

中華人民共和国工場(ピストン)近代化計画調査報告書

86・10

国際協力事業団

105  
63  
MPI

# 中華人民共和国 工場(ピストン)近代化計画 調査報告書

1986年10月

国際協力事業団

工計鉞

86-128



中華人民共和国  
工場(ピストン)近代化計画  
調査報告書

JICA LIBRARY



1034074[3]

1986年10月

国際協力事業団

國際協力事業団

附借分冊( )

貸出記録

国際協力事業団	
受入 月日 '86.10.29	105
登録No. 15564	63
	MPI

## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国山東濱州ピストン工場近代化計画策定のための調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、社団法人日本プラント協会 宮嶋信雄氏 を団長とする調査団を編成し、1986年2月17日から3月9日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は、中華人民共和国政府及び関係機関と協議しつつ、その協力を得て工場の診断、関係資料の収集等を行った。帰国後、工場診断の結果をふまえ、関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その成果を取りまとめたものであり、山東濱州ピストン工場の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当たり多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表すものである。

1986年 10月

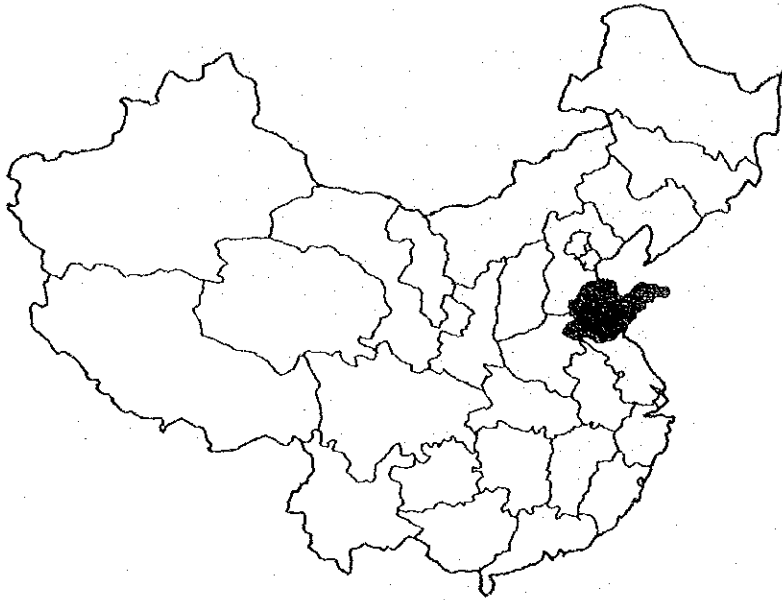
国際協力事業団

総 裁

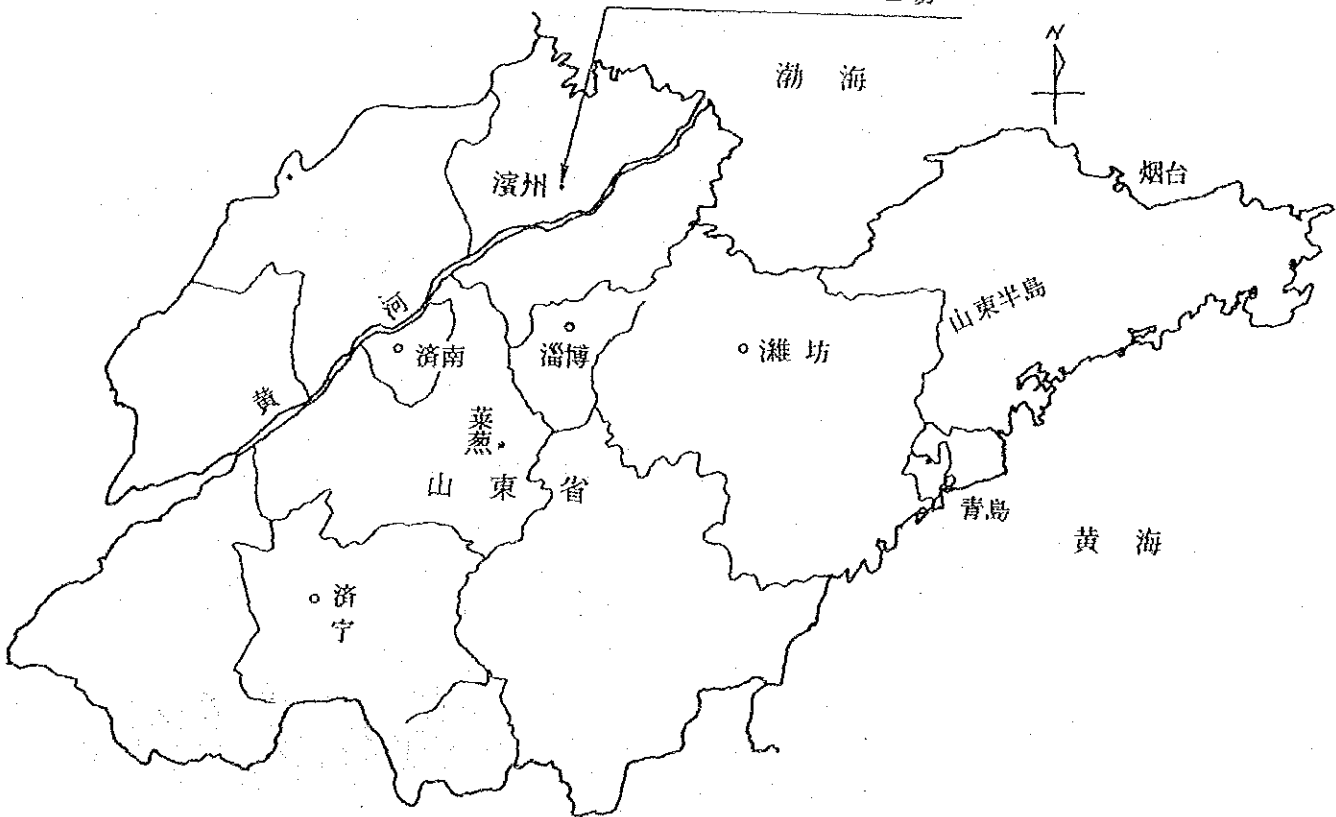
有田圭輔

中華人民共和國主要部

工場所在地略図



山東濱州ピストン工場



# 目 次

	頁
結論と勧告	
第 I 章 調査の概要	
1. 調査団派遣の経緯	I - 1
2. 調査の目的と内容	I - 1
2.1 調査の目的	I - 1
2.2 調査の内容	I - 1
3. 調査団の構成と日程	I - 3
3.1 調査団の構成	I - 3
3.2 調査日程	I - 5
4. 主要面談者	I - 6
第 II 章 山東濱州ピストン工場の現状と近代化を必要とする問題点	
1. 工場概要、沿革	II - 1
1.1 工場概要	II - 1
1.2 工場の沿革	II - 1
2. 工場組織	II - 2
3. 生産実績および計画	II - 2
3.1 現状の生産量および製品構成	II - 2
3.2 将来の生産計画および製品構成計画	II - 6
3.2.1 アルミニウム合金ピストンの生産計画	II - 6
3.2.2 ピストン製造専用機の生産計画	II - 6
3.2.3 アルミニウム合金ピストンの製品構成	II - 6
3.2.4 ピストン製造専用機の製品構成	II - 6
4. 工場設備および操業の現状分析	II - 6
4.1 溶湯精製	II - 9
4.1.1 設 備	II - 9

	4.1.2 操業の現状分析	II-12
	(1) 技術	II-12
	(2) 管理、組織	II-17
	4.2 鋳造、熱処理	II-19
	4.2.1 設備	II-19
	(1) 鋳造設備	II-19
	(2) 熱処理設備	II-19
	4.2.2 操業の現状分析	II-23
	(1) 技術	II-23
	(2) 管理、組織	II-30
	4.3 機械加工	II-31
	4.3.1 設備	II-31
	4.3.2 操業の現状分析	II-40
	(1) 技術	II-40
	(2) 管理、組織	II-42
	4.4 金型、治具、切削工具	II-44
	4.4.1 設備	II-44
	4.4.2 操業の現状分析	II-51
	(1) 技術	II-51
	(2) 管理、組織	II-55
	4.5 検査、品質管理および生産管理	II-59
	4.5.1 設備	II-59
	4.5.2 現状分析	II-62
	(1) 技術	II-62
	(2) 管理、組織	II-68
8	4.6 ピストン製造専用機	II-78
8	4.6.1 設備	II-78
	4.6.2 現状分析	II-78



(1) 設 計 .....	II-78
(2) 製作技術 .....	II-79
4.7 その他工場付帯設備 .....	II-83
4.7.1 電力設備 .....	II-83
4.7.2 工業用水 .....	II-84
4.7.3 圧縮空気 .....	II-84
4.7.4 燃 料 .....	II-84

### 第Ⅲ章 調査内容および工場近代化の為の改善策

1. 溶湯精製 .....	III-1
1.1 調査内容 .....	III-1
1.1.1 原材料 .....	III-1
1.1.2 設 備 .....	III-3
1.1.3 技 術 .....	III-5
1.1.4 その他 .....	III-9
1.2 改善策 .....	III-12
1.2.1 改善点の総括 .....	III-12
1.2.2 燃料消費の低減 .....	III-18
1.2.3 溶湯品質の向上 .....	III-21
1.3 参考資料 .....	III-26
2. 鑄造、熱処理 .....	III-27
2.1 調査内容 .....	III-27
2.1.1 鑄造設備と生産性 .....	III-27
2.1.2 鑄造歩留り .....	III-31
2.1.3 鑄物の品質 .....	III-32
2.1.4 熱処理加熱時間線図 .....	III-37
2.1.5 熱処理炉内温度分布 .....	III-38
2.1.6 硬度のバラツキ .....	III-40

2.1.7	引張強度	Ⅲ-41
2.1.8	熱膨張	Ⅲ-42
2.2	改善策	Ⅲ-70
2.2.1	鑄物の品質および歩留りの向上	Ⅲ-70
2.2.2	鑄造作業能率（生産性）の向上	Ⅲ-76
2.2.3	生産能力の増大	Ⅲ-78
2.2.4	時効処理炉の改造	Ⅲ-79
2.2.5	焼入れ水槽の改造	Ⅲ-81
2.2.6	熱処理の多量生産への対応	Ⅲ-82
2.3	参考資料	Ⅲ-96
3.	機械加工	Ⅲ-99
3.1	調査内容	Ⅲ-99
3.1.1	機械設備と生産性	Ⅲ-99
3.1.2	加工機種の切換え時間	Ⅲ-113
3.1.3	加工品の品質	Ⅲ-115
3.1.4	工程内検査	Ⅲ-132
3.2	改善策	Ⅲ-134
3.2.1	生産能力の増大	Ⅲ-134
3.2.2	不良率の低減	Ⅲ-137
3.3	参考資料	Ⅲ-150
4.	金型、治具、切削工具	Ⅲ-196
4.1	調査内容	Ⅲ-196
4.1.1	金型、治具、切削工具の機械設備	Ⅲ-196
4.1.2	金型、治具、切削工具の製作技術	Ⅲ-200
4.1.3	金型、治具、切削工具の主要材料	Ⅲ-204
4.2	改善策	Ⅲ-207
4.2.1	機械設備	Ⅲ-207

4.2.2	製作技術	Ⅲ-212
4.2.3	主要材料	Ⅲ-216
4.3	参考資料	Ⅲ-218
5.	検査、品質管理および生産管理	Ⅲ-228
5.1	調査内容	Ⅲ-228
5.1.1	検査設備	Ⅲ-228
5.1.2	品質保証体制	Ⅲ-230
5.1.3	試験研究	Ⅲ-231
5.2	改善策	Ⅲ-233
5.2.1	検査設備	Ⅲ-233
5.2.2	品質管理および生産管理の体系化と教育訓練	Ⅲ-237
5.2.3	試験研究設備	Ⅲ-245
5.3	参考資料	Ⅲ-248
6.	ピストン製造専用機製作設備	Ⅲ-264
6.1	調査内容	Ⅲ-264
6.1.1	専用機製作用機械設備	Ⅲ-264
6.1.2	専用機製作技術	Ⅲ-265
6.1.3	精度検査	Ⅲ-266
6.1.4	主要材料および部品	Ⅲ-267
6.2	改善策	Ⅲ-268
6.2.1	専用機製作用機械設備	Ⅲ-268
6.2.2	専用機製作技術	Ⅲ-270
6.2.3	精度検査	Ⅲ-275
6.2.4	主要材料および部品	Ⅲ-277
6.3	参考資料	Ⅲ-278

#### 第IV章 工場近代化の為の所要資金および実施計画

1. 設備の改善 .....	IV-1
2. 中国政府、国家経済委員会の工場に対する援助 .....	IV-1
3. 教育訓練 .....	IV-7
4. 技術指導 .....	IV-7
5. 実施効果 .....	IV-8
6. 工程表 .....	IV-10

#### 付属資料

# 結 論 と 勧 告



## 結論と勧告

### 1. 工場の現状調査

調査は、アルミニウム合金ピストンの増産体制の確立(100万個より 200万個へ)と品質の向上(具体的には鑄造不良率、機械加工不良率の改善など)を主眼において進めたが、それらに加えてピストン製造専用機の先進的デザインおよび製造技術ならびにピストン製造のための生産管理などについても合わせて現状分析を行った。山東濱州ピストン工場の現状調査結果を、各分野の専門的観点よりまとめると以下のとおりである。

#### 1.1 溶湯精製

- (1) 製品の品質を安定させること、すなわち、溶湯中の化学成分量をコントロール(control)することがもっとも重要なことである。原料配合によりアルミニウム合金溶湯を溶製しているのであるから炉前分析を行なうことは必須であると考えなければならない。したがって、迅速に分析できる装置の導入が必要である。
- (2) 溶湯の過熱を防止すること、すなわち溶湯温度を温度計により正確に測定して温度コントロールをすることが重要である。
- (3) ピストン生産 200万個体制下ではディーゼル機関およびガソリン機関のピストンが大巾に増加することで、アルミニウム合金の種類は寡占化することであろう。したがって集中溶解方式をとることになり、一段と効率の良い、信頼性の高い溶解炉の導入が必要である。溶解炉の位置は鑄造機の新設との関係から現在地より東西へ移動することになるであろう。
- (4) 現状人員で生産量が倍増すれば、その一方では作業の負担は軽減されなければならない。しかも作業の信頼性をさらに高める必要がある。汎用性のある設備たとえばリフトカー(lift car)を導入して溶解作業を確実にやり、合わせて作業環境の改善を図ることが重要である。
- (5) 切粉再生の回収率向上には汚染物質の除去、アルミニウムの酸化と廃却量の抑制に必要な機械設備と操業方法の改善を要する。

#### 1.2 鑄造・熱処理

- (1) ピストン製造の要となる鑄造機が手作業となっており、鑄造機の自動化が急務

である。自動化は汎用機では金型の開閉と鋳物の取出しを必須条件であり、他にストラット ( strut ) の自動装着がある。

- (2) 鋳物の品質向上対策は次の通りである。溶湯過熱防止によるガス欠陥の低減、断熱系塗型材の採用による湯回り改善、層流確保の鋳造方案による巻込み不良発生防止、鉄坩堝から黒鉛坩堝への転換による鉄溶入と巻込み欠陥発生防止、持続性改良処理剤の採用による品質安定化、赤燐粉末から燐化合物フラックス ( flux ) への転換による巻込み欠陥発生抑制など。この他、後工程への欠陥品流出防止のために X 線探傷装置の導入を図ることを奨める。
- (3) 耐摩環入りピストンの品質向上には設備の改善が必要である。設備改善には金型開閉の自動化、耐摩環装着のための金型方案の見直し、耐摩環浸漬用の専用処理炉の導入が重要であり、鋳造作業の安定化を図ることである。また、不良品の流出防止には融着検査を要し、作業性の良い検査装置の導入を図ることである。
- (4) 現状人員で鋳物生産量を倍増するには鋳造機を自動化することが重要であり、多数個取り、多台操作を行うことを奨める。鋳造機は現在地から延長して配置し、保温炉はこれと平行して移設配置したい。
- (5) 溶体化炉と時効炉の形式が異なっているため無駄な作業を行っており、炉の形式を統一することが必要である。小ロット品の処理には丸型バッチ ( batch ) 炉が適当であり、断熱材使用と熱風循環の強化を図ること。
- (6) 焼入水槽は水温調節と循環を行わせることが好ましく、とくに、焼入バスケット ( basket ) へ冷却水を吹き付けることを奨める。
- (7) 単一機種が生産量が増大することが予想され、この対策には連続熱処理炉の導入を図ることが適切と考える。炉への挿入から取り出しまでの一貫した熱処理工程を自動化することを奨める。
- (8) ピストン用アルミニウム合金は過酷な条件で使用されるディーゼルエンジン ( diesel engine ) 用としては ZL109合金を、それに比べて過酷でないガソリンエンジン ( gasoline engine ) あるいは冷機用としては ZL108合金を使い分けることが望ましい。



### 1.3 機械加工

- (1) 機械設備の自動化率は、まだまだ低い。また機種切換えに多大の時間を要している。作業能率および生産性の向上のためには、機械設備を改造し作業の容易化を図る必要があると考えられる。
- (2) 生産要員1人当りの生産量が低いように思われる。また、各加工ラインの工程間に仕掛品が多い。生産量を増大するためには、作業体制の見直しおよび新規機械設備の増設を実施し、さらに増設に伴い、工場の一部を拡張する必要があると考えられる。
- (3) 各工程の品質面に対する安定度は全体的に十分とはいえない。不良率を低減するには、品質の安定化が重要である。機械精度の向上、切削条件および刃具管理の見直しが必要と思われる。

### 1.4 金型・治具・切削工具

#### a. 金 型

- a-1 機械設備は汎用機械が主体であり、専用機械の設備が立遅れている印象を受ける。このために、複雑な形状部加工が手仕上げ作業となっており、精度確保に難点がある。また商標・型式・型番号などが中型にたがねにより刻字されている。設備の導入による精度の向上、製品価値の向上が急務である。
- a-2 金型組み合せ基準部（下型に対する外型の位置・外型に対する中型の位置）に関しては、製作工程の中で設置されており、組み合せ精度に難点がある。巾木部を有効に活用しての精度向上が望まれる。
- a-3 周辺機器の有効的な活用が劣っている。汎用機械での製品作り込み補助工具として、治具の改善・追加などまだまだ採るべき対策は少ない。
- a-4 金型寿命が短かく、ピストン生産数量に対する金型の製作台数が非常に多い。材料選定の見直しと熱処理の採用により、型精度維持長寿命化が必要である。
- a-5 検査設備は汎用器具のみであり、立体的な金型および素形材の検査用として、三次元測定機の導入による精度の確認が検討項目としてあげられる。これは治具・切削工具および機械部品検査用としても必要である。

## b. 治具

- b-1 機械設備は比較的充実しているが、研削技術が劣っている為に、耐久性のある高精度の治具の採用ができず、ピストン加工精度、機種切替え時間などのさまたげになっている。早急に加工方法の改善に取り組み、焼入鋼材料への材質切替え、熱処理の実施により、高精度で耐久性のある治具供給が必要である。
- b-2 ピストン加工機械主軸端フランジ( flange )の精度も b-1項と同様の改善による交換が必要である。
- b-3 ピストン外径プロフィール加工の旋削化が緊急課題となっているが、マスターカム( master cam )の製作設備が未設であり、早急な設置と技術導入が必要と思われる。

## c. 切削工具

- c-1 ろう付作業はろう付強度の向上のために、作業方法の改善および周辺機器の追加など早急な改善が望まれる。
- c-2 切削工具の刃先研削は、ピストン加工作業者が担当しており、個々の技能による手研ぎであり標準化ができていない。研削設備と検査設備の導入により、切削工具の標準化研削と集中管理によるピストン加工職場への供給体制など早急な改善が望まれる。
- c-3 治具・刃具ホルダー( holder )の改善による、強度および精度の向上により、超硬チップのより耐摩耗性の良い方向での切削実験に取り組み、ピストン加工精度の向上と刃具の長寿命化を期待する。

## 1.5 検査、品質管理および生産管理

- (1) 主要検査設備は理化室で集中管理されているが、製造職場およびピストン完成品検査職場には設備がされておらず、「品質は工程でつくり込む」の品質管理の原則を守るためには、十分な検査設備をそれぞれの職場に配置することを推奨する。
- (2) 検査職場での品質検査は、「顧客に品質を保証する」と云う立場からみて、検査項目や検査方法などの内容の早急な改善が必要である。

(3) 品質管理の強化徹底を図るためには、先ず品質を測定評価する設備が必要となるが、生産量の倍増計画と相俟って現在の検査職場では狭いので、一部拡張が必要である。

(4) 従業員の技術・技能について、とくに品質管理に関する知識と各種計測機の知識が不足しているように思われるので、品質管理を推進させるために、製造および検査職場の生産要員への教育訓練が必要である。

そうすれば、現在人員を増員せずに生産量を消化できることになる。

(5) 生産管理面では、生産管理課から統計技師が各職場に派遣され、正確な統計資料がとられて工場運営に活用されている。しかし、生産管理は各職場で正確な統計資料をとり、それを日々の生産活動に反映させるよう改善することが必要である。

また、各職場でとられる統計資料のうち工場全体のコントロール( control )に必要なものは機械処理にすれば簡素化できる。

(6) 品質保証の基礎となる設計仕様の確認試験を行う試験設備がやや不足しているので、早急に導入されるように推奨する。

## 1.6 ピストン製造専用機製作設備

ピストン製造専用機は現在のところ専門のメーカー( maker )がなく、自社で専用機を製作している。ほとんどの機械は普通旋盤( engine lathe )を改造したものである。それで生産能率や加工精度の面で満足していないものもある。とくに自動鑄造機、ピストン外径楕円加工機およびピストンピン孔精密中ぐり盤の設計標準や製作技術には強い関心がある。

品質の良い製品を作るためには設計段階での標準化が必要であるが、現時点では、まだ標準類は作成されていないようである。また製作面や精度検査面でも同じようである。

部品類は、できるだけ社内調達の方針である。従って増強や補充する必要のある設備がでてくる。購入部品類では信頼性に問題があるようである。

## 2. 工場近代化のための改善策

現状調査結果に、慎重な検討を加えて導かれた工場近代化のための改善策をまとめると、以下のとおりである。改善のための所要資金および実施計画については、本文IV章を参照頂きたい。

### 2.1 溶湯精製

ピストン用アルミニウム合金の溶湯精製における近代化のための重点課題は溶湯品質の向上であり、高効率溶解炉など近代設備による溶湯の安定供給を図り、作業環境を改善することである。

改善課題	内容	効果
溶湯化学成分管理	炉前分析の実施	溶湯品質の保証
	カントメーター (quantometer) など機器分析装置の導入と5分以内の分析体制	成分調整の効率向上・品質の安定化
燃焼効率の向上と溶湯過熱の防止	連続操業の実施	燃料の有効利用 溶解炉の信頼性向上
	高効率溶解炉の導入と排熱利用・作業の機動力の活用	燃料消費量 100kg/t・Al以下
	温度測定計器の導入	溶湯品質の確保
合金溶製方法の変更	合金地金の購入と成分配合の廃止	溶湯品質の保証と安定化

溶解炉の整備 と環境改善	バーナータイル( tile ) および炉内圧調節ダンパー ( damper )の設置、断熱材の 利用	経済的溶解の 促進
	炉の屋内配置	安定操業の確保
原材料の取扱い	原料置場の区分明記	異材混入防止
	雨水・粉じんからの汚染防止	溶湯品質の確保
	配合原料の容器の利用	異材混入防止と 配合精度の向上
溶解作業の機械化	材料投入・攪拌・除滓・配湯 運搬のためのリフトカー( lift car )の導入	作業の省力化と 作業環境の改善・ 品質の安定化
切粉再生回収率 の向上	乾燥装置、磁選機、急速溶解炉 混練機、灰しぼり機の導入	回収率 90%以上
配湯工程の改善	取鍋断熱材の利用	保温性向上
	予熱装置の設置	湯温低下防止
	取鍋精練の有効利用	溶湯品質向上
	配湯への機動力(リフカー)の活用	湯温低下防止

## 2.2 鑄造・熱処理

鑄造・熱処理工程における近代化のための重点課題は次の通りである。生産力向上のための鑄造機の自動化と熱処理炉の改良、鑄造条件・鑄造方案の改善による鑄物品質の向上、操業条件の見直しと作業環境の改善である。

改善課題	内 容	効 果
< 鑄 造 >		
溶湯ガス( gas ) 吸収の低減	溶解温度の制御・計器測温と 燃焼コントロール( control )	鑄造不良率低減
鑄込温度の見直し	断熱系塗型材の採用により 720~750℃→ 690~720℃	鑄造不良率低減
鑄込溶湯の乱流 防止	傾斜湯道、湯だまりおよび 薄い板堰の設置	鑄造不良率低減
鉄分の溶入防止	黒鉛坩堝の全面採用	鑄造不良率低減
共晶珪素微細化 効果の持続	浮遊改良処理剤の利用	鑄物品質の安定化
高珪素アルミニウム 合金の巻込防止	赤磷粉末から磷化合物フラッ クスへの転換	鑄造不良率低減
耐摩環入りピス トンの鑄造方法	鑄造機の機械化・金型の環装 着部の改良・浸漬炉の導入	鑄造不良率の低減
内部欠陥品の後 工程への流れ防止	X線探傷装置の導入	鑄造不良率の低減

鑄造機の自動化 による鑄造方案 の変更	正立型(ピストン頭部を上方) の鑄造方案の利用・可傾式鑄 造法の適用	鑄物の歩留り向上
鑄造機の自動化	多数個取りの実施	現状人員での 生産量の倍増
	多台操作の実施	

< 熱処理 >		
熱処理炉の形式 の統一	時効炉の丸型バッチ炉の採用	移し換え作業の 無駄排除 品質の向上
	熱処理用バスケットの共通化	
丸型バッチ炉の 改善	熱風攪拌の強化	炉内温度の均一化
	加熱コントロール帯の細分化	
	断熱保温材の採用	
連続熱処理炉の 導入	材料の挿入から熱処理完了 取出しまでの自動化	大ロット(lot)品 の生産能力の向上 品質の安定化 作業の安全性
焼入水槽の改善	冷却水の循環と水温制御装置 の設置	焼入れ品質の 安定化
	バスケット上部への冷却水の噴きつけ	

< 製品品質 >		
製品品質の安定化	化学成分量のバラツキを最小にする	寸法の安定化
	炉内温度分布の均一化と焼入効果の安定化	強度の安定化 硬度のバラツキが小
使用条件による材質の選択	ZL108合金→ガソリン用 ZL109合金→ディーゼル用	ピストンの 長寿命化



### 2.3 機械加工

機械加工における重点課題としては、作業能力の増大、不良率の低減があげられる。

改善課題	内容	効果
生産能力の増大	機械設備の改造 a. 機械設備の半自動機、手動機の自動化 b. 作業の容易化 ○ 治具および切削工具の標準化 ○ 切削工具取付台の改造	生産要員の労働負荷の低減  切換え時間の短縮 刃具調節の迅速化
	ラインの増設	生産量の増大
不良率の低減	端面内径加工の加工方法の変更	切換え時間の短縮 品質の向上
	ピン孔仕上加工工程に刃具補正装置付機械の導入	刃具調節の迅速化 品質の安定化
	外径研削加工の加工方法の変更	立体形状加工が可能 品質の向上
	計測器類の見直し	生産要員の計測誤差防止

## 2.4 金型・治具・切削工具

- a) 金型の製作における近代化のための重点課題は、品質向上のための設計標準の見直し、加工治具の改善・加工設備の増強、品質維持のための材料の見直しと熱処理の採用である。

改善課題	内容	効果
設計標準見直し	中型合せ面勾配部の標準化	加工能率の向上
	金型組み付け基準部(巾木)の見直しと標準化	品質向上
	捨て加工と中型組み付け装置の採用	修正・修理の簡易化
	外型組み合せ位置決めピンの設置	品質向上
	下型の材料の耐熱鋼の組み合せ	耐久性の向上
加工治具の改善	中型組み合せ治具の改善	品質の向上 耐久性の向上
	ボス穴ぐり治具の改善	加工能率および品質の向上
加工設備導入	手持工具の採用 (マイクログラインダなど)	加工能率および品質の向上

改善課題	内容	効果
加工設備導入	1) 放電加工機の導入による複雑な形状の作りこみ 2) CNC旋盤・CNCフライス盤の導入 3) 彫刻盤の導入による彫刻作業	品質の向上 品質の向上および自動铸造機開発に対応 見映えのする製品
材料見直しと熱処理設備導入	熱間金型用材の利用 窒化処理による金型の熱処理	品質の維持および耐久性の向上
検査機器導入	三次元測定機の導入	精度確認 品質の向上

b) 治具の製作における近代化のための重点課題は、研削治具の改善により、高精度で耐久性のある治具の採用が急務である。

改善課題	内容	効果
研削治具の改善	マンドレル、端面内径受け治具の設備	精度の向上 耐久性向上
ピストン主軸端フランジの改善	マンドレル、端面内径受け治具の設備	精度の向上 耐久性の向上 段取り替え時間の短縮
材質変更	焼入鋼材への変換	耐久性の向上

改善課題	内容	効果
マスターカムの製作	CNCカム研削盤の導入と技術研修	ピストン外径 プロファイル 加工の精度向上

- c) 切削工具の製作における近代化のための重点課題は、ろう付け設備および副資材の改善によるろう付け強度向上、機械研削による刃先精度の向上、管理システム（system）の改善による切削工具の供給があげられる。

改善課題	内容	効果
ろう付け改善	電気抵抗ろう付機の採用 銀ろう、フラックスの改善	ろう付強度の向上
	保護具の使用と排気装置の設置	安全
研削治具の改善	板バイト粗研削三点受け治具の採用	歪の矯正効果向上
研削設備の導入 （溝バイトなど）	平面研削盤の導入による 仕上研削の採用	研削精度の向上
研削設備の導入	超硬工具研削盤の導入 光学式成形研削盤の導入	刃先研削精度の向上 形状精度の向上
	ドリル研削盤の導入 チップソー研削盤の導入 鋸刃自動研削盤の導入	精度の向上 刃具交換の標準化 定期研削による 長寿命化

改善課題	内容	効果
検査設備の導入	投影機の導入	確認による精度向上
集中研削への改善 ( 工具室の設置 )	ろう付けから研削完了まで 一貫作業体制化	切削工具管理と 標準化
刃具の長寿命	切削実験による 耐摩耗性のある超硬材質の研究	精度の向上 長寿命化

## 2.5 検査、品質管理および生産管理

検査、品質管理および生産管理面の近代化のための重点課題としては、検査・試験設備の充実と品質管理および生産管理技術の向上改善があげられる。

改善課題	内容	効果
検査設備の改善	ロックウエル( Rockwell ) 硬度計の増設	硬度品質保証の確立
	水圧試験機の設置	耐水圧品質保証の確立
	円度形状測定機の増設	品質向上
	表面粗さ計の増設	品質向上
	万能投影機の設置	品質向上
	超音波探傷機の増設	耐摩環融着品質の保証
	X線テレビ検査装置の設置	中空油溝品質の保証
	ピストン専用検査ラインの設置	ピストン品質保証の確立
試験設備の改善	疲労試験機の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
	摩耗試験機の設置	品質保証のための 設計仕様の確立

(表のつづき)

改善課題	内 容	効 果
試験設備の改善	微小硬度計の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
	応力測定装置の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
	熱疲労試験機の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
	モータリングおよびエンジン テスト装置の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
	ピストン実体熱膨張試験 装置の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
品質管理および 生産管理技術の 向上改善	品質保証体制の見直し	品質保証体制の確立
	検査設備機器類の運転技術 の教育訓練	機器機能の強化に より不良品率低減
	検査員の品質管理教育と 計測技能訓練	検査機能の強化に より不良品率低減
	各種生産管理統計の自主 独立化	生産職場での日常 管理活動活発化に よる生産向上

( 表のつづき )

改 善 課 題	内 容	効 果
	各種生産管理統計の機械化 処理	統計資料の有効 活用による品質・ 生産改善の容易化

## 2.6 ピストン製造専用機製作設備

工場近代化のための重点課題としては、下表に示す項目があげられる。

改 善 課 題	内 容	効 果
( 機械設備 ) 製品精度の向上、 安定化	ジグ中ぐり盤 ( jig boring machine ) の導入 例えば主軸頭加工の能力向上	主要部品の加工 能力および精度 の向上、製品品 質の安定化
	内面研削盤 ( internal cylin- drical grinding machine ) またはホーニング盤 ( honing machine ) の導入 例えば油圧 シリンダ ( cylinder ) の内径仕上面の向上	
	高周波焼入装置の導入 機械摺動面の耐久度の向上	
	プレスブレーキ ( press brake ) の導入	生産能力増大に 対応



( 表のつづき )

改 善 課 題	内 容	効 果
( 機械製作 ) 社内標準の充実	設計標準類、組立標準類等の 作成	品質の保証と向上 部品の互換性の 向上
( 精度検査 ) 機器類の整備	各種検査機器類の精度維持	品質の保証と向上
( 主要材料 および部品 ) 信頼性の向上	鋳物材質の高級化、購入品の 信頼度調査	品質の安定化

### 3. 工場近代化のための留意点と要望

#### 3.1 留意点

近代的な工場というのは、言うまでもなく、ただ単に近代的な設備を持った工場を指すものではない。必要な技術ノウハウ（know-how）の導入、常に最高品質の製品を効率よく作り出して行こうとする職場体質の構築、品質管理、試験研究といった技術力向上のためのバックアップ（back-up）部門の充実なども、近代化計画の推進のために欠くことの出来ない要素であることを強調したい。

最後に、本調査実施以前から山東濱州ピストン工場において推進されている、過共晶アルミ・シリコン合金を採用したピストン製造ならびにオイルガラリー（oil-gallery）および鋳鉄製又はセラミック（ceramic）製耐摩環構造のピストン製造、ピストンスカート（piston skirt）部中凸変楕円形のピストン製造ならびにその製造専用機の製造などの推進のための新設備、新技術検討の近代化計画が、着実に実現することを期待する。

#### 3.2 要望

(1) 本報告において、我々は十分に先進的技術を提案しているが、その実現に際しては、中国の自助努力（self reliant efforts）を忘れてはならないし、性急な先端技術の追求でなく、現在の実情に一步一步着実に新技術を積み重ねていく推進姿勢をとられることを要望する。

(2) 中国政府、国家経済委員会の工場に対する援助

上記の設備改善、操業改善に伴って必要となる中国国内調達資材の手配や建設上の技術的支援をお願いしたい。殊に工場建設のための土木建築部門については、予算面、技術面ともに格段の御高配を工場に賜りたい。

# 第 I 章

## 調査の概要



## I. 調査の概要

### 1. 調査団派遣の経緯

中国政府は西暦2000年までに農・工業分野の生産を1980年の実績をベースとして4倍に拡大する計画を策定し、その計画達成の一貫として既存工場の近代化を進めている。今般中国政府が日本政府に対し要請を行った12件の工場診断業務の中の一つである山東濱州ピストン工場の近代化計画調査について、日本側は中国側の要請に対し、国際協力事業団（JICA）武田慶一を調査団長とする事前調査団を派遣し（1985年10月31日～11月9日）、本格調査に係る実施細則の協議を行った。ひきつづいて1986年3月には実施細則に定めるところの近代化計画調査の対象工場となっている山東濱州ピストン工場へ6名の技術専門家より成る現地調査団を派遣し、本格調査を行った。

### 2. 調査の目的と内容

#### 2.1 調査の目的

当該調査対象となる山東濱州ピストン工場は、溶解配合、鑄造、熱処理、機械加工等々の主要生産工場を包含する総合ピストン工場で、中国でも第一級の規模をもつものである。当該調査は、かかる山東濱州ピストン工場の増産体制の確立（100万個より 200万個へ）と品質の向上（具体的には鑄造不良率、機械加工不良率の改善等）を中心題目として行った。

さらには、これら調査結果を基に、工場近代化の為の提言を行い、最終的には下記のような中国側の期待事項にこたえることを目的としている。

- (1) 増産体制の確立(100万個より 200万個へ)
- (2) 品質の向上（具体的には鑄造不良率、機械加工不良率の改善等）
- (3) ピストン製造専用機の先進的デザインおよび製造技術による80年代の国際レベルへの到達

#### 2.2 調査の内容

当該調査は、増産体制の確立、品質の向上並びにピストン製造専用機の先進的デザインおよび製造技術による80年代の国際レベルへの到達を中心題目として行ったことは、先に述べたとおりである。

増産体制の確立については、溶解配合、鑄造、熱処理、機械加工、製品検査工程に的を絞って調査を行った。これは、ピストンの製造工程の骨格をなすものと

してこれらの工程をはずしては考えられないので調査対象とした。

また、製品品質の向上は、溶湯精製に始まり、鑄造、熱処理、機械加工の各作業を通じて機械設備と作業方法によって決定されることから、機械設備と作業方法について調査を行った。

機械設備については機械精度、また作業方法については金型、治具、切削工具、検査具の設計製作とこれらの使用状況を調査を行った。

さらに、ピストン製造専用機は、製造のために必要な主要機械設備について調査を行った。

調査は、溶湯精製ならびに鑄造と熱処理、機械加工、鑄造用金型および治具と切削工具、品質管理および生産管理、ピストン製造専用機の設計と製造技術の各分野別に行われ、その内容は、現地調査打合せ議事録（1986年3月7日、山東濱州ピストン工場長 楊 本貞、調査団長 宮嶋信雄 間で署名）の中で、中国側および日本側間で下記のとおり確認された。

- (1) 工場概要他
  - (i) 工場配置
  - (ii) 製品構成
  - (iii) 生産計画
  - (iv) 製造設備
  - (v) 組織および人員
  - (vi) 原材料とエネルギー
  
- (2) 溶湯精製並びに鑄造・熱処理
  - (i) 溶解設備
  - (ii) 鑄造設備
  - (iii) 熱処理設備
  - (iv) 溶湯精製技術
  - (v) 鑄造技術
  - (vi) 熱処理技術

- (3) 機械加工
  - (i) 機械加工設備
  - (ii) 加工機種の切替え時間
  - (iii) 工程内検査の実施状況
  - (iv) 機械加工能力
  - (v) 機械加工不良率
  - (vi) 機械加工技術
- (4) 金型・治具・切削工具
  - (i) 製作設備
  - (ii) 製作技術
  - (iii) 主要材料
- (5) 検査、品質管理および生産管理
  - (i) 検査設備
  - (ii) 品質管理活動状況
  - (iii) 生産管理活動状況
- (6) ピストン製造用専用機の製作
  - (i) 専用機製作用の機械設備
  - (ii) 専用機の製作技術
  - (iii) 部品調達状況

### 3. 調査団の構成と日程

#### 3.1 調査団の構成

国際協力事業団（JICA）は、本格調査の実施段階として、社団法人 日本プラント協会（JAPAN CONSULTING INSTITUTE）を指名し、宮嶋信雄氏を団長とする現地調査団を派遣した。団員および担当業務は次の通りである。

No.	氏名	担当業務
1	宮嶋信雄	団長、総括
2	沖 励吉	検査・品質管理・生産管理

3	池田 準哉	金属 (材料・鋳造・熱処理)
4	尾上 宣之	鋳造用金型および治具・切削工具
5	徳田 一昭	ピストン製造用機械設備
6	廣上 司	機械加工

(備考) 連絡先

(1) 武田 慶一 鋳工業計画調達部 工業調査課長

国際協力事業団 (JICA)

日本国東京都新宿区西新宿 2 丁目 1 番 1 号 新宿三井ビル内私書箱 216号

(48F)

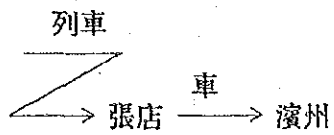
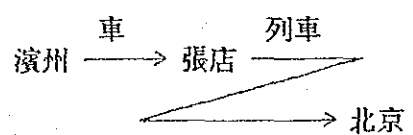
(2) 宮嶋 信雄

J C I (JAPAN CONSULTING INSTITUTE)

日本国東京都千代田区有楽町 1 丁目 8 番 1 号



### 3.2 調査日程

	<u>宿泊地</u>	<u>業務内容</u>
2月17日(月)	北京	移動 JL-783 成田 → 北京
18日(火)	車内	JICA事務所、国家経済委打合せ
19日(水)	濱州	移動 北京  張店 → 濱州
20日(木)	"	工場調査、インセプション説明
21日(金)	"	工場調査、グループ編成、グループ別調査
22日(土)	"	工場調査、グループ別調査
23日(日)	"	グループ別調査
24日(月)	"	社内打合、データ整理
25日(火)	"	グループ別調査
26日(水)	"	グループ別調査、中間全体打合
27日(木)	"	グループ別調査
28日(金)	"	グループ別調査
3月1日(土)	"	グループ別調査
2日(日)	"	グループ別調査
3日(月)	"	グループ別調査
4日(火)	"	グループ別調査、全体打合
5日(水)	"	議事録ドラフト説明、補足調査
6日(木)	"	補足調査
7日(金)	車内	サイン交換
8日(土)	北京	濱州  張店 → 北京 JICAへ報告
9日(日)		移動 JL-784 北京 → 成田

#### 4. 主要面談者

##### (1) 国家経済委員会

許 同 茂	外事局	副処長
姜 德 群	診断弁公室	副処長

##### (2) 山東省經濟委員会

裴 志 剛	処 長
林 治 新	科 長

##### (3) 山東省惠民地区經濟委員会

蔡 玉 昌	主 任
冯 衍 礼	副主任
刘 伎 鑫	技術改造科科长

##### (4) 山東省惠民地区行政公署

赵 延 孝	副專員
胡 兆 坤	副專員
張 积 庆	外事弁公室主任

##### (5) 山東濱州ピストン工場

###### (調査計画書説明)

楊 本 貞	工場長
王 宪 武	総工程師
李 俊 杰	生産副工場長
董 応 来	行政副工場長
于 丂 東	通 訊

###### (金属分野調査)

罗 大 春	工程師
趙 士 博	助理工程師
陳 永 生	成分分析技師
李 忠 革	熱処理技術員
張 秀 武	製品検査技術員

史 翠 英 製品検査技術員

刘 光 蘭 通 訳

(機械加工分野調査)

謝 如 華 工程師

李 承 儉 技 師

任 培 明 通 訳

(金型・治具・切削工具分野調査)

翟 煥 文 工程師

李 秀 峨 工程師

殷 長 夫 通 訳

(生産管理分野調査)

王 善 邦 生産管理科長

杨 紹 德 生産管理工程師

崔 桂 芬 統計技師

徐 飭 敏 統計技師

李 宝 生 付主任

夏 立 怡 通 訳

(ピストン製造用専用機の製作分野調査)

王 宝 沛 工程師

孫 風 輝 主 任

刘 春 奎 通 訳

(6) J I C A 北京事務所

木 村 信 雄



## 第 II 章

### 山東濱州ピストン工場の現状と 近代化を必要とする問題点



## II. 山東濱州ピストン工場の現状と近代化を必要とする問題点

### 1. 工場概要、沿革

#### 1.1 工場概要

山東濱州ピストン工場は、1951年に操業を開始して以来35年を経過している。同工場は中国ではピストン専門工場として最上位に位置する規模の工場である。同工場は中国渤海湾に面した黄河下流域の農産物、石油資源等の一次産品に恵まれた山東省済南市の北東、天津市の南東に位置する新興都市濱州市の市街地であり、ピストンの原材料であるアルミ精錬工場はすぐ隣接する淄博市にあって、環境は恵まれた場所にある。

同工場の敷地面積は84,000㎡、総建家面積35,000㎡でその中12,000㎡が生産工場の建家である。同工場の固定資産は8,470千元、運転資金は2,100千元、年間売上(1985年)は9,200千元となっている。同工場の主管は国家経済委員会機械工業部でその管理下にある。同工場は技術改良を最重点として設備の近代化、製造工程の改革、新製品の開発等を志向して生産量の倍増、不良率の低減による生産原価の低減、また性能および品質の向上による1980年代先進レベルへの到達をはかろうとしている。

#### 1.2 工場の沿革

中国は、文化革命による生産性低下の影響が大きく、軽工業や農業新興に比重が置かれてきたこともあって、自動車産業の開発が遅れている。大型・小型トラックの導入、燃費の良いエンジンへの転換は、中国にとっての緊急課題となっている。同工場は旧名を北鎮鉄工所と称し、1951年に設立されたが設立以来、水車、ガスエンジン、ハンドドリル、小馬力ディーゼルエンジン等を生産してきた。1963年、ピストン専門工場となり、したがって工場名を北鎮ピストン工場としたが、1983年に、濱州ピストン工場と改名した。ピストン専門工場として再発足以来近年まで、蓄積された各種工作機械を活用して製作した自社の開発・改造専用機と中国製のピストン外径研削盤などを組み合わせた独自のピストン生産ラインを編成して主として95系列の農業用トラクター向のピストンが生産されていた。

しかし、近年ディーゼルエンジンの高性能化と併せて新技術を織り込んだ高性能ピストンの製造技術が要求されるようになり、これに対応するために外国から

の各種製造機械設備や検査設備の導入が急がれている。

## 2. 工場組織

同工場の従業員数は615名であり、このうち生産技術員は全体の5.7%にあたる35名で、事務・管理職は全体の11%にあたる66名である。生産要員は495名の20%にあたる100名は女子であり、男子は395名である。

工場の管理組織は計画生産、業務、財務、総務、土建、保健衛生、賃金計算、品質管理・検査、技術、設備動力等10の管理部署がある。生産部署は工場長、生産副工場長の下に鑄造、熱処理、機械加工、型治具切削工具製作、機械組立・修理等の製造部門がある。

同工場の運営組織図を図2-1に示す。

これら工場の管理組織以外に各種の定例会議活動が活発に行われている。

同工場の定例会議活動表を表2-1に示す。

## 3. 生産実績および計画

### 3.1 現状の生産量および製品構成

1985年における年間のピストン生産実績は、95系列のディーゼルエンジン用ピストンを主力に1,020,000個のピストンが生産され、年間計画の800,000個を上回る生産量である。

当工場の生産能力は1,300,000個とされているので、その能力のおよそ75.5%の生産達成量であり、一般の平均的稼働率が維持されている。

製品品種別構成は、農耕向ディーゼルエンジン用ピストンが大半の58%、自動車用ピストンが12%、オートバイ用ピストンが10%、冷凍用等の圧縮機用ピストンが18%、その他船舶用等が2%等となっている。表3-1に主要機種別年間ピストン生産数量を示す。





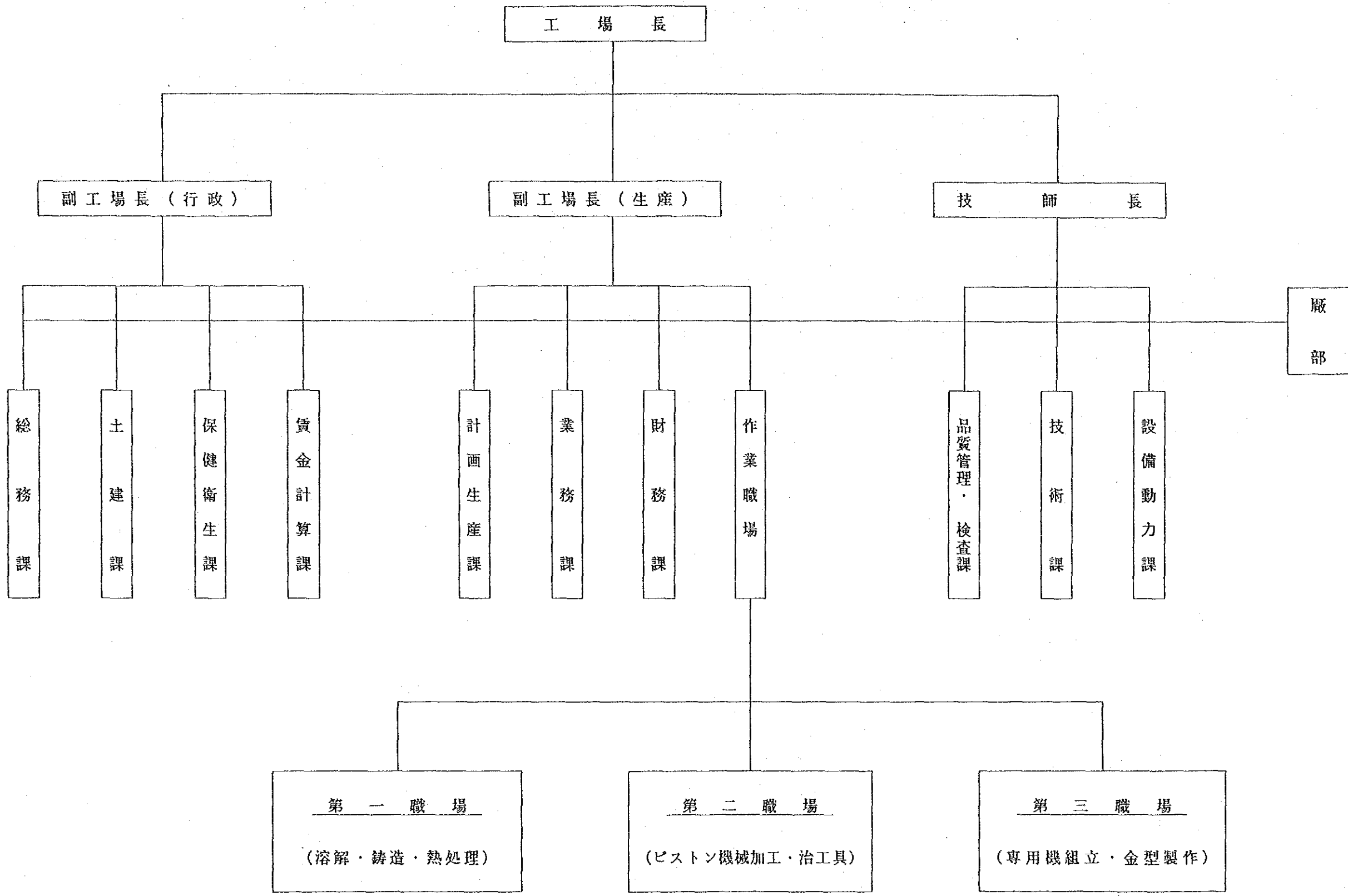


図2-1 山東濱州ピストン工場組織

表2-1

定例会議活動表

統 轄 参加単位	副工場長 (生産)	技 師 長	工 場 長	技 師 長	副工場長 (生産)	副工場長 (生産)	副工場長 (行政)	工 場 長	財 務 科
	毎週金曜日 調達会議	毎月八日 品質分析会	毎月七~十日 経済分析会	毎月一回 設備検査会	毎季一回 安全定例会	毎旬一回 工程標準検査会	毎月一回 衛生問題研究会	毎週一回 労働紀律検査会	毎月七~十日 原価分析
修 建 科	○	○	○		○		○		
技 術 科	○	○	○	○	○	○	○		○
購買管理科	☆ ○	○	○	○	○	○	○		○
設備動力科	○	○	○	☆ ○	☆ ○		○		
労働工資科	○	○	○		○		○	☆ ○	○
資 材 科	○	○	○	○	○		○		
財 務 科	○	○	☆ ○				○		☆ ○
品質管理科	○	☆ ○	○	○	○	☆ ○	○		
教 育 科							○		
総 務 科							☆ ○		
保健衛生科					○		○	○	
工会、团委					○		○	○	
工場党務公室	○	○	○		○		○		
各 職 場	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- 備考： 1. ☆印は、会議主体を示す。  
2. ○印は、会議への参加を示す。



表3-1 主要機種別年間ピストン生産数量

No.	ピストン機種	材質別	生産数量 (個)
1	95系列	ZL108	444,000
2	CA-10	ZL108	87,300
3	竜口气泵	ZL108	70,500
4	CA-10気泵	ZL110	51,900
5	50A	ZL108	48,100
6	15	ZL108	45,500
7	BJ-212	ZL108	39,400
8	6100	ZL109G	24,300
9	EQ140	ZL110	20,200
10	6FW-78	ZL108	19,900
11	6160	ZL108	18,200
12	長江750	ZL108	14,700
13	495A		13,900
14	8AS-10	ZL110	12,800
15	JN151気泵		9,200
16	6120	ZL108	8,400
17	HB125		6,700
18	8AS125	ZL110	6,000
19	6110A		5,200
20	R175		5,000
21	JN150気泵		4,700
22	幸福750		4,000
23	その他		60,100
	合計		1,020,000

### 3.2 将来の生産計画および製品構成計画

中国近代化路線に沿った当工場の考え方は以下のとおりである。

#### 3.2.1 アルミニウム合金ピストンの生産計画

年間平均生産量 100万個を5年後に200万個への倍増を考えている。

#### 3.2.2 ピストン製造専用機の実産計画

ピストン製造専用機は現在年間1台を製造しているが、5年後の1990年には年間30台位の専用機組立を考えている。

当工場は各種ピストン製造機械を内製している。また、需要家に、ピストン製造関連設備、すなわちピストン自動鑄造機、ピストン外径楕円加工機およびピストンピン孔精密中ぐり盤を提供することを考えている。年産能力は25台とし、そのうちわけは自動鑄造機5台、ピストン外径楕円加工機10台、ピストンピン孔精密中ぐり盤10台である。

#### 3.2.3 アルミニウム合金ピストンの製品構成

製品構成は機能別分類をすれば次の6種類となるが、これら総量で倍増の200万個を考えている。

- (1) ディーゼルエンジン用ピストン
- (2) 自動車用ピストン
- (3) オートバイ用ピストン
- (4) 冷凍機用ピストン
- (5) 船舶用ピストン
- (6) エアコンプレッサ ( Air Compressor ) 用ピストン

#### 3.2.4 ピストン製造専用機の製品構成

ピストン製造専用機は種類として多岐にわたるが、機能別に集約して、そのうち特別の設計技術と製作技術を必要とし、一方ピストンを製造するとき精度などの要求の高い製造専用機に的を絞った3種類は次のとおりである。

- (1) アルミニウム合金ピストンピン孔精密中ぐり専用機
- (2) アルミニウム合金ピストン楕円・円錐旋削専用機
- (3) アルミニウム合金ピストン鑄造機

自社製作のピストン製造専用機はインロー加工機、ピン孔中ぐり盤、リング

溝加工機、クリップ溝加工機、外径仕上機、頭部平面加工機、外径研削盤、膨張溝加工機、湯口切断機等多くの種類があるが、3.2.2項のごとく、ピストン自動铸造機、ピストン外径楕円加工機、およびピストンピン孔精密中ぐり盤を需要家に提供することを考えている。

#### 4. 工場設備および操業の現状分析

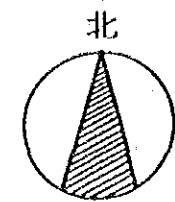
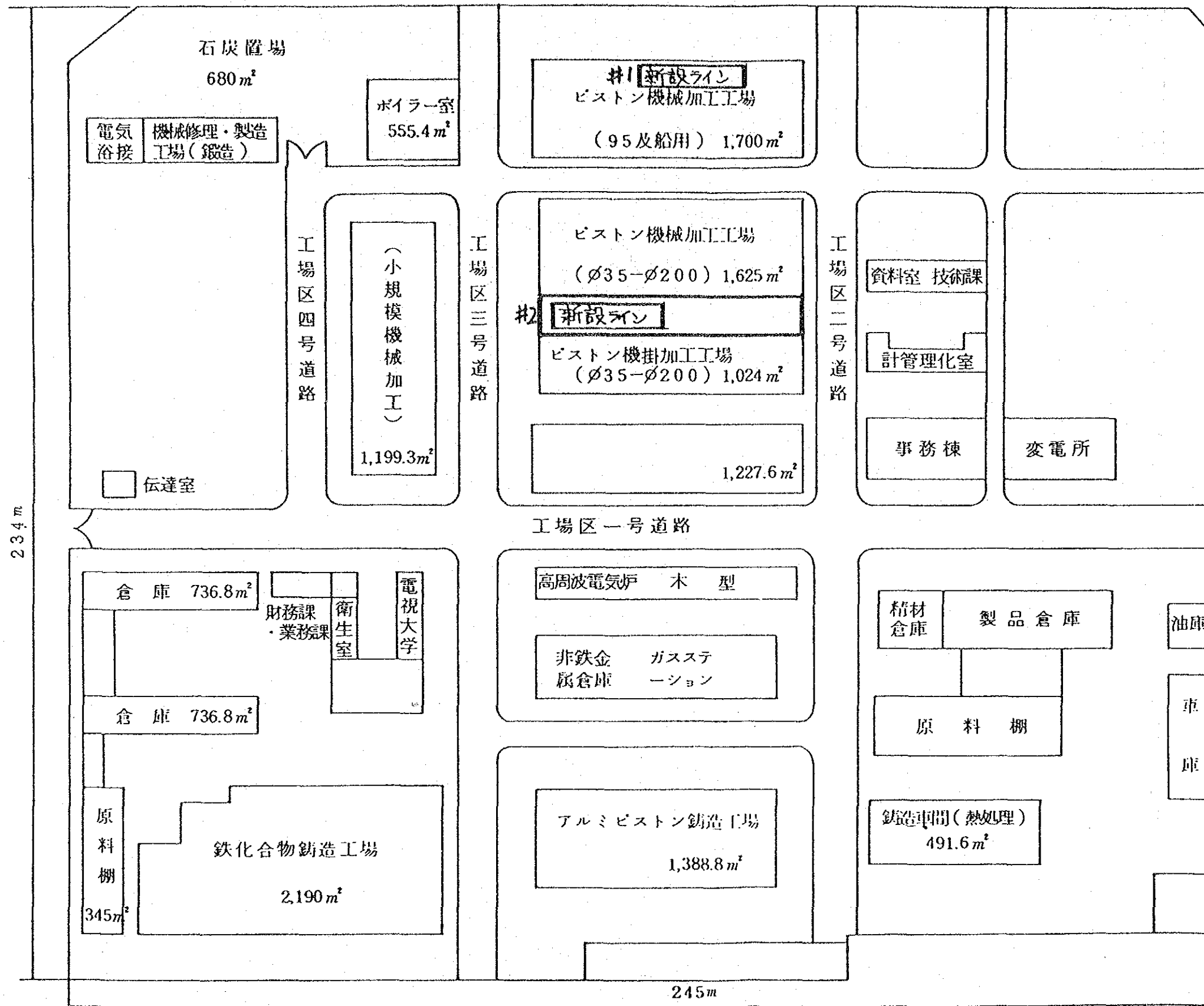
同工場は、アルミ合金ピストン並びに铸铁ピストンを铸造・熱処理・機械加工・検査までの表面処理を除く全工程を一貫生産する各設備を保有し、さらに補助設備も完備する中国首位のピストン工場である。工場建物は創設時のもので、とくに現状での不足はないように思われるが、研究開発等一部でやゝ窮屈な感じで増築等の工事を急がれているが、計画どおりに進んでいないようである。国家経済委員会および機械工業省の援助を必要としている。

機械設備はいずれも、創業時のものの改造や自社製が大半を占め、極めて旧式のもので、生産効率は低い。しかし、設備の整備はゆきとどいており、順調に稼働している。又一部で、最近になって外国から導入された新鋭設備も数点あるが、铸造機を除いてその他は十分に活用されていないようである。

専用機の製作組立に必要な設備機械は充分とは言えないが、ジグ中ぐり盤（Jig boring machine）、平削盤、平面研削盤、円筒研削盤と一応の加工設備は保有しているが、研削技術など不十分なために十分に活用されていない。

又、当工場の主力生産品であるアルミニウム合金ピストンの原材料は、隣接する淄博市郊外にあるアルミ精錬工場から購入できるという好条件に恵まれている。

図4-1に当工場の全体配置を示す。



類別	㎡
工場敷地総面積	57,371
工場建物面積	12,200
補助建物面積	6,070

山東濱州ピストン工場		
工場区平面図		
制図	黄誠	
比例	1:1000	

図4-1 工場増築場所および新設ラインの配置





## 4.1 溶湯精製

### 4.1.1 設備

溶解は鑄造工場の建屋の一隅において行われている。表4.1.1-1に示したように、当該工場は3台の溶解炉を保有し、このうち、2台で操業している。

溶解炉は2.5トン定置式反射炉で、溶解能力は625kg/Hである。いずれも自社製で現在使われている炉は1985年に製造されたものである。

取鍋は容量300kgで2台保有している。取鍋の予熱装置は無い。

その他の溶解関係の設備としてはアルミニウムインゴットおよび切粉再生地金を地金倉庫より運搬する軌道上を動く台車がある。また溶湯の運搬のためには、まず、溶解炉出湯口に近接する取鍋を乗せる軌道上を動く台車と、次いで、保温炉上へ運ぶ3トンの電動ホイスト2台がある。

これらの設備の配置図を図4.1.1-1に示す。

表 4.1.1-1 溶解・鑄造・熱処理関係主要設備一覽表

名 称	能力、容量	数量	製 造 年月日	製 造 所	ピストン素材生産量	
					日 産 (個)	年産 千個
溶 解 炉	2.5T 625kg/H	3台	1985	自 社 製	7,360	1,914
取 鍋	300kg/台	2台	1984	"		
保 温 炉	250kg/台 100KW 900kg/H	14台	1981	"	7,945	1,945
自 動 鑄 造 機		1台	1984	外 国 製	900 ~ 1,500	367
溶 湯 鍛 造 機		2台	1985	天津鍛圧 機械工場	720	176
手 動 鑄 造 機		10台		自 社 製	4,500 ~ 5,170	1,345
3 <sup>T</sup> 電動ホイスト		2台		淄博垣台 自動車修理工場		
湯 口 切 断 機	12KW	4台	1978	自 社 製	4,500	1,750
丸 型 電 気 炉	75KW	4台		"	4,500	1,350
焼 入 水 槽		2台		"		
箱 型 電 気 炉	48KW	4台		"	4,500	1,350
1 <sup>T</sup> 電動ホイスト		2台				

秤量器

地金倉庫  
アルミニウム地金, 切粉再生地金  
アルミニウム合金地金

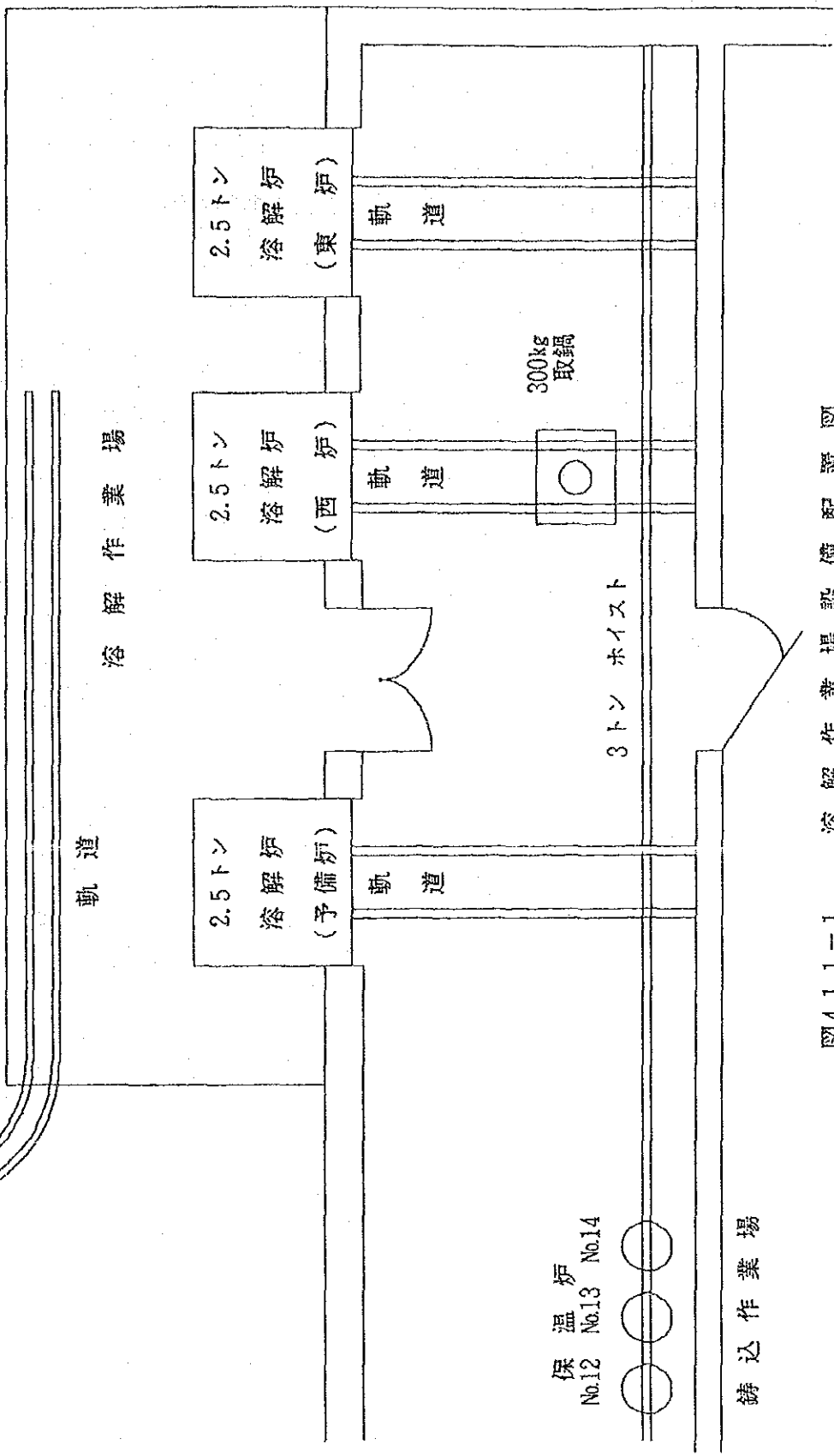


図4.1.1-1 溶解作業場設備配置図

#### 4.1.2 操業の現状分析

##### (1) 技術

当該工場における年間のアルミニウム合金の溶解量は約 3,000 トンで、その溶解に使用される燃料油であるディーゼル油は年間 520 トンが消費される。図 4.1.2-1 に一年間の溶解と燃料油消費量を示す。

アルミニウム合金溶湯を溶製する操業方法について、共晶アルミニウム合金を例に図 4.1.2-2 に示す。

溶解原料は純アルミニウムのほかに、合金元素は純金属で購入し、配合されている。これらの純金属は表 4.1.2-1 に示した規格の中で、品位の良い種類の原料が使用されている。

ピストンの製造に使用されるアルミニウム合金の種類は表 4.1.2-2 に示した共晶系合金の ZL108 および ZL109 と亜共晶系の ZL110 合金の 3 種類がある。

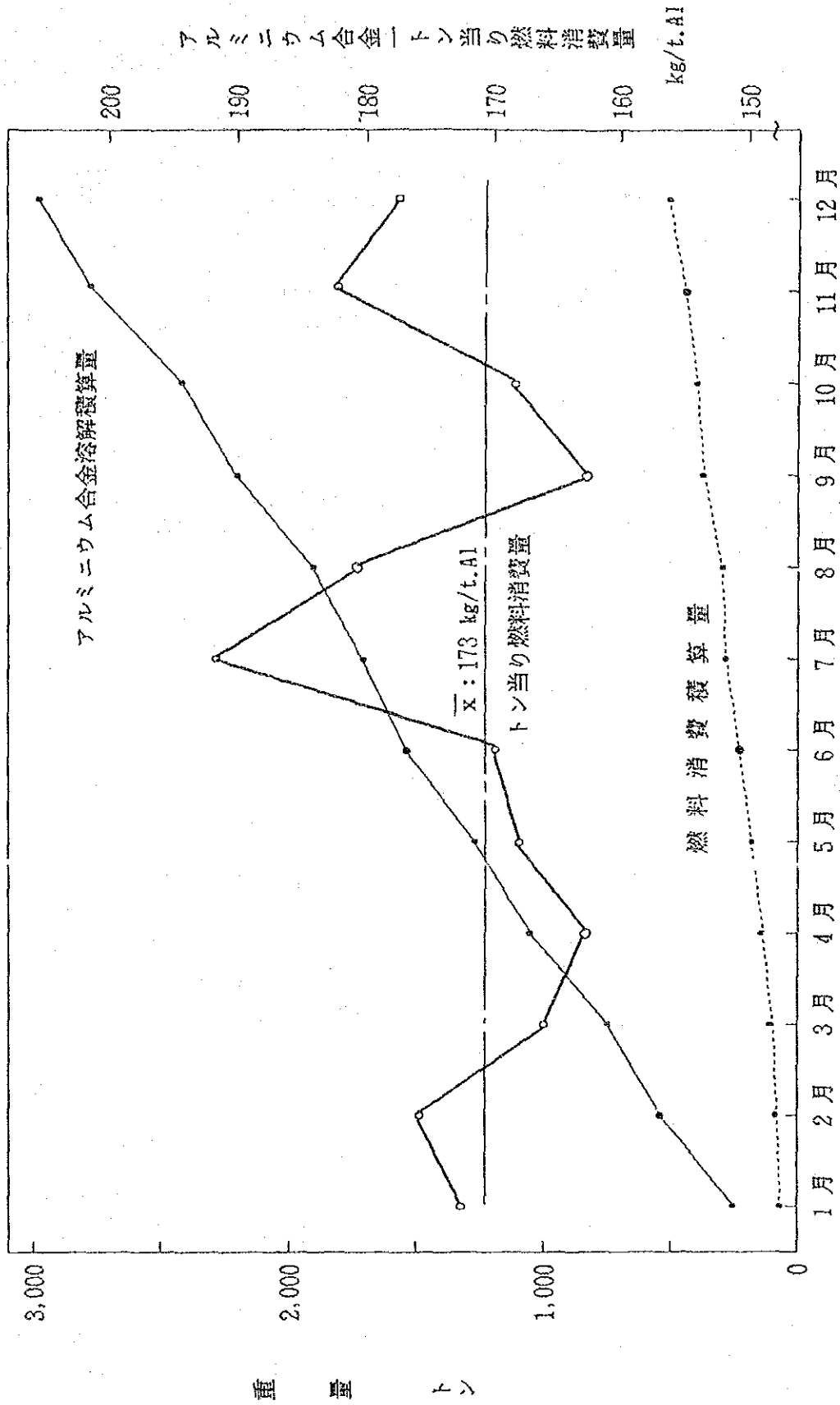


図 4.1.2-1 一年間における溶解量と燃料消費量

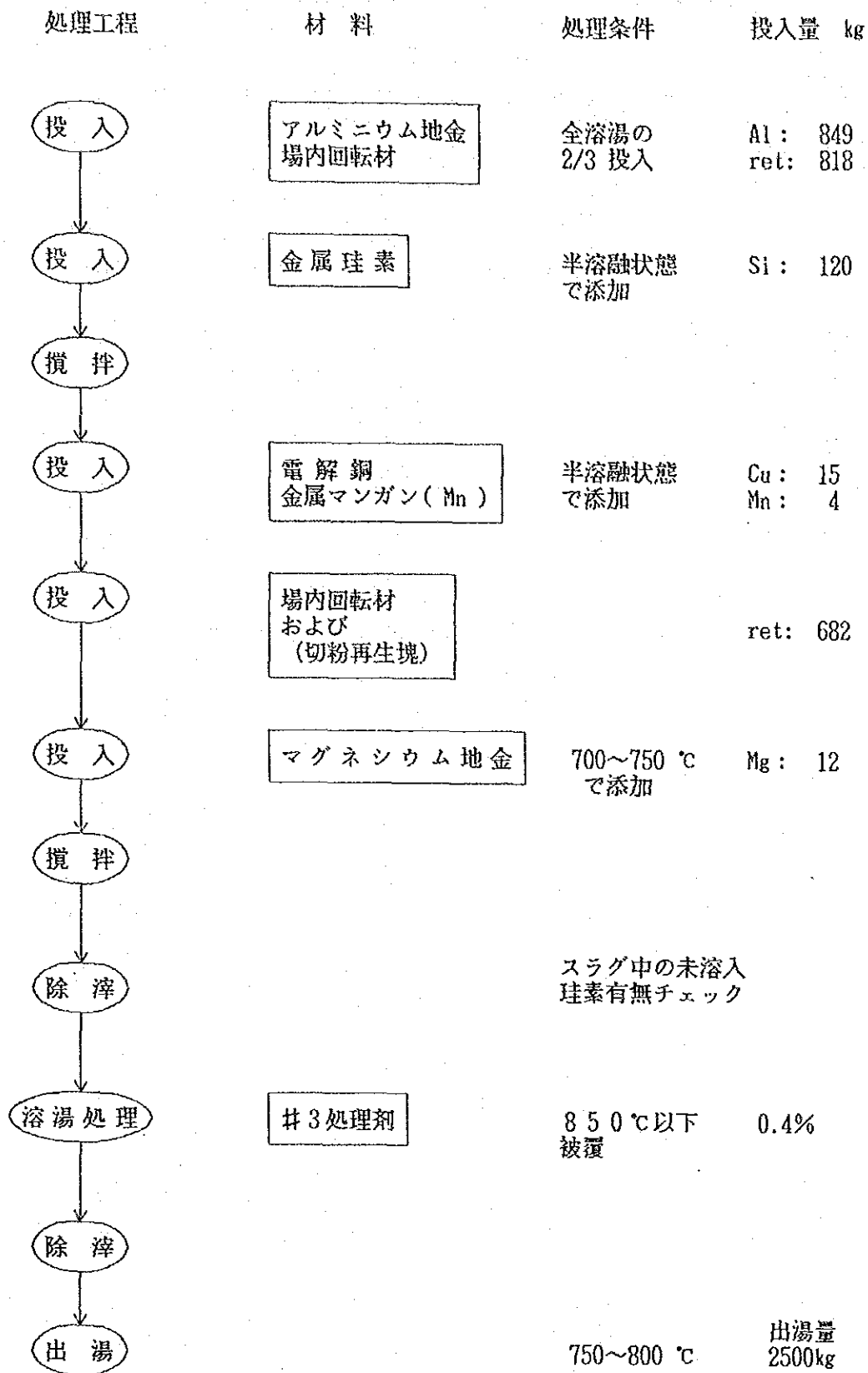


図4.1.2-2 共晶系アルミニウム合金の溶解方法の例

表 4.1.2-1 ピストン用アルミニウム合金の溶製に使用する原料

名 称	G B 規 格			ピストンに 使用する場合の 金属の純度 %
	記 号	純 度 %	鉄 量 %	
アルミニウム インゴット ( ingot )	Al-1	99.7 ≧	0.16 ≧	99.6以上
	Al-2	99.6 ≧	0.25 ≧	
	Al-3	99.5 ≧	0.30 ≧	
金属珪素	Si-1	99.0 ≧	0.5 ≧	98以上
	Si-2	98.0 ≧	0.7 ≧	
	Si-3	97.0 ≧	1.0 ≧	
	Si-4	95.0 ≧	1.5 ≧	
電 解 銅	Cu-1	99.95 ≧		99.5以上
	Cu-2	99.90 ≧		
	Cu-3	99.70 ≧		
	Cu-4	99.50 ≧		
マグネシウム インゴット ( Mg ingot )	Mg-1	99.95 ≧	0.02 ≧	99.85 以上
	Mg-2	99.92 ≧	0.04 ≧	
	Mg-3	99.85 ≧	0.06 ≧	
金属マンガン ( Mn )	Mn-1	99.95 ≧	0.05 ≧	99.7以上
	Mn-2	99.7 ≧	0.3 ≧	
	Mn-3	95.0 ≧	5.0 ≧	
	Mn-4	93.0 ≧	7.0 ≧	
電解ニッケル ( Ni )				99.2以上



表 4.2.2-2 鑄造された合金溶湯の化学成分

含有量 (%)

合金名	類別	Si	Cu	Mn	Mg	Ni	Fe
ZL108	管理中	11.5~12.5	1.1~1.8	0.32~0.8	0.4~0.9	—	0.6 ≥
	目標値	11.8	1.3	0.38	0.6	—	0.4 ≥
	3ヶ月間の実績	11 ~ 13	1.0~2.0	0.3~0.6	0.4~0.8	—	0.36~0.5
ZL109	管理中	11.5~12.5	0.7~1.3	—	0.9~1.4	0.6~1.3	0.7 ≥
	目標値	12	1	—	1	1	0.4 ≥
	3ヶ月間の実績	11 ~ 13	0.7~1.2	—	0.9~1.2	0.9~1.2	0.36~0.6
ZL110	管理中	4.2~5.8	5.5~7.5	0.2~0.45	0.25~0.45	—	0.7 ≥
	目標値	5	6	0.3	0.35	—	0.4 ≥
	3ヶ月間の実績	4 ~ 6	5.5~7	0.25~0.35	0.3~0.4	—	0.36~0.5

( 85.11 ~ 86.1 の実績値 )

(2) 管理、組織

図4.1.2 - 3に溶解、鑄造、熱処理に関連する業務組織と担当業務の概略を示す。

溶解作業に従事する人員は4名であり、1日3交代で実施している。専従として作業するのはほぼ1名で行っている。この作業者の任務は原材料運搬・投入・加熱作業・溶湯処理作業・溶湯運搬および保持炉溶湯処理までである。

毎回の溶解の原材料の配合計算は鑄造の技術員が行い、溶湯の成分分析は技術課所属の理化実験室で実施される。また、技術指導および専門的な問題の解決処理にあたる部署として技術課がある。

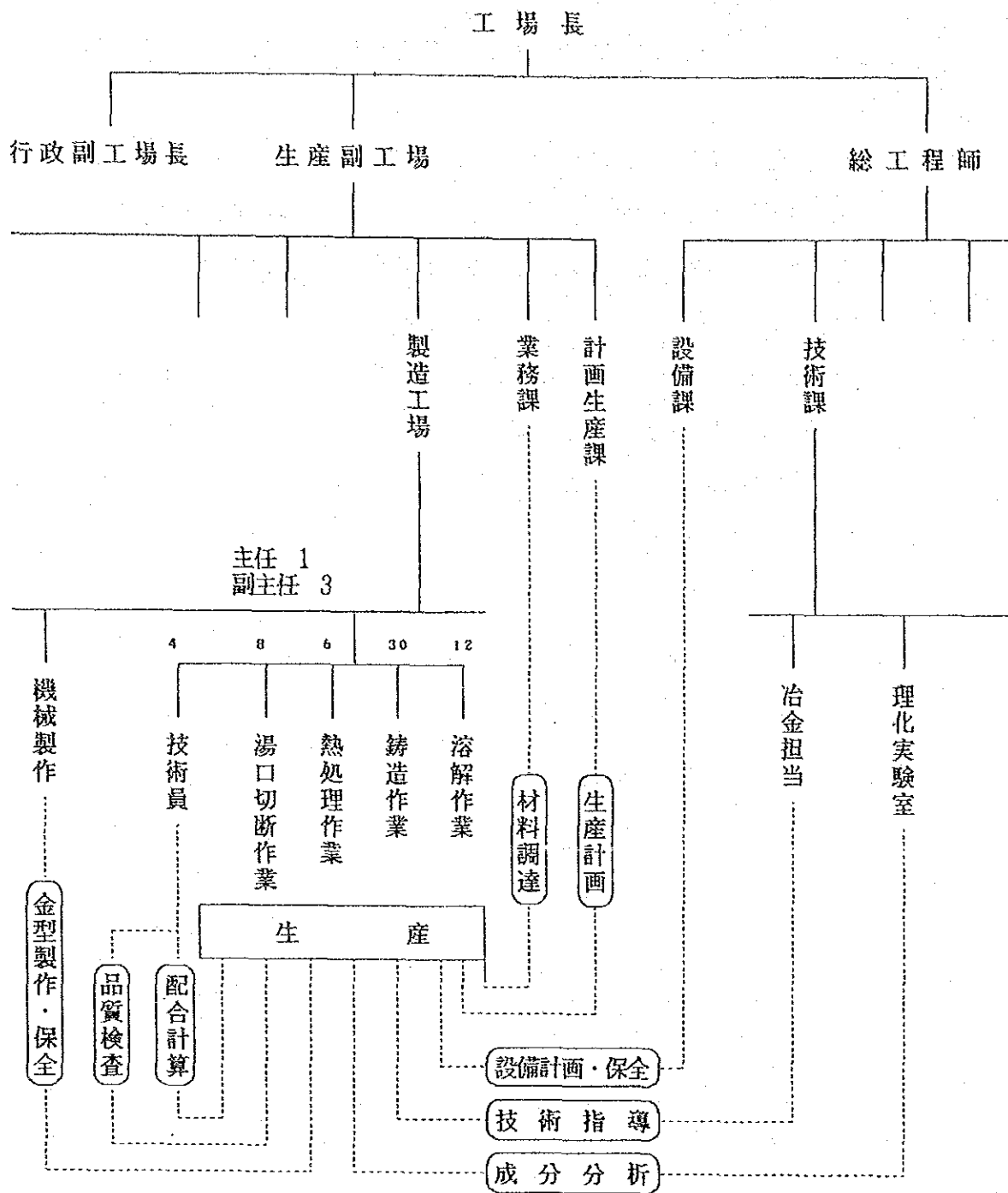


図 4.1.2 - 3 溶解・鑄造・熱処理に関連する業務組織と担当業務

## 4.2 鋳造、熱処理

### 4.2.1 設備

#### (1) 鋳造設備

図4.2.1-1に鋳造工場の設備の配置図を示す。

当該工場においてアルミニウム合金ピストン鋳造機として、溶湯鍛造機2台、自動鋳造機1台と手動機11台を保有し、主として、手動機がピストン鋳造の主力となっており、自動機は調査時鋳造試験に使われていた。溶湯鍛造機は稼動していなかった。年間生産能力は表4.1.1-1に示されているように170万個である。

溶湯の保温炉はセラミックヒーターの電気炉で容量は250kgで14台あり、鋳込作業には2台を1組みとして、交互に溶湯を使用している。この14台の炉において年間のアルミニウム合金溶湯の処理能力は約195万個である。

また、鋳放品の湯道および押湯部の切断除去に使用される湯口切断機は4台あり、年間処理能力は175万個である。

#### (2) 熱処理設備

アルミニウム合金ピストン素材の熱処理の設備は表4.1.1-1に示すように、溶体化炉が4台、時効炉が4台および焼入れ水槽は2台ある。溶体化炉は丸型の75KWの電気炉であり、時効炉は箱型の48KWの電気炉で、いずれも熱風循環装置が付いている。温度制御のために、溶体化炉は上・下の2つの加熱帯を設け、それぞれで制御している。時効炉は一体で加熱される。なお、これらの炉は年間135万個の処理能力を持っている。

焼入れ用の水槽には焼入れ水の温度調節のための加熱装置は付いていない。これらの設備の配置を図4.2.1-2に示す。熱処理に用いられるバスケットは溶体化用と焼戻し処理用のバスケットの形状、大きさが異なり、また、収容数も異なる。(図4.2.1-3)

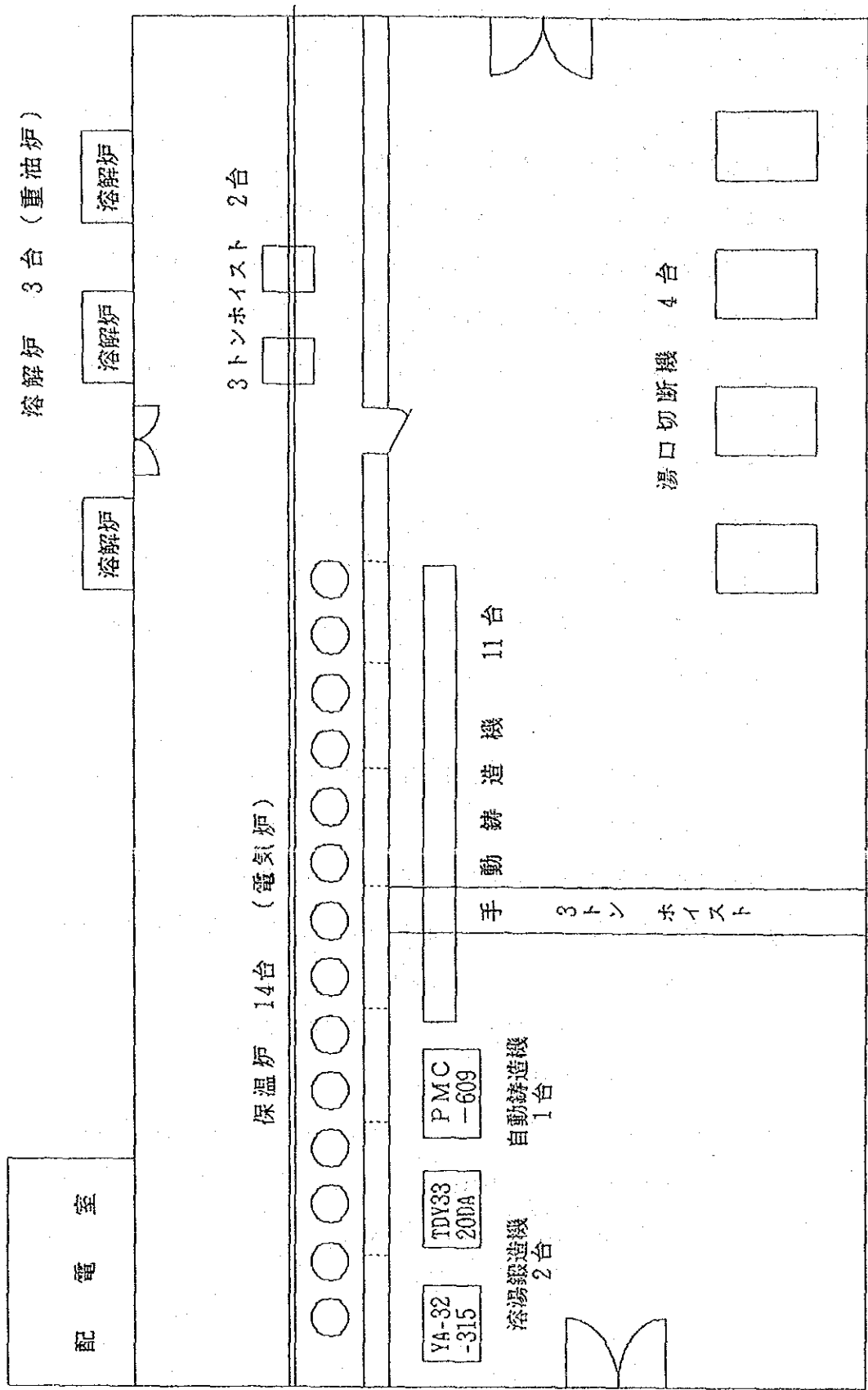
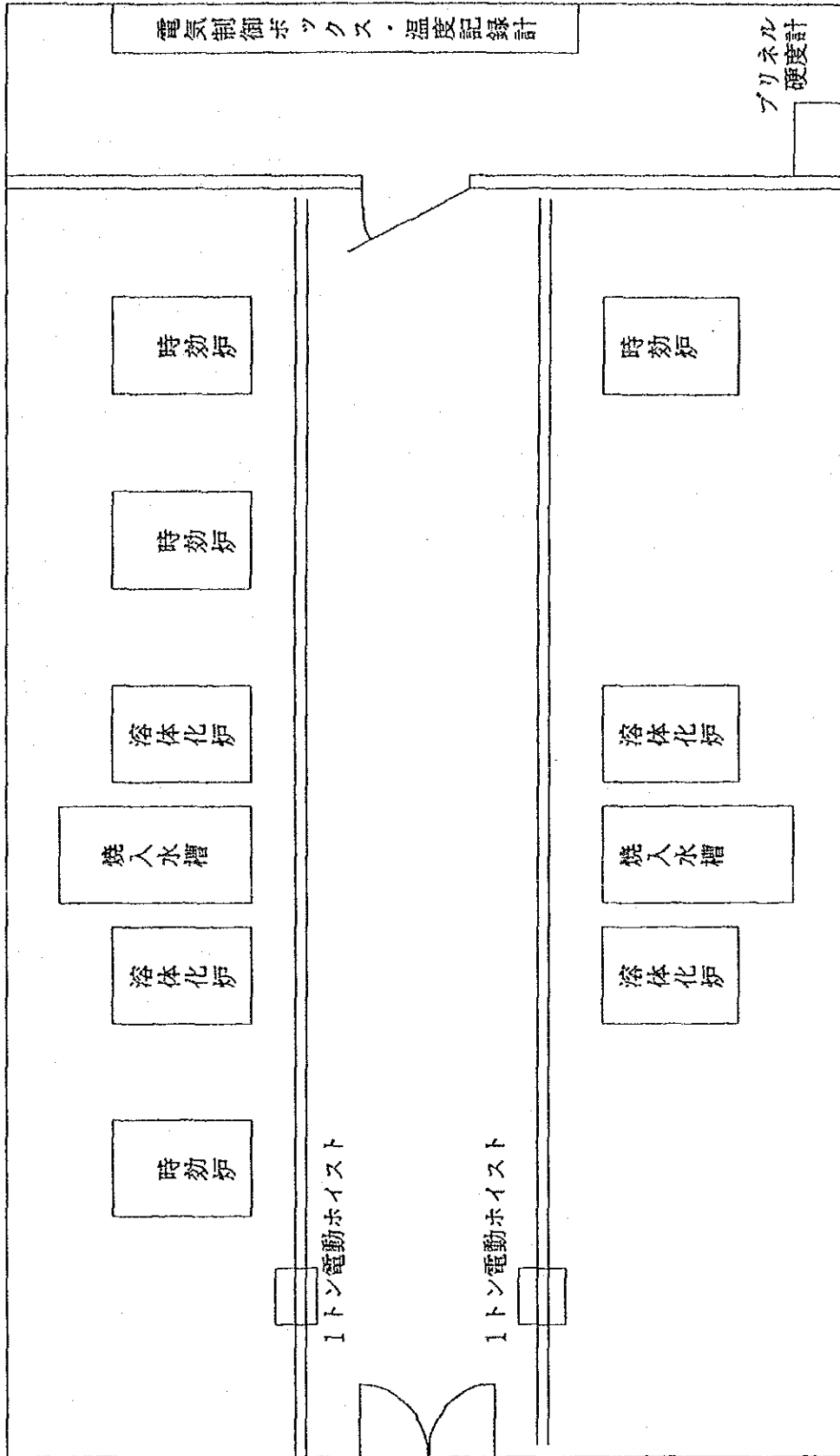


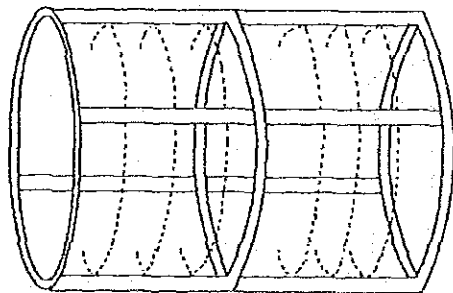
図 4.2.1-1 鑄造作業場配置図



面積 491.6 m<sup>2</sup>

図 4.2.1-2 熱処理作業場設備配置図

φ 950



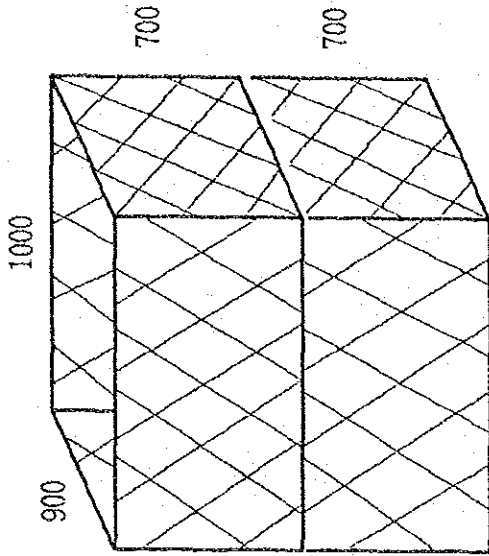
1300

95系列ピストン収容数

400ヶ

積層積み (8段)

溶体化炉用



900

1000

700

700

”

250×2ヶ

バラ積み

時効炉用

図 4.2.1-3 熱処理用バスケット

## 4.2.2 操業の現状分析

### (1) 技術

現在の当該工場において生産されるピストンを機関別に分類すると図4.2.2-1に示すように、主力はディーゼル用ピストンで半数以上を占める。自動車用ピストンはそれほど多くない。

次に、この3ヶ月間（60.11～61.1）に生産された主たるピストンについて実態を調査した結果を表4.2.2-1に示す。主力機種はディーゼル用の95系列ピストンで他に比べ圧倒的に多い。このピストンの材質はZL108合金であり、実態調査の対象機種としてこの95系列ピストンを取り上げることとする。

95系列ピストンの不良率は14.1%であり、1985年の年間の鋳物の不良率14.9%であり、全体の不良率の平均的な位置にある。

鋳込時の各合金溶湯の合金成分および不純物の量について表4.2.2-2に示すが、その結果を社内の規制値として定めた範囲に比較すると、Si量およびCu量が規制値を外れることがあることがわかる。

鋳物の品質を左右する溶湯の各種処理剤は表4.2.2-3に示すが、いずれも、化合物を原料で購入し、配合して使用している。

また、塗型材およびアルミニウム溶湯からの防食用としての鉄製溶解器具の塗布材もやはり原料を購入し、社内にて配合して使用されている。表4.2.2-4に器具塗布材と塗型材を示す。

このように、使用する材料はすべて原料で購入し、社内にて使用時に配合して用いられている。

熱処理に関してはアルミニウム合金の種類・使用目的により熱処理方法が異なり、T6処理とT5処理が採用されている。（図4.2.2-2）

また、熱処理条件はピストンのサイズ（外径の大きさ）により温度および時間が変えられ、ピストンが大きくなるほど処理温度を高くし、処理時間を長くしている。



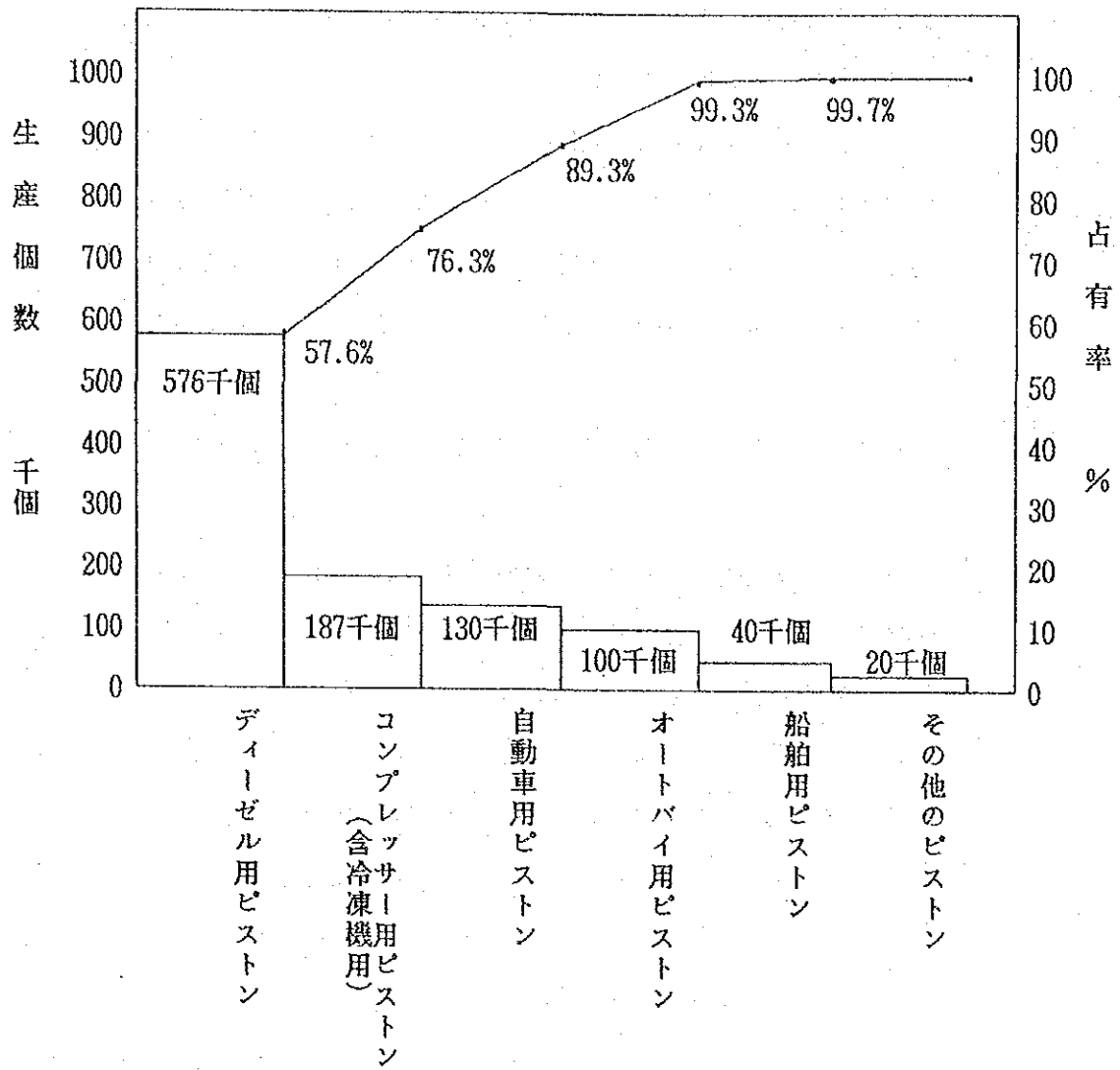


図 4.2.2-1 機関別ピストンの生産実績  
(1985年)

表 4.2.2-1 最近3箇月間に生産された主なピストンの実態について

番号	機種名	*1 機関別	材質	鑄込個数 (個)	鑄込日数 (日)	鑄放重量 (gr)	製品重量 (gr)	*2 鑄造機	不良率 (%)	不良内容					
										引け菓	ピンホール	巻込み	湯回り不良	湯境	その他
1	95	D	ZL108-T6 ZL108G-T6	166,000 (内自:30,000)	50	1,700	880	手, 自	14.1	6	35	52	4		3
2	CA-10C	G	ZL110-T5	50,600	18	2,140	820	手	4.1	4	39	53	1		3
3	BJ-212	G	ZL108-T5	13,500	14	1,930	570	手	9.8	6	25	62	6		1
4	6160	D	ZL110-T5	7,020	27	11,160	5,250	手	8.6	9	31	58	1		1
5	6120	D	ZL108-T5	5,070	20	6,700	2,040	手	19.5	40	26	32			2
6	CA-10気泵	C	ZL110-T5	18,000	18	410	120	手	6.5	36	28	30			8
7	8AS-17	C	ZL110-T5	3,600	15	9,350	4,100	手	6.37	18	38	39		2	3
8	6FW-7B	C	ZL110-T5	7,900	12	920	290	手	9.6	32	30	34	2		2
9	8AS-12.5	C	ZL110-T5	4,680	12	4,190	1,560	手	2.62	29	34	32	1		4
10	EQ-140	G	ZL110-T5	16,600	15	560	180	手	4.8	16	38	41		3	2

\*1 D:ディーゼル G:ガソリン C:コンプレッサ

\*2 手:手動機 自:自動機

表 4.2.2-2 ピストン用鋳造アルミニウム合金の化学成分

(%)

記号	類別	Si	Cu	Mn	Mg	Ni	Fe	Al
ZL108	配合	11.5~12.5	1.2~1.5	0.35~0.50	0.5~0.7	—	0.4以下	残余
	溶湯	11.5~12.5	1.1~1.8	0.32~0.8	0.4~0.9	—	0.6以下	残余
	製品	11.0~13.0	1.0~2.0	0.3~0.9	0.4~1.0	—	0.7以下	残余
ZL109	配合	11.5~12.5	0.8~1.2	—	1.0~1.2	0.7~1.2	0.4以下	残余
	溶湯	11.5~12.5	0.7~1.3	—	0.9~1.4	0.6~1.3	0.7以下	残余
	製品	11.0~13.0	0.5~1.5	—	0.8~1.5	0.5~1.5	0.8以下	残余
ZL110	配合	4.5~5.5	6.0~7.0	0.25~0.35	0.3~0.4	—	0.6以下	残余
	溶湯	4.2~5.8	5.5~7.5	0.20~0.45	0.25~0.45	—	0.7以下	残余
	製品	4.0~6.0	5.0~8.0	0.5以下	0.2~0.5	—	0.8以下	残余

表 4.2.2-3 溶湯の脱ガス・脱滓・微細化処理に用いるフラックス

名 称		六塩化 エタン	処理剤 # 1	処理剤 # 2	処理剤 # 3	磷複合剤	備 考
用 途		脱ガス	改良処理	脱 滓	酸化防止	Pri. Si 微細化	
適用合金		ZL108 ZL108G ZL109G ZL110	ZL108	ZL108G ZL109G ZL110		ZL108G ZL109G	
構 成 成 分 (%)	NaCl	—	62.5	62.5	50		純度 % 97.5 ≤
	KCl	—	12.5	12.5	10		98 ≤
	NaF	—	25	—	30		94 ≤
	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	—	—	25	10		95 ≤
	Na <sub>2</sub> AlF <sub>6</sub>	—	—	—	—		97 ≤
	C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	100	—	—	—		工業用
使用 方 法		720~740 °C 溶湯に押し込み、バテリング 清浄になる まで保持 (5~10分間)	720~740 °C 溶湯に散布し、凝結後 押し込む (約20分)	720~740 °C 溶湯に溶け 落ち後、押し込んで攪拌 (約10分)	700~750 °C 溶湯表面に 散布し、 被覆して 加熱する	780°C溶湯 に押し込み バテリング (10~15分間)	
添 加 量		0.4 ~0.5%	0.8 ~1.0%	0.6 ~0.8%	0.4 %	0.1 %	

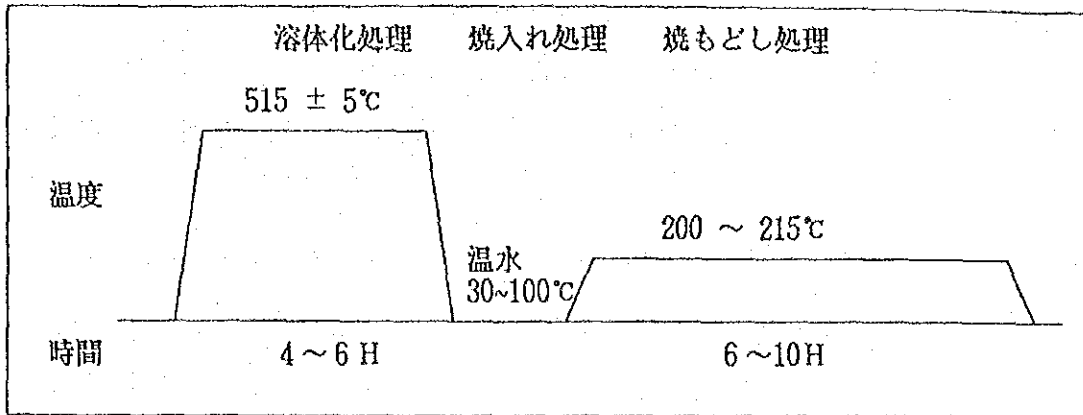
表 4.2.2-4 器具塗布材および塗型材

配合量 (%)

記号 成分	塗布剤 # 1	塗布剤 # 2	塗布剤 # 3	塗型剤 # 4	塗型剤 # 5	塗型剤 # 6	塗布剤 # 7
炭酸カルシウム 80~100メッシュ (mesh)	24	48					
酸化亜鉛 140~170メッシュ (mesh)	24			10	20		
石綿粉 60~80メッシュ (mesh)				20	5		
黒鉛粉 140~270メッシュ (mesh)						15	50
石英粉 200~270メッシュ (mesh)			48				
水ガラス 比重1.45~1.55	1~4	1~4	1~4	2~5	2~5	1	1~4
水	残部	残部	残部	残部	残部	残部	残部
用途	溶解工具	鉄坩堝	鉄坩堝	金型の湯道と 押湯部分	主型の キャピライ 部分	金型の 中子部分	柄杓

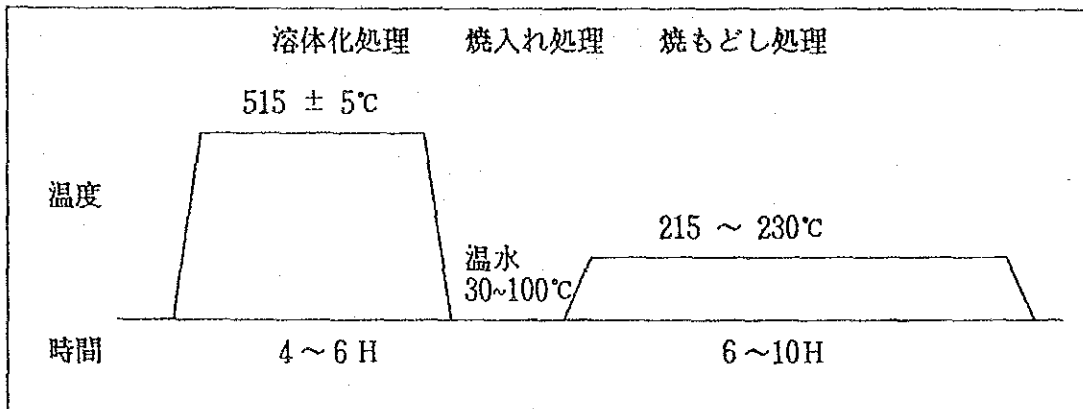
ZL108, ZL109合金

T6処理



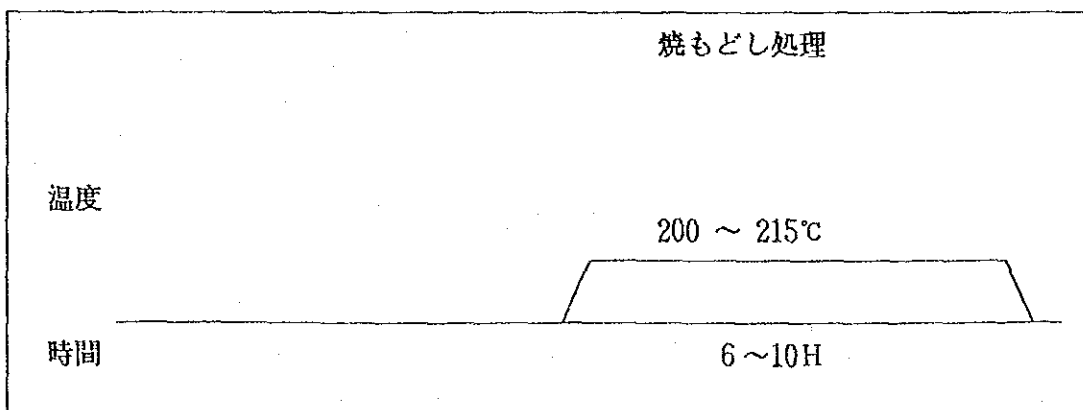
ZL108G, ZL109G合金

T6処理



ZL110合金

T5処理



(註) いずれもピストンのサイズにより溶体化時間あるいは  
焼もどし温度と時間が変えられる。

図 4.2.2-2 アルミニウム合金ピストンの熱処理加熱時間線図

(2) 管理、組織

鑄造・熱処理に関する作業現場においては直接作業者は鑄造30名、熱処理8名および湯口切断6名で構成されている。

監督者は主任1名、副主任3名で、溶解から鑄造、熱処理までの工程を掌握している。

この他、鑄造・熱処理の製造工場には4名のスタッフがいて、この中の2名は技術員で、他の2名は助手として作業を行っている。

また、他の部署からは技術指導のためのメンバーとして、技術関係の総工程師の所轄にある技術課に所属する工程師2名と助理工程師2名の合計4名が、鑄造・熱処理に関与する技術者としている。これらの技術課員は新技術・新材料の研究開発も担当している。

業務組織と担当業務については図4.1.2-3に示す。

### 4.3 機械加工

#### 4.3.1 設備

- ① ピストン機械加工工場は、#195加工ライン、現在調整中の5工程自動ラインを有する第一工場、#125加工ライン、#175加工ライン、#160加工ライン、#6250 鋳鉄専用加工ラインを有する第二工場、#140加工ラインを有する第三工場で構成されている。

各加工ラインのレイアウト(Lay Out)は図4.3.1-1～図4.3.1-3に示す通りである。

- ② 各加工ラインの主要設備機械台数は表4.3.1-1の通りである。

表4.3.1-1 加工ラインの機械台数 (台数)

ライン名 機 械	#195	#140	#125	#175	#160	計
自 動 機	11	8	5	4	6	34
半 自 動 機	1	5	7	7	9	29
手 動 機	2	4	6	4	4	20

機械全体に対する 各機械の配分率は

自 動 機 41%

半 自 動 機 35%

手 動 機 24%

である。

- ③ 各加工ラインの工程別機械設備は、表4.3.1-2～表4.3.1-6に示す通りである。加工ラインの設備は同工場で専用化された機械が大半を占めている。



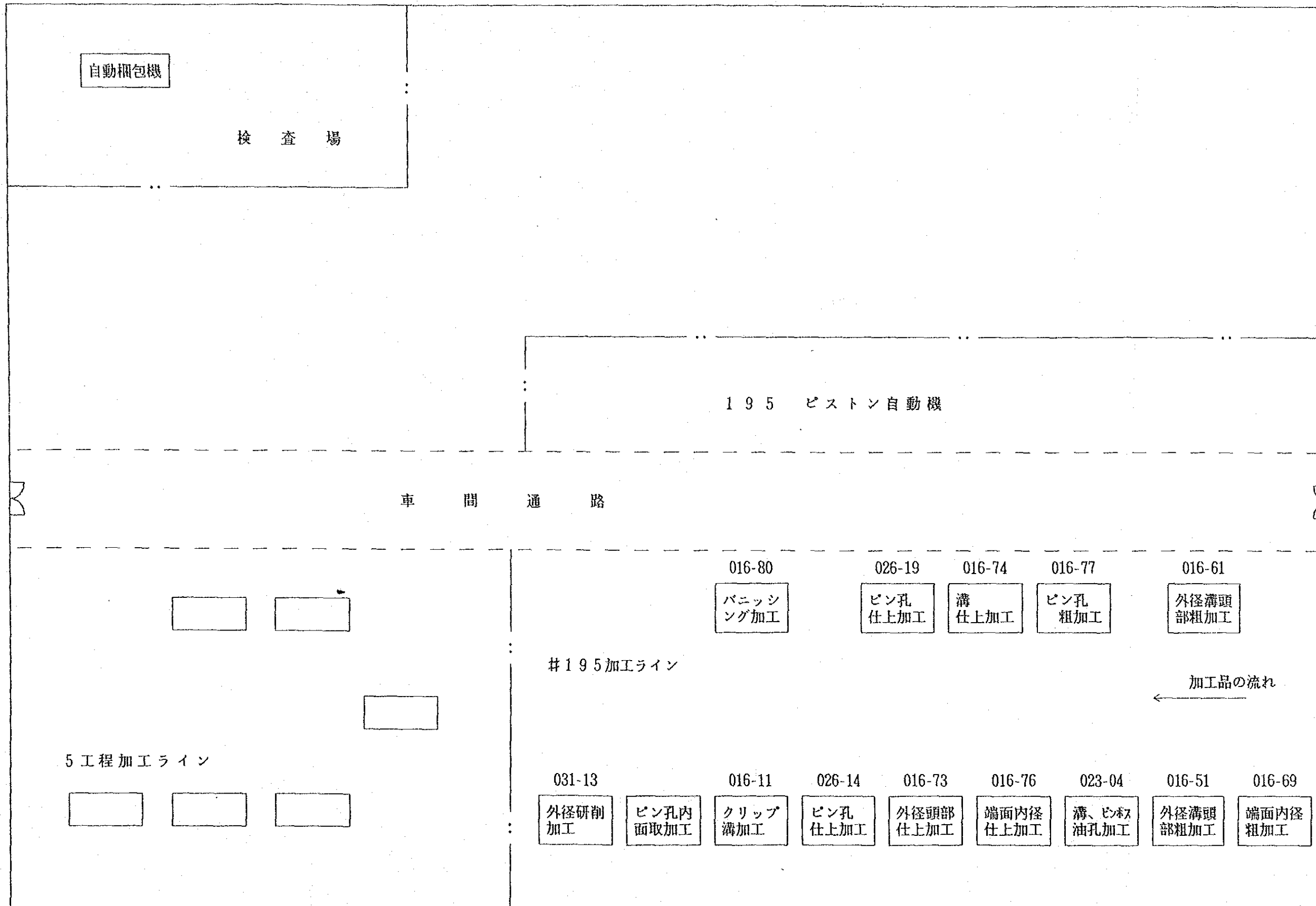


図4.3.1-1 #195加工ラインのレイアウト (Lay Out)

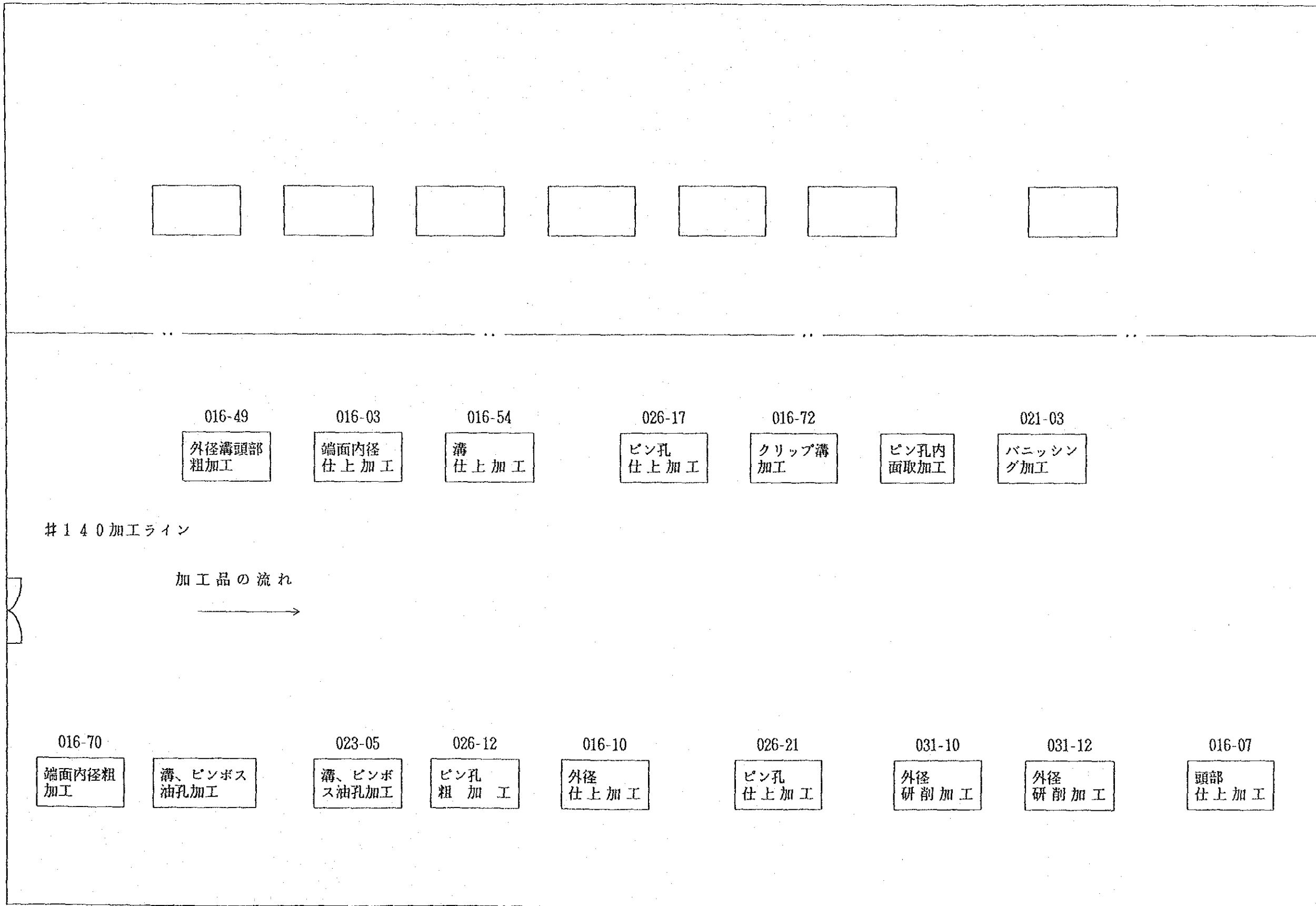


図4.3.1-2 #140加工ラインのレイアウト ( Lay Out )

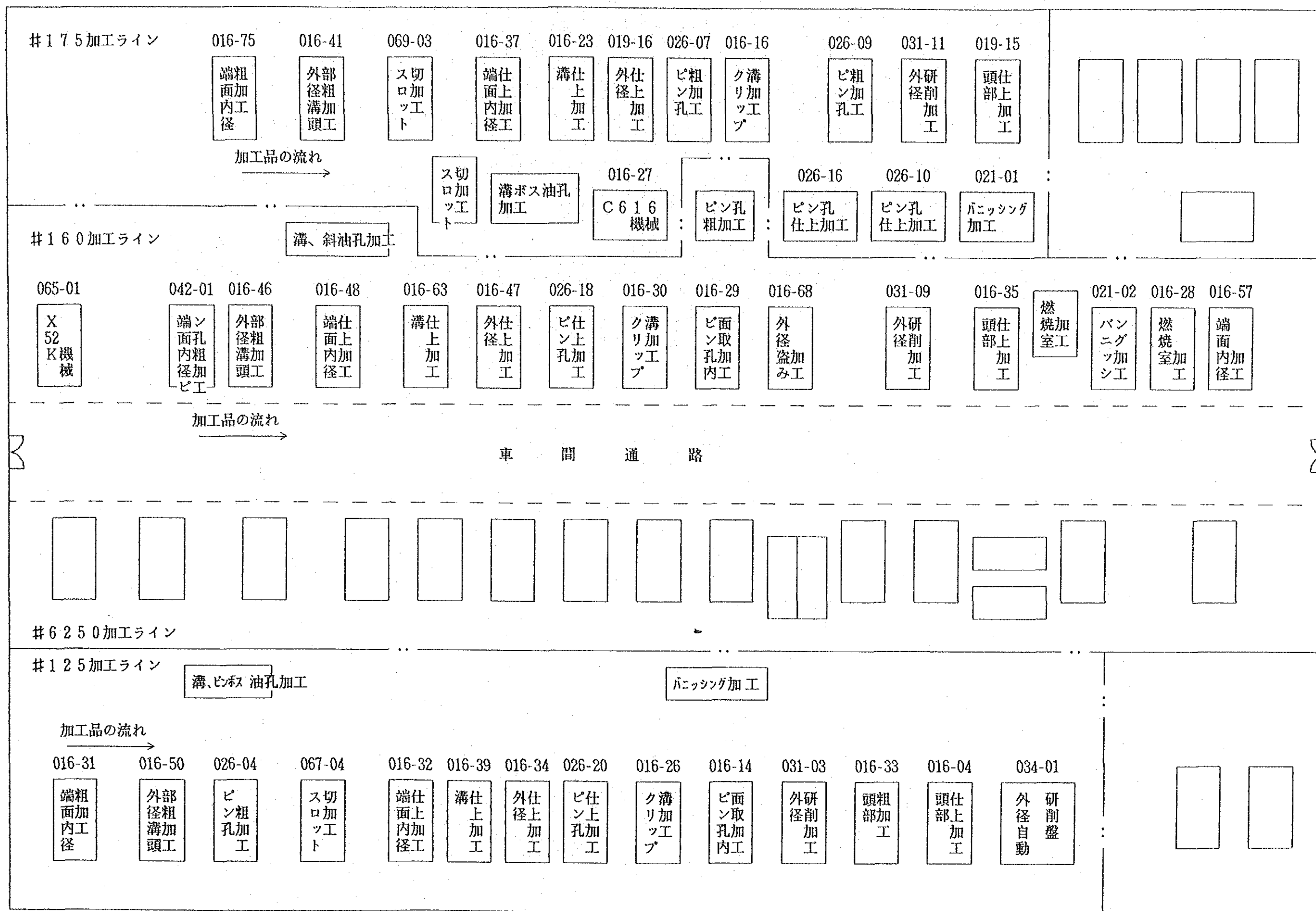


図4.3.1-3 #125、#175、#160加工ラインのレイアウト(Lay Out)



表4.3.1-2 #195加工ライン 工程別機械設備

機械番号	工程名(加工箇所)	機械名称	機械数	製造社	備考
016-69	端面内径粗加工	内径切削専用機	1	山東濱州製	
016-51(61)	外径溝頭部粗加工	内径切削専用機	2	↑	切削油設備付
023-04	油孔明加工	多軸穿孔専用機	1	↑	
016-76	端面内径仕上加工	内径切削専用機	1	↑	
016-77	ピン孔粗加工	中ぐり専用機	1	↑	
016-74	溝仕上加工	溝切削専用機	1	↑	切削油設備付
016-73	外径、頭部仕上加工	外径切削専用機	1	↑	
026-19(14)	ピン孔仕上加工	2軸中ぐり専用機	2	↑	
016-11	クリップ(chip)溝加工	内径溝切削専用機	1	↑	
	ピン孔内面取加工	面取切削専用機	1	↑	
016-80	パッシング(burnising)加工	横型パニッシング専用機	1	↑	
031-13	外径研削加工	外径研削盤	1		切削油設備付

表4.3.1-3 井140加工ライン 工程別機械設備

機械番号	工程名(加工箇所)	機械名称	機械台数	製造社	備考
016-70	端面内径粗加工	内径切削専用機	1	山東濱州製	
016-49	外径溝、頭部粗加工	外径切削専用機	1	↑	切削油設備付
	油孔明加工	卓上ボール盤(BENCH DRILLING MACHINE) 3	3		
023-05	油孔明加工	多軸穿孔専用機	1	山東濱州製	
026-12	ピン孔粗加工	中ぐり専用機	1	↑	
016-03	端面内径仕上加工	内径切削専用機	1	↑	
016-54	溝仕上加工	溝切削専用機	1	↑	切削油設備付
016-10	外径仕上加工	外径微切削専用機	1	↑	
026-17 (21)	ピン孔仕上加工	2軸中ぐり専用機	2	↑	
016-72	クリップ溝加工	内径溝切削専用機	1	↑	
021-03	パニッシング加工	直立ホルル盤	1		
031-10 (12)	外径研削加工	外径研削盤	2		切削油設備付
016-07	頭部仕上加工	頭部切削専用機	1	山東濱州製	

表4.3.1-4 井125加工ライン 工程別機械設備

機械番号	工程名(加工箇所)	機械名称	機械台数	製造社	備考
016-31	端面内径粗加工	内径切削旋盤	1	山東濱州製	
016-50	外径溝、頭部粗加工	外径切削専用機	1	↑	切削油設備付
026-04	油孔明加工	卓上ボール盤	3		
067-04	ピン孔粗加工	中ぐり専用機	1	山東濱州製	
016-32	スロット(slot)切加工	横型フライ盤(MILLING MACHINE)	2		
016-39	端面内径仕上加工	内径切削専用機	1	山東濱州製	
016-34	溝仕上加工	溝切削専用機	1	↑	切削油設備付
026-20	外径仕上加工	外径倣切削専用機	1	↑	
016-26	ピン孔仕上加工	2軸中ぐり専用機	1	↑	
016-14	クリップ溝加工	内径溝切削専用機	1	↑	
031-03	ピン孔内面取加工	面取切削専用機	1	↑	
016-33	外径研削加工	外径研削盤	1		切削油設備付
016-33	頭部仕上加工	頭部切削専用機	2	山東濱州製	

表4.3.1-5 #175加工ライン 工程別機械設備

機械番号	工程名(加工箇所)	機械名称	機械数	製造社	備考
016-75	端面内径粗加工	内径切削旋盤	1	山東濱州製	
016-41	外径溝、頭部粗加工	外径切削専用機	1	↑	切削油設備付
	油孔明加工	卓上ボール盤	1		
016-37	端面内径仕上加工	内径切削専用機	1	山東濱州製	
016-23	溝仕上加工	溝切削専用機	1	↑	切削油設備付
019-16	外径仕上加工	外径微切削専用機	1	↑	
026-07	ピン孔粗加工(I)	中ぐり専用機	1	↑	
026-09	ピン孔粗加工(II)	中ぐり専用機	1	↑	
026-10	ピン孔仕上加工	2軸中ぐり専用機	2	↑	
016-16	クリップ溝加工	内径溝切削専用機	1	↑	
021-01	バニッシング加工	直立ボール盤	1		
031-11	外径研削加工	外径研削盤	1		切削油設備付
019-15	頭部仕上加工	頭部切削専用機	1	山東濱州製	



表4.3.1-6 #160加工ライン 工程別機械設備

機械番号	工程名(加工箇所)	機械名称	機械台数	製造社	備考
042-01	端面内径、ピン孔粗加工	3割出し中ぐり専用機	1	山東濱州製	
016-46	外径、溝、頭部粗加工	外径切削専用機	1	↑	切削油設備付
	油孔明加工	卓上ボール盤	3		
016-48	端面内径仕上加工	内径切削専用機	1	山東濱州製	
016-63	溝仕上加工	溝切削専用機	1	↑	
016-47	外径仕上加工	外径切削専用機	1	↑	
016-18	ピン孔仕上加工	中ぐり専用機	1	↑	
016-30	クリップ溝加工	内径溝切削専用機	1	↑	
016-29	ピン孔内面取加工	面取切削専用機	1	↑	
016-68	外径盗み加工	外径盗み切削専用機	1	↑	
031-09	外径研削加工	外径研削盤	1		切削油設備付
016-35	頭部仕上加工	頭部微切削専用機	1		

#### 4.3.2 操業の現状分析

##### (1) 技術

###### ① 製品の種類および特性

各加工ラインの加工製品の種類および特性は表4.3.2-1に示す通りである。

###### ② 生産体制と生産実績

#195、#140加工ラインは主にディーゼルエンジン用ピストン、他の加工ラインは、自動車、冷凍機、オートバイ、空気圧縮機用ピストンの多機種加工を行っている。#195加工ラインは2交替制作業であり、他の加工ラインは一部の工程だけ2交替制作業を行っている。

各加工ラインの人員に対する生産実績は表4.3.2-2に示す通りである。

表4.3.2-2 加工ラインの生産実績 (1985年)

加工ライン名	人 員	生 産 実 績
#195加工ライン	31人	275,000個
#140加工ライン	32人	170,642個
#125加工ライン	30人	186,071個
#175加工ライン	31人	270,800個
#160加工ライン	19人	31,685個

機械加工5ラインの生産実績は人員143人に対して934,198個である。ただし、人員143人は1986年度の実習作業員を含んでいる。

表4.3.2-1

各加工ライン 製品の種類と特性

加工ライン名	型式	特 性						
		材質	外径	全高	圧縮高さ	ピン孔径	圧力リング (RING)溝 幅×深さ×箇所	油かきリング (RING)溝 幅×深さ×箇所
#195加工ライン	95-3A	ZL108	φ95	110	60	φ35	3×4.2×3	6×5×1
#140加工ライン	95G	ZL108	φ95	110 105	60	φ35	3×4.2×3	6×5×1
	95-2	ZL108	φ95	110	60	φ35	3×4.2×3	6×5×2
	95-4	ZL108	φ95	110	60	φ35	3×4.2×3	6×5×1
	6102QA	ZL109G	φ102	112	62.7	φ35	3×5×1 2.5×5×1	6×5.7×1
	100	ZL109G	φ100	102	60	φ35	2.5×4.8×2	5×5.4×1
	#125加工ライン	8AS125	ZL110	φ125	150	86	φ42	3×5.25×2
CA-10		ZL108	φ102	105.6	56	φ28	3×5×3	4.8×5.5×1
6100B2		ZL109G	φ100	120	73	φ35	3×5×2	5×5.5×1
6120		ZL108	φ120	147	90	φ45	3×6.25×3	6×6×1
8AS-10		ZL110	φ100	110	65	φ35	3×5×2	4×5×1
6110A		ZL109G	φ110	116	70.8	φ38	2.5×5.5×2	5×6.4×1
212		ZL108	φ82	94	51	φ22	2.4×4.6×2	4×4.7×2
#175加工ライン	CA-10系	ZL110	φ52	53	25	φ12.5	3×2.7×2	3×2.7×2
	50A	ZL108	φ40	49	22.7	φ12	2×2.2×2	
	15	ZL108	φ40	49	28	φ10	2×2.2×2	
	竜口気泵	ZL108	φ52	53	25	φ12.5	3×2.7×4	
	EQ140	ZL110	φ65	54	28	φ14	2.5×3.5×2	4×4×1
	6FW-78	ZL108	φ70	80	48	φ25	3×3.25×2	4×3.25×1
	長江-750	ZL108	φ78	77	41	φ21	2.4×4.6×2	4×4.6×2
#160加工ライン	6160	ZL108	φ160	232	127	φ55	5×6.75×4	8×7.25×2
	8AS17	ZL110	φ170	215	125	φ55	5×7×2	6×7×1
	160A試	ZL109	φ160	232	127	φ55	5×6.75×4	8×7.25×1
	6120	ZL108	φ120	147	90	φ45	3×6.25×3	6×6×1

③ 製品の廃品状況

1985年度の月別機械加工廃品率は表4.3.2-3に示す通りである。

表4.3.2-3 機械加工廃品率

月	廃品率 %
1	1.20
2	2.30
3	3.37
4	3.02
5	2.36
6	2.60
7	3.38
8	5.08
9	2.20
10	2.70
11	2.70
12	5.34

機械加工の年平均廃品率は2.77%である。

(2) 管理、組織

機械加工7ラインの総人員は、153人であり、かつ各加工ラインには専任者を配属し、技術面には技師および助工師が2名配属されている。また全機械加工工場は、主任技師が総括管理を行っている。

機械加工の管理組織図は図4.3.2-1に示す通りである。

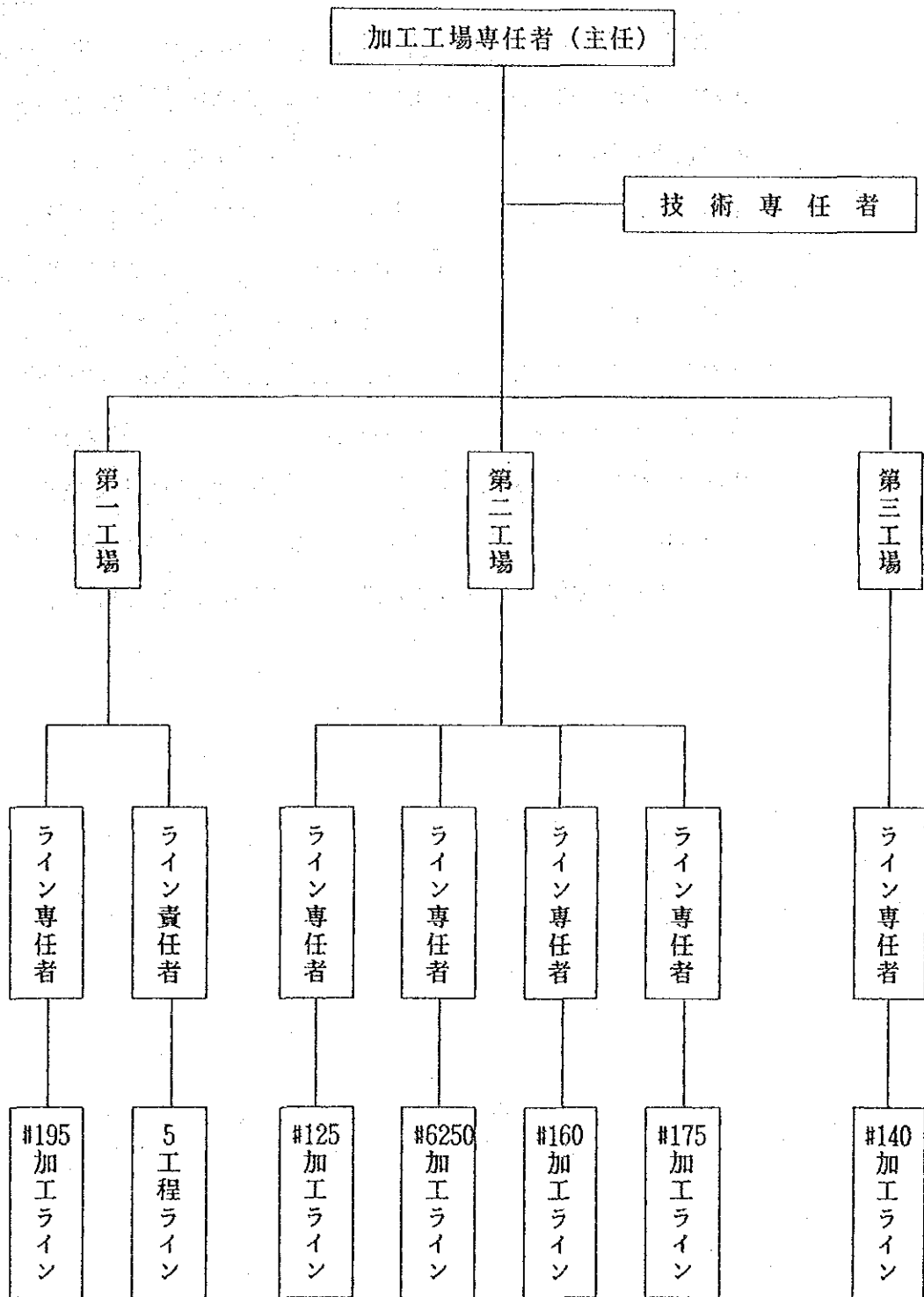


図4.3.2-1 機械加工の管理組織図

## 4.4 金型、治具、切削工具

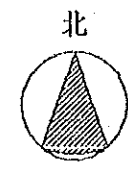
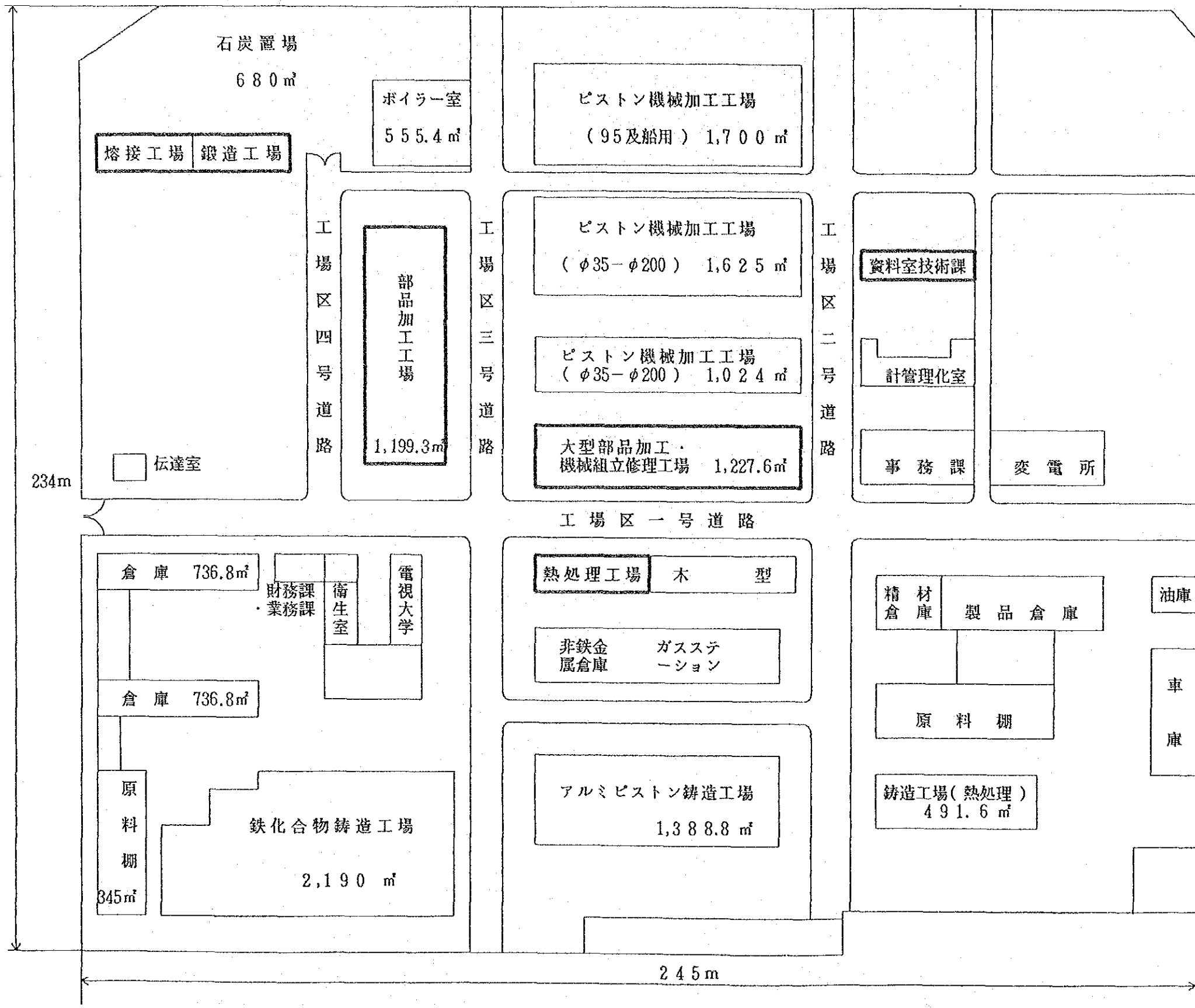
### 4.4.1 設備

金型・治具・切削工具の製作は、生産副工場長の所属のもとに組織されている作業職場の中の、修理工場職場でおこなわれている。修理工場職場は、①鍛造・溶接工場、②部品加工工場、③大型部品加工・機械組立修理工場、④熱処理工場に分棟されている。これらの工場配置図を図4.4.1-1に示す。

金型・治具・切削工具に使用されている主な設備は、形削り盤3台、普通旋盤13台、フライス盤(milling machine)2台、立治具中ぐり盤1台、ラジアルボール盤(radial drilling machine)1台、横中ぐり盤1台、円筒研削盤2台、平面研削盤1台、工具研削盤1台であり、他に鍛造設備、溶接設備(電気・アセチレンガス(acetylene gas))、熱処理設備などがある。

機械は比較的古い機械(1960~1970年代)が多数使用されている。これらの主要設備一覧表を表4.4.1-2に、部品加工工場の機械配置図を図4.4.1-3に、大型部品加工・機械組立修理工場の機械配置図を図4.4.1-4に示す。





類別	m <sup>2</sup>
工場敷地総面積	57,371
工場建物面積	12,200
補助建物面積	6,070

山東濱州ピストン工場		
工場区平面図		
制図	黄誠	
比例	1:1000	

図4.4.1-1 修理工場職場配置図





表4.4.1-2 金型・治具・切削工具製作主要設備一覽表

(その1)

設備番号	型式	名称	仕様又は能力 (mm)	製造年月	國産 又は 輸入	稼働率	使用状況		
							金型	治具	切削工具
016-01	C620	普通旋盤	φ400×1000	1961.11	國産	60	○	○	
016-24	C620	普通旋盤	φ500×1000 4.5KW	1968.4	國産	60	○	○	
016-38	C620	普通旋盤	φ400×1000 4.5KW	1969.1	國産	60	○	○	
016-42	C616	普通旋盤	φ320×750	1969.12	國産	60		○	
016-43	C616	普通旋盤	φ320×750	1969.12	國産	60		○	○
016-44	C616	普通旋盤	φ320×750	1969.12	國産	60		○	○
016-55	C630	普通旋盤	φ615×1400	1973.3	國産	30		○	
016-58	C620	普通旋盤	φ400×1500 4.5KW	1970.5	國産	40		○	○
016-62	C620	普通旋盤	φ400×1500 4.5KW	1972.1	國産	40		○	○
016-81	CW61100	普通旋盤	φ1000×5000	1975.8	國産	10		○	
016-82	C616-1	普通旋盤	φ320×1000	1984.11	國産	60			○
016-83	C616-1	普通旋盤	φ320×1000	1984.11	國産	60			○
016-84	CDZ6140	普通旋盤	φ320×1000	1985.4	國産	60			○
024-01	T4240	立治具中ぐり盤	400W×560L×500H. MTNo.3	1974.12	國産	10			○

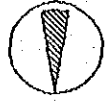
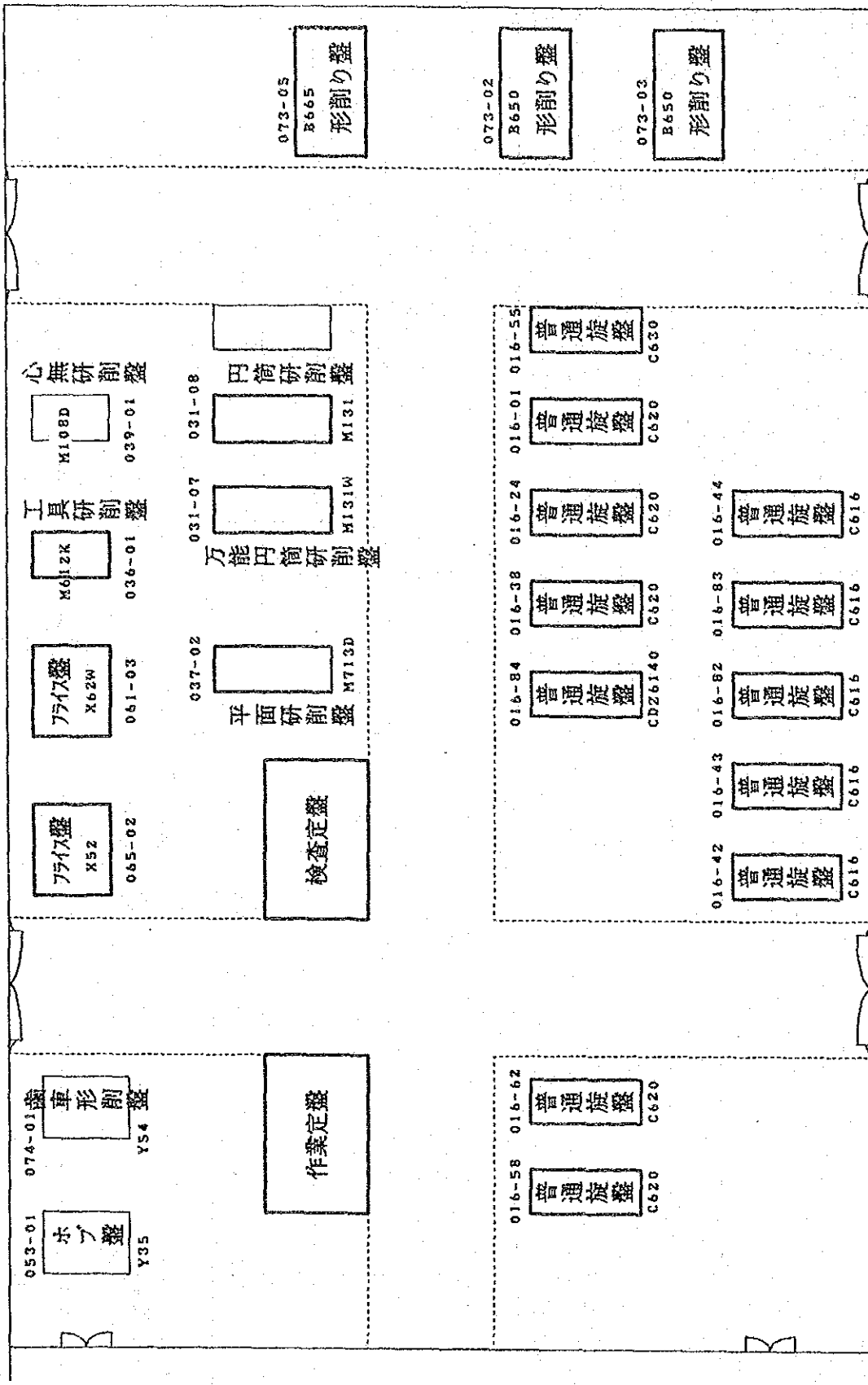
表4.4.1-2 金型・治具・切削工具製作用主要設備一覽表 (その2)

設備番号	型式	名称	仕様又は能力	製造年月	国産又は輸入	稼働率	使用状況		
							金型	治具	切削工具
025-02	Z35	ラジアルボール盤	穴明け能力φ50. アーム長さ1600	1969. 12	国産	60	○	○	
026-03	T68	横中ぐり盤	主軸径φ80 MT No.5	1978. 5	国産	40	○	○	
031-07	M131W	万能円筒研削盤	φ315×1000ℓ	1966. 12	国産	40	○	○	
031-08	M131	円筒研削盤	φ315×1000ℓ	1978. 11	国産	10	○	○	
036-01	M612K	工具研削盤	最大加工径φ200	1975. 10	国産	10	○	○	
037-01		平面研削盤	200W×1000ℓ (ピストン加工工場の設備)	1968. 12	国産				○
037-02	M7130	平面研削盤	300W×1000ℓ	1976. 11	国産	30	○	○	
061-03	X62W	フライス盤	320W×1250ℓ	1969. 11	国産	50	○	○	
065-02	X52K	フライス盤	320W×1250ℓ	1976. 11	国産	80	○	○	

表4.4.1-2 金型・治具・切削工具製作用主要設備一覽表

(その3)

設備番号	型式	名称	仕様又は能力	製造年月	国産又は輸入	稼働率	使用状況		
							金型	治具	切削工具
073-02	B650	形削り盤	ラムストローク 500	1958. 6	国産	60	○	○	○
073-03	B650	形削り盤	ラムストローク 500	1959. 3	国産	60	○	○	○
073-05	B650	形削り盤	ラムストローク 650	1971. 11	国産	60	○	○	○
113-01		空気ハンマープレス	150kg	1970. 8	国産		○	○	○
123-01		クランクプレス	40Ton	1962.	国産		○	○	○
	ZGX-500	直流アーク溶接機一式	3KVA	1974.	国産	60	○	○	○
		溶接機一式	24KVA	1956.	国産	60	○	○	○
		アセリン溶接機一式					○	○	○
	GP-100	高周波焼入機	300×400	1972.	国産	10		○	
112-15他		箱型電気炉	45KW・30KW・15KW 各1台	1966.	国産	10		○	○



北

工場面積 1199.3 m<sup>2</sup>

図4.4.1-3 部品加工工場設備配置図

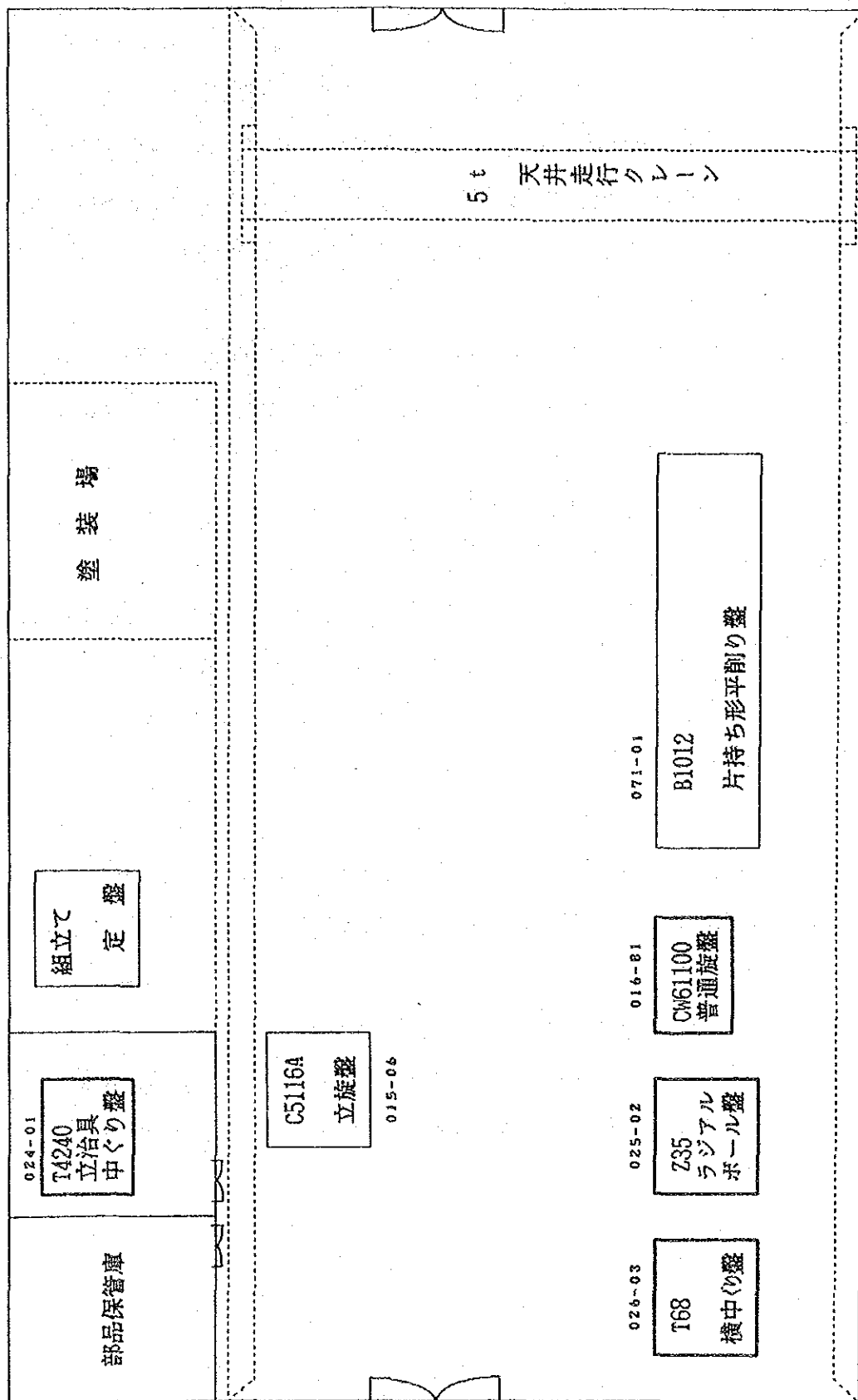


図4.4.1-4 大型部品加工・機械組立工場設備配置図 工場面積 1227.6㎡

#### 4.4.2 操業の現状分析

##### (I) 技術

- a-1 金型方式は、ピストン頭部側を下向きにして鑄造する倒立方式である。金型の操作は、下型(ピストン頭部形状が成形された基準台)の上に、丁番で連結された外型を据えこみ、把手の付いた中型を外型に挿入して、外型の把手で型を締めて鑄造する手動操作型(1人1台操作)である。
- a-2 金型材質は、外型および下型はネズミ鑄鉄(HIT20-40)、中型およびピン型はクロム鋼(30Cr)、その他の部品は炭素鋼(45)が使用されている。( )内は中国規格を示す。
- a-3 金型材料は、中型材料は鍛造加工が、下型および外型材料は、木型製作、鑄造および熱処理が社内でおこなわれている。
- a-4 金型の機械加工は、型削り盤、普通旋盤、フライス盤が主に使用され、隅部および角部はたがね(chisel)はつり作業、ヤスリ(file)掛け作業、サンドペーパー(sand paper)磨き作業など手作業にたよっている。
- a-5 金型の検査設備は、ノギス(vernier caliper)、デプスゲージ(depth gauge)、マイクロメータ(micrometer)、ダイヤルゲージ(dial gauge)、ゲージブロック(gauge block)、角度定規(bevel protractor)、スコヤ(square)、ハイトゲージ(height gauge)、Vブロック(v block)、シリンダーゲージ(cylinder gauge)、半径ゲージ(radius gauge)、など一般的な器具のみである。専用ゲージとしては鋼板製の姿ゲージ(formed gauge)が製作され使用されている。

- b-1 ピストン加工機械への治具取付けは、基準面はめあい部で芯出しする方式と、テーパー（taper）を利用する方式がほとんどである。  
機械本体側の治具取付け基準面の精度不十分と治具精度不十分のために、治具を機械に装着した後、ピストン加工基準部に現物合せしながら、ピストン取付部の修正加工されているものが、多数見受けられた。
- b-2 治具の材質は、鋳鉄（TH20-40）、炭素鋼（45）、クロム鋼（20Crおよび40Cr）が使用され、一部ゲージ用として炭素工具鋼（T8 およびT10）が使用されている。（ ）は中国規格を示す。
- b-3 治具の熱処理は、治具の研削方案が確立されていないために、一部を除いてなされていない。
- b-4 治具の機械加工は、形削り盤、普通旋盤、フライス盤、ラジアルボール盤、立治具中ぐり盤、横中ぐり盤、平面研削盤、円筒研削盤が主に使用されている。  
特に、円筒研削盤は、研削用治工具の不備のために有効な活用がなされていない。
- b-5 治具の検査設備は、前述（ a-5 項 ）と共用であり、その他にテーパゲージ（taper guage）は保有されている。
- c-1 切削工具は、ドリル（drill）、メタルソー（metal slitting saw）、エンドミル（end mill）は購入品で、それ以外は、社内でシャンク（shank）への刃付けおよび研削がされている。修理工場部門での加工範囲は、刃付けまでであり、研削は、ピストン加工工場職場の担当となっている。
- c-2 切削工具の材質は、シャンクは炭素鋼（45）、刃先は超硬（YG6 およびYG8）および高速度鋼（W<sub>18</sub>Cr<sub>4</sub>V）が使用されている。  
（ ）は中国規格を示す。
- c-3 切削工具のろう付け（brazing）には、フラックス（flux）材としてNa<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>3</sub>が、ろう材として合金銅棒（φ3）が用いられ、加熱器はアセチレン吹管を使用している。ろう付け作業手順は、シャンク（shank）台座にチップ（chip）を乗せてフラックスをまぶし、予熱



して、銅棒を溶かし込む方法が取られている。しかし、台座の加工精度が不十分(約0.3の凹凸)である。またろう付温度が高く、ろう付時間も長いように見受けられる。

c-4 切削工具の研削は、一次研削として平面研削盤により研削されるが、刃先の成形研削はピストン加工作業者が、卓上両頭グラインダー (grinding machine) を利用して、作業者の個有技能にたよって研削されており、切削工具の段取り時には、ピストンを試し削りしながら、寸法補正等の再研削がなされているのが実情である。

c-5 切削工具の加工設備は、形削り盤、フライス盤、平面研削盤が主に使用されているが、工具研削盤の活用がなされていない。前述のように一次研削及び刃先研削用として、ピストン工場内において平面研削盤、卓上両頭グラインダーが使用されている。

c-6 切削工具の検査設備としては、マイクロメーター (1/100) が主に使用され、総形バイト (formed tool) 用には姿ゲージ (formed guage) を使用、キーストリング溝 (key stone ring groove) 用バイトの角度検査には、角度定規を使用している。

これらの、金型・治具・切削工具用検査機器一覧表を表4.4.1-5に示す。

表4.4.1-5 金型・治具・切削工具用検査機器一覧表

名 称	能力および最小目盛	数 量	備 考
定 盤		2 台	自社製
トースカン		多 数	
スコヤー		多 数	
樹型ブロック		1 台	
Vブロック		一 式	
パ ス	外パス・内パス	多 数	
ゲージブロック	78枚組	2 式	
ノギス	0~300	多 数	
マイクロメーター	1/100 0~250 mm		
ダイヤルゲージ	1/100 . 1/1000	多 数	1/1000は2台
デプスゲージ	0~200 1/100	多 数	
半 径 ゲ ー ジ		多 数	金型手仕上用として多数使用
テーパーゲージ	モールステーパーゲージ #1, #2, #3, #4, #5, #6	各一式	
シリンダーゲージ	φ35~φ200	一 式	
万能角度定規		2 台	
ハイトゲージ	~300	2 台	
専用姿ゲージ			金型製作用、総形バイト用

## (2) 管理、組織

設計部門は、総工程師の下部組織として技術課があり、製作図の審査、技術文書の制定、金型・治具・切削工具・ピストン加工専門機の設計、新技術開発を担当している。

製作部門は、生産副工場長の下部組織として作業職場があり、①鑄造工場、②ピストン加工工場、③修理工場に職務が分割されており、それぞれが独立した職場を形成している。

修理工場は、金型・治具・切削工具、専用機の製造、設備の大中小修理、圧縮空気の供給、配電を担当している。

技術課は総員 15 人であり、そのうち金型の設計者は技師 1 人、治具および切削工具の設計は技師 1 人、の計 2 人のみである。

専任設計システム ( system ) であるので、複数設計者システムを考慮されるべきである。

修理工場は総員 89 人であり、事務室 ( 技術および工務担当 ) の他に 9 つのグループ ( group ) 分けがされている。技術課から出された図面および計画生産課から出された生産計画をもとにして、事務室で工程・加工内容・合否判定・納期などを記入した技術工程表を作成して、各グループへ作業指示が出される。品質管理は職場内検査であるが、判断に苦しむ場合は、品質管理課および技術課に検査を依頼して合否判断されている。

技術課・修理工場の管理・組織図を図 4.4.2 - 1 に金型・治具・切削工具製作主要技術者一覧を表 4.4.2 - 2 に 1985 年以降の金型製作台数調査表を表 4.4.2 - 3 に示す。

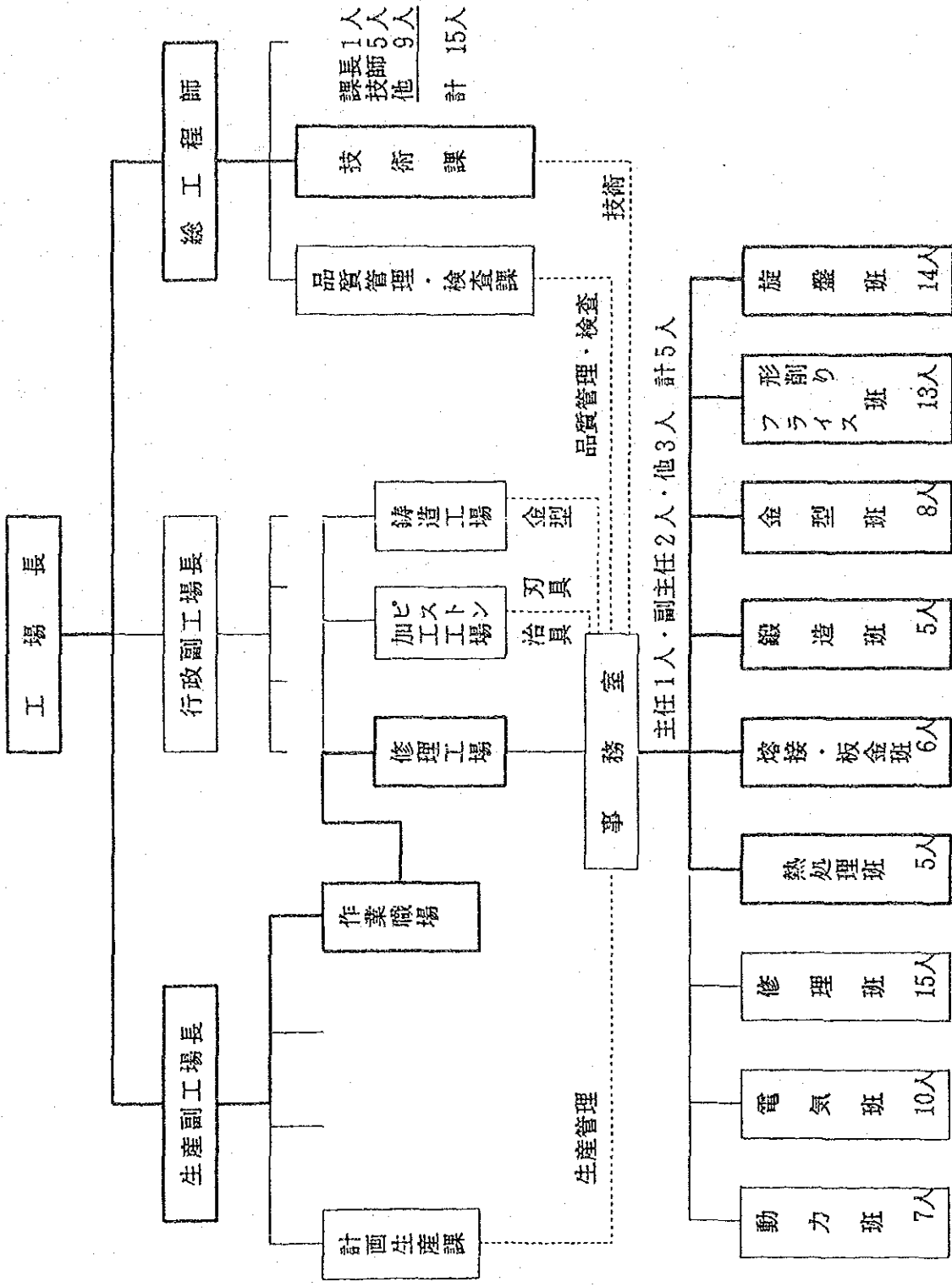


図4.4.2-1 技術課・修理工場の管理・組織図

表4.4.2-2 金型・治具・切削工具製作主要技術者一覽

担 当	姓 命	年令	性 別	金 型	治 具	切削工具	備 考
設 計 責 任 者	罗 大 春	48	男	○	○	○	技 術 課
設 計 担 当 者	翟 煥 文	44	男	○			
"	季 秀 峩	49	男		○	○	
機 械 加 工 責 任 者	楊 志 國	40	男	○	○		修 理 工 場
研 削 加 工 責 任 者	戴 汝 江	39	女		○		
熱 處 理 責 任 者	田 洪 國	43	男		○		
組 立 責 任 者	刘 井 文	42	男		○		
檢 查 責 任 者	魏 汝 雲	45	女	○	○	○	
研 削 責 任 者	吳 阿 弟	48	女			○	ピストン 加工工場

表4.4.2-3 1985年度以降の金型製作台数調査

	'85	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	'86	-1	-2
金型一式	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
中型	10	5	10		2	1	11	6	38	2	3	26	12	16		
外型	12	1	-	3	6	3	12	8	2	-	21	6	-	3		
下型	3	-	-	4	-	3	2	1	2	1	2	9	6	7		
他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	17

## 4.5 検査・品質管理および生産管理

### 4.5.1 設備

検査・品質管理面で利用される計測機器・設備類は最近になって購入されたものがほとんどで、まだ検査・品質管理面で活用される段階には至っていない現状である。

これら計測機器設備類は、170㎡の計量理化室第1棟に材料試験関係の機器を収容し、100㎡の計量理化室第2棟に測長関係等の精密測定機器類を収容して設備の整備保全がゆきとどいている。計測機器設備類は表4.5.1-1に示す。

このほかに、ピストン製造職場ならびにピストン完成品検査職場には自社製の簡単な測定具と一般に市販されているノギス等の簡単な測定具が配置され、寸法検査に利用されている。

生産管理面については、米国製の小型コンピューター(Computer)が導入されているが、賃金計算の一部に利用されているだけで、生産管理面では手書きの帳票類を巧みに使い集計されて管理運営されている。

表4.5.1-1 計測機器設備 (1/2: 材料試験関係)

No.	機器の名称	数量	購入時期	摘	要
1	超音波探傷機	1	1985年	英国製、自動検出、耐摩環ピストン用	
2	光学式線膨張測定機	1	1985年	中国製、熱膨張測定用	
3	万能材料試験機	1	1963年	中国製、引張・圧縮試験用	
4	高温用電子式万能材料試験機	1	1985年	中国製、高温引張・圧縮試験用	
5	金相顕微鏡	1	1985年	中国製、金相試験用	
6	ブリネル(BRINELL)硬度計	1	1963年	中国製、硬さ試験用	
7	ロックウエル(ROCKWELL)硬度計	1	1963年	中国製、硬さ試験用	
8	分光比色計	1	1964年	中国製、化学分析試験用	
9	アーク(Arc)式分光光度計	1	1985年	中国製、化学分析試験用	
10	化学分析装置	1	1963年	中国製、化学分析試験用	



表4.5.1-1つづき 計測機器設備 ( 2/2 : 測長関係の精密測定機 )

No	機器の名称	数量	購入時期	備	要
1	万能測長器	1	1985年	中国製、ゲージ類の測長用	
2	大型工具顕微鏡	1	1970年	中国製、工具類刃形測定用	
3	表面粗さ計	1	1984年	日本製、表面粗さ測定用	
4	表面光学顕微鏡	1	1969年	中国製、表面粗さ測定用	
5	円度形状測量機	1	1985年	日本製、ピストン外径形状測定用	
6	エアーマイクロメータ (Air micrometer)	1	—	中国製、ピストンピン穴径測定用	

#### 4.5.2 現状分析

検査・品質管理および生産管理面について、現状とその分析結果をプロセスと設備に関しては技術面で、管理技術と組織機構ならびに教育訓練に関しては管理組織面で以下に述べる。

##### (1) 技術

検査・品質管理および生産管理面の設備機器類については前節でふれたように、最近になってつぎつぎと新鋭設備の導入に踏み切っているが、その一部を除いては十分に活用されていないことが総括的にいえる。

##### (a) 検査・品質管理面

ピストンの製造工程の編成は、完成品図面又は規格が十分に研究されて、最適手段としての製造工程が考えられ、それに対応する製造設備が設置されている。

しかし、それらの各製造工程から作り出される品質基準に対する品質検査（一般には工程内検査と云う）の機器が不十分なので、工程能力の把握が遅れ、不良品がかなり出ているようである。又、最終工程である完成品の検査工程では一部の計測器を使った全数検査とピストン外観の目視検査が全数行われている。さらに、ピストンの仕様に関する機能的に重要な部位の検査が行われて入念に記録をとっているが、使用されている計測器類は不完全なものが多いように思われる。

i) 溶解： 溶解の作業工程では、材料倉庫から指定量の材料払出しを受け、必要に応じて塊状の大きさをそろえて溶解炉に投入されている。ここで、投入時の重量の計量は重要な品質要素として、溶解作業に織り込めば、品質の安定はなおいっそう良くなるものと思われる。

ii) 溶湯精製： 溶湯精製の作業工程では、溶湯精製の良否を判定するのに、結晶粒大きさとガス吸収の2大要素があげられている。このうち、結晶粒については理化室で金相試験が行われ、適格な判定が出されている。しかし、後者のガス吸収については、適正な試験装置がなく、判定がしにくい状態にある。

- iii) 鋳造： 鋳造による成形の作業工程では、外観の品質について十分な検査が行われ、後工程に不良品が流れることがないように十分な検査体制がとられている。しかし、鋳造後の鋳物の形状寸法検査は、検査具が不完全なために十分な検査とは云えないようである。
- iv) 湯口切断： 湯口切断の作業工程では、自動化された切断機で湯口を切断しており、そのために切断寸法は安定しており品質面では、ほとんど問題なく安定した作業が行われている。
- v) 熱処理： 熱処理工程では、職場に検査機器の硬度計を備えており、検査も確実に実施されて体制面では問題はないようである。しかし、生産されているピストンで、T-5処理のものについてはやゝ硬度の低い生産ロット (production lot) のものが見受けられたので、工程内品質基準の見直しが必要ではないかと思われる。
- vi) ピストン内径・端面加工： ピストン機械加工の基準部を作る工程として、最も重要な機械加工工程としてあげられるものである。当工場では、機械1台当りの生産性要求が高く、一方では機械の精度維持があまりよくないために、鋳物部分で余肉をつけて荒・仕上げと二回取りをしている。使用されている検査具は自社製のものであるが、検査用測定具としてはあまり精度がよいものとは思われない。
- vii) ピストン外径粗加工： ピストンの外径粗加工は、内径・端面加工部を基準に外径部の湯口など段差と余肉を取り除く加工が行われている。この工程は、加工寸法許容差の巾が広く、工程能力も充分にあるので、とくに寸法管理面では問題はない。
- viii) リング (ring) 溝油孔加工： リング溝部に小径の油孔を加工する工程であるが、円周方向の角度と高さ方向の高さ寸法を測定する計測器の備え付けがない。将来、高出力用高負荷ピストンが要求されるようになると、油孔の位置・角度等は重要になり、工程内検査で十分な確認と工程能力維持が望まれる。
- ix) ピン孔粗加工： ピン孔粗加工工程は、エンジン (engine) 等のクランクシャフト (crank shaft) に対して正確に垂直に止めつける

孔の精密中ぐりをする前工事として施工されるもので、十分な品質検査が必要である。しかし、当工程には検査設備がなく、後工程の精密中ぐり工程との間の連けいが悪く、かなりの不良品を出している。

- x) リング (ring) 溝加工： リング溝はシリンダー (cylinder) 内の吸入されたガス (gas) を圧縮する際又は爆発時の密閉機能と潤滑機能を要求される重要機能である。最近の高出力内燃機関でピストンのリング溝加工精度に対する要求は非常に水準が高くなってきており、形状や傾きなど超微視的寸法精度の維持が要求されてきている。このような背景から、当該工程に設置されているような検査設備では対応がむずかしい。
- xi) 外径楕円・円錐加工： 当工場では、外径楕円・円錐加工は最近になって日本とイタリア (ITALY) から加工専用機をそれぞれ1台ずつ導入しているが、まだ稼働はしていない。

現在は、中国製の円筒研削盤を利用して、ピストンの外径形状加工を施行している。しかし、加工寸法の安定性が悪く、最終検査工程で全数検査を行っている。
- xii) ピン孔精密加工： ピン孔精密加工機の主軸は液体静圧軸受の機構をとり入れた方法を採用している。孔径の精度は機械によっていろいろと差はあるが、平均的に 0.006ないし 0.008mm位のバラツキ市となっている。真円度は 0.0025mm 位を最大とする精度が維持されている。また、この工程では、前工程であるピン孔荒加工との加工方法、治具等の連結精度が悪く、かなり多くの不良品を出している。
- xiii) スナップリング溝加工： 加工方法としては、ピン孔をコレットチャック (collet chuck) で内張りして、加工する方法がとられている。加工治具は焼入れされていないものがほとんどで、加工精度維持に問題がある。又、検査具も不十分で適格な検査が実施しにくい実情である。

xiv) ピストン冠面仕上加工：冠面の平坦部は機械送り加工の方法で施行されているが、燃焼室のくぼみ加工等は油圧板倣い加工の方法で施行されている。剛性を必要とする刃具には超硬を使用する等の適切な刃具材料の選択がされている。しかし、治具・刃具の成形精度が不十分で、機種切替えに時間がかかり過ぎたり、また切削面粗さにムラが生じたりして品質を落している。

以上ピストンの各製造工程にわたって、個別に現状を述べたが、製造工程の全体について共通していることは以下のとおりである。

#### ( 作業標準類 )

作業標準類は、工作図・作業規則等の形で各職場に表示されているが、安全基準・品質検査基準・作業の勘どころ (know-how) 等の織り込みがない。従って、作業職場では十分に活用されていない。

#### ( 工程内品質検査 )

工程内での品質検査基準の概念的な表現のものは一部には掲示されているが、品質検査基準として織り込まなくてはならない事項、すなわち検査項目・検査の方法・使用検査具・検査員・検査結果の判断基準・検査結果の記録・異常時の処置等基本的事項の織り込みが不十分である。従って、品質検査をしても、それを記録して推移を観察できる状態になっていない。

#### ( 製品不良の発生状況 )

製品不良率の主なものについては表4.5.2-1 主な製品不良率一覧に示すとおりでかなり高い不良率であり、全体の平均不良率でも鑄造に起因する鑄物廃品率は14.9%、機械加工廃品率は2.77%とかなり高い水準となっている。

製品不良率が高い上位3機種のピストンについて、その内容を調査してみると、表4.5.2-2 製品不良の内容調査結果に示すとおり、鑄物不良が一番多く、次にピン孔と外径加工時の加工素材取り付け精度不良に起因するピストン・ピン孔直角度不良で、第三番目に多いのは、外径寸法不良となっている。

表4.5.2-1 主な製品不良率一覧

No.	製 品 名	不 良 率	年 間 生 産 量	備 考
1	95系列ピストン	25.8 (%)	444,000 (個)	接物不良が60~70% 残りは手直し品と機械加工不良
2	6100ピストン	24.7	24,300	"
3	15ピストン	23.3	45,500	"
4	6160ピストン	21.4	18,200	"
5	BJ212ピストン	20.8	39,400	"
6	50Aピストン	19.9	48,100	"
7	CA10ピストン	18.1	51,900	"
8	長江750ピストン	16.3	14,700	"
9	8AS-10ピストン	9.8	12,800	"

表4.5.2-2 製品不良の内容調査結果

No	製品名	不良項目	内容
1	95系列 ピストン	1. 鑄造不良	1. 縮松 ( 鑄巣 )
			2. 針机 ( ピンホール pinhole )
			3. 夾渣 ( 巻き込み )
		2. ピストン・ピン 孔直角度不良	1. 芯押調整不良
			2. ピン孔平行度不良
			3. 取付治具不良
		3. 外径寸法不良	1. 機械精度不良
			2. 操作不良
			3. 温度補正不良
2	6100 ピストン	1. 鑄造不良	1. 縮松 ( 鑄巣 )
			2. 針机 ( ピンホール pinhole )
			3. 夾渣 ( 巻き込み )
		2. ピストン・ピン 孔直角度不良	1. 芯押調整不良
			2. ピン孔平行度不良
			3. 取付治具不良
		3. 外径寸法不良	1. 機械精度不良
			2. 操作不良
			3. 温度補正不良
3	15 ピストン	1. 鑄造不良	1. 縮松 ( 鑄巣 )
			2. 針机 ( ピンホール pinhole )
			3. 夾渣 ( 巻き込み )
		2. ピストン・ピン 孔直角度不良	1. 芯押調整不良
			2. ピン孔平行度不良
			3. 取付治具不良
		3. 外径寸法不良	1. 機械精度不良
			2. 操作不良
			3. 温度補正不良

## (b) 生産管理面

ピストンの生産管理面に於ける機械化はこれからと云う感じであり、生産管理を焦点にして初歩的なオフィスコンピューター（OFFICE COMPUTER）が導入され、一部に賃金計算が実行されている。製造現場では、生産管理に必要なデータ（data）を各職場に配置されている統計担当職員の手で、決められた様式の伝票に記録され帳票としてまとめられている。これらの管理資料を機械処理するためには、管理項目・管理水準・管理巾など生産管理の目的と方法を先ず明確にすることが必要である。

## (2) 管理、組織

検査・品質管理および生産管理の組織に関しては、職制が明確に体系化され、それぞれが確実に機能している。検査・品質管理の組織は図4.5.2-1、生産管理統計面の管理組織は図4.5.2-2、技術関係の管理組織は図4.5.2-3にそれぞれ示すとおりである。職制の日常業務については、業務管理体系図としてまとめられ、体系化されて運営されている。

その主なものについては、以下のとおりである。

1. 各種定期会議活動図
2. 工場事務室会議進行体系図
3. 工場事務室の業務体系図
4. 共産党委員会業務体系図
5. 全工場計画編成・情報伝達順路
6. 生産準備手配の業務体系図
7. 完成品の出入庫管理体系図
8. 生産設備計画管理体系図
9. 生産計画・統計管理体系図
10. 社外クレーム（claim）処理体系図
11. 製品価格見積作業体系図
12. 設備管理体系図
13. 設備修理部品管理体系図



14. 設備保全資料管理体系図
15. 潤滑油管理体系図
16. 省資源管理体系図
17. 安全管理体系図
18. 総合品質管理体系図
19. 社内外品質情報伝達ルート ( route )
20. 品質統計管理体系図
21. 標準化推進管理体系図
22. 品質保証体系図
23. 品質事故報告処理ルート ( route )
24. 生産技術規程 (一)
25. 生産技術規程 (二)
26. 設計・技術問題連絡ルート ( route )
27. 設計標準資料管理体系図
28. 図面管理体系図
29. 財務管理体系図
30. 原価管理体系図
31. 会計管理体系図
32. 資材管理体系図
33. 購入品品質管理体系図
34. 教育訓練業務管理体系図
35. 建造物保全管理体系図
36. 建設業務管理体系図
37. 労働保護用品、事務用品、管理体系図

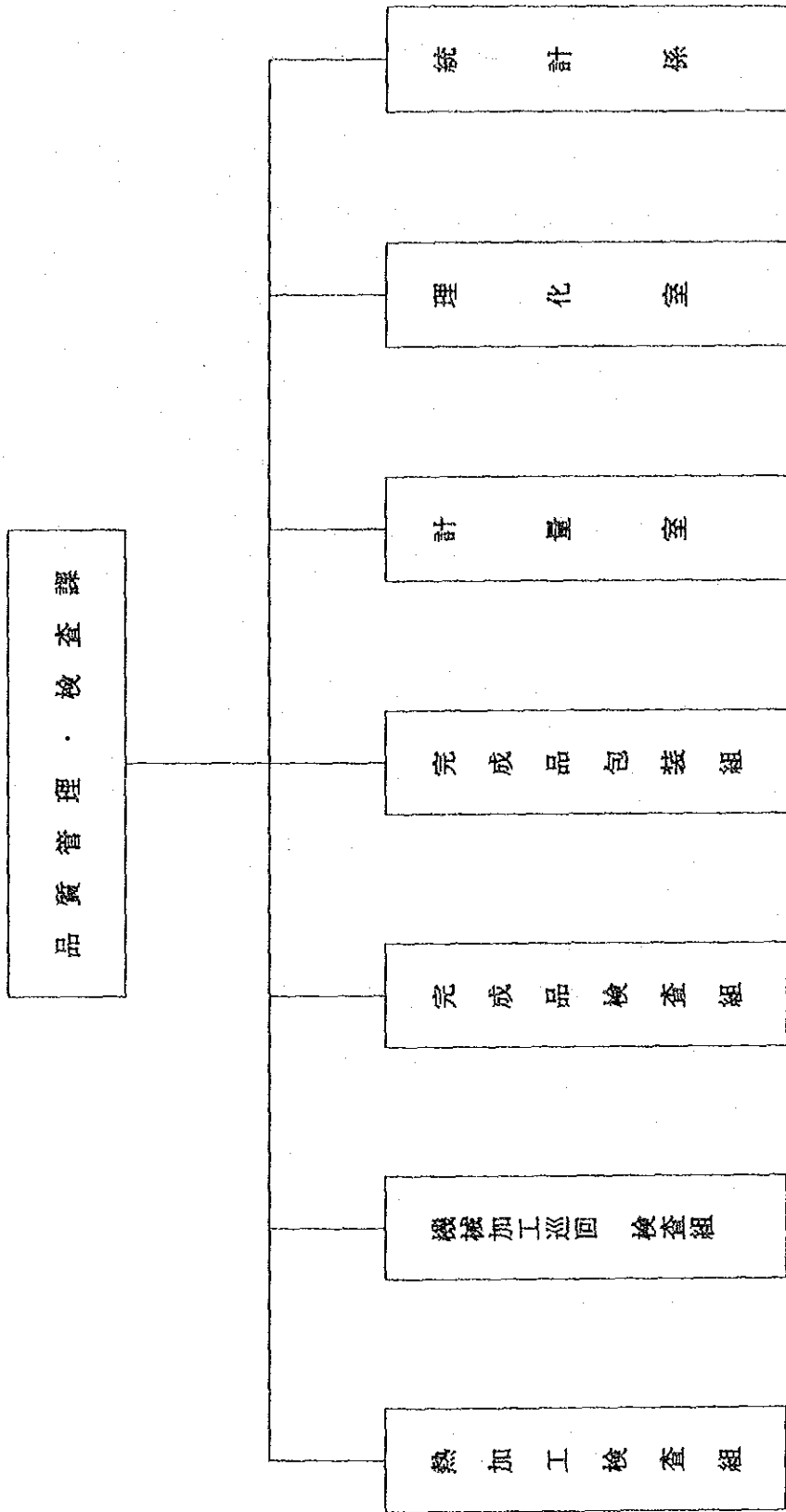


圖4.5.2-1 檢查・品質管理組織圖

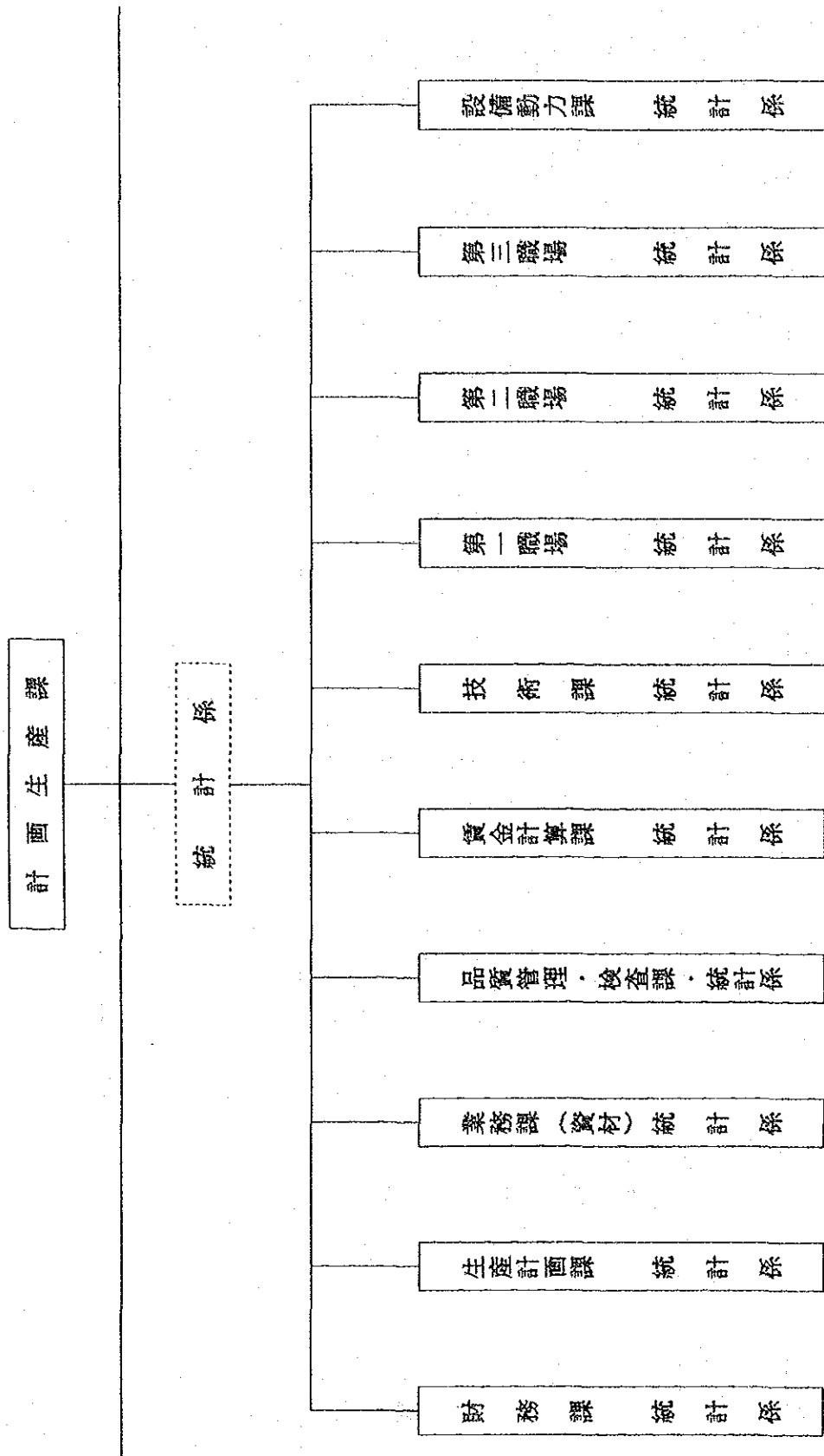


圖4.5.2-2 生產管理統計管理組織

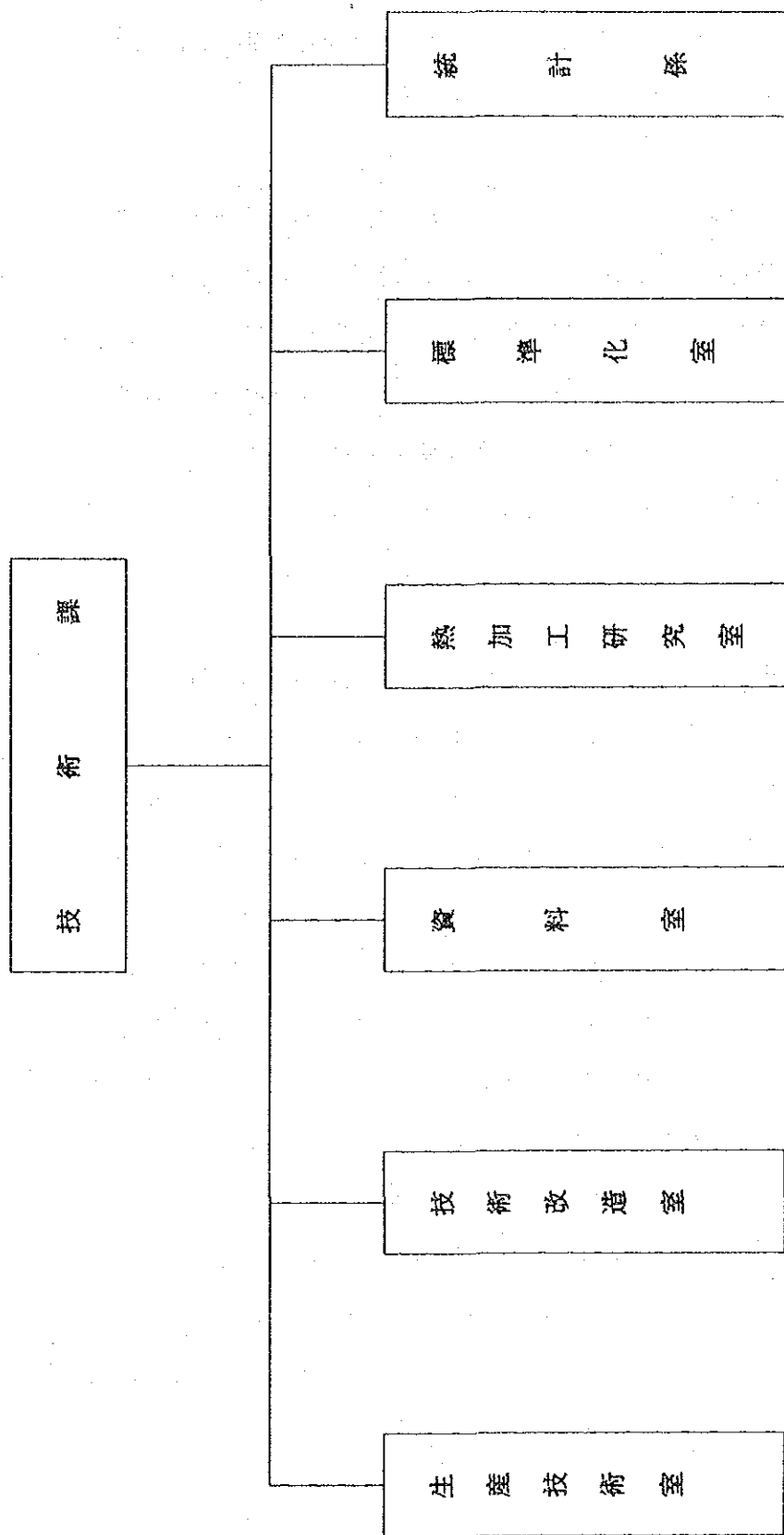


圖4.5.2-3 技術管理組織圖

これらの業務管理体系図に従ってそれぞれ有機的に機能している。しかし、計画立案の段階から計画検討、実行、中間点検と軌道修正の流れにおいて、いわゆる目標管理の展開のしかたが不十分である。

#### ( 資材管理 )

資材の購入管理は、在庫品の統計資料と要求元を含めた関連部署の調達会議が毎週一回金曜日に定期的で開催され、副工場長の決裁で購入が決定される。資材調達順序については図4.5.2-4 資材調達順序に示すとおりである。購入された資材の在庫管理は、数量に関しては統計面で、品質に関しては品質管理・検査課が関与して管理維持に移っている。

当工場の主要資材についての平均在庫量は表4.5.2-3に示すとおりで、月平均消費量分を在庫する基準量とされている。

#### ( 完成品管理 )

当工場で生産された完成品は、当工場の近くにある包装品製造工場から調達されている包装袋と化粧箱に詰められ、商標とサイズ ( size ) が表示されて完成品倉庫に保管されている。保管されている完成品の数量は、月平均生産量 82,000 個の80%にあたる平均 65,000 個が保管されている。

#### ( 技術管理 )

組織としては、技師長が統轄している技術課の中に、生産技術室・技術改造室・熱加工研究室の技術開発面と開発および導入された技術の保存管理の資料室、開発および導入された技術の標準化ならびに製造工程の標準化推進のための標準化室が設置されている。

技術開発面では、ピストンの製造専用機の改造による自動化とピストンの新しい加工技術への取り組みとしての溶湯鍛造法の自社開発など活発である。しかし、ピストン製造専用機の自動化技術やピストンの新加工技術など技術ノウハウ ( know-how ) が多く、先進レベルに到達させるには、開発研究試験設備・精密工作機等のハード ( Hard ) の面と開発能力や精密加工技能等のソフト ( Soft ) の面で問題が多い。

#### ( 工程管理 )

当工場の各職場での製造工程の管理は、各種の管理規程により厳格に規程され維持されている。

しかし、各職場での実行段階では、各種統計による結果を集計して判断  
をする静的管理におわっている。



表4.5.2-3 主要資材の平均在庫量

No.	区分	品名	平均在庫量	月平均消費量
1	ピストン合金材料	アルミニウム	100 t	100 t
2		銅	4.2 t	4.2 t
3		マグネシウム	1 t	1 t
4		マンガン	250 kg	250 kg
5		珪素	11.7 t	11.7 t
6	溶湯処理剤	六塩化エタン (C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> )	1.7 t	1.7 t
7		珪弗化ソーダ (Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> )	0.8 t	0.8 t
8		弗化ソーダ (NaF)	1.3 t	1.3 t
9		塩化ナトリウム (NaCl)	2.5 t	2.5 t
10		塩化カリウム (KCl)	0.6 t	0.6 t
11	燃料	煤油 (灯油)	3.8 t	3.8 t
12		機油 (機械油)	1.7 t	1.7 t
13		切削油	1.5 t	1.5 t
14		柴油 (ディーゼル油)	45.8 t	45.8 t
15		汽油 (ガソリン)	3.8 t	3.8 t
16		煤 (石炭)	208.3 t	208.3 t
17	その他	珪炭棒 (ヒーター)	7,000 元	7,000 元
18		坩堝	5,000 元	5,000 元
19		耐火材料	4,000 元	4,000 元
20		鋼材	4.2 t	4.2 t



( 教育訓練 )

当工場における教育訓練は、専任の教育担当技術員が品質管理課等の協力を得て、工場従業員ならびに新規採用従業員の教育訓練を計画的に行っている。教育訓練の方法は、社内職工学校による教育やテレビ ( TBLB-VISION ) 大学・専門学校の受講による教育ならびに政府機関研究所または関連企業等への学習派遣による教育などが行われている。

また、幹部訓練と同時に、作業員にも文化・技術教育を展開し、最近では若い作業員に、中学・高校の課程を履修させ併せて、技能訓練が行われている。

## 4.6 ピストン製造専用機

### 4.6.1 設備

当工場は、小物機械加工工場、大物機械加工工場（塗装場、組立場を含む）があり、工作機械設備としては 普通旋盤（engine lathe）13台、（大型旋盤1台を含む）、立旋盤（vertical lathe）1台、ラジアルボール盤（radial drilling machine）1台、横中ぐり盤（horizontal boring machine）1台、ジグ中ぐり盤（jig boring machine）1台、フライス盤（milling machine）2台、片持ち形平削り盤（open sided planing machine）1台、形削り盤（shaping machine）3台、円筒研削盤（external cylindrical grinding machine）2台、平面研削盤（surface grinding machine）1台、心無し研削盤（centreless grinding machine）1台、工具研削盤（tool grinding machine）1台、ホブ盤（gear hobbing machine）1台、歯車形削り盤（gear shaping machine）1台 等がある。

その他溶接・板金場、熱処理場があり、溶接機 2台、電気炉 3台、高周波焼入機 1台 等が設備されている。

また当工場は機械のベッド等の鋳物部品の製作も可能である。工作機械は機械保全、金型製作、および治具の製作にも共用されている。

### 4.6.2 現状分析

#### (1) 設計

専用機の設計者は技術課の中の技術改造室および専用機設計室の4名が担当している。組織図は図4.6.2-1に示す。専用機設計の経験年数は3名が10年（うち1名は電気設計を担当）。1名は2年である。

設計設備としては、製図板（drawing board）が10枚あり、サイズは900mm×1200mmが9枚、残りは900mm×1500mmである。製図機械は設置されていない。専用機を設計する場合のサイクルは3人でプロジェクトチームを作り、約3箇月で図面を完成させる。最初の1箇月は調査期間（他メーカ等の見学等も含む）その後3週間位で原案図をまとめる。原案図完成後、部品図及び部品表を約1箇月かけて完成させる。その後約10日間で検図を行い、設計図面が完成する。その後図面（部品表も含む）は資料室へ回付され、ここで約1箇月位で墨入れ

(inking)されて、トレース(trace)した図面ができる。図面はトレース後設計者の検図が終ると正式図として発行されるはこびとなる。

複写機は1台あり、図面サイズはA0判まで複写ができる。

図面はGB(国家標準)に従って作図している。設計時に使用する社内標準類は今後作成していく予定であるが、現時点では作成されていない。

## (2) 製作技術

専用機の製作は製造工場内の3つの作業職場のうちの第3職場(別名、修理工場)で機械加工および組立を行っている。第3職場の担当業務は、治工具、金型、専用機の製造、設備の修理等である。第3職場の中で専用機組立部門の組織表を図4.6.2-2に示す。専用機の組立グループの15人のうち、10人が経験年数10年で、その他の5人は見習者である。

専用機の本体を構成するベッド(bed)は素材重量が1~2tのものは自社内で製作できる。鋳物材質はねずみ鋳鉄HT20-40、(JISのFC20相当と思われる)である。鋼板製構造のベッドは製作していない。自動鋳造機は1972年頃に4~6台を自社内で製作した。製造した時は精度もよく、良い製品ができたが、2~3年使用すると、油圧部品、電気部品等の品質が低下、十分な能力が出なくなった。従って現在は使用せず、手動式の鋳造機を使用している。

自社製のピストンの切削加工用専用機には旋盤をベース(base)にしたものが多く、旋盤ベッドを流用した専用機が多い。内製した設備機械で、現在稼働中のものをⅢ章の表6.3-9に示す。

内製された機械を年代別にみると、1965年~1969年の5年間と、1970年~1974年の5年間で、それぞれ全体の3割、合計で6割を含める。その後は1980年以降が約2割を占めている。この間で、ピン孔仕上加工機が一番多く生産されている。内製された機械を機種別にみると、一番多い機種はピン孔仕上加工機、およびピン孔荒削り加工機で、ついで外径研削盤、口引荒削り加工機、口引仕上げ加工機、頭部平面仕上げ加工機とつづいている。その他にも製作台数は1~3台であるが、各種のピストン加工用専用機を製作している。

ピン孔の精密加工専用機の主軸頭(SPINDLE HEAD)には液体静圧軸受を使用している。

機能部品としては油圧シリンダは自社内で製作している。

機械加工や組立関係の社内標準類は、現時点では作成されていない。

以前に第一機械工業部標準の精密旋盤検査方法に関する標準作成に関係した経験を持っている。

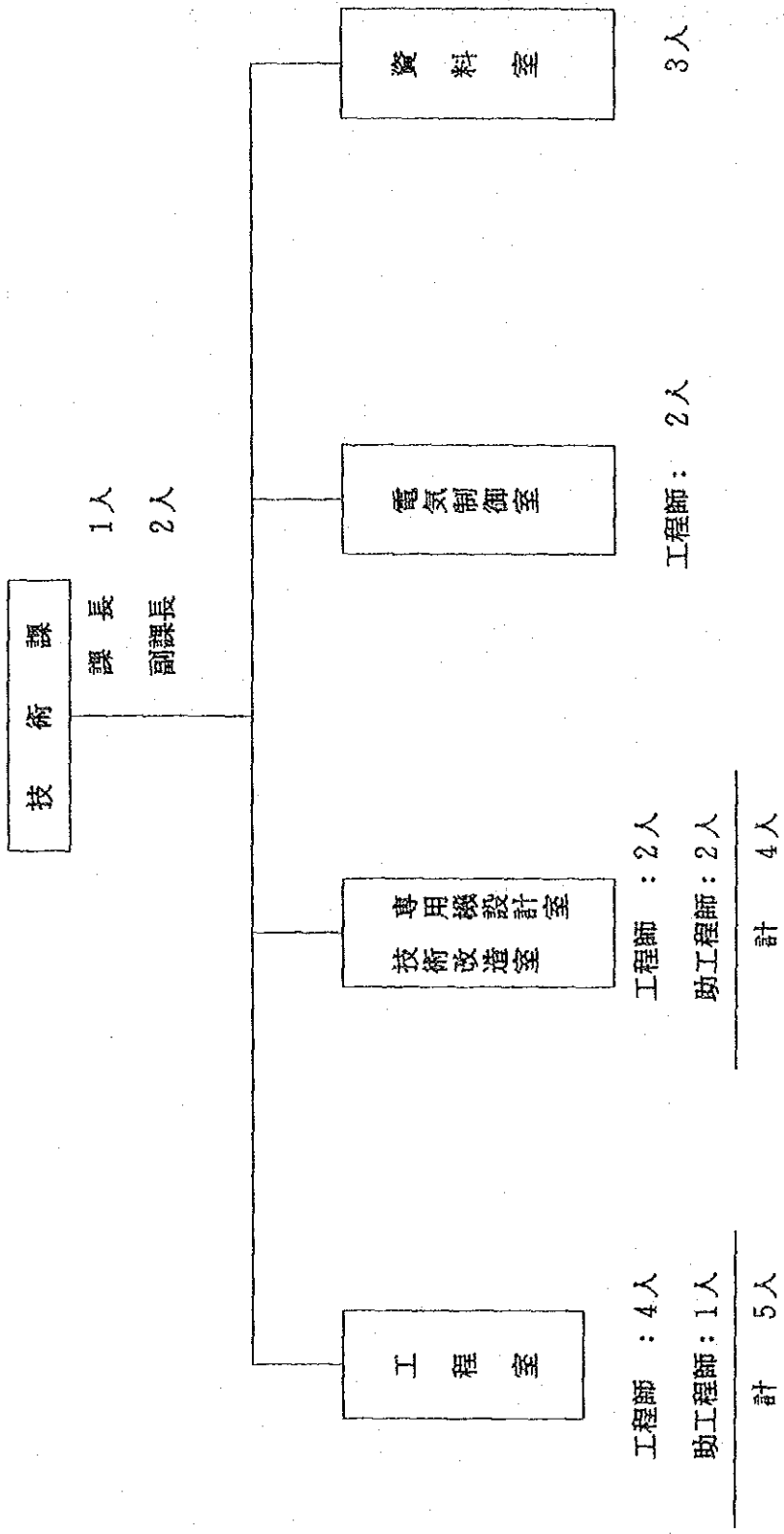


図 4.6.2-1 専用機設計部門の組織図

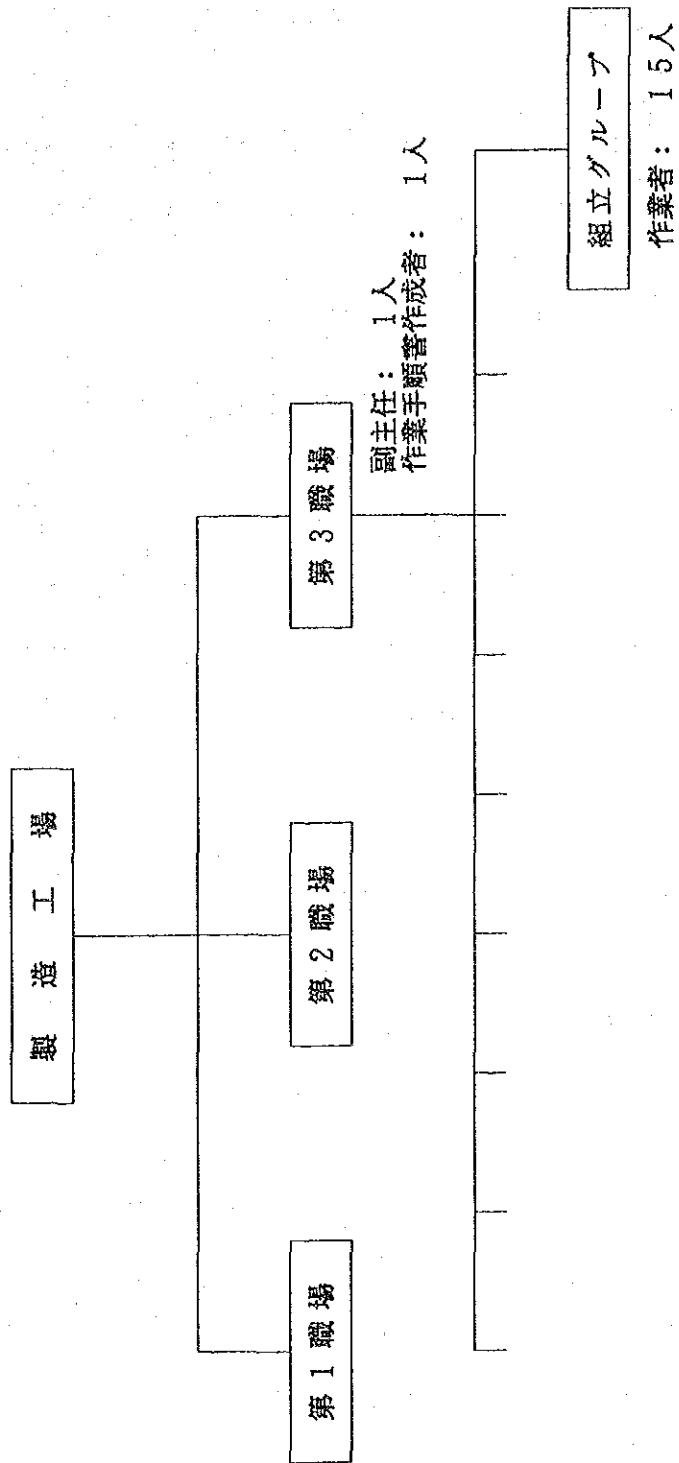


図 4.6.2-2 専用機組立部門の組織図

#### 4.7 その他工場付帯設備

工場の付帯設備としては、電力設備、工業用水、圧縮空気、燃料などの工場エネルギー源の確保は重要なことである。その概要は次のとおりである。

##### 4.7.1 電力設備

受電設備としては、変圧4台を設置しているが、稼働している設備はそのうちの2台であり、他は予備として確保されている。受電設備能力と現在の電力消費状況は以下のとおりである。

###### (1) 受電設備とその能力：

受電用変圧器	1,000KVA	1台	(稼働中)
〃	560KVA	1台	(稼働中)
〃	1,250KVA	1台	(予備)
〃	750KVA	1台	(予備)

---

合計	3,560KVA	4台	
----	----------	----	--

###### (2) 現在の電力消費量：

電気抵抗炉	160(万KWH)
電気式熱処理炉	64
その他機械設備	96

---

合計	320 万KWH
----	----------

###### (3) 将来計画：

① 受電能力	600 万KWH
② 現在消費量	320 万KWH
③ 将来消費計画	600 万KWH

#### 4.7.2 工業用水

工業用水の年間の受水可能量と現在使用量および将来計画は次の通りである。

① 受水可能量	650,000 m <sup>3</sup>
② 現在使用量	310,000 m <sup>3</sup>
③ 将来使用計画	550,000 m <sup>3</sup>

#### 4.7.3 圧縮空気

圧縮機は小型が4台で主な機械設備への供給を行っており、その他は簡易軽量移動型圧縮機が利用されている。

年間の能力および使用量と将来計画は以下のとおりである。

① 現有設備能力	5,606 K m <sup>3</sup>
② 現在使用量	3,800 K m <sup>3</sup>
③ 将来計画	6,000 K m <sup>3</sup>

#### 4.7.4 燃料

当工場で消費している燃料は以下に示すとおりであるが、省資源型の溶解炉の導入等を推進すれば燃料の大巾な増加はないと想定できる。

現在の年間燃料消費量：

① 石炭	2,500 t
② 重油	550 t
③ 灯油	45 t
④ ガソリン	45 t
⑤ 機械油	40 t



