

#### 4. 生産工程（現状と問題点）

##### 4.1 生産工程概要

##### 4.1.1 工程経路と車間

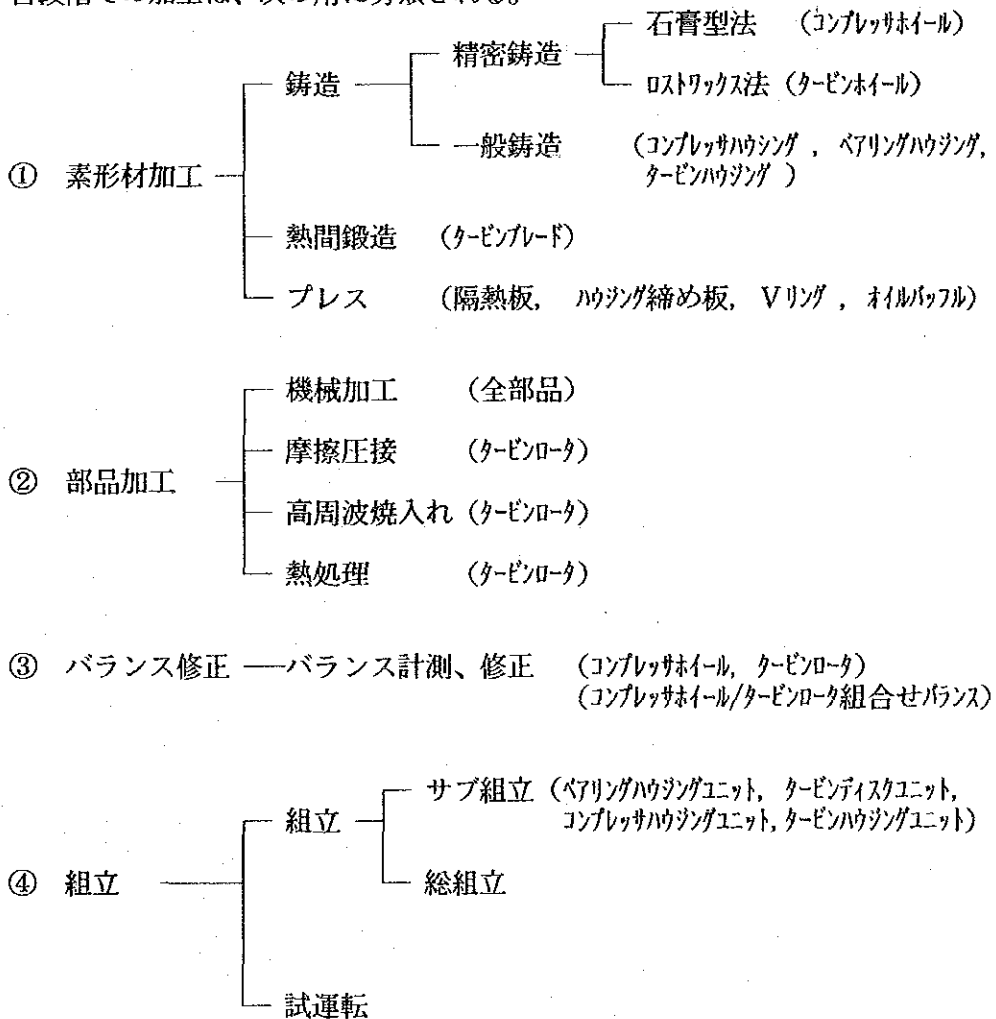
現状

##### 1) 製造工程

軸流式、ラジアル式の2種類のターボチャージャが生産されているが、基本生産工程はつぎのとおりである。



各段階での加工は、次の用に分類される。



ラジアル式ターボチャージャの生産工程フローを、[図II-41]に示す。

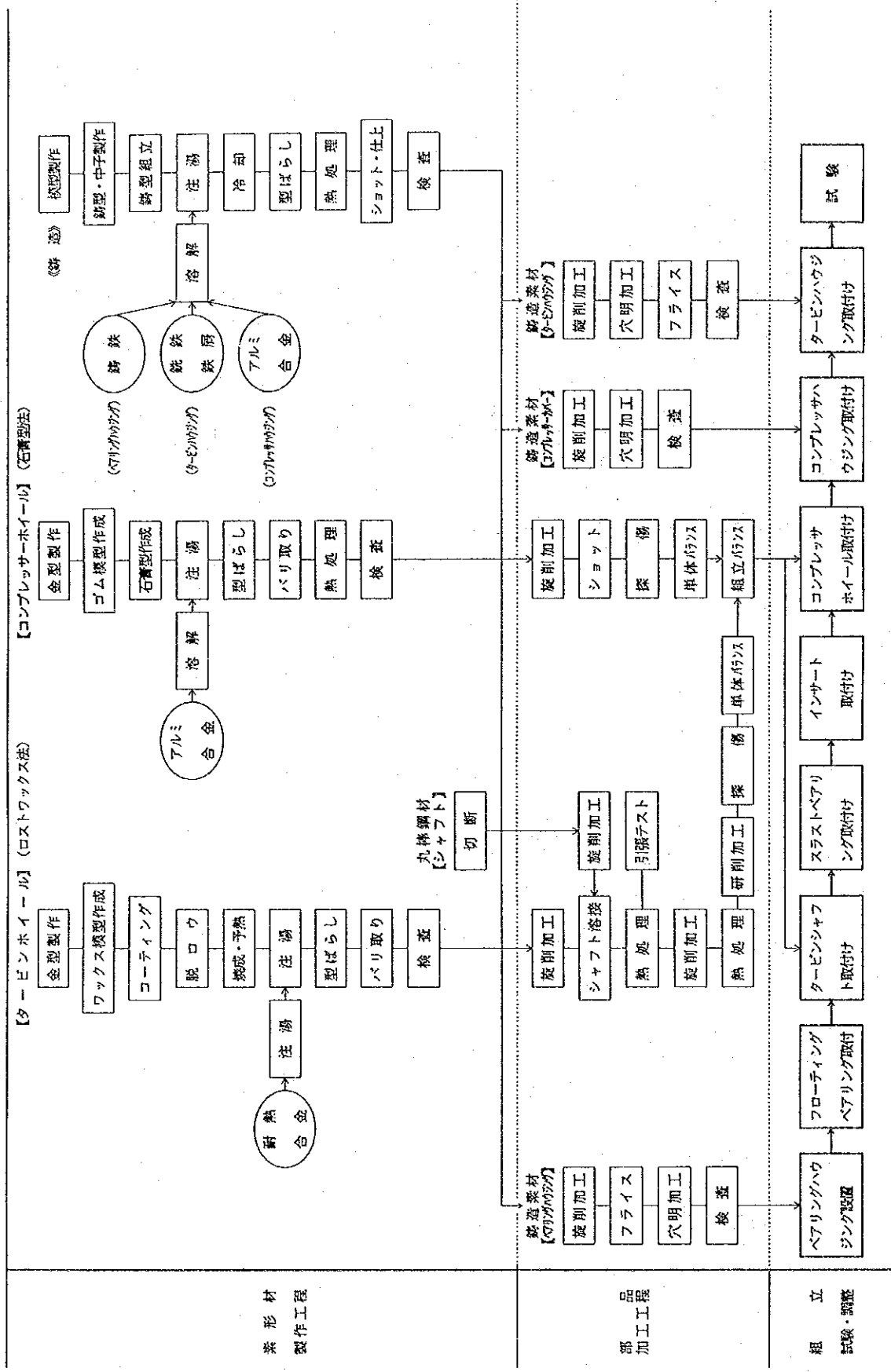


図 11-41 ラジアル式ターボチャージャの生産工程フロー

## 2) 付帯機能

製造工程を補助するために、次の付帯機能を持っている。

- (1) 設備保全 ; 生産設備の整備、保全、修理および校正改造
- (2) 治工具製作 ; 治具、取付具、工具および金型の製作と整備
- (3) 用 役 ; 電力、圧縮空気の供給、給水など

## 3) 車間

工場には18の車間があり、そのうち2車間が付帯機能を担当している。

ターボチャージャ生産に関連する車間は〔表Ⅱ-17〕に示す製造工程を受け持っている。

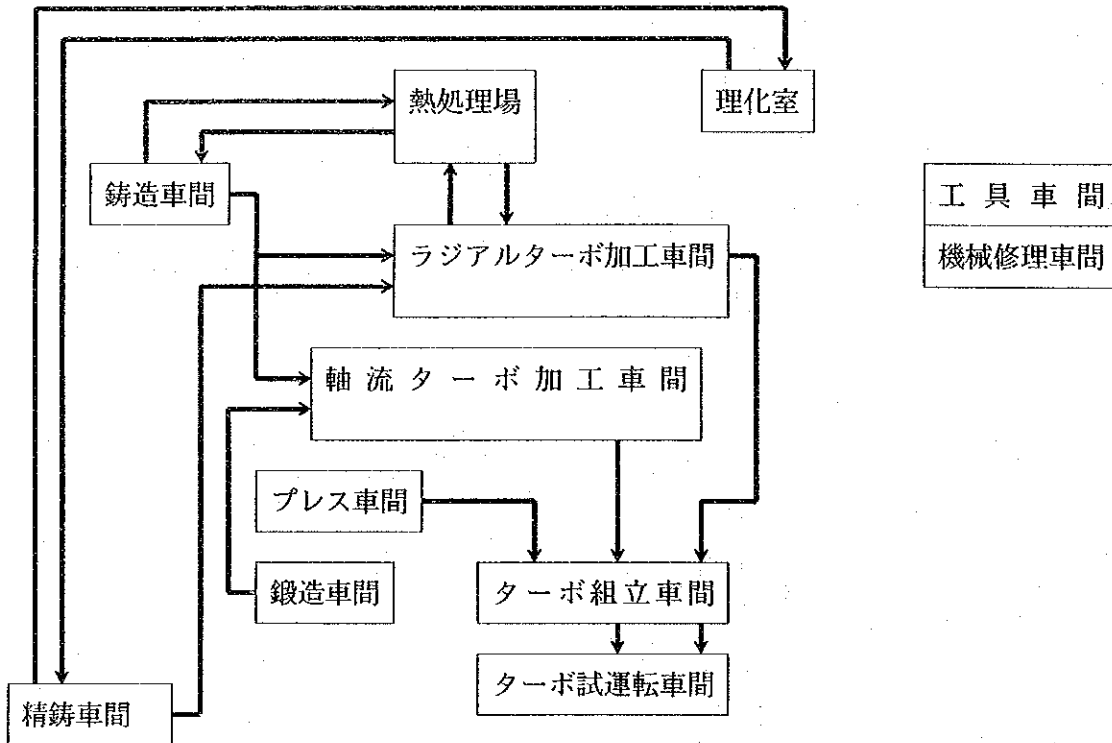
表Ⅱ-17 ターボチャージャ関連車間と担当製造工程

車間・作業場	担 当 工 程
鑄 造 車 間	一般鑄造
精 鑄 車 間	精密鑄造
鍛 造 車 間	熱間鍛造
プ レ ス 車 間	プレス
理 化 室	コンプレッサホイールの探傷検査
熱 処 理 場	素形材（一般鑄造品およびコンプレッサホイール）、 高周波焼入および熱処理（タービンロータ）
ラジアルターボ加工車間	ラジアル式ターボ 部品の機械加工、摩擦圧接、バランス修正
軸流ターボ加工車間	軸流ターボ部品の機械加工
ターボ組立車間	ラジアル式ターボ総組立、軸流式ターボ組立および総組立
ターボ試運転車間	ラジアル式ターボおよび軸流式ターボの試運転
工 具 車 間	治工具類および金型の製作
機 械 修 理 車 間	機械修理、改造
変 電 所	電気の受電および配電
発 電 所	自家発電
コンプレッサ室	圧縮空気の供給

#### 4) 物流経路と搬送

車間の概略位置関係と物流の経路について、[図II-42]に示す。

各車間の間の搬送手段は、主にバッテリー車である。工場内の道路は舗装されており、十分な幅を有している。



図II-42 車間配置と物流経路

#### 考察

車間の加工担当区分は、概ね加工の機種別、すなわちジョブショップ形態を取っている。しかし、ラジアル式ターボチャージャについては今後大幅に生産量が増加するので、関連部品の加工については、部品別ライン化に抜本的改善する必要がある。

#### 問題点

- a) 熱処理場は工場の端に位置しており、しかも熱処理機能をここに集中している。運搬に多くの労力を費やし、仕掛の原因にもなっている。  
今後は各車間の関連部品ライン内に熱処理機能を持つべきである。
- b) 蛍光探傷はコンプレッサホイールの素形材検査の為のものであるが、この機

能が工場の端に位置する理化室に設備されている。このため、蛍光探傷のためだけに精密車間から理化室に運搬されている。精鑄車間の一工程として車間内に設備を移すべきである。

#### 4.1.2 生産設備と生産能力

##### 1) 生産設備

###### 現 状

ターボチャージャ生産に直接投入されている代表的な設備の種類と台数を、[表Ⅱ-18]（ casting 分廠の生産設備と台数）、[表Ⅱ-19]（精鑄、鍛造分廠の生産設備と台数）、[表Ⅱ-20]（ターボ分廠の生産設備と台数）に示す。全体に汎用機主体の生産設備である。専用機はエンジン工場に十数台が見られたが、ターボ分廠には”センター穴明け専用機”等2～3台しか見られなかった。また、NC工作機械はターボ分廠に10台が稼働中であるが、近代化計画の第1期計画（6万台生産計画）では、さらに、何台か導入計画している。

[表Ⅱ-21] に第1期計画導入予定の主要な設備を示す。

###### 考 察

汎用旋盤や汎用フライス盤、内径/外径研削盤が、機種グループごとに30度斜めにして並べられている。全体に古い設備が多い。

研削盤等は、自動切り込み装置は無く、じっと見ているとタービンロータシャフトの外径 $\phi 7\text{mm} \pm 0.002$ の研削加工をするに、3回の途中計測をマイクロメータで測りながら行っている。一瞬の切り込みすぎでも、この公差から外れてしまうので、慎重に作業を行っていることがうかがえる。

また、第1期計画導入生産設備はこれと比較して最新の工作機械を計画している。

表II-18 鑄造分廠の生産設備の種類と台数

設備・機器リスト		設備・機器名	仕様・能力・基数	設備台数
鑄造分廠	溶解	キューポラ	3t×2基、5t×1基	3台
		低周波誘導炉	3t×2基	2
		電気炉	60KW×3基(アルミ・銅溶解用)	3
	造型	生型造型機	Z145A×5基、Z148B×3基、Z236A×1基	9
		乾燥型	Z148B×5基、Z236A×1基、250×1基、	7
		鑄型乾燥炉	80m <sup>3</sup> ×2基、	2
		油砂造型機	振動機 2基	2
		遠赤外線乾燥炉	245℃×2基、	2
		中子研磨機	シリンダ-ブロック用	1
		簡易中子成形台	シェル-ールド用 4台	4
		傾動中子成形台	シェル-ールド用 1台	1
		中子成形機	Z8612 2台	2
		砂処理	砂乾燥炉	3t/H×2基、
	フラン砂ミキサー		太洋鑄機製ロング-ラムミキサー LAM-10L 10t/h	1
	混練機/生		S116×3基	3
	混練機/油砂		S118・(S114不使用)各1基	2
	混練機/非鉄		S111A	1
	型砂ライン		B500	1
	砂回収ライン		B500	1
	フラン砂粉碎機		VM64 (太洋鑄機製) 17-70- 2基	2
	砂温調整機		太洋鑄機製	1
仕上げ	シェーカー	L128×2基(フラン)、生・乾燥各1基	4	
	ショットブラスト	6ヘッド、2ヘッド、履帯式QB3210A 2台	4	
	回転式研磨機	Q116	1	
	雰囲気焼鈍炉	150KW	1	
	焼準炉	3m×2m	1	
	焼戻し炉	2.54m×4.1m	1	
	クレン設備	10t×2台、8t×1台、5t×7台、3t×2台	12	

表II-19 精鑄、鍛熱分廠の生産設備の種類と台数

設備・機器リスト		設備・機器名	仕様・能力・基数	設備台数	
精鑄分廠	溶解	中周波電気炉	0.15/100KW	1台	
		真空中周波炉	25kg/50KW×2	2	
		真空誘導炉	0.5/5.5kg×2、78KW、ISP2/L-2	3	
		低圧鑄造機	DYZ84 40kg	1	
		低圧鑄造機	FD2-A 200kg	1	
		可傾式電気炉	QR2-150 60KW	1	
	造型	ワックス成型機	油圧機YX-45 45T	1	
		ワックス調製機	M-WJE 200A	1	
		セラミック成型	サンディング装置 5台〔1~5層〕	5	
		セラミック混練	ミキサー	1	
		石膏成型		1	
		石膏混練	ハンドミキサー	1	
	加熱	脱ロウ装置	温浴槽・オートクレーブ(不使用)	1	
		焼成炉	45KW×2、75KW×3、(950℃)	5	
		焼成炉	65KW、90KW 各1基 (1200℃)	2	
		石膏乾燥炉	150℃ 3基、赤外線乾燥機	4	
	検査	蛍光探傷機		1	
	鍛熱分廠	鍛造	加熱炉	各種8台	8
			鍛造ハンマ	750kg、560kg、250kg、65kg各1台	4
プレス機械			100t、160t	2	
プレス		成型プレス	100t、160t、100t、60t、40t、18t、8t	7	
		切断機	2mm t	1	



表II-20 ターボ分廠の生産設備の種類と台数

設備・機械リスト		設備・機械名	仕様・能力・台数	設備台数
ターボ分廠	ラジアル式ターボ加工車間	普通旋盤	4尺～6尺旋盤	18台
		NC旋盤	旧型マイコン型	4
		NC旋盤	最新NC装置付(ファナック0-T相当付)	6
		摩擦圧接機	約25Tクラス	2
		NCボール盤		1
		卓上ボール盤		6
		タッピング盤		1
		外径研削盤		7
		アングラー研削盤		2
		内径研削盤	内、送りコントロール付1台	3
		平面研削盤		2
		ホーニング盤		2
		歯切り盤	ホブ盤	1
		プレス		1
		バランス計測器		10
	押しブローチ	自製機械	1	
	軸流式ターボ加工車間	普通旋盤	6尺×14台、8尺×2台 10尺、12尺×1	18
		ラジアルボール盤	アーム長 1600	3
		立て型旋盤	テーブル φ800	1
		横中ぐり盤		1
横フライス盤		2番×7台	7	
立フライス盤		2番×4台 3番×2台	6	
ブローチ盤		引き抜き型	1	
高圧洗浄機			1	
低溶融合金層		羽根固定用	1	

表II-21 第1期計画導入予定設備 (1/2)

工程	設備名称	型番	数量 (台)	導入状況
鑄造 関係	シェークアウト機 (落砂器)	L121	1	
	ショットブラスト	Q3113B φ1300	2	
	低周波誘導炉	300kg	1	
	雰囲気焼鈍炉	RJK200-90φ1200	1	
	中子砂吹込機	Z8612B-F	2	
	アルミ溶解電気炉	180kg	3	
	アルミ用金型鑄造機		4	
	分光分析 輸入品	BAIRD3200	1	
	自動シェルマシン 輸入品	600*500*150	1	
	中子造形機 輸入品	HS16-RA/AC	2	
		小計	18	
精密 鑄造 関係	溶解炉		1	
	自動成形機		1	
	アンモニアタイプ乾燥炉		1	
	石膏真空成形装置		1	
	低圧鑄造機	50kg	1	
	可傾炉	QR-150	1	
	石膏用乾燥炉		3	
	サンドブラスト		1	
		小計	10	
機 械 加 工 関 係	NC旋盤	J1FCNC460*1000	5	
	NC旋盤	J1JNC460*750	8	
	NC旋盤	J1BNC320A	4	導入済
	PC立てボール盤	EKJ5140B	2	導入済
	立型マシニングセンター	XH5025	3	
	2頭式組合せ機		1	
	NC旋盤	CK3225 400*300	1	導入済
	高精度NC旋盤	MJ50 320*600	2	導入済
	焼鈍炉	φ500*700	1	
	長さ決めミーリング機		1	導入済
	センター穴両頭穴明け機		1	導入済
	センター穴ラッピング機		1	
	高周波焼入れ機	GCT1012A/2PC	1	
	乾燥炉	NL86-42	1	
	外径研磨機	MB1520 200*100	2	
	螺子フライス盤	SB6110	1	
	自動旋盤	C1336-1	1	
	ホーニング盤 輸入品		1	導入済
	摩擦圧接機 輸入品		1	
	センター穴ラッピング機 輸入		1	
	CNC研磨機 輸入品		1	
	バランス計測器 輸入品	SCHENCK	1	導入済
	半自動内径研削盤		1	
	外径研削盤	MB1620、J4-012	3	
	簡易NC研削盤	MJK1312	2	
	精密外径研削盤	MMB1420	1	
	NC旋盤	S3-324φ φ25	1	
両頭NCボール盤		1		
油穴口面取り機		2		
高精度外径研削盤	MGB1420	1		
	小計	53		

表II-21 第1期計画導入予定設備 (2/2)

工程	設備名称	型番	数量 (台)	導入状況
機械加工関係	高圧洗浄機		1	導入済
	バリ取り機		1	
	水力噴砂機		2	
	振動バリとり機		1	
	超音波洗浄機	H662B	1	
	普通旋盤	CA6140 400*100	1	
	万能フライス盤	XA6132	1	
	工具研削盤	M6245 45*45	1	
	汎用グラインダー	MC3030	1	
	バランス用研削機		1	
	小計	11	バランス用 バランス用	
組立関係	タービンワッシング 高圧洗浄機		1	
	コンプレックスワッシング 高圧洗浄機		1	
	ベアリングワッシング 高圧洗浄機		1	
	半自動超音波洗浄機		1	
	脱蠟層		1	
	ラジアル式ターボ組立台		1	
	リフター	Q=100kg	1	
	バッテリーカー	0.5t	2	
	自動梱包器	SK-1A型	1	
	包装台		1	
	ラジアル式3位試運転台		1	
	ラジアル式1位試運転台		1	
高圧洗浄機		1		
	小計	25		
工具関係	4座標フライス盤	500*1200	1	
	NC分割カッティング機	DK7732B	1	
	縦型フライス盤	XS5040 400*160	1	
	立型光学計	JB3 0.001	1	
	万能工具顕微鏡	JX7	1	
	横型ボーリング機	79*619	1	
	小計	6		
その他	円筒度計測器	HYQ-041	1	
	3次元計測器	DEA-001	1	
	エレベータ	3t	1	
	リフター	Q=10t H=12m	2	
	表面粗さ計測器		1	
	分光光度計		1	
	原子吸光分光光度計		1	
	油分分析機		1	
	小計	9		
		合計	132台	

注) 建屋関係の空調設備その他、補機関係を除く

2) 生産能力

ターボチャージャ関連分廠の生産能力は、[表Ⅱ-22]に示す通りであり、主として機械加工能力の制約から、現状では

ラジアル式ターボチャージャ 20,000台/年

軸流式ターボチャージャ 600台/年

の能力である。

表Ⅱ-22 各分廠の生産能力 (2直稼働で計算)

鑄造分廠 (t/月)	一般鑄造	特殊鑄造	アルミ鑄造
	245	105	6~7

注) 鑄鉄の生産能力にはディーゼル機関の鑄物品を含む

精鑄分廠 (t/月)	アルミ鑄造	特殊鑄造
	1.3	6.8

鍛造分廠	鍛造	プレス	板金・溶接	熱処理
	3,000(H/月)	4,000(H/月)	4,000(H/月)	75 (t/月)

注) 上記の生産能力にはディーゼル機関の鍛造工程を含む

機械加工 (H/月)	旋削	穴明	中ぐり	フライス	研削	ホーニング
	13,200	1,600	200	3,958	4,896	650

機械加工 (H/月)	野書き	動平衡	磨・電解	歯切加工	仕上げ
	10,300	3,590	650	3,260	

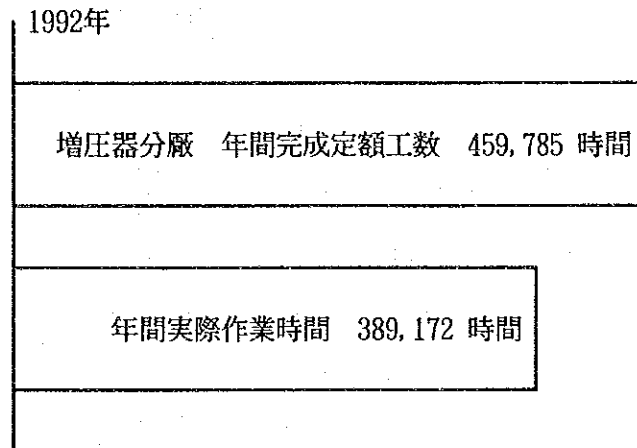
組立 (H/月)	組立
	4,583





考 察

ターボ分廠の1992年作業時間実績と完成定額工数を比較すると、〔図Ⅱ-45〕  
のようになる。



図Ⅱ-45 1992年定額工数と作業時間

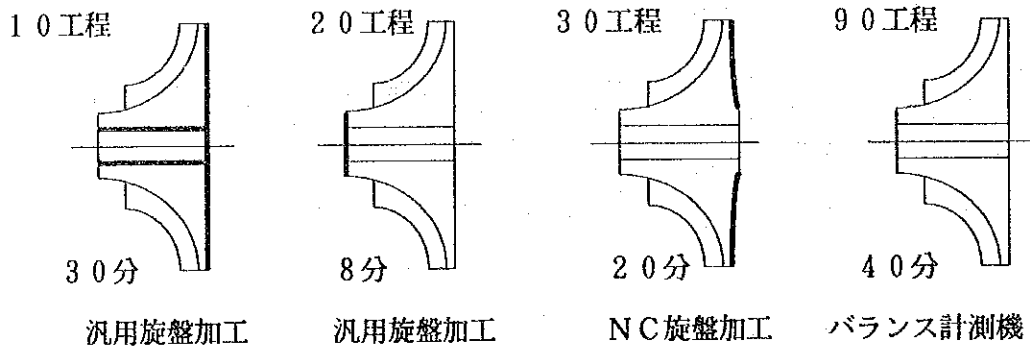
$$\begin{aligned} \text{定額完成率} &= \frac{\text{完成定額工数}}{\text{実際作業時間}} \times 100 \\ &= \frac{459,785 \text{ 時間}}{389,172 \text{ 時間}} \times 100 = 118.15\% \end{aligned}$$

(1) 〔図Ⅱ-45〕の定額工数と実際の作業時間を比べて見ると実作業時間が標準工数に対して少なく効率が良いことになる。

問題点

コンプレッサホイールの各工程定額工数は、“定額工時カード”から次のようになっている。

具体的に考察してみると、



図II-46 コンプレッサホイール加工工数参照図

10工程	羽根背面、中心穴加工（汎用旋盤）・・・	30分
20工程	ボス端面加工（汎用旋盤）・・・	8分
30工程	羽根背面曲面加工（NC旋盤）・・・	20分
90工程	バランス計測，修正・・・	40分

a) 10工程 羽根背面および中心穴加工・・・30分

この工程は、背面旋削加工と中心穴加工であるが、中心穴加工は、センタドリル、中ぐり加工、リーマ、ローバッキング加工と使用工具が多い。

実際の加工は、アルミ合金であるので切削条件は高くとることができ、20分位で加工できる工程である。日本の企業では、この工程は4分で加工している。

b) 90工程 バランス計測，修正・・・40分

バランス計測は、ターボチャージャの生命と言うべき重要な工程である。現在2名一組になって、計測，グラインダ修正を行っており、数回のバランス修正をしている。

加工方法を観察すると、各作業要素（バランス計測，グラインダ修正）は2～3分で行っており、実質8～16分の工程であると考えられる。

c) 以上より、定額工数にはかなりの作業余裕率が加算されていると考える。

## 2) 設備効率

### 現状

工場調査時に観察した状況から推察すると、設備の負荷状況が低いため稼働効



率は良くない。以下に数例を示す。

a) 設備に対する負荷管理が実施されていないため、作業休止している機械が多い。

(1) タービンロータの摩擦圧接機作業は、この専用機械であるが、2週間の調査期間中に数時間しか見ることが出来なかった。

中々、作業が見れないことから、わざわざ時間を設定して作業者に実演してもらったほどである。

昼間の時間だけの調査ではあったが、実際の稼働時間は半分以下で有ると判断する。

(2) 卓上ボール盤やプレス機械、タッピング機械は9台保有するが、調査期間中2台の加工を見ただけで、他の機械での加工は見れなかった。

それぞれが、専用的にセットされていると考えるが、加工工程は数時間の内に終わってしまう。

(3) バランス計測機は10台が設置されているが、実際には4部品の計測修正が行われている。

何回か計測状況を調査したが、実際にバランス計測を行っていた設備は2～3台であった。

残りのバランス計測機はそれぞれの専用的セットをされているとしても、加工個数に対して計測装置が多すぎる。

(4) タービンロータ溝研削盤やベアリング外径研削盤等、専用的加工機械は加工要求があるまで休止している。

b) 外的要因によりフル稼働しない設備がある。

(1) 高周波焼入れ機械は電力事情のため、夜間のみ稼働している。

## 考察

部品の最終完成日しか明確になっていなく、日々の加工計画がハッキリしていない。このため、部品完成が遅れがちとなり、組立作業は月始めには着手できず、月末に負荷が山になっている。

一般的に作業効率が低く、各設備の稼働率が低い。

#### 4.1.4 周辺機能

##### 1) 品質体制と精度管理

品質検査は質検処で行っている。全員で 135人のメンバーで運営されている質検処の中にTQC室、ターボ検査組、ディーゼル機関検査組、工具修理検査組、熱処理検査組、理化室、購入品検査組、計量室がある。

ターボ検査組は、15人で加工上の初回品検査やロット単位の検査を行っている。

TQC室は、品質管理の教育や各グループの改善テーマの推進状況を把握して進める推進役を取っている。日本のQCグループの小形版である。

また、計量室は、熱工組と長さ組があり、熱工組は熱処理関係のメータ類の校正を行っている。長さ組は、マイクロメーターやダイヤルゲージの定期検査を行っており、しっかりした管理体制で実施されていた。

工具修理検査組は、治工具や金型の検査を行っており、型精度が適正かチェックする機構を取っている。また、理化室は化学分析を担当するところで、X線投影機や金属組織顕微鏡を持っている。

##### 2) 治工具管理

治工具や金型の管理は工具処で行っている。81人のメンバーである。

技術工芸組は、治工具を製作する技術的な管理を行っている。

その他、治工具の製作及び管理は旋盤、フライス、研磨、仕上げ工程を持っている。

また管理面では、標準部品、自製治工具、標準治工具の管理グループを持っており、倉庫に多数の治工具が収納され管理されている。

##### 3) 設備の校正修理、保全

設備の修理校正は実に良く実施されている。現場から汎用旋盤が搬出されて行くのでどこに持って行くのかと聞いたら、校正修理するためだと言っていた。

また、工具処には、現在修理中のフライス盤がキサゲ掛けを行っており、確実に精度点検と修理が行われていることが伺える。

##### 4) 動力供給機能

電力、エアー等の供給は、動力・設備処が担当している。

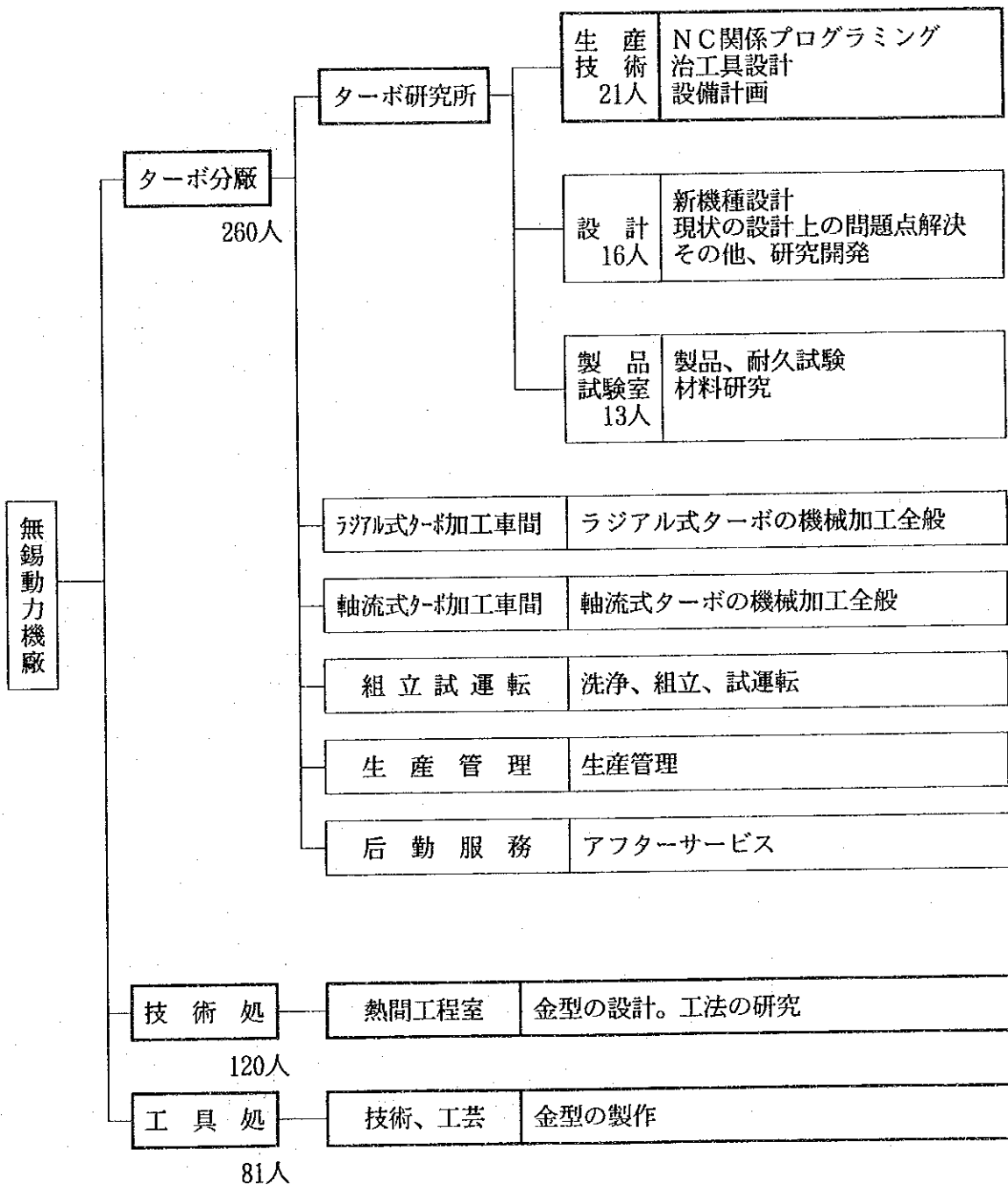
電力事情は、5年前は非常に悪かった。最近は比較的停電も少なくなったが、常用発電設備を 200kw×4台を持っている。

#### 4.1.5 生産準備

##### 1) 組織および人員

ターボチャージャの生産準備の組織構成を〔図Ⅱ-47〕に示す。

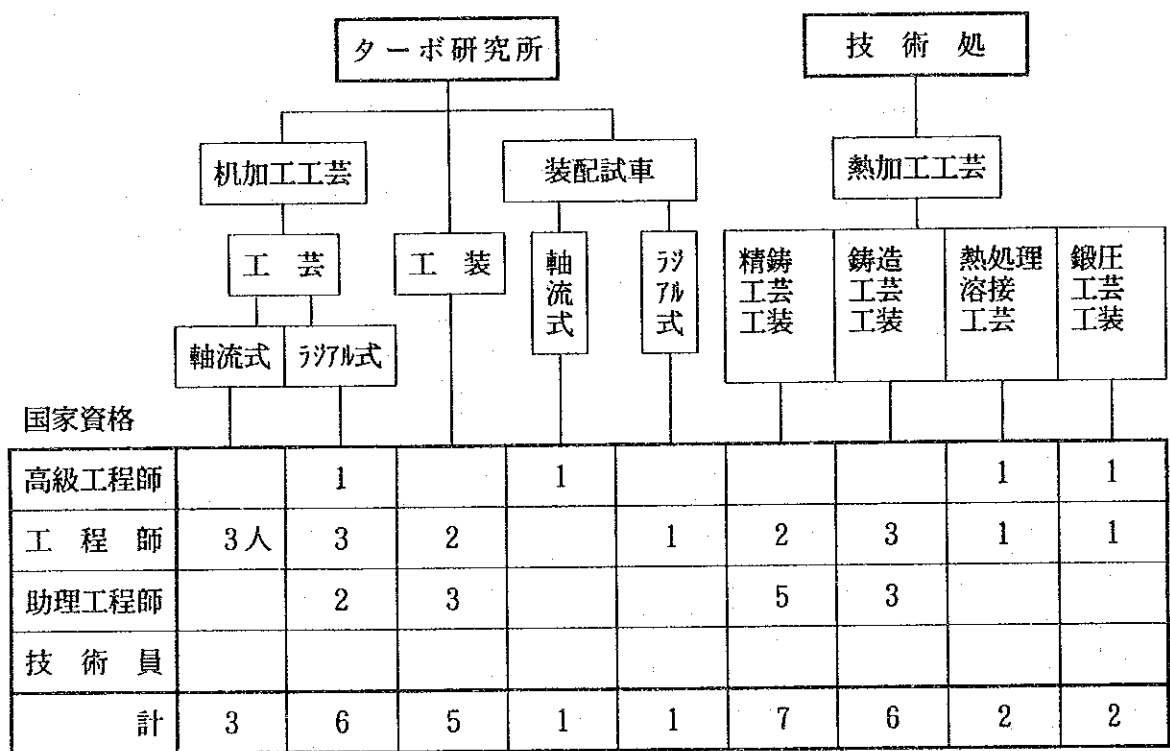
生産準備は主として、ターボ研究所が行っているが、素形材加工の為の生産準備は技術処、治工具や金型の製作は工具処が担当している。



図Ⅱ-47 ターボチャージャの生産準備の組織構成

ターボチャージャの生産準備関係の構成員と資格を、[図II-48]に示す。

高級エンジニア・・・45歳以上、大学卒 一応、試験制度になっていて合格した者  
 エンジニア・・・大学卒業5年以上で受験可能 一般に経験年数で合格  
 助理エンジニア・・・大学卒業の者でエンジニアに合格しない者  
 技術員・・・専門学校卒業生



経験年数

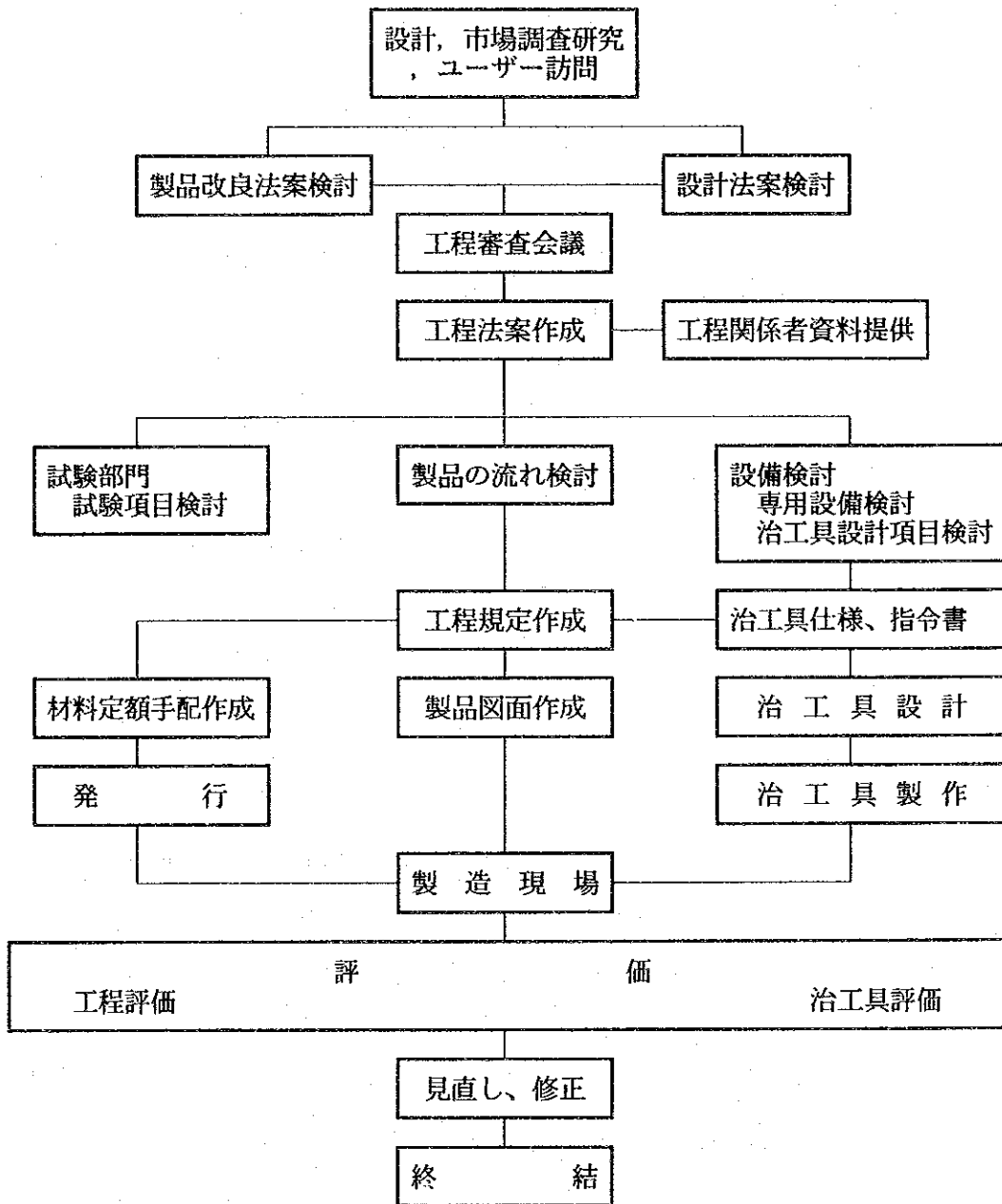
3年未満		1				1	1		
3~10	1人	2	3		1	3	2	1	1
10年以上	2	3	2	1		3	3	1	1

図II-48 ターボチャージャの生産準備関係の構成員と資格

## 2) 工程設計

### 現 状

工程設計はあらゆる生産準備の根源となる基本計画であり、最も重要な作業である。製品の品質、加工レベル等がこれで決まってしまうと言っても過言ではない。無錫動力機工場で実施されている、工程設計の概要フロー図を、[図II-49]に示す。



図II-49 工程設計の概要フロー図

工程設計の結果に基づいて、次の各技術資料が作成される。

- ① 工作票・・・ [図Ⅱ-50] 参照  
作業者名および作業開始時間、終了時間  
検査員の初回品検査、ロット完成検査員等
- ② 生産作業計画・・・ [図Ⅱ-51] 参照  
月ごとの生産計画
- ③ 加工路線単・・・ [図Ⅱ-52] 参照  
加工工程ごと最終完成までの検査記録
- ④ 工芸進程カード・・・ [図Ⅱ-53] 参照  
部品単位の加工工程図
- ⑤ 工時定額カード・・・ [図Ⅱ-54] 参照  
部品単位ごとの工程と使用機械、標準時間の明記
- ⑥ 産品材料消耗定額 [図Ⅱ-55] 参照  
1台分の必要台数と素形材の材質重量  
完成品時の重量
- ⑦ 工芸路線表・・・ [図Ⅱ-56] 参照  
鋳造、鍛造、熱処理、機械加工など全体の流れ図
- ⑧ 組立工芸規定・・・ [図Ⅱ-57] 参照  
組立に必要な工程ごとの作業標準

## 考 察

作業管理面は、比較的よく標準化されている。ただし、作業内容が細分化されすぎているため、各担当者間の横のつながりが少ない様に見える。

また、これらの書類の作成管理（集計、分類、書き写し）をするための管理人員が、多すぎるように思われる。

集計やデータを集めすぎると、それを管理することが非常に大変になってくるので、思い切った集計データの削減を検討することが必要である。

また、作業者の技術レベルや組織がしっかりしてくると、一部の管理機構は、各分廠や車間にまかせてしまうことも検討する必要がある。









# 工艺过程卡片

产品型号 H2A		材料牌号 40CrA / INCO715C		零件名称 增压器		图号 3504346		材料名称 碳钢零件	
工序号 001		工序名称 焊接		设备 左旋用0.5mm X 2		工时 59.0		工序号 1	
002		检验		C016					
05		车焊缝		C016 X 2 W					
10		打叶轮端中心孔		C016					
20		打轴端中心孔 打两端中心孔		C016					
30		粗车轴颈		C016					
40		精车轴颈		C016					
40x		高频淬火							
40J		检验							
45		打角中心孔		C016					
50		粗车轴颈		M131W					
60		车叶轮端中心孔		ZM8015					
6		86001		86012		86012		86012	
6		更改文件号		86012		86012		86012	
6		日期		86.7		86.7		86.7	
6		日期		86.7		86.7		86.7	



图 II-53 工艺过程卡片



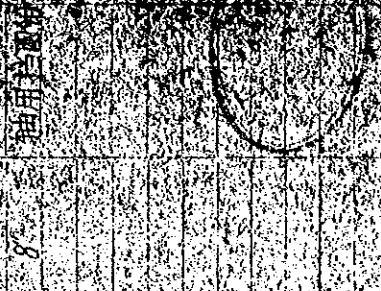




H2A-229

无锡动力机厂 装配工艺卡片

工序号	工序名称	数量	工序号	工序名称	数量	工序号	工序名称	数量
3503662	轴封	1	160	在轴封上涂油并装上轴封	1	170	将压气机端轴封零件装入压气机上	1
3758848	压气机端密封环	1		将压气机端密封零件装入压气机上	1		在O形密封圈上涂油后装入压气机上的密封圈内	1
3504247	压气器	1		将压气器装入压气机上	1			
3501502	压气器	1						
3502449	O形密封圈	1	180	在O形密封圈上涂油后装入压气机上的密封圈内	1			



将压气机端轴封零件装入压气机上

图 11-57 组立工艺规定

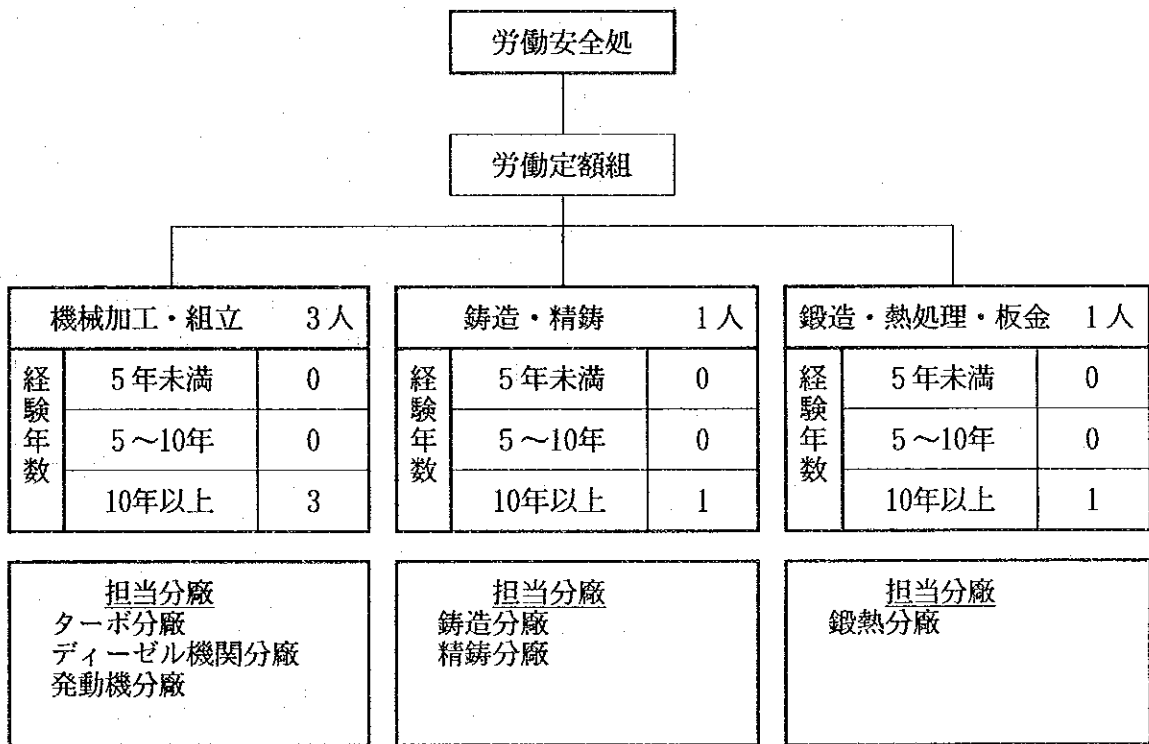
3) 標準時間の設定

現 状

a) 標準時間設定の組織

工程設計に基づいて、工程毎に標準時間（定額工時）が設定される。

標準時間の設定は、労働安全処が担当しており、その機構を [図II-58] に示す。



図II-58 標準時間管理機構

b) 標準時間の設定方法

作業工法が決定した後、標準時間の見積は次の手順で算出される。

手 順	内 容
1. 技術資料の検討	(1) 生産技術処が発行した”工程カード”等の技術資料の内容を理解する。
2. 設備、治工具等の整備状況の調査	(1) 設備、治具の整備状況を調査する。 (2) 生産組織、労働組織の状況を調査する。
3. 時間算定法により見積	(1) 政府の標準時間算定法 政府から発行している、加工条件や見積時間標準書によって時間算定する。  (2) 技術定額法 切り込み、送り、回転数等で算術的に決定する。 (3) 経験年数 その作業の経験年数や慣れを考慮する
4. 審 査	(1) 標準時間の妥当性を審査する。
5. 許可・発行	(1) 標準時間を許可し、発行する。
6. 見直し、修正	(1) 0.5～1年経過した後、統計分析を行い同形状の物との時間比較を行って修正する
7. 最終決定	(1) 最終決定

問題点

- a) 標準時間の算定基準があるが、この基準自体が、あまいデータであることと基準に頼りすぎている。  
これからは、新しい加工技術やNC装置が導入されてくるので、実際の加工方法に基づき、時間を算出するシステム作りが望まれる。
- b) 実際の加工状況を観測せず、机上で設定しているので、実態と遊離した時間になっている。  
治具や加工方法の改善によって、日々、作業時間が変わっているが、この修正サイクルが見当たらない。
- c) 各担当技術者が個別化、分業化されすぎており、時間見積員はこれだけ行っておけばよいと言う取組である。時間見積作業を、現場に密着した事務所で



っておれば、改善業務や新工具によって、いかに時間を短縮したか把握できる。

- d) 現在の標準時間（定額工時）は、奨励給の査定根拠としての機能のみが重要視され過ぎている。そのために、余裕率の高い時間となり、負荷計画や日程統制の基準としての機能が失われている。



## 5) NCプログラミング

### 現 状

NCプログラミングは、ターボ研究所の生産技術処で行っている。

現在所有するNC工作機械は4台+新設機械6台程で、ほとんどがNC旋盤が主体である。

これらのNC旋盤は、PCコントロールで動作する簡単な制御装置が付加されたもので、プログラム言語はマシン語である。

加工動作は、簡単な位置決め、円弧動作で、工具径補正等は持たない旧式な物である。(第1期計画導入設備から、我々が一般に言うNC旋盤が導入されはじめている。すでに6台の新設NC旋盤が導入されている。これらのNC装置は、ファンック0-Tクラスのものが付いており、CRTから会話式に入力するものである。)

プログラム方法は、キーボードに直接入力する直接方式で、現状は50ステップ程度の内容であるから入力可能で、将来の複雑な加工や工程の増加からプログラムが長くなると、人手では出来なくなってくる。

出来るだけ早い機会に、プログラミング体制および入出力機器の導入を要する。

NC旋盤の刃物台は、普通の旋盤のように手動式で回転、クランプするタイプのものである。

第1期計画の導入設備から、6方台、8方台の物が導入されるようになってきているが、まだまだ精密加工用多刃NC旋盤は少ない。

今後部品別専用ライン化になると、使用工具本数も増加してくるので、将来を見越したプログラミング設備導入が必要になる。

### 問題点

#### a) NC装置の統一化

NC装置がまちまちで有ると、プログラム内容も違ってくる。

設備台数が少ない内は十分内容も把握出来るが、20台以上になると管理面で難し

くなる。

- ① メンテナンス部品が多岐雑多になる。
- ② NC自動プログラム装置導入時にポストプロセッサの考え方を必要とするが、余りにも内容の違うものは出来ない。
- ③ 或るNC旋盤から別のNC旋盤に、プログラムを変換したり、移したりする必要が生じる（緊急時や増産対応、故障等で）が、NC装置が違うと出来ない事がある。
- ④ 出来たら同一仕様のものを複数台導入すると良い。  
バックアップ機として活用出来る。

#### b) 加工情報の書き込み読み出し装置

これからNC入力情報は非常に長くなってくるし、改良のために頻繁にテープ内容の修正を必要とすることになる。

また、自動プログラム装置を導入することによって、テープ情報の読み込み方法が全く違ってくる。

このために、NCテープの入出力機器の導入を検討する必要が生じる。

NC工作機械の購入時にも、今からこれらの事項を考えて仕様を決める事が必要になる。

#### c) 刃物台

現在の刃物台は4方台手動式や6方台、8方台が主体である。

4方台の刃物では、非常に限られた加工機能しか持たせることが出来ないため、少なくとも6方台以上を必要とする。

今後は、加工内容の充実、工程の複雑化に対応するために、12方台の刃物台形式のものを導入するのが望ましい。

#### 4.1.6 原単位

H系列のH1Cの主要部品につき1台あたりの原単位を材料重量で表したものを  
[表II-23]に、工数については[表II-24]に示す。

表II-23 H1C主要部品の材料所要量 (単位: kg/台)

部 品 名	鋳 鉄	鋳 鋼	アルミ合金
タービンホイール		0.6	
コンプレッサホイール			0.27
ベアリングハウジング	3.0		
タービンハウジング	8.0		
コンプレッサハウジング			3.0

表II-24 H1C主要部品の工数 (単位: 分/台)

部 品 名	旋 削	穴明け	中ぐり	フライ	研 削	溶 接	その他	合 計
タービンホイール	83			4	125	5	26	243
コンプレッサホイール	57						48	105
ベアリングハウジング	155	53		10	20		57	295
タービンハウジング	80	27		15			39	161
コンプレッサハウジング	38						19	57

## 4.2 鑄造工程

### 4.2.1 組織・機能および人員

鑄造工程は、鑄造分廠が生産を行っているが、技術面では技術処の中に熱間工程室があり、ここで方案並びに治工具設計を行っている。

鑄造関係の人員は、鑄造分廠が 248名、技術処は 7名で構成されている。

組織並びに人員配置は、〔図Ⅱ-60〕のとおりである。

		技術者	事務	直接	農民工	
鑄造分廠 分廠長 (248名)	副分廠長	生産組		4		
		型製作大班	班長・組長(5)	6 9	1 8	
		中子製作大班	(4)	6 0	3	
		整品大班	(3)	2 5		
		機械修理大班	(2)	2 7		
		大炉注湯班	(3)	2 7		
		木型班	(1)	7		
	分廠事務 1 (会計)		2 (統計)			
	技術処長 — 副処長	技術組	1 5			
		品質検査組	9			
熱間工程室		7				

注) カッコ内数字は直接員に含む

図Ⅱ-60 鑄造部門の組織と人員配置

主な職種別技術員・作業者の経験年数は、次のとおりである。

表Ⅱ-25 鑄造部門の職種別人員と経験年数

職 種	3年未満	3～10年	10年以上
技術員	2	2	11〔内技師2名〕
造型工	10	12	20
造芯工	4	10	17

#### 4.2.2 鑄造部品の種類および生産量

鑄造分廠では、ターボチャージャ用鑄造部品として、タービンハウジング、コンプレッサハウジングの他にディーゼル機関用のエンジンフレーム、シリンダーヘッド、その他の鑄鉄部品、並びに金型用素材としてのアルミ合金や銅合金鑄物などを生産している。

材質別での生産量は、鑄鉄品が 245 t/月、球状黒鉛鑄鉄が 105 t/月、アルミ合金が 6～7 t/月、銅合金が 2～3 t/月で、通常、1 kg以下のものから 630kg 程度のもを生産しているが、最大 6 t 程度のものも過去に経験をもっている。

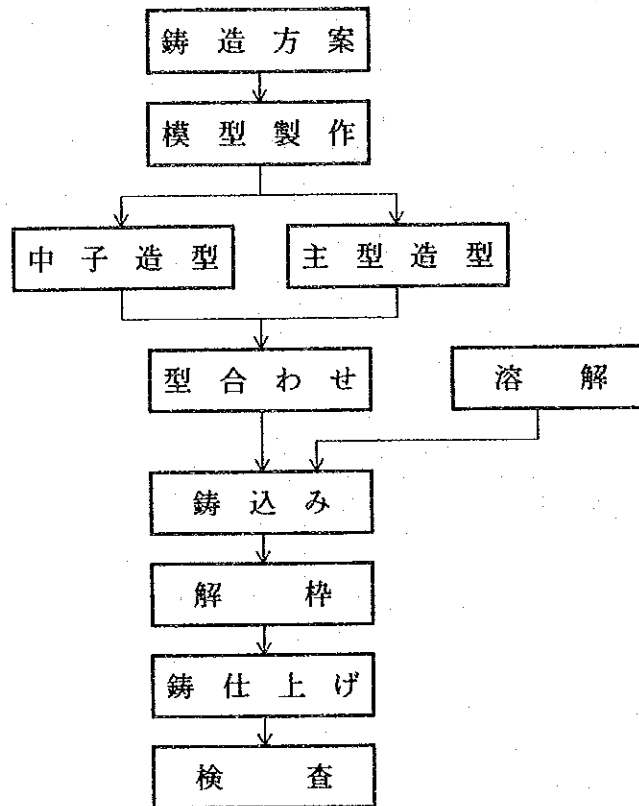
現在の鑄物生産量は、〔表Ⅱ-26〕のとおりである。

表Ⅱ-26 鑄造品の種類と生産量

材 質 種 類	生 産 量	代 表 部 品
普通鑄鉄鑄物	245 t/月	ディーゼルエンジン用エンジンフレーム、シリンダーヘッド ベアリングハウジング
球状黒鉛鑄鉄鑄物	105 t/月	タービンハウジング、
アルミ合金鑄物	6～7 t/月	コンプレッサハウジング、金型素材
銅合金鑄物	2～3 t/月	軸受け他

#### 4.2.3 鋳造工程の概要

一般の鋳造品製造工程の流れを、〔図II-61〕に示す。ターボチャージャ部品の製造工程でも特別の作業工程は無く、これと全く同様である。



図II-61 鋳造工程フロー図

#### 4.2.4 鋳造各工程の概要

##### 1) 鋳造方案

###### 現 状

鋳造方案は、技術処の熱間工程室で、模型、金型、ゲージ等の治工具を含めて7名によって計画設計が行われている。

現状の生産機種構成から見ると、技術者としては十分な陣容であると考えられる。

###### 考 察

鋳鉄鋳物が主体の現状から考えると、これまで蓄積された技術ノウハウによ



って手作業による方案作業で十分であるが、球状黒鉛鋳鉄鋳物などその他の合金鋳物については、将来的にはコンピュータによる方案作業を検討すべき時が来ると考える。

## 2) 模型製作

### 現 状

模型製作は、木型の場合、技術処から出された鑄造方案図に基づいて、木型班において手作業により製作されている。

金型の場合は、技術処の方案・設計図に基づいて、素形材を鑄造分廠で製作し、工具処で機械加工および手作業によって仕上げられている。

これらの模型は、模型倉庫に区画を決めて整理して置かれている。

模型の補修は、生産量に合わせて定期的に点検・修理が行われている。

### 考 察

現在の生産機種構成では、手作業による模型製作で十分であると考えが、将来のターボチャージャのニーズの多様化を考える場合、3次元曲面が多いので、模型製作にも能率向上を考えてNC加工化を図る必要がある。

他方、簡易的な模型については、樹脂型を使うことも考えるべきである。

機種構成も少ないので現状の模型倉庫で十分に管理できている。

## 3) 造 型

### 現 状

主型造型は、生型および乾燥型が主体で、一部にフラン砂プロセスが使われている。なおターボチャージャ部品は、生砂型で単純なジョルトマシンで手作業により造型されている。

中子造型は、油砂、シェル砂が使われている。これらも全てが手作業で行われている。

原料砂は、シェルモールド用のコーテッドサンドを除き、湿態の砂を購入して自社で乾燥を行っている。

#### 考 察

現在は、全ての作業が手作業で行われており、造型機も基本的なジョルトだけの機械を使っており、量産を考えた場合には人海戦術を取っても間に合わない。造型については、精度の高い鑄型が効率良く出来る機械を導入し、併せてライン化を図る必要がある。

中子造型については、油砂の使用は油圧部品などの複雑・繊細な中子には非常に効果があるが、一般的には寸法精度の確保が難しく、焼成作業も必要となるので、より効率のよいプロセスに変更する必要がある。

ディーゼルなど大物部品の造型プロセスとして、乾燥型が使われているが、作業効率の面から考えると他のプロセスに変更すべきと考える。

#### 問題点

- a) ターボチャージャ部品の生産を考えた場合、精度の高い鑄型が効率良く出来る造型機を導入してライン化を図る必要がある。
  - b) 中子造型は、効率のよいシェルモールドプロセスまたはコールドボックスプロセスに変更すべきである。
  - c) 乾燥型は、より効率の良いフラン砂プロセスまたはセメント砂プロセスに変更すべきである。
- 4) 型合わせ

#### 現 状

造型された下型は、土間に並べられて中子が納められた後、上型が被せられる。全ての鑄型は、土間に並べられた状態で注湯を待つことになる。

## 考 察

鑄型は、一応土間に機種ごとに整頓された状態で並べられているが、鑄込みの場所としては広く取ることになり、安全上、また品質上は好ましくない。

作業姿勢として低くなり、作業環境として余りよくない。

## 問題点

a) 生産性を考えてコンベアなどのライン化を考えるべきである。

## 5) 溶 解

### 現 状

溶解は、3 t キュボラによって地金類が溶解された後、取鍋に受け取られて鑄型に注入される。

材質は、地金の配合で決定されており、溶解後はくさび型試験片を採取しているが、その判定は理化学室において行われている。

化学成分の分析は、重要部品については、鑄込みの際に分析試料を採取して、鑄込み後理化学室において分析を行っている。

### 考 察

溶解された溶湯の品質について、唯一サンプリングされたくさび型試験片も炉前での検査がなされておらず、鑄込み後理化学室で判定されている。鑄物の品質を製造工程で造り込む品質保証の考え方からすると、大きな問題点である。

キュボラ溶解の場合、溶解の専門家はその湯面模様を見れば溶湯の材質の適正度を容易に判定できるものではあるが、そのような技能者が育たなくなりつつある現実を考えると、炉前分析などの計器による材質判定は不可欠である。

この点を考えて、今年中に米国製の分光分析機 (BAIRD) を導入することに

なっているのは好ましい。しかし、本機は分析精度があまり良くないと言われており、品質保証の武器になるか否かは疑問である。また、鑄鉄の場合は特に炭素量の定量分析が難しく、炉前管理用としてはむしろCEメーターを導入した方がよい。

現状のキュポラによる溶解では、最高溶解温度が1480℃であり、球状黒鉛鑄鉄用の溶湯としては適切ではない。より高温の溶湯が得られるように改造するか、前炉を設置して昇温するなどの方策を考える必要がある。

#### 問題点

- a) 溶解における炉前試験が行われておらず、事後処理となっているのは問題である。炉前試験は行うべきである。
- b) 球状黒鉛鑄鉄用の溶湯として現在のキュポラ溶解では不適當であり、前炉として低周波炉を設置するか、キュポラを改造する必要がある。

### 6) 鑄仕上げ

#### 現 状

注湯・冷却後はシェーカーで解砕し、鑄物と砂に分離された後、鑄物は鑄仕上げ場に搬送されて、湯道・押湯などを切断される。必要に応じて熱処理を施された後、鑄物はショットブラスト・グラインダなどによって仕上げられる。

最終的に鑄物としての検査が行われ、合格品は鑄物倉庫に一時保管される。

#### 考 察

この工程は、最も機械化・自動化し難い工程であり、一般的には、各社とも同様の作業になるが、治工具の工夫について後項で紹介する。

### 7) 砂処理

#### 現 状

生型および乾燥型については、型バラシ後回収された砂は異物を分離して再度調整され、粘結剤添加および水分添加して混練して造型場に供給されている。また、その際、6回/日、定期的に砂をサンプリングし所定の砂試験を行い、管理図を書いている。

大物用のフラン砂については、連続式ミキサーにより混練された砂が供給されて、造型・鑄込み・型バラシ後の砂はすり鉢式のリクレーマにより砂粒に回収・再生されて、砂温度を調節して繰り返し再生砂として供給されている。

### 考 察

生型砂の場合、鑄物砂管理図が書かれているが、管理限界をはみ出した場合の処置が本当になされているのか、また、その管理幅が適正であるのかが疑問である。その証拠は、次項で述べる鑄造欠陥に砂噛み欠陥およびガス欠陥が多いことである。この点について充分検討する必要がある。

フラン砂の場合、粉碎だけのリクレーマを使用しているが、これだけでは不十分で、更に砂揉み式のサンドリクレーマを通す必要がある。現状のままでは繰り返し使用している間に砂中の可燃分が増加し、鑄造欠陥を発生し易くするので注意が必要である。

### 問題点

- a) 砂処理は、一応管理された状態にあると思われるが、不良現象から見ると、管理された状態ではない。
- b) フラン砂の再生については、再生処理の強化を図る必要がある。

## 8) 検査と鑄物の品質

### 現 状

鑄造工程内でのチェック・検査は行われておらず、鑄物が完成した時点で検査が行われ、合格品は鑄物倉庫に一時保管されている。不合格品については、技術

部門と検査部門が協議して救済措置を検討するとともに、救済措置の取られたものについては合格品として次工程に送られている。

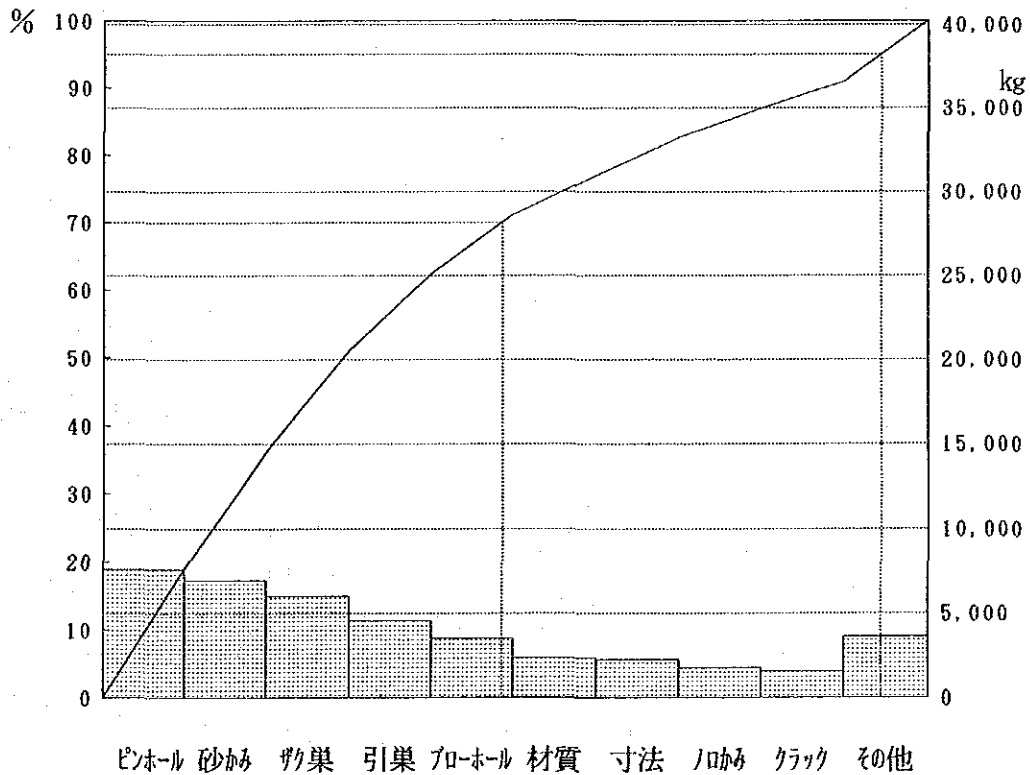
鑄造分廠における1992年12月分の鑄物不良に関する実績データを、〔表Ⅱ-27〕に示す。また、鑄造欠陥の分類による不良の状況を、〔表Ⅱ-28〕および〔図Ⅱ-62〕に示す。

表Ⅱ-27 鑄物不良発生状況（1992年12月）

	材 料 投入量 (kg)	製品重量 (kg)	製品率 (%)	鑄 物 廃 品 量			廃品率 (%)
				鑄造内	外廃品	合計	
銑鉄鑄物	630,436	295,724	43.13	11,605	23,835	35,440	11.53
普通鑄鉄		91,747		1,327	4,620	5,947	6.39
エンジンフレーム		76,472		632	1,894	2,528	3.23
シリンダーヘッド		38,160		4,680	7,110	11,790	27.52
合金鑄鉄		17,405		289	4,429	4,718	26.66
D C I		71,940		4,677	5,780	10,457	13.65
非鉄鑄物		3,594			111	111	3.09
アルミニウム		3,594			109	109	3.03
銅合金					2	2	

表II-28 鑄造欠陥発生状況分類 (1992年12月)

欠陥名称	鑄造外不良	鑄造内不良	廃品合計	頻度(%)
砂噛み	3657.9	3281.4	6939.3	17.2
引け巣	3880	671.6	4552.6	11.3
ピンホール	7415.4	184.9	7600.3	18.9
ノロ噛	747.3	1024.2	1771.5	4.4
ブローホール	1485	2040	3525	8.8
変形	52.4		52.4	0.1
寸法不良	1170.4	1091.3	2261.7	5.6
クラック	1575.9		1575.9	3.9
ザク巣	6000		6000	14.9
欠損	12.2	16	28.2	0.1
焼着		29.7	29.7	0.1
外引け		135.5	125.5	0.3
材質不良	461.8	1907	2368.8	5.9
その他	2253.4	1150.4	3403.8	8.5
廃品量合計: kg	28711.7	11532	40243.7	100



図II-62 鑄造欠陥分析 (1992年12月)

ターボチャージャの鋳造部品について、鋳物不良に関する実績データを、1992年について調査した結果を、〔表Ⅱ-29〕に示す。また、その分析結果を、〔図Ⅱ-63〕～〔図Ⅱ-65〕に示す。

表Ⅱ-29 ターボチャージャ部品の鋳造不良状況（1992年）

欠陥名称	261P-13 タービンハウジング		261P-13 ベアリングハウジング		H1C タービンハウジング		H1C ベアリングハウジング	
	内廃	外廃	内廃	外廃	内廃数	外廃数	内廃数	外廃数
砂 噛 み	30	17	12	13	690	223	841	172
引 け 巣				10	639			705
ピンホール	5	29	13	24	352	33	784	45
ノ ロ 噛	2	4		6	882	1	198	97
ブローホール	22	25	26	3	153		27	
変 形		1						
寸法不良	24	9	6		21	319		
クラック		7		1				61
ザク 巣		17		26		28		
欠 損	2		6		13			
焼 着	3		2		36			
外 引 け			3		25	1		
材質不良								
そ の 他	13	23	5	1	64	125	45	17
廃品数合計	100	71	74	84	2,879	896	1,895	1,097
投入数	395		351		6,468		5,777	
入庫数	295		277		3,589		3,844	
不良率(%)	5.9		4.5		58.4		51.8	



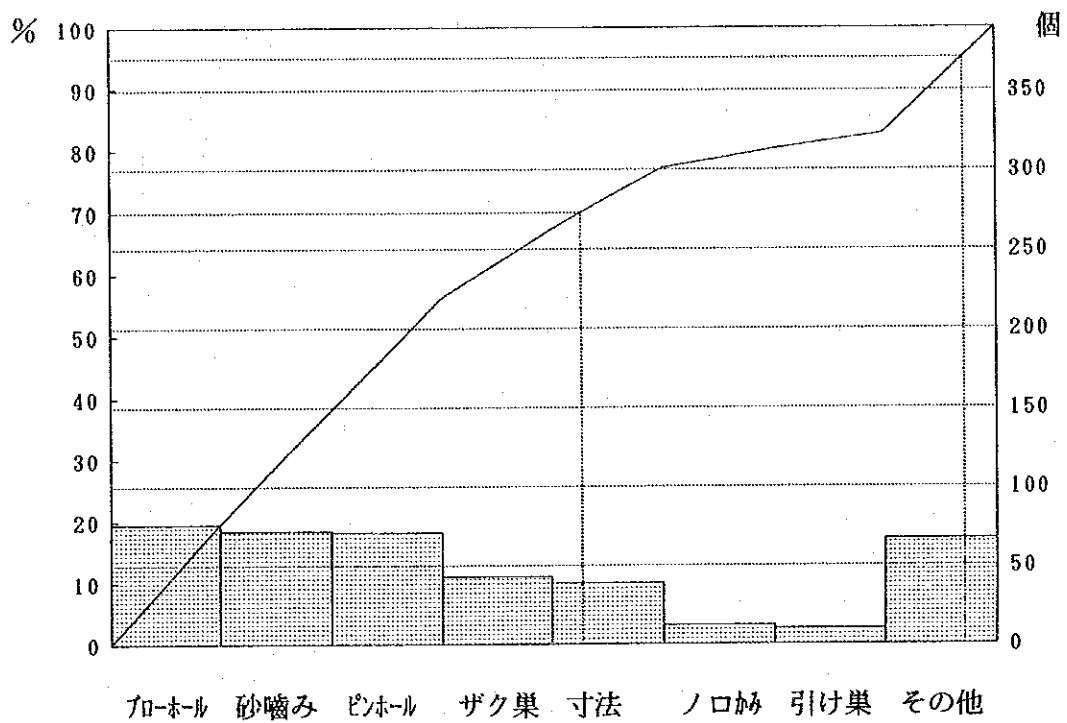


図 II-63 261Pベアリングハウジング鑄造欠陥分析 (1992年度)

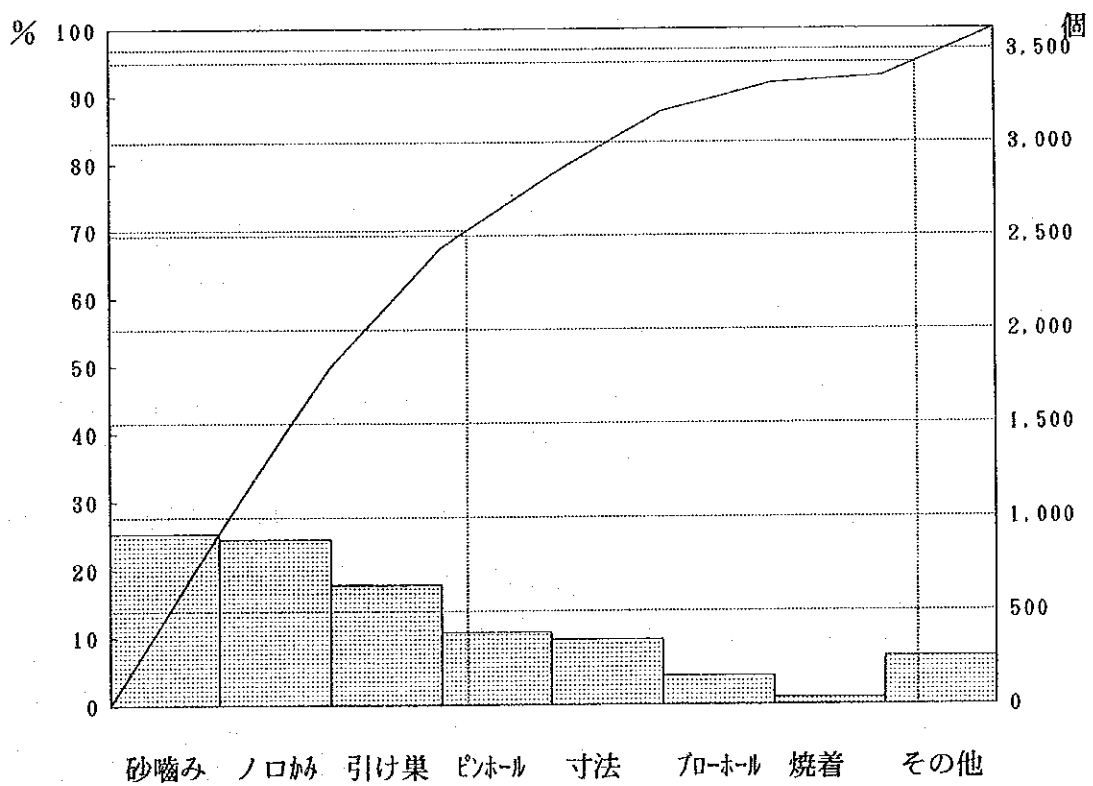


図 II-64 H1C タービンハウジング鑄造欠陥分析 (1992年度)

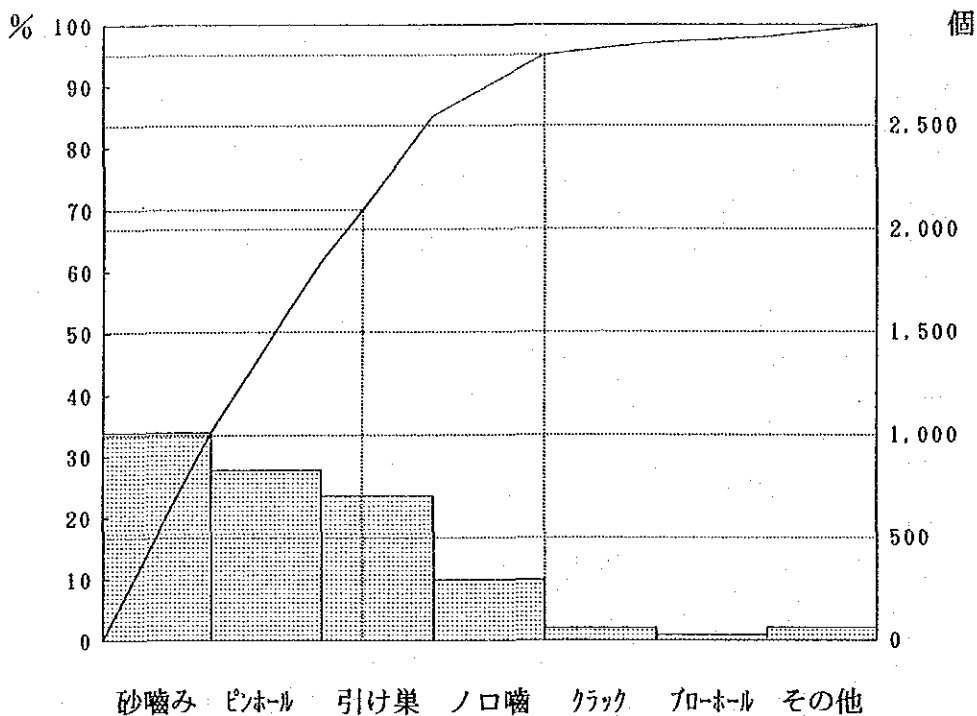


図 11-65 H1C ベアリングハウジング鑄造欠陥分析 (1992年度)

考 察

鉄鑄物の材質構成は、普通鑄鉄系が75%、球状黒鉛鑄鉄が25%程度であるのに、製品歩留りが43%と非常に低い。これは不良廃却品が多いことに起因している。特にディーゼルエンジンのシリンダヘッドおよび合金鑄鉄の不良は、1/4以上となっており異常に高い。

不良の現象を分析してみると、ガス欠陥、砂噛み・ノロ噛みなどの異物噛み欠陥、引け巣などの基本的な慢性不良が大半を占めている。

一方、ターボチャージャの部品を見ると、1992年1年間の不良廃却品の個数は、生産した1/2以上が廃却されている。これらの原因となった欠陥の現象は、ガス欠陥、異物噛み欠陥、引け巣欠陥がその殆どである。

これらのデータは、それぞれ細かく採られているが、その分析が十分になされないまま記録として残されているだけで、原因追求・対策検討が行われていない。即ち、データとしての紙屑を蓄積しているにすぎない。

問題点

- a) 鋳鉄鑄物の製品歩留りが43%程度で、非常に低い。
- b) ターボチャージャ部品では、生産した鑄物の 1/2は廃却されている。
- c) 品質管理が行われていないために、ガス欠陥、異物噛み、引け巣などの慢性不良が繰り返されている。

9) 仕掛かり部品の保管状況・搬送方法

現状

鑄造分廠内の部品の保管状況並びにハンドリング・搬送方法は、〔表Ⅱ-30〕のとおりである。

表Ⅱ-30 仕掛部品の保管状況・ハンドリング・搬送方法

仕掛品	保管状況	ハンドリング・搬送方法
模型	模型倉庫に保管・管理されている	電動車にて運搬
鑄型	土間置き	クレンおよび手で搬送
中子	棚及びパレットに載せられている	電動車・クレン・手作業
鑄放品	素材倉庫で保管	ケースに入れて電動車搬送
仕上品	検査合格後素材倉庫で保管	ケースに入れて電動車搬送

考察

仕掛かり部品で一部に乱雑に置かれている部分もあるが、一応保管場所は設定されており、運搬においても特に問題は見られない。

4.2.5 鑄造設備と生産能力および生産性

1) 鑄造設備

現状

現在所有している鑄造設備の代表例を、〔表Ⅱ-31〕に示す。

また、鑄造工場のレイアウトを、(図II-66)に示す。

表II-31 主要鑄造設備

設備・機器名	仕様・能力・基数	稼働時間
〔溶解〕		
キューボラ	3 t×2基、5 t×1基	8 H
低周波誘導炉	3 t×2基	0
電気炉	60 KW×3基〔アルミ・銅溶解用〕	8 H
〔造型〕		
生造型機	Z145A×5基、Z148B×3基、Z236A×1基	各6 H
乾燥型用造型機	Z148B×5基、Z236A×1基、250×1基	各6 H
鑄型乾燥炉	80 m <sup>3</sup> ×2基、	18 H
油砂造型機	振動機 2基	8 H
遠赤外線乾燥炉	245℃×2基、	16 H
中子研磨機	リング-ブロック用	8 H
簡易中子成形台	シェル-ホルド用 4台	8 H 27分
傾動中子成形台	シェル-ホルド用 1台	8 H
中子用成形機	Z8612 2台	
〔砂処理〕		
砂乾燥炉	3 t/H×2基、	4 H
フラン砂ミキサー	太洋鑄機製 ロッガー-ミキサー LAM-10L 10t/h	8 H
混練機/生	S116×3基	4 H
混練機/油砂	S118・(S114不使用)各1基	8 H
混練機/非鉄	S111A	2 H
型砂ライン	B500	8 H
砂回収ライン	B500	4 H
フラン砂粉碎機	VM64 (太洋鑄機製) 17-70- 2基	4 H
砂温調整機	太洋鑄機製	4 H
〔仕上〕		
シェーカー	L128×2基(フラン)、生・乾燥各1基	4 H
ショットブラスト	6ヘッド、2ヘッド、履帯式QB3210A 2台	各8 H
回転式研磨機	Q116	8 H
雰囲気焼鈍炉	150 KW	4 H
焼準炉	3m×2m	4 H
焼戻し炉	2.54m×4.1m	8 H
クレン設備	10 t×2台、8 t×1台、5 t×7台、3 t×2台	





## 考 察

全般に旧式の設備が多く、特に生型およびシェルモールドの造型機については、全くの手作業によるものであり、より精度が得られ、より生産性のよい設備に更新する必要がある。

溶解炉については、最新の電気炉を保有しているが、現状では使用していないのは勿体ない。球状黒鉛鑄鉄用の溶解炉として活用すべきである。

フラン砂の回収・再生設備は、鑄物の品質確保上不十分なものであり、さらに補強する必要がある。

## 問題点

- a) 古い体質の生産形態を継続しているが、製品の要求品質にマッチした設備を導入する必要がある。
- b) 鑄物品質を確保するための設備は設置すべきである。

## 2) 生産能力

### 現 状

設備の生産能力は鑄物の場合、溶解設備により規制される。現在5 tおよび3 tのキューボラ並びに3 t低周波誘導炉を保有しており、1直勤務の生産で計算すると1,200 t/月、〔14,400 t/年〕の溶湯を造ることが出来る。従って、鑄物の生産能力は、歩留り50%として600 t/月の生産は可能である。

## 考 察

溶解設備としては、将来的にも十分な能力を保有している。すなわち、キューボラと低周波炉のデュプレックス溶解を行えば、あらゆる材質にも対応できるので、生産量が増せば効率のよい生産活動が行える。

### 3) 設備稼働率

#### 現 状

鑄造分廠の設備稼働状況は、一部に2直勤務をしている部分もあるが、全般的には約50%程度の稼働率である。

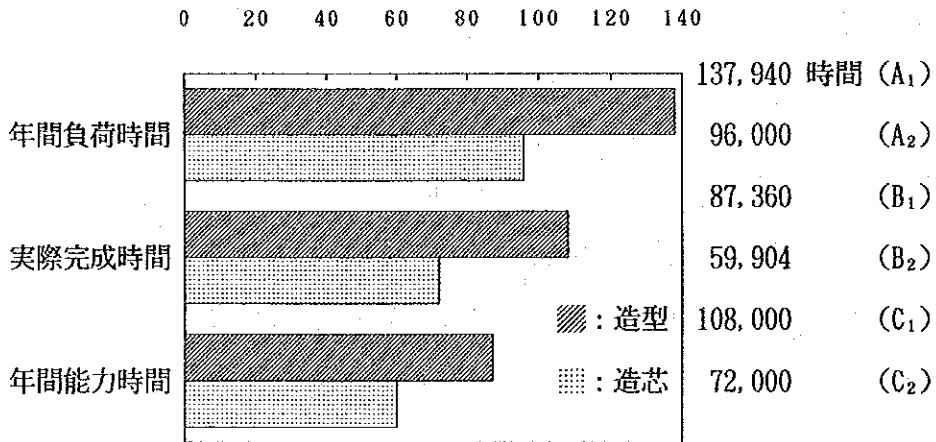
#### 考 察

現在のプロダクトミックスから考えると、将来、相当量の増加を見込んでも設備的には対応できるものとする。

### 4) 負荷率および生産能率

#### 現 状

鑄造分廠における1992年の造型職場と造芯職場の作業工数で見た作業負荷率と生産能率は、〔図Ⅱ-67〕のとおりである。



負荷率 (A/C) : 造型=1.58、造芯=1.60

作業能率 (B/C) : 造型=1.24、造芯=1.20

図Ⅱ-67 鑄造分廠の造型職場と造芯職場の負荷率と作業能率 (1992年)

標準工数の実例として、ターボチャージャー部品の工数を、〔表Ⅱ-32〕に示す。



表II-32 ターボチャージャ部品の標準工数

部品名	材質	個数	重量 (kg)	工数 (分)			
				中子	主型	合計	
H系	タービンハウジング	3.8Si-0.5MoDCI	1	8	16	24	40
	コンプレッサハウジング	7Si-.1Ti-.3Mg	1	19	9	12	21
	ベアリングハウジング	HT25-47	1	3	17	10	27
P系	タービンハウジング	3.8Si-0.5MoDCI	1	45	124	100	224
	コンプレッサハウジング	7Si-.1Ti-.3Mg	1	38	80	270	350
	ベアリングハウジング	HT25-47	1	152	229	330	559

考察

図表からも判るように、実稼働時間よりも相当高い負荷を与えても充分に対応できるような、比較的余裕を持った標準工数が与えられている。

#### 4.3 精密鑄造工程

##### 4.3.1 組織・機能および人員

精密鑄造工程は、精鑄分廠が生産を行っているが、技術面では技術処の中に熱間工程室があり、ここで方案並びに治工具設計を行っている。

精密鑄造関係の人員は、精鑄分廠が59名、技術処は4名で構成されている。

組織並びに人員配置は、〔図Ⅱ-68〕のとおりである。

		技術者	事務	直接
精鑄分廠 (60名)	— 施工組		組長(1)	2
	— 検査組		(1)	2
	— 計画組〔生産計画〕		(1)	2
	— 蠟模型組		(1)	9
	分廠長 — コーティング組		(1)	6
	— 注湯1組		(1)	9
	— 注湯2組		(1)	10
	— 整品組		(1)	3
	— 総合組〔メンテナンス倉庫〕		(1)	16
	技術処長 — 副処長 — 熱間工程室		4	

注) カッコ内数字は直接員を含む

図Ⅱ-68 精密鑄造部門の組織と人員配置

主な職種別技術員・作業者の経験年数は、次のとおりである。

表Ⅱ-33 精密鑄造部門の職種別人員と経験年数

職種	3年未満	3~10年	10年以上
技術工	1	4	2〔助理工程師補佐〕
生産工	20	12	21

#### 4.3.2 精密鋳造品の種類および生産量

精鋳分廠では、ターボチャージャ用のタービンホイール、コンプレッサホイール、タービンブレード、インデューサなどを生産している。

工法としては、耐熱部品に対してはロストワックス法を用いており、コンプレッサ部品のアルミニウム合金に対しては、石膏型法を用いて生産している。

生産量としては材質別に見ると、Ni基の特殊合金が6.8t/月、アルミニウム合金が1.3t/月程度である。これらを〔表Ⅱ-34〕に示す。

表Ⅱ-34 精密鋳造品の種類と生産量

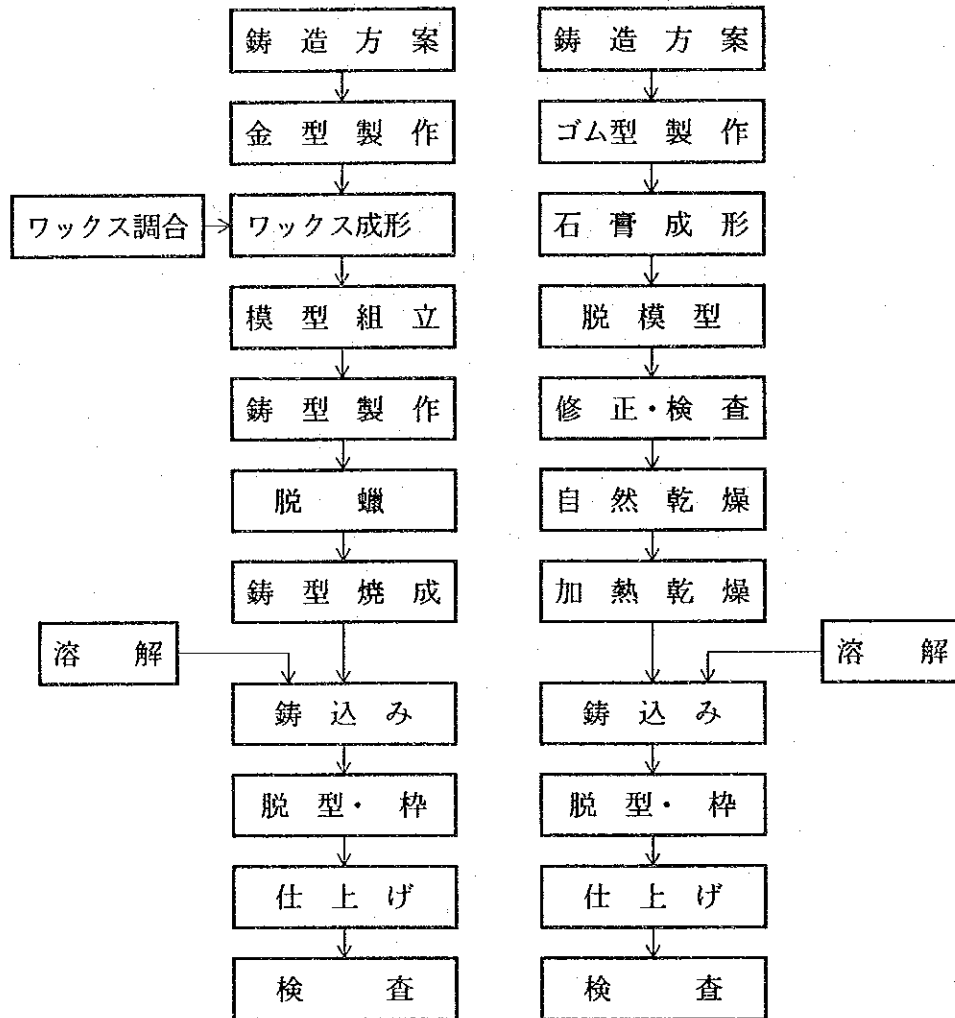
材質種類	生産量	代表部品
特殊合金〔713C〕	6.8t/月	タービンホイール・インデューサ ・タービンブレード、
アルミニウム合金	1.3t/月	コンプレッサホイール、

### 4.3.3 精密鑄造工程の概要

精密鑄造の工程は、ロストワックス法と石膏型法とでは工程が異なるので、比較して〔図II-69〕に示す。

#### ① ロストワックス法 (カービニール)

#### ② 石膏型法 (コンプレッサール)



図II-69 精密鑄造工程フロー図

#### 4.3.4 精密鋳造各工程の概要

##### 1) 鋳造方案

###### 現 状

鋳造方案は、技術処の熱間工程室で模型・金型・ゲージ等の治工具を含めて4名によって計画設計が行われている。

鋳造方案・作業標準などの技術文書は、技術処で作成して精鋳分廠に支給されている。

###### 考 察

現状の生産機種構成から見ると、技術者としては十分に対応できる陣容であると考えられる。

##### 2) 金型・模型製作

###### 現 状

金型・模型製作は技術処の方案・設計図に基づいて、工具処で機械加工および手作業によって仕上げられている。

###### 考 察

現在の生産機種構成では、手作業による模型製作で十分であると考えが、将来のターボチャージャのニーズの多様化を考えた場合、3次元曲面が多いので、金型・模型製作にも能率向上を考えてNC加工化を図る必要がある。

他方、簡易的な模型については、樹脂型を使うことも考える必要がある。

##### 3) 鋳型用模型製作

###### 現 状

- a) ワックスパターンの製作においては、パラフィンと硬脂酸を同量混ぜて、ワックスの配合から行っている。融点は50℃程度で46～48℃の半熔融状態で使用している。

ワックスパターンの成形は、ハンドポンプに半熔融ワックスを吸引し、手で金型の中に注入している。固化したワックスパターンは、氷水に浮かべて冷却している。

完全に固化したワックスパターンは、バリ取り修正して湯口棒に接着されて、模型として完成する。

- b) アルミ合金用のゴム模型の製作は、樹脂型および石膏型を用いて真空中で注入成形している。真空装置は真空溶解鑄造炉を流用している。

#### 考 察

ワックスは低融点のものを使用しているために、模型の成形・組立などの手作業の際に軟化して、変形し易い状況に有る。これらが製品における寸法不良となって現れている。

中国には80℃程度のワックスもあるが、設備と型に問題があるとして使用していないが、問題点を解明し、対策して適正なワックスを使用すべきであろう。

ワックス成形装置および脱蠟用のオートクレーブは、設置されているが使用していない。これらは上記とも関連して使用することを考えたい。

#### 問題点

- a) ワックスパターンの成形は、全てが手作業であることと、低融点ワックスを使用しているために変形を生じ、寸法精度が悪くなっている。
- b) 中国には80℃程度のワックスもあるが、設備と型に問題があるとしており、対策を検討する努力がなされていない。
- c) ワックス成形装置および脱蠟用オートクレーブは、設置されているが使用していない。

#### 4) 鋳型製作

##### 現 状

- a) コーティング材の調合では、エチルシリケートの加水分解から始め、これに骨材の調合を行って、容器に受け、手作業により模型を浸漬してコーティングし、サンディングボックス内で砂シャワーによるサンディングを行っている。

コーティング⇒サンディング作業は5回行い、最初に細かなものを使って順次粗くして行くように、それぞれ異なった粒度のアルミナを振りかけている。

サンディング後は、棚の上で自然乾燥して、アンモニアガスによる硬化促進を図っている。

- b) アルミ合金用の石膏型は1個分ずつ石膏を秤量して、加水泥漿化して型枠に注入して固化を待っている。

固化した石膏型からゴム模型を抜き取り、手作業でバリ取りや気泡跡の補修・手入れを行っている。

##### 考 察

- a) この工程は最も時間のかかる工程であるが、現状は全てが手作業であり、量産化への対応は難しい。ある程度のライン化を図るとともにロボットの導入も考える必要がある。
- b) 石膏型については全数にわたって補修・手入れが行われており、寸法精度の確保は難しい。石膏の溶解・注入時に気泡が入らないような工夫や技術の確立を図る必要がある。

##### 問題点

- a) この工程は、最もライン化の容易な工程であり、量産化に対応したライン化を図る必要がある。

## 5) 脱 蠟

### 現 状

出来上がった鑄型は、温湯の中に入れてワックスパターンが溶かし出される。ワックスが完全に流出するまでの時間、温湯の中で保持した後、鑄型は取り出されて自然乾燥される。

オートクレーブ装置は保有しているが、低温ワックスを使っているので使用していない。

### 考 察

現在使用のワックスにおいては何ら問題なく、適正に生産されている。

高温ワックスを使用した場合には、オートクレーブ装置は有効となる。

## 6) 鑄型焼成・乾燥

### 現 状

- a) ロストワックスの場合、鑄込みに先立ち、電気炉で 900℃以上の温度で鑄型の焼成を行っている。

鑄型焼成炉は、溶解炉の近くに設置されており鑄込みに際しての不具合は見られない。

- b) 石膏鑄型の場合、十分な乾燥を必要とするが、電気乾燥炉により 150℃以上で乾燥されている。

### 考 察

- a) 鑄型焼成炉は5基保有しているが、何れもバッチタイプの加熱炉であり、また、現状レイアウトでは量産対応としては不具合もある。

量産対応を考えた場合、1個流しの真空誘導炉用の鑄型焼成炉は、出来れば温度勾配をもった連続加熱炉を設置する必要があるだろう。



- b) 石膏型の乾燥炉としては、量産対応を考えた場合には、同様の連続乾燥炉または1日分対応できる容量の乾燥炉2基を設置する必要がある。

#### 問題点

- a) 量産対応を考えた場合には、鑄型焼成炉および乾燥炉の容量・配置を再検討する必要がある。

### 7) 溶解・鑄込み

#### 現状

- a) タービンホイール用の合金溶解は、真空中で高周波誘導炉により迅速溶解・鑄造している。

材質はインコネル713Cで、マスターインゴットを所要量切断し、そのまま焼成された高温の鑄型の上に挿入し、高周波コイルの中に置かれる。直ちに減圧・溶解して溶湯は鑄型の中に落下する。注湯終了後は、押湯部保温のためのコイルの中に置き換え押湯が効かされる。

- b) コンプレッサホイールは、アルミ合金を電気炉で溶解し、溶湯は低圧鑄造機に移され、1個ずつ鑄造されている。

いずれの場合も、溶解地金は購入したマスターインゴットを使用し、材質は地金メーカーに保証させている。

#### 考察

タービンホイールおよびコンプレッサホイールの両者共に考え方および設備など特に問題はない。

## 8) 精密鑄造品の鑄仕上げ

### 現 状

鑄込みの終わった鑄型は、冷却した後、鑄型から製品が取り出され、サンドブラスト・グラインダ仕上げが行われ、また、それぞれの熱処理が施される。

最終的に、鑄物としての検査が行われ、合格品は倉庫に一時保管される。

### 考 察

この工程は手作業に頼らざるを得ないので、特に問題はない。

## 9) 精密鑄造の検査と品質

### 現 状

精密鑄造は、模型または鑄型時のチェック・検査を充分行っている。鑄物が完成した時点では、模型の欠陥はそのまま現出するので、初期の確認が重要となる。

最終的に出来上がった鑄物を検査するが、不合格品については、設計・技術部門と検査部門が協議して救済措置を検討するとともに、救済措置の取られたものについては、合格品として次工程に送られている。事例としてコンプレッサホイールの分析例を、〔表Ⅱ-35〕に示す。

表Ⅱ-35 分析例：コンプレッサホイール端面のガス欠陥

原因	(a) 原材料が汚れていた。含有ガス量が多い。 (b) 溶解坩堝が汚れている。合金がガスを吸収した。 (c) 溶解・鑄込み過程でのガス除去程度が不足。合金中の残留ガス量が多い。
処理方法	低級部品として使えるものは使うが、その他は廃棄処理。
処理手続	不良品発生責任部門がカードを書いて、設計・方案・検査部門の認可・注記を受けて次工程に流れる。

精鑄分廠における1991年の鑄物不良品発生率は19.6%である。その不良原因を各部品毎に分析した結果を、〔表Ⅱ-36〕に示す。

各部品共に湯回り不良と異物噛み欠陥がその殆どである。

表Ⅱ-36 精密鑄造品の不良原因分析結果

製品名	湯回不良	砂噛み	ノ噛み	引け巣	分層	クラック	欠角	介在物
65J タービンホイール	50	20			30			
110J タービンホイール	50	20		20			10	
82J タービンホイール	40	20						
261P インテューサ	30	20						
110J 一体型	30	30	20	20				
80J 一体型	30	30	10		30			
65Jコンプレッサホイール	50	20						30
110Jコンプレッサホイール	50						10	40
80Jコンプレッサホイール	40	20					10	30
H2Aコンプレッサホイール		50				50		
H2A タービンホイール	30			40			30	

### 考察

ワックスパターン製作および石膏型製作の初期工程での確認・チェックは、充分行われているようであるが、その後の生産工程内でのチェック・管理が不十分なために、鑄造品としての欠陥・不良が多数発生している。工程内管理の徹底を図る必要がある。

### 8) 仕掛かり部品の保管状況・搬送方法

#### 現状

精鑄分廠内の部品の保管状況並びにハンドリング・搬送方法は、〔表Ⅱ-37〕のとおりである。

表II-37 仕掛部品の保管状況・ハンドリング・搬送方法

仕掛品	保管状況	ハンドリング・搬送方法
砂模型	車輪付きの棚に保管	手押し搬送
鋳型	車輪付きの棚に保管	手押し搬送・エレベーター
石膏型	棚・籠に保管	電動車にて搬送・手作業
鋳放品	専用棚・籠に保管	電動車・専用運搬車搬送
仕上品	部品毎に籠に保管	電動車・専用運搬車搬送

考察

専用の搬送用棚などに整頓して置かれており、特に問題はない。

#### 4.3.5 精密鑄造設備と生産能力および生産性

##### 1) 精密鑄造設備

###### 現 状

現在所有している精密鑄造設備の代表例を、〔表Ⅱ-38〕に示す。また、精鑄分廠のレイアウトを、〔図Ⅱ-70〕～〔図Ⅱ-73〕に示す。

表Ⅱ-38 主要精密鑄造設備

設備・機器名		仕様・能力・基数	稼働率%
溶解	中周波電気炉	0.15/100KW	50
	真空中周波炉	25kg/50KW×2	20
	真空誘導炉	0.5/5.5kg×2、78KW、ISP2/L-2	50
	低圧鑄造機	DYZ84 40kg	85
	低圧鑄造機	FD2-A 200kg	10
	可傾式電気炉	QR2-150 60KW	10
造型	ワックス成型機	油圧機YX-45 45T	10
	ワックス調製機	M-WJE 200A	50
	セラミック成型	サンディング装置 5台〔1~5層〕	
	セラミック混練	ミキサー	
	石膏成型	_____	
	石膏混練	ハンドミキサー	
加熱	脱ロウ装置	温浴槽・オートクレーブ(不使用)	
	焼成炉	45KW×2、75KW×3、(950℃)	61
	焼成炉	65KW、90KW 各1基 (1200℃)	61
	石膏乾燥炉	150℃ 3基、赤外線乾燥機	
検査	蛍光探傷機		

# 精密鑄造工場

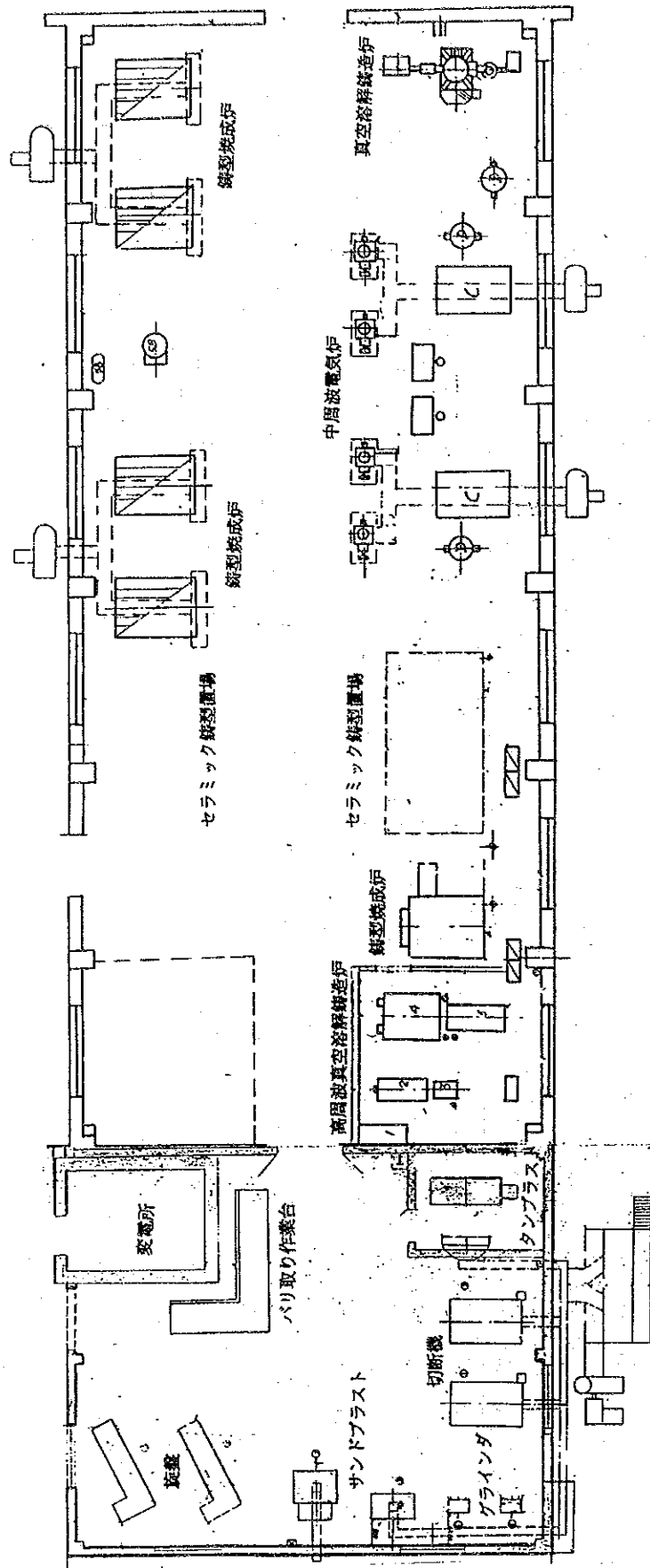


図11-70 精鑄分廠のレイアウト

# 精 鑄 型 工 場

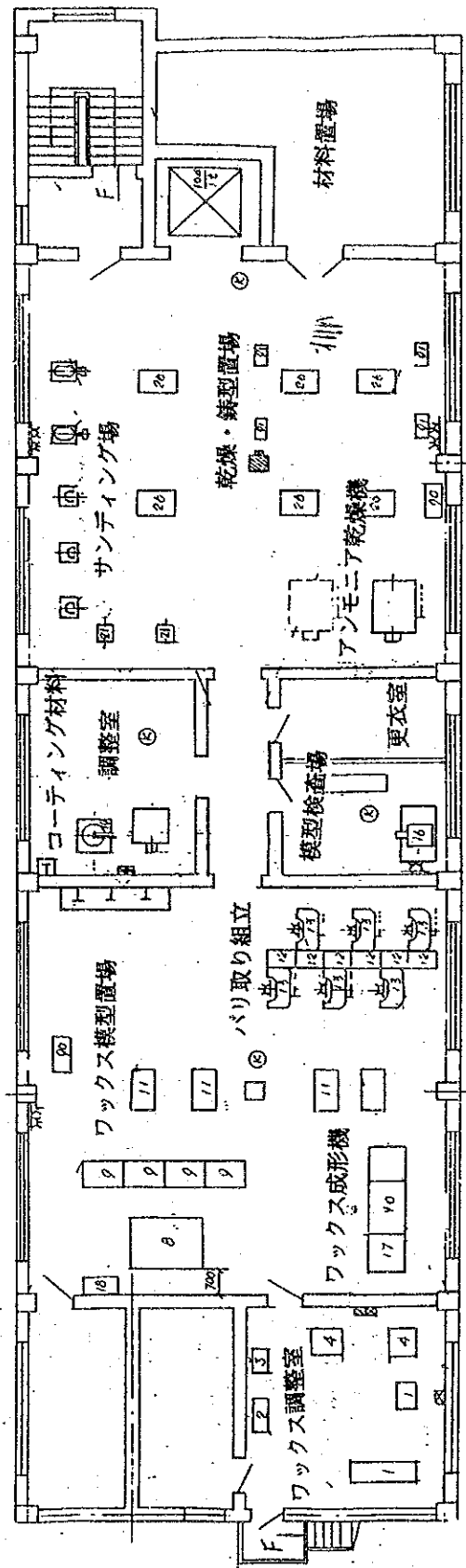
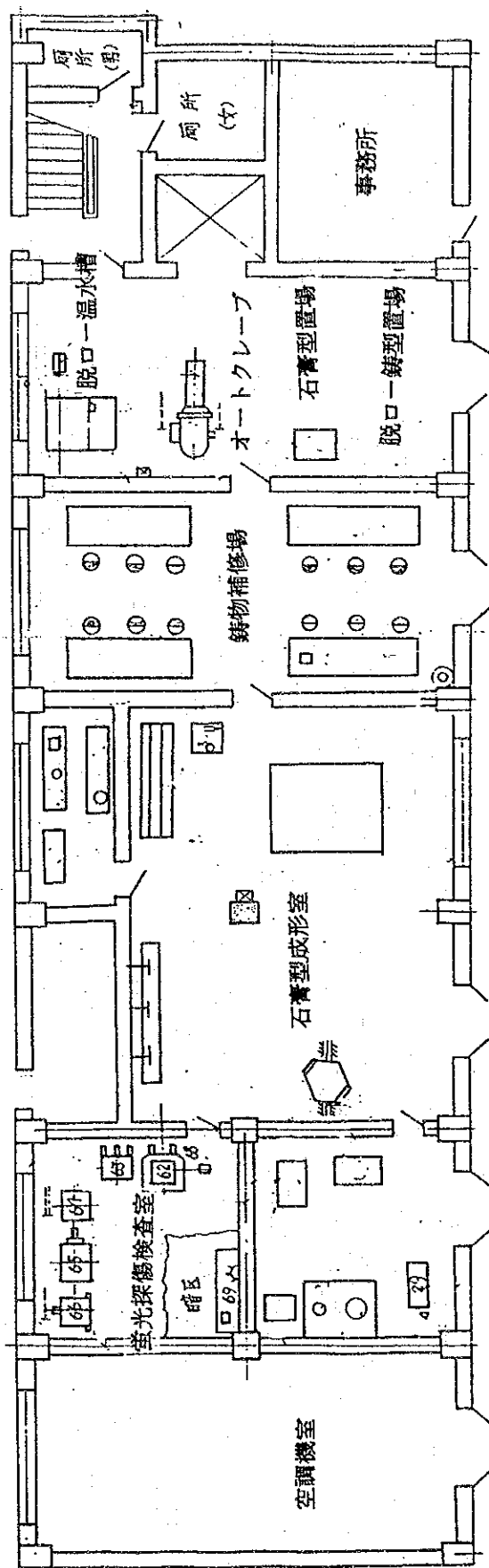


図 11-71 精密鑄造鑄型職場のレイアウト

# 石膏型工場



図II-72 石膏型職場のレイアウト



# 低圧鑄造工場

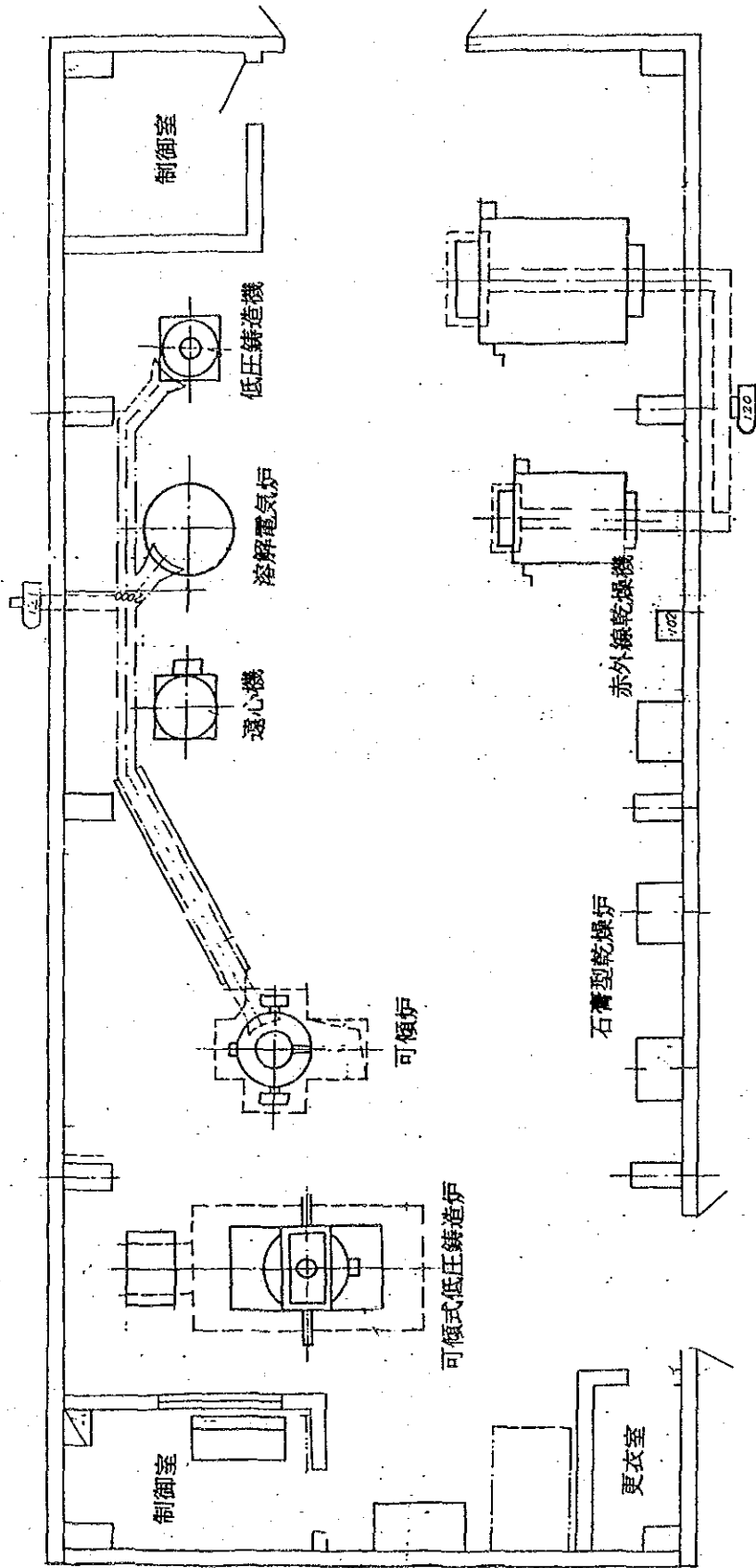


図11-73 低圧鑄造職場のレイアウト

## 考 察

鑄型製作用の設備はほとんど無く、全てが手作業に因っている。量産化を考えた場合には、ある程度は機械化・自動化が必要となる。

溶解・鑄造には、新鋭の装置が導入されている。これらを含めて周辺の設備とともに独立しており、機能的な配置とはなっていない。量産効果を出すためには、さらに自動化を進める必要がある。

## 2) 生産能力

### 現 状

設備の生産能力は鑄物の場合、溶解設備により規制される。現在、耐熱合金用として真空高周波炉、一般鉄合金用として大気溶解高周波炉、アルミ合金用として電気炉・低圧鑄造機などを保有しており、現状の生産量では十分な設備能力を持っている。

### 考 察

タービンホイール製造用の真空高周波炉は、2基一体型であり、1基の生産能力は3分/個として42,000個/年(7H-1直)であり、2直-2炉のフル稼働を行えば168千個/年の生産は可能となる。

## 3) 設備稼働率

### 現 状

精鑄分廠の設備稼働状況は一直勤務で、約45%程度の稼働率である。

### 考 察

2直勤務を行うと、現状の4倍までの生産増に対しては、充分対応できると考える。

4) 負荷率および生産能率

現 状

精鑄分廠における生産工数と能力工数定額との比率は、〔表Ⅱ-39〕のとおりである。

表Ⅱ-39 精鑄分廠の工数負荷率

工 程	工数負荷率〔負荷工数/能力工数〕
ワックス型	1.4
コーティング	1.5
溶解・鑄造	1.3
石膏型	1.2
仕上げ	1.6

標準工数の実例として、ターボチャージャ部品の工数を、〔表Ⅱ-40〕、〔表Ⅱ-41〕に示す。

表Ⅱ-40 ターボチャージャ代表部品の標準工数 (単位：分)

部 品 名	材 質	個数	重量 (kg)	工数 (分)
H2A タービンホイール	INCONEL713C	1	0.60	324
H2A コンプレッサホイール	7Si-0.1Ti-0.3Mg	1	0.27	15
261Pコンプレッサホイール	ZG2Cr13(13A)	1	3.00	280

表II-41 ターボチャージャ部品の標準工数

(単位：分)

製品名	ワックス型製作	コーティング成形	溶解・鋳造	仕上げ	合計
65J タービンホイール	13	14	15	15	57
コンプレッサホイール	13	14	25	7	59
ノズル	33	14	28	12	87
底板	17	14	25	11	67
80J タービンホイール	14	14	18	13	59
コンプレッサホイール	14	14	27	9	64
インデューサ	17	16	25	11	69
ノズル	42	14	28	12	96
底板	25	14	25	9	73
95J タービンホイール	15	16	28	15	74
コンプレッサホイール	15	16	33	8	72
102Jタービンホイール	15	16	33	7	71
コンプレッサホイール	15	16	33	15	79
インデューサ	17	18	40	15	90
110Jタービンホイール	17	16	33	17	83
コンプレッサホイール	15	16	33	9	73
インデューサ	15	27	40	15	97
ノズル	27	16	33	15	91
底板	20	16	67	9	112
261Pタービンホイール	50	39	100	44	233
コンプレッサホイール	33	27	50	14	124
H2A タービンホイール	50	45	158	18	271
コンプレッサホイール	58		46	26	130
H2C タービンホイール	50	45	158	18	271
コンプレッサホイール	58		46	31	135
H1C タービンホイール	50	45	158	18	271
コンプレッサホイール	58		46	26	130
HT3Bタービンホイール	50	45	158	18	271
コンプレッサホイール	98		46	31	135
H1B タービンホイール	50	45	158	18	271
コンプレッサホイール	58		46	26	130
J50 タービンホイール	67	72	158	20	317
コンプレッサホイール	58		46	26	271
蓋板	25	16	25	11	77
	175/8	55	33	16	112
揺管	175/8	55	33	16	112

## 考 察

部品によって過不足はあるものの、全般的には比較的余裕を持った工数が与えられている。

実態をよく確認して、修正、検討する必要があるだろう。

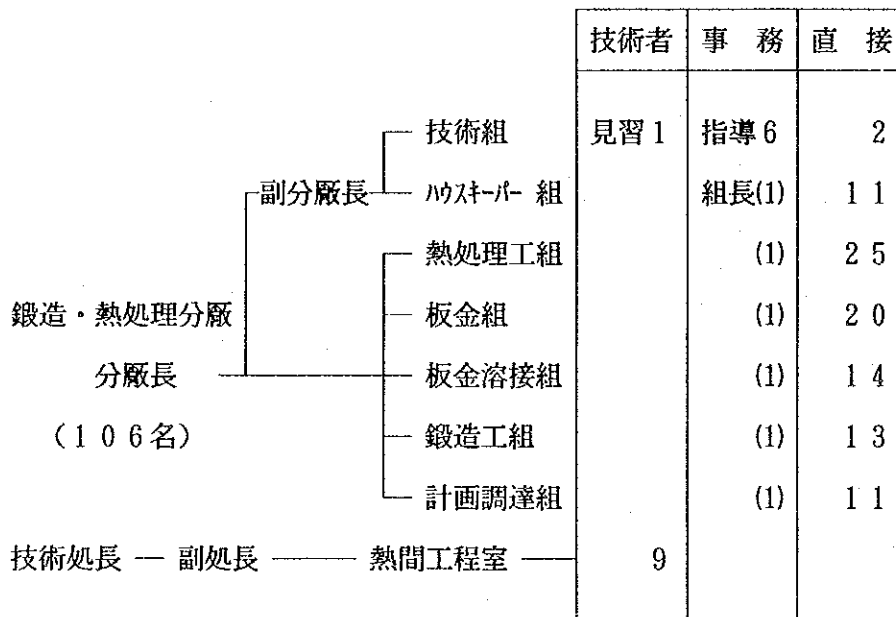
#### 4.4 鍛造・熱処理工程

##### 4.4.1 組織・機能および人員

鍛造・熱処理工程は、鍛熱分廠が鍛造品の生産および熱処理作業を行っているが、技術面では技術処の中に熱間工程室があり、ここで方案並びに治工具設計を行っている。

鍛造関係の人員は、鍛熱分廠の中の13名が、また、熱処理関係は25名がそれぞれ生産に携わっており、技術指導員として技術組で板金・プレス・溶接を含めて6名が担当している。また、技術処では板金・プレス・溶接を含めて9名が関係している。

組織並びに人員配置は、〔図Ⅱ-74〕のとおりである。



注) カッコ内数字は直接員に含む

図Ⅱ-74 鍛造・熱処理部門の組織と人員配置

主な職種別技術員・作業者の経験年数は、次のとおりである。

表Ⅱ-42 鍛造・熱処理部門の職種別人員と経験年数

職種	3年未満	3～10年	10年以上
鍛造技術工		1	
鍛造工	4	1	8

#### 4.4.2 鍛造品の種類および生産量

鍛熱分廠では、P型ターボチャージャ用のタービンブレードおよびシャフトを鍛造により生産している。

工法は 250kgのエアハンマーにより生産している。

材質はGH130〔14Cr-38Ni-2Al-3Ti-6W〕の特殊合金鋼である。

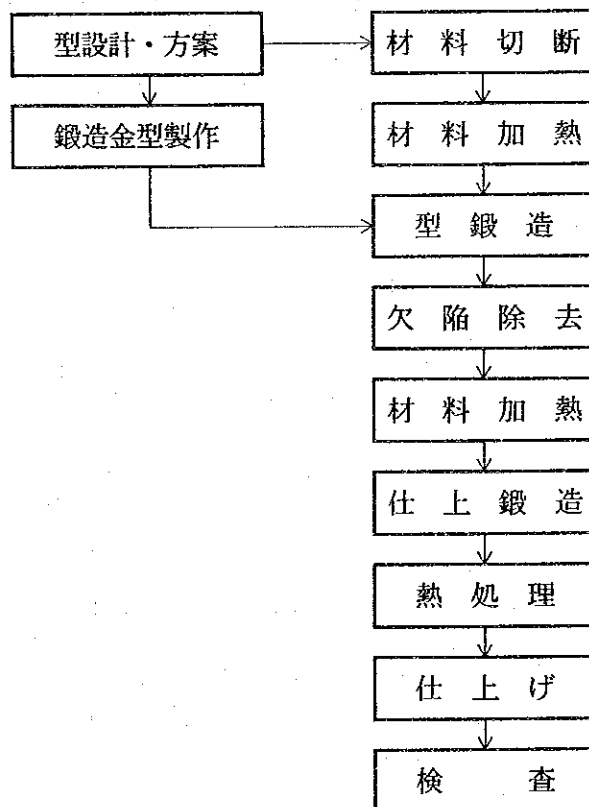
生産量は 8,000kg/年程度である。これを〔表Ⅱ-43〕に示した。

表Ⅱ-43 鍛造品の種類と生産量

材質種類	生産量	代表部品
特殊合金鋼〔GH130〕	8,000 kg/年	タービンブレード シャフト

#### 4.4.3 鍛造工程の概要

タービンブレードの鍛造工程の流れを、〔図Ⅱ-75〕に示す。



図Ⅱ-75 鍛造工程フロー図

#### 4.4.4 鍛造各工程の概要

##### 1) 型設計・方案

###### 現 状

型設計並びに鍛造方案は、技術処の熱間工程室で金型およびゲージなどの治工  
具を含めて計画設計が行われている。

###### 考 察

現状の生産機種構成から見ると、技術者としては十分な陣容であると考え  
る。また、将来的にも大幅な拡大は考えられないので現状維持となる。

##### 2) 金型製作

###### 現 状

鍛造金型の製作は、技術処の方案・設計図に基づいて、工具処で機械加工およ  
び手作業によって仕上げられている。

###### 考 察

鍛造金型の製作については特に問題は無いと考える。

##### 3) 鍛造素材

###### 現 状

鍛造素材は、資材倉庫にて所定の寸法に切断された材料を購入し、鍛熱分廠に  
供給され、分廠内の倉庫に一時保管される。

###### 考 察



鍛造素材は、粗鍛造品や仕上げ鍛造品とともに倉庫内に保管されているが、それぞれ別の籠に入れられており、特に問題は感じられない。

#### 4) 材料加熱

##### 現 状

鍛造素材は大型の電気炉で 850℃に15分以上予備加熱され、鍛造前に1ケース(35個)ずつ小型の高温均熱炉に移して 1,130℃に加熱する。15分保持してから鍛造に供される。11分以内に鍛造を終える(35個)。

##### 考 察

小物部品であるために、小出しの出来る手前炉となっており、出し入れによる温度降下も抑えられるので適切である。

#### 5) 鍛造成形

##### 現 状

鍛造作業は、250kgの小型エアハンマーによって手作業で行われている。  
金型は、250～350℃に予熱され、潤滑剤が塗布される。  
材料を炉から出した後は10秒以内に鍛造を完了する。  
鍛造された部品は籠の中に山積みされて、冷却を待つ。

##### 考 察

小部品であるために、現状の鍛造工程で特に問題はない。

#### 6) バリ取り表面欠陥除去

##### 現 状

仕上げ鍛造の前に、バリおよび表面欠陥をグラインダで取り除く。

#### 考 察

鍛造精度向上のためには必要な工程であるが、将来、素材の切断精度向上と閉塞鍛造技術などによりこの工程を無くして、一気に精密鍛造することは可能になるものと考ええる。

### 7) 仕上げ鍛造

#### 現 状

仕上げ鍛造に当たっても、材料加熱と同様に 850℃予熱、1,130℃加熱を行い、15分経過後鍛造を開始して10分以内に鍛造を終わる（35個）。

1個の鍛造は、炉出し後7秒以内に完了するものとし、打ち終わりの温度は950℃までとしている。

金型は300～400℃に予熱されて、潤滑剤が塗布される。

#### 考 察

現状の工法としては、特に問題はない。精密金型技術および閉塞鍛造技術の確立により、鍛造成形、バリ取り工程を無くし、直接に成形することが出来ると考える。

### 8) 仕上げ

#### 現 状

仕上げ鍛造後は、表面の欠陥を除去して、表面の仕上げのサンドブラストおよび研磨を行う。

基準面の修正および平面研磨を行う。

## 考察

鍛造品の場合、この工程は手作業に頼らざるを得ないもので、最も時間の掛かる工程である。

タービンプレードを機械加工で製造する場合は、素材切断からここまでの工程は、全自動ラインで一気に加工することは容易である。コスト的にもこの方が安価に出来る。

## 9) 熱処理

### 現状

タービンプレードに対しては 1, 180℃×1.5 時間空冷の固溶化熱処理を行っている。

その他、アルミ合金に対してはT6処理、タービン軸には高周波焼き入れを行っている。

### 考察

熱処理は、鍛造品の他、鋳造品、精密鋳造品なども一括熱処理場に集められて、熱処理の種類別に処理が行われている。省エネルギー並びに作業管理の点からは好ましい。

加熱炉と焼入れ水槽の配置について、若干距離があるので所定温度に加熱しても、炉出しから焼入れ迄に時間が掛かり温度低下が起こるので、正規の熱処理が出来ない場合がある。

### 問題点

熱処理に当たっては、加熱後は出来るだけ速やかに、冷却などの熱処理条件に応じた後処理が出来るように、設備の配置を考える必要がある。

## 9) 鍛造品の検査と品質

### 現 状

工程内検査としては、粗打ち後、仕上げ鍛造前の表面欠陥除去以外には特別な検査・確認は行っていない。

最終的に出来上がった鍛造品を検査するが、ロットで不良が発生した場合は、会議を開き分析を行い、原因を追求してその措置を採る。

鍛造品の不良率は、品質検査処の指示目標 0.5%に対して1991年の実績は0.23%、1992年の実績は 0.4%であった。

その主なものは、機械加工時発見される寸法不良や型による寸法不良、ボルトの寸法不良などである。

不良品発生 of 要因については、管理者は次の2点を上げている。

- ・ 作業者の技術レベルが良くない。
- ・ 治工具と型の影響がある。設備が老朽化している。

### 考 察

鍛造工程の中間で、傷取りの検査は行っているが、その時の状況記録などは無く、問題点の抽出には至っていない。これは品質管理教育が徹底されていないことによるもので、今後はこの点の強化が必要である。

## 10) 仕掛かり部品の保管状況・搬送方法

### 現 状

鍛熱分廠内の部品の保管状況並びにハンドリング・搬送方法は、〔表Ⅱ-44〕のとおりである。

### 考 察

素材・中間品・素形材ともに籠で保管・管理され、運搬されており、特に問題は見られない。

表Ⅱ-44 仕掛部品の保管状況・ハンドリング・搬送方法

仕掛品	保管状況	ハンドリング・搬送方法
鍛素材	定寸切断後籠で受け出し素材倉庫に保管	電動車にて搬送
鍛造品	部品毎に籠に入れて倉庫に保管	手押し車・電動車にて搬送
仕上品	部品毎に籠に入れて倉庫に保管	手押し車・電動車にて搬送

#### 4.4.5 鍛造設備と生産能力および生産性

##### 1) 鍛造設備

###### 現状

現在所有している鍛造設備の代表例を、〔表Ⅱ-45〕に示す。

また、鍛造車間のレイアウトを、〔図Ⅱ-76〕に示す。

表Ⅱ-45 主要鍛造設備

設備・機器名	仕様・能力・基数
加熱炉	各種8台
鍛造ハンマ	750kg、560kg、250kg、65kg各1台
プレス機械	100t、160t、300t
真空熱処理炉	1320℃ 65kw
浸炭炉	950℃ 75
塩浴炉	950℃75kw、1300℃100kw、42kw、32kw、30kw
熱処理電気炉	1300℃10kw×2、950℃×7、650℃×2
高周波焼入機	200KHz 9000V

###### 考察

生産機種構成から見ると、鍛造・熱処理共に設備の能力は充分に有るものと考えられ、問題はない。

# 鍛造工場

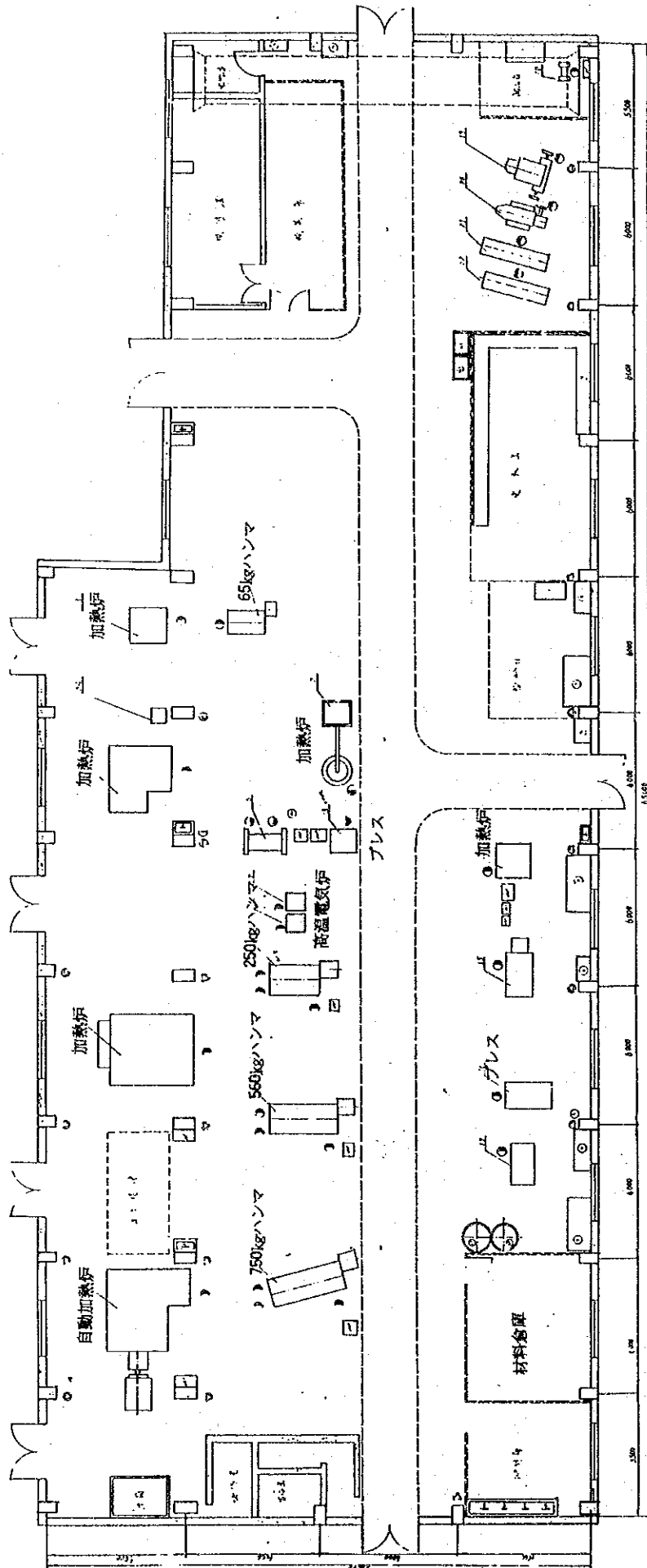


図 11-76 鍛造車間のレイアウト

## 2) 生産能力

### 現 状

設備の生産能力は、鍛造の場合、ハンマーやプレス容量により規制される。

現在、鍛造車間では、鍛造ハンマーは 750～65kgのものを 4 台、300 ～ 100 t プレスを 3 台保有している。

熱処理の場合は、材料の要求する特性によって熱処理方法が異なるために、それぞれ要求に応じた処理のできる熱処理設備を揃える必要があり、現状では、これらの要求に対応した設備が設置されている。

### 考 察

生産機種構成から見ると、鍛造・熱処理共に設備の能力は充分にある。

## 3) 設備稼働率

### 現 状

鍛造設備は約11台あるが、その稼働状況は現状約30%程度の稼働率である。その内、750kgのエアハンマーは60%前後になっている。

### 考 察

750kgのエアハンマー以外は稼働率が低く、将来の生産の伸びを考えても特に問題はない。

## 4) 負荷率および生産能率

### 現 状

鍛造工場における生産工数と能力工数定額との比率は、〔表Ⅱ-46〕のとおりである。

表Ⅱ-46 鍛造工場の工数負荷率（1992年）

工 程	工数負荷率（負荷工数／能力工数）
鍛造工場	1. 83（34157／18617）

標準工数の実例としてタービンプレード部品の工数を、〔表Ⅱ-47〕に示す。

表Ⅱ-47 タービンプレードの標準工数 （単位：分）

部 品 名	材 質	個数	重量 (kg)	工数 (分)
タービンプレード	GH130	39	0.163	565.5

考 察

タービンプレードの標準工数などは、比較的余裕を持った工数が与えられている。



#### 4.5 プレス工程

##### 4.5.1 組織・機能および人員

プレス工程は、鍛熱分廠が板金・プレス品の生産を行っており、技術面では技術処の中の熱間工程室で方案並びに治工具設計を行っている。

プレス関係の人員は、鍛熱分廠の中の20名が、その他溶接関係に14名がそれぞれ生産に携わっており、技術指導員として技術組で鍛造・熱処理を含めて6名が担当している。また、技術処では鍛造・熱処理を含めて9名が関係している。

組織並びに人員配置は、4.4.1項〔図Ⅱ-74〕に示したとおりである。

主な職種別技術員・作業者の経験年数は、次のとおりである。

表Ⅱ-48 プレス部門の職種別人員と経験年数

職 種	3年未満	3～10年	10年以上
プレス技術工	1		
プレス工	1	2	1

##### 4.5.2 プレス品の種類および生産量

鍛熱分廠では、隔熱板、オイルバッフルなどをプレス成形している。

工法は、160tプレスを中心に、製品の大きさ・形状に適した設備を用い生産している。

材質は〔18Cr-9Ni-Ti〕のステンレス鋼である。

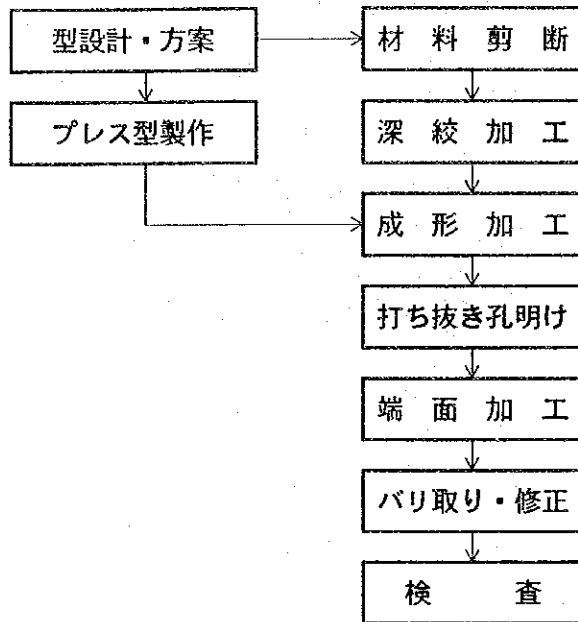
生産量は5,000kg/年程度である。これを〔表Ⅱ-49〕に示した。

表Ⅱ-49 プレス品の種類と生産量

材 質 種 類	生 産 量	代 表 部 品
18-8ステンレス鋼	5,000 kg/年	隔熱板、オイルバッフル

#### 4.5.3 プレス工程の概要

隔熱板をモデルにしたプレス加工の工程の流れは〔図Ⅱ-77〕のとおりである。



図Ⅱ-77 プレス工程フロー図

#### 4.5.4 プレス各工程の概要

##### 1) 型設計・方案

###### 現状

型設計並びにプレス加工方案は、技術処の熱間工程室で金型およびゲージなどの治工具を含めて計画設計が行われている。

技術者は鍛造・熱処理を含めて9名で担当している。

###### 考察

現状の生産機種構成から見ると、技術者としては十分な陣容であると考えられる。

## 2) 金型製作

### 現 状

プレス金型の製作は、技術処の方案・設計図に基づいて、工具処で機械加工および手作業によって仕上げられている。

プレス金型は、プレス車間内の倉庫に整理保管されている。

### 考 察

ユーザーの言い分として、治工具及び金型の精度が余り良くないと言っており、金型製作面での補強を行う必要がある。

## 3) プレス成形素材

### 現 状

成形素材は、鍛熱分廠にて定尺の薄板から所定の寸法に剪断し、プレス成形に供給される。

### 考 察

成形用の素材としては特に問題は見られない。

## 4) 深絞り加工

### 現 状

成形素材は、160 t プレス機により、深絞り加工と同時に外形打ち抜き加工行われる。

一時、成形品はプレス機の周囲に放り出される。

### 考察

成形加工の方法として、特に問題は見られない。

成形加工後は、そのままプレス機械の周辺に放り出されているが、後工程のためにパレットなどの容器に整頓して置くべきである。

### 問題点

a) 成形加工品の整理、並びに運搬用のパレットを設ける必要がある。

### 5) 成形加工

#### 現状

一時成形されたものを、同じ 160 t プレス機によって金型内で整形される。

成形品は、プレス機の周囲に放り出される。

### 考察

前工程と同様の状態が繰り返されている。

### 6) 打ち抜き孔明け

#### 現状

二次成形された素形材は、中心部の孔明けのために 60 t プレス機で打ち抜きが行われる。

### 考察

再三にわたって同様の作業工程が繰り返されており、中間工程の成形品は、後工程のためにパレットなどの容器に整頓して置くべきである。

## 7) 端面加工

### 現 状

ロール加工により、端面の厚さとコーナーRを調整する。

### 考 察

この工程は、観察・調査出来なかったのでコメントできない。

## 8) 仕上げ・検査

### 現 状

最終的にバリ取り・仕上げを行い、検査を受ける。

検査員は、ロット毎に工程流れのリスト上に初品の合格証と最終品の合格証を印字する。

### 考 察

工程内検査は、ロットの初品と最終品だけを行っているが、プレス作業全てが手作業であり、中間にも何点かの抜き取り検査を行うべきかと考える。

## 9) プレス品の検査と品質

### 現 状

工程内検査としては、抜き取りで寸法検査を行っている以外には、特別な検査確認は行っていない。

検査機器としては、普通の測定器およびゲージなどの専用測定器を使用している。

化学成分・金属組織などについては、品質検査処の理化学室が検査申込み書により実施し、結果報告書を発行している。

板金・プレス品の不良率については、品質検査処の指示目標 0.1%に対して1992年の実績は0.01%であった。

その主なものは、設備老朽化による寸法不良である。ロットで不良が発生した場合には、会議を開いて分析し、原因を追求して措置を取る。

不良品発生の要因については、管理者は次の2点を上げている。

- ・ 作業者の技術レベルが良くない。
- ・ 治工具と型の影響がある。設備が老朽化している。

**考 察**

工程内検査も十分にやっているようには見えないが、不良率は低くなっており、設備の老朽化や金型の精度の問題も、それほど大きくはないものと考えられる。

10) 仕掛かり部品の保管状況・搬送方法

**現 状**

プレス車間の部品の保管状況並びにハンドリング・搬送方法は、〔表Ⅱ-50〕のとおりである。

表Ⅱ-50 仕掛部品の保管状況・ハンドリング・搬送方法

仕掛品	保 管 状 況	ハンドリング・搬送方法
板素材	材料ヤードに保管・定寸切出し	クレン・手作業
プレス	部品毎に籠にて保管	手押し車・電動車にて搬送
成型品	部品毎に籠にて保管	手押し車・電動車にて搬送

考 察

中間工程品を含めて、成形品はネットの籠にて保管・搬送されているが、後工程のためにも、成形品に合った容器・パレットで保管し、作業のし易い方法を取るべきであろう。

4.5.5 プレス機械設備と生産能力および生産性

1) プレス機械設備

現 状

現在所有しているプレス機械設備の代表例を、〔表Ⅱ-51〕に示す。  
また、プレス車間のレイアウトを、〔図Ⅱ-78〕に示す。

表Ⅱ-51 主要プレス設備

設備・機器名	仕 様 ・ 能 力 ・ 基 数
成型プレス	600t, 160t, 100t, 60t, 40tx2, 18t, 8t × 3
剪 断 機	2mm t × 2台

考 察

生産機種構成から見て、設備能力は充分にあり、特に問題はない。

# プレス工場

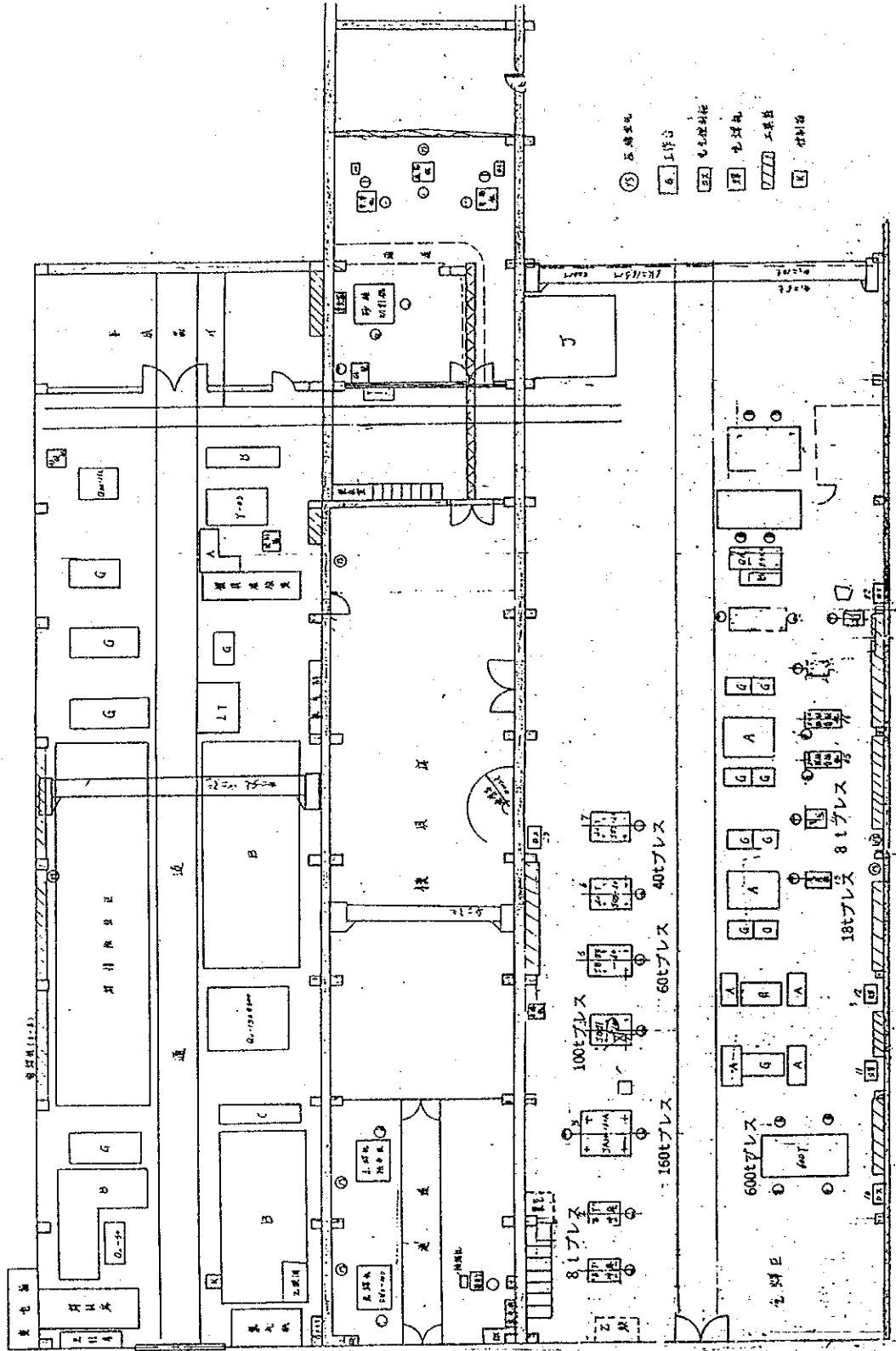


図11-78 プレス車間のレイアウト



## 2) 生産能力

### 現 状

設備の生産能力はプレスの場合、プレス機械の種類と容量により規制される。現状の生産機種構成から見ると、現在保有のプレス機械設備で充分である。

### 考 察

プレス機械は、600～8 tの各種能力のものを10台保有しており、製品の大きさ・形状に応じて対応できる体制にある。しかし、将来の量産化にあたっては、トランスファ化を検討する必要がある。

## 3) 設備稼働率

### 現 状

プレス機械は現在10台あり、その稼働状況は、現状約40%程度の稼働率である。その内2台の40 tプレスは80%の高稼働率である。また、8 tの2台は40%前後であり、600 tは約1%程度しか使用していない。

### 考 察

生産機種構成から考えて、将来的にも未だプレス機械設備としては余裕があると考えられる。

## 4) 負荷率および生産能率

### 現 状

プレス工場における生産工数と能力工数定額との比率は、〔表Ⅱ-52〕のとおりである。

表Ⅱ-52 プレス工場の工数負荷率 (1992年)

工 程	工数負荷率 (負荷工数/能力工数)
鍛造工場	1.63 (18035/11090)

標準工数の実例としてH2A型の隔熱板部品の工数を、〔表Ⅱ-53〕に示す。

表Ⅱ-53 H2A型の隔熱板部品の標準工数 (単位:分)

部 品 名	材 質	個数	重量 (kg)	工数 (分)
H2A型 隔熱板	18Cr-9Ni-Ti	1		9〔段取440〕

考 察

現状は、1工程毎に手作業で行っているために、余裕のある工数が与えられている。また、金型取り替えの為の段取り時間が非常にかかっている。これをトランスファ化することによって、大幅な工数低減が図られ、生産性が向上する。

## 4.6 機械加工工程

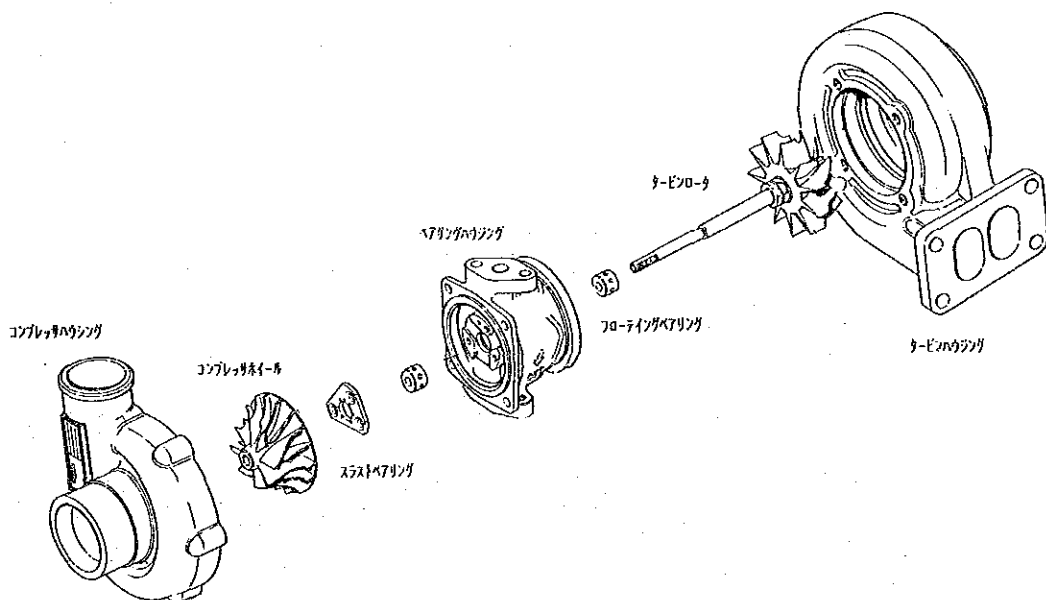
### 4.6.1 機械加工対象品の概要

加工対象部品は大きく分けるとラジアル式ターボチャージャと軸流式ターボチャージャの2種類がある。それぞれがシリーズ化されており、同系列のターボチャージャ十数種類は、部品形状が相似形である。

#### 1) ラジアル式ターボチャージャ

ラジアル式ターボチャージャの主な加工部品は、次のとおりであり、その外観図を〔図II-79〕に示す。

- |                |       |               |
|----------------|-------|---------------|
| ① タービンロータ      | ..... | 排気圧を受けて高速回転する |
| ② コンプレッサホイール   | ..... | 高速回転して空気を圧縮する |
| ③ ベアリングハウジング   | ..... | ①②を中間で支える     |
| ④ タービンハウジング    | ..... | ①のケーシング       |
| ⑤ コンプレッサハウジング  | ..... | ②のケーシング       |
| ⑥ フローティングベアリング | ..... | ①を支えるベアリング    |
| ⑦ スラストベアリング    | ..... | 排気圧を受けるベアリング  |



図II-79 ラジアル式ターボチャージャの主要加工部品外観図

ラジアル式ターボチャージャは、24点の部品から出来ているが、タービン部分が毎分12万回転と非常に高速回転することから、次の点に注意を要する。

- ▷ アンバランス量が、自己共振数と一致すると破壊につながることから、アンバランス量は出来るだけ少ないほうが良い。
- ▷ 回転体が高速回転であるため、遠心力が大きくなるので、材料不良（巣、ピンホール）が有ると破壊につながる。
- ▷ 軸受け部分は、境界摩擦領域にはいり、ミクロン（ $\mu\text{m}$ ）代の加工精度が要求される非常に難しい加工内容である。
- ▷ 加工部品にバリが有ったり、細かな切り粉が混入していると、ベアリングで軸受けかじりが生じる。
- ▷ エンジンの排気ポートに位置して作動するため、常時 600°C以上の排気ガスにさらされている。従って、材料は耐久性や耐熱性が要求される。
- ▷ 高速回転することから摩擦による磨耗が考えられる。これに耐える材料と熱処理技術が必要になる。
- ▷ 耐熱性の材料（難削材）を多く使うことから、難しい加工技術を必要とする。

## 2) 軸流式ターボチャージャ

軸流式ターボチャージャの主な加工部品は、次のとおりであり、その外観図を〔図Ⅱ-80〕に示す。

- ① ベアリングハウジング
- ② タービンハウジング
- ③ コンプレッサホイール
- ④ コンプレッサハウジング
- ⑤ タービンプレード

軸流式ターボチャージャは、55点の部品から出来ているが、タービン部分は毎分 2.8万回転と比較的高速回転することから、ラジアル式ターボチャージャと同様な注意が必要である。

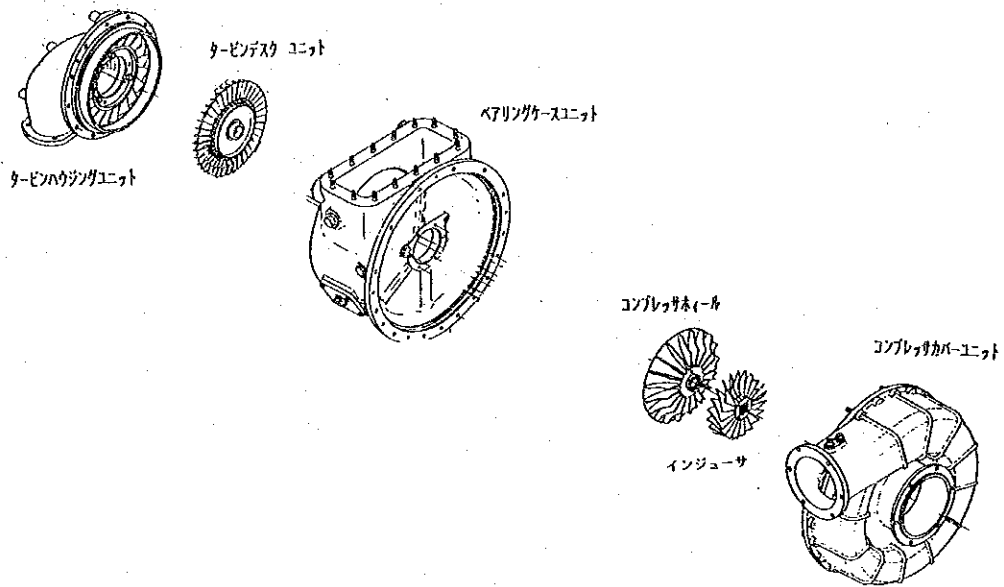


図 II - 80 軸流式ターボチャージャの主要加工部品外観図

#### 4.6.2 機械加工車間の組織および人員

ターボチャージャ部品の機械加工は、ターボ分廠が担当している。ターボ分廠の組織を、〔図 II - 81〕に示す。

分廠の下には、ターボ研究所、ラジアル式ターボ加工車間、軸流式ターボ加工車間、組立・試運転、先手管理、后勤サービスの6つの研究所、車間、係がある。

それぞれの担当業務は次のとおりである。

##### 1) ターボ研究所

ターボ研究所には、工芸、設計、産試室の3つがあり、技術員全員で44名である。

工芸は、設備計画、治工具設計、NCプログラミング、工程設計等を行っている。その他、加工工程の改良研究も実施している。

設計は、ターボチャージャの基本設計、改良設計および各種市場調査による製品開発を担当している。

産試室、は製品の改良による色々な実験について行う部署である。

## 2) ラジアル式ターボ加工車間

ラジアル式ターボ加工車間は、ラジアル式ターボチャージャの機械加工を行っている。作業人員は、ターボ分廠のなかでも最も大きい75名の機械工場である。

機械台数の総合計は67台であり、この中でNC機械は10台である。

ラジアル式ターボ加工車間には、小型旋盤、歯切り盤、バランス計測器および研削盤を集約して設置している。したがって、軸流式ターボのシャフトのサブライン加工工程、タービンディスクユニットのバランス計測工程、ベアリング類の研削工程は、ラジアル式ターボ加工車間で実施している。

## 3) 軸流式ターボ加工車間

軸流式ターボチャージャの機械加工工場、作業人員は54名、機械保有台数は39台である。

加工部品は軸流式ターボチャージャが主であるが、ラジアル式ボール盤およびフライス盤は、この車間に集約して設置されている。したがって、ラジアル式ターボのベアリングハウジングの潤滑油給油ポート端面のフライス加工、およびベアリングハウジングの斜め穴加工は、軸流式ターボ加工車間のこれら設備を使用して実施している。

その他、特殊加工として電解仕上げ加工工程があるが、電解加工装置は別棟に設置されていて、タービンプレードの羽根形状修正に使用している。

## 4) 組立・試運転

洗浄、組立、試運転、梱包を行っている。作業人員は21名（洗浄、組立は15名、試運転は6名）である。

組立工場は3階建てで、洗浄場は1階搬入口にあり、機械加工部品はそこで洗浄後、ラジアル式ターボチャージャ部品は3階に搬送し、軸流式ターボチャージャ部品は1階の組立場に搬送する。

組立終了後、別棟の試運転場所で全数運転チェックする。

## 5) 先手管理

加工計画や購入品の手配を実施する。作業人員は24人で全員エンジニアである。

6) 後勤服務(サービス)

サービス関係全てを行っている。作業人員は18名である。

