材が工場使用量の35%、銑鉄29%、コークス14%で、市場からの購入に比べ価格が3分の1と安いのが魅力である。

しかし、湘潭圧縮機廠の資材調達の大半は市場からの購入であり、軸受け等の一部の部品は輸入している。多種少量生産のため購入品や部品の種類が多く、各々の調達量が比較的少ない状況にあり、資材管理が生産工程を維持する上で重要な要素になっている。そこで資材課は材料と部品の倉庫管理も担当し、在庫を調整して製造部門にタイムリーな資材供給ができるような体制になっている。

部品加工の外注は総調度室の調整のあと、生産課が管理している。

## 6 販売状況

湘潭圧縮機廠の基本的生産形態は受注生産方式であり、その製品は多品種、少量生産、客先要求を主体としている。生産量の維持・増加には製品開発と販売体制の強化が直接関係する。

製品開発の場合国の優先推奨の開発製品のときは国の主管部門が直接市場需要と、国内、海外の諸動向や技術情報を提供する。工場の自主開発の製品については、広範囲な市場調査と製品に関する調査研究をしなければならない。この結果に基づき、工場は製品開発の方向を決定し、上部関係機関に開発の提案をし認可を得る。製品開発の種類によって研究機関や設計院の技術審査をうけ、基本設計の規格書を受領してから実用化の設計と試作に入ることになっている。移動式中圧スクリュ圧縮機の開発の場合は、国からの指示により華中工学院（武漢）と湘潭圧縮機廠の共同研究・試作を行った。

販売の体制はアフターサービスを含め営業課が担当している。

販売や受注活動は主に次の方法で行っている。

- 1) 年2回（春、秋）に販売・ユーザ会議をユーザの多い地域を選んで開催し、新製品の説明会、受注商談会を開いて、受注の促進を計画している。
- 2) 主要なユーザを営業や工場幹部が訪問し販売の促進をする。
- 3) 技術員をユーザに派遣し、製品の説明と技術的サービスをする。

- 4) 各地の設計院とコンタクトし、計画中のプロジェクトの中に工場の製品を採用して貰う。

この他に、サービス部品、鑄鉄管等の標準品は商社（公司）を通して販売することが多い。圧縮機等の主要製品の販売には、湖南省長沙に代理店を設け、また上海にある南方圧縮機会社のメンバに加盟し営業員を派遣している。

アフターサービスも販売体制の大きな鍵であり、サービス員の要求には電話、電報でも派遣する。交換部品の販売には即応か短期納入に努力している。この結果、1989年度は市場が低迷した中で部品販売が大幅に伸び、販売総額の約30%を占めた。

#### 販売計画について

湘潭圧縮機廠の現在の主力製品は比較的小型の化学肥料工場のプロセス用の圧縮機と増圧機並びに鑄鉄管であるが、これらは製品のライフサイクル(Life cycle)から見ると成熟期に達していると考えられている。その他の動力用空気圧縮機は後発機種で販売量が伸びていない。

今後はプロセス用の往復動圧縮機には大型機種を投入し市場を拡大し、これと並ぶ主力製品にスクリュ圧縮機を育成し、動力式空気圧縮機も無給油式に転換し高品質化してゆく計画である。鑄鉄管は設備が置き置き方式の旧式であり、老朽化も進むので現状を維持し、鑄造部品を中心にした販売を計画している。また、各機種とも系列種類を増加させて客先要求を満たす製品のラインアップ(Line up)に力を入れている。

スクリュ圧縮機の中国々内の市場の状況は、1.0Mpaを超える中高圧用圧縮機の生産は湘潭圧縮機廠1社である。中高圧の空気圧縮機は大きな潜在市場が在り、現在はピストン式空気圧縮機が占有している。この領域は今後、性能面や使用面の両者に優れたスクリュ圧縮機に逐次代替えされるものと考えられる。

0.3~0.7Mpaの低圧用空気圧縮機は鉱山、冶金、化学工業、紡績等の分野で広範囲に使用されていて圧縮機市場で最大の領域である。統計によれば、現在中国のこの種のピストン式圧縮機の製造会社は50社以上有り、各メーカーの製品は大同小異の旧型機で生産縮小、中止の方向である。現在開発中の3.6 m<sup>3</sup>/min の定置式低圧スクリュ圧縮機はこの全面代替を狙ったものでピストン式圧縮機の成熟期の年間販売量が2500台余に達した状況から、このスクリュ圧縮機も年間販売量は500台を下回らないものと予測されている。

## 7 生産計画

### 生産計画の編成

湘潭圧縮機廠では各次の5ヵ年計画ごとの工場経営の中期生産計画の方針に沿って、当年度生産計画とその半期ごとの修正、各四半期生産計画、月間生産計画の編成が行われている。更に、各製造工場や部門単位で旬間または週間生産日程を組んでいる。1989年は中国の経済は非常に流動的であった。今後も市場競争の原理の導入が進めば、この傾向が強くなり、工場経営にとって生産計画の立案－実行－追跡－修正が適時に行う事が必要となっている。

### 年度生産計画、四半期生産計画及び月間計画の編成手順

年度生産計画の編成は工場事務室が中心になって、販売状況、市場予測、他社の生産状況、工場の生産能力等の情報を収集し、上部主官庁（湖南省湘潭市機械局）からの通達目標、前年度の実績、年度末の手持ち工事量と次年度内の受注予測を基にして、次年度の実績を立案する。この計画案は営業課、総調度室、資材課、企業管理課等が検討を加え、工場長の承認の後正式な工場通達として各生産工場に伝達指示される。

四半期の生産計画の編成は総調度室が中心になって、販売契約の推移、工場の生産状況、原材料、購入品及び外注品の調達状況、エネルギー消費状況等を把握して、各生産工場の各単位まで細分した工程の進捗計画、日程計画を基礎に、四半期の生産計画を編成し、生産担当副工場長（総調度室長を兼務）の承認の後、正式に通達される。

月間生産計画の編成は総調度室が四半期生産計画の各月間日程を基に、生産進捗度、部品入手日程を確認して、計画月間の詳細日程、工数計画、人員や加工設備の配分、外注振り分けを含む月間生産計画を作り、各生産工場との総合調整をした上で各工場に通達する。

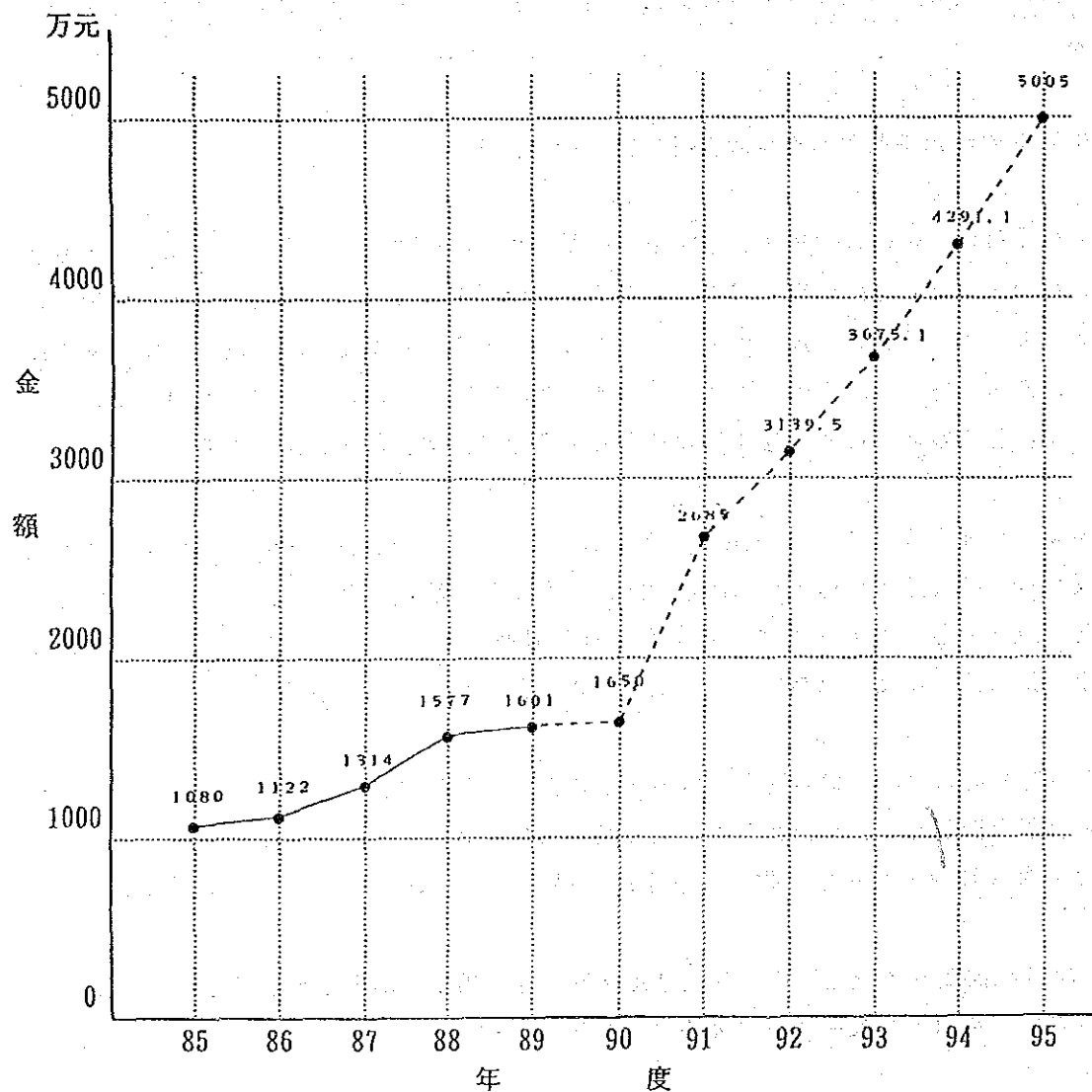
本工場は総調度室が直接、第一分工場及び第二分工場は工場生産課が具体的な生産作業計画を立て、旬間または週間予定表等に詳細化して行く。

### 生産実績の経済指標

湘潭圧縮機廠の1985年から1989年までの5年間の生産実績と将来計画の経済指標の推移は次のとおり。

経済指標の推移で明らかなように、当工場は1985年以降1988年までは生産額、利潤及び生産性共に順調に成長してきたが、1989年は生産額と生産性はほぼ横這いで利潤は急激な落ち込みを見せた。1990年も89年と同じ状態が継続する見込みである。

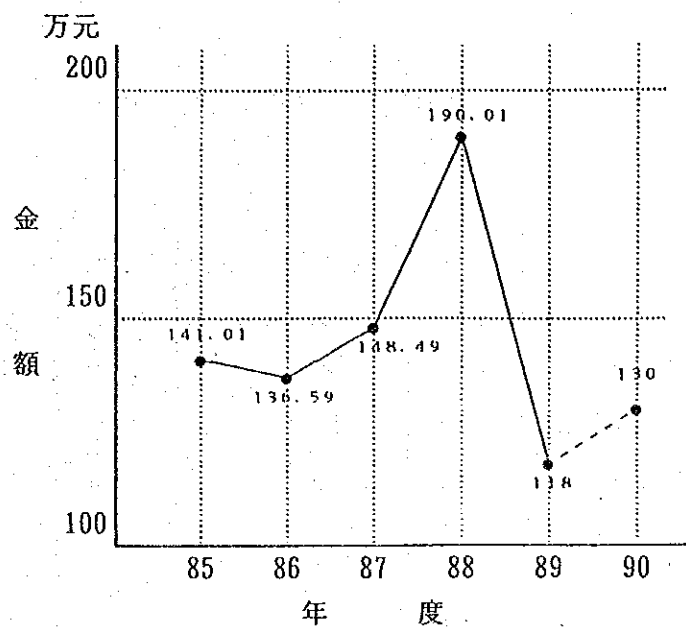
工業総生産額



工業総生産額の推移

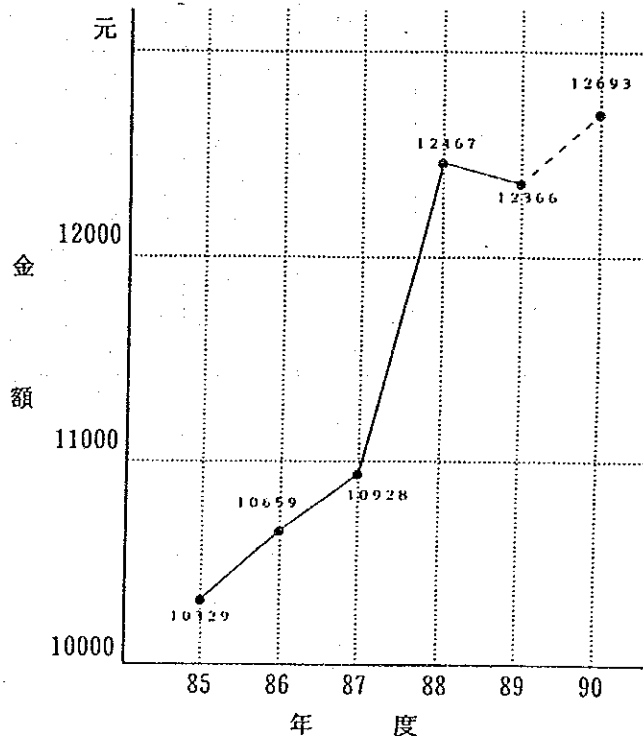


利潤総額



利潤総額の推移

全員労働生産率

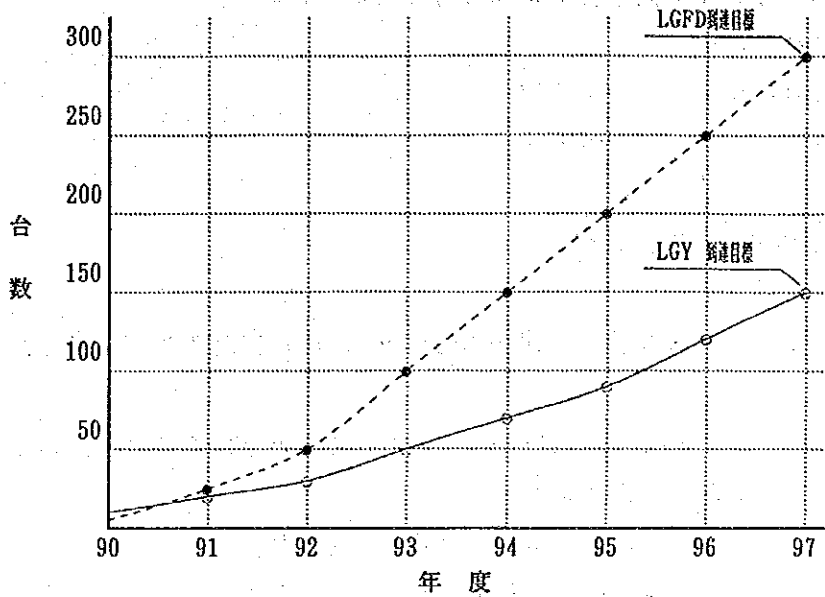


全員労働生産率の推移

第8次5カ年計画期間の製品別生産計画

項目	単位	年度					
		1990	1991	1992	1993	1994	1995
プロセス用 圧縮機	生産台数	89	84	88	95	107	128
	生産額(万円)	717	888	1108	1395	1712	2098
動力用スク 圧縮機	生産台数	25	50	95	130	175	220
	生産額(万円)	180.5	329	487	657	879.5	1102
動力用ピスト 圧縮機	生産台数	30	30	45	61	76	90
	生産額(万円)	63	63	94.5	128.1	159.6	189
150型系列 銅液ポンプ	生産台数	35	50	60	75	90	100
	生産額(万円)	108.5	155	186	217	248	310
部 品	生産量(トン)	470	480	510	530	555	570
	生産額(万円)	329	343	357	371	385	399
鑄鉄管	生産量(トン)	8000	8000	8000	8000	8000	8000
	生産額(万円)	480	480	480	480	480	480
電工機械	生産量(トン)	360	360	360	360	360	360
	生産額(万円)	427	427	427	427	427	427

L G Y 型 移 動 式 中 圧 ス ク リ ュ 圧 縮 機 : ————  
 L G F D 型 定 置 低 圧 ス ク リ ュ 圧 縮 機 : - - - ● - - -



スクリュウ圧縮機の生産計画

### 8 工場の技術改造及び設備改造構想

第7次5ヵ年計画では機械電子工業部及び湖南省機械工業庁の指導により、次のプロジェクトを推進した。

- 1) 第一分工場の鑄造部門の拡張と鑄造工場の新設、新鋭設備の導入による機械化により鑄造能力を高め、分散していた鑄造設備を集約した。

鑄造工場の新設 3494 m<sup>2</sup>

鑄砂回収供給装置、振動落砂機、砂混合機、大型焼鈍炉等の設備の導入は、購入、及び自社製作を含め80台

年間生産能力 2000トン

- 2) 上記のプロジェクトとの進行に合わせ、本工場の工場改造と大型往復動圧縮機の生産設備の近代化を計画し現在進行中である。

組立て工場の建設 2500 m<sup>2</sup>

元鑄造工場の改築と諸倉庫の整備

機械設備と計測機器の導入 85台

## 第7次5ヵ年計画期間中の投資状況

第7次5ヵ年計画期間中の総投資額は1020万元であった。

その内訳は次のとおり。

国家の援助資金 : 760万元

自己資金 : 260万元

## 第8次5ヵ年計画中の技術改造構想

湘潭圧縮機廠の第8次5ヵ年計画の期間(1991-1996)の技術改造及び発展計画の基本的構想は次の通り：

- 1) 移動式中圧スクリュウ圧縮機(LGY 20-14/10.5)を1980年代の国際先進技術水準の代表的スクリュウ圧縮機に到達させる。
- 2) 定置式低圧スクリュウ圧縮機を開発し製品機種を増加させる。
- 3) スクリュ圧縮機の先進製造技術を取り入れ、設備を改善して品質の高い製品を生産できる工場にする。
- 4) 計測設備や試験計測方法を整備して、新製品の開発力、品質管理能力を強化する。
- 5) 製造工程や生産管理を現在の先進スクリュウ圧縮機工場の水準に向上させる。
- 6) 1996年には移動式中圧スクリュウ圧縮機と定置式低圧スクリュウ圧縮機の量産化体制を確立する。

技術改造のために次ぎの工場設備の改造、改善及び新設を計画している。

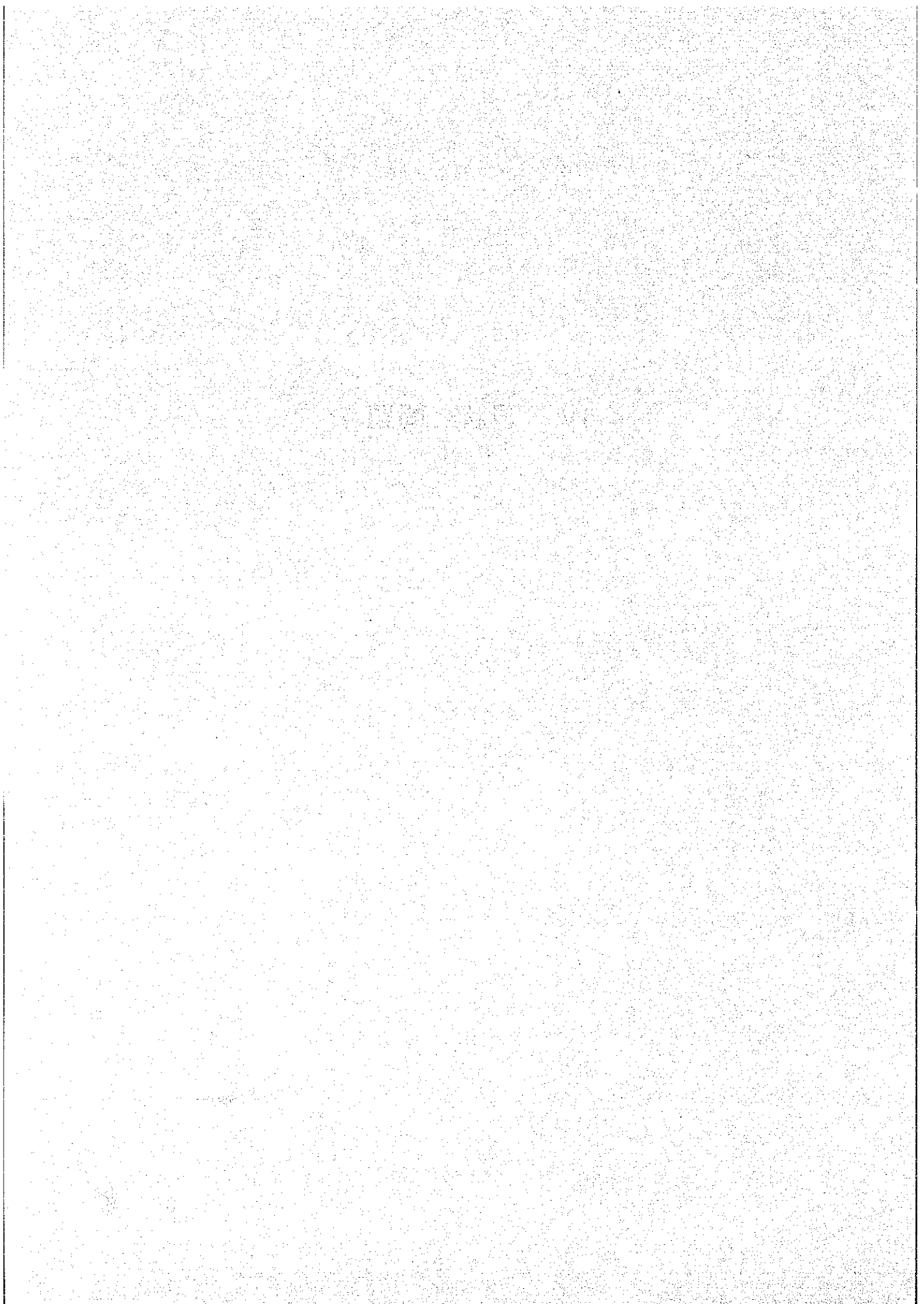
- 1) 本工場内にスクリュウ圧縮機の専用工場を建設する。
- 2) スクリュ圧縮機のロータ切削加工機械を高性能専用フライス盤に新替する。
- 3) スクリュ圧縮機のケーシングの切削加工には、マシニングセンタ(Machining Center)を導入する。
- 4) ロータ切削刃の刃形の検査用測定器を導入する。
- 5) 加工精度の向上のため中ぐり盤と堅型旋盤の高性能機を購入する。
- 6) その他の加工機械の移動、配置換えをする。

第8次5ヵ年計画期間以降も更に工場の近代化のためにNC機械への転換、3次元測定器の導入により製品の高品質化等を計画している。





#### IV. 現状と問題点





## IV 現状と問題点

### 1 生産設計の現状と問題点

#### (1) 要求精度と工作レベル

現在、設計より出されている精度要求は無理のないところであるが、一方では現在の工場の加工精度レベルを超えたものであることも明らかである。製造部門の加工レベルの向上にも、積極的に情報収集と意見具申を行って、設計と製造部門共同で問題点を確認し合いながら機械設備、治工具、計測設備等々の改善策をこうじていく必要がある。特に精度確保に注力すべき所は以下のとおりである。

- \* ロータとケーシングの各部間隙
- \* おすロータとめすロータの歯面間隙
- \* ロータ軸芯と軸受け軸芯度

#### (2) 軸受

推力荷重に対しては単列アンギュラ玉軸受 2 個の背面合わせを使用して支持している。吐出圧力は 1.05 MPa で、かなり大きい推力荷重を発生させると思われる。特に、おすロータにはバランスピストンを装着し、その上に単列アンギュラ軸受を取り付け、荷重を支持している。この他にも、側蓋内圧力上昇によっても推力荷重が増加する場合があるので、圧力バランス用導管を設ける、背面組み合わせアンギュラ玉軸受を採用し、予圧を与えて組み付ける等の対策が必要である。この軸受の精度と品質は十分なものが要求される。

#### (3) 油分離器

分離用エレメントは湘潭圧縮機工場製で、円筒内にグラスウールが充填されており、その周りをメッシュの細かい金網でカバーしている構造である。分離用エレメントは、フランジ部で分離器本体に溶接で固定されており、取り外し出来ないようになっている。

現状では分離器からの吐出空気中にかなりのオイルミストが含まれているようであり、分離器本体、分離用エレメント双方とも、油の分離性に関して、構造の見直しと改善をする必要がある。

#### (4) 起動制御システム

起動時に於ける圧縮機作動はほとんど手動となっている。圧力扇の起動と最小圧力弁の閉止動作は自動の他は、手動操作の部分は大変に多い。運転者が、各部の作動状況を一つ一つ確かめながら、確実に手動で起動していく方法はよい点もあるが、将来はできるだけ自動に切り替えていくべきである。

(5) 容量制御システム

容量の制御は、吐出圧力を検出することにより、吸入バタフライ弁の開閉を ON-OFF 制御することによって行われている。しかし、吐出圧を検出して制御信号を送り出す負荷調節器の作動が安定しないため、ON-OFF 圧力が一定しない。また、吸入バタフライ弁の開閉を駆動する制御空気シリンダもパワー不足が心配され、システム全体の見直しを行う必要がある。

(6) 冷却システム制御システム

- 1) 冷却システムにオイルクーラは装備されているが、エアクーラは装備されていない。圧縮空気の使用目的や使用機器によっては、適正な吐出空気温度を保つ必要があり、エアクーラの装備が必要であると考えられる。
- 2) 油温度が異常に低下した場合は、オイルクーラをバイパスして油温の低下を防止する方法を採用する方法がある。
- 3) 吐出空気温度が異常上昇した場合に、スクリュウ圧縮機の損傷を未然に防止する保護装置が必要であると思われる。

(7) 設計マニュアル及び技術資料

設計標準は一通り整備されており、良い管理状態にあるといえる。しかし一方では、設計者が日常的に留意すべき基本的かつ実地的なノーハウ(know-how)を記した設計マニュアルの整備が十分でないようである。例えば、各試験成績の性能分析のための技術資料、製造工程によって受ける設計上の諸制約、過去に製造過程で発生した設計に起因する諸トラブル、あるいは製品納入後に発生した諸トラブル、等々といった情報の蓄積は設計員の技術レベルを高める上で非常に有効であり、設計部門全体で共有すべき情報でもある。現在これらの情報は、せいぜい各個人の資料として所有されているに過ぎず、設計部門全体として、早急に設計マニュアル及び技術資料の整備をする必要がある。

## 2 製造技術の現状と問題点

### 2-1 本工場・機械加工々場

#### (1) 本工場・中小部品加工々場の現状

この工場での作業は、往復動圧縮機の軸類、ライナ(liner)、バルブ等の小物部品加工が中心である。また、中圧スクリュ圧縮機の、おす、めすロータの旋盤加工及び歯形プロファイル(profile)加工も行われている。製造機械は汎用工作機械で各機械は、種類別にまとめて置かれた群管理による生産方式が採用されている。

#### (2) 本工場・大型部品加工々場の現状

この工場での作業は、往復動圧縮機のフレーム(frame)本体、圧縮シリンダ、動力伝達用プーリ(pulley)の加工等大型部品の加工が行われている。この工場の製造機械は、門型フライス盤(プラノミラ)、横中ぐり盤、堅旋盤、堅削盤等の大型機械が配置されている。各機械は、中小部品工場と同じく群管理による生産方式が採用されている。

#### (3) 加工技術

おす、めすロータは、どちらも特殊なねじれ形状をしており、スクリュ圧縮機の性能を左右する主要部品であるため、加工精度の要求が厳しい。工程数も多く、加工技術や加工設備によって加工時間が大きく影響される。また、ケーシングも箱型で、複雑な形状を持っていることに加えて、ロータ穴の軸間距離、及びケーシング面間距離の要求精度が厳しく、ロータと同様、加工時間が大きく左右される部品である。これらの部品要求精度を満たし、効率的に加工していくことが最重点課題であるといえる。

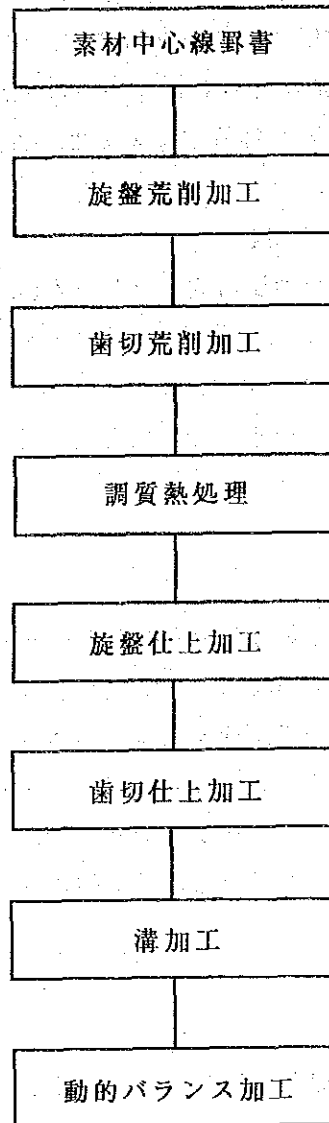
##### 1) 工程分析

現状を正確かつ定量的に把握するために、素材搬入工程から部品加工々程の完了までを、工程順に調査し、「工程分析」の手法を使って、以下の4点について、工程分析を行った。

- \* 加工工程
- \* 段取り、加工時間
- \* 加工経路
- \* ヒストグラムによる工程のバランス

a おす、めすロータの加工

加工工程は素材搬入から、加工完了まで、全加工々程数はおす、めすロータい  
ずれも21にのぼる。加工に関する部分のフローは次のようになる。



おすロータ加工工程表

(単位：時間)

工 程	機械番号	治具番号	段取時間	加工時間
1 中心線ケガキ	-----	Vブロック	1.30	0.30
2 センター孔加工	T 6 3 0	-----	2.00	1.00
3 ab、外径荒削り	C 6 3 0	-----	8.00	10.00
4 磁粉探傷	検査課	-----	-----	-----
5 両面センター加工	C 6 3 0	-----	1.00	1.30
6 外径部端面加工	C 6 3 0	-----	4.00	10.00
7 キー溝加工	X 6 2 W	8d イトミル	2.00	1.00
8 歯切り荒削り加工	専用フライ盤	90刃板 イトミル	20.00	40.00
9 調質熱処理	熱処理工場	-----	-----	-----
10 外径端面加工	C 6 3 0	-----	2.00	4.30
11 abc 部端面加工	M 1 4 5 0	-----	4.00	12.00
12 d 部キー溝加工	X 6 2 W	8d イトミル	2.00	1.00
13 e 部歯切り中削り	専用フライ盤	中仕上げカッタ	2.00	45.00
14 e 部仕上げ加工	専用フライ盤	仕上げカッタ	-----	-----
15 abc 部仕上げ加工	C 6 3 0	-----	8.00	16.00
16 切欠溝加工	X 6 2 W	サイドカッタ	2.30	3.30
17 仕上げ	組立課	-----	1.00	-----
18 磁粉探傷試験	検査課	-----	-----	-----
19 動的バランス	外注工場	-----	-----	-----
20 総合検査	検査課	-----	-----	-----
21 防錆・入庫	-----	-----	-----	-----
計	-----	-----	60.00	146.00
合 計	-----	-----	206 時間00分	

めすロータ加工工程表

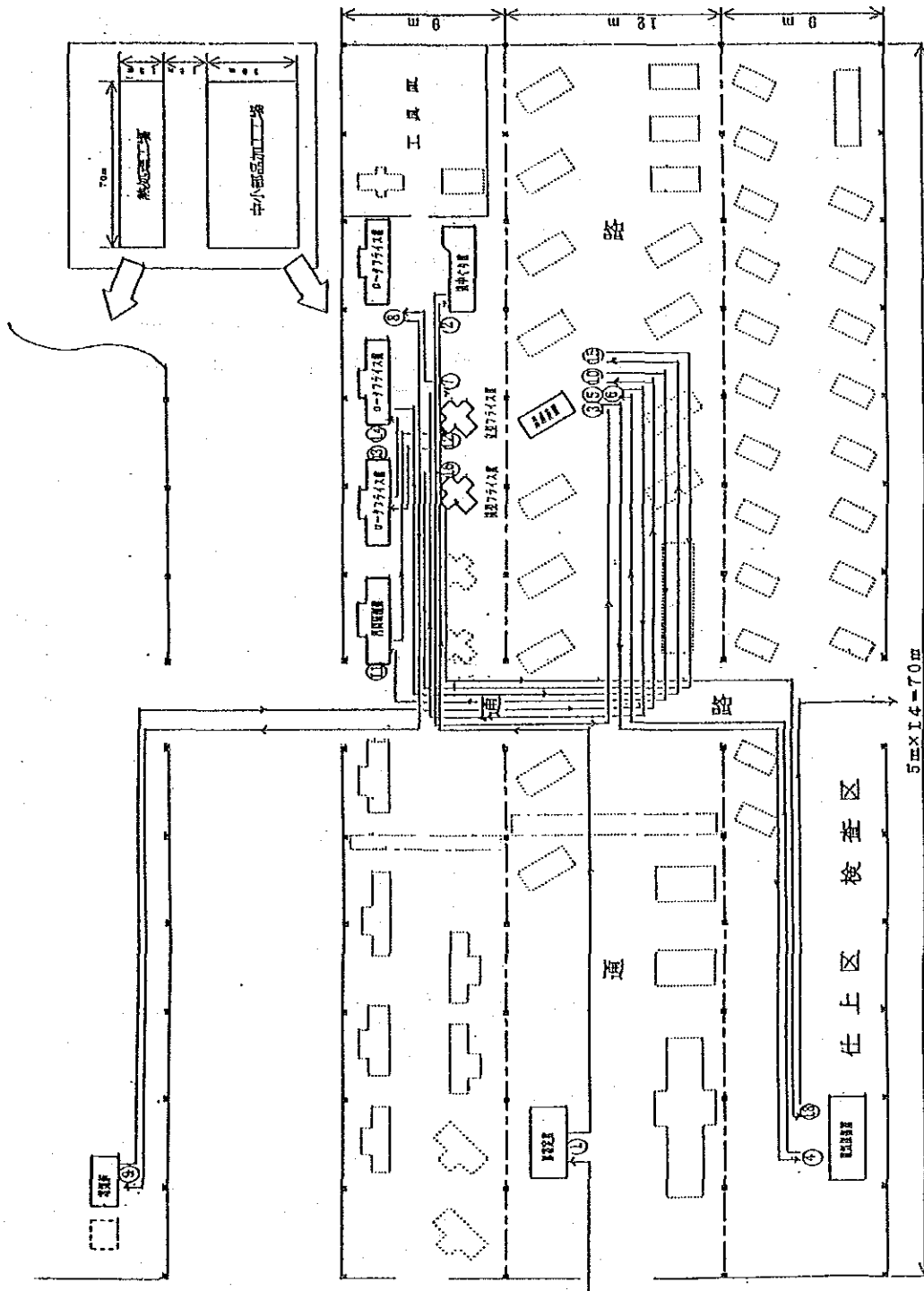
(単位：時間)

工 程	機械番号	治具番号	段取時間	加工時間
1 中心線ケガキ	-----	Vブロック	1.00	0.30
2 センター孔加工	T 6 3 0	-----	2.00	1.00
3 ab、外径荒削り	C 6 3 0	-----	8.00	8.00
4 磁粉探傷	検査課	-----	-----	-----
5 両面センター加工	C 6 3 0	-----	1.00	1.20
6 外径部端面加工	C 6 3 0	-----	4.00	8.00
7 キー溝加工	X 6 2 W	8d 2T°ミル	2.00	1.00
8 歯切り荒削り加工	専用フライ盤	90刃板 2T°ミル	20.00	10.00
9 調質熱処理	熱処理工場	-----	-----	-----
10 外径端面加工	C 6 3 0	-----	4.00	8.00
11 abc 部端面加工	M 1 4 5 0	-----	4.00	3.00
12 d 部キー溝加工	X 6 2 W	8d 2T°ミル	4.00	4.00
13 e 部歯切り中削り	専用フライ盤	中仕上カッタ	20.00	45.00
14 e 部仕上げ加工	専用フライ盤	仕上げカッタ	20.00	60.00
15 abc 部仕上げ加工	C 6 3 0	-----	8.00	16.00
16 切欠溝加工	X 6 2 W	サイドカッタ	6.00	8.00
17 仕上げ	組立課	-----	1.00	1.00
18 磁粉探傷試験	検査課	-----	-----	-----
19 動的バランス	外注工場	-----	-----	-----
20 総合検査	検査課	-----	-----	-----
21 防錆・入庫	-----	-----	-----	-----
計	-----	-----	105.00	204.50
合 計	-----	-----	309時間 50分	

おす、めすロータ加工の移動経路図を示す。

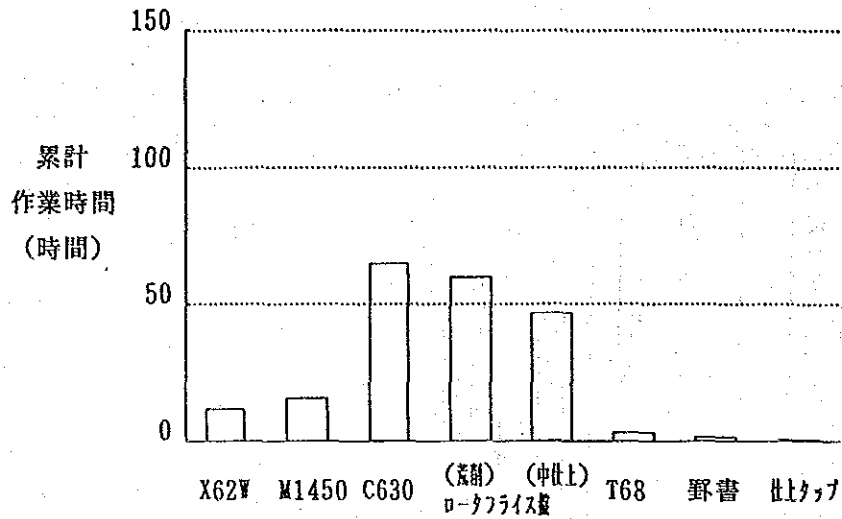
上記から次のことが分かる。工程数に比べ、移動回数が少ない。

一回当たりの平均移動距離は約37 mと、かなり長い値となっている。

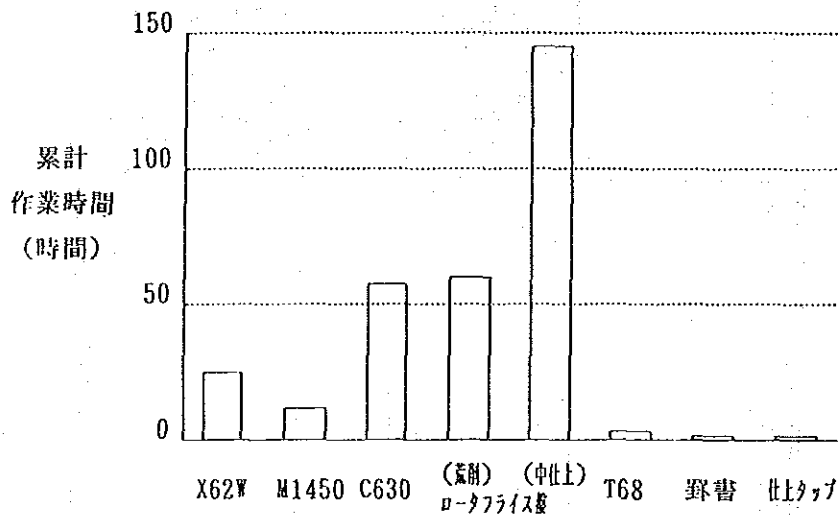


おすロータ、めすロータ 移動経路図

各工程累計時間のヒストグラム (histogram) を示すと、



おすロータ加工々程ヒストグラム



めすロータ加工々程ヒストグラム

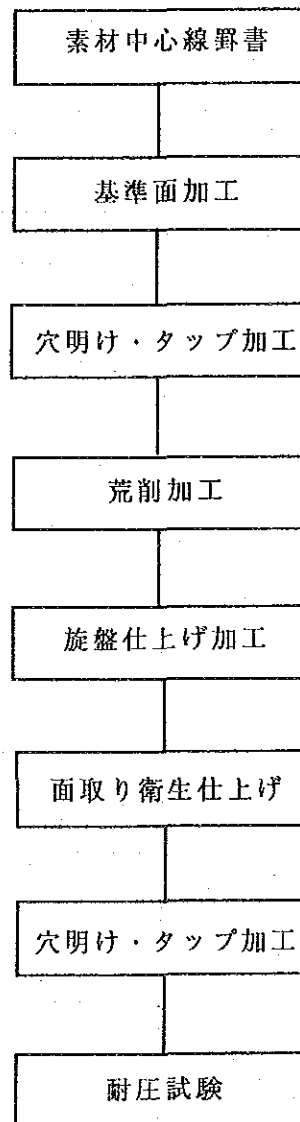
これらの図からも明らかなように、各作業工程の機械加工時間の中で、ロータ歯切機械(C 630)の負荷が異常に高い。これは2台のロータフライス盤で、スクリュロータ歯切加工の荒削、中仕上、仕上加工の全てを行っているためである。



b. ケーシングの加工

このケーシングの形状は、楕円形の箱型である。機械加工を施す対象面は、おすロータ及びめすロータ穴、吸入側端面、ベアリング穴、及び吐出口の基準面が主なものである。

次ページにケーシングⅠ、ケーシングⅡの加工々程表を示す。素材搬入から加工完了までの、全加工々程数はケーシングⅠが12、ケーシングⅡが10にのぼる。加工に関する部分を抜きだして、大きくまとめてみると、以下のフローになる。



ケーシングI 加工々程表

(単位：時間)

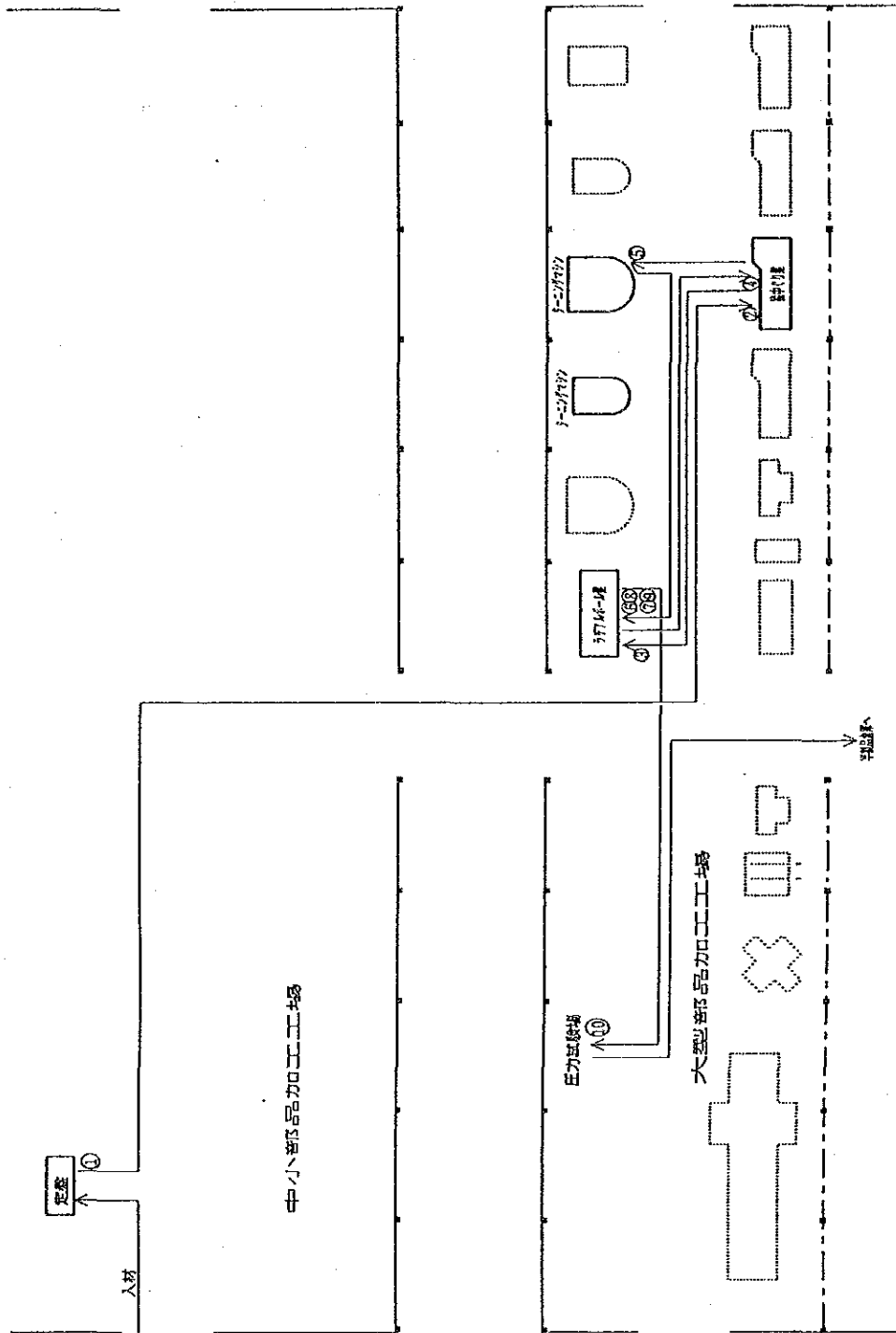
工 程	機械番号	治具番号	段取時間	加工時間
1 中心線端面ケガキ	定盤	-----	2.00	3.00
2 取付け基準面切削	T X 6 1 1 8	-----	8.00	0.30
3 6-M10ドリルタップ	Z 3 0 8 0	-----	0.10	0.25
4 a面, b内面荒削り	T X 6 1 1 8	-----	10.00	20.00
5 c面, d-BRG孔荒削り	T X 6 1 1 8	-----	6.00	20.00
6 b, d内径仕上げ加工	C 5 1 6 A	-----	12.00	32.00
7 ピン孔加工	Z 3 0 8 0	-----	---	1.00
8 面取り衛生仕上げ	組立課	-----	4.30	10.00
9 M10 20d油孔	Z 3 0 8 0	-----	4.30	12.00
10 耐圧試験 1.8 Mpa	組立課	-----	1.00	1.00
11 寸法検査	寸法検査	-----	---	---
12 防錆・入庫	-----	-----	---	---
計	-----	-----	47.00	99.55
合 計	-----	-----	147時間 35分	

ケーシングII 加工々程表

(単位：時間)

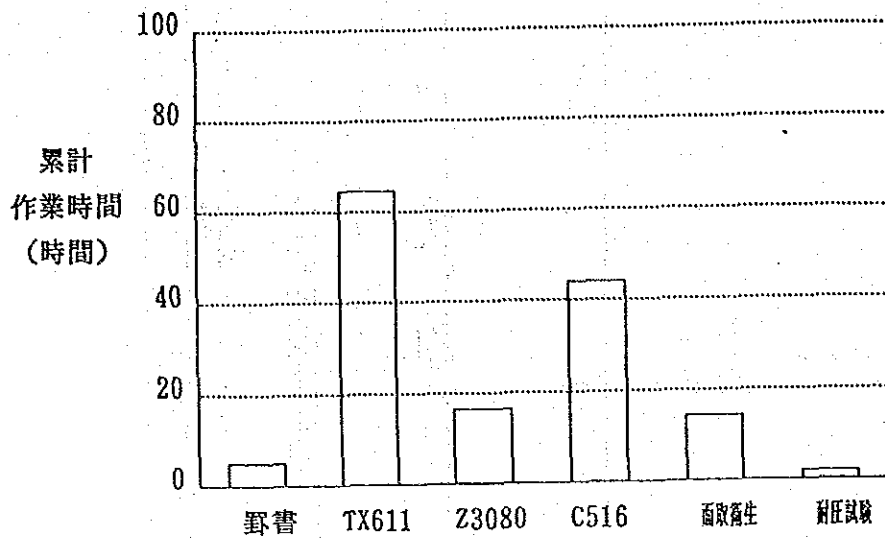
工 程	機械番号	治具番号	段取時間	加工時間
1 中心線端面ケガキ	定盤	-----	3.00	3.00
2 a c 端面切削	C 5 1 6 A	-----	6.00	4.30
3 b内径荒削り	T X 6 1 1 8	-----	2.10	5.00
4 c面14.5dドリル孔明	Z 3 0 8 0	孔明け治具	2.00	4.00
5 b-150d孔仕上げ加工	C 5 1 6 A	-----	---	13.00
6 面取り衛生仕上げ	組立課	-----	4.00	10.00
7 仕上げタップ	組立課	-----	0.30	0.30
8 耐圧試験1.8Mpa	組立課	-----	8.00	16.00
9 寸法検査	検査課	-----	---	---
10 防錆・入庫	-----	-----	---	---
計	-----	-----	25.30	56.00
合 計	-----	-----	81時間 30分	

ケーシングの加工移動経路図を示す。

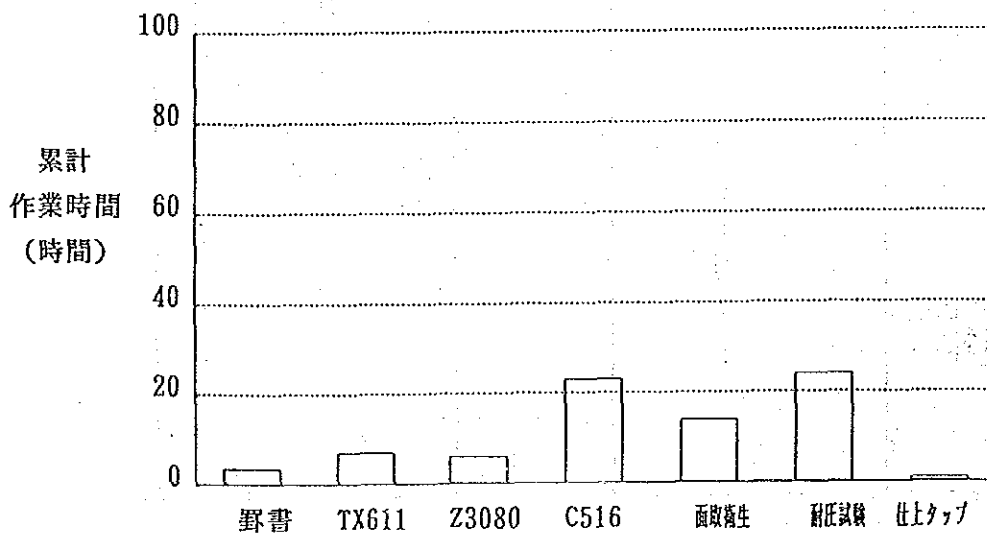


ケーシング (1) (2) 加工工程図

各工程累計時間のヒストグラムを示すと、



ケーシングI 加工々程ヒストグラム



ケーシングII 加工々程ヒストグラム

c. フライスカッタ研削機械

現在、湘潭圧縮機工場で使用されている研削機は、1972年製の自社設計、自社製作によるものである。

研削機の構造は、テンプレートがスタイラスを倣う方式である。倣い側にカッターボディがあることで、この部分の重量が大きく、また大きなテンプレートが小さな軸（8mm<sup>φ</sup>）を手動で倣う方式であるために、スムーズな倣いが困難で、加工精度の上でも問題があるように思われる。

また、歯形プロファイル形状の検査は綵形板ゲージにより行われている。この方法では、計測の基準位置を定めることができず、このために局部形状はチェックできても全体の形状を正確にチェックすることができない。

(4) 本工場・機械加工々場での問題点

- 1) 機械工場に搬入された鋳物素材に鋳バリが多くみられ、これらの鋳バリの除去作業が、機械工場内で、タガネによって行われている鋳物素材が鋳物工場を出るときには、鋳バリは除去され、機械工場内の工程の簡素化を図る。
- 2) 切削工具のバイト、フライスカッタはスローアウェイ方式の採用によって段取り時間を大きく削減する事が可能となる。
- 3) 現在の歯形プロファイル検査方法は時間がかかり、また正確さも欠いている。支持方法を改善する必要がある。
- 4) 歯切荒削用カッタの切削性が悪い。これは、カッタの刃数が少ないために、切削速度が低いことによる。多刃カッタの採用を検討すべきである。
- 5) 加工途中あるいは加工完了した品物が、直接工場の床面上に置かれている。錆、傷等が発生する要因となるし、また次工程への移動、運搬時にその都度積み替え作業が発生する。運搬具（パレット台）の、活用を図る必要がある。
- 6) ロータ軸部の歯切工程での切削性が悪い歯切加工に支障のない限り、軸部を太くしてロータの剛性を高めることを検討する必要がある。  
また、外径部のサポートブレードは歯切外径部に対して行った方が効果的である。
- 7) 横中ぐり盤で、ケーシングの加工を行うとき、治具の装備が十分でない。  
台板（取り付け治具）はテーブル上にセットしたまま、ケーシングだけを簡単に着脱できる方式に改善する必要がある。

2-2 本工場・組立場

組立場は、往復動圧縮機のピストンシリンダ組立場、総組立場、試運転場、塗装場、及び完成品置場によって構成される。スクリュ圧縮機の本体組立、運転、塗装の各工程もこの工場で行われる。

(1) 組立工程

月間作業計画に基づいて、組立系統図を参照しながら作業は行われる。作業工程表を示す。

スクリュ圧縮機組立工程表

(単位：時間)

工 程	機械番号	段取時間	組立時間
1 部品受取	組立工場	----	50.00
2 冷却器組立	組立課	----	82.00
3 油ポンプ組立	組立課	----	22.30
4 電動機連結組立	組立課	----	18.40
5 逆止弁組立	組立課	----	9.25
6 バタフライ弁組立	組立課	----	22.30
7 圧縮機組立	組立課	----	76.00
8 油分離器取付け	組立課	----	9.45
9 空気配管の組立溶接	組立課	----	52.30
10 吸入制御装置取付け	組立課	----	62.40
11 油配管取付け	組立課	----	82.30
12 空気フィルタ計器盤	組立課	----	8.00
13 電気制御系取付け	組立課	----	56.00
14 試運転	組立課	----	48.00
15 塗装	組立課	16.00	160.00
16 銘板取付け	組立課	----	17.00
17 外観検査	検査課	----	----
18 出荷手配		----	----
計	-----	16.00	775.50
合 計	-----	793 時間 50 分	

## (2) 組立工程の問題点

- 1) 現在2～3回繰り返しているケーシングとロータ間のクリアランス調整作業を作業順序を変えることにより、1度の調整だけ済ますことが可能である。
- 2) 圧縮機本体のユニット組立は、ほぼ床と同じレベルで行われている。腰の高さの作業台が必要である。
- 3) 専用工具、特殊工具がほとんど使用されていない。特に空気工具と電動工具が少ない。また、スパナ、トルクレンチ等の一般工具類も保有数が十分と言えず、今後の増産に対応して増やしていく必要がある。
- 4) 現在、ユニット組立と総組立は同一場所で行われているが、これは専用ラインを構築するときは当然分けられなければならない。

## 2-3 検査計測

湘潭圧縮機工場では、品質管理の重点を検査計測に置いている。この中心になるのが検査課と計量室である。共に製造部から独立した本部機構に属し、技師長により統括されている。検査課は、主として材料検査、購入品受入れ検査、製造工程検査、完成検査と運転試験を担当し、計量室は検査計測に使用する計測器の管理、計量基準器の管理と計測工具類の検定を担当している。

検査課の所有する主な検査・計量機器は以下のとおりである。

- \* 実長測定器
- \* 比較測定器
- \* 材料試験機
- \* 組成顕微鏡
- \* 超音波磁力探傷器
- \* 化学分析器

光学測定器（投影器、三次元測定器）がなく、スクリュウ圧縮機ロータ歯形プロフィール精度、ロータリード、割り出しピッチ精度等の計測が出来ない。ケーシングの加工精度計測についても、ロータ軸間寸法、ロータ穴とベアリング穴同芯度といった値が計測、照合できない状況にある。

### 3 製造設備の現状と問題点

#### (1) 工作機械に関する現状

往復動圧縮機の多品種少量生産形態の工場としては、必要な工作機械の種類や台数は十分と考えられるが、中圧スクリュ圧縮機の主要加工部品であるロータの加工機械等は切削力、構造部品の剛性等の問題を持っており、改良か新替えの必要がある。主軸頭、テーブル、芯押台等の剛性を高めると切削性が改良されると思われる。

#### (2) 機械設備のレイアウト

中小部品工場は主に旋盤グループ、フライス盤グループ、研削盤グループから構成されている。これらのグループに加えて、ラジアルボール盤、平削盤、及び3台のロータ歯切専用フライス盤が配置されている。

スクリュロータ加工々程のロータは軸加工とスクリュ歯形加工の繰り返し工程となるため、旋盤グループと歯切専用フライス盤との間に移動線が集まり、加工途中で工場棟の間を移動する頻度が高いことを示している。

ロータ熱処理と超音波探傷検査工程が工程の間にはいるため、移動線が工場全体に広がり、移動距離も1回当たり約37.0mと長くなっている。

ケーシング加工は、大型部品加工々場で行われているが、移動経路図から得られる移動距離は、ロータ加工に比べて短いものの1回当たり21.7mと、やはり長い。

工作機械の配置が種類別であると各部品の移動距離が必然的に長くなるということが言える。

#### (3) 工作機械の自動化

多種少量生産に対応する工作機械は、生産の柔軟性という面から考えると、いわゆる汎用工作機械が主流となる。多種少量生産であっても、標準部品についてはある程度の在庫を置くことを許容し、それによって1ロットの数量を大きくして加工能率を高める方策が用いられる。このような生産には、工作機械の自動化によって一層の能率向上が必要とされる。

湘潭圧縮機工場では、工作機械の自動化は遅れており、今後自動化へ向けて改善の余地は多くあるといえる。

#### (4) 工作機械に関する問題点

- 1) 多種少量生産でも、ロットサイズが大きいか或いは繰り返し数が比較的多い加工々程の場合には、治具、取付具の使用、工具の多刃化、設備の自動化などの手段を積



極的に取り入れてコストの低減を図ることが重要である。

- 2) 1984年と1990年にフライス盤の精度、機能測定が実施されている。これらの精密機械の場合は、毎年1回は精度検査を実施するよう、設備保全体制を確立すべきである。

これらの精密加工機械は、恒温室内に設置すべきであり、将来温度管理がされた恒温室の設置を検討すべきである。

- 3) ケーシングⅠ、ケーシングⅡの鑄造粗形材は精円箱型で、しかも鑄物の肉圧は薄く、形状も取付段取りが困難な素材であるケーシングⅠ、ケーシングⅡを一体にして加工を行っているのは被加工物が大きく成りすぎて、作業性を損ねている。2つのケーシングの加工精度を向上させることにより、それぞれを個別に加工を行い、ノックピンによって最後にセットするように改善する事が必要である。

#### 4 生産管理

生産管理の現状調査は、全部で8つの部門、システム（原価管理、廠内銀行制度、調達管理、在庫管理、工程管理、設備管理、品質管理、教育訓練）に対して行った、いずれの部門、システムに対しても、現存する問題点と、その解決策を対応策とともに示した。

##### (1) 原価管理に於ける問題点

- 1) 金利負担が100万円／年におよんでいるが、昨年度(1989年度)の銀行からの借入金は400万円と過去最高額に達している。本年(1990年)はこれを360万円に圧縮し、金利負担を15%削減する目標を立てており非常に期待できる。しかし一方では、まだ工場内に存在する仕掛り資産の量はかなり高いと見受けられ、この圧縮も緊急な課題となっている。データに基づいた定量的な原因究明と、速やかな対策が必要である。
- 2) ここ数年間製造原価は減少するどころかむしろ増加の傾向さえ呈している。スクリュ圧縮機の場合は、まだ研究開発費や仕損費の割合が高いと云うことは想像されるがこの傾向は往復動圧縮機にも同様にみられるために、その原因の究明と対策の必要性は急務である。
- 3) 工場全体として、原価管理に対する意識がいま一つ不足気味であるように見受けられる。工場の近代化にとっては、原価の低減はぜひとも必要なことであり、従業員全員が、常にコスト意識を持って働くよう、全工場的な教育活動と啓蒙活動が必要であると思われる。
- 4) 各種の原価計算、財務計算は全て手計算で行われており、タイムリーなデータの集計、説得力のある管理資料の作成が困難であることが予想される。とりわけ原価管理においては、その時々状態が「一目で分かる」ようにデータを加工して表現することが大切であり、事務の機械化、電算化が急務と考える。

##### (2) 廠内銀行制度の問題点

- 1) 生産部門の効率が式（当該期間損益＝当該期間部品売却費－当該期間材料購入費）によって表される。従って、効率を高める（すなわち、より高い当該期間利益をあげる）ためには、当該期間の生産量を出来るだけ高めることが最も有効な手段になってしまいがちである。このことによって、各工場は個々の生産工程の改善を積み重ねて実質的な能率向上を図るよりも、より手軽な生産量の向上だけを指向してしまう危険性を持っているといえる。その結果、不用、不急の部品、製品をどんどん生産して、棚卸し資産の増大を招くという、いわゆる「造りすぎの無駄」を産んでしまう可能性がある。

- 2) 前項でも指摘したとおり、この制度は各工程間の材料と部品及び完成品の流れを常に銀行の台帳で把握することが出来るために、工程間に存在する仕掛かり品の量の監視及び管理にも大変有効な制度であるということが出来る。しかしながら、現在のところ、把握された在庫量、完成部品量、完成品在庫量、加工中数量が適切な形で表され、各関係部門に配布、指導がなされていないようである。良い制度であるだけに有効な活用が望まれる。
- 3) 当工場での生産性評価の指標としては、廠内銀行制度上の損益による能率評価方法に加えて、以下のものがある。

- \* 工業総生産値
- \* 浄生産値 = 総生産額 - 外部支出額
- \* 利潤総額

$$* \text{全員労働生産率} = \frac{\text{総生産高}}{\text{総人員数}} = \text{一人当たりの生産高}$$

これらの指標は、いずれも工場全体としての動向を見るには有効であるが、工程単位の能率の分析やそれに基づいた改善、あるいは作業員への具体的な達成目標を与えることを目的とするにはマクロ過ぎて不向きであろうと思われる。従って、もっとより細かく部門、あるいは工程毎の能率が把握できるような指標の導入が望まれる。

### (3) 調達管理の問題点

- 1) 購入材料費を最低限度に抑えることは、調達管理の大きな使命であり各調達担当者のもっとも注力すべきところでもあろう。しかし、国家計画資材の調達価格が市場調達価格を大きく下回るという現実には、ともすれば、市場で最も安く買おうとする調達員の努力の値打を若干なりとも減じてしまう可能性が考えられる。このことは将来の調達員の育成にとってもマイナス要因となり得るので、調達員の業績評価に当たってはこの点を十分考慮したシステムが必要とされよう。
- 2) 購入部品のうちの標準品のリードタイムに3カ月以上と比較的長いものが多いのが気になるところである。現在の生産品目が、ほとんど当工場の伝統的機種であるということから、この点は問題としては顕在化されていないが、近い将来スクリュウ圧縮機を年産300台あるいは400台といったベースに載せようとした場合に不安が残る。この問題に対処するためには設計段階からの対応が必要であろう。
- 3) 部品倉庫に大量のゴム製品（タイヤ、ベルト類）の滞貨がみられる。これは一概に、調達の問題とするには酷であろうが、現在の生産量からみて明かにストック量としては多すぎるといえる。生産計画にのっとった購買であるという反論も出

来ようが、生産計画の現実性を読み取って、独自の判断で調整していくのも調達管理の業務である。

#### (4) 在庫管理の問題点

- 1) 「在庫量はできるだけ少なく」という題目以外に、具体的に総量として、あるいは品目毎に在庫量の標準値、目標値が設定されていない。従って、材料管理担当者はどうしても「生産工程を乱さない、生産工程に迷惑をかけない」という意識の方が強く働いてしまい、どうしても余分なストックを持ってしまいうようになる。これは倉庫の係員の問題ではなく、資材課として、あるいは工場全体の経営指針の問題としてとらえる必要がある。そうでなければ在庫はいつまでたっても減らないし、総資産を減らすことにも寄与しないであろう。
- 2) 半成品のストックが異常な上昇を見せているが、その原因は工場サイドの分析によるもの以外にも大きな原因が隠されていることが心配される。それは、半成品を管理する組織がそれを生産する組織と同一であるということ、すなわち生産課の管理下に半成品が置かれているということである。生産課が生産する量は、資材課のような第三者組織によってしっかりと監視して、作りすぎの無駄が発生しそうなになったらすぐに警鐘を鳴らすようにすべきである。このことで総資産の圧縮に効果をあげるべきである。
- 3) 完成品の保管状態はかなり改善の余地がある。特に、摺動部と回転部の防錆対策、及び配管と機械内部への異物混入防止策は改善される必要がある。
- 4) 帳簿類は非常に良く整理されており、これも係員の地道な努力の証であろうと思われる。しかし、これだけの規模の工場で、このような多種類の機械を生産していく場合には、材料管理の効率アップ、とりわけ管理事務の効率アップが必要とされる。特に、現在は在庫を多く抱えている関係上、顕在化していないと思うが、これが最低限の在庫量で効率よく管理を行おうとした場合かならず、管理事務の効率化（状況変化に対応するスピードの向上）が必要となってくる。電子計算機の導入が必要であろう。入出庫業務、在庫量管理にはそのデータベース機能は最も有効に働く。

#### (5) 工程管理の問題点

- 1) 作業の指示や工事の進捗度把握を生産課調度員と職場主任の働きに頼るところが大きく、工事進捗度や生産性の把握に時間が掛かったり、不正確になりがちと予想される。しかしこれは、将来工程管理に電子計算機のシステムを導入することにより、容易に解決できる問題であるといえる。現在の管理システムはほぼそのまま電子計算機のシステムを導入することは可能であると思われる。

- 2) 生産工場で生産性を向上させることは永遠のテーマである。従って、色々な角度から工場全体、職場毎あるいは班毎の生産の実態、実力を把握して改善点を見いだしていかなければならない。この生産の実態を把握できるのが生産性指標であり、工場運営にとって欠くべからざる数字である。当工場でも総生産値、浄生産値、利潤総額、全員労働生産率といった指標が存在しているが、何れも工場全体の生産状態を表すものであり個々の職場や班単位での生産の実態は必ずしも反映されていない。従って、これらのミクロ(micro)な生産実態を反映して改善へ速やかに結び付けられる指標が必要である。
- 3) 上記の指標類は常に誰がみても一目で、その傾向と問題の所在が明確に示されていなければならない。その意味から、これらの数字は出来る限り図やグラフによって表されていなければならない。そのことにより一部の担当者だけでなく、広く工場全体の人々が共通の問題意識を持てるようになってくる。

#### (6) 設備管理の問題点

- 1) 一部の設備管理員は積極性が不足し、また主体性に欠けている。これはやはり機械設備の維持管理に対する工場の見方が十分でなく、結果的に管理員の作業意欲、向上意欲を阻害していることになっているためと思われる。
- 2) 修理工人(労働者)の技術水準が低く、修理後の機械の保証ができないのが現状である。今後の技術者育成教育が急務であると考えられる。特に、スクリュ圧縮機の量産体制に入った場合、現在よりも高精度で、より込み入った制御システムを持った機械が加工機械の中心的存在になることからこの重要性は、しっかりと認識されなければならない。
- 3) 修理のための資金が不足している。本年(1990年)の設備大修理の資金は予算として18万元あったが、資金不足のため、予定どおりできなかった。
- 4) 会社全体の設備管理意識が低い。生産部門の間に「維持管理は設備課の仕事であり自分達は関知しない」という空気がみられるという点が気になるところである。問題点、1)として指摘したとおり、工場全体の意識改革が必要であろう。
- 5) 工作機械用の部品の保管量は極めて多いといえる。部品の維持管理のためのコストと、長期間保管されている部品の発錆、劣化が気になる。歯車の中には既に発錆しているものも見受けられた。いざという時のためであろうが、日常的な点検の励行によって、この量は大幅に減らすことが可能であろう。

#### (7) 品質管理の問題点

- 1) TQC室を中心としたTQC活動は、成果を上げており職場での志気も旺盛であると思われる。但し、湘潭圧縮機工場でのTQC活動はともすれば作業者を対象とした動機

付けや奨励に重点が置かれているきらいがある。TQC活動が本来持っている特性をまだ活かしきっていないといえる。つまり、TQCは小集団活動と組み合わせることによって、更に強い改善への原動力が生まれてくるであろう。飛び抜けた個人の力でなく、小集団全体の平均値としての力を重視する小集団活動と組み合わせることによって、TQC活動を、その目的を狭義の品質管理だけに終わらせることなく、広く生産性向上や、安全成績の向上といった目標にもその成果を拡大させていく事が可能となろう。

- 2) TQC活動の目標達成の度合に応じて与える報償は、TQC活動の潤滑油として、あるいは原動力として、TQC活動の活力に満ちた展開にはなくてはならないものである。湘潭圧縮機工場でも、毎月奨励金として、優秀な成果の上昇した人に与えられており、個々人の意欲向上に役立っている。これは国家より発令される「合理化建設技術改造奨励条例」の奨励金と同じ形態である。

しかし、一方では作業者の品質上、あるいは生産場でのミス、仕損じ、工程の遅延といった結果に対して罰金制度が制定されているが、これは作業者の改善意欲の奨励にとって大いに気になる点である。罰金制度の欠点は、作業者が高い目標を自分自身に課して励みにしたり、困難な問題に積極的に立ち向かうといった姿勢を持つことよりも、失敗をしない無難な結果ばかりをねらうという危険性をはらんでいる点にある。失敗を恐れず積極的に改善に取り組ませるのがTQC活動の本意であり、その意味でも罰金制度は、その存在意義から考え直してみる必要があると思われる。

- 3) QC、TQCの別を問わず、個人やグループが達成するために挑戦する事柄は、その人あるいはグループの仕事の成果が明確に評価できるように、具体的な数字の目標に細分化されていなければならない。工場のトップから与えられる問題はほとんどの場合、経営的な視点の高いものである。この与えられた経営的目標を咀嚼して個人、グループレベルの具体的目標の設定をするのは、課長や主任といった中間的な管理者の業務である。個人やグループが納得して取り組める目標を示す必要がある。
- 4) 個人やグループに目標を与えて、その達成度でそれぞれの努力を評価しようとするとき、数字に基づいた定量的な評価が必要である。更に、数字は誰が見ても一目でその状態や傾向が明確に読み取れるように「目に見える」ような形で表す必要がある。その意味では、本工場機械工場に掲示されている、個人別の目標達成が一目で判るグラフはたいへん良い。同様の表示を他の工場にも広げていく必要がある。管理状態を常に「目に見える」ようにしておくことはあらゆる管理活動の基本である。

(8) 教育訓練の問題点

- 1) 教育関係者が口を揃えているのが、教育を受ける立場の人間の意欲のなさ、管理監督者の協力の少なさという点である。これは何れも、従業員全体の教育すなわち個々の技量と能力の向上に対する意識が低いと云うことを物語るものであり、近代化を目指す工場の体質としては極めて残念であるといわなければならない。教育は将来の人材を育成するものであり、目先の仕事の繁閑で左右されるべきものでないということ、全工場的に意識改革を行う必要がある。
- 2) 教育の基本方針にある「OJTの強化」は非常に的を得た方針であると思うが、OJTの中身は、まだ充実したものとなっているとは見受けられない。O(off)JTと同じく慎重で綿密なプログラムが必要とされ、その上で行うOJTでなければ十分な効果は期待できない。
- 3) 学校を一度卒業したものに対して、再び教育を施そうとするとき、その内容は教育を受けようとする側の要求に合致したものであると同時に、平易でできるだけ多くの人に咀嚼可能なものでなければならない。その場合、スライド、あるいはテレビやビデオテープといった視聴覚に訴えるメディアを使用することが非常に有効である。その意味からみると当工場の教育機材は非常に不足しているといわざるを得ない。早急な整備が必要とされる場所である。
- 4) 当初我々が予想していた、高齢者（高齢者）に対する特別の教育プログラムは存在していなかった。これは当工場の年齢別人員構成からも分かるように50歳以上の従業員が非常に少ないという事実によるものであると思われる。しかし、高齢者教育とは、元々「従業員が長い間同じ企業の中で、限られた技術情報の中でのみ過ごしてきたために、周囲と知識、技能上で生ずるギャップを埋める」という一つの大きな目的がある。その意味では、50歳という年齢そのものでなく、経験者と呼ばれる人達に対する定常的な技術教育は不可欠であり、特に技術革新の著しい設計部門に携わっている人達には特別なプログラムが必要であろう。





## V. 工場近代化計画



## V. 工場近代化計画

### 1 湘潭圧縮機廠の近代化総論

近代化計画の目標を達成するための重点課題をまとめると次のようになる。

#### (1) 固有技術の確立

湘潭圧縮機廠の製品に必要な固有技術は、いうまでもなく圧縮機に関するものである。スクリュ圧縮機に要求される固有技術は、第一に設計技術、第二に加工技術、第三に計測技術である。

##### 1) 設計技術

企業の経営には新技術の開発や新製品の開発をタイムリに行わなければならない。その基本となるのは企業のもつ固有の技術であり、その第一歩は製品の開発計画を実現化する設計技術である。湘潭圧縮機廠が圧縮機の専門企業として今後発展して行く上には、市場のニーズの動向、進歩に先んずる設計技術力の構築である。過去から現在に至る製品計画上の問題点、品質上の問題点をデータにもとずいて見直し、把握して、製品化に必要な設計技術を抽出し、確立することが大切である。

##### 2) 加工組立て技術

往復動圧縮機からスクリュ圧縮機に生産機種を転換したり、スクリュ圧縮機を生産機種に追加するとき、従来の往復動圧縮機の製造技術の延長上でスクリュ圧縮機の製造技術を考えがちである。この2つの圧縮機の基本作動原理には、直動式と回転式の差があり、加工水準の上に大きな差がある。この違いを良く認識して加工技術の転換をし、製品品質を維持しないと、製品化に失敗する例がある。

##### 3) 計測技術

スクリュ圧縮機の主動部は、三次元的に形状が変化する曲面のために加工品質を確かめる計測の方法が困難となる上に、要求精度が高い。スクリュ圧縮機の製品品質を安定させるには、計測技術の水準の向上がなくては達成できない。

#### (2) 生産管理と生産情報管理の効率化

湘潭圧縮機廠の生産管理体制は良く組織化され、運営されている。これからは、さらに多種少量生産形態に対する効率的な業務の運営ができる体制に改善されて行かねばならない。

### (3) 生産システムと設備の効率化

現在の湘潭圧縮機廠の生産システムは、群管理方式が採られており、製造工程の流れ、半製品の滞留、運搬距離の増加などの生産効率の低下の要因が見られた。一方、工場の合併によって、本工場と第二分工場に同種類の機械加工工場をもち一部に余剰の生産設備や遊休施設を抱えている。

湘潭圧縮機廠は第7次5ヵ年計画により工場の改造を開始し、第一分工場の鑄造部品の生産ラインを改造・新設した。湘潭圧縮機廠の全体が近代化された工場になるためには、工場の改造、近代化の第二弾として、主力製品の生産をする機械工場の整備・整頓と改革を実行しなければならない。

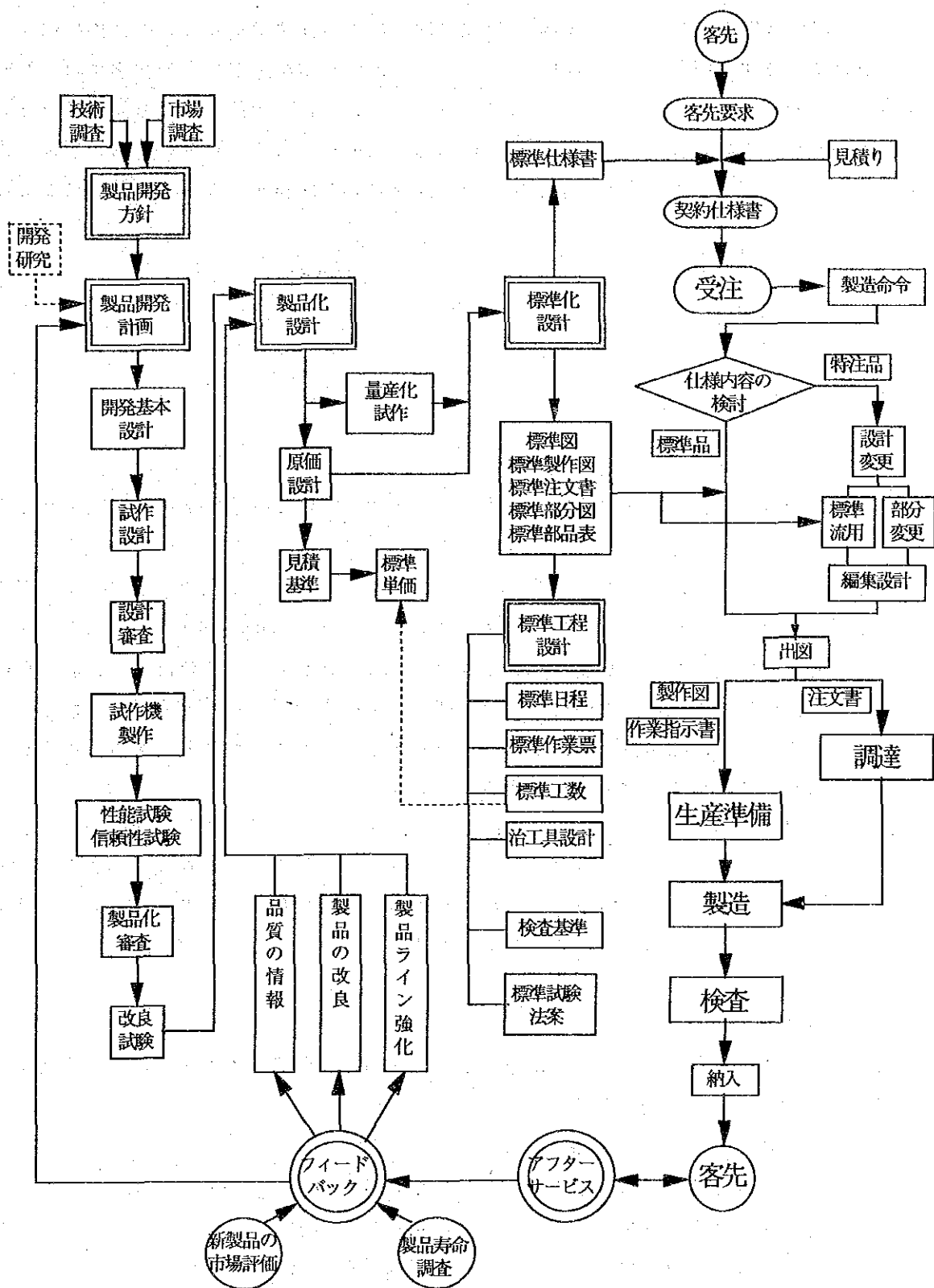
### (4) TQC 思想による管理

TQC 思想の徹底により品質管理水準の向上と品質保証体制の定着させる。さらに工場全体の管理思想に発展させ、小集団活動、改善提案制度を活性化する。そして「体質の改善」「全員参加による経営」「品質優先で利益を確保」を実現する。

## 2 設計の近代化

### (1) 設計体制の近代化

湘潭圧縮機廠の設計技術部門は全従業員比率で1.6%と非常に少ない陣容である。一般的にあって、量産化製品の製造企業や親企業傘下の下請け工場を除く機械製造業の設計技術人員は7~10%である。設計技術人員の不足は、企業にとって深刻な事態を招くことがあり、製品開発や製品改良計画の遅れ、個別受注では納期内の完成が不可能になり、受注を辞退せざるをえない状況に追い込まれ営業活動に大きな影響が出てくる。湘潭圧縮機廠は人員の強化対策が急を要すると考えられる。しかし、設計部門では人員の増加だけでは即戦力になり得ないので、全工場を挙げ設計を補強する協力体制を組織し、同時に、資材管理や原価管理等との関係を一元化して、その間で多く発生する帳票のダブリ(二重作成)などの無駄や食い違いのミスを撲滅する管理方式を取り入れ、コンピュータの導入をはかり、これを駆使して効率的な設計体制を確立することが工場近代化の基本になる。



研究・設計技術の業務の体系

## (2) 製品開発計画

企業の経営戦略を立てる上で商品企画や製品開発は大きな要であり、この計画の成功、失敗が企業の浮沈に関わる重大問題になってきた。湘潭圧縮機廠が従来の化学肥料工業の特定分野にたいする製品領域から、さらに、汎用市場性の高い製品領域に事業の転換を志向してゆくには次のような外部および社内の情報を的確にとらえ、自社の能力、製品の市場性や競争力を評価して企業の環境変化へ、迅速な対応と転換ができる企業体質になることが必要がある。

- 1) 市場動向の的確な把握
- 2) 企業内技術力の把握
- 3) 設備の整備とそれに伴う生産性の把握
- 4) 工程能力の正しい評価と情報の把握

## (3) 製品生産（量産）化の設計

新製品の開発プロジェクトが進展し、試作設計－試作機製作－性能試験の過程を経て性能・品質・耐久性の確認がされる。その後、時間、開発予算が少ないと、この試作モデルで製品生産に入ることがある。一般的に見て、設計試作の段階では性能の追求に重点が置かれる傾向のため、出来上がった製品はプロダクトアウト（Product-out）的製品になりがちであり、客先が希望している製品と異なるものとなる恐れがある。このために、試作機の完成後に製品化審査を行い、この製品が製品開発計画の当初に狙った要求品質を満足させたマーケットイン（Market-in）の製品かどうかを評価しておくことが肝要である。そうしないと、この製品の競争力や製品寿命に大きな差が生じる。

以上の市場性の再確認のほかに、工程能力との関係、加工品質水準と設計の要求品質の関係をクリアーにして設備との調整、および原価性をも評価することも大切である。この結果に基づいて、リファイン（Refine）された製品生産（量産）化モデルの設計（できれば生産化モデルの試作も）を行ってから生産製造準備に入る体制にすべきであろう。

## (4) 標準化の設計

標準化の効果は数多く挙げられるがその中でも次の二点が設計や生産管理の効率化や、工場近代化の立場から重視される。

- 1) 部品点数の削減による効果
  - a. 同一部品の生産数の増加                      生産コストの低減、品質の向上
  - b. 生産技術の再利用                              準備期間の短縮、
  - c. 生産設備の再利用                              設備投資の低減
  - d. 購入部品ロットの増加                        購入原価の低減、在庫管理の容易化
  - e. 市場評価の安定化                              信頼性の向上

## 2) 設計標準の向上による効果

- |              |            |
|--------------|------------|
| a. 技術水準の安定   | 補償サービス費の減少 |
| b. 図面の再利用    | 設計コストの低減   |
| c. 迅速、正確な見積り | 営業活動の活性化   |
| d. 技術習得期間の短縮 | 技術習得コストの低減 |

## 設計の標準化と電算化

設計のコンピュータ（電算）化は、歯型の強度計算、熱応力計算などの個別の技術計算で、特に計算が複雑で計算量が多いものから開始されるのが通例である。しかし、工場に所属する設計の業務は生産準備の図面や資材の手配の管理が業務の主力となっているので、コンピュータ導入による設計の近代化の主目標は生産設計の業務の改善に置かれている。その方が投資効果も大きい。

最近のコンピュータの発達の中で、図形処理機能の発展が設計の電算化に大きく貢献している。この設計の電算化のためには設計業務の標準化なしでは実行できない。

## (5) 製品化の設計

スクリュ圧縮機は圧縮機部本体だけでは、その要求機能（仕様）を満足させることはできず、他の付属機器と共に一つのシステムとして纏めねばならない。そのため、製品化にはスクリュ圧縮機の操作性、経済性の長所や環境対策を盛り込んだ周辺技術問題と、その設計対策が必要である。

### 1) 防振対策

スクリュ圧縮機は高速度回転で運転されるため、圧縮機本体より微小な高周波振動が発生する。この振動が各機器を結んでいる配管により各部に伝わり、配管接手部の緩みを起こしたり、油漏れ、空気漏れの原因となる。また、配管材料や接手の構造が適切でないと破損事故を起こすことにもなる。従って、圧縮機本体から発生する高周波振動が、他の付属機器や部品に伝わらないような設計的考慮が必要である。

### 2) 防音対策

高速回転で運転されるスクリュ圧縮機は通常高い周波数の音を発生し、その発生音の大きさは圧縮機本体の出力に比例する。一般的には 75 dB (A) 以上となり、周波数が高いため人間の聴覚に非常に耳障りな音である。このために、発生源の圧縮機本体や直接伝わる油分離器に防音対策を施さねばならない。

### 3) 換気対策

スクリュウ圧縮機はその防音対策のため、密閉された部屋に設置されたり、防音カバーで遮蔽されたりする。このために圧縮機や電動機等からの放熱により周囲温度が上昇し、機器の性能に悪影響を与える事が有るので、換気対策を十分におこなわなければならない。

### 4) 小型（コンパクト）化対策

スクリュウ圧縮機を一つのシステムとして設計し、まとめるのに、装置の全体をコンパクトにすることが必要なことは言うまでもない。各部品の形状の設計に当たっても、全体装置の配置を念頭において、配管量の減少、支持台の共通化等、VA/VEによる原価節減の対策と絡ませて小形化を検討することが重要な課題である。

### 5) 制御および監視システム

スクリュウ圧縮機は今後益々汎用性が広がり、多くの産業の分野で使用されることが期待されているので、客先からは、さらに高い品質のクリーンでドライな空気の要求が出てくることになる。同時に経済性や操作性を良くすることも必要となり、このために、スクリュウ圧縮機装置の自動運転制御方法とその監視装置の設置が必要となる。この方法はスクリュウ圧縮機メーカー各社の独自の開発と設計を行っている。上記の作動をさらにマイクロコンピュータにより最適運転状態を検出制御する方法に発展している。しかしいずれにしても吸気調整弁(インレットバルブ)が制御の鍵を握ることになるので、要求仕様に合った吸気調整弁を標準化しておくことが必要である。制御方法を改善して行くと同時に操作方法、運転監視機能、保守点検情報の表示など監視装置も大切になってくる。現在の汎用の定置式スクリュウ圧縮機の多くは、電流計、圧力計や運転表示のほかに、吸入フィルタ、オイルフィルタ、油分離器フィルタエレメントの目つまり表示、吐出空気温度や油温度の警報、油面やドレン抜き警報、さらには油や部品交換時期の表示などを加えて、故障の防止と故障箇所表示により修理時間の短縮、保守の容易化によるコストダウンを狙っている。

以上のような制御や監視技術の開発のため、湘潭圧縮機廠の研究設計者には機械工学の知識に電子工学を加えたメカニカル・エレクトロニクス (Mechanical-electronics) の技術の習得が必要になってきた。

### (6) 移動式中圧スクリュウ圧縮機的设计改良項目

移動式中圧スクリュウ圧縮機の問題点の中で設計に直接関係することを集約すると次のとおりである。

- a. 圧縮機本体の部品の要求精度と加工の工程能力を一致させること
- b. 空気及び油配管系統の部品の構造の設計を改善し VA/VE の手法を用いてスクリュウ圧縮機のコストダウンを推進すること



- c. 制御システムや保護装置を改善、あるいは追加して装置の信頼性を高めると同時に経済性と操作性を良くすること
- d. 台構造や全体配置を改善すること

湘潭圧縮機廠はこれまで納入された8台の移動式中圧スクリュ圧縮機について徹底した追跡調査を行い、使用状態における各種の性能データ、環境条件、騒音振動、潤滑油の状況を計測し、さらに交換部品の損傷状況から原因分析をすること、この結果をQC手法のFTA (Fault Tree analysis)、パレート図等を用いて定量的なデータ解析にかけ、外部からの専門家も参画して設計審査会 (Design Review Board: DRB) を開催し、製造技術の近代化にマッチしたNEW MODEL化の運動を展開することを提案したい。

現在の移動式中圧スクリュ圧縮機で設計の改善点：

1) 小型軽量化対策

前項で小型化に触れたが、移動式の場合はさらに軽量化も加わり、徹底した構成機器の性能向上による小型化軽量化対策が必要となる。可能ならば、圧縮機の菌型や圧縮段数の変更等の基本性能に立ち返ってみることも大切である。圧縮機の効率の向上によって軸馬力の減少は電動機の大きさを小さくするばかりでなく、発生熱量を減少させ、全ての構成機器の小型化に波及する。

2) 車体、カバーの軽量化

走行条件によるが、車輪径や板ばねの振幅を小さくし、全体重心を下げ、それだけ上下方向の立体的配置を増やし、配管量や車体全長を短くすることを検討し、カバー面積を減らす。

3) 騒音対策

カバーの側面を操作するサイドと保守点検サイドとに分け、それに合わせた側壁構造として、密閉性を改善して騒音対策をする必要がある。

4) 振動対策

圧縮機と電動機を共通台盤に搭載し、台車とは防振ゴムを介して結合させると振動影響の軽減と同時に台車の撓み変形による圧縮機と電動機のカップリングの損傷防止、カップリングの小型化が可能になる。この方法にすると定置式と共通したユニット組立が可能になり製造工程のライン化を構築しやすい。

5) 標準化対応の設計

側壁板の二重曲がり無くし、台構造、骨構造、側壁板の標準化しやすい分割方式にして、加工工程の共通化を目標とした設計に変更する。

### 3 製造設備と製造工程の近代化

#### 3-1 近代化の基本方針

湘潭圧縮機廠の機械工場の近代化に関する緊急、かつ最重要課題は次の3項目が上げられる。

第一にスクリュウ圧縮機の工程能力を高め、真の品質を保証した製品を生産できる体制を構築すること。

第二にその生産量が第8次5ヵ年計画の目標を達成すること。

第三に製造コストが狙った製品コストに対応できること。

すでに、湘潭圧縮機廠では「鑄造工場の製品別工場への改造」が終り、製造工程に沿った流れの鑄造部品工場の建設を完了した。しかし、主力製品の圧縮機を生産する機械加工・組立て関係の工場は往復動圧縮機を中心に工場改造の計画が着手さればかりの状態である。

産業構造が急速に省力、自動化の方向に進み、圧縮機の需要が増大する中で、特にスクリュウ圧縮機の伸びが著しく第8次5ヵ年計画ではスクリュウ圧縮機を生産を軌道にのせるための工場の改造の基本方針を打ち出し、往復動圧縮機とスクリュウ圧縮機の2系列の製品を中心にした機械工場の近代化の構想を立てた。

湘潭圧縮機廠の機械工場群は本工場と第二分工場からなり、それぞれの工場の歴史や生産品目の違いがある。このため、湘潭圧縮機廠の機械工場の近代化を計画するにあたって、スクリュウ圧縮機の主生産工場の場所、各機械工場の位置づけについては次の基本方針を決定された。

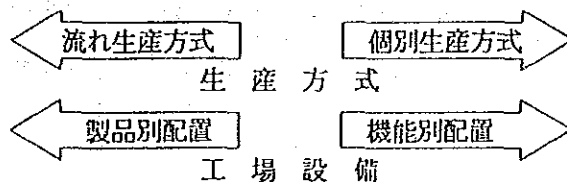
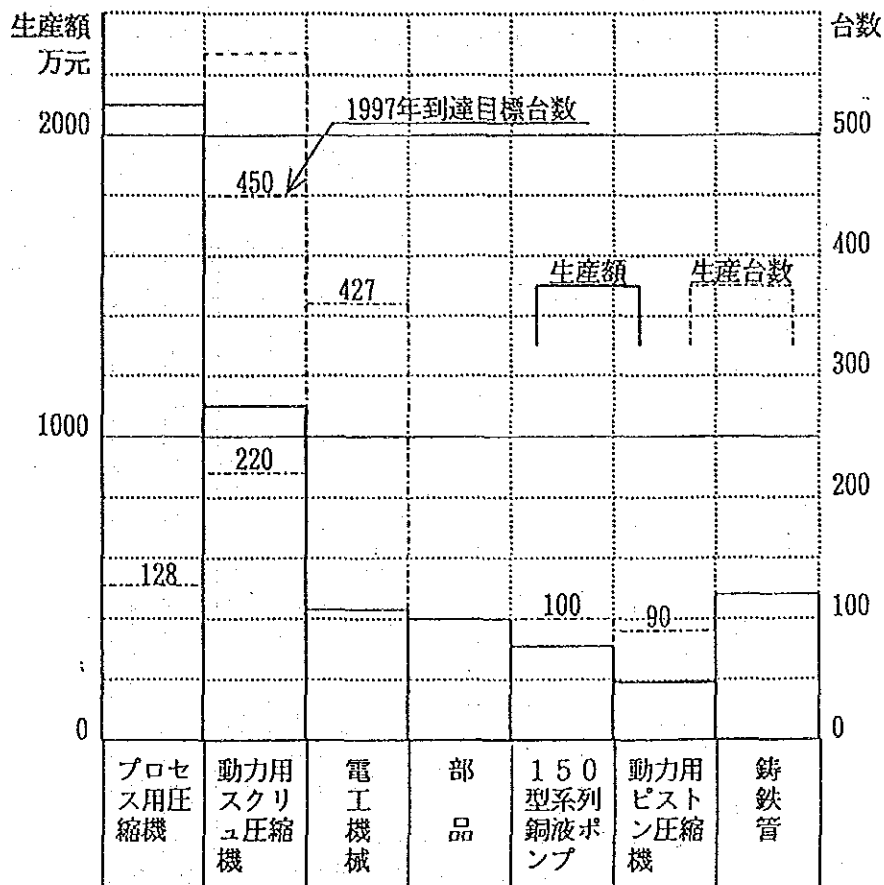
- 1) 本工場をプロセス用往復動圧縮機とスクリュウ圧縮機の主生産工場とする。
- 2) 第二分工場は電工機械、民生機械、小型ピストン圧縮機等の生産を中心とし、さらに本工場の部品や冷間加工品の集中生産を計画する。

その主な理由として

- 1) プロセス用往復動圧縮機を生産ラインが本工場にできており、第二分工場での製造経験が無い。
- 2) スクリュー圧縮機はまだ製品開発や生産技術の開発の段階で、研究設計や生産技術部門の全面的協力が必要であり、この2部門が所在する本工場を優先的に考える。

#### (1) 製造工程の基本計画

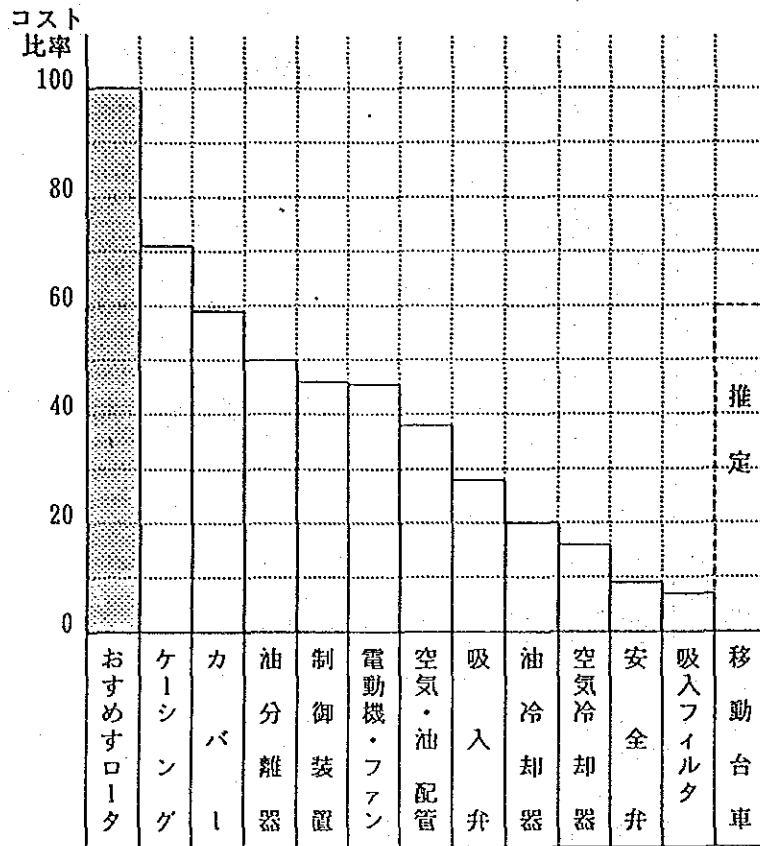
第8次5ヵ年計画における1995年の製品別生産計画による機械製造部門の生産量は次の図になる。



生産量の比較

1997年のスクリュ圧縮機のプロダクション予定台数は移動式中圧スクリュ圧縮機150台、定置式低圧スクリュ圧縮機300台を計画して、その生産額は推定であるが2270万元となりプロセス用往復動圧縮機と肩を並べる状況になる。この2機種を台数で見ると圧倒的にスクリュ圧縮機が多く、その内容も移動式中圧スクリュ圧縮機と定置式低圧スクリュ圧縮機の2系列と種類が少ないことは、量産化の効果が期待できることになる。一般的に言えば、この図の左側に位置する機種は流れ生産方式に適した傾向にあり、右側にいくほど個別生産方式に移行して行く。この傾向にともない、工場設備も左が製品別ライン配置、右が機能別配置が適応することになる。

一方、スクリュウ圧縮機の製造工程を検討するために、一般的なスクリュウ圧縮機でその構成部品を調べると、その主なものは、次図になる。



スクリュウ圧縮機のコスト構成比率

移動式スクリュウ圧縮機の場合はさらに移動台車が追加される。これらの構成部品が生産体制が量産に入った状態のコスト比率をロータのコストを100として示した。この構成部品の中で、制御装置、ファン・電動機、油冷却器、空気冷却器、安全弁、吸入フィルタ等は購入品か、専門工場に外注製作委託されることが通例であり、油分離器、吸入弁、吐出弁、オイルポンプ等はそのスクリュウ圧縮機固有の技術に関する特注品のために社内製作か、その企業の関連下請け工場を専門化して外注生産されることが多い。

スクリュウ圧縮機を生産する場合、見落としとしてならないのが台盤やカバー（エンクロージャ）移動式の場合は移動台車を含め、薄板鋼板の冷間加工部品の量が多く、その加工能力や製造コストがスクリュウ圧縮機の製品全体の生産に影響を及ぼすことである。

現在の湘潭圧縮機廠の移動式中圧スクリュ圧縮機の各工程の加工工数（工時定額）の比率は次の表の通り。

各工程別加工工数の比率

工 程	段取り時間	加工・組立時間	合計時間	比率 (%)
おすロータ	60.00	146.00		
めすロータ	105.00	200.50	511.50	20.0
ケーシングⅠ	47.00	99.55		
ケーシングⅡ	25.30	56.00	228.25	8.9
移動台車		1000 (～1500)	1000	39.2
部品組立	50.00	136.25	186.25	7.3
総組立		402.25	402.25	15.8
試運転・完成検査		48.00	48.00	1.9
塗 装	16.00	160.00	176.00	6.9
総 計			2553.05	100.0

(注：小型部品の加工工数は含まず)

順位別に並べると次の通り。

- ① 移動台車の加工組立て
- ② ロータ加工
- ③ 総組立
- ④ ケーシング加工
- ⑤ 部品組立
- ⑥ 塗装
- ⑦ 試運転・完成検査

以上から湘潭圧縮機廠のスクリュ圧縮機の製造工程を近代化するには、次の方針で行うことを提案する。

- 1) 固有の加工技術を必要とし、その加工精度が製品機能を支配するロータの加工を専用ライン化する。
- 2) ロータと同じ加工精度が要求されるケーシングの加工も専用ライン化し、鑄造素材から加工までの一貫製造のできる優位性を発揮する製造工程を構築する。

- 3) 小型部品加工は機械工場の汎用加工ラインのNC化により多品種対応の生産効率を上げる。
- 4) ユニット組み（小組立て）を徹底して行い、作業の共通化と標準化を行い、品質の向上と生産効率を上げる。
- 5) カバーパネル（エンクロジャ）と移動台車の設計と製造工程を合理化して、工数削減対策を行い、加工組立てラインの専用化を行う。この加工は採算を考慮し社外の専用工場への委託も対策の一つであるが、工場近代化による生産性の向上によって必ず起きる労働力の移動にたいしての対策として社内製造ラインを強化するのも必要になると考えられる。

### (3) 設備配置計画

専用機械加工ラインはできるだけ長さを短くし、また異種の系列部品の流れに弾力的に対応できることは言うまでもないが、加工ラインと組立ラインの分担と流れ、その間に入る検査と計測をも含めた次の見地から工場全体のレイアウトを考える必要がある。

- 1) 専用機械加工ラインを短縮するためには、前工程になる鑄造や鍛造で造られた粗形材の形を統一、整理して作業工程を均一化するのが良い。そのためにロータ素材は専用加工ラインに入る前に端部切断や外径加工を汎用加工機で集中加工する。
- 2) 現在一般に採用されているロータ専用フライス盤では段取り替え時間を節約するため切削加工の荒加工、仕上げ加工の工程が同一機で連続ロット生産される。荒加工後の熱処理、探傷検査が理想ではあるが熱処理場や探傷検査場への移動行程、手間ち時間等が生産効率を低下させるので、大径ロータを除き1)の素材加工の工程にロータ軸部の荒仕上げを入れ、この加工状態で熱処理、探傷検査を行うと工程の流れが直線的になり短縮される。この工程ができる素材材質の研究を進めることが必要になる。
- 3) 専用ライン化する上で一番大切なことは、次工程に影響が出ない品質の源流管理体制を確立することである。すなわち、機械加工ラインは組立ラインに部品が流れた後、その一部に精度不良が発見され機械加工工程に戻りや、組立ライン内で手仕上げ修正が行うことが在ってはならない。そのためには、機械加工終了時点での精度の確認、おす・めすロータの噛み合い検査、バランス、ケーシングの軸間距離や面間距離の計測検査を完了してから部品組立に移動させる必要がある。したがって、この検査工程に必要な装置や計測器は機械加工の専用ラインに続けて同じ工場建屋内に設置が理想である。
- 4) 部品組立と総組立て作業を分離し、作業の標準化と共通化を行い品質と生産効率の向上をはかる。部品組立はベヤリングの嵌め込み、吸入弁の組立などの精密組立作

業をともしない治工具の開発と使用が品質や生産効率に影響する。一方、総組立ては、取り付け、配管、配線工事が主体で作業内容が異なるので工程を分離する事がおおい。

- 5) 受注生産の形態を採っていても、機械加工の生産効率を上げるために標準部品に見込み量を加えてロット生産を行うことが通例である。このために、一時在庫が発生する。この在庫を加工部品の状態で行う場合と、部品組立後の半製品状態で行う場合がある。後者の場合は、管理の点数が少なくなり、専用ラインの数が多い時はこの状態まで完了しておけば工程の節点が明確になり工程管理上の利点がある。一方、在庫の原価が高くなるので工場の在庫調整方法に合わす必要がある。

以上から、湘潭圧縮機廠のスクリュウ圧縮機の基本的製造工程の計画をフローチャートに纏めた。

#### (4) 工場配置と設備導入の計画

スクリュウ圧縮機の生産工場の新設、改造は現在の建屋と設備を有効に活用することを主眼とし、現存の製造ラインと調整をした。この結果、機械工場の再配分を行い、次の案とした。

##### 1) 本工場

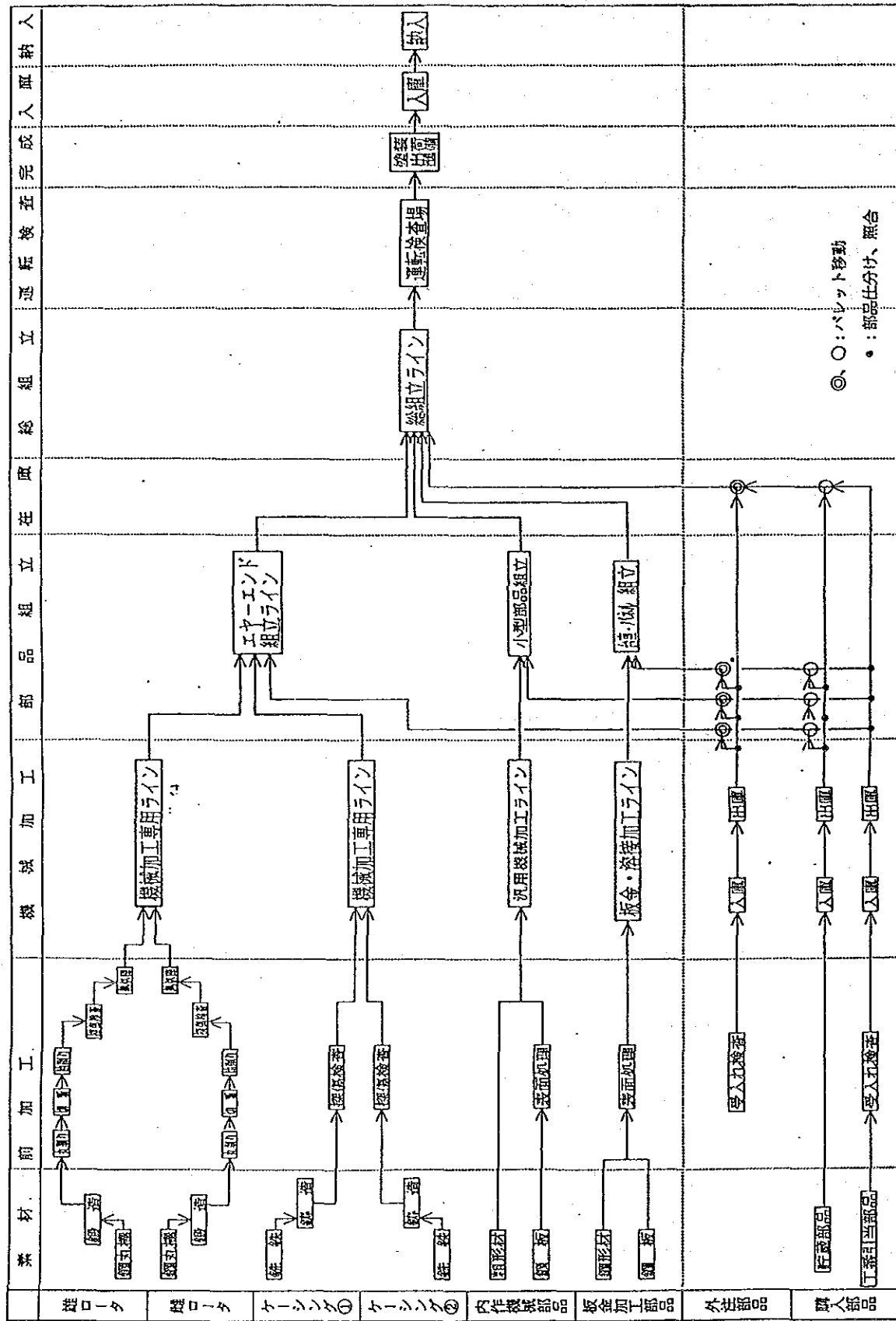
- a 現在建設中の工場棟をスクリュウ圧縮機の主生産工場にする。
- b 現在の大型部品加工工場と組立工場をプロセス用圧縮機の主生産工場にする。
- c 現在の中小型部品加工工場を共通の小型部品加工組立工場とする。

##### 2) 第二分工場

- a 鑄造工場跡の現在未使用の建屋に冷間加工、熔接加工を集約し、スクリュウ圧縮機の移動台車と定置式スクリュウ圧縮機のカバー（エンクロジャ）の専用ラインを計画する。
- b 第一、第二の機械加工工場は現在の機能別の設備配置とし、組立工程を製品別化する。

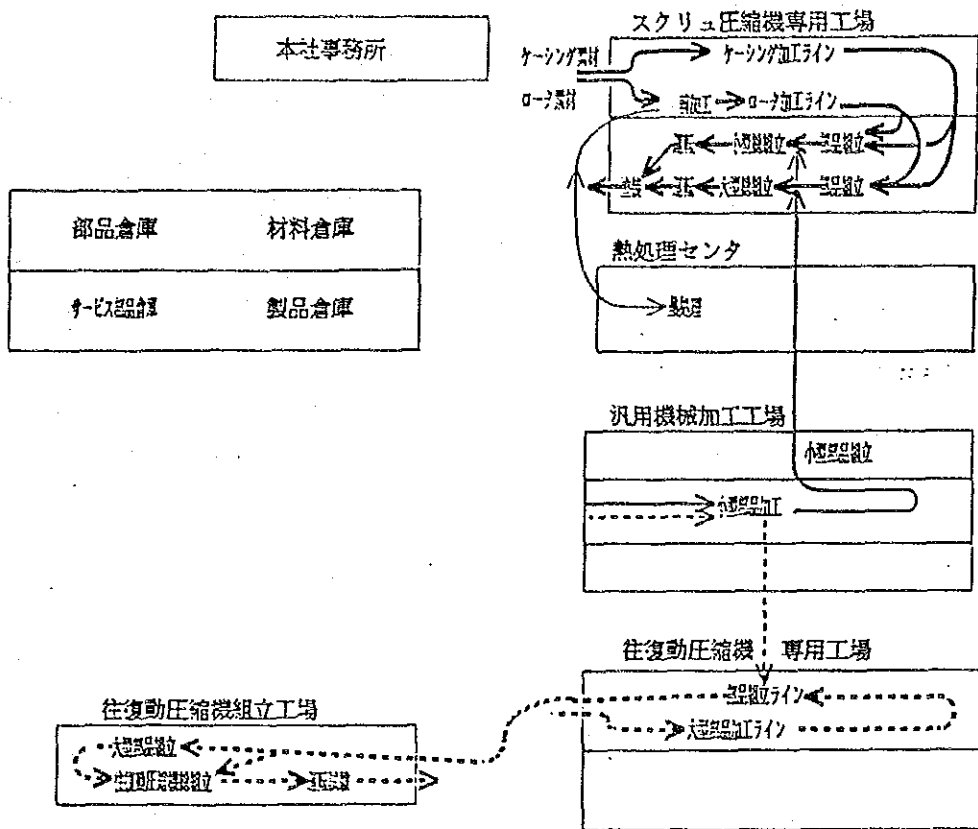
以上のコンセプトによる工場の再配置案も示した。

加工機械や検査計測機械の新設導入するときは、現状の製造技術から余り飛躍しない技術の安定した操作しやすい機械、機器を優先させるが必要と考え、完全にNC化や自動化された最先端機器ではなく中間段階の実績のある機器を選択することにする。

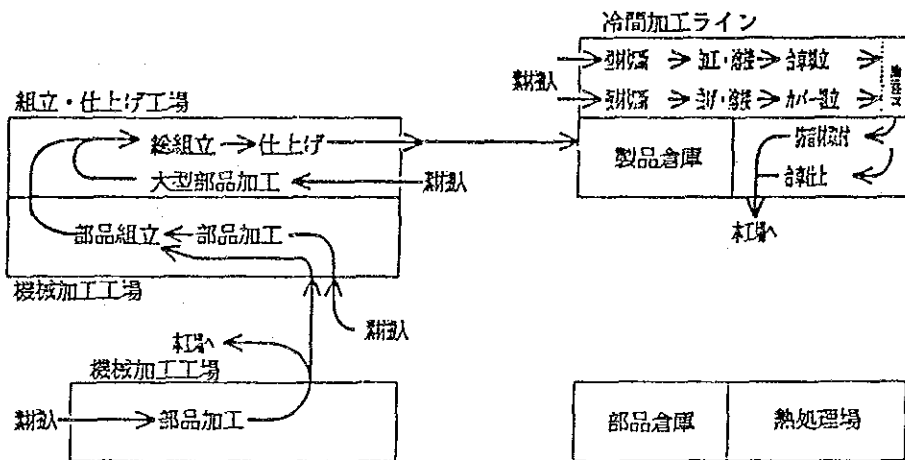


スクリュウ圧縮機製造工程フローチャート





本工場の工場再配置の検討案



第二工場の工場再配置の検討案

工場再配置検討図（本工場、第二工場）

### 3-2 スクリュ圧縮機の生産体制

#### (1) ケーシングの加工機の改善（マシニングセンタ導入計画）

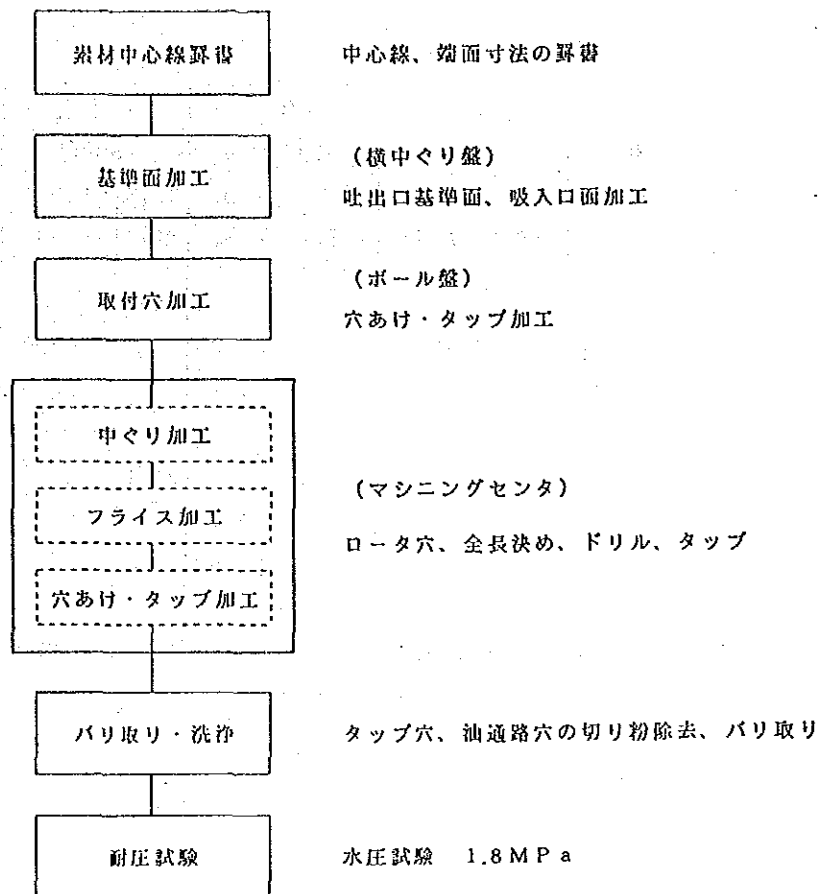
スクリュ圧縮機のケーシング加工々程、及び必要な生産設備の検討に当たって現在の加工々程表に基づいて各工程に必要な加工能力、それに対応する機械を考えるとという手順で行った。その結果、生産計画を達成させ、かつ要求される品質を十分に満足させ得る加工を行うには、マシニングセンタの導入が必要である。その目的の第一は、同軸度、面間距離等の加工が向上し、人間の操作に比べバラツキの少ない安定した品質を保証するためである。

また、マシニングセンタは数値制御による多能工作機械である。単能工作機械と違い、多数のツールを使用して多面加工を行うことが出来るので、1995年以降の大量生産時にも充分対処することが出来る

#### 1) マシニングセンタ使用の加工々程案

一般的に、マシニングセンタを使用する場合は、加工々程をできるだけ集約した方が能率的である。しかし、対象加工物によっては常に最適であるとは限らない。まずケーシングの全加工々程をマシニングセンタで数工程ずつに分けて加工するケースを想定してみる。この場合、ケーシングの大きさによっては、機械への取り付け治具の形状が複雑となり、位置決め時間が掛かってしまうケースが出てくる。その結果、マシニングセンタの機能をフルに発揮させることが出来なくなることが予想される。従って、これらの特殊な取り付け治具を必要とするような工程をマシニングセンタの前後で専門機械によって処理するようにすることで、マシニングセンタ上で無駄な段取り時間をなくすることが可能となる。特に、ケーシングIは鋳物素材による楕円形の箱型であるために、形状寸法のばらつきが大きく、加えて6面の加工を必要とすることから、マシニングセンタの前段加工として、吐出口の脚部の基準面を横中ぐり盤で加工するとマシニングセンタ台盤上での安定と規準面のセットが容易となり効果的である。

以上の考え方に基づいて加工々程をフローチャートに表すと次の通りとなる。



ケーシングI、II加工々程

2) マシニングセンタ設置台数

近代化計画の目標にそって、生産量を段階的に増加させて行くために、年度別生産計画に基づいてマシニングセンタの必要台数の算定を行う。

マシニングセンタ加工時間（加工部品あたり）

機 種	部 品	加工時間見積（時間）
移動式中圧スクリュ圧縮機 LGY 2.0-1.4 / 10.5	ケーシング I	6.30
	ケーシング II	3.30
定置式低圧スクリュ圧縮機 LGF D-3 / 7-X	ケーシング I	3.10
	ケーシング II	2.00

マシニングセンタ必要稼働時間（月間合計の推移）

（月あたり）

年 度	初年度 1993年		2年度 1994年		3年度 1995年		4年度 1996年		5年度 1997年	
	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間
LGY20-14/10.5 ケーシングⅠ ケーシングⅡ	4.2		5.8		7.5		10.0		12.5	
		26.46		36.54		47.25		63.00		78.75
		13.86		19.14		24.75		33.00		41.25
LGF3-3/7-X ケーシングⅠ ケーシングⅡ	8.3		12.5		16.7		20.8		25.0	
		25.73		38.75		51.77		64.48		77.50
		16.60		25.00		33.40		41.60		50.00
合 計	12.5	82.56	18.3	119.43	24.2	157.17	30.8	202.08	37.5	247.50

マシニングセンタ稼働率

どんな工場でも、新しい機械を導入し、その立ち上がりから100%の稼働を達成するのは難しく、その導入初期には余裕係数をいれて導入台数を算出しなければならない。

以上の諸点を考慮しつつ、日本での初期導入時の実績から推定して、湘潭圧縮機工場として目標とする稼働率は、導入初年度で50%、2年度では60%、3年度で70%、4年度で80%、5年度では85%と見るのが適当であると考えます。

以下の諸条件に従って年度別の稼働時間を計算する。

〔稼働時間算出条件〕

- \* 稼働日数 26日/月
- \* 稼働対象時間 8時間/日
- \* 毎月稼働時間  $26 \times 8 = 208$ 時間/月

（稼働時間とはマシニングセンタが単純に稼働可能な時間であり人的余裕などは含まない）

(月当たり)

年 度	初年度 1993年	2年度 1994年	3年度 1995年	4年度 1996年	5年度 1997年
推定稼働率(%)	50	60	70	80	85
有効稼働時間(時間)	104.00	125.00	146.00	166.00	177.00

#### マシニングセンタ負荷率

マシニングセンタの必要導入台数は前期の結果から、1台あるいは2台を導入した場合を想定して、機械の負荷率を計算することにより決定する必要がある。機械の負荷率は以下の表のとおり。

(%)

年 度 導入台数	初年度 1993年	2年度 1994年	3年度 1995年	4年度 1996年	5年度 1997年
1 台	79.4	95.5	107.7	121.7	139.8
2 台	—	—	53.9	60.9	69.9

#### マシニングセンタ導入台数計画

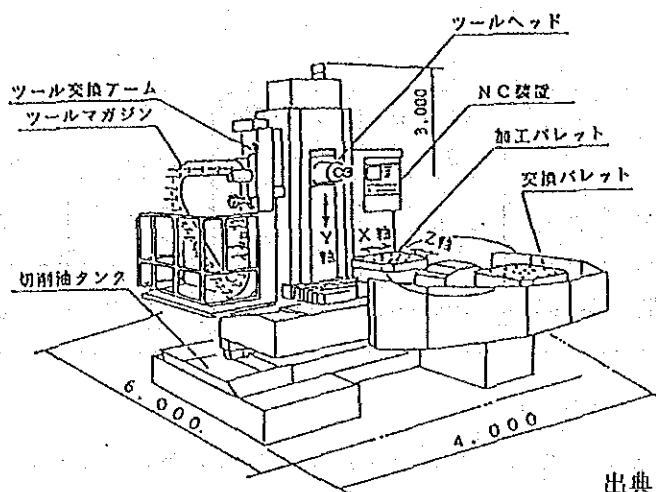
1993年～1996年・・・・・・・・・・1台

1997年以降・・・・・・・・・・2台

以上は、あくまでも生産計画と推定稼働率をもとにして試算したものであり、実際の導入に当たっては、湘潭圧縮機工場の将来の経営方針とも併せて、最終的な導入計画を立てる必要がある。

### 3) マシニングセンタの概略構造

中型の横型マシニングセンタの概略図を示す。マシニングセンタの大きな特徴の一つに、工作物の取付、取り外し時間の減少を目的としている点にある。従って、自動パレット交換装置(APC)や、工具自動交換装置(ATC)が備えられている。



出典：メーカーカタログ

中型・横型マシニングセンタ概略図

(2) スクリューロータの加工機の改善（歯切専用機導入）

1) スクリューロータ歯型加工専用機械

現在、湘潭圧縮機工場で使用されているロータフライス盤について標準的なデータと加工精度、加工能力の範囲、加工能率の3点を比較して評価した結果は次のようになった。

加工精度の比較

項目	湘潭圧縮機工場	標準データ
歯型精度 (μ)	計測データ無し	10~15
割出精度 (μ)	30~45	10~15
リード精度 (μ)	計測データ無し	15~20
表面粗さ (Ra)	2.5~3.2	0.8~1.0
検査合格率 (%)	全品歯形部手直し修正	100%

## 加工能力範囲

非対称歯形のロータの歯切り加工は、非対称歯形の切削刃の加工ができれば現在のフライス盤で切削加工は可能である。しかし、現在のロータフライス盤は歯形条数がおす4条、めす6条の割り出し機能しか無く、しかも手動割り出しである。3条や5条の歯形のロータ加工の場合は割り出し装置を大幅に改造しなければならず、加工専用ラインに組み入れて、移動式中圧スクリュウ圧縮機と定置式低圧スクリュウ圧縮機のロータのロット生産を相互に流すにはその都度大がかりな段取り替えや芯出し作業が必要と考えられ、生産性を阻害する懸念がある。

## 加工能率の比較

加工能率比較（200mm径のロータ）

	湘潭圧縮機工場				標準データ			
	おすロータ		めすロータ		おすロータ		めすロータ	
	荒加工	仕上加工	荒加工	仕上加工	荒加工	仕上加工	荒加工	仕上加工
切削カッタ 回転数 (RPM)	50	32	50	32	90	90	90	90
送り (mm/H)	10	5	10	5	60	28	55	47
荒削 (回数)	4		4					
中仕上げ (回数)		3		3	1		1	
仕上げ (回数)		5		5		1		1
正味 加工時間 (時間)	85		115		4.0		4.6	

表から明らかなように段取り時間を除くネットの加工時間で2.3倍の消費時間となっている。2)の段取り替えに要する時間をいれるとこの差は拡大する。

以上を総合的にみれば、現在のロータフライス盤を新鋭機に置き換えることが不可欠であることが判定される。

## 2) ロータ加工機の種類

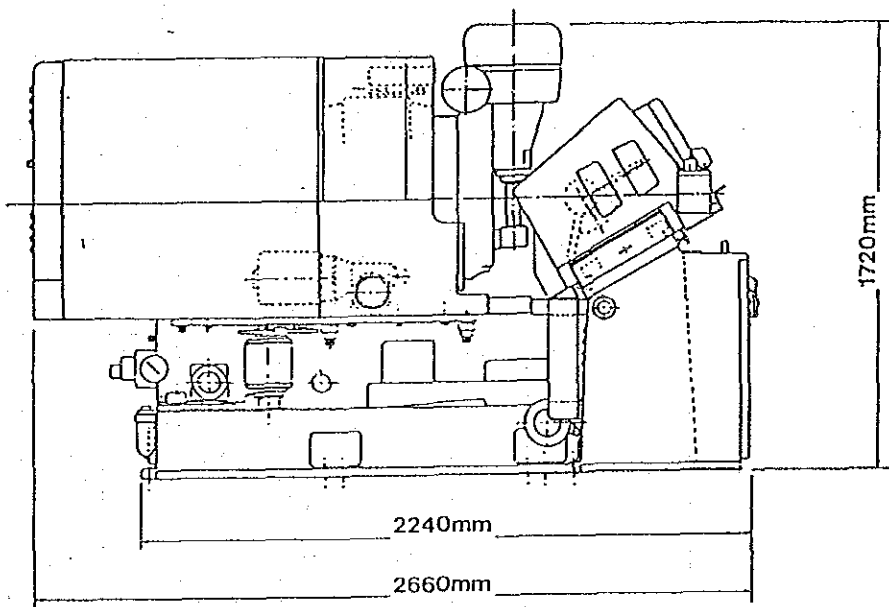
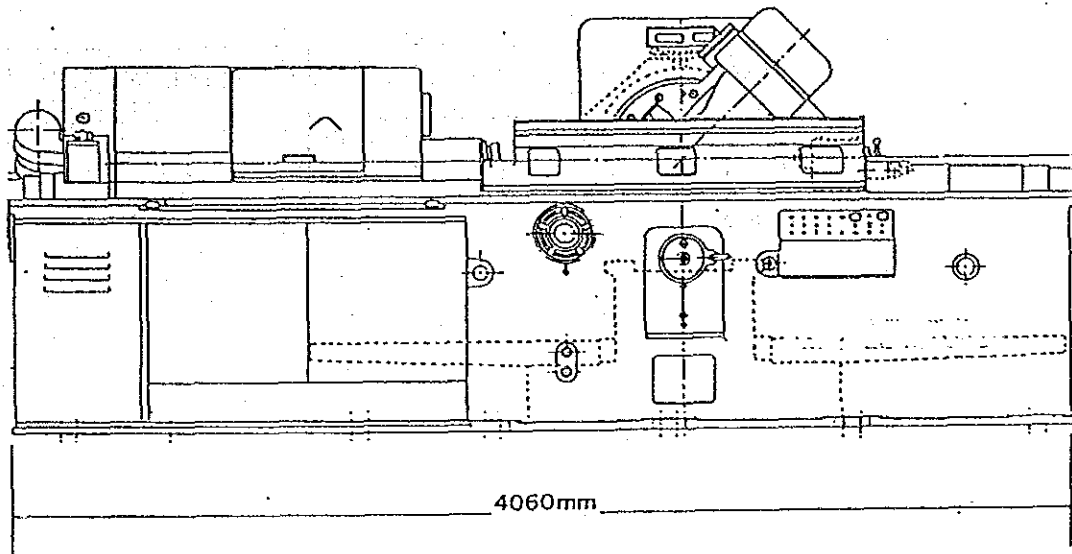
湘潭圧縮機工場に導入するロータ加工機は現在の製造技術と大きく隔たらないロータフライス盤を導入し、これまでの経験がすぐに役立ち、生産を軌道に乗せるために完全自動化された機械より、半自動化されたものを選択することが得策と考える。そして、この機械に対応できるカッタ研削盤、検査機を完備することが望ましい。

湘潭圧縮機工場のスクリュウ圧縮機の生産計画からみて、次の要目のロータフライス盤が最適の機種と考えられる。

最大加工直径	250 mm
最大行程	800 mm
リード範囲	60～750 mm
カッタ回転数	40～240 rpm

上記要目のロータフライス盤の外形図を示す。





ロータフライス盤

3) ロータ歯切専用フライス盤加工時間

近代化計画目標の生産量を年度別生産計画に基づいてロータ歯切専用フライス盤の稼働時間と必要台数の算定を行う。(方式はケーシングと同様とする)

専用フライス盤加工時間

機種	部品	加工時間見積(時間)
移動式中圧スクリュウ圧縮機 LGY 20-14/10.5	おすロータ	4.7
	めすロータ	5.2
定置式低圧スクリュウ圧縮機 LGFD-3/7-X	おすロータ	3.7
	めすロータ	4.6

専用フライス盤必要稼働時間(月間合計の推移)

ロータ歯切専用フライス盤年度別必要稼働時間

(月当たり)

機種	初年度 1993年		2年度 1994年		3年度 1995年		4年度 1996年		5年度 1997年	
	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間	製作 台数	加工 時間
LGY 20-14/10.5	4.2		5.8		7.5		10.0		12.5	
おすロータ		19.74		27.26		35.25		47.00		58.75
めすロータ		21.84		30.16		39.0		52.00		65.00
LGFD-3/7-X	8.3		12.5		16.7		20.8		25.0	
おすロータ		30.71		46.25		61.79		76.96		92.5
めすロータ		38.18		57.50		76.82		95.68		115.00
合計	12.5	110.47	18.3	161.17	24.2	212.86	30.8	271.64	37.5	331.25

### 歯切専用フライス盤稼働率

歯切盤は専用機械であるので稼働率は導入初年度 60%、2年度70%、3年度80%、4年度85%、5年度90%とした。

### ロータ歯切盤年度別有効稼働時間見込

(月当たり)

年度	初年度 1993年	2年度 1994年	3年度 1995年	4年度 1996年	5年度 1997年
推定稼働率(%)	60	70	80	85	90
有効稼働時間(時間)	125	146	166	177	187

### 歯切専用フライス盤の負荷率

年度 導入台数	初年度 1993年	2年度 1994年	3年度 1995年	4年度 1996年	5年度 1997年
1台	88.4	110.4	128.2	153.5	177.0
2台	-	-	64.1	76.7	88.5

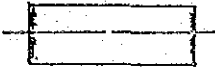
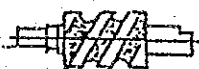

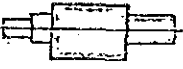
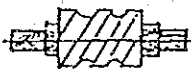

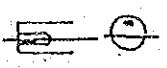
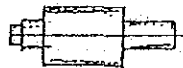
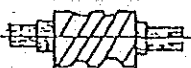
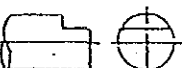
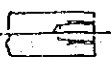
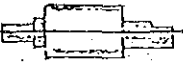
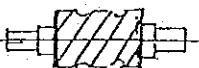

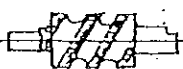
以上の結果から1996年には2号機の導入が必要になる。

### (3) ロータ加工々程の改善

改善策は以下の4つの基本的考え方で進めていく。

- \* 加工々程の見直しを行い、工程の短縮を行う。
- \* 調質熱処理は鋳造素材の状態によって判断しながら実施する。
- \* 機械加工々程の専用ライン化を図る。
- \* 治具、補助具の改善を行う。

推奨し得る加工々程改善案を示す。

順序	加工工程	加工詳細	順序	加工工程	加工詳細
1	切断		10	専用ワイヤ盤	
2	ボール盤		11	検査	歯合せ検査(クリアランス、バックラッシュ)
3	旋盤		12	旋盤	
4	旋盤		13	フライス盤	
5	旋盤		14	円筒研削盤	
6	フライス盤		15	ボール盤	
7	円筒研削盤		16	バランス	
8	専用ワイヤ盤		17	仕上	メン取り、洗浄、防錆
9	円筒研削盤				

加工工程改善案

### 改善後の移動経路図と移動距離

改善後の加工々程案をもとに、移動経路図を作成した。

この改善効果は、1回当たり平均移動距離が37 mから10 mに減少できた。

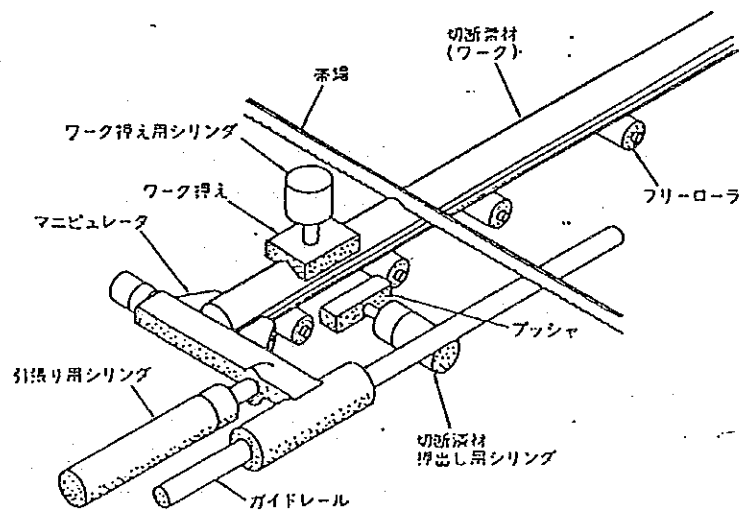
### (4) 機械設備の自動化と治工具の改良

生産量を拡大をするとき、単に機械台数を増加させるのではなく、機械を高度化し逆に台数を少なくし、工具及び加工品の取付、取り外し時間（または回数）の削減、加工品の寸法計測回数の削減といった方法を考えるべきである。そのためには、機械の自動化を図り、締め付け具、加工治具、運搬具、計測器具を改良、開発して完備していくのが最も効果を発揮する。

#### a. 定寸式丸棒切断機の製作

現在、資材倉庫内で行われている丸棒の切断作業も簡単に自動化できる好例である。

改善後の事例



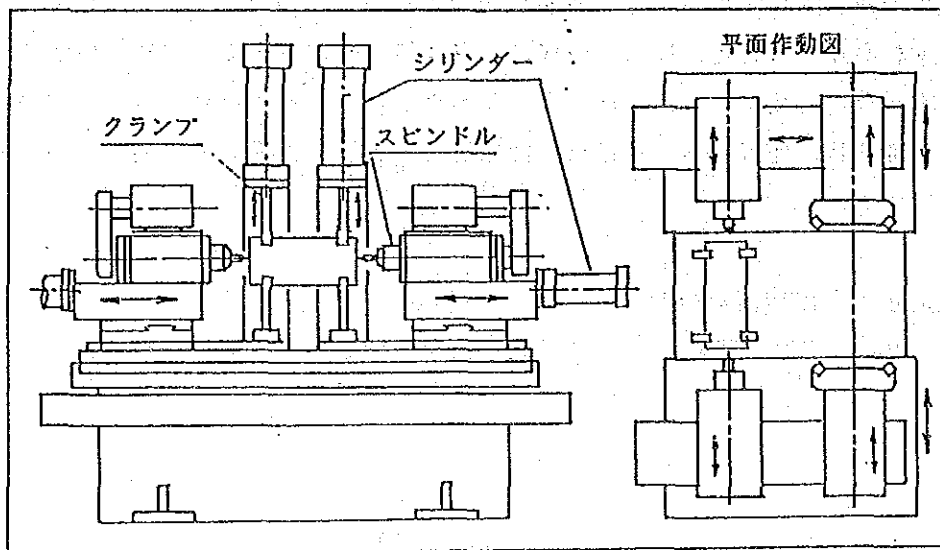
丸棒自動切断機

#### b. 旋盤の自動化

既存の機械に、リミットスイッチ、アクチュエータなどの空気・油圧作動の機器を取り付けて、切削送りや主軸回転の自動停止等のシーケンス制御システムを作り上げる。

c. センタリングマシンの自動化

ロータの位置決めとセンタ穴もみ付けは、加工ライン横中ぐり盤による方法としているし、今後も当分の間はこの方式で十分であると考えられる。但し、将来更に生産性を高めて行くためには、センタリングマシン（centering machine）を導入する事が効果的である。



センタリングマシン

出典：メーカーカタログ

d. NC旋盤の導入

ロータの外形の仕上げ加工を行う旋盤はNC制御とすべきである。手動による旋削加工は作業者の熟練度によって加工品質、能率が大きく左右される。荒削りは既存の機械の改良による自動化で、また仕上げ加工はNC機械でそれぞれ行うのが現状では最も実地的な対応といえよう。

e. 歯切カッタの改善

現在、湘潭圧縮機工場で使用されているロータ歯切カッタの内、荒削用カッタの切削性は、おすロータで40時間と悪い。荒削及び中削用には切削刃枚数を、少なくとも12枚以上とし切削性を向上させる必要がある。一方、仕上加工には切削刃枚数は、可能な限り少なくし（4枚以下）、歯形精度を確保することは言うまでもない。

### 3-3 組立工場の近代化

#### (1) スクリュ圧縮機組立工程のラインの近代化

スクリュ圧縮機の製造工程近代化の基本方針により加工々程、組立工程を連続的な流れ生産方式にするため、現在建設中の建屋を専用工場とし新工場のレイアウト及び工程に従って、組立ラインの近代化を考える。新工場のレイアウト図を示す。

##### 1) 現状の作業の問題点と対応

###### 工程管理

- a. 誰からも不具合点や異常事態がわかり、改善処置が速やかに取れるようにする。
- b. 生産に携わる全員が、部品の加工遅れや、欠品の状態を一目で掴んで、次に何をすべきかを自主的に判断でき積極的な環境を作りあげる。
- c. 工程管理者が刻々と変化する状態の中に潜んでいる問題点を事前に予測して、予防対策を立て、先取り管理ができるようにする。

###### 作業場の有効活用

作業上の明確な区分（線引き）と、作業場の効率的な使用計画が必要である。

###### 塗装工程の問題点

内面の防錆塗料やパテ塗り作業、上塗り塗装作業が工場全体の作業環境を悪くしている。

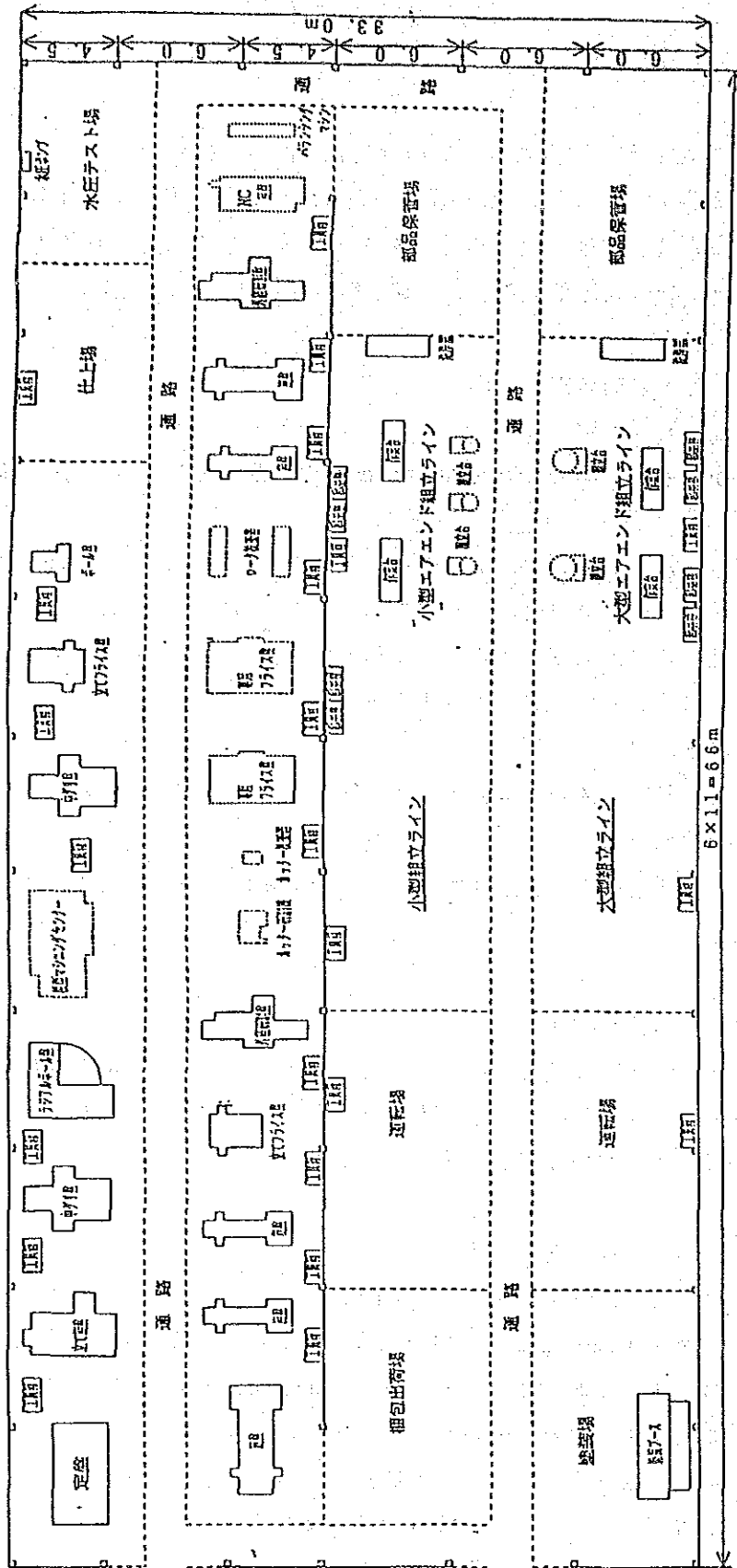
##### 2) 流れ作業方式の採用

スクリュ圧縮機の組立ラインは、組立工程を工程順に一本の線に配置し、その中で組み立てられる製品に一定の流れを与えることである。工程は細分化され、特定の作業によって繰り返し作業されることになる。

##### 3) 部品ユニット組立化の促進

個々の部品は、いきなり圧縮機全体として組み付けていくのではなく、まず機能単位でユニット（unit）として、中間段階の半組立品を製作する。機能別にまとめられる単位は、ミニマムプレッシャバルブ（minimum pressure valve）クーラ、計器盤コントロールセンタ、ドレンセパレータ・ドレントラップ、オイルフィルタがある。

個々のユニットを組み合わせて最終の製品にするのを総組立とする。総組立は、原則としてボルト・ナットの締め付け作業だけの単純な作業とし、総合組立の期間短縮と組立工程全体の能率向上を図らなければならない。



新工場レイアウト



## (2) 組立工場設備の近代化

新組立工場で導入すべき新しい設備は以下のとおりである。

### 1) 油圧々入機

移動式中圧スクリュ圧縮機ロータに軸受けボールベアリングを圧入する作業は、焼きばめによっている。この方式では、能率面、品質面とも十分な結果は得られない。圧入プレスを利用すべきである。このとき、適当な圧入工具を設計し、均一な圧入が行えるようにしなければならない。

### 2) 圧縮機本体横転台

圧縮機本体の組立作業を容易にするために、横転台を設置する必要がある横転台は単に組立工程中の品物の横転を行うためだけでなく、横転後は任意の位置で静止、ポジションナとしても有効に利用することができる。

### 3) ウォールクレーン (wall crane)

組立工程中にハンドリング (handling) を行う部品の重量はせいぜい200kgまでであるが、これらの部品の移動、セッティングに天井クレーンを利用するのは非能率的であるし、また不安全でもある。工場の支柱に取り付けられるウォールクレーンを設置して、作業者自らが操作することにより生産効率を上げることができる。

### 4) 運転試験設備

運転試験の条件 (各種配管、及び計測機器) を可能な限り一定にさせること、及び運転試験のための準備作業を能率的に処理するために、専用の運転試験設備がぜひ必要である。

### 5) 運搬設備

工場への材料の搬出入には、パレットトラック、またはフォークリフトを採用する必要がある。フォークリフトの採用と併せて、板パレット (一般加工品用) 及び専用運搬台 (ロータ用) は不可欠である。板パレット、専用運搬台はまた加工部品の仮置き場としても有効に利用できる。

### 6) 空気工具施設

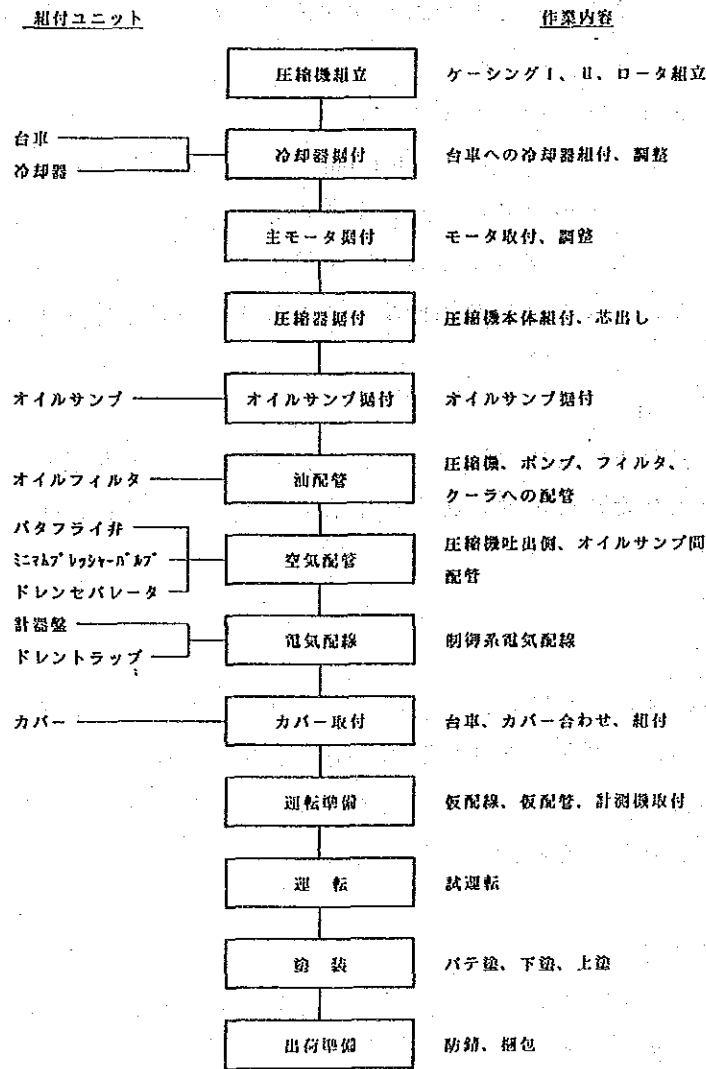
新スクリュ圧縮機工場には、空気工具を利用できるようコンプレッサ及び空気配管が必要である。

(3) 組立ライン編成

1) 基本組立工程

組立工場の工程編成に当たっては、機能別ユニットは別工程で組立するものとし、新工場での組立は、エアーエンドの組立及びユニット同士の総組立を中心に行うものとして考えた。ラインは2系統とし、一方は小型（定置式低圧）用、他方は大型（移動式中圧）用とした。

2つの組立ラインは、それぞれ直線的つながりとし、組立ラインの前には部品及びユニットの保管場所を、組立ラインの後には運転場を設けた。更に、塗装場を大型運転場の後に、また梱包場を小型運転場の後ろに配置した。これらはいずれも、2つのラインで共通に使用するものとする。基本組立工程を示す。

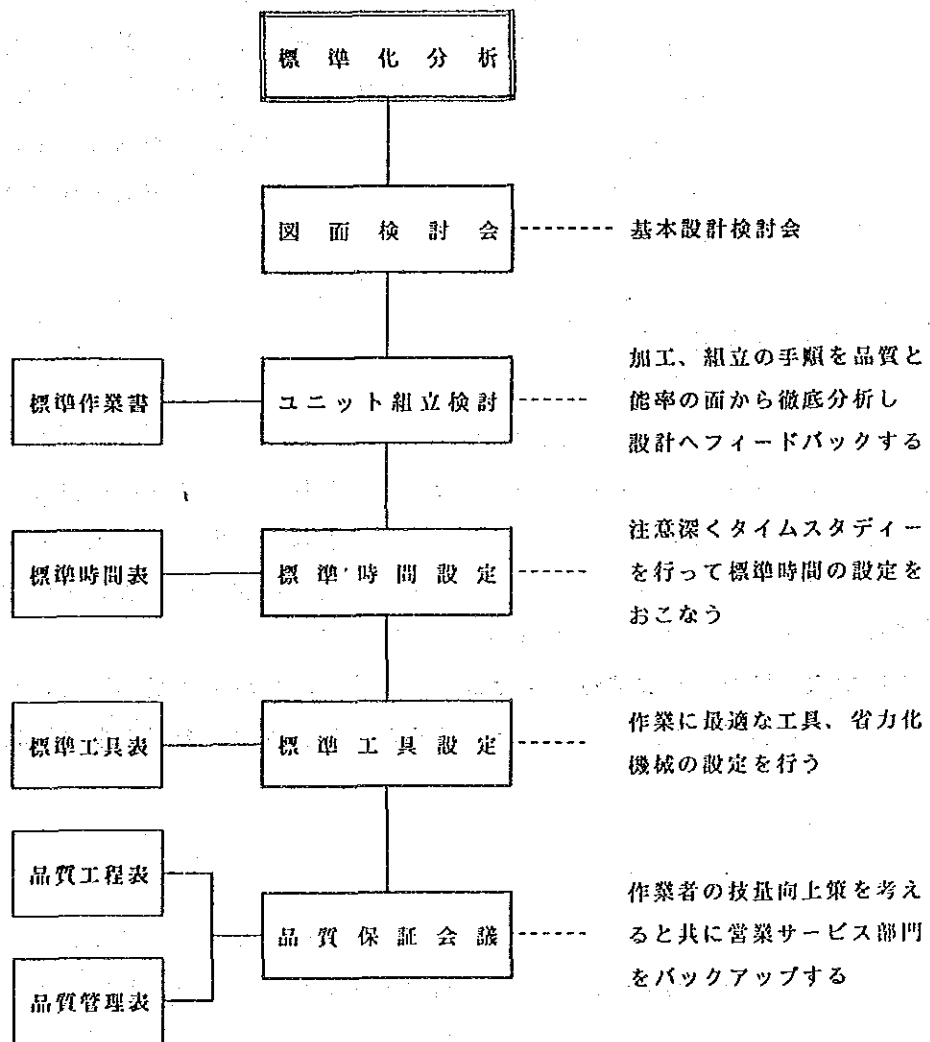


基本組立工程

## 2) 作業標準の設定

ライン編成、及び基本組立工程は決定したが、個々のプロセスの詳細はまだ決定されていない。全く新しい組立ラインを作る作業であり、はじめから100%理想的な工程内容と工程間のつりあい（ラインバランス）を狙うことはきわめて難しい。そこで最も実的なやり方は、現状の工程と作業を分析したのち、可能な範囲で最も効率的な作業の形（作業標準）を想定して、新工場の組立工程へ適用、その後新工場での生産を行いながら、作業標準の修正並びにラインバランスの変更をしていくという順序であろう。

工程分析に基づく作業の標準化のやり方を、次図に示す。



標準作業設定プロセス

### 3) ラインバランス

新しい組立ラインがその稼働を始めたのち、工程間の工数（工期）のバランスを修正して組立の流れがスムーズになるように修正を加えなければならない。修正の仕方は以下に示すとおり各種考えられるが、作業標準とも照らし合わせながら、最適の修正方法を選んでいく必要がある。

- 1) ライン工程内、ユニット工程内で、最も多くの時間を必要とするネック工程を対象に、その時間短縮の対策を考える。
- 2) 要素作業の組合せ、作業分担を変える。ネック工程の作業で、分割できるものは他の工程へ移す。
- 3) リリーフマン（relief-man：応援要員）を置く。絶えずどこかの工程が追われたり、用便のための交代、その他のトラブルに対応するため、ライン全体として応援要員を作って置く。
- 4) 一人当りの分担作業を多くする。但しその結果、複数の同じ作業をする人が必要となる。より長い一本ラインにするか、あるいは短くして同じ製品を平行生産する2本のラインを設けるといった、基本的な検討になる。
- 5) ライン作業の仕事を、ラインから外してユニット組立工程に移したり、あるいはその逆を行う。

### 3-4 冷間加工工場の近代化

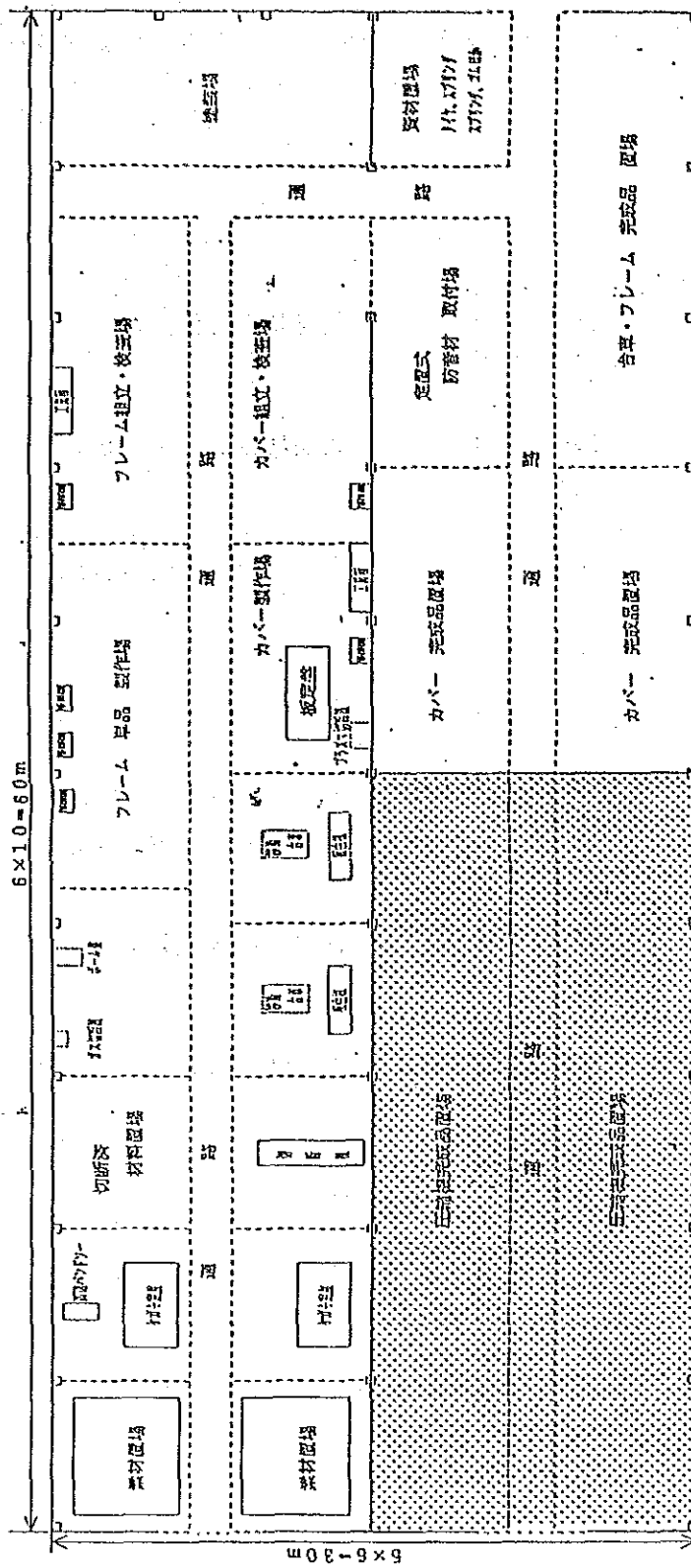
#### (1) 冷間加工工場加工ラインの近代化

現在、移動式スクリュウ圧縮機の台車、カバーの製作は4～5人の作業員で、1台の製作期間に約1カ月の期間を掛けて行われている。この様な状態では、現在開発中の定置式スクリュウ圧縮機も加えた、将来のスクリュウ圧縮機の増産体制に対応する事はできない。抜本的な設備と技術の改善が必要とされる。

湘潭圧縮機工場の工場改造最終案では、第2分工場の鋳造工場跡（約1800m<sup>2</sup>）を冷間加工工場として再利用、移動式スクリュウ圧縮機の台車、カバーの製作を専門に行わせるよう計画した。

#### 1) 冷間加工工場レイアウト

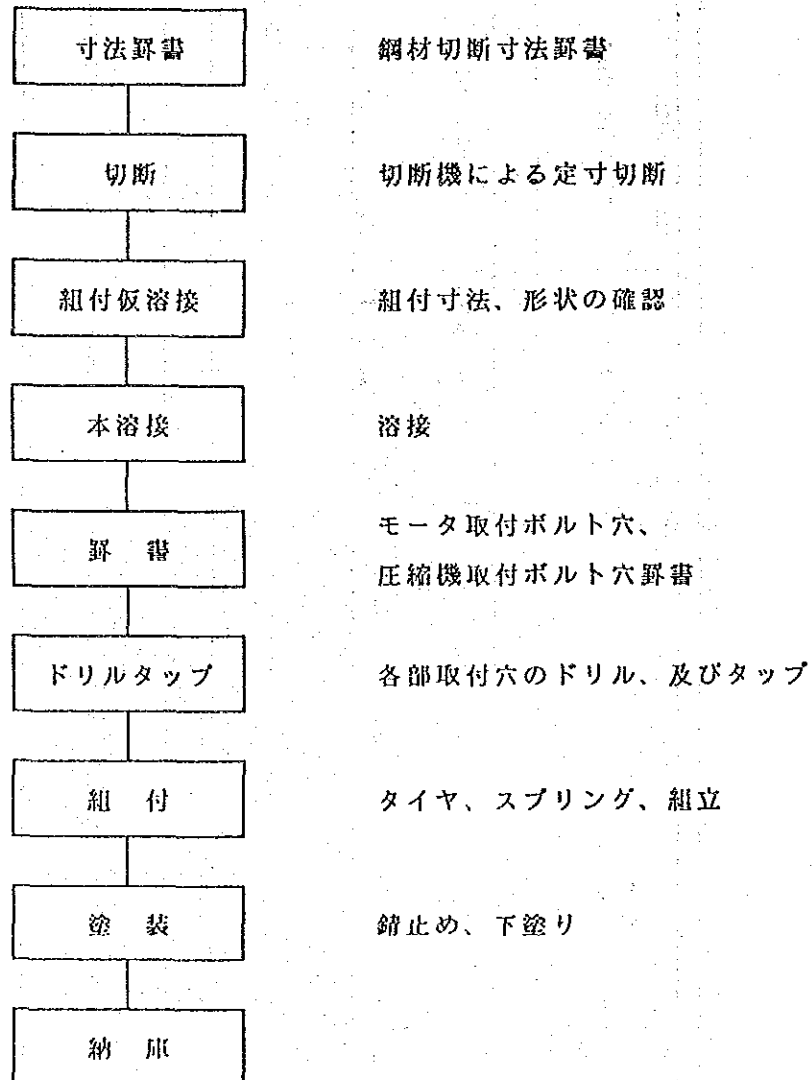
冷間加工工場のレイアウト図を示す。冷間加工工場においても、レイアウトは加工工程に従い、鋼材の搬入から製品の完成までを一連の流れ方式として配置した。



冷間加工工場レイアウト

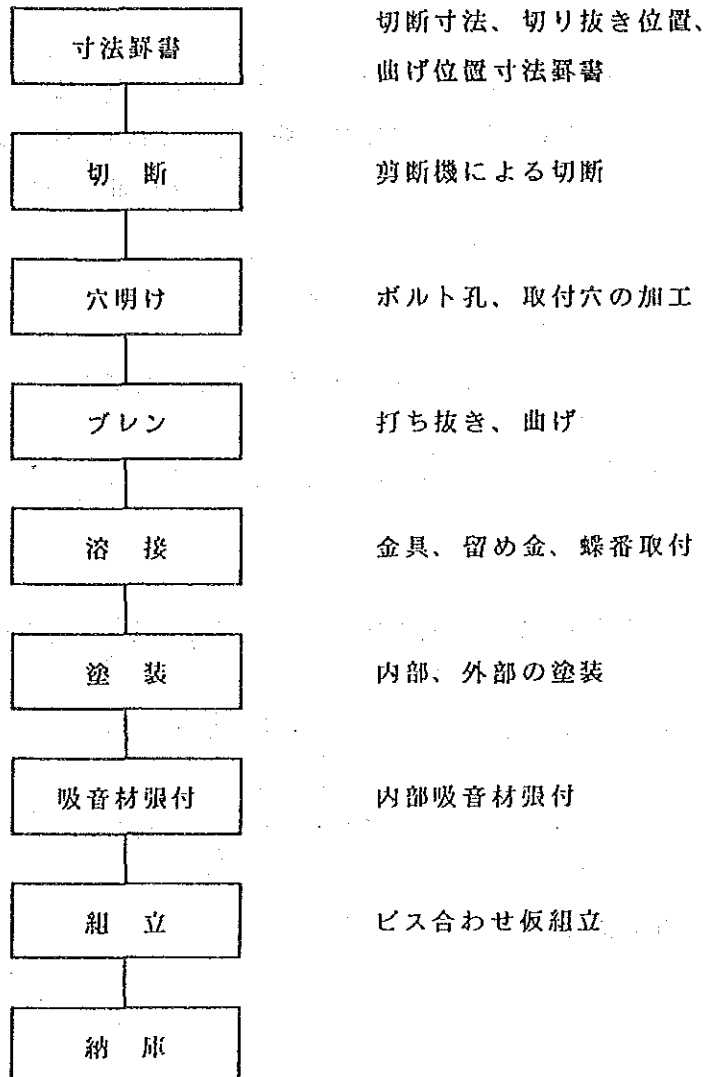
## 2) 台車加工工程

次図に移動式スクリュウ圧縮機の台車加工の工程及び作業内容を示す。



### 3) カバー加工々程

次図にカバー加工の工程及び作業内容を示す。



## (2) 冷間工場の技術改善

### 1) ガス切断作業の改善

現在、ガス切断作業は手動のガス切断機による「手切り」が行われている。

プラズマ切断機は自動化された高能率の切断に加え、切り口幅の小さい肩だれの少ない切断面が得られる。また、入熱量も少なく、切断部材の熱変形も最小限に抑えることができ、精度の高い切断が実現できる。

### 2) 板曲げ作業の改善

現在、板耳折り機は能力不足となっている。そのため、後工程で手直し作業が発生している。しかし、手直し作業では十分な修正は得られず、その後の組み付け作業に支障をきたしている。曲げ能力4.5mm×2000mm板曲げ機を導入することにより、現状の問題点が解決される。

### 3) 剪断作業の改善

現在、剪断機は、機能に制約があり、剪断作業を2人作業としているし、能率、品質共に充分でない。

各種機能を搭載した、新しい剪断機を導入する。

### 4) 組付作業の改善

冷間工場における適切な組付治具の採用は、生産効率及び製品精度を向上させる手段として非常に有効である。

冷間工場と技術課で共同で下記の治具を設計、製作の上利用しなければならない。

- a. 穴明け治具（台車へのモータ、圧縮機本体取付穴の加工）
- b. 鋼板罨書用型板治具
- c. 組み付け補助治具

### 5) 溶接作業の改善

#### a. 溶接機の増強

現在、台車の溶接は、手動アーク溶接により行われている。現状では生産量は少なく、品質及び時間ロスは問題にならないが、量産体制が進むにつれて、より高能率の溶接法の導入が必要となる。したがって、アーク溶接機3台及びプラズマ溶接機2台（切断機と兼用）を導入し、量産体制に備える必要がある。



b. 回転式溶接治具の採用

溶接の生産性と品質を維持していく上で最も効果的な手段は、溶接作業を常に下向きで行えるようにすることである。そのために、台車を保持、回転させて任意の溶接場所を常に下向きにして溶接作業者に提供する専用治具を開発する必要がある。

c. 溶接作業の標準化

溶接作業を一定の品質で、能率よく行えるようにするためには、作業者の溶接技量を向上させることに加えて、作業の標準化を徹底させなければならない。

(3) 冷間工場設備の近代化

1) プラズマ切断機

冷間工場にはプラズマ切断機2台装備することで計画した。プラズマ切断機はI C-サイリスタ制御式プラズマ切断・溶接兼用機である。主な特長は以下に示すとおりである。

- a. 鋼、ステンレス鋼、アルミの薄板から厚板（最大35mm）まで、高性能、高品質の切断ができる。切り口幅が小さく、肩だれの少ない良質の切断面が得られる。またドロスが無いため後処理も不要である。
- b. 高温ガスで高速切断を行うため、全体としての入熱量が一般のガス切断に比べて少なく、熱による歪を最小限に抑えることができる。
- c. 別途溶接用の付属品を取り付けることにより、ステンレス鋼（0.4～3.2mm）の溶接を行うことができる。安定した溶接ビードと、深い溶け込みが得られると共に、切断の場合と同様、入熱量が少ないことから、熱変形と歪も極めて少なく抑えることができる。

2) 板曲げプレス

冷間工場に最適な板曲げプレスの仕様は以下のとおりである。

名称：長尺板曲げ機（油圧プレスプレーキ）

加工能力：75トン

最大曲げ能力：4.5mm（厚）×2000mm（長）

テーブル長さ：2000mm

通常、板曲げプレスには色々な種類の金型が使用できるようになっている。

### 3) 剪断機

現在の剪断機に代えて、高機能、高能率の剪断機が必要である。図 V-3-4-9 に日本の工場で使用されている剪断機を示す。この剪断機は、2軸NC装置付きで、加圧能力50トン、テーブル長さ2000mmである。さらに、バックゲージはNC制御により高速、高精度の位置ぎめができ、効率化が図られる。

### 4) 溶接機

冷間工場の溶接機台数は、現在の3台から、レイアウトにも示すように、5台に増強する必要がある。その内訳は以上のとおりである。

交流電気溶接機 3台(現装)

プラズマ溶接機 2台(新設:ただし本体は切断機と共用し、溶接用付属品を購入)

### 5) ウォールクレーン

組立工場と同様、冷間工場にもウォールクレーンは是非とも必要な設備の一つである。設置位置は、切断場、溶接場、組立場の3箇所各1台ずつ必要である。当面は天井クレーンで代用し、第2期の前期にはこれらの場所での材料のハンドリングはウォールクレーンで行うようにすべきである。

### 6) 空気工具

組立工場の場合と同様、空気工具を多用し、下記の諸作業の作業能率を改善すべきである。

- \* 鋼板表面仕上げ作業(ベルトグラインダ)
- \* バリ、突起物の除去作業(ディスクグラインダ)
- \* ボルト・ナットの締め付け作業(インパクトレンチ)
- \* 洗浄液、切粉の除去作業(エアガン)
- \* 塗装作業(エアレススプレ)

#### (4) 自主検査体制の確立

冷間工場での作業のほとんどは、各作業者の手作業による製作のため、品質のばらつきがあり、後工程である組立工程の生産に大きく影響する。組立工場で現在多くの時間を費やしながら行われている移動式中圧スクリュウ圧縮機据え付け時の、穴合わせのためのドリル作業、空気吐出管の現場合わせ溶接等の作業は、いずれも冷間工場での工作精度不良に起因するものであり、このような不具合の原因を探り改善の手を打たねばならない。特に、冷間工場のように作業が手作業に依存する部分が高い工場では、自主的な品質管理をいかに定着させていくかが改善のための大きな鍵を握っているといえよう。小集団活動を中心としたTQC活動の手法を活用して活力ある職場に作り上げていくことが大切である。

#### 4 生産管理近代化の具体的アプローチ

当工場に於ける生産管理の近代化の為の施策は、大きく分けて、以下の5種類に分類できる。これらの基本的な考え方を十分に理解した上で、それぞれの分野別具体策へと展開、実行に移していくべきである。

##### (1) 原価構成費の改善

製造原価の構成費を改善すること、及び現在上昇傾向を持っている製造原価の絶対額を減少させることにより、コスト的に競争力を持った企業体質を目指そうとするものである。特に将来国際競争力を持たせようとしたとき、この問題は決して避けて通れなくなるであろう。このテーマ各部門にそれぞれ以下の関わりを持っている。

\* 原価管理： 指標設定（部門別生産性評価）

原価構成比目標値設定

銀行制度運用

\* 工程管理： 指標設定（部門別生産性評価）

作り過ぎの無駄排除

企業に於ける原価引き下げの要請はいま急に始まったことではない。しかし、企業経営のもっとも重要な課題であることには、依然として変わりはない。企業経営を続けていく限り、以下の諸問題とは常に直面することを余儀なくされる。

\* 人件費の上昇

\* 設備関係費用の上昇

\* 企業間競争による圧力

\* 利益の減退

今後数年間、湘潭圧縮機工場が歩む道は特にこれらの問題と真正面から取り組まざるを得ない環境にあるといえる。つまりここ数年のコンスタントな賃金の上昇、近代化へ向けての大幅な設備投資、材料費の上昇傾向など、どれをとっても原価を引き上げる方向に作用する要素ばかりである。また、今後目標とする、国際市場での競争を考えた場合、売価の上昇は抑えざるを得ないであろう。従って、収益の増加をもって原価の上昇を吸収することはきわめて困難であり、如何にして積極的に原価を引き下げていくかが最も重要な挑戦となろう。

近代化への提言は以下の構成で行った。

1) 利益指向の総合的原価管理

2) 原価引き下げ意欲向上策

3) コンピュータを利用した総合的・有機的な原価管理システムの整備

## (2) 総資産圧縮策

湘潭圧縮機工場に於て、原価の引き下げにとって最も大きな課題の一つは資産を圧縮することである。明らかに過大であると思われる各種の在庫は、資金を原材料、部品、仕掛かり品、半成品、製品といった形で工場内に滞らせ、投資一回収という定常的な資金の流れを阻害してしまう。せっかくの資金が有効に活用されないで工場内に眠ってしまうばかりでなく、借入金の利息と言う形で原価上に負担として乗りかかってくる。

- \* 資材管理： 原材料・部品在庫量削減  
                  半成品削減

湘潭圧縮機工場での総資産圧縮策は、以下の項目毎に示した。

- 1) 過大在庫の弊害
- 2) 過小在庫の問題
- 3) 適性在庫管理
- 4) 資材回転率
- 5) 半成品在庫の削減

特に、在庫量は資材と半成品の双方に対してそれぞれの回転率を算出、現状がいかに高い値であるかを示すと共に目標とすべき値も同時に示した。

## (3) 科学的生産管理と事務の機械化・電算化

現在生産管理にまつわる各種の事務作業はほとんど、機械化されておらず、人の手により行われている。必要な情報が、必要な部門・人々にタイムリーに伝わっていくように、事務作業、管理作業を機械化・電算化して効率を向上させようというものである。

- \* 原価管理： 原価計算電算化  
                  見積り計算用データベース構築  
                  各種原価管理データの可視化
- \* 資材管理： 在庫管理電算化  
                  調達情報データベース構築
- \* 工程管理： 工程計画電算化  
                  工事施工カード電算化  
                  工事進捗度監視
- \* 設備管理： PM方式の導入  
                  機械保全情報データベース構築
- \* 労務管理： 視聴覚教育施設の導入
- \* その他      ： 全工場生産システムオンライン化

## 各種管理資料の可視化

ここでは、湘潭圧縮機工場の事務作業の機械化・電算化を、

- 1) 事務作業の機械化・電算化
- 2) 生産管理システムの電算化

といった、2つの側面に分けて論じた。

事務作業の機械化・電算化では、湘潭圧縮機工場の電算化の進め方を、第1ステップから第3ステップまでの3段階に分けて行なっていくように提言した。パーソナルコンピュータによる、個々の事務作業の効率化（第1ステップ）、ミニコンピュータによる統合一貫システム（第2ステップ）、大型コンピュータ導入による湘潭地区でのコンピュータセンタとしての地域発展への貢献（第3ステップ）と計画的な導入計画とその考え方を示した。もちろん、今回の湘潭圧縮機工場近代化計画との整合性も十分考慮した。

更に、生産管理システムの電算化では、日本での実績のある統合生産管理システムを将来湘潭圧縮機工場が目標とすべきシステムの例として示した。

### (4) TQC活動の活性化

TQC活動を、単に狭義の品質管理として捉えるのではなく、広く小集団活動の上に立脚した、従業員全体の意識づけ、動機づけのための有力な方法であると考えられる。このことにより、自主管理方式と目標管理方式を従業員のモチベーション(motivation: 動機づけ)に活用していこうとするものである。本施策は全ての部門に共通に関係する。

TQCの基本が、

- \* 全員参加すること
- \* 製品の品質保証をすること
- \* 業務の質を向上すること
- \* 組織的な活動をすること

にあることを説いた上で、現在の湘潭圧縮機工場の近代化にとって最も重要であると思われる事柄の一つである、小集団活動を活発化させることを目的に、TQCの実践的な手法の解説を行った。それらは以下のとおりである。

- 1) QC7つ道具
  - a. パレード図
  - b. 特性要因図
  - c. グラフ
  - d. チェックシート

- e. 散布図
- f. ヒストグラム
- g. 管理図

2) 品質機能展開

(5) 設備管理の近代化

湘潭圧縮機工場の設備管理体制は、その規定や組織は確立されているものの、これを運用する管理体制が確立されていないために、組織全体としての機能が十分に発揮されていない面がある。そこで、設備管理の基本概念を説くことからはじめ、湘潭圧縮機工場に於ける設備管理のあり方を具体的に示していった。

設備管理のあり方は、PM (preventive maintenance) の考え方をもとに、

- 1) 設備管理体制
- 2) 保全の分類と分担
- 3) 設備の格付け

の順番で、チェックシート、管理表といった具体的な例を示しながら論じ、最終的に以下の結論を引き出した。

- \* 設備管理は常に経営方針と直結したものでなければならない。すなわち、経営計画と生産計画とを加味した上で行うとともに、新規設備導入から廃却までのいわゆる、設備の生涯管理の方針を確立していなければならない。
- \* トップの方針にも関連するが、設備管理・保全活動は生産性向上のために重要な活動であることを全員が認識し、トップから一作業員にいたる全員参加により進めなければ実効が上がらない。
- \* PM活動は自主管理が基本であるが、そのためには運転作業員や保全作業員を教育するシステムを確立することが重要である。

## 5. 近代化のスケジュール

第Ⅱ編第3章「近代化計画実施の基本プログラム」で策定したように、湘潭圧縮機廠の工場近代化計画の実施に当たっては、段階を想定し一歩一歩着実な進歩と改革を基本方針とした。その完了目標を、第9次5か年計画期間中とし、第8次5か年計画期間を前期と後期に分け、3段階の近代化計画実施スケジュールとした。

各期ごとの基本的方針とスケジュールは次のとおりである。

第1期： 1991～1992年（第8次5か年計画期間の前半期）

意識改革と、現状の整理整頓及び新生産技術の基盤作りのための、準備期間とする。

第2期： 1993～1995年（第8次5か年計画期間の後半期）

スクリュ圧縮機の量産体制の整備。

第3期： 1996～2000年（第9次5か年計画期間）

スクリュ圧縮機の生産目標の達成。品質、価格とも国際水準にする。

### (1) 第1期計画

本期間の基本的方針は、新生産技術の基盤作りである。定置式低圧スクリュ圧縮機の製品化、移動式中圧スクリュ圧縮機の改良等、生産の基盤となる品目を確立し、その製品計画により、工場設備の改造を開始し、生産管理、製造工程一体となった、新しい体制作りである。

#### 1) 意識改革

新しい生産体制を作るには、今一度工場の管理思想、管理水準を改革し、目標を達成するためには、「いつまでに、何を、どの様にすべきか」というトップ方針を明確にし、全員に目標を与え、理解させ、問題改善意識を植え付け、各自が目標達成のため、自分は何をすべきか、を認識・実施させるよう意識改革することが重要である。このことにより、モラルの向上も期待できる。

#### 2) 教育システムの確立

工場の近代化を進め、生産体制を整える上で、製造設備機械のNC化、コンピュータを使用した管理システムが必要となってくる。これら、NC機械や、コンピュータ管理には、それをオペレートする人材無くしては、効果が上がらず、また新しいシステムの採用には、工場の技術者が計画当初から参画しないと効果が少ないものになる。このためには、導入前に一人でも多く教育しておくことが重要である。本期間内に、各部門別の教育システムを確立する。



### 3) 設計の改善と工場のレイアウト

設計部門は、現在の中圧スクリュ圧縮機の機能・品質を高め、信頼性を向上させるべく、設計改良をし、同時にコストダウン、標準化を進める。

製造部門と、生産管理部門は、生産体制を前提にした製造工程の合理化と、これに合致した製造ラインを建設する。工場設備は現有機械を有効活用し、第2期に導入する新規購入機械の配置も考慮し、製品の移動距離（運搬）を最短にするようにレイアウトを決定する。

### 4) 設備投資

新設のスクリュ圧縮機専用工場（機械加工・組立ライン）の詳細計画を確定、導入すべきロータ専用加工機、マシニングセンタなどの機種を決定し発注する。しかし、納期の関係で、据付完了は第2期の前半になるので、その間は、現有機械を有効活用していく。

冷間加工工場（ハウジング、台車などの製作工場）で使用する、板曲げ機械、切断プレス、熔接機なども、現有機械を移設し活用する。

一部定置式小型ロータ加工は外部に加工を委託し、生産を開始し、品質、工場機能を実際に稼働してみ、量産化体制のシミュレーションを行なっておく。

## (2) 第2期計画

第1期計画で、生産目標に対する基盤を確立し、量産体制の準備を完成させるが、この期間は、新規機械を導入し、生産ラインを本格的に稼働させる第一歩である。

### 1) 設備投資

圧縮機本体及び冷間加工工場の生産ラインの量産化体制の確立にともない、機械工場にはロータ専用加工機、カッタ研磨機、カッタ検査機、ロータ歯形検査機、マシニングセンタ、などを導入する。また現有汎用機械を徐々にNC化していく。

生産目標から推定すると、ロータ専用加工機は2台設置が理想である。一方、検査計測機器の充実も必要であり、予算との関係もあるので、今期は1台の導入とし、この1台の稼働率を向上させるべく、徹底したPM管理を行う。また、圧縮機本体の組立て作業を効率良く行うため、回転ポジショナを導入する。

冷間加工工場でも、量産化に対応するために、板曲げプレス、ボール盤などの機械を導入する。

### 2) 設計関係

系列製品機種（小型スクリュ圧縮機及び高圧スクリュ圧縮機）を開発する。

そして、電算機を利用して、設計方法を改善、効率化し、生産性を向上させる。

### 3) 生産管理

量産化体制をより順調に進めるため、パーソナル・コンピュータ（PC）を使用して、日程管理、工程管理、材料管理、在庫管理及びコスト管理を行う。

## (3) 第3期計画

品質、価格、生産量とも、国際レベルに到達させる期間である。

### 1) 生産管理

ミニコンピュータを導入し、各種管理の幅を拡大し、情報を一元化し、全社一貫管理方式を実施し、情報を集約し、迅速で且つきめの細かい、目標管理をする。

### 2) 設備投資

生産目標達成のため、機械加工工場にロータ専用加工機やNC旋盤等を増、新設し、汎用機械のNC化を推進する。また、製品加工精度及び品質を、より一層向上させるために、主要加工機械設備（加工機械、検査機器）の設置場所を、恒温室化する。

冷間加工工場は、圧縮機本体の量産体制に合致させるべく、生産能力をいっそう向上させる必要があるため、高速鋼板剪断機を導入する。

項目	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
年度											
大 日 程	第8次5か年計画		第9次5か年計画		第2期		第3期				
生産計画	10%	20	30	50	70	90	120	150	150	150	150
移動式中圧スクリーン圧縮機											
定価式中圧スクリーン圧縮機	5%	25	50	100	150	200	250	300	300	300	300
基本方針	中圧スクリーン圧縮機の改良		スクリュー圧縮機生産体制の構築		品質向上、生産性向上を図る						
具 体 策	中圧スクリーン圧縮機の改良		系列機種開発、標準化		国際レベルへの対応 生産性向上策の導入						
	生産管理の合理化		生産効率の向上		コンピュータ導入の推進						
	教育システムの確立、実施		生産教育のグレードアップ		生産教育のグレードアップ						
	機械、組立工場内作業、建設及び設備の確保、専用ライン化		専用ライン能力増 改善導入		専用ライン能力増 改善導入						
調 査 報 告 書 ( 案 )											

近代化計画 実施スケジュール（詳細）

部門	期 項目		
	第 1 期 実施項目	第 2 期 実施項目	第 3 期 実施項目
研究開発	<p>①研究開発設計の体制を強化し 開発期間を短縮する</p> <p>②開発計画基準、設計基準、設計 標準を整備して、設計業務を改 善する</p> <p>③VAを推進し、標準図、作業票 を改正する</p> <p>④中圧スクリュウ縮機の設計改良 により、信頼性の高いNEW MODELにする</p> <p>⑤中圧スクリュウ縮機の製品機種 を増やし、また新機種種の低圧 スクリュウ縮機の開発を完了し、 製品化し、製品ラインを強化する</p> <p>⑥開発、試験、計測設備を整備し て、試験マニュアル、チェック リストを整備する</p> <p>⑦コンピュータ、メカニカル、 エレトロニクスの教育を実施し 、電算化のためのシステムを計画 する</p>	<p>①小型化、高圧化、オイル・フリ ー型の基礎技術、周辺機器を確立 し、製品化準備に入る</p> <p>②電算機を導入し、合理化設計、 差別化設計、シリーズ化設計に着 手する</p> <p>③設計、原価、見切り、調達の電 算トータルシステムと設計事務の 効率化をする</p> <p>④CADへのステップアップの準 備をする</p> <p>⑤製作、計測のON-LINE化 による、開発業務の合理化と迅速 化をねらう</p>	<p>①輸出レベルの、スクリュウ縮機 を開発し、国際市場への参入を図 る</p> <p>②測定センサーの機能拡大と、応 用技術の研究を推進する</p> <p>③電算機の応用範囲を拡大し、差 別化設計・信頼性設計を、更に向 上させる</p>
設 計			

近代化計画 実施スケジュール (詳細)

部門	第 1 期		第 2 期		第 3 期		
	製造設備	製造技術	製造設備	製造技術	製造設備	製造技術	
機械加工工場 組立工場	<p>① 機械加工、組立工場を専用ライン化する</p> <p>② 使用する各種機械は現有のものに集約し、生産性を高める</p> <p>③ 横中ぐり盤のZ軸をデジタリ化する</p> <p>④ 加工治具及び切削工具を改善する</p>	<p>① 工程の流れに沿った、移動距離を、最小限にした適性配置とする</p> <p>② 機械の特性に合わせて、精度の異なる、部品の量産加工する</p> <p>③ 類似部品の加工工程と使用治具を規格化する</p> <p>④ スクリュー加工方法を改善する</p> <p>⑤ NCオペレータ教育を実施する</p> <p>⑥ 運搬方法を改善する</p>	<p>① マシニングセンター、ロータリー専用加工機械及びその関連機器、本体、NC旋盤、本体組立用回転ポジション、などを購入し既設の機械と入れ替える</p> <p>② マシニングセンター周辺機器を整備する</p> <p>③ 汎用機械を改造し自動化を導入する</p> <p>④ 運搬器具を導入する</p> <p>⑤ 作業の効率化のため、工場にエア設備を設置する</p>	<p>① 生産ラインを班産方式とし、班取り時間の短縮を図る。</p> <p>② GTの採用に着手し、軌道にのせる</p> <p>③ NCオペレータ教育を実施する</p> <p>④ ユニット組み立て化を促進する</p> <p>⑤ 検査要領書・記録表を作成する</p> <p>⑥ 自主検査制度を確立する</p>	<p>① ロータリー専用加工機械を、追加導入する。</p> <p>② マシニングセンターを追加導入する</p> <p>③ 三次元測定器を導入する</p> <p>④ 光學曲線研削盤を導入する</p> <p>⑤ 主要加工機械工場を、恒温室化する</p>	<p>① 主要部品は、GTで管理する</p> <p>② 圧縮機本体の組立を自動化する</p>	<p>① 鋼板剪断機、プレスマシニングセンターを導入する</p>
冷間加工工場	<p>① カバー、台車などの専用ラインを作る</p> <p>② 使用する、板金加工機、鋼板剪断機、溶接機、などは現有のものに集約し、生産性を高める</p>	<p>① 工程の流れに沿った、製品の移動距離を、最小限にした、効率的な適性配置とする</p> <p>② 班産化に、対応した、各種治具、運搬機を開発・製作または、購入する</p> <p>③ 溶接作業標準書を作成する</p>	<p>① 板曲げプレス機、交直流溶接機を導入する</p> <p>② 加工補助治具を整備する</p>	<p>① 製作工程の合理化に着手・実施する (ロットによるケガキ作業の省略化など)</p> <p>② 検査要領書・記録表を作成する</p> <p>③ 自主検査制度を確立する</p>	<p>① 生産工程の合理化を向上させる</p> <p>② 検査システムを確立させる</p> <p>③ 工程管理方法を向上させる</p>	<p>① 鋼板剪断機、プレスマシニングセンターを導入する</p>	

近代化計画 実施スケジュール (詳細)

部門	期 項目		
	第 1 期 実施項目	第 2 期 実施項目	第 3 期 実施項目
生産管理機能の改善 ・ 生産計画 ・ 調達管理 ・ 在庫管理 ・ 工程管理 ・ 品質管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>① P C を導入し、工程管理、調達管理、在庫管理、入出庫管理を実施する</li> <li>② 運搬方式を改善する</li> <li>③ 購入先、外注先の評価基準を作成、市場原理を活用した、標準価格を設定する</li> <li>④ 品質管理を強化する (Q C 教育、工場全員に対する、品質管理の意識付け、小集団活動を、Q C 管理とリンクさせ自主管理を推進する)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① P C の活用範囲を拡大し、さらに充実させる</li> <li>② 購入先、外注先関連企業の育成と、分業化、専業化を検討する</li> <li>③ 小集団による、自主管理活動を定着化させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① ミニコンピュータを採用し、設計・生産管理・営業・製造・調達の各部門とオンライン化し、全社一貫した管理方式を実施し、正確な情報の集約と、経営管理を迅速化する</li> <li>② 倉庫設備の、自動化を図る。</li> <li>③ 資材供給元の安定化を、更に、向上させる</li> </ul>
原価管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 原価チェックシステムを完成させる (原価の内容分析及びコスト低減のため)</li> <li>② 生産能力指標を設定する</li> <li>③ 経営と直結した、原価システムを実施する</li> <li>④ 原価管理の状況を視覚化し、全従業員に知らせる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 部門ごとの原価管理目標を実施する</li> <li>② P C による、原価管理の実施する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 原価目標管理を、更に向上させる</li> </ul>
教育その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 近代化意識を深めるための教育を展開する</li> <li>② T Q C 教育を、さらに進める</li> <li>③ 管理者能力の啓発と訓練をする</li> <li>④ コンピュータ、N C 機械導入のための教育を実施する</li> <li>⑤ 小集団活動を展開させる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 各教育をグレードアップする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 各教育を更にグレードアップする</li> <li>② 公署防止対策を推進する</li> </ul>

## 6. 近代化に要する経費

湘潭圧縮機廠の、近代化計画実施に伴い、新たに設置すべき機械機器類の価格を見積った。なお、見積りは次のとおり、重要度に応じそれぞれを区分した。

A：近代化計画実施に、不可欠な設備機械であり、最優先にて導入が必要なもの。

B：近代化計画実施に、不可欠な設備機械であるが、Aに準じて導入を必要とするもの。

C：補助的な機器であるが、生産目標達成のために、導入した方が良いと考えられるもの。

機械加工工場、組み立て工場および冷間加工工場の近代化達成のために、必要な設備機械の、設置場所・機器名称・重用度区分・数量・見積り金額は、次のとおりである。

### (1) 総括

(単位：千円)

工場	区分	第1期	第2期	第3期	備考
本工場 機械加工 組立工場	A	236,300	159,700	39,600	納期の関係で、1期繰り上げて金額計上した
	B	0	59,170	2,800	
	C	0	725	300	
小計		236,300	219,595	42,700	
分工場 冷間加工 工場	A	0	0	0	
	B	0	9,690	7,230	
	C	0	890	1,555	
小計		0	10,580	8,785	
総計	A	236,300	159,700	39,600	
	B	0	68,860	10,030	
	C	0	1,615	1,855	
		236,300	230,175	51,485	
輸入品		236,300	179,220	39,600	
国産品		0	50,955	11,885	

## (2) 詳細：本工場 機械加工・組立工場 ①

(単位：千円)

設置場所	区分	機器名称・概略仕様	第1期		第2期		第3期		備 考
			数	金額	数	金額	数	金額	
本工場： 機械加工 ・ 組立て ライン	A	ローター加工専用フライス盤 ・加工径：最大φ250mm，最小φ50mm ・加工長：最大1105mm，最小89mm ・カッター材質：カーバイト ・カッター速度：40～240 rpm ・カッター寸法：最大φ254mm 最小φ127mm	1	* 196,700	1	* 159,700	...	.....	第2期は、本体のみ。 図V-6-1-1参照
		手動式 カッター研磨機	1						図V-6-1-2参照
		カッター測定機	1						図V-6-1-3参照
		ローター歯合わせ検査機	1						図V-6-1-4参照
	A	横型マシニングセンター ・最大加工容積：850 × 700 × 750mm ・ストローク テーブル左右方向 X軸：850mm スピンドルヘッド上下方向 Y軸：700mm コラム前後方向 Z軸：750mm ・テーブル テーブル作業面積：630 × 630mm テーブル割り出し角度 1° 毎、360 位置 ・最大積載重量：1,200kg	1	* 39,600	...	.....	1	* 39,600	図V-6-1-5参照
B	NC旋盤 ・最大振り：φ510mm ・最大加工長：1,100mm ・回転数・無段：20～3,600 rpm ・刃物台： X軸移動量 235mm Z軸移動量 1,120mm 工具本数 10 本			1	23,500			図V-6-1-6参照	



## (2) 詳細：本工場 機械加工・組立工場 ②

(単位：千円)

設置場所	区分	機器名称・概略仕様	第1期		第2期		第3期		備考
			数	金額	数	金額	数	金額	
本工場： 機械加工 ・ 組立て ライン	B	三次元測定機 ・測定範囲：X軸 700mm, Y軸 600mm, Z軸 600mm ・手動作業専用 ・測定テーブル寸法：860 × 1,620mm	...	.....	1	* 19,520	...	.....	図V-6-1-7参照
	B	バランスンマシン ・被試験体仕様： ・重量 0.5 ~ 75Kg (左右同荷重の場合、MAX 100Kg) ・直径 MAX φ800mm, ・軸径 φ9 ~ 70mm ・最大長 730mm ・測定回転数：50Hz, 約360/610/920 の3段変速	...	.....	1	7,300	...	.....	図V-6-1-8参照
	B	回転ポジショナ (圧縮機組立用) ・小型圧縮機組立用 最大荷重：750Kg テーブル寸法：φ900mm テーブル回転速度：0.1~1.0rpm テーブル角度：0 ~ 120°	...	.....	2	2,100	1	1,050	図V-6-1-9参照
		・大型圧縮機組立用 最大荷重：1,000Kg テーブル寸法：φ1,000mm テーブル回転速度：0.05 ~ 0.5rpm テーブル角度：0 ~ 135°	...	.....	1	1,750	1	1,750	
	C	パレット ・材質：高密度ポリエチレン ・寸法：1,100w×1,100L×150h mm ・耐荷重：作業時...1,000Kg 静置時...4,000Kg	...	.....	10	125	...	.....	図V-6-1-10 参照
	C	手動式パレットトラック ・最大荷重：1,000Kg ・フォーク (爪) 高さ：80~200mm	...	.....	1	200	1	200	図V-6-1-11 参照
	C	作業用テーブル ・天板 (テーブル表面)： 1.2mm厚、スチール張り ・寸法：1500w×900L×780h mm	...	.....	4	100	4	100	図V-6-1-12 参照
	C	油圧式簡易運搬機 (ハンドリフタ) ・運搬能力：500Kg ・最大揚程：1,500mm ・フォーク地上高さ：90~1,590mm ・大きさ：1,945×675mm	...	.....	1	300	...	.....	図V-6-1-13 参照

## (2) 詳細：分工場 冷間加工工場

(単位：千円)

設置場所	区分	機器名称・概略仕様	第1期		第2期		第3期	
			数	金額	数	金額	数	金額
分工場： 冷間加工 工場	B	ボール盤 ・孔開け能力：鋼 40mm, 鋳鉄 50mm ・ネジ立て能力：鋼 M16mm ・テーブル作業面：角510 × 320mm ・スピンドル回転速度：80～1,250rpm	---	-----	1	1,660	---	-----
	B	プラズマ切断機 ・切断能力：厚さ ステンレス t.35mm, 鉄 t.35mm アルミ t.30mm, 銅 t.20mm	---	-----	1	430	1	430
	B	板曲げ用、油圧式ブレーキプレス ・加圧能力：75Tf ・最大曲げ能力：t4.5 × L 2,000 mm ・ストローク：100 mm ・テーブル幅×長さ：2,000×160 mm ・テーブル高さ：850 mm	---	-----	1	7,600	---	-----
	B	鋼板剪断機 ・切断能力：t 4.5 × L 2,500 mm ・毎分行程数：40 spm	---	-----	---	-----	1	6,800
	C	高速式 エア・グラインダ ・砥石寸法：外径φ180mm × 厚さ 6mm	---	-----	4	410	4	410
	C	高速バンドソー（電気鋸） ・切断能力 丸材 45° φ100mm, 90° 185mm 角材 45° □100mm, 90° □100mm 矩形材 150 × 170mm	---	-----	---	-----	1	355
	C	油圧式簡易運搬機（ハンドリフタ） ・運搬能力：500Kg ・最大揚程：1500mm ・フォーク地上高さ：901～1,590mm ・大きさ：1,945×675mm	---	-----	1	300	---	-----
	C	鋼鉄製6輪運搬車（ストッパ付） ・積載面積：750×1,400mm ・自重：95Kg	---	-----	---	-----	1	110
	C	エア・ドリル ・穿孔：φ22.0mm ・回転数：400rpm. ・ホース径：φ12.7mm	---	-----	---	-----	1	320
	C	交流溶接機 ・定格入力：18kVA/11.5kw ・出力電流：250～65A ・無負荷電圧：24V, 最高70V.	---	-----	1	180	2	360

(2) 詳細：本工場 各部門（事務作業の効率化）

（単位：千円）

設置場所	区分	名称・概略仕様	第1期		第2期		第3期	
			数	金額	数	金額	数	金額
本工場 各部門	A	PC (Personal Computer) セット ・PC本体 (16ビット) ・ディスプレイ ・プリンタ ・ソフトウェア (教育訓練用)	...	.....	5	5,000	...	.....



## VI. 結論と勧告



## VI. 結論と勧告

湘潭圧縮機廠は1951年の創立、1968年圧縮機の生産を開始し以来25年間に亘って往復動圧縮機を中心に圧縮機の製造技術の蓄積、生産規模の発展に努力し、化学肥料のプロセス用往復動圧縮機では第一級の工場に成長した。この間に2つの工場を合併した。この合併による企業全体のアンバランスを是正し、工場機能を効率化し、生産を近代化するため第7次5ヶ年計画の期間に政府の指導と援助の下工場の改造を開始し、先ず鑄造部門を第一分工場に集約、新工場を建設し、設備を改善して目標を達成した。その第二段階として機械工場の生産合理化に着手した。

一方、産業界では技術革新が進み、省力化や自動化が広い分野に拡大してきた。この結果、その動力源として空気圧縮機の需要が高まり、より高度な圧縮機を必要としている。湘潭圧縮機廠は今迄に経験のあるスクリュウ圧縮機でこの市場の多様化に対応することを計画し、これまでのプロセス用往復動圧縮機にスクリュウ圧縮機を加え、第8次5ヶ年計画の生産計画を立案し、その計画に沿って、機械工場の生産合理化計画を修正し、早急にスクリュウ圧縮機を生産体制を整備し技術力を定着させ、圧縮機の総合企業に一步近づく決定をしたのは、まさに当を得た発想である。

この近代化計画について、日本国国際協力事業団は、中国国家計画委員会の提案に基づき、湘潭圧縮機廠の現地調査を実施し、工場近代化について工場側が抱える問題点を調査し、その解決策を盛込んだ工場近代化計画のための設計技術、製造技術、製造設備と生産管理についての改良あるいは改善の要点を指摘し、提言をした。以下はこの調査報告の縮括りとして、湘潭圧縮機廠の将来方向を描きながら、工場はいかにあるべきかを述べ、工場近代化計画の一助とする。

### 1 設計技術について

湘潭圧縮機廠が圧縮機の総合企業に発展するには時代のニーズを先取りし、良い品質の製品を市場に供給できる技術力を構築し、維持することが不可欠な要素である。その第一歩が設計能力を強化し、常に技術革新を加えた新しい製品の開発や製品の改良を継続して行くことである。最近のように多様化の時代になり、単一の製品では企業の経営が難しくなってくると、企業にとって設計の役割は益々重要性を帯びてくる。また製品の寿命が短くなって、製品開発の期間や間隔を縮めなければならない。湘潭圧縮機廠は、国营企業として国の研究機関の援助を利用できる有利さはあるが、開発や、改良が工場の必要時期に間に合わない懸念を生じている。現有の研究・設計人員を従業員比3～5%まで増やし、製品化や改良のサイクルを現在の半分の期間に短縮できる体制作りが必要に思う。

同時に、設計の業務の方法を改善することも見逃してはならない。コンピュータの導入、利用は当然その一つの方法である。しかし設計の電算化はともすると、単発の技術計算プログラムの集りになり、開発者独特の方法に陥ることが多い。それを避けるためには設計の電算化に先立って、設計業務の標準化、設計方法の標準化、工作基準、使用材料基準作りの作業と次の工程の設計製図、資材の発注業務、工程設計等と複合したシステムの設計を先に完了させて置くことが大切である。

今回の調査対象機種である移動式中圧スクリュウ圧縮機の現在の生産状況の2～3台/年を150台/年にすることは容易なことではなく、製造設備や製造技術の改善のみで達成することは不可能である。新規に導入する機械設備、それに伴う製造工程の改善には設計の大幅な変更を必要とし、この機会に各構成部品の性能の改善、製造工程に見合う工作設計、VAによるコストダウンを含めたニューモデル化を推進させることを提案する。

現在開発中の定置式スクリュウ圧縮機は移動式中圧スクリュウ圧縮機より更に汎用性の高い機種であり、それだけ広い角度から製品化の検討を必要としている。騒音と振動の除去、小形化、簡単操作、簡単メンテナンス、省エネルギー化等のスクリュウ式の特徴を十分に生かし付加価値の高い製品とし、製品ラインを広げて湘潭圧縮機廠の営業戦略の中心機種に格付けできる製品に仕上げることを期待する。また、定置式スクリュウ圧縮機は今後産業のあらゆる部門からの需要が見込まれた有望な機種と考えられる。この期待にこたえてゆくにはオイルフリー化、高圧化、高容量化等の製品ラインを高度化してゆかねばならない。そのための必要な技術である2段圧縮方式のスクリュウ圧縮機を開発し製品ラインの柱にすべきと考える。

湘潭圧縮機廠の研究所は湘潭圧縮機廠にとって頭脳であり、技術革新のリーダーシップを取るべき部門である。新技術やコンピュータの導入、システムデザインには主導的役割を担う必要がある。また技術課はマシニングセンタ、NC加工機械を使いこなす上で指導的立場である。このためには、一人でも多くの設計技術者が機械工学に電子工学の知識を加えたメカニカルエレクトロニックスの技術を習得できる教育カリキュラムを組み、早急に実施に移すことがこの近代化計画を効果あらしめる対策である。

## 2 製造設備と製造技術について

湘潭圧縮機廠の機械工場の近代化はスクリュウ圧縮機の製造設備、製造技術を整備し、品質を保証し、製品ラインを強化して受注を増大させ、操業の安定と生産性の向上を目的とし、利益を上げられる生産体制を築くことにある。



スクリュウ圧縮機の生産体制の強化のためには、先ず主要な圧縮部を構成するロータ、ケーシングの加工品質、高い効率の非対称歯形のロータ加工能力、加工効率からみて、現在の専用加工機は1972年の自社製造で古く工場側の改良努力によって中圧スクリュウ圧縮機加工を継続されてきたが要求品質を維持できない状況に置かれている。この製造工程の基本となるロータ加工機を高性能高品質の機械に置換えることから工場設備の近代化を開始しなければならない。スクリュウ圧縮機についていえば、5年後には生産台数が1989年の約100倍という生産計画を達成するために必要な加工性能、生産性をもつ高性能加工機械であることはいうまでもないが、現在保有している製造技術が十分に生かせ、直ぐに生産が軌道に乗せられるためにも導入の初号機は現在の工場の技術水準から飛躍しない性能の安定した半自動のロータフライス加工機を、またケーシングの加工には、精度管理と同時に加工工程の集約が可能なマシニングセンタの導入を必要とする。

以上の基本的な新鋭の加工機を中心に、工場全体の生産性を高めるためには加工から組立てに至るまで、流れ生産方式を取り入れた量産化体制の工場の配置を行わねばならない。特に本工場は往復動圧縮機とスクリュウ圧縮機の2系列の量産化を目指した再配置を検討することになる。今回の近代化の検討の中に機械加工以外に台車や防音カバーの製造設備に言及したのは量産化に移行したときに、これ等の製造能力が問題になるからである。湘潭圧縮機廠の周辺の板金加工工場の状況によっては、社外製造に切替えることは可能であるが近代化の進捗によって発生するであろう工場内の余剰労働力を吸収する一つの手段であることも検討の対象とすべきである。

以上はスクリュウ圧縮機を生産体制を構築する上で不可欠な工場改造であるが、改造の実施には工場全体から見て往復動圧縮機、ポンプ、電工機械、民生機械等の製造工程と製造設備との調和と整合性を十分に保つように注意しなければならない。

現在の品質管理は「品質は検査で作るのではなく、製造工程で作り込む」の思想で自分で作ったものは自分で保証する自主検査をする方法に変わってきている。このためにはその加工品質を計測し、不具合点が在れば直ちに改善して、次工程に流さない手段すなわち、その工程に応じた計測機器の整備が必要である。またスクリュウ式ロータのような曲面の加工精度を計測するには三次元測定器はなくてはならないものである。加工機械の整備はいうまでもないが、加工製品の絶対寸法を常に計測し、加工機の状態を診断し、切削工具、取り付け治具の改善に役立たせ「不良率=0」の実現化に努力して行かねばならない。

ジョブショップ方式の工場では機械加工の生産性を向上するためには一人の作業者が複数台の単能機械を受持つ必要があり、このためには汎用機械の自動化、NC化が必要である。新しいNC機械の導入には大きな投資が要するため容易ではない。しかし、現在の汎用機に自

動停止装置や数値読取り装置を取付ける簡易自動化を行うことで十分間に合うことが多い。湘潭圧縮機廠には、多くの工作機械を自作した経験があり、技術も保有している。小さな投資で大きな効果が得られるこれらの機械の改善運動を盛上げることが生産性を上げ、工場を活性化する上で大切である。

高度な加工機械はその加工刃に特色があり、その種類も多く、厳格な精度管理を要求される。従って、加工刃の補充と管理が高額投資をした加工機械の稼働率を左右し、純正部品を使用しないと機械の本体の故障原因となる。輸入機械を導入するときは維持管理に外貨予算を継続的に組む必要がある。

スクリュ圧縮機の製造ラインを新設すると、マシニングセンタやロータフライス盤への工程の集中度が高い。新設当初はこの台数は各1台であり予備機や、代替機を持たない。このため突発事故による長期に亘る稼働の停止は製造ラインの停止となり生産が停滞し、工場の経営に大きな打撃を与える。このような主要機械の保守維持活動（PM活動）は工場長か生産担当の最高責任者が自ら管理し、設備の状況を把握して、突然の停止を防止する対策を実行して行かねばならない。

設備の近代化と一体になって、製造技術、製造工程も合理化し治工具の開発を推進しなければならない。さらにこの設備を有効に働かせるためには各工程の作業を標準化し、ユニット組みを取り入れた作業内容の統一、習熟度の向上、作業改善の環境作りをし、作業標準、指導書を新システムに合せ、早期に加工技術習得の教育訓練を実施に移し、生産計画を達成できる人作りが必要である。

### 3 品質保証体制について

最近のように自動化が進み圧縮機が工場の生産を統制したり、制御する動力源として、主要な役割を演ずるようになると、一旦事故が発生するとその工場の生産停止に発展し、ユーザに多大の損失を与えかねない。こうした生産品目の製造にたずさわる企業にとって、製品の製造責任、品質の保証はユーザに対して欠かすことのできない重要な管理事項である。特に社会が発展し、製造責任を求めるようになれば、品質管理体制、品質保証体制が確立した企業のみが生き残れることになる。

工場が進歩し発展して行くには、日常の品質検査をゆるがせにせず、従業員全員が日々その作業工程の中に品質を作り込んでいるという自覚のもとに作業に当たる必要がある。このことは生産現場のみならず、一般管理部門にもいえることで情報を的確に伝達することこそ品質を作り込む考えに一致する。「次工程はお客様であり、お客様には迷惑

をかけない」という考えのもとに日常業務を遂行することが、ユーザに信頼感を与え、安心して製品を注文して貰えることにつながる。こうした信頼感をユーザとの間に築き上げる努力を積重ねて確立していくことが工場の品質保証体制を確立し、強力なセールスポイントを作り出すもとである。湘潭圧縮機廠においても、こうした意味の品質保証体制を築き上げることにより世界的技術水準に到達しうるものである。

#### 4 生産管理について

湘潭圧縮機廠の生産管理のシステムそのものは、基本的には良く考えられ、大変しっかりしたものであると言うことが出来る。またそのシステムを、従業員がきっちりと履行している態度は立派であるし、工場トップも、年度目標、基本方針を的確に示している点も十分評価できる。個々の機種にばらつきはあるものの、ここ数年の工場全体の業績は、確実に上昇していていることから、工場全体としての方向性は間違っていないし、現在の生産管理体制も現状にマッチしたものであると言うことができよう。

しかし、湘潭圧縮機廠の1995年までのスクリュウ圧縮機を中心とした全体の生産量の向上目標を見た場合、その伸び方は「現状の延長線上で問題点を修正しながら、改善を進めていく」といったものでなく、大きな変革をしていかなければ、この生産目標達成をサポートする生産管理体制を構築することはできないであろう。

その第一に「科学的管理体制の醸成（定量的問題認識）」が必要である。現在の湘潭圧縮機廠での、日々発生する生産管理の諸問題の対処の仕方は、必ずしも定量的なアプローチが充分とは言えず、効率的な問題解決の道を遠ざけているようである。問題となっている現象を定量的に捉え、発生要因別に更に詳細な定量化を行うという手順を踏めば、分析作業が効率化されるだけでなく、問題という現象の背後に存在する原因、すなわち改善を施す重点分野が明確になってくるし、管理の基本であるPDCAサイクルを確実に進めていくための前提条件でもある。定量的問題認識にコンピュータの果たす役割は大きく、速やかな導入が期待されるが、長期的な戦略をしっかりと策定した上で計画的に導入していく必要がある。

第二の重点目標は「組織の活性化」である。湘潭圧縮機廠の組織は、機能別に分化され、かつ指揮・命令系統も明確な組織であるといえる。しかし、機能別組織は、機能が分化されると同時に責任も分化され、ともすれば各部門にまたがる問題を総合的に処理する能力が失われがちになる。変化に即応する柔軟性をかけ、結果に対する責任を明確化し得ないという組織の硬直化の危機をはらんでいる。さらに、従業員の間には「規則の最低限さえ守ってれば良いのだ」という態度が蔓延し、柔軟な発想と活動を阻害し、企業を不活性化な人々の集まりに変えてしまうことにもなりかねない。このような問題点を予防し、組織を更に活性化することが、企業の体質改革へつながっていくし、近代化へのもっとも

基本的な第一歩である。組織の活性化のための大原則は、組織の長である管理監督者がリーダーシップを自覚することと、組織に働く人々の人間としての個性、意志、考え方を尊重することであろう。TQC活動や、小集団活動あるいは提案制度といった諸活動は、基本的に従業員個々人の人間性を尊重することによって、企業活動に参加する喜び、やりがいを持ってもらい、充実した生活を送ってもらうと共に同時にそのことで企業全体の活性化を図ろうとするものである。幸い、湘潭圧縮機廠では工場トップによって、このことが良く理解されているようである。また一方、これらの活動は、当工場ではまだ発展段階にあることから、これらの考え方を今後の活動の展開へ十分に活かす努力をしていくことが重要であろう。

## 5 結 び

今回の工場近代化計画は湘潭圧縮機廠にとって工場改造の第二段階に当たるものである。このような機械部門の生産合理化計画の実施は国の内外を問わず技術の進歩に応じて弛まない努力を続けて行かねばならない。最近のように加工機械や加工材料、切削工具の技術革新が急速に進捗すると、このような工場の集約化、設備の改善は第一次合理化運動、第二次・・・と永遠に生産性の向上を追求し続けなければ企業の生き残りが困難になってきている。この生産性の向上と同時に、新製品に対応した新しい技術開発など技術力の強化も工場の近代化には不可欠である。そこで工場が必要とする技術分野、取組テーマ、目標値を設定し技術開発のスピードアップを図る必要がある。

もう一つは、工場の生産性を一段と向上させるのは、手作業の合理化、機械組立てを含めた検査の合理化、既存の機械設備の小さな改良など日常業務の中での改善が大きな役割を演じていることを忘れてはならない。

湘潭圧縮機廠は工場長以下全員がこの近代化、合理化運動に参加し運動を推進し、工場の改造に取り組み、現在その半ばを達成した。しかし、工場の全体を集約し、再配置する大改造であるからこの計画の中断や遅延はこれまでの努力と投資の価値を失わせてしまう恐れがある。湘潭圧縮機廠のこの工場近代化計画の実行、生産性の向上努力は21世紀に向かって絶え間なく続けられることを期待します。







JICA

