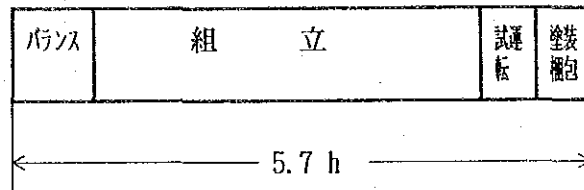


## 5.8.2 ラジアル式ターボチャージャの組立工程

### 1) ライン化の必要性

第2期計画では、H1Cターボの生産台数は、1996年75,000台の計画で、残り75,000台は、その他のラジアル式ターボになる。

前〔表Ⅲ-48〕の示したように、1台当たりの組立、試運転工数は5.7時間である。この内、試運転時間は0.58/2台=0.29時間になる。



現在の工数で、第2期計画の生産を行うと、作業人員が440人必要になる。日本のターボチャージャ組立工程の例では、1日2,000台生産で二直人員16人で行っている。この1台当たり工数を計算すると、

$$\frac{16 \text{ [人]} \times 10 \text{ [時間]}}{2,000 \text{ [台]}} = 0.080 \text{ [時間/台]}$$

0.080〔時間/台〕は、1個当たり4.8分でターボチャージャを組み立てている計算になる。この場合は、ロボットや自動化機械を多く配置して、最高の技術レベルを追求した場合である。

無錫動力機工場の場合は、中国国内の事情を考慮して、現在の工数の1/8～1/10にする様に考えた。したがって、現状の工数を1/10とした場合、0.57の人工で組立作業をしなくてはならない。

現状の工数の1/10にするための設備や作業方法について、あらゆる角度から検討して、作業形態を決定した。

その結果、自動化、省力化が必要になり、専用ライン化の考え方が生まれる。

[表Ⅲ-49] に、各生産計画と組立・試運転目標工数のを示すが、現状の生産計画であっても、59人が必要である。

表Ⅲ-49 各計画段階の生産計画と目標工数予想

計画段階	年間生産台数	×5.7H 年工数 (人)	目標工数
現状の生産計画	2万台	114,000[H/年] (59人)	5.7H (1/1)
第1期計画	6万台	342,000 (176人)	1.14H (1/5)
第2期計画	15万台	855,000 (440人)	0.57H (1/10)

第1期計画では、176人となり、改善目標工数予想を1/5の1.14時間に設定した。

第2期計画では、現状のままの工数では440人にもなるため、改善目標工数予想を1/10の0.57時間にした。

ラジアル式ターボチャージャの組立について、具体的なライン化案を、[図Ⅲ-114]に示した。

各工程の作業内容は、次のとおりである。

エレベータ

材料搬入エレベータ

ラジアル式ターボ  
その他の機種

ラジアル式ターボ  
その他, H1C

H1C

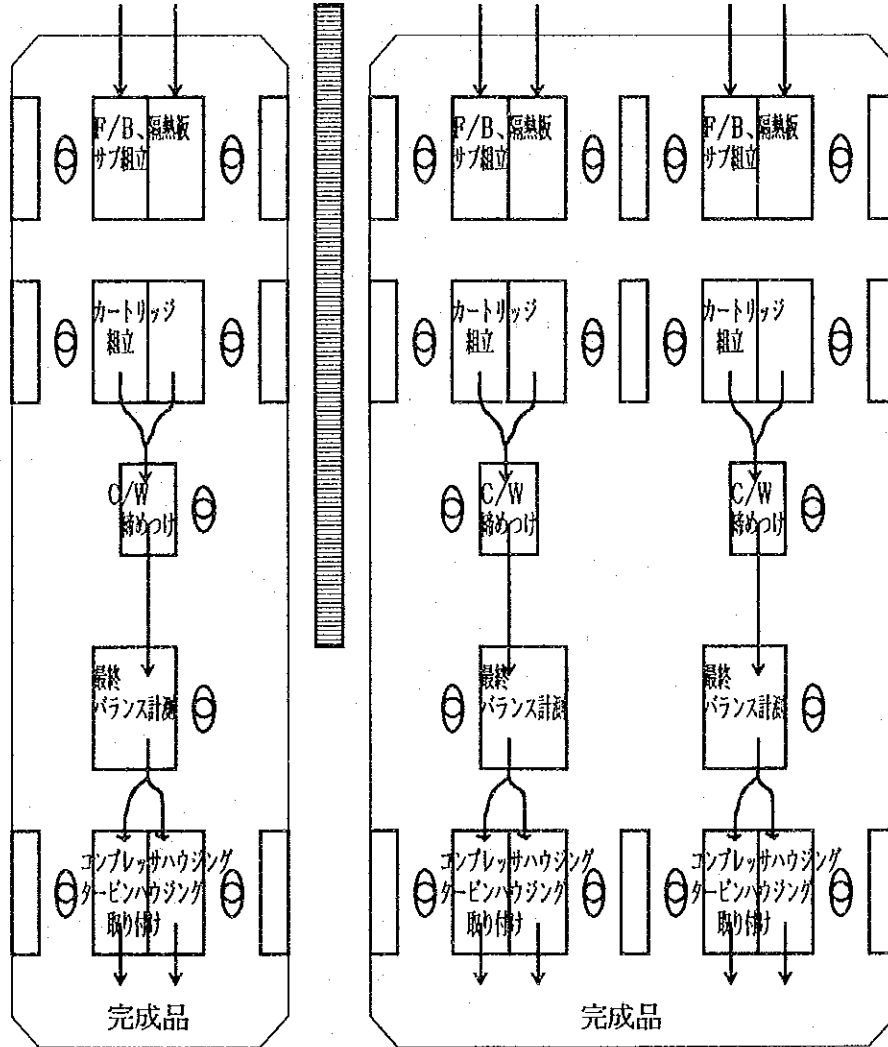
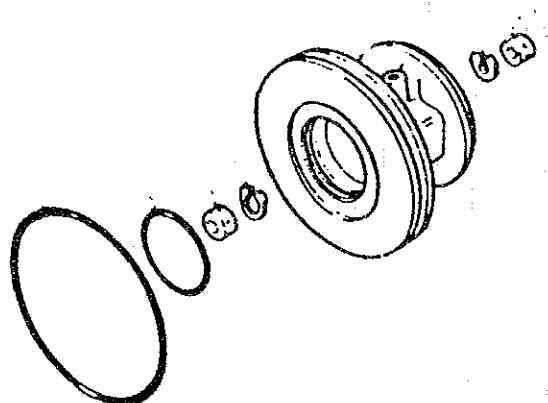


図 III - 114 ラジアル式ターボチャージャ組立ライン化案

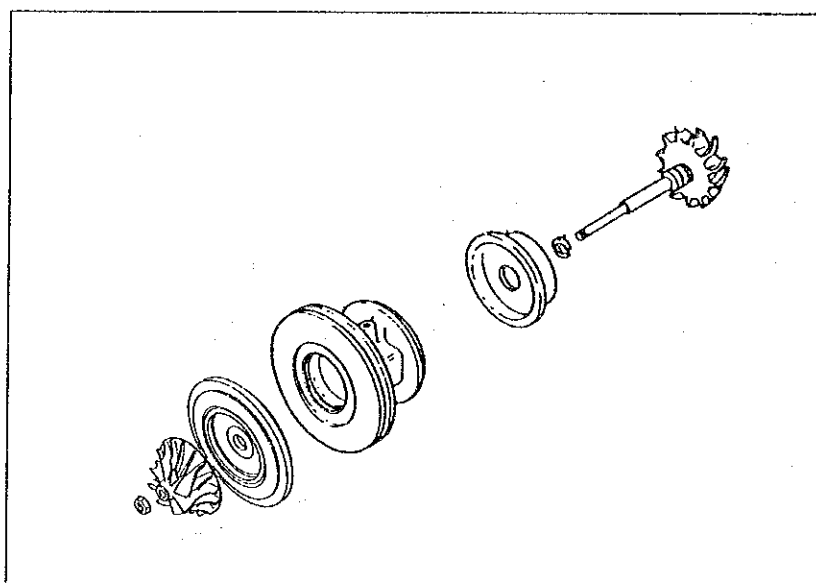
① サブ組立工程

ベアリングハウジングにフローティングベアリングをセットしたり、スナップリングを挿入したりする。そして、タービンロータにタービン端シールをセットするサブ組立を行う。



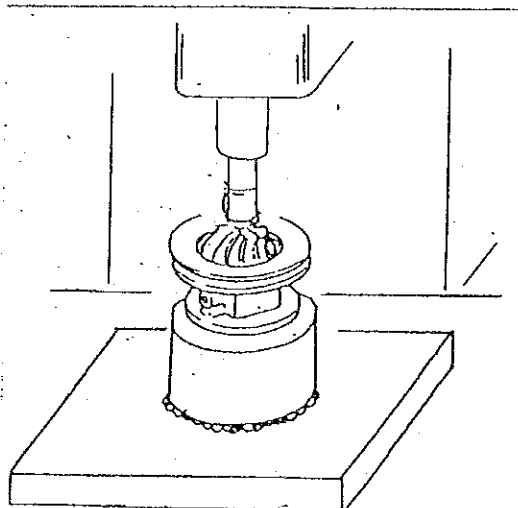
② カートリジ組立

スラストベアリング等を付け、ベアリングハウジングにタービンロータとコンプレッサホイールを取り付け、螺子を軽く締めつける。

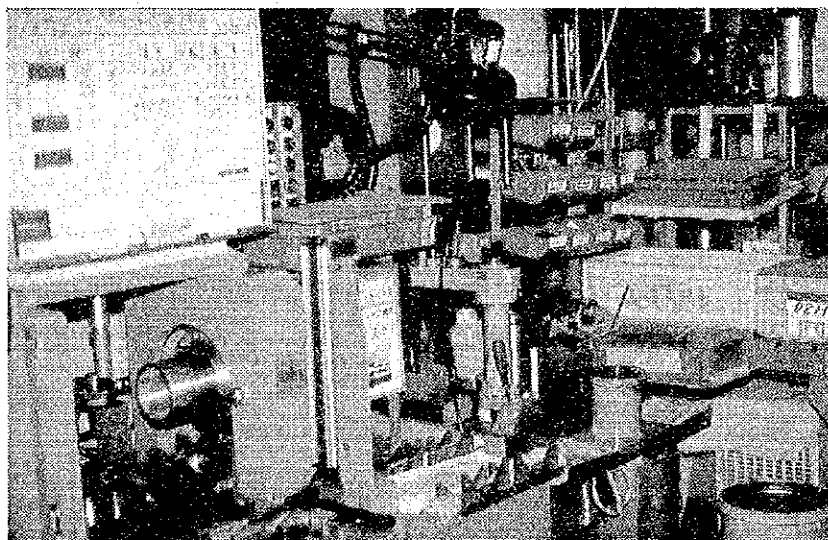


③ コンプレッサホイール部螺子を締めつけ

専用の締めつけトルク計測器で、コンプレッサホイール部螺子を締めつける。



[図Ⅲ-115]に、締め付け専用機の例を示す。



図Ⅲ-115 コンプレッサホイール螺子締め付け専用機の例

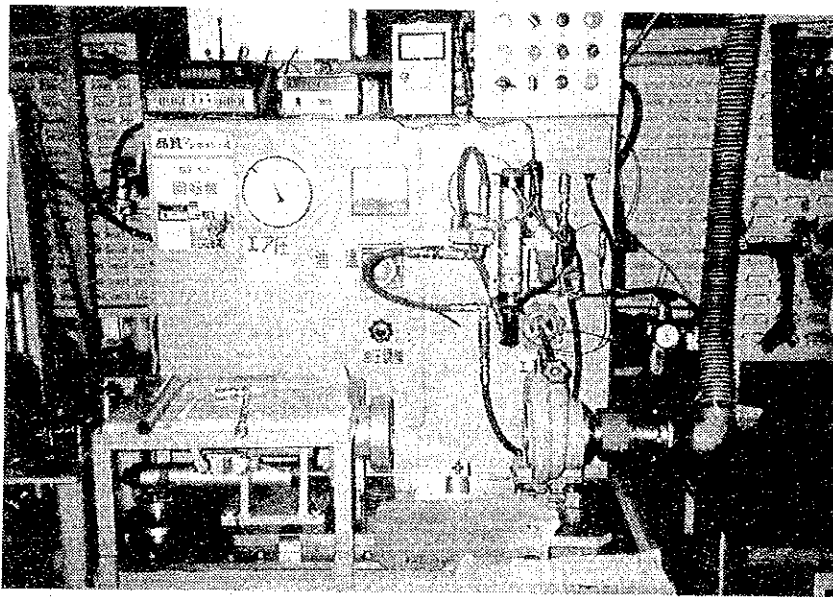
④ 最終バランス計測

カートリッジ完成状態（コンプレッサハウジングとタービンハウジングをまだ付けない状態）で、最終バランス計測を行う。

これが、これまでのバーナ式実機試運転と同じ計測方法になる。

アンバランス量が大きい場合、コンプレッサホイールとタービンホイールの位相をずらして再度計測する。

[図Ⅲ-116]に、バランス計測機の例を示す。



図Ⅲ-116 バランス計測機の例

⑤ タービンハウジング、コンプレッサハウジング取り付け

バランス計測機でOKになったものは、タービンハウジングとコンプレッサハウジングを組み付ける。

⑥ 完成

## 2) 最終バランスチェック工程の考え方

最終バランス工程は、現状は次のようになっている。

- ① タービンロータ単品を $0.75\text{g}\cdot\text{mm}$ にバランスをとる。
- ② 同様に、コンプレッサホイール単品を $0.75\text{g}\cdot\text{mm}$ にバランスをとる。
- ③ タービンロータとコンプレッサホイールを組み合わせ、 $1.5\text{g}\cdot\text{mm}$ にバランスをとりマジックインクで印を付ける。
- ④ 組立工程では、この組合せ状態で組み上げる。
- ⑤ バーナ式試運転装置で、実機試運転を行う。

機械加工工程  
実施

[図Ⅲ-117]に、最終バランスチェック工程改善の考え方を示す。

コンプレッサホイールやタービンロータは、機械加工工程できちりバランスを修正する。単品で一応のバランス修正が出来ていれば、どの部品の組合せでもバランスは出せるもので、それを試運転ベンチで実施する。

- ① タービンロータ単品を $0.75\text{g}\cdot\text{mm}$ にバランスをとる。
- ② 同様に、コンプレッサホイール単品を $0.75\text{g}\cdot\text{mm}$ にバランスをとる。
- ③ 組立工程で自由にタービンロータとコンプレッサホイールを組み合わせ組み立てる。
- ④ 試運転ベンチによって、バランス計測をし、アンバランスが大きいときは、コンプレッサホイールの角度位置を変更して再度、バランス計測を行う。
- ⑤ 完成

運転ベンチについては後述するが、これまでのバーナ式試運転装置に替わるもので、実機テストで行う計測項目を全て満足出来る試験装置である。

## 3) カートリッジ最終バランステスト

カートリッジまで組み立てた状態（コンプレッサハウジングとタービンハウジングを組まない状態）で、バランス計測を行う。

組立 カートリッジ 最終バランステスト

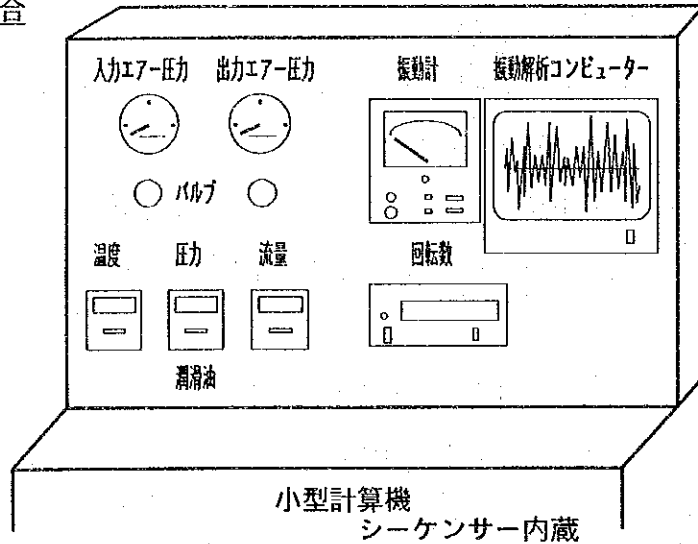
使用機械 バランスチェック専用機  
三菱重工業（株）相模原製作所開発

アンバランス量が多い場合

タービンホイールと  
コンプレッサホイール  
の組合せ角度を変えて  
再度回転チェックする

計測項目

- (1) 入力エア-圧力
- (2) 出力エア-圧力
- (3) 回転数
- (4) 振動計
- (5) 潤滑油温度
- (6) 潤滑油圧力
- (7) 潤滑油量



このバランス計測専用機は三菱重工業（株）相模原製作所が開発したものです。  
カートリッジ（T/R + C/W + B/H + ヴァリグ他）組み立て終了後、最終的にバランスや  
出力エア-圧力が仕様を満足するかチェックする。

【計測項目】

- |             |  |
|-------------|--|
| (1) 入力エア-圧力 | 入力エア-をコントロールして試験回転数を自動的に調整する                             |
| (2) 出力エア-圧力 | 仕様どうりの圧力が有るか確認し、良否を判断する。                                 |
| (3) 回転数     | 1～3段階（20,000～40,000 回転）の回転数で試験を行う。                       |
| (4) 振動計     | ハウジングの振動を計測し、解析を行う<br>この解析プログラムは三菱重工業（株）相模原製作所で開発したものです。 |
| (5) 潤滑油温度   | 使用状態の油温にするため、ヒーターにて温める。                                  |
| (6) 潤滑油圧力   | 使用状態の油圧を掛け、油洩れを確認する。                                     |
| (7) 潤滑流量    | 油穴の詰まりやオイル洩れが無いかな油量を使用状態にする。                             |

図Ⅲ-117 最終バランスチェック工程改善の考え方



計測項目は、次のとおりである。

- ① 入力エア圧力
- ② 出力エア圧力
- ③ 回転数
- ④ 振動計
- ⑤ 潤滑油温度
- ⑥ 潤滑油圧力
- ⑦ 潤滑油量

[図Ⅲ-118]に、カートリッジ最終バランステスト装置構想を示す。

バランス計測を行って、アンバランス量が大きい場合、コンプレッサホイールの位置角度を修正して、再度計測する。

#### 4) コンプレッサホイールの角度法による螺子締めつけ管理

現状のコンプレッサホイール締めつけ力管理は、トルクレンチで行っている。締めつけ力は、相手がアルミニウムと言う事もあって非常に難しい。強力に締めつけるとアルミニウムを变形させ、弱すぎると回転中に緩んでしまう。

そこで、計算された締めつけトルクにセットするために、トルクコントロールユニットを使った締めつけ法を、[図Ⅲ-119]に示す。

角度法締めつけ管理は、一定トルクに一度締めつけて、アルミをなじませる。そこで一度緩めて、再度規定トルクに締めつける。

角度法による効果は、

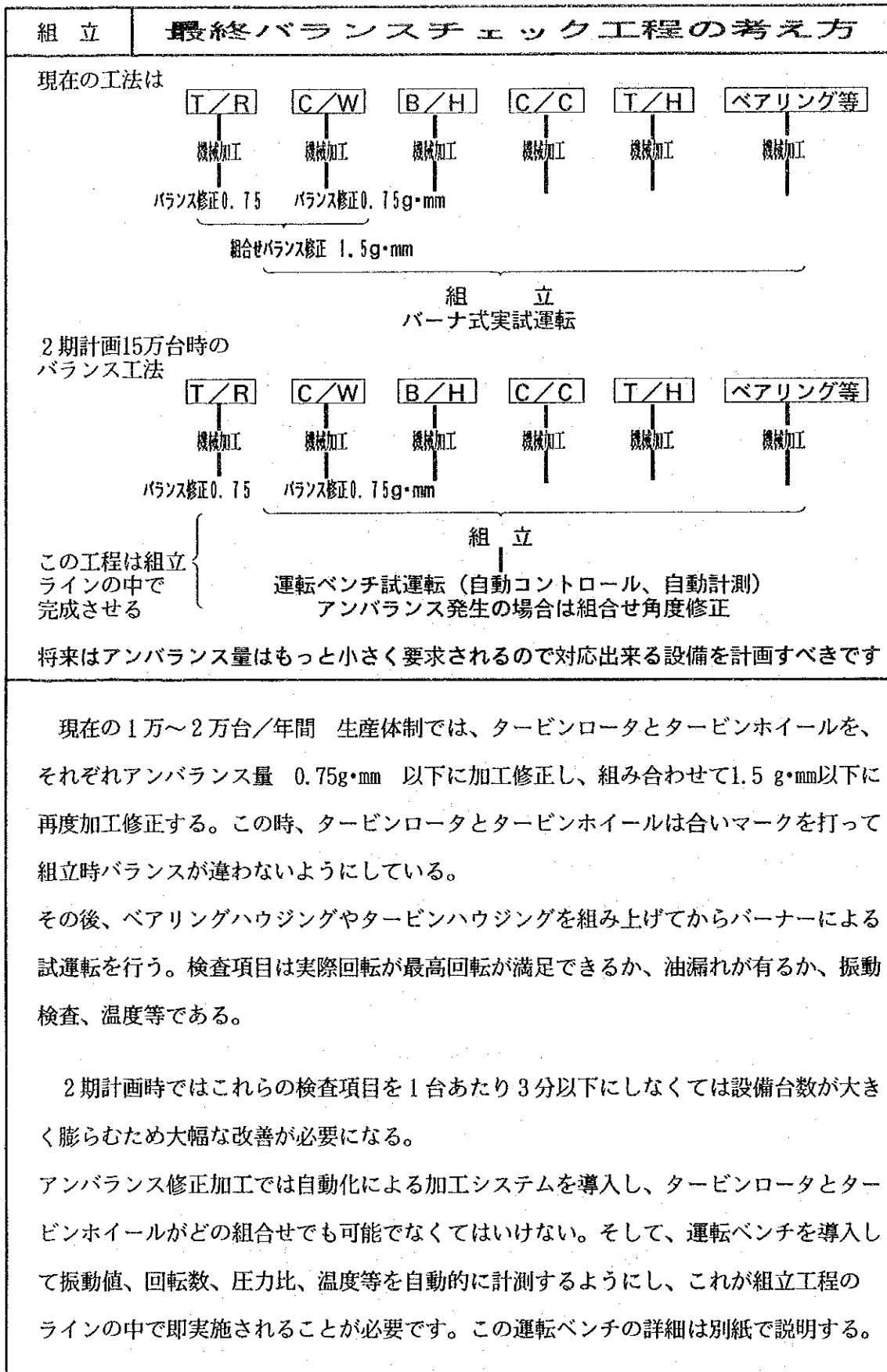
- ① アルミニウムの圧縮やタービンロータの伸びを、一度行いなじませる。  
もし、そのまま締めつけた場合は、緩みが生じやすい。
- ② 締めつけた時の、伸びを管理する事によって、規定トルクが発生しているか管理できる。

#### 5) 洗剤および防錆油

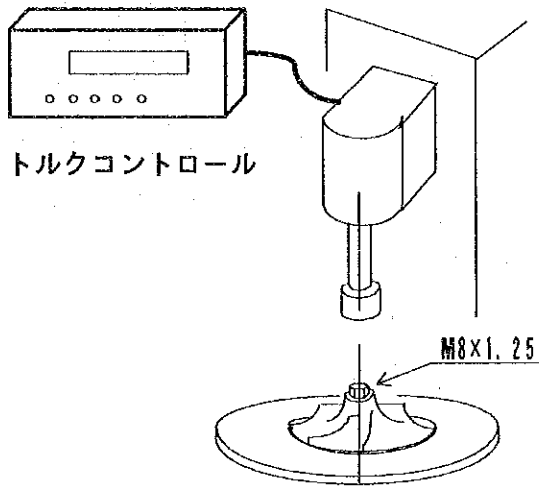
製品の錆びは、商品価値を低下させてしまうし、手入れには余分な人手を必要とする。無錫動力機工場においては、錆が出ている製品が散見された。

錆防止のための洗剤および防錆油を、[図Ⅲ-120]に示す。

また、防錆油について日本のJIS規格の例を、[図Ⅲ-121]に示す。

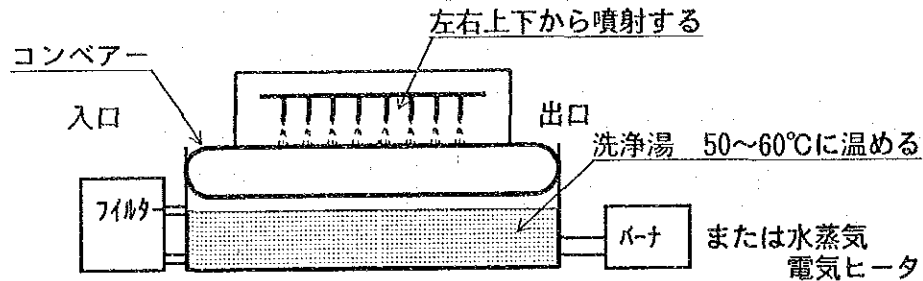


図III-118 カートリッジ最終バランステスト装置構想

組立	C/Wの角度法による締め付け管理	
機械名	第一電通(株) 820G型	東京都調布市下石原1-54-1 TEL 0424-86-1616 FAX 0424-86-1615
作業手順		
<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) T/RにC/Wとナットをセットする</li> <li>(2) 規定トルクまで締めつける</li> <li>(3) 一度弛める</li> <li>(4) 再度、規定トルクに締めなおす</li> <li>(5) 一定角度を締め込む</li> </ol>		
<p>角度法の効果</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 一回限りの締めつけに比べて弛みの心配がない</li> <li>(2) カジリや異物によるトルク変化が少ない</li> </ol>		
<p>ナットの締めつけ方法には一般のトルク法と角度法がある。</p> <p>トルク法・・・ナットランナーやトルクレンチによって規定のトルクで締めつける方法</p> <p>角度法・・・一定の締めつけトルクで予備の締めつけを実施、再度、同トルクまで締め付け後、ある一定の角度を締める。</p> <p>材料の伸びやナットのピッチによってトルクは違うが信頼性が向上する</p>		
<p>角度法の実際の作業順序</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) M8×1.25の場合の例を示す。一度 0.6 kg・m に締めつける</li> <li>(2) 一度、完全に弛める</li> <li>(3) 再度、0.6 kg・m まで締めつける</li> <li>(4) そこから、50±3度 締めつける</li> </ol> <p>この時の締めつけトルクは 実験値から 1.75 ±0.2 kg・m と判っている。</p> <p>また、この時の伸び量は 0.111~0.151mm となっている。</p>		

図III-119 コンプレッサホイールの角度法による締めつけ管理の方法

## 洗浄剤



洗浄装置外観図

- ・ 温度を50~60°Cに温め洗浄効果を促進する。
- ・ 汚れた洗浄液はフィルターを通して鉄粉を除去する。

## 防錆油

洗浄装置の洗浄水の中に添加して防錆効果を持たせる

水温を高温にして、洗浄後に早く乾燥させる、その後の表面は保護膜によって錆びない

## ・ 洗浄剤

洗浄機の外観は上図に示すとうりである。洗浄機はバーナー等によって水温は50~60°Cに昇温されている。水流の噴射は左右上下から行われ、鉄粉のコビレを落とすのに十分な水量を持っている。汚れた洗浄液は一端フィルターを通して常にきれいにされている。

洗浄剤はたくさんの種類があるが、最も有名な島田化成(株)のCP-60MKについて紹介する。

メーカー、洗浄液型番 島田化成(株) ケミーライト CP-60MK

希釈 洗浄液 1~2%

効果 脱脂効果及び防錆効果

## ・ 防錆油

三菱油化(株) ダイヤモンドPA-C

洗浄水の中に少量添加し、1か月位の防錆効果を期待できる。

# 防 錆 油

(ダイヤモンドPAシリーズ)

我国の腐食損失額は2兆5,000億円あるいはその数倍ともいわれ、省資源の観点からもその対策は重要な課題である。それ故さび止め油の果す役割は今後増々重要なものになると考えられる。

## 1. JIS さび止め油の種類と組成・用途・MIL規格との関係

種類	膜の性質	組成の概要	用途	米軍規格	三菱石油品
指紋除去	薄い油膜	有機溶剤にサビ止め剤を加え水和剤により水、アルコールを可溶化したもの。	機械及び機械部品等に付着した指紋の除去とさび止め。	MIL-C-15704C	PA-F
溶剤	硬質膜	アスファルト、樹脂、ワックス、ペトロラタム、羊毛脂、潤滑油等の不揮発性材料にサビ止め剤を加え有機溶剤で希釈分散させ液状にしたもの。	非精密品の屋内及び屋外貯蔵時のさび止め、上包みが必要としないことが多い。	P-1 MIL-C-16173D Gr.1	PA-1
常規型	軟質膜	水性分散液にサビ止め剤を加え有機溶剤で希釈分散させた後、溶剤が揮発し、常温で塗油した後、溶剤が揮発し、硬質、又は軟質の塗膜を形成する。	容易な除去が望まれる屋内貯蔵品のさび止め。通常上包みが必要とする。	P-2 MIL-C-16173D Gr.3	-
型	水置換性軟質膜	水性分散液にサビ止め剤を加え有機溶剤で希釈分散させた後、溶剤が揮発し、常温で塗油した後、溶剤が揮発し、硬質、又は軟質の塗膜を形成する。	水を置換し、屋内でのさび止め。工程間の一時さび止めにも用いる。	P-3 MIL-C-16173D Gr.3	PA-3, (303, 306) (308, 50, KD-40)
さび止め油	透明、非粘着性硬質膜	ペトロラタム、ワックスにサビ止め剤を添加したもの。	屋内および屋外貯蔵時のさび止め。上包みが必要としないことが多い。	P-19 MIL-C-16173D Gr.4	PA-19
ベトロラタム	軟質膜	ペトロラタム、ワックスにサビ止め剤を添加したもの。	複雑な構造の高度仕上げ面の長期貯蔵時のさび止め。上包みが必要とする。	P-6 MIL-C-11796B Cl.3	PA-6
さび止め	中質膜	加熱溶融して用い常温で半固体、又は軟こう状の塗膜を形成する。	一般機械及び小物精密仕上げ品等の長期貯蔵時のさび止め。上包みをする。	-	-
止め	硬質膜	酒溶油にサビ止め剤を添加したもの。常温で用い薄い油膜を形成する。	大形機械及び部品等の屋内及び屋外貯蔵時のさび止め。	-	-
1種類	特軽質粘度	酒溶油にサビ止め剤を添加したもの。常温で用い薄い油膜を形成する。	油で潤滑される金属製品及び積層鋼板等金属素材のさび止め。上包みをする。	P-9 VV-L-800	(PA-90)
一般さび止め油	軽質粘度	内燃機関用潤滑油にさび止め剤、酸中和剤を添加したもの。		P-7 MIL-L-3150	-
2種類	中質粘度	内燃機関用潤滑油にさび止め剤、酸中和剤を添加したもの。		P-10 MIL-L-21260B Type I Gr.10, 30, 50 Type II Gr.10, 30	- PA-10
3種類	重質粘度	酒溶油に蒸気圧の高いさび止め剤を添加したもの。		P-20 MIL-L-46002	-
1種類	軽質粘度	酒溶油に蒸気圧の高いさび止め剤を添加したもの。	密閉空間内の金属製品のさび止め。		-
2種類	中質粘度	酒溶油に蒸気圧の高いさび止め剤を添加したもの。			-

図 11-121 防錆油の日本のJIS規格

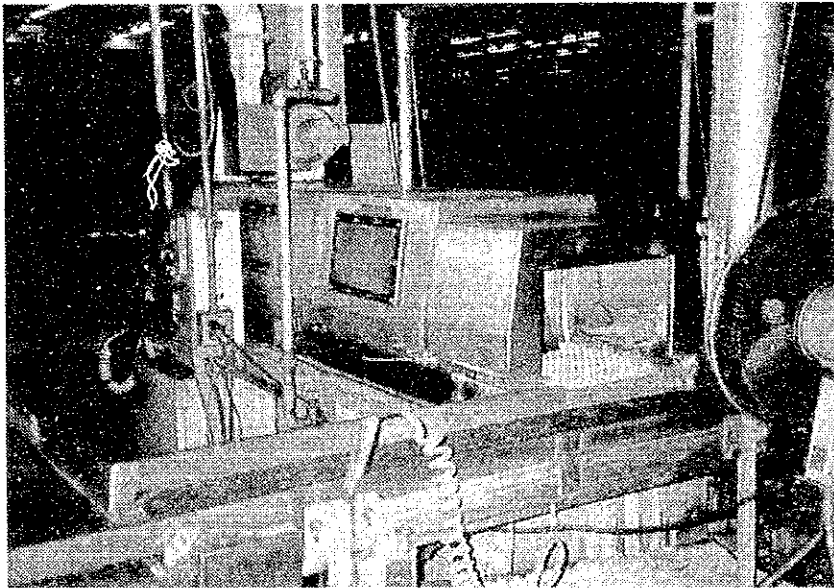
その他、洗浄工程はターボチャージャの組立工程のなかで、重要な工程と考え、各加工工程の終了時点で必ず実施するようにすべきである。

例えば、わずかな鉄分（機械加工の切粉、鋳物表面の剝離等）が付着したまま組み立ててしまうと、運転中にベアリングの隙間でカジリを発生する。

したがって、十分な洗浄工程を実施して置くことが必要になる。

先進のメーカーでは、組立完了後の鉄粉の量が2 mg以下等の規定を設けていて、定期的な抜き取りチェックや液の管理を実施している。

[図Ⅲ-122]に、洗浄機の外観図を示す。

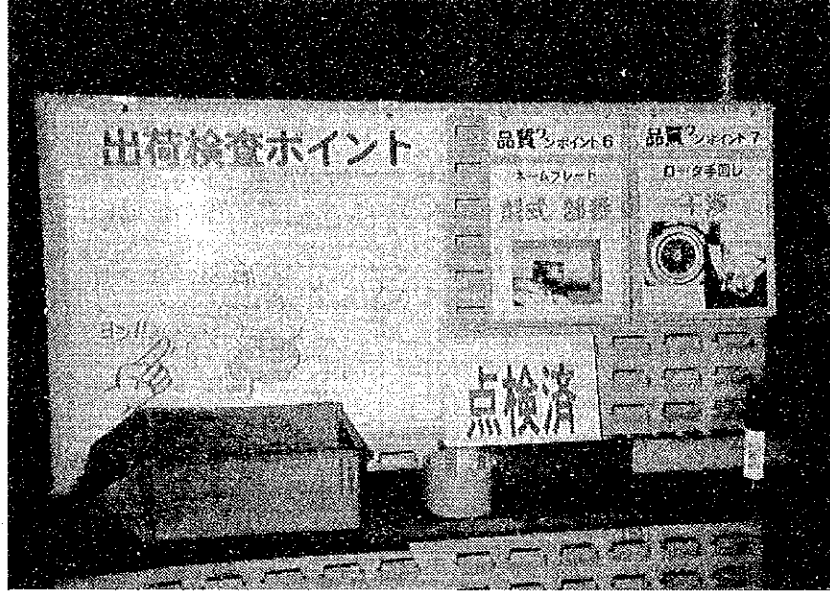


図Ⅲ-122 洗浄機の外観図

## 6) 出荷検査

出荷検査は工作図にその基準やチェック項目が書かれているが、作業者が替わっても十分内容が把握出来るように、各工程に点検項目を掲げることが良い。

[図Ⅲ-123]に、出荷検査時の点検ポイントを示す。



図Ⅲ-123 出荷検査時の点検ポイント

### 5.8.3 ラジアル式ターボチャージャ組立工程近代化のための設備

ラジアル式ターボチャージャは、第2期計画の15万台生産を達成するため、組立工程および試運転設備の自動化と品質向上を考えた。

組立工程では、ライン化を考慮し、各工程を細分化し24名の人員体制とした。

各工程は、品質向上に重点を置き、コンプレッサホイールの締めつけ専用機を提案し、実機試運転を廃止し、ライン内に最終バランス計測器を配置した。

組立工程の近代化に必要な設備を、[表Ⅲ-50]に示す。

表Ⅲ-50 ラジアル式ターボチャージャ組立工程の近代化に必要な設備

工程	設 備 名	必 要 性 ・ 価 格
3	角度法による締めつけ専用機 (3台)	コンプレッサホイール締めつけの信頼性向上のため、締めつけを専用機化する 10百万円×3台
4	最終バランス計測器 (3台)	実機試運転を廃止して、同様な検査項目をこの計測器で実施する 20百万円×3台
前工程	高圧洗浄装置	1階の洗浄工程を自動化し、信頼性の高い高圧洗浄装置にする 10百万円



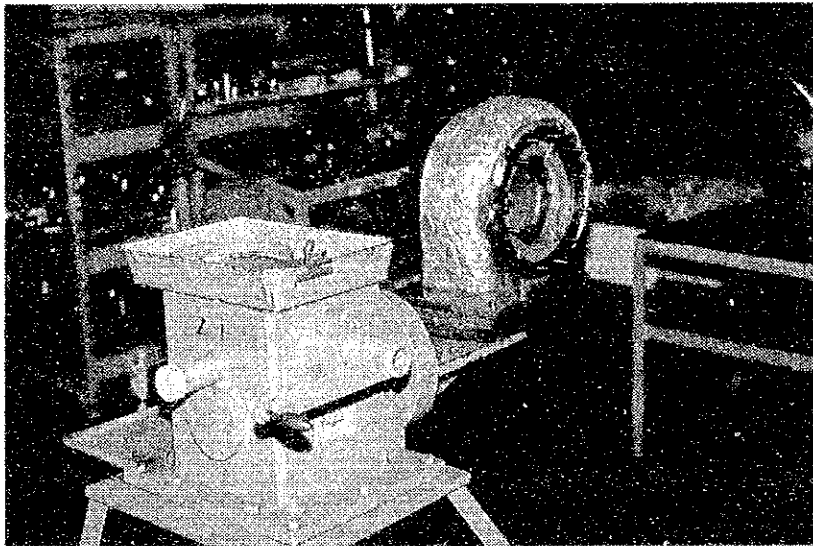
#### 5.8.4 軸流式ターボチャージャの組立工程

##### 1) 組立治具の採用

軸流式ターボでは、生産台数が月産50台ということもあって、それほど効率化を考えた体制ではない。50cm高さの平面形状の組立台が6台置いてあるだけである。

作業姿勢や清浄度の向上という観点から、専用の組立治具を使用したい。自由に回転することができる組立治具は、作業性や計測を容易にして、極細かな計測を実施する場合、間違いなく正しく測ることができ、信頼性が向上する。

回転組立治具の例を、[図Ⅲ-124]に示す。



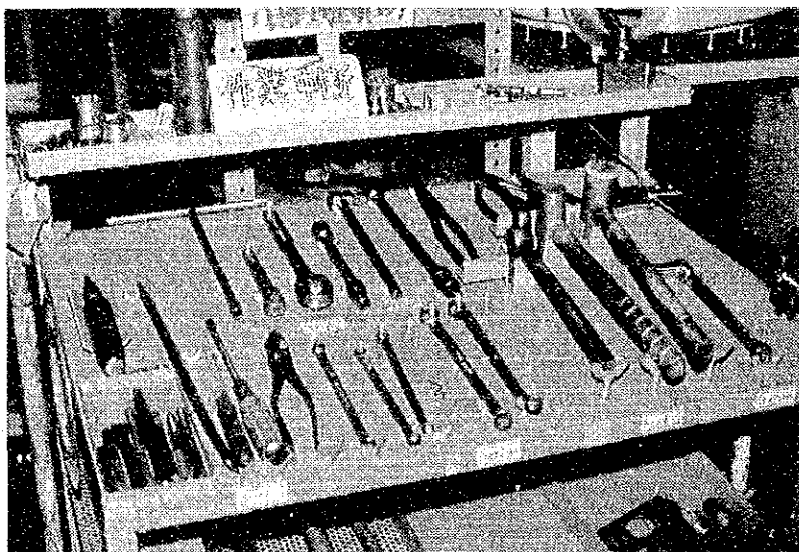
図Ⅲ-124 回転組立治具の例

## 2) 専用工具、計測具置き場の改善

現在の工具類は、これといったものは無かったが、工具や計測具はその時々作業台上から持ってきている。

工具類専用の置き台を製作し、きちんと整理して置くことが、作業性の向上につながる。

[図Ⅲ-125]に、工具類専用の置き台の例を示す。



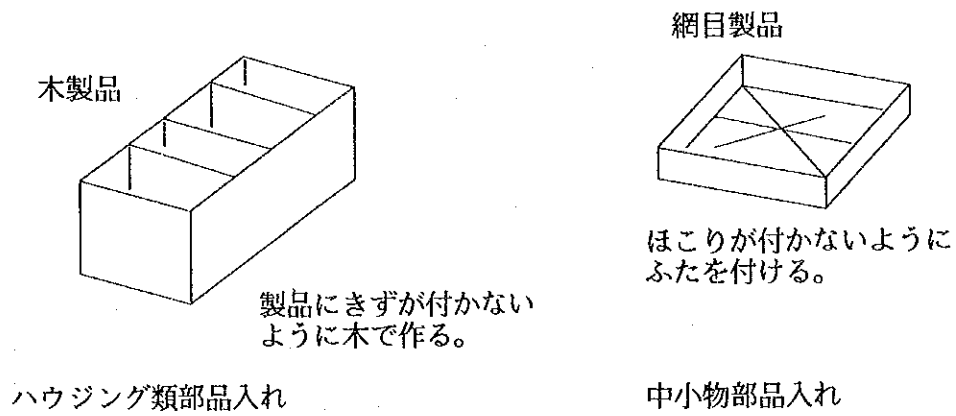
図Ⅲ-125 工具類専用置き台の例

## 3) 部品の床置き改善

H系列ターボでは、組立部品が大きい事もあって、部品は床に置いている。洗浄後の部品をこのように置いては、ほこりやゴミが付いて製品の信頼性を落とす心配がある。

専用の部品入れを作るよう提案する。

[図Ⅲ-126]に、部品入れの一例を示す。

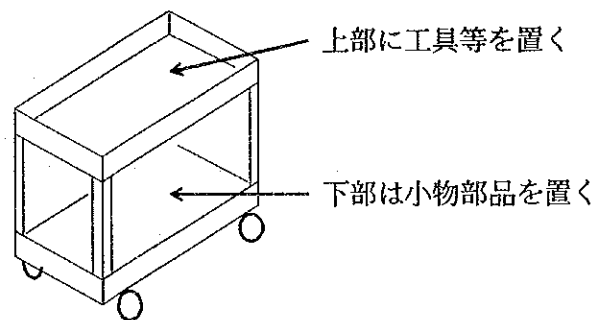


図Ⅲ-126 専用部品入れの一例

4) 組立部品の配置

シール、螺子、ベアリング等の小物部品置場は作業場の隅に置いてあり、都度取りにいているが、小物部品をワゴンなどに乗せて組立場所に搬送するようになると、マテリアルハンドリング面で効果がある。

[図Ⅲ-127]に、小物部品ワゴンの一例を示す。



ワゴンによる組立場所を移動し易くする。

図Ⅲ-127 小物部品ワゴンの一例

## 5.9 機械加工および組立の近代化の人員計画

### 5.9.1 基本的考え方

ラジアル式ターボチャージャは、最も生産台数が多いH1Cの加工ラインを、専用ラインとして提案した。

専用ライン化の効果は、治具、取付具、加工設備等を専用のものにより、作業の効率化を追求したライン構成を可能にすることである。

H1C以外のラジアル式ターボ加工ラインは、専用ライン形態を取っているが、1ヵ月に数回の段取り替えを行い加工するラインとなる。

したがって、第2期計画時の作業分担は、[表Ⅲ-51] になる。また、ラジアル式ターボチャージャの機械加工ラインの近代化計画レイアウト案を、[図Ⅲ-128]に示す。

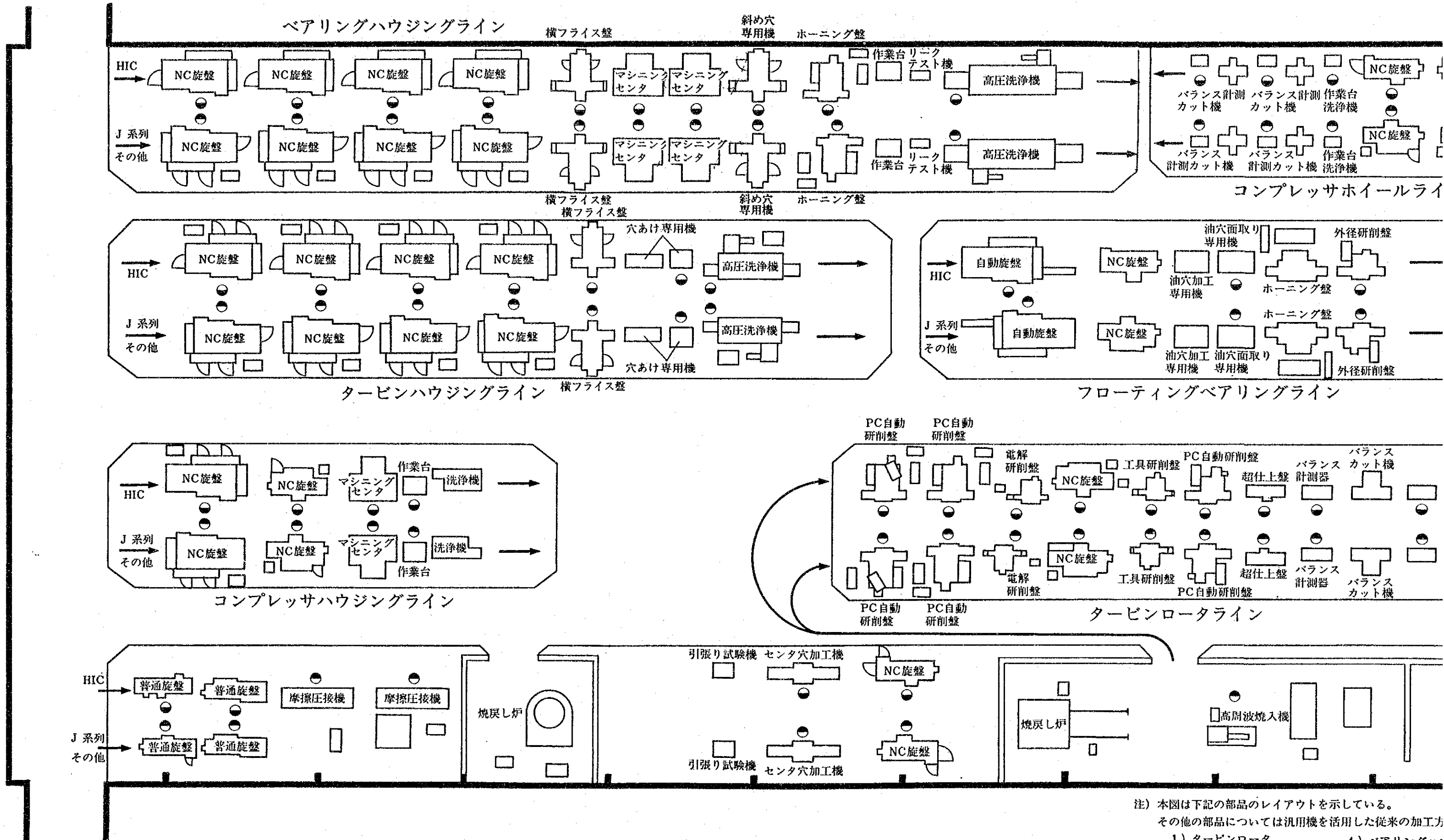
表Ⅲ-51 第2期計画時の機械加工ライン作業分担

ラジアル式 ターボ加工ライン (能力15万台/年)	H1C 専用ライン	生産能力 75,000台/年 単品加工ライン
	H2A、 その他 ライン	生産能力 75,000台/年 ライン形態は、H1Cと同じ構成であるが、段取り替えによって加工機種を数種類対応する。
合計2ライン		

軸流式ターボチャージャ加工ラインは、生産量が少ないのでライン化を考えず、現有設備の有効利用、品質向上、加工の容易化等の改善を行う。



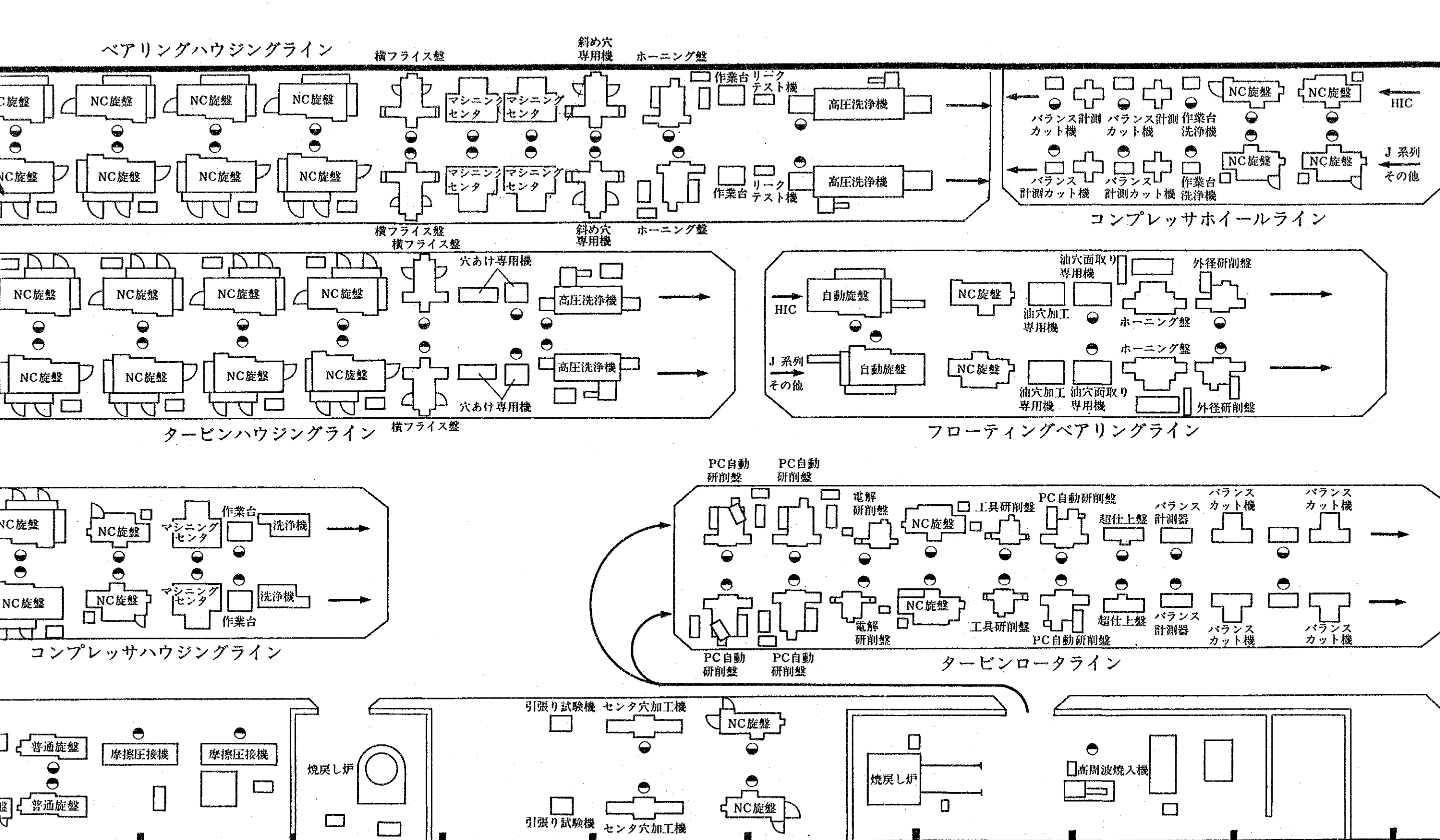
# 2期計画 機械工場 レイアウト図



図III-128 ラジアル式ターボ 機械加工ライン近代化計画レイアウト案

注) 本図は下記の部品のレイアウトを示している。  
 その他の部品については汎用機を活用した従来の加工方法  
 1) タービンロータ 4) ベアリングハウジング  
 2) コンプレッサハウジング 5) コンプレッサハウジング  
 3) タービンハウジング 6) フローティングベアリング

計画 機械工場 レイアウト図



注) 本図は下記の部品のレイアウトを示している。  
 その他の部品については汎用機を活用した従来の加工方法とする。

1) タービンロータ	4) ベアリングハウジング
2) コンプレッサハウジング	5) コンプレッサホイールハウジング
3) タービンハウジング	6) フローティングベアリング

図III-128 ラジアル式ターボ 機械加工ライン近代化計画レイアウト案





## 5.9.2 人員計画

### 1) ラジアル式ターボチャージャの人員計画

近代化の設備計画のまとめは後述することとし、ここでは、人員計画のみについて記述する。

ラジアル式ターボチャージャの機械加工および組立の近代化計画内容については、前項で述べてきたが、提案内容は現実に先進国で実施されているものである。最近、ロボット化が進みさらに省人化されてきているが、無錫動力機工場の要望もあり、品質の安定・向上に重点を置いたライン構成を提案している。

提案した近代化計画実施時の機械加工および組立に必要な人員数を、[表Ⅲ-52] に示す。

表Ⅲ-52 第2期計画時のラジアル式ターボ加工・組立に必要な人員数

ラジアル式ターボ ライン名	現 状 1万台生産 人員数	一直 H系/J系 2LINE 6万台生産 人員数	二直 H系/J系 2LINE 15万台生産 人員数
タービンロータ	210人	16人×2ライン 32人	16人×2ライン×2直 64人
ベアリングハウジング		10人×2 20	10人×2×2 40
タービンハウジング		7人×2 14	7人×2×2 28
コンプレッサハウジング		4人×2 8	4人×2×2 16
コンプレッサホイール		5人×2 10	5人×2×2 20
フローティングベアリング		3人×2 6	3人×2×2 12
スラストベアリング		3人×2 6	3人×2×2 12
そ の 他			含まない
組立・試運転	21	12人×2 24	12人×2×2 48
H系列小合計	231人	120人	240人

### 2) 軸流式ターボチャージャの人員計画

軸流式ターボの加工は、基本的には加工法は大きく変わっていない。

主に、加工精度の向上、品質に関する改善を計画した。

したがって、作業人員は多少減少するが、現状と大きくは変わらない。

## 5.10 治工具製作

### 5.10.1 基本的考え方

無錫動力機工場では、工具処が全工場の治工具、自製機械設備および金型の設計製作を行っているが、現状では、これらの設計製作体制が非常に弱体である。

無錫動力機工場で生産している製品の特性を勘案すると、専用の治工具や設備の必要性・有効性が極めて高い。ディーゼル車間では、比較的多くの専用機が使用されているが、ターボ分廠では、数台の極簡単な自製機械しか使用されていない。

また、鑄造分廠や精鑄分廠、鍛造分廠という多くの金型を必要とする部門を持ちながら、型製作能力は貧弱である。例えば、鑄造製品を受注した場合、その型製作に6ヵ月を要している状態である。特に、精鑄型の場合は、製品が回転体であるのでバランスが重要な要因となるが、型製作は手作りであり、現状では精度的に満足できる型が作れない状況である。

このため、近代化計画では、治工具および自製機械の設計製作の技術向上と設備の増強について提案する。また、金型製作については、型の設計から製作の一貫システムについて提案する。

### 5.10.2 治工具、自製機械の製作

工具車間の設備は、普通旋盤、研削盤、フライス盤等の汎用機が主体である。

機械加工および組立工程の近代化計画として提案した専用設備類のうち、自製するのが望ましい設備を、[表Ⅲ-53]に示す。

自製化が望まれる加工機械や組立設備は、全体で24台であるが、これらは近代化の最小限の設備であり、作業の効率化や能率向上を考えると、将来は更に自製化率の向上を図らなければならない。また、ライン内の搬送設備は、常に改善を行っていかなければならない性質のものである。

これら専用機や自動化設備を工場内で製作していくには、現在の加工設備では精度的に不十分であり、高精度加工が行える設備（マザーマシン）の導入が必要である。導入する設備は、ターボチャージャの試作の加工設備としても活用すべきであると考えられる。

専用機や自動化設備の製作体制強化のために、増強すべき加工設備を、[表Ⅲ-54]に示す。

表Ⅲ-53 自製化が望まれる近代化のための専用設備一覧表(1/2)

対象	設 備 名 称	狙 い ・ 目 的
全 般	ライン化シュータの製作	ライン化を実施するために必要
	搬送コンピュレータの製作	〃
タ ー ビ ロ ン タ	高周波焼入れ機の自動化	現状の手送りから自動サイクル化に
	引っ張り試験機	信頼性向上のため追加する工程
	センタ穴加工専用機	背面基準にしたセンタ穴加工の実施
	研削盤のサイクルの自動化	インライン計測の拡大をし、精度向上を
	バランス計測カット機	現状40分を5分のサイクルにする
	専用測定具の採用	ライン内での計測を容易にするため
コ サ ン ホ プ レ ー ル	金型変更	チャック部を延長した形状にする
	背面加工旋盤加工の自動チャック	自動チャックを行い、バランス向上
	バランス計測カット機	現状40分を5分のサイクルにする
ベ ハ ア ウ リ ジ ン グ	斜め油穴加工専用機	斜め油穴をラジアルボール盤加工から専用機
	マシニングセンタ取付具	外周油穴加工用取付具の製作
	中心穴エアマイクロメータの活用	穴の曲がり、テーパ、楕円を計測する
	リークテスト機	リークテスト機の新製
タ ハ ウ ビ ジ ン グ	NC旋盤用取付具	内外径加工用取付具を設計製作
	排気ポートフライス専用機	排気面の荒、仕上自動フライス加工
	排気ポート部穴明け専用機	排気面の6軸穴明け専用機
	ベアリングハウジング穴明けタップ専用機	ベアリングハウジング締めつけ穴加工専用機
	排気穴穴明け専用機	排気穴6軸穴明け専用機
フ ン ク ー テ B イ	6軸穴明け専用機	外周6軸油穴加工専用機
	油穴面取り専用機	2.4mm油穴内外部面取り専用機
軸 流 車 間	ラジアルボール盤の回転治具の改善	加工容易化と加工精度向上のため
	中ぐり盤のDRO化	人的な位置決めから0.001の精度へ
	旋盤のDRO化	人的な位置決めから0.001の精度へ

表Ⅲ-53 自製化が望まれる近代化のための専用設備一覧表(2/2)

対象	設備名称	狙い・目的
組立	締めつけ専用機	コンプレッサイルの締めつけ専用機
	最終バランス計測機	実機テストをベンチテストで代用する
	P系列回転組立治具	P系列ターボの組立治具
	H系列部分棚	ライン化用小部品棚の製作
	高圧洗浄装置	洗浄の自動化と洗浄度向上
	P系列工具小部品ワゴン	P系列組立用移動ワゴン

表Ⅲ-54 設備自製化体制強化のための増強すべき加工設備

工具車間への 近代化導入設備名	必 要 性 価 格
マザーマシン 治具ボーラ盤	<p>現在、治具ボーラ盤に近い中ぐり盤を保有しているが、治具製作には±0.01mm以下の加工精度が出せるマザーマシンが必要になる。金型用刃セットや治具、専用機製作用として用いる。 有名なスイス SIP 社の治具ボーラが有る。</p> <p style="text-align: right;">¥60百万円</p>
試作ターボ加工用 マシニングセンタ	<p>2期計画の量産加工になると、試作加工のための設備はライン内の機械は使えない。試作専用ショップを作って、試作加工はこれらの設備で加工したい。 設備はオールマイティ加工が出来、加工精度も治具ボーラに近い精度が確保出来るマシニングセンタを導入する。</p> <p style="text-align: right;">¥20百万円</p>
試作ターボ加工用 NC旋盤	<p>上記の試作加工専用ショップにマシニングセンタを導入したように、NC旋盤も試作用として必要になる。 コンプレックスホールやタービンハウジング、ベアリングハウジング等の全ての加工をこなすため、簡易型ではなく、しっかりしたNC旋盤を導入したい。</p> <p style="text-align: right;">¥20百万円</p>
スナップゲージ製作用 投影研削盤	<p>量産化が進とこれまでのマイクロマーク等の汎用計測器からスナップゲージや限界ゲージを使用する事が多くなる。それは、計測の迅速化と読み取りミスを防止するため、限界ゲージの需要が多くなる。 平板限界ゲージ製作用の投影研削盤を必要とする。</p> <p style="text-align: right;">¥8百万円</p>
専用機製作用 電気、電子機器	<p>専用機製作には、機械製作部分と電気関係に分けることができる。 電気関係は、その設計やプログラムする専門の技術員を養成する事も必要になる。 電気、電子関係の設備は シーケンスプログラミングユニット シーケンスを動作させるプログラミング設備 シクロスコプ、デジタルマルチメータ等 組立調整時のタイミング計測用</p> <p style="text-align: right;">¥2百万円</p>

### 5.10.3 金型製作

金型製作用として現在使用している加工設備は、倣いフライス盤が1台有るだけで、木型の製作、倣いフライス加工、表面仕上げ等ほとんどの作業が手作業で行われている。

金型設計製作分野の技術は、近年著しい発展を遂げており、先進企業では、金型設計から製作にまでの一貫システム化が主流になっている。

金型設計では、要求形状・精度の製品が出来るように、熱変形、伸び代、抜き勾配等を考慮して金型形状を決定するが、これには長い経験とデータの蓄積が必要である。また、製作工程では、要求日程に合わせて短期間に荒加工、仕上げ作業と進めなければならない。

したがって、一貫システムを導入しても、直ぐに効果的に活用できるものではなく、使用経験の積み重ねが必要である。

無錫動力機工場においても、今後は金型設計製作の一貫システム指向が不可欠であるので、近代化計画として金型加工システムの導入を提案する。

金型加工システムに必要な最小限の設備を、[表Ⅲ-55]に示す。

#### 1) 金型加工用 CAD/CAMシステム

金型製作には、NCフライス盤やマシニングセンタによる加工が主流となっているが、金型は一般に加工形状が複雑で、しかも高精度が要求されるので、コンピュータを使用してNC加工用テープを作成している。(このようなシステムをCAD/CAMシステムと呼んでいる)

金型加工用のCAD/CAMシステムは、工作機械メーカーやソフトウェア会社が各種のシステムを開発販売しているが、[表Ⅲ-56]にこれらCAD/CAMシステムの例を示す。

先進企業では、一般に専用の設計システム(CADシステム)を持っているので、金型加工システムとしては、設計システムからCADデータを受け取り、NC加工用テープ作成計算だけを行う場合が多いので、CAM機能のみ備えたものも多い。

表III-55 金型製作の近代化設備

設 備 名 メーカ ・ 型 番	必 要 性 格
金型加工 CAD/CAMシステム SABILOジャパン 総合3次元・CAD/CAMシステム φSTATION	金型製作の加工システムはCAM のみのものが多く、CAD/CAM両方備えているのは少ない。 CAM ; 金型図面から、加工用NCプログラムを実行するもので、図面の設計作図は出来ない。設計はその専用のシステムを持っていて、一般にはこの方法が多い。 CAD/CAMシステム ; 金型設計を行い、プロットによる図面化を実行出来る。また、その小部品や金型をNCプログラムとして出力できる。 SABILOジャパン・φSTATION 総合3次元・CAD/CAMシステムは全てを備えているもので価格は ¥16百万円～22百万円
放電加工機	金型の小穴加工、螺子穴加工、ボス穴等加工形状が、小さく、変形している形状などは、カットで加工出来ないため、放電加工に頼っている。 オークマ(株) ED-S303型 X軸移動量 520 mm Y軸移動量 320 Z軸移動量 300 最大加工電流 45 A ¥20百万円 (株)ソディック A50/A50R型 X軸移動量 500 mm Y軸移動量 380 Z軸移動量 350 ¥20百万円
ワイヤ放電加工機 (株)ソディック APシリーズ	プレス抜き型、放電加工機用銅電極成形、ゲージ製作等にワイヤ放電加工機が使用される。最近では、加工精度の向上とテーパ加工の実施で加工終了したままでダイセットが完成するので非常に省力化出来る。 ¥25百万円
グラファイト加工用 マシニングセンタ 三菱工業(株)M-V10A-G	グラファイトカーボン成形し、放電加工機を用いて金型を製作するが、このマシニングセンタはグラファイトカーボン成形する加工機械である。 テーブル寸法 410×900 mm ¥25百万円
ホール加工用 5軸制御マシニングセンタ 三菱工業(株)M-H5T	コンプレッサホール、タービンホール のロストワックス 型製作用モデル 加工機械として5軸制御マシニングセンタを導入する。 ¥60百万円
NC倣いフライス盤	テーブル寸法 : 400X1000 現有モデルを活用して、高精度の金型加工を行う加工設備として必要である。 ¥28百万円

表Ⅲ-56 各社の金型加工 CAD/CAMシステム例

メーカー・型番	価格 (万円)	CAD/CAM	計算機他仕様
SAEILOジャパン・ 総合3次元・CAD/CAMシステム φSTATION	1600～ 2200万円	CAD/CAM	計算機 HP9000 プロック A1サイズ (製図製作用)
オークマ(株) 3次元CAMシステム CAMSTAFF	750万円	CAM	計算機 HP9000
3次元CAMシステム IDMS-DP	1350～ 2500万円	CAM	計算機 HP9000
三菱重工業(株) トータル金型加工システム 秀才くん	1000～ 2500万円	デジタル入力 CAM	計算機 PERSONAL IRIS

無錫動力機廠では、現状ではそれほど大きなシステムは必要とせず、次に示す作業が出来るものを検討した。

- ① 金型の設計
- ② 金型のNCフライス盤NC加工データ作成
- ③ 一般のNC旋盤、マシニングセンタのNC加工データ作成
- ④ ワイヤ放電加工機のNC加工データ作成
- ⑤ グラファイトカーボンや銅電極のマシニングセンタNC加工データ作成

この結果、SAEILOジャパン・総合3次元・CAD/CAMシステム”φSTATION”を推奨する。

この1台で、金型の設計製作のみではなく、他のNC加工への適用拡大が可能である。

## 2) 金型加工設備

対象金型としては、次のものを検討した。

- ① 鋳造金型 (一般鋳鉄, アルミ鋳造)
- ② 精密鋳造金型 (ロストワックス型)
- ③ 鍛造金型
- ④ プレス, パンチング型

その他、金型製作以外にゲージ類の製作も考慮し、[表Ⅲ-55]に示す設備を提



案した。

マシニングセンタはターボ以外の金型も加工できるように、多少大きめの設備としている。

マシニングセンタのエンドミル加工で実行出来ない、変形深穴加工や底端面加工を実施するため放電加工機を選定した。

プレス、パンチング型を製作するために、ワイヤ放電加工機を選定し、それらが短期間に型製作を行えるように考慮している。

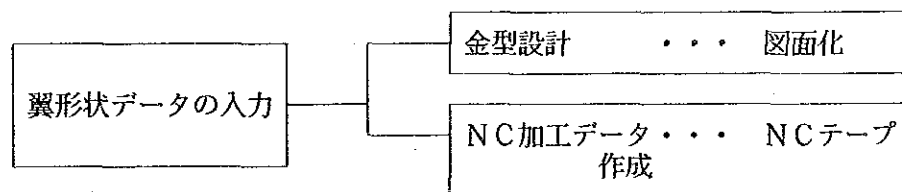
#### 5.10.4 金型製作のプロセス

これまでに金型製作に必要な工作機械およびCAD/CAMシステムについて説明してきたが、その加工プロセスについて述べる。

ここでは、コンプレッサホイールやタービンホイールの精密鑄造用金型の製作手順を例にして各工程について説明すが、現在の金型の外観図およびCAD/CAMシステムによる金型製作の概略手順を、[図III-129]、[図III-130]に示す。

##### 1) 金型設計

CAD/CAMシステムでは、図面からの翼形状データを入力する事によって、計算機内でスムージング処理を行い、翼の形状を演算する。カッター形状（ここではボールバシで加工）を入力する事によってカッタパスを自動的に計算する。



##### 2) マシニングセンタによる素形材の加工

組金型の12等分の各羽根ごとの素形材を作るために、CAD/CAMシステムで作成した素形材加工用NCデータをもとに、マシニングセンタで加工を行う。この状態では、まだ羽根形状は加工していない。

マシニングセンタ加工終了後、平面研磨によって12枚の形状が組合わさると円形になるように仕上げる。

##### 3) マシニングセンタによる羽根形状加工

CAD/CAMシステムで作成された羽根形状加工用NCデータをもとに、マシニングセ

ンタでボールエンドミルによって羽根形状を加工する。

羽根形状は自由曲面であるが、3軸マシニングセンタで加工は十分可能である。

同様に12枚分を加工して、加工面を手仕上げで滑らかに仕上げる。

このような方法で、現在無錫動力機工場で作っている金型と同じ形状の物が出来上がる。

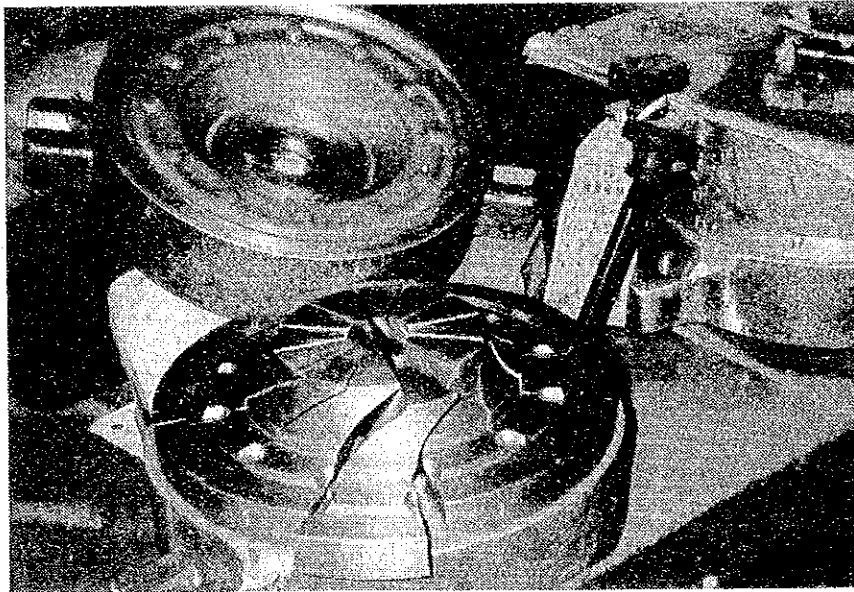
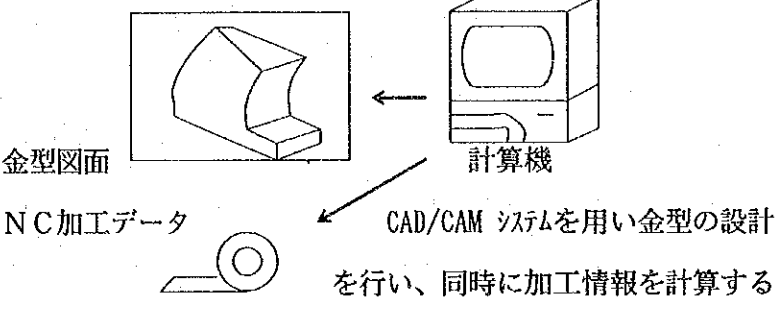
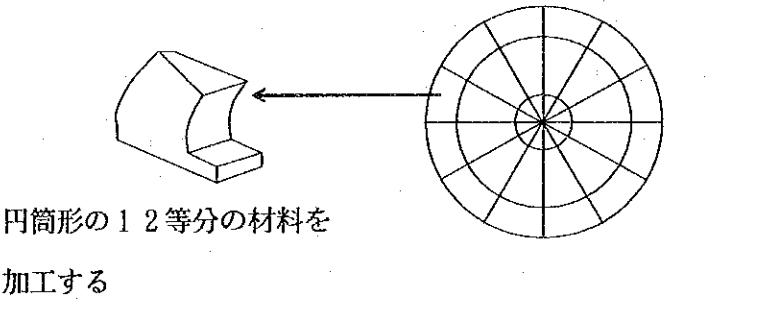
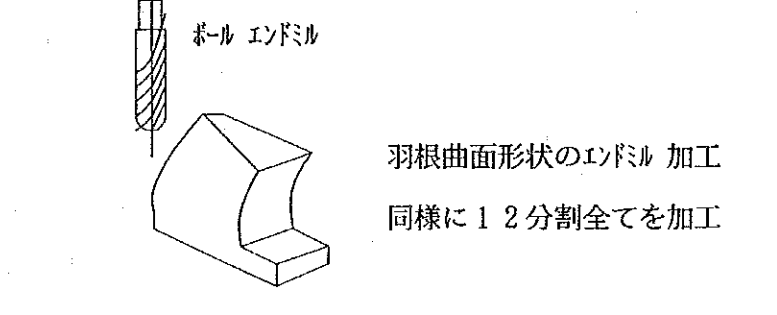


図 III - 129 現在の金型外観図

工順	実 施 内 容	設 備 名
設計 及び CAM	 <p>金型図面</p> <p>計算機</p> <p>NC加工データ</p> <p>CAD/CAM システムを用い金型の設計を行い、同時に加工情報を計算する</p>	SAEILOジャパン 総合3次元 ・CAD/CAMシステム φSTATION
粗材 加工	 <p>円筒形の12等分の材料を加工する</p>	マシニングセンタ 平面研削盤
曲面 加工	 <p>ボールエンドミル</p> <p>羽根曲面形状のエンドミル加工 同様に12分割全てを加工</p>	3軸または5軸 マシニングセンタ
仕上	<p>各面をポリッシュ仕上げ</p>	<p>手仕上げ</p>

図III-130 CAD/CAMシステムによる金型製作プロセス概要

## 5.11 その他

### 5.11.1 電力安全装置

#### 1) 計算機の安全装置

生産現場の生産管理や金型加工 CAD/CAMシステム等、今後は工場での小型計算機の活用台数が増えてくる。

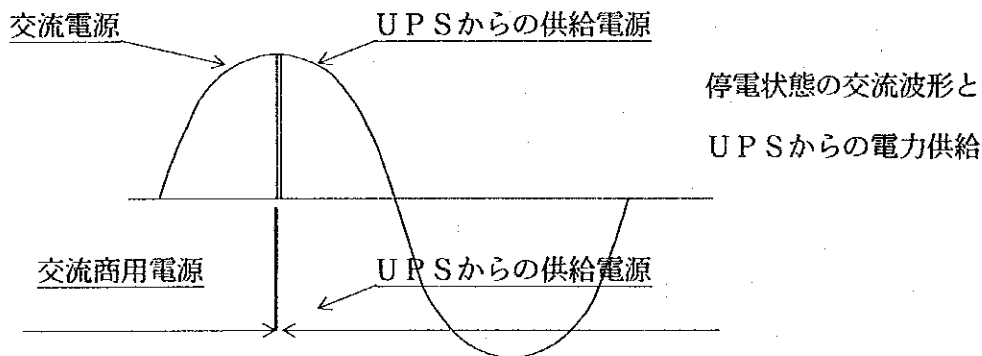
中国国内での電力事情は、最近は非常に良くなってきているが、1週間に2~3回の割合で停電が発生しており、人間の眼には見えない”瞬停電”（”瞬停”とも言っているが交流サイクルの1~5サイクルの停電）を含めると、さらに多く発生していると判断する。

計算機が演算中、停電や瞬停が発生すると、計算を停止し、これまでの計算結果等も全てクリヤされてしまう。

クリヤされてしまうため、大事な在庫データ等は一瞬にして無くなってしまい、数日掛かって入力したりする事も良くある。

ここに紹介するUPS (Uninterruptible Power System)は、無停電電源装置の略で、一瞬の”瞬停”であっても、交流電源を供給し続けるシステムである。

UPSの機能および理論回路図を、[図Ⅲ-131]、[図Ⅲ-132]に示す。



図Ⅲ-131 交流波形の”瞬停”状態

## ■回路

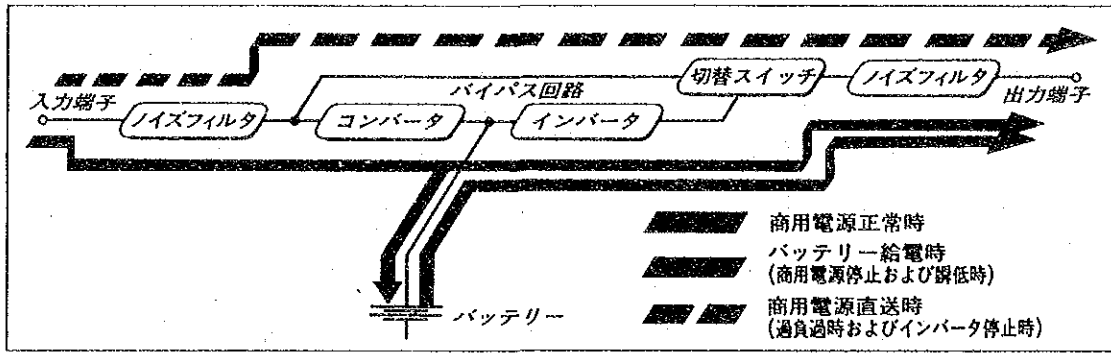


図 III - 132 UPS の理論回路図

前図では、交流商用電源がサイクル波形の途中で停電した場合の図を示している。波形の途中で停電すると、UPS 装置は直ちに作動して、自分自信で持っているバッテリーからの電源を受け、サイリスタで交流波形を作って供給するものである。

このバッテリーからの供給時間は10分間であって、その間に計算機の停止処置を行わなければならない。

“瞬停”等が有った場合は、計算機の誤動作を防ぐことが出来る非常に有効的に使える物である。

### [UPS の仕様]

メーカー (株)高岳

〒100 東京都千代田区大手町2-2-1 (新大手町ビル)

TEL 03(3211)1671

### 価 格

型 番	TSTH-010A-A	TSTH-030A-A	TSTH-050A-A
容 量	1KVA	3KVA	5KVA
価 格	19万円	70万円	150万円

## 2) NC装置の安全装置

第2期計画では、NC装置が数十台稼働するようになり、電源の安定化が重要なポイントになる。

電源の品質が悪いと、

- ① 加工中にノイズや”瞬停”が発生し、誤動作をして工具やホルダを破損してしまう。
- ② 誤動作によって、金額の高い品物が不良になる。
- ③ メモリに保存している加工情報をクリアされてしまう。
- ④ 高調波が発生しているとコンデンサを焼損する。

等の問題が生ずる。二次災害として、誤動作によって破損した工具が作業者の顔に当たって怪我をしたと言うこともある。

この、電源の品質が悪くなる原因として、発電所からの供給電源自体の品質が悪い場合のほかに、次の事も考えられる。

- ① NC装置の近くで溶接作業をした場合の電流ノイズが、NC電源に乗って数百ボルトのノイズになる。
- ② 近くの高周波焼入れ機や誘導炉からの高周波電波が、一般の電源に乗ってノイズになる。
- ③ 工作機械や焼き入れ機等に使用されている大型インバータからの高調波が、電源に乗って波形を変形させる。

このような原因が考えられるが、個々の原因をできるだけ少ないように工夫や改善が必要になる。

中国国内の電源品質はそれほど良いと思われないので、各NC装置には安定化電源装置を付けることを提案する。

[安定化電源装置の仕様]

安定化回路	LC共振型 (チョークコイルとコンデンサの共振)
電源電圧	200～440V
価 格	40～80万円

### 5.11.2 CNC工作機械の設備保全

量産化体制には専用機化およびNC工作機械の充実が不可欠であり、量産化傾向が高くなるに従って、導入比率も向上する。

CNC工作機械は、すでに数台が稼働しているが、第1期計画では30台の導入計画があり、第2期計画では1期計画分を含めて62台導入することになる。

CNC工作機械が増加すると、これら設備を有効に運用するために、次のような人材育成や体制整備が必要となる。

- ① 故障修理時の修理作業者の教育および機材
- ② プログラミングの人員体制と自動プログラミング機材の導入
- ③ 自動プログラミング教育
- ④ 作業者の取扱教育

以下では、これらのうち、CNC工作機械の修理作業者の教育および保守用機材について検討する。

#### 1) 故障発見の手順

CNC工作機械は故障すると、これまでの技術では全く修理が出来ない状態になる。新しい修理技術を修理作業者が身につけると計測機器が必要になる。CNC装置の構造は複雑になって来ているため、修理では、先ず、故障内容がCNC装置内部のものか、リミットスイッチや油圧回路等の外部に起因するものかを判断する。

その修理ポイントを見つけたら、CNC装置内部であれば一般には基板を交換し、外部的な要因であれば、故障箇所を交換修理する。

CNC工作機械の修理手順を、[図Ⅲ-133]に示す。

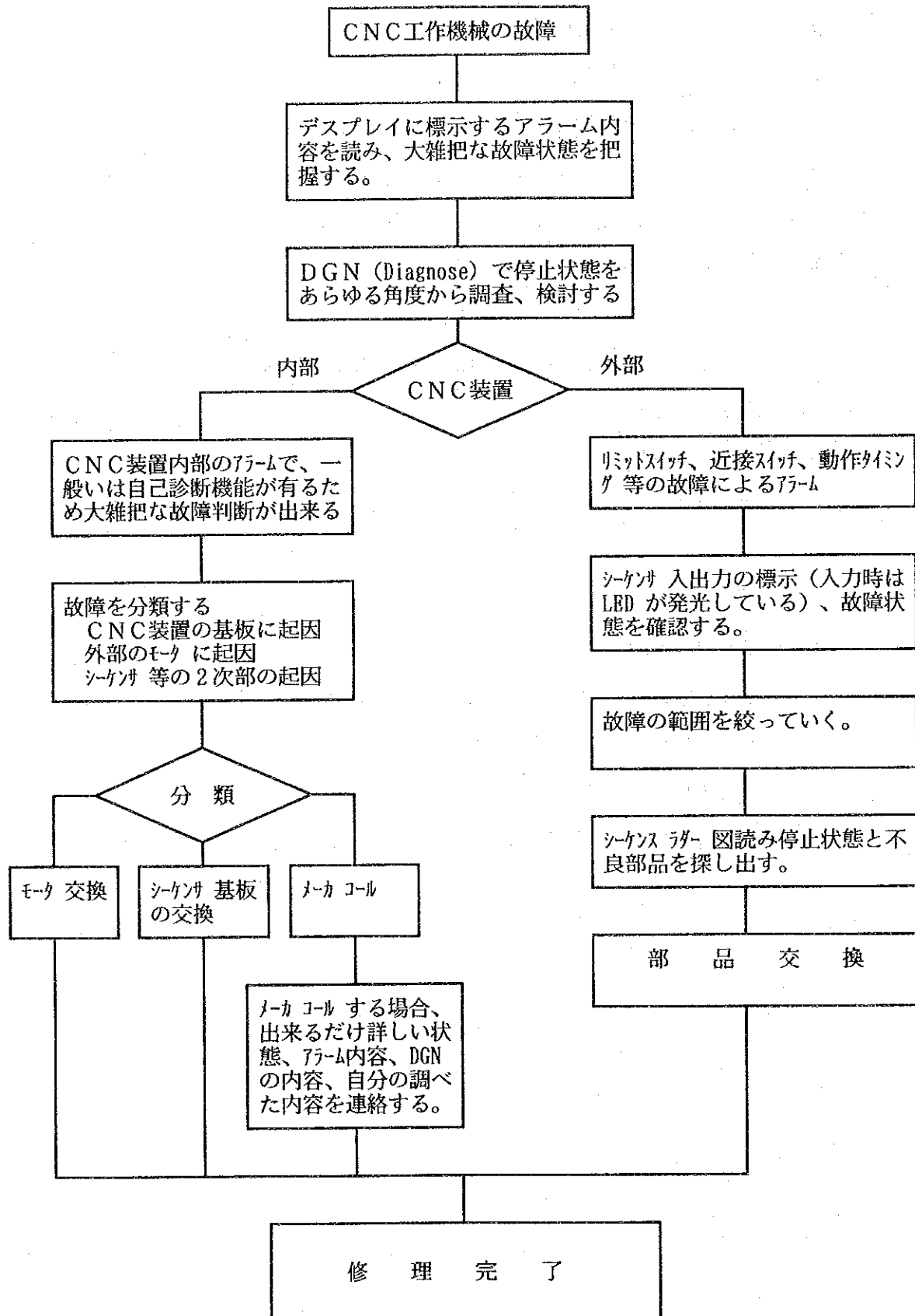


図 III-133 CNC工作機械の修理手順



## 2) 修理作業に必要な機材

修理作業には特別な機材は必要としないが、高速な演算や入力パルスを読み取りのための機器が必要になる。

これらの取扱は、それほどの技術を必要としないが、一通りの基礎的技術を身につける教育が必要がある。

CNC工作機械のメンテナンスに必要な機器を、[表Ⅲ-57]に示す。

表Ⅲ-57 CNC工作機械のメンテナンスに必要な機器

機 器 名	使用部位および用途
シンクロスコープ	NCテープ読み取り波形の調整やサーボゲインの調整など高速波形の調整に使用する。 NCテープ読み取り波形の調整の場合、1～2msの時間単位の調整を行う。 価格 ￥40万円
デジタルマルチテスタ	CNC装置内部の電流は直流回路が主で有るためデジタルマルチテスタは欠かせない。 基準電圧の確認や電圧設定等±0.1Vの調整を必要とする。 価格 ￥1万円
クランプ型電流計	各軸駆動用交流モータや直流モータの電流を計測するに、このクランプ型電流計が必要。 価格 ￥4万円
プリント基板 (一機種 4枚位)	CNC装置の主な基板を持っていることによって自社内での修理が可能になる。基板の種類を増やさないためにも出来るだけCNC装置の種類を限定することが良い。 価格 一枚￥50万円
駆動用モータ	XYZ軸駆動用モータは直流モータの場合、ミネータ部分が磨耗してしまうため、5年位しか耐用年数がない交流モータの場合はミネータ部分が無いが、過電流によってコイル部が焼損してしまうため、交換を必要とするときがある。 この交換用予備モータを在庫する。 価格 一台￥50万円

### 3) 修理人工および作業者の教育

故障発生件数は、過去のデータから0.15 [件/台・月] 程度と考えられる。

第2期計画では62台のCNC工作機械が稼働したとすると、

$$\text{故障件数} = 0.15 \times 62 = 9.3 \text{ [件/月]}$$

になる。

故障修理には一般に6時間位要するので、修理人工は、

$$\text{修理人工} = 9.3 \times 6 = 55.8 \text{ [時間/月]}$$

55.8時間/月であるので、メンテナンス要員は1人で充分である。

修理作業者の教育は、メーカーで実施するメンテナンス教育に参加することが一番であるが、実際の故障を多く体験して経験を積むことが必要になる。

これまでは、電氣的修理について述べてきたが、その他に機械的な修理作業が必要になる。

- ① 機械自体の機械レベルの修正、および精度管理
- ② 機械内部のメカニカル的修理

これらの機械的修理は、現在も十分実施されているので技術的にも充分対応出来る状態にある。

### 5.11.3 公害対策

今回の近代化計画では、多くの新しい設備の導入が必要となる。

中国においても、公害が社会的な問題となりつつあり、無錫市においても、工場の隣を流れる京抗大運河を、環境問題のモデルとして取り上げ対策が検討されはじめた由である。

このため、新しい設備の導入に際しては、必要な公害対策が義務付けられているので、今回の近代化計画で提案の設備で対策が必要なものについて以下に述べる。

#### 1) 鑄造関係

新工場計画で提案の設備の中には、必要な公害対策設備を含むものもあるが（キュポラ1式には専用の集塵機を含む）、この他に必要な公害対策としては、砂処理現場及び造型・仕上げ現場の粉塵対策で、次の如き設備が必要である。

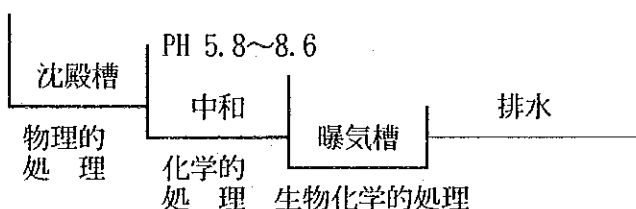
設 備	仕 様	数 量	概算金額
集塵機（砂処理）	3 0 0 0 N m <sup>3</sup> /分	1 基	9 0 百万円
集塵機（造型・仕上）	1 0 0 0 N m <sup>3</sup> /分	2 基	6 0 百万円

#### 2) 精鑄関係

コンプレッサホイールの製造工程の一貫ライン化のために、蛍光探傷検査のインライン化を提案しているが、これに使用する溶液の排水処理装置が必要となる。使用溶液が特殊なものであるので、処理装置としては化学的処理で分解して除去する装置であるが、処理量が少ないので標準仕様のコンパクトな装置で十分である。設備の概算費用は、3百万円程度である。

#### 3) 金型製作関係

電解研削盤や放電加工機等に用いられる電解液は、硫酸銅が用いられているので、これらは直接排水することはできない。下図に示す物理的処理、化学的処理を施し、基準値以下にしてから排水することになる。



これら設備の費用は、概算20百万円である。

## 6. 生産能力面の近代化

ここでは、1996年の事業計画から、目標とする生産量を達成する為の消化能力の検討を行い、前節までに既述した生産工程面の近代化の結果も踏まえて、次の2つの観点から、増強すべき設備と人員を明らかにする。

- ① 目標生産量を達成する為の生産能力増強
- ② 品質面での工程能力向上の為の設備

### 6.1 目標生産量の達成に必要な設備および人員

#### 6.1.1 増強設備

生産量が大幅に増加するのはラジアル式ターボチャージャで、この為に増設する生産設備は、〔表Ⅲ-58〕のとおりである。

表Ⅲ-58 目標生産量達成に必要な増設設備

工程	対象	増強設備概要	年間生産能力	備考
鑄造	ベアリングハウジング タービンハウジング	生型造型ライン 砂処理ライン	25万個 25万個	2直 2直
	コンプレッサハウジング	軽圧鑄造機	15万個	2直
	タービンホイール コンプレッサホイール	成形機及び造型ライン 石膏型ライン	15万個 15万個	2直 2直
プレス	オイルパッフル 隔熱板 拡圧器等	トランスファプレス	各15万個	2直
機械加工	タービンロタ	専用加工ラインを2ライン	15万個	2直
	ベアリングハウジング	専用加工ラインを2ライン	15万個	2直
	タービンハウジング	専用加工ラインを2ライン	15万個	2直
	コンプレッサハウジング	専用加工ラインを2ライン	15万個	2直
	コンプレッサホイール	専用加工ラインを2ライン	15万個	2直
	フローティングベアリング	専用加工ラインを2ライン	30万個	2直
	ラストベアリング 螺子 ベアリング等	〔 現有設備及び第1期計画導入設備の再配置でカバー 〕	各15万個	2直
組立試験	ラジアル式 ターボチャージャ	組立ラインを3ライン ・H1C ・H1C+その他 ・その他	15万個	2直

### 6.1.2 人員計画

近代化で増設する設備は、自動機や専用機を含む効率的な生産ラインである。第5章で詳述した各ラインの人員配置をベースに、目標生産台数である年間15万台生産時の必要人員について、新設ラインにつき取りまとめた結果を、〔表Ⅲ-59〕に示す。

表Ⅲ-59 年間15万台生産時の必要人員

工程	ライン名	ライン人員 (人)	ライン数 (本)	設備 稼働	必要人員数 (人)
鑄造	銑鉄鑄物ライン	51	1	2直	102
	非鉄合金鑄物ライン	6	1	2直	12
精鑄	ロストワックスライン	20	1	2直	40
	石膏型ライン	10	1	2直	20
プレス	トランスファプレス	2	1	2直	4
機械加工	タービンロータ加工ライン	16	2	2直	64
	ベアリングハウジング加工ライン	10	2	2直	40
	タービンハウジング加工ライン	7	2	2直	28
	コンプレッサハウジング加工ライン	4	2	2直	16
	コンプレッサホイール加工ライン	5	2	2直	20
	フローティングベアリング加工ライン	3	2	2直	12
組立	組立ライン	8	3	2直	48

## 6.2 工程面の改善に要する設備

ここでは、第5章に示した、生産工程の改善に対応するために必要となる主要設備を取りまとめる。

### 〔鑄造工程〕

生型造型機	.....	1式
砂処理装置	.....	1式
溶解装置	.....	1式
仕上げ装置	.....	1式
中子造型機	.....	1式
熱処理装置	.....	1式
アルミ鑄造機	.....	1式

### 〔精鑄工程〕

ワックス射出成形機	.....	3台
造型ライン	.....	1式
連続焼成炉	.....	1基
石膏型成形装置	.....	1式
乾燥炉	.....	2台
減圧・重力鑄造機	.....	2式
T6熱処理炉	.....	1式

### 〔鍛造工程〕

スクリュープレス機	.....	1台
-----------	-------	----

### 〔プレス工程〕

トランスファプレス	.....	1台
-----------	-------	----

### 〔機械加工工程〕

#### ・タービンロータ加工ライン

電子ビーム溶接機	.....	2台
引張試験機	.....	2台
センタ穴加工機	.....	2台
自動送り装置付外径研削盤	.....	6台
R部用電解研削加工機	.....	2台

超仕上げ盤	2台
バランス計測&カット機	4台
・ベアリングハウジング加工ライン	
NC旋盤	8台
マシニングセンタ	4台
斜め穴加工専用機	2台
リークテスト専用機	2台
・タービンハウジング加工ライン	
NC旋盤	8台
排気ポート面フライス専用機	2台
排気ポート穴明け専用機	2台
排気出口側穴明け専用機	2台
ベアリングハウジング締付け用穴明け専用機	2台
・コンプレッサハウジング加工ライン	
NC旋盤	4台
マシニングセンタ	2台
・コンプレッサホイール加工ライン	
NC旋盤	4台
バランス計測&カット機	4台
・フローティングベアリング加工ライン	
自動旋盤	2台
6軸油穴加工専用機	2台
6軸油穴面取り専用機	2台
〔組立試験工程〕	
高圧洗浄装置	1式
角度法による締付け専用機	3台
最終バランス計測器	3台



### 6.3 品質面での工程能力向上に要する設備

製造工程における品質面については、前項の工程改善設備で考慮しているが、ターボチャージャの場合は、素形材製作に使用する金型の精度が、品質に大きな影響を及ぼす。また、専用の部品加工ラインには、多くの専用機が必要となるが、これらは工場内で自製するのが望ましい。しかし、高精度の専用機を自製するには、加工設備の増強も必要となる。

このような観点から、製品品質向上に必要な整備を取りまとめる。

なお、以下の設備は、ターボチャージャの試作を行えることも考慮してある。

#### 〔金型製作〕

金型 CAD/CAMシステム	1式
放電加工機	1台
ワイヤ放電加工機	1台
グラファイト加工用マシニングセンタ	1台
ホイール加工用5軸マシニングセンタ	1台

#### 〔設備自製化〕

ジグ中ぐり盤	1台
試作ターボ加工用マシニングセンタ	1台
試作ターボ加工用NC旋盤	1台
スナップゲージ製作用NC旋盤	1台
専用機製作用電気・電子機器	1式

## 6.4 設備投資のまとめ

ここでは、6.2～6.3に記述した設備投資の内容と投資額を、〔表Ⅲ-60〕に取りまとめた。

### 6.4.1 設備投資額試算の範囲

設備投資額には、元来次のものが算定されるべきである。

- (1) 工場建屋の新・増設費
- (2) 工場建屋の改造費
- (3) 設備の基礎費
- (4) 設備購入費（設備本体価格、輸入租税、運送費、保険料）
- (5) 設備の据付け費用と技術指導料
- (6) 電気・用水等の用役設備の新設または増設費
- (7) レイアウト変更費
- (8) 設備を稼働させる為の、工具や周辺機器等

しかし、(4)の設備本体価格以外は、国情の違いが多く、見積もりが困難であった。そこで、〔表Ⅲ-60〕では、日本国内に於ける設備本体購入価格（1993年6月現在）を算定して示している。

### 6.4.2 設備投資の代替案

設備投資の実行に当たっては、事業計画と資金とから、優先順位が考慮されるべきであるから、〔表Ⅲ-60〕には二つの案を示した。

工場の要請に基づき、一般鋳物の新工場及び新鋭設備でライン構成、設備増強を検討した結果が、〔第1案〕である。

しかし、投資金額があまりにも多額となるので、一般鋳物は現工場を活用し、生産量と品質の目標を達成する為に、最低限必要な設備に限定したものが、〔第2案〕である。この〔第2案〕についても、八五計画の販売計画の振れ等を勘案して、投資を1次と2次に分けて実施する分割投資案も検討した。

いずれの案も、投資する設備と台数は、全面的に二交代制による稼働を前提として算出した。

表III-60 近代化に要する設備投資内容(1/3)

(単位:百万円)

設備・機器名称	主仕様	目的	数量	第1案	第2案		
					1次	2次	
〔鑄造工程〕							
生型造型機ライン	無枠式	ライン化	1式	○	○	—	
砂処理装置	混練機, 砂処理コントローラ	"	1式	○	◇	—	
中子造型機	金型 400X400X100/100	"	10台	○	6台	4台	
	寸法 500X500X130/130	"	2台	○	1台	1台	
	600X600X130/130	"	1台	○	1台	—	
溶解炉	ホップ, 5t/h熱風式	新工場用	2基	○	○	—	
	CEマーク, CE値, C%, Si% 等	品質向上	1式	○	○	—	
仕上げ装置	ショットブラスト, 削取り装置	環境改善	1式	○	○	—	
熱処理装置	加熱炉, 台車式5X2X7m	新工場用	2基	○	○	—	
	7t熱処理炉, T6 処理用	ライン化	1基	○	○	—	
アルミ鑄造機	軽圧鑄造機, 30KVA	能力増強	3台	○	2台	1台	
アルミ溶解炉		新工場用	1基	○	○	—	
試験設備, ユーティリティ	各種試験設備, 付帯設備	新工場用	1式	○	○	—	
				2,032	631	86	
〔精鑄工程〕							
ロストワックライン(タービンホイール)							
ワックス射出成形機	VW3000型	品質向上	3台	○	2台	1台	
造型ライン	スリ槽, 作業ロボット等	ライン化	1式	○	—	○	
連続焼成炉	MAX. 1000°C, 8m	"	1基	○	○	—	
真空高周波溶解炉	現用設備と同一仕様	能力増強	1台	○	○	○	
				210	87	123	
石膏型ライン(コンプレッサホイール)							
石膏型成形装置	石膏調合・注入機, コンバ	ライン化	1式	○	○	—	
乾燥炉	温度 300°C, 内容積 3m <sup>3</sup>	"	2台	○	1台	1台	
減圧・重力鑄造機	減圧度MAX. 2000Torr.	"	2式	○	○	—	
T6 熱処理炉	最高温度 300°C, 600°C	"	1式	○	○	—	
蛍光探傷検査装置	BP-1型標準構成	"	1式	○	○	—	
X線透過検査装置		品質向上	1式	○	○	—	
				83	75	8	
〔鍛造工程〕							
スクリュープレス機	400t, 16SPM	品質向上	1式	○	○	—	
				45	45	0	
〔プレス工程〕							
トランスファプレス	NC2-200, ｽﾀﾝ-数 8	能力増強	1式	○	○	—	
				35	35	0	
投資額小計(百万円)					2,405	873	217
						1,090	

表Ⅲ-60 近代化に要する設備投資内容(2/3)

(単位：百万円)

設備・機器名称	主仕様	目的	数量	第1案	第2案		
					1次	2次	
〔機械加工工程〕							
タービンホク加工ライン	2ライン	ライン化					
電子ビーム溶接機	出力3KW, E-1電流50mA		2台	○			
引張試験機	最高荷重10t(常用1~4t)		2台	○	1台	1台	
センタ穴加工機	背面基準クランプ型専用機		2台	○	1台	1台	
外径研削盤	230φ-350ℓ専用機		2台	○	1台	1台	
研削用自動定寸装置	最小読取単位0.001mm		6台	○	3台	3台	
端面自動定寸装置	最小設定単位0.001mm		6台	○	3台	3台	
R部用電解研削加工機	電圧4~12V, 電流100~250A		6台	○	3台	3台	
CBN砥石			2台	○	1台	1台	
超仕上げ盤	面粗度0.4S, 砥石GC3000X40		2台	○	1台	1台	
バランス計測&カト機	最小読取単位0.2gcm		4台	○	2台	2台	
				480	175	175	
ベアリングハウジング加工ライン	2ライン	ライン化					
NC旋盤	チャック径10", 刃物台12		8台	○	4台	4台	
マシニングセンタ	テーブル寸法500X500		4台	○	2台	2台	
斜め穴加工専用機	同時2軸制御, ドリルチャック径MAX5mm		2台	○	1台	1台	
リークテスト専用機	自製専用機		2台	○	1台	1台	
				188	94	94	
タービンハウジング加工ライン	2ライン	ライン化					
NC旋盤	チャック径12", 刃物台12		8台	○	4台	4台	
排気ポート面フライ専用機	PCコントロール横フライ盤		2台	○	1台	1台	
排気ポート面穴明専用機	スピマシ製セルフイーダユニット使用		2台	○	1台	1台	
排気出口側穴明専用機	"		2台	○	1台	1台	
ベアリング締付用穴穴明専用機	"		2台	○	1台	1台	
				134	67	67	
コンプレッサハウジング加工ライン	2ライン	ライン化					
NC旋盤	チャック径10", 刃物台12クレット		4台	○	2台	2台	
マシニングセンタ	テーブル寸法500X500		2台	○	1台	1台	
				90	45	45	
コンプレッサオイル加工ライン	2ライン	ライン化					
NC旋盤	振り300φ, 刃物台8以上		4台	○	2台	2台	
コンベクションチャック			2台	○	1台	1台	
バランス計測&カト機	最小読取単位0.2gcm		4台	○	2台	2台	
				202	101	101	
フローティングベアリング加工ライン	2ライン	ライン化					
自動旋盤	チャック径50φ, 棒材送り機構付		2台	○	1台	1台	
6軸油穴加工専用機	スピマシ製セルフイーダユニット使用		2台	○	1台	1台	
6軸油穴面取り専用機	"		2台	○	1台	1台	
				56	28	28	
投資額小計(百万円)						510	510
					1,150	1,020	

表Ⅲ-60 近代化に要する設備投資内容(3/3)

(単位:百万円)

設備・機器名称	主仕様	目的	数量	第1案	第2案	
					1次	2次
〔組立試験工程〕						
高圧洗浄装置	防錆油タイプPA-C	品質向上	1台	○	1台	—
角度法締付け専用機	トルコントロール 820G型	ライン化	3台	○	2台	1台
最終パン計測器	最小読取単位 0.2gcm	〃	3台	○	2台	1台
				100	70	30
〔治具製作〕						
設備自製化及び試作						
ジグ中ぐり盤	テーブル寸法 1000X600	能力増強	1台	○	○	—
マシニングセンタ	テーブル寸法 500X500, 3軸制御	〃	1台	○	○	—
NC旋盤	チャック径10", テーブル長1m	〃	1台	○	○	—
投影研削盤	砥石径 250φ	〃	1台	○	○	—
専用機製作用電子機器		〃	1台	○	○	—
5軸制御マシニングセンタ	テーブル寸法 500X500, 5軸制御	〃	1台	○	○	—
				170	102	0
金型製作						
CAD/CAM システム	総合3次元ソフト, ハード	品質向上	1式	○	○	—
放電加工機	XYZ 移動量 520X320X300	〃	1台	○	○	—
ワイヤ放電加工機		〃	1台	○	○	—
ダイヤモンド加工用マシニングセンタ	テーブル 410X900	〃	1台	○	○	—
NC倣いフライス盤	テーブル 400X1000	〃	1台	○	○	—
				118	118	0
〔製品開発体制〕						
電算機	IBM RS/6000	体制強化	1台	○	○	—
翼形状設計用ソフト	NRCC社 COMIG	〃	1式	○	○	—
コンプレッサ性能予測用ソフト	〃 PREDIG	〃	1式	○	○	—
5軸NC加工用ソフト	〃 MAX-5	〃	1式	○	○	—
ターボチャック単体試験装置	計測装置	〃	1式	○	○	—
翼性能試験装置	モータ(3000V, 880KW), コンプレッサ	〃	1台	○	○	—
				129	56	0
〔生産管理〕						
生産管理システム	本体(1), 端末(14), プリンタ(5)	業務改善	1式	○	○	—
				28	28	0
〔設備保守〕						
CNC 工作機械保守機器	シンクロサーボ, プリンタ基盤 等	能力増強	1式	○	○	—
				1	1	0
投資額小計(百万円)					375	30
					546	405
投資額合計(百万円)					1758	757
					4,101	2,515

注) ○: 各案に採用する設備を示す。◇: 必要最低限の設備構成・仕様のもの示す。  
本表には、公害対策設備費用は含んでいない。

## 6.5 設備投資案についての見解

設備投資案についての見解を示す。

### 6.5.1 設備投資案についての考え方

本設備投資案は、1996年を目標年度と見て、実行可能性を重視し、生産の方式や生産工程、生産管理の改善を図ることに重点を置いた。

特に、ラジアル式ターボチャージャが大幅な増産となるので、鑄造、精鑄、プレス、機械加工及び組立の各工程で量産ラインを計画し、これらが、設備投資の中心となっている。

ライン化設備では、品質向上及び生産効率向上という観点から、専用機、自動機を数多く計画しているが、専用機は工場内で自製するのが望ましいので、この為の設備増強も考慮した。

また、ターボチャージャの品質は、素形材製作のための金型の精度が大きく影響するので、金型の品質・精度の向上が不可欠であり、この為に必要な金型製作設備についても含めて検討した。

今後は、機械加工ラインのみならず、金型製作や試作においても、NC工作機械が急増するので、これらNC工作機械の保守体制の強化についても考慮した。

1996年の販売目標達成の為には、顧客ニーズに対応した製品の迅速な開発が必要であり、開発体制の強化は急務であるので、開発体制についても、開発・試作能力の強化という観点から、必要な設備や電算機システムも含めている。

電算機の活用については、業務の効率化という観点から、今後は生産管理分野のみならず、広く事務、技術分野においても必要となるが、現段階では、先ず生産管理分野の定常的業務を中心に、組織的活用を図るべきであると判断した。

## 6.5.2 設備投資案の評価

今回の近代化計画の如き大幅な増産計画においては、投資金額および投資実施のタイミングが工場経営にとって極めて重要であるので、想定される次の3つの投資のケースについて検討・評価する。

表Ⅲ-61 想定される投資のケース

投資のケース	投資実施の考え方	投資時期・内容・投資額	
		1995年	1996年以降
ケース1 第1案を一括投資 (4,101百万円)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1995年に15万台体制の確立を目指す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全設備導入</li> </ul> (4,101 百万円)	
ケース2 第2案を一括投資 (2,515百万円)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1995年に15万台体制の確立を目指す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全設備導入</li> </ul> (2,515 百万円)	
ケース3 第2案を分割投資 (2,515百万円)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1995年には増産用ラインは先ず1ラインを導入して、10万台体制の確立を目指す。</li> <li>残りの増産設備は、販売実績の推移を見て投資して、15万台体制を確立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>体制強化設備</li> <li>製造工程設備 1ライン分</li> </ul> (1,758 百万円)	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産能力増強のためのライン設備を追加。</li> </ul> ( 757 百万円)

(注) カッコ内の金額は投資額を示す。

ケース1とケース2は一括投資案であるが、その違いは投資金額である。両ケース共15万台体制の確立を目指すものであるので、期待できる増加利益は同じである。従って、ケース2の方が投下資本利益率は高く、投資回収期間は短い。ケース2の投資額は、無錫動力機工場が予定している第2期計画の投資規模（1.2億円）に近い額であるが、この投資額でも、工場が期待している増加利益だけでは十分とはいえない。

八五計画で目標としている1996年15万台の販売計画は、2～3年前の販売予測に基づき立案されたものであり、1992年の実績および1993年の生産計画では、既に八五計画の販売予測を下回っている。この原因は、中国におけるターボチャージャの需要減退によるのではなく、メーカのターボチャージャ開発技術とユーザのエンジン技術の問題と判断されるので、八五計画の販売計画の実現時期が遅れることも予想される。

この為、販売計画の実現が1～2年遅れた場合の工場経営に及ぼす影響について、各投資のケースについて検討・評価した。結果を〔表Ⅲ-62〕に示す。

表Ⅲ-62 販売計画が1～2年遅れた場合の影響

投資のケース	評 価
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・販売計画の実現が1年遅れると、投資の利息や固定資産税等の負担額が、1995年及び1996年の利益予想額のほぼ半分の額となる。</li> <li>・販売計画の実現が2年遅れると、投資の利息や固定資産税等の負担額が、1996年の利益予想額を上回ってしまう恐れがある。</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・販売計画の実現が1年遅れると、投資の利息や固定資産税等の負担額が、1996年の利益予想額のほぼ3割の額となる。</li> <li>・販売計画の実現が2年遅れると、投資の利息や固定資産税等の負担額が、1996年の利益予想額のほぼ半分の額となる。</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・投資の利息や固定資産税等の年間負担額最も低い。</li> </ul>

今回の設備計画は、広い分野に跨がる大規模な投資で設備台数も多く、しかも、生産設備は工場で使用経験のない量産ラインが中心であるので、生産を軌道に乗せるまでにかかなりの期間を要すると思われる。この為、生産能力面から複数台の設備の導入を計画している生産設備については、先ず1ラインを導入して習熟することが望ましい。

この点も勘案すると、販売計画の実現時期が遅れる可能性が有れば、リスクを出来るだけ小さくするという考え方から、ケース3の分割投資案を推奨する。



### 6.5.3 第2案についての見解

前述のように、第2案は、生産量と品質の目標を達成する為に、最低限必要な設備に限定したが、第1案との相違点を中心に、第2案についての見解を記述しておく。

#### 1) 鋳造工程

第1案は新工場であるので、溶解炉など全て新設する計画となっているが、第2案は現工場の改善であるので、能力的に余力のあるものは全て現用設備を活用する計画とした。

砂処理：第1案では砂混練機を新設する計画をしたが、第2案では砂混練機は現用機を使用し、水分コントローラ等の設備補強に止めた。

溶解：キュボラ及び低周波誘導炉は、現用機を使用することとし、品質向上の為にCEメータの設置に止めた。

仕上げ装置：環境改善という観点から、第1案では自動化・機械化を計画したが、従来通り人手で行うこととした。

熱処理：第1案では加熱炉を計画したが、現用機を使用することとし、熱処理作業のインライン化の為にアルミ熱処理炉は計画した。

アルミ鋳造機：第2案では、溶解炉は現用機を活用し、能力増強の為に軽圧鋳造機3台を計画した。

試験設備等：試験設備やユーティリティは現用設備を使用することとした。

#### 2) 機械加工工程

第1案は、タービンロータ加工ラインで、シャフトとタービンホイール結合のために電子ビーム溶接機を計画したが、第2案は現用の摩擦圧接機を使用することとした。今後ターボチャージャの小型・高性能化で羽根部が軽量化すると、摩擦圧接機では把持が難しくなるので電子ビーム溶接機が必要となるが、当面は、溶接部の形状変更により摩擦圧接機でも十分な品質が得られるものと判断した。

#### 3) 治具製作

第2案では、スナップゲージ製作用投影研磨盤及び5軸制御マシニングセンタを削除した。

スナップゲージ製作用投影研磨盤は、スナップゲージや限界ゲージの使用により、計測の迅速化と読み取りミスの防止が可能となることから計画したが、当面は、従来同様マイクロメータ等の汎用計測器を使用することとした。

5軸制御マシニングセンタは、コンプレッサホイールの削り出しによる試作の為の専用設備として計画したが、高価な設備で、しかも稼働率はかなり低いと想定されるので除外した。

#### 4) 製品開発体制

第2案では、5軸NC加工用ソフト及び翼性能試験装置を削除した。

5軸NC加工用ソフトは、翼形状設計用ソフトで設計された翼形状を持つコンプレッサホイールを、5軸制御マシニングセンタで削り出す為のNCテープを作成するソフトウェアであるが、前述と同様の理由で除外した。

翼性能試験装置は、常温の空気を使用して、新しく設計した翼形状を持つコンプレッサホイールの性能を試験する為の設備として計画したが、高価な設備であり、しかも稼働率が低いことが想定されるので除外した。

近代化に要する設備投資内容のうち、〔治具製作〕で提案している5軸制御マシニングセンタ、及び〔製品開発体制〕で提案している電算機とソフトウェア、翼性能試験装置は、ターボ機械の研究的設備で、ターボチャージャのみならず各種送風機や圧縮機の研究にも使用できるものである。1工場に設備するのではなく、共通的研究機関に設置して、関連企業で共同使用するのが最も望ましいと言える。

## 7. 近代化計画の実行手順と日程計画

今回の近代化計画は、ラジアル式ターボチャージャの大幅な需要増加に対応する為に、新しい量産体制の確立を目指すものである。そのため、製造工程のライン化のみならず、製品開発体制や治工具製作体制の強化など総合的な改善・改革が必要であるので、新しい生産体制を初期の目的通り運用するには、慎重に推進の手順を計画し、実行に移さなければならない。

工場近代化計画の実行手順の考え方は、次のとおりである。

- (1) 1994年は、近代化計画推進の諸準備を行う。特に、設備の選定と手配を行うとともに、新しい生産形態の基礎となる諸改善を実施に移す。

今回の近代化を成功させる為には、ターボチャージャ関係者全員の意識の改革と協力が不可欠であり、計画段階から関係者を参画せしめて改善活動を行う。

特に、金型製作や製品開発関連等の体制強化の為の設備は、製品の生産に先行して使用されるものであり、また、製品品質の向上にとっても重要であるので、早期導入が望ましく、機種を選定・手配を急ぐ必要がある。

さらに、生産管理システムの基本設計を行う。

- (2) 1995年には、導入した設備を稼働・戦力化する。

また、同時に、販売状況を見て2次投資の要否を検討し、要あらば設備の手配を行う。

さらに、生産管理システムの開発を進める。

- (3) 1996年は、導入設備や各ラインの運用を軌道に乗せ、全体の生産工程と品質を安定させる。

さらに、組立日程基準の新しい生産管理システムの運用を開始する。

以上の考え方に基づいて、主要な実行手順と日程計画を〔表Ⅲ-63〕に示す。

表III-63 近代化計画の実行手順と日程

項目	1994年			1995年			1996年			1997年～
	1	6	12	1	6	12	1	6	12	
近代化改善計画の立案	計画・批准 (1次投資分)			設備投資			追加投資検討(2次投資分)			追加投資検討(2次投資分)
体質強化の力点	品質向上重点に強化対策									
	日程を守る体質作り									
	生産能力・生産性向上を重点に強化対策									
設備目製 金型製 製品開 NC工作機保守	体制強化									
	組織・体制の目直し: ・研究と開発業務の分離 ・製作体制 ・原価低減推進体制									
	要員の技術レベル向上: ・金型製作技術 ・設備目製技術 ・NC工作機保守技術									
	製造工程のライン化									
鑄造工 精鑄工 鍛造・プレス工 機械加工工 組立工・試運転	量産体制									
	レイアウト変更・準備									
	品質向上対策: ・多能化教育、訓練 ・職種転換教育、訓練 ・品質管理体制の再構築									
	作業能率向上対策: ・作業改善の促進 ・切削工具、切削条件改善 ・治具、取付具の改善									
	強化設備導入									
生産管理の電算化	基本設計・標準化整備									
	生産管理システム開発									
	本番予行									
	運用開始									

## 8. 近代化計画実施上の留意点

第Ⅲ編で、近代化計画と種々の方策について詳述したが、本章では、この近代化計画を成功に導くために、実施上の留意点について記述する。

### 1) 量産設備投資のタイミングは慎重に

今回の近代化計画では、ラジアル式ターボチャージャの大幅な増産を計画しており、量産の為の設備投資額もかなりの金額となる。このため、投資資金の金利負担も相当な額となるので、実際の生産が計画値よりも大幅に下回るような事態になると、工場経営に重大な影響を及ぼす。投資の意思決定は経営の問題であり、今回の工場診断の対象範囲外であるが、設備投資のタイミングは極めて重要な問題であるので、敢えて付言しておく。

中国における今後の自動車産業の発展計画と高地道路が多いという国内特性を勘案すると、ターボチャージャの需要が急増することは間違いない事実であろう。しかし、中国における自動車関連技術は発展途上であり、しかも、市場経済が進展している状況も考え併せると、無錫動力機工場の中国におけるターボチャージャのマーケットシェアが、今後も維持できるとは断言できない。

このため、顧客の引き合い情報のみならず、自動車産業の生産動向、自動車エンジンの技術動向、ターボチャージャ競合他社動向等も把握分析して、工場の販売見通しを慎重に見極め、増産投資の意思決定をする必要がある。

1996年15万台という販売計画の確実度を見極める為に、チェックすべきであろうと考える項目について、参考までに以下に述べる。

#### a) 販売量見通しのベースは、顧客からの引き合い情報であるが、現状は変動要因が多い

自動車産業向けターボチャージャは受注仕様製品で、顧客から引き合いがあったから、顧客のエンジンに適合したターボチャージャを開発して量産に入るまでに、日本の場合通常約2年を要している。

従って、1996年の販売量は、現在生産している製品及び1992年、1993年に引き合いがあり開発中、あるいは開発に着手した製品がベースとなる。これら製品の顧客の生産計画量を積み上げれば、1996年のターボチャージャの販売量が予測される。

日本の場合、自動車エンジン技術もターボチャージャ開発技術も高いレベルにあり、しかも、系列化により棲み分けがされているので、引き合いの有った製品は2年後には量産がほぼ約束されていると言える。問題は、顧客の生産計画が達成出来るかどうかということに絞られる。これは、先行きの景気動向や自動車の市場動向に関連する問題であるので、積み上げた顧客の生産計画量にターボチャージャメーカー独自の判断を加えて、ある程度の振れ幅を持った販売見通しを立てている。

しかし、中国の現状では、このように顧客の引合情報をベースに積み上げた販売予測に対して、多くの変動要因が有るので、これらについて充分な見極めをする必要がある。

b) 販売予測に対する主な変動要因

変動要因は主として、中国の自動車産業が揺籃期から成長期への過渡期であること、エンジン技術・ターボチャージャ技術が発展段階であること、市場経済が緒に着いた段階であること、及び自動車関連産業の地図が固まっていないことに起因している。

(1) 自動車メーカーの生産計画は必ずしも達成されていない

中国では、第七次五カ年計画で自動車産業を支柱産業にすることが決定され、第八次五カ年計画でも、自動車産業の発展の重点を乗用車へ計画的に移行させる計画が打ち出され、「三大、三小」プロジェクトで乗用車の発展を目指すなど自動車産業の発展に取り組んでいる。

この結果、マクロ的には中国の自動車生産量は年々増加しているが、計画値に対する実績は、各メーカーでかなりの違いがある。全般的には、現状は計画が遅れ気味であると言われている。

このような状況であるので、顧客の生産計画についても、各顧客毎の生産実績情報等を把握分析して、独自の見通しを持つ必要がある。

(2) 引き合いから2年後に量産に移されるとは限らない

ターボチャージャは、エンジンの機能的部品であり、エンジン技術との関連が深い。また、産業用エンジン向けと異なり、変動する負荷状況に対応して効率的に作動することが要求されるなど、高いエンジン技術とターボチャージャ開発力が要求される。

中国においては、自動車用エンジン技術もターボチャージャ技術も発展段階にあるので、試作品による実用試験段階で、多くの技術的問題や品質的問題が発生し、量産化の時期見通しが立て難いケースも度々発生している様子である。特に、ガソリンエンジンについては、エンジン側の開発課題も多く、現在は研究段階であると聞いている。

このような状況を勘案すると、引き合いから2年後には量産というパターンで販売量を予測することは困難で、顧客毎に開発の進行状況を把握分析して、販売計画に反映する必要がある。

(3) 現在のマーケットシェアは安定したものではない

今後増加する自動車産業向けターボチャージャは、中国においては新しい市場分野であるので、これまでの中国におけるターボチャージャのマーケットシェアが、今後も維持出来るとは限らない。

無錫動力機工場の競争相手は、鳳城増圧器廠、中国北方工業公司、江津動力機廠などであるが、各社共外国企業からの技術導入により、自動車産業用ターボチャージャに注力している様子である。

従って、需要量に現在のシェアを考慮して販売予測をするのは、現状では危険性が高く、これら競合他社の動向を十分に把握して、販売予測に反映する必要がある。

(4) 引き合いが有っても受注に結びつくとは限らない。

前述の如く、自動車産業は成長期に入った段階で、企業の系列化は進んでいない。従って、引き合い後に、他社から良い製品や良い条件で売り込みが有ると、顧客もターボチャージャの供給元を替えることが起こりうる。市場経済の下では、顧客も当面は問題のない良い製品が採用の基準となろう。

現状の自動車用ターボチャージャは、外国先進企業の製品が、品質・性能面で優れており、価格面では中国メーカ製品とほぼ同じレベルであるので、外国企業の製品を採用することも考えられる。

この問題は、中国政府のターボチャージャに関する指導・育成の方針と深く関連するものであるので、これらの動向についても、販売予測に反映する必要がある。

## 2) 新製品の開発に注力する

今回の近代化計画の前提とした生産計画は、中国における需要予測から算定されたものである。この生産計画を与件として、近代化計画を立案した。

しかし、前述のように、中国における自動車用ターボチャージャ技術は発展途上であり、この生産計画が達成できるかどうかは、工場が顧客要求に適合した製品をタイムリーに開発出来るかどうかにかかっている。

現状では、小型のターボチャージャ技術は、当工場が中国内ではトップレベルにあり、鳳城増圧器廠、中国北方工業公司、江津動力機廠等の競合他社を一步リードしていると理解している。従って、当面は製品開発と開発力の向上に注力し、引き続きこのリードを保つことが、近代化計画達成上最も重要であると考えられる。

中国の自動車産業は成長期に入った段階であるので、当面の製品開発力の向上努力が、今後の自動車用ターボチャージャメーカーとしての確固たる地位の確立に極めて重要であると言える。

## 3) 原価低減により、利益率の向上を図る

1992年9月、中国政府が発表した統制価格の撤廃は、無錫動力機工場の今後の事業にも多大の影響を与えるものと推測される。既に、鋼材などの材料価格が高騰しているとの情報も伝わっている。また、人件費についても大幅な上昇の兆しが伝えられている。

一方、外国先進企業の自動車用ターボチャージャは、品質・性能面では中国の製品よりもはるかに優れているが、価格面ではほぼ同レベルという現状であり、製品原価の上昇分を製品価格に転化出来るという市場環境ではない。

この為、品質の向上努力のみではなく、原価低減努力が不可欠であり、この努力いかんでは、利益なき繁忙という状況にも成りかねない。

また、今回の近代化計画では、過大な設備投資にならないように、必要最小限に止めた。それでもなお、この投資額に対して、工場が期待している増加利益だけでは不十分である。

原価低減の具体策は、近代化計画の中で述べている。

以上の3点は、今回の工場近代化計画が成功するか否かの鍵となる、全般的にみた重



要事項である。以下には、生産体制や体質面での留意点を記述する。

#### 4) 総組立工程をサポートできる体制を確立することが、最重点課題である。

今回の近代化計画は、製造工程のライン化を踏まえて、組立日程をベースとした部品製作日程の展開により、大幅な工期・仕掛の縮減を狙った生産方式を提案している。

一般に組立工程は、前工程における日程の遅れや品質不良などの影響を受けて、計画通り順調に作業を進められないことが多い。これは、無錫動力機工場でも経験している事である。

もし、この問題に対策を打たなければ、恐らく全工場混乱に陥れてしまうことは容易に想像できる。組立ができなければ製品は完成せず、販売に影響を及ぼし、事業計画を根底から狂わせてしまう。

この事を、工場の全従業員が理解し、全従業員の知恵と工夫を結集しなければならない。

組立工程の進捗状況が、誰が見ても分かる状態にして、組立が計画通り順調に流れるように、生産管理の方法を改善し、前工程では日程を守り、不合格品を後工程に流さないようにする。このような、組立工程をサポートしていく為の意識の高揚が、一人一人の責任感となり、改善の努力がされるようになると、日程通り製品が完成するようになるばかりでなく、製品の品質は日を追って向上するものである。

しかし、組立工程が日程通り作業できて、所定の台数を間違いなく組立完了できる状態にすることは、決して容易なことではない。始めは、部品在庫にかなりの余裕をもってスタートしないと、欠品や不合格品の混入のために混乱を来すに違いない。無理をせず、前工程の実力の向上を図りながら、部品在庫の削減に取り組んで行って欲しい。

#### 5) 全体のレベルアップが不可欠

この近代化計画は、ターボチャージャの量産体制の確立であり、単に量産設備の導入のみでなく、生産方式や仕組みの改善も同時並行的に実施しないと、効果的な量産体制は確立出来ない。特に、今回の近代化に際し、ターボチャージャ関係者全員のレベルを引き上げることが重要である。

量産化設備の導入は、量産体制確立のスタート点であり、これら設備導入後の全員参加によるきめ細かな改善や合理化の積み重ねが伴わなければ、真の量産体制にはならない。生産性と品質に関して、関係者全員のレベルが向上して、初めて近代化計画の目標が達成可能となる。

工場を近代化するということは、

- ・従業員の志気と技術
- ・管理や作業の仕組みと方法
- ・設備や道具

のレベルを向上することである。

#### 6) プロダクトミックスと販売量の変動に対応できる体制を確立する

当工場には、未だ計画生産の名残がある。

しかし、無錫動力機工場の過去の生産計画と販売実績を対比してみると、生産機種も販売量も大きく変動している。この傾向は、今後益々強くなる。

このような状況下においては、完全とは言えないまでも、できるだけ受注の変動に対して、工場の生産を順応させていかなければ、仕掛かりと製品在庫を増やす結果をもたらす。そのためには、工期を短縮する以外に方法はない。

本報告書では、半月単位の小ロット・シリーズ生産を提案している。これらの提案は、いかにも効率の悪い方法に思える。しかし、生産資金の回転率を高めるには、組立の日程を中心として、組立工程の生産量に合わせた小ロット生産を行い、工期を短縮し、仕掛量を削減していくしか方法はない。

#### 7) 「結果管理」から「プロセスの管理」へ、考え方を変える

中国と日本の事情は違うけれども、工場管理の基本的な考え方として重要なことでもあり、敢えて、近代化の課題の一つとして取り上げておく。

中国の多くの工場では、品質管理にしても能率の管理にしても、全て“結果による管理”であり、結果を評価し、賞罰によって、従業員の意識を喚起しようとする管理方法である。無錫動力機工場も例外ではなかった。

この考え方下では、人は育たないし、製品の品質も生産効率も向上しない。日本とは全く異なる、逆の考え方である。本文で指摘したことと重複するが、近代化

の重要な課題であり、ここに、2つの例を挙げて問題を指摘し、改善を促したい。

第一は、検査中心の品質管理である。現在の品質管理の方法は、各工程の作業が終了した時、部品の検査をして、合格品と不合格品を仕分けし、不良品を次工程に流さないようにする方法である。これは、次工程へ不良品が流れることを防止する効果はある。しかし、いかに厳しい検査を実施しても、不合格品が出来ることを防止することは出来ない。不合格品が出来た工程の4M（材料、設備、作業員、作業方法）について調査・分析し、原因を明らかにして、再発防止のための対策、即ち工程を改善しなければ、不合格品は減らないし、品質の向上も安定も望めない。

第二は、従業員の気持ちの持ち方の問題である。例えば、不合格品を作ってしまった作業員は、作業員自身が気付いている事が多い。しかし、それが発覚したら罰せられるなら、なんとか隠そう、黙っていて済むならごまかそうとするのが人の常である。不合格品が発生する原因には、作業員の不注意ばかりではなく、4Mのどれが悪くても不合格品ができる。作業員の不注意だけが原因なら、確実な再発防止対策は難しいが、日本の実績では、原因の大部分は再発防止対策の可能な原因に因っている。不合格品を作った結果に注目するのではなく、不合格品ができた過程に注目しなければ、品質は向上しない。

このように、結果だけで管理することは、弊害はあっても改善には繋がらない。プロセスに注目して、工程の改善を図っていく考え方に切り換えて行かなければ、品質も生産性も向上しない。

以上、近代化に当たっての留意点を記述したが、特に、人や組織に関する課題の中には、中国の事情もあって実行の困難な課題もあると思われる。しかし、この近代化計画を成功に導き、無錫動力機工場が大きく飛躍するには、ぜひとも成し遂げて戴きたい重要事項を述べた。この近代化には、どれも欠かせない課題ばかりである。

当工場の近代化に対しては、中国上層部からの深い理解と近代化に対する大きな期待が寄せられている。加えて、当工場には、優秀な経営者と管理者に恵まれているし、また、人材にも恵まれた工場である。

「企業は人なり」と言われるが、無錫動力機工場は、掛け替えのない人的資源に恵まれた工場である。本報告書に記載した課題を良く理解願ひ、困難を克服して近代化を推進して戴けるものと信じている。



# 別 紙

## 1. 資料受領表









## 資料受領表

No.	資料名
201	増圧器分廠大車間設備平面図 (Pシリーズ), (Hシリーズ)
202	H2A増圧器説明書
203	Pシリーズ 部品表
204	Pシリーズ 圧気機壳, 中間壳, 渦輪壳図面
205	Hシリーズ 機械加工工芸過程卡片 (7部品)
206	Hシリーズ 現行定額 (7部品)
207	Pシリーズ 機械加工工芸過程卡片 (5部品)
208	Pシリーズ 現行定額 (5部品)
209	ZN261増圧器説明書 (中文, 英文)
210	工時定額卡片 熱加工
211	造型工芸卡 (中間壳, 渦輪壳)
212	金属型 (硬模) 鑄造工程規程
213	精鑄工芸規程 (渦輪増圧器, 渦輪叶輪)
214	鍛造工芸卡片 (渦輪叶片)
215	冷冲圧工芸卡片 (隔熱板)
216	高頻淬火工芸卡片 (渦輪部件)
217	鑄造分廠鑄件産量月報表 (92. 12)
218	車間12月分工序管理点控制報表
219	1992年12月分鑄件废品分類表
220	設備利用率 (鑄造, 精鑄)
221	精鑄分廠単件2序實際工作時間
222	精鑄品废品原因占怠废品率例
223	増圧器冲圧件1992年生産品
224	回用申請単 (例 1件)
225	黒色通用砂箱一覽表
226	常用金属材料手冊 (抜粹)





JICA