

#### 4.6.3 機械加工工程の概要

##### 1) ラジアル式ターボチャージャ

###### 現 状

ラジアル式ターボチャージャの主要部品の具体的加工工程を、[図Ⅱ-82]～[図Ⅱ-88]に示す。

- |                |     |            |
|----------------|-----|------------|
| ① タービンロータ      | ・・・ | [図Ⅱ-82] 参照 |
| ② コンプレッサホイール   | ・・・ | [図Ⅱ-83] 参照 |
| ③ ベアリングハウジング   | ・・・ | [図Ⅱ-84] 参照 |
| ④ タービンハウジング    | ・・・ | [図Ⅱ-85] 参照 |
| ⑤ コンプレッサハウジング  | ・・・ | [図Ⅱ-86] 参照 |
| ⑥ フローティングベアリング | ・・・ | [図Ⅱ-87] 参照 |
| ⑦ スラストベアリング    | ・・・ | [図Ⅱ-88] 参照 |

現状の加工方法は、HOLSET社からの技術指導によって基本工程が組まれている。一番ハッキリそのことが判るものが、タービンロータのセンター穴加工と、そこを長さ方向の基準にしていることである。

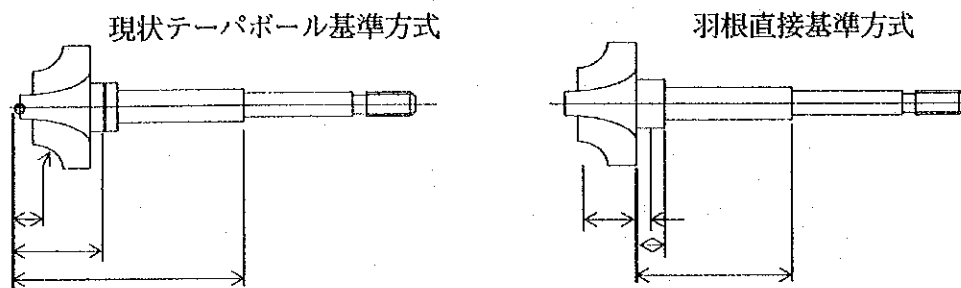
真に必要な寸法は、実際の必要面を基準として計測すると良いと考えるが、研削盤が旧型であったり、インプロセス計測機器が無い時は、これが一番良い方法である。

###### 問題点

##### a) タービンロータ

最も工程数の多くかかる部品が、このタービンロータ（渦輪部件）である。タービンロータは高速で回転するため、加工精度が一般部品に比べて、一桁上の精度が要求される。また、熱変形や耐磨耗性にも十分耐える材質でなければならない。加工精度向上のためにも、第2期計画では大幅な加工工程改造を必要とする。

現状の研磨工程では、長手方向の基準をセンター穴を基準とするテーパボール基準方式を採用しているが、ボールを基準とすると、テーパ穴のボール取り付け誤差が累積され、誤差が大きくなってしまふ。



実際の必要寸法は、羽根背面あるいはスラストベアリングの当たり面からの寸法であるので、これらを基準とする直接基準方式が一番良い。

その他に、バランス計測に大きな時間（約30～40分）を掛けているが、この工程を改善しないと、今後の量産ではこの工程が大きなネックとなる。

シャフト部の高周波焼入れ工程は旋盤加工終了後、熱処理場に搬送して焼き入れ作業を行っているが、これも改善を要する。

#### b) コンプレッサホイール

コンプレッサホイールも、タービンロータ同様にバランス計測が一番問題になる工程である。

現状のバランス基準値の1/3～1/5の値を達成出来ないと、世界のターボチャージャーメーカーと肩を並べることは難しいので、現状と全く違ったバランス修正方法を導入し、バランス精度を向上する必要がある。

#### c) ベアリングハウジング

ベアリングハウジングは、現状の加工工程で良いが、加工精度向上の面からNC旋盤の導入をはかり全般的な精度向上を望みたい。

他に、斜め油穴加工は自動化することによって寸法精度向上や加工ミスを防止出来るので、自製専用機の開発を行うことが必要になる。

#### d) タービンハウジング

タービンハウジングの内径加工は、曲面加工が有り非常に難しい加工である。現状の加工方法は汎用旋盤で、荒加工、中仕上げ加工、曲面をNC旋盤加工と何回かに分けて行っている。

この部位の加工は、汎用機による加工ではなく、NC旋盤を導入して2工程で加工する方法が、精度維持の面からも有利である。

e) コンプレッサハウジング

コンプレッサハウジングも、タービンハウジング加工と同様な曲面加工がある。現状の加工は、汎用旋盤加工が主流であり、比較的複雑な曲面加工は、極最近導入したNC旋盤が受け持っている。作業効率向上と加工精度向上の面から、NC旋盤で工程の集約をする必要がある。

f) フローティングベアリング

加工形状自体は丸材加工で、旋盤加工の極一般的な加工である。しかし、外周6か所の油穴加工は、卓上ボール盤による手作業で行っており、作業性から見ても自動化を実施出来る工程である。

g) スラストベアリング

スラストベアリングは、半加工材料として外注から納入される。ターボ分廠で加工する部分は、斜め油穴加工であるが、この斜め穴加工も、簡単な自動加工機を自製することによって、加工精度の向上、効率化、作業エリアの縮小等が望める。

2) 軸流式ターボチャージャ

現 状

軸流式ターボチャージャの主要加工部品の具体的加工工程を、[図II-89]～[図II-93]に示す。

- |               |     |             |
|---------------|-----|-------------|
| ① ベアリングハウジング  | ・・・ | [図II-89] 参照 |
| ② タービンハウジング   | ・・・ | [図II-90] 参照 |
| ③ インデューサ      | ・・・ | [図II-91] 参照 |
| ④ コンプレッサハウジング | ・・・ | [図II-92] 参照 |
| ⑤ タービンプレード    | ・・・ | [図II-93] 参照 |

軸流式ZN261Pターボチャージャは、当工場で独自に開発した製品である。1984年には国家より優良製品金賞を受賞している。

機械加工は、殆どが軸流式ターボ加工車間で行われており、設備台数は39台である。現状の設備、加工工程で精度上は問題ないが、汎用機が主体であるので、作業能率面では改善の余地がある。

## 問題点

### a) ベアリングハウジング

機械加工は、大型旋盤とラジアルボール盤の加工が主である。加工個数が年間600台/年(50台/月)を加味すると、現状の加工方法で十分と考える。なかでも、大変な作業工程がラジアルボール盤と考えられるが、外周面のフランジ面穴明けは、部品をいくつかの角度に位置決めして加工しなければならない。この作業性が非常に悪いので、改善の必要がある。

### b) タービンハウジング

主な加工工程は、大型旋盤加工とフライス盤、ラジアルボール盤加工である。加工精度がh6～h7を要求される事もあって、十分な精度を出せるよう旋盤用取付具が必要である。

### c) インデューサ

インデューサの13Cr鋳鋼の加工は、精密铸造後、羽根の間に低溶融合金を埋め込み外径および羽根側面の加工を行っている。一番安全で加工精度確保の面から良い方法である。

羽根加工の方法としては古くから用いられているが、低溶融合金は鉛を用いているため、作業者の人体への影響が心配される。

### d) コンプレッサハウジング

コンプレッサハウジングは、旋削加工とフライス加工、ラジアルボール盤加工が主体になるが、加工個数から考慮すると現状の加工工程で十分である。

旋盤加工では大型12尺旋盤を用いているが、加工部品形状の特性から見ると正面旋盤を用いると良い。加工寸法の位置決めは、目盛りによって少しずつ切り込んでh7寸法を確保しているが、DRO(DIGITAL READ OUT)装置を使って、作業者の軽減を図ると良い。

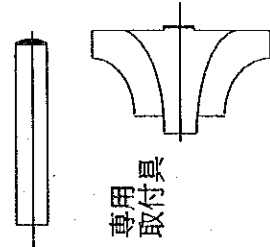
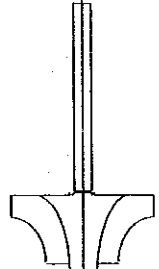
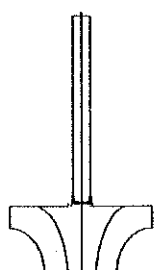
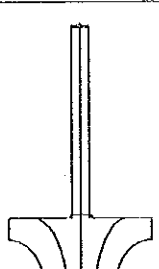
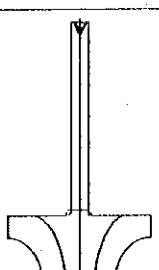
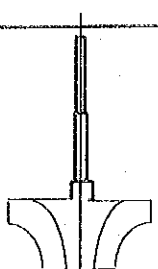
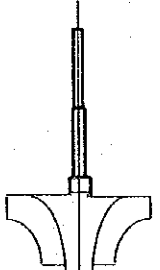
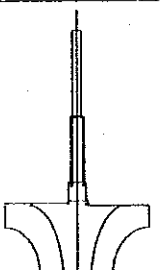
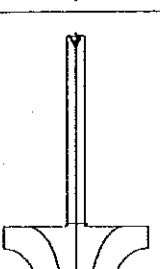
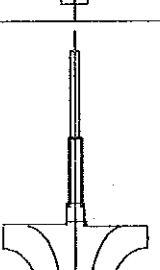
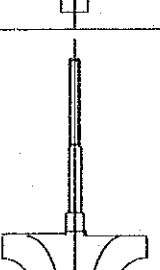
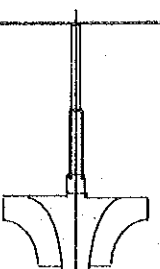
ラジアルボール盤による穴明け加工も、升定盤に取り付け水準器による平面だしを行っているが、回転治具による改善が望ましい。

### e) タービンブレード

タービンブレードは鍛造加工を行ってから、羽根部外周仕上げ、クリスマスツリー一部加工と多くの工程を必要とする。

現在の鍛造加工は、3段の型を通して成形しているが、全体に余肉が多く、しかも耐熱鋼という難削材であるので、加工性が非常に悪い。素形材の形状精度を向上することによって、加工工程を大幅に減らすことが出来る。

機械加工は、14の加工工程を経て一枚の羽根が完成するが、数多くの枚数を（1,950枚／月）加工するため、フライス盤が専有されてしまっている。一度に多工程の加工が出来るフライス盤を採用することによって、工程の集約化が可能になる。

工 順	1 工 程	2 工 程	5 工 程	1 0 工 程	2 0 工 程	3 0 工 程
作業内容	軸端加工、羽根端加	摩擦圧接	圧接部バリ加工	長さ決め加工	両センター穴加工	軸部外径旋削加工
設備名	正面旋盤	摩擦圧接機	汎用旋盤	横フライス盤	センター穴加工専用機	汎用旋盤
加工部位	 専用 取付具					
サイクルタイム	5分	45工程	45J工程	6分	8分	18分
工 順	4 0 工 程	4 5 工 程	4 5 J 工 程	5 0 工 程	8 0 工 程	9 0 工 程
作業内容	軸部外径仕上加工	高周波焼入れ	センター穴修正	軸部外径荒研削	C/W 軸部外径荒研削	軸部中研削
設備名	汎用旋盤	高周波焼入れ機	汎用旋盤	外径研削盤	外径研削盤	外径研削盤
加工部位						
サイクルタイム	長さ測定治具使用 1分54秒(実測) 荒加工時間を含む	夜間2人作業	1.5分	8分	10分	外径マイクロメータ 端面長さ測定治具 使用 3分55秒(実測) 10分

図川-82 ラジアル式 タービンロータ加工工程図(1/2)

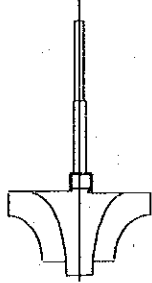
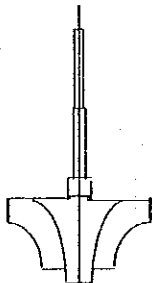
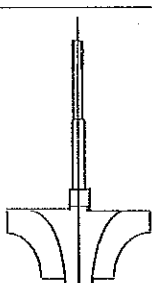
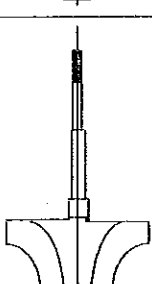
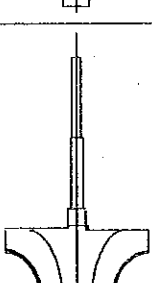
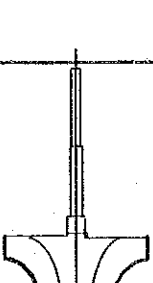
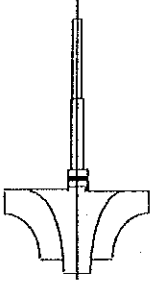
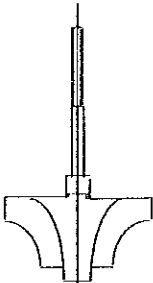
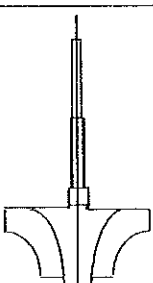
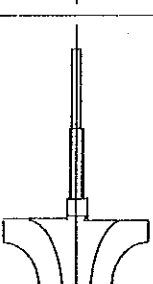
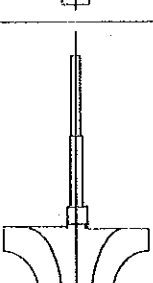
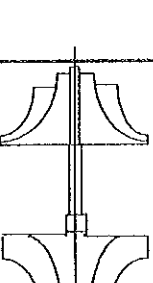
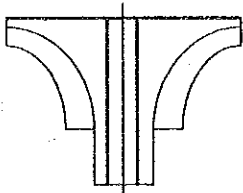
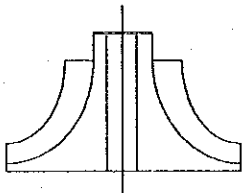
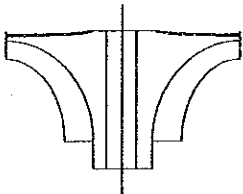
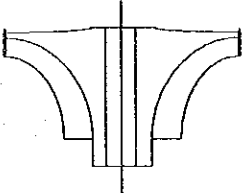
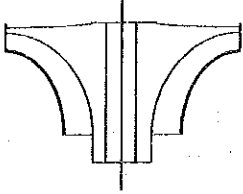
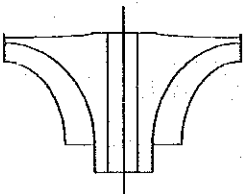
工 順	110工程	120工程	130工程	140工程	150工程	160工程
作業内容	18、69 部外径研削	羽根外径研削	螺子部外径研削加工	螺子加工	羽根R部加工	羽根部バリ取り
設備名	外径研削盤	外径研削盤	外径研削盤	汎用旋盤	外径研削盤	
加工部位						
サイクルタイム	6分	8分	5分	15分	25分	10分
工 順	170工程	180工程	190工程	195工程	210工程	220工程
作業内容	溝研削加工	C/W 軸部外径仕上研削	11軸部外径中仕上研削	11軸部外径仕上研削	単品バランス計測	組合せバランス計測
設備名	外径研削盤	精密研削盤	精密研削盤	精密研削盤	バランス計測機	バランス計測機
加工部位						
サイクルタイム	10分	18分	15分	外径計測 17-マイクロメータ 2分31秒(実測) 10分/合計216分	0.75gmm 40分	1.5gmm

図11-82 ラジアル式 タービンロータ加工工程図 (2/2)

工 順	10工程	20工程	30工程	50工程	60工程	70工程
作業内容	背面加工、中心穴加工	ボス端面加工	R部加工	羽根外径加工	R部加工	仕上げ、刻印
設備名	汎用旋盤	汎用旋盤	簡易NC旋盤	簡易NC旋盤	研削盤	
加工部位						
サイクルタイム	30分	8分	20分	12分	20分	11分
工 順	90工程					
作業内容	バランス計測					
設備名	バランス計測機					
加工部位						
サイクルタイム	40分					合計 147分

図II-83 ラジアル式 コンプレッサホイール加工工程図



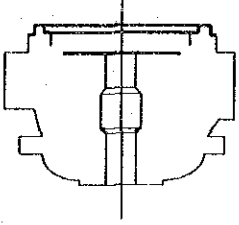
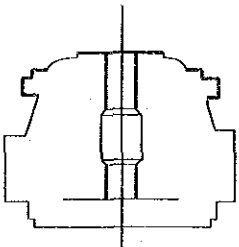
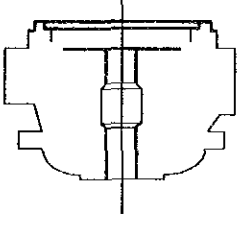
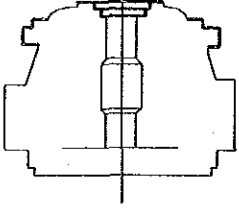
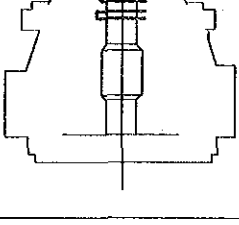
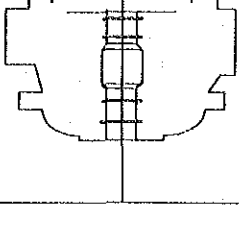
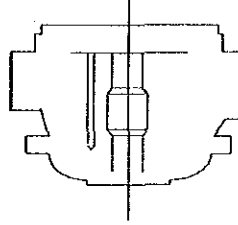
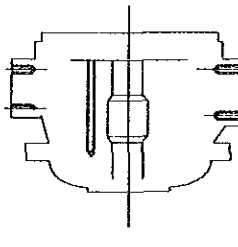
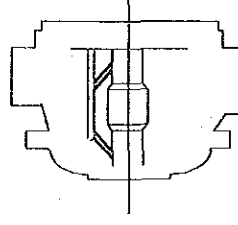


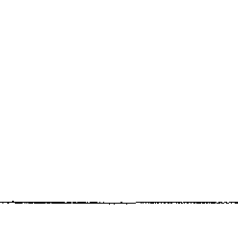
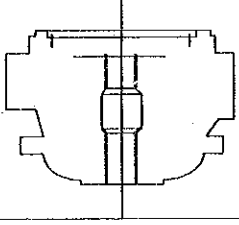
工 順	1 0 工 程	2 0 工 程	4 0 工 程	5 0 工 程	6 0 工 程	7 0 工 程
作業内容	C/W側端面加工	小端面側/中心穴加工	C/W側端面仕上げ	小端面側/中心穴仕上	端面部内径溝加工	内径溝加工
設備名	普通旋盤	普通旋盤	普通旋盤	普通旋盤	普通旋盤	普通旋盤
加工部位						
サイクルタイム	20分	20分	40分	40分	10分	10分
工 順	7 5 工 程	8 0 / 8 5 工 程	8 7 工 程	9 0 工 程	1 2 0 工 程	1 3 0 工 程
作業内容	油穴端面仕上げ	各部穴明/タップ加工	斜め穴加工	スラスト面穴明け加工	スラスト面タップ加工	各部面取り仕上げ
設備名	フライス盤	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	アプライトボール盤	タッピング盤	
加工部位						
サイクルタイム	10分	20分/10分	25分	10分	8分	15分

図11-84 ラジアル式 ベアリングハウジング加工工程図 (1/2)

工 順	1 3 5 工程	1 4 0 工程	1 5 0 工程		
作業内容	油穴内径取り手仕上	洗浄	内径ホーニング仕上げ		
設備名		洗浄機	ホーニング盤		
加工部位					
サイクルタイム	5分	12分	25分		合計280分
工 順					
作業内容					
設備名					
加工部位					
サイクルタイム					

図II-84 ラジアル式 ベアリングハウジング加工工程図 (2/2)

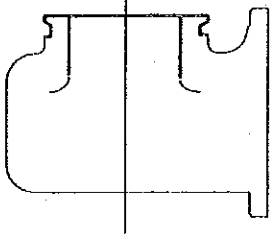
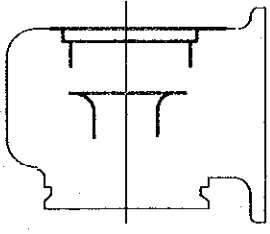
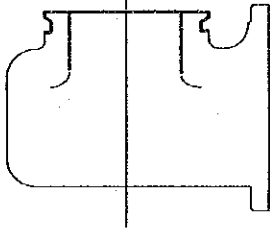
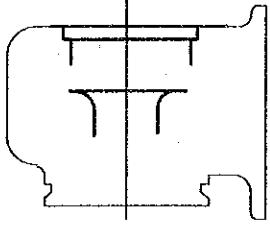
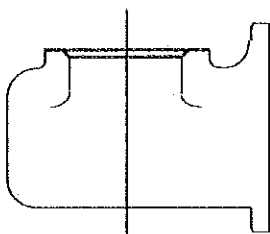
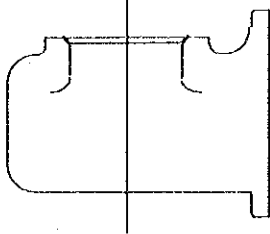
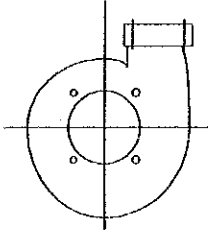
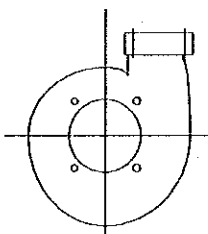
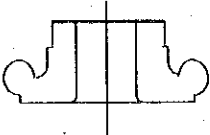
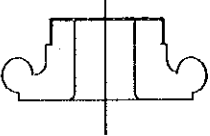
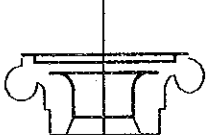
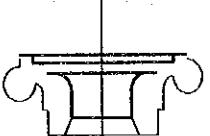
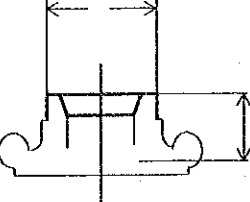
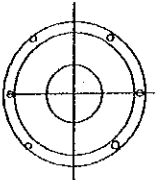
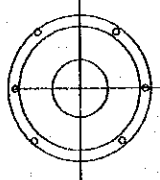
工 順	10工程	20工程	25工程	30工程	40工程	50工程
作業内容	排気側端面加工	B/H側端面R加工	排気側端面仕上加工	B/H側端面R仕上加工	排気側端面仕上加工	取り付け端面加工
設備名	普通旋盤	普通旋盤	普通旋盤	簡易NC旋盤	普通旋盤	フライス盤
加工部位						
サイクルタイム	15分	30分	10分	40分	20分	20分
工 順	60工程	70工程	90工程	100工程		
作業内容	穴明け加工	タップ加工	面取り手仕上げ	洗浄		
設備名	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤				
加工部位						
サイクルタイム	30分	10分	12分	8分		合計225分

図11-85 ラジアル式 タービンハウジング加工工程図

工 順	5 工程	1 0 工程	2 0 工程	3 0 工程	4 0 工程	5 0 工程
作業内容	端面加工	外径加工	大端部内外径加工	大端部内外径仕上加工	小端部内外径仕上加工	穴明け加工
設備名	普通旋盤	普通旋盤	普通旋盤	簡易NC旋盤	普通旋盤	ラジアルボール盤
加工部位						
サイクルタイム	5分	10分	18分	30分	15分	12分
工 順	6 0 工程	7 0 工程				
作業内容	タップ加工	刻印・面取り仕上げ				
設備名	タッピング機					
加工部位						
サイクルタイム	8分	15分				合計113分

図川-86 ラジアル式 コンプレックスハウジング加工工程図

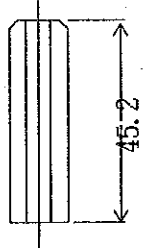




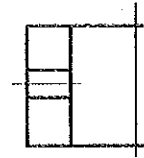
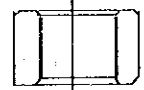
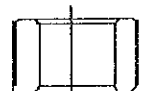
工 順	1 0 工 程	2 0 工 程	3 0 工 程	4 0 工 程	5 0 工 程	6 0 工 程
作業内容	内外径荒加工	端面加工	外周6か所油穴加工	内外径仕上げ、切断	内径面取り加工	油穴6個面取り
設備名	普通旋盤	普通旋盤	アプライトボール盤	普通旋盤	普通旋盤	
加工部位						
サイクルタイム	6分	1分	6分	8分	1.5分	4分
工 順	7 0 工 程	8 0 工 程				
作業内容	内径ホーニング仕上げ	外径研削加工				
設備名	ホーニング盤	外径研削盤				
加工部位						
サイクルタイム	1 0 分	1 0 分				合計 46.5分

図11-87 ラジアル式 フローティンググベアリング加工工程図

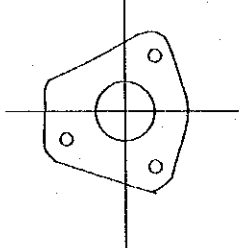
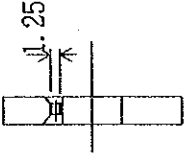
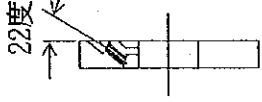
工 順	1 0 工 程	3 0 工 程	3 5 工 程	4 0 工 程	5 0 工 程
作業内容	納品検査工程	1.25 穴明け加工	1.25斜め穴明け加工	バリ取り手仕上げ	検査
設備名		直立ボール盤	直立ボール盤		
加工部位					
サイクルタイム		6分	左記に含む	4分	合計10分
工 順					
作業内容					
設備名					
加工部位					
サイクルタイム					

図11-88 ラジアル式 スラストベアリング加工工程図

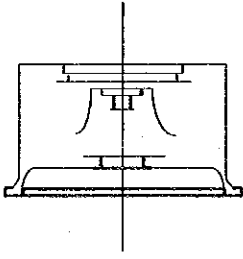
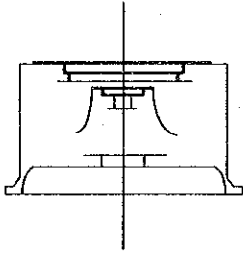
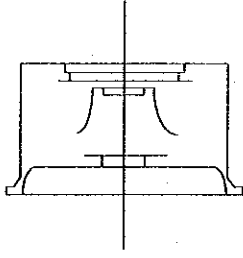
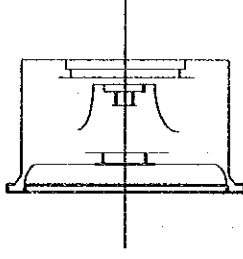
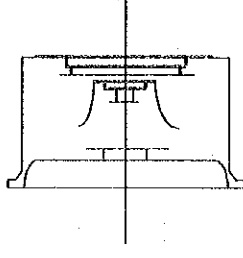
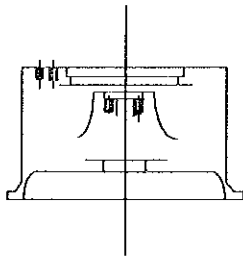
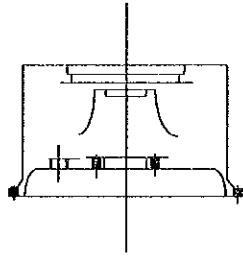
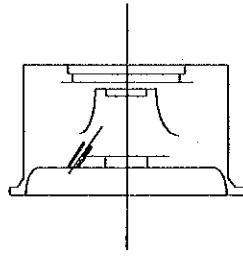
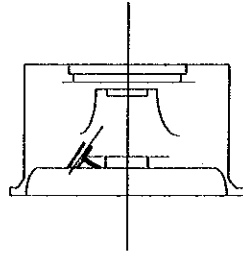
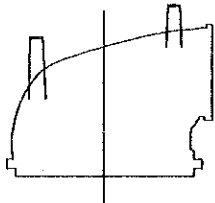
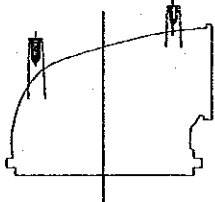
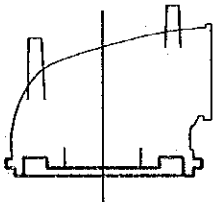
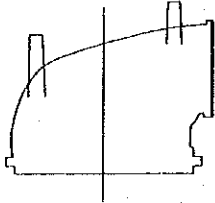
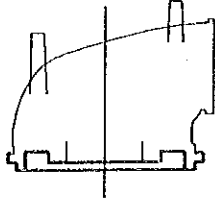
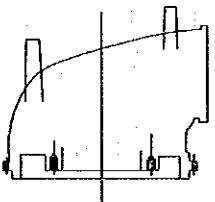
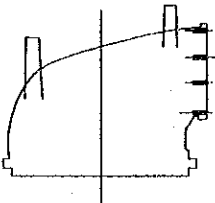
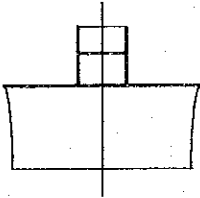
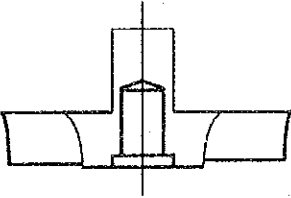
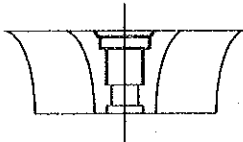
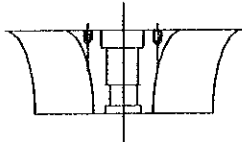
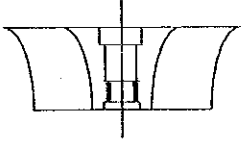
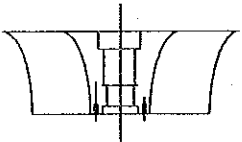
工 順	1 0 工 程	2 0 工 程	3 0 工 程	4 0 工 程	5 0 工 程	6 0 工 程
作業内容	野書き	大端面1mm 付荒加工	小端面荒加工	外周各面加工	仕上げ加工	仕上げ加工
設備名		大型旋盤	大型旋盤	フライス盤	大型旋盤	大型旋盤
加工部位						
サイクルタイム	30分	85分	70分	55分	100分	80分
工 順	7 0 工 程	8 0 工 程	9 0 工 程	1 0 0 工 程	1 1 0 工 程	1 2 0 / 1 3 0 工 程
作業内容	タービン端穴明け加工	コンプレッサ端穴加工	傾穴、リーマ加工	B穴加工	円周穴加工	バリ取り油穴/水圧
設備名	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	
加工部位					残り穴明け	
サイクルタイム	45分	25分	25分	8分	85分	62分/合計670分

図11-89 軸流式ベアリングハウジング加工工程図

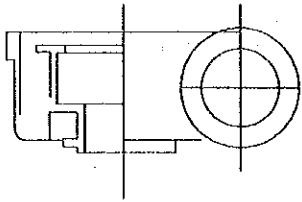
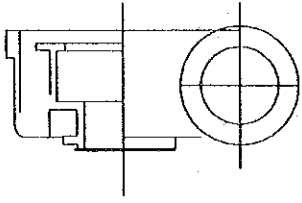
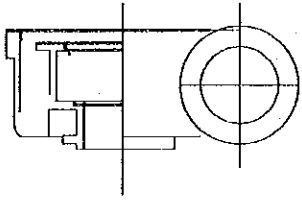

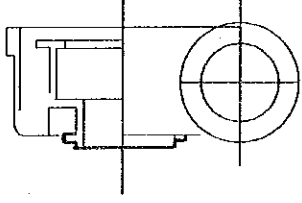
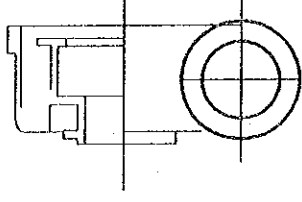
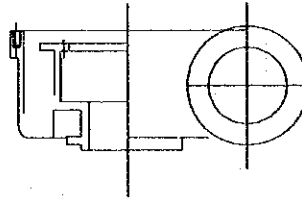
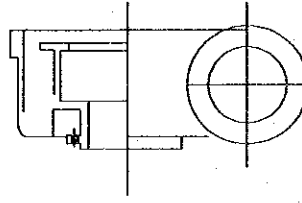
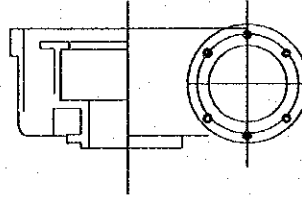

工 順	1 0 工 程	2 0 工 程	3 0 工 程	4 0 工 程	5 0 工 程	6 0 工 程
作業内容	野書き	基準ボス端面加工	基準ボス端面穴タップ	286/310 部内外径加工	排気穴端面加工	286/310 部仕上加工
設備名		フライス盤	ラジアルボール盤	大型旋盤	横中ぐり盤	大型旋盤
加工部位						
サイクルタイム	2 5 分	1 8 分	1 6 分	7 5 分	2 5 分	7 7 分
工 順	7 0 工 程	8 0 工 程	9 0 工 程			
作業内容	外周フランジ穴明け	ポート端面穴加工	面取り手仕上げ			
設備名	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤				
加工部位						
サイクルタイム	2 3 分	1 8 分	1 8 分			合計 2 9 5 分

図川-90 軸流式 タービンハウジング加工工程図



工 順	10工程	10X工程	20X工程	30工程	40工程	50工程
作業内容	シャフト部、端面加工	熱処理	アルミ合金鑄込み	内外径加工	アルミ除去	内径加工、実測値刻
設備名	普通旋盤			普通旋盤		普通旋盤
加工部位						
サイクルタイム	40分			150分	36分	30分
工 順	60工程	70工程	80工程	90工程	90J工程	
作業内容	穴明けリーマ加工	穴明け、タッパ加工	セレーション加工	螺子立て、羽根R修正	蛍光探傷	
設備名	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	プローチ盤	ラジアルボール盤		
加工部位						
サイクルタイム	10分	8分	7分	30分		合計311分

図II-91 軸流式 インデューサ加工工程図

工 順	1 0 工 程	2 0 工 程	3 0 工 程	4 0 工 程	5 0 工 程	6 0 工 程
作業内容	野書き	小端部荒加工	大端部荒仕上げ加工	押し油部切断	小端面仕上げ加工	300 長さ端面加工
設備名		普通旋盤	正面旋盤	普通旋盤	普通旋盤	中ぐり盤
加工部位						
時刻/タイム	2 5 分	1 5 分	1 2 0 分	2 5 分	2 3 分	1 8 分
工 順	7 0 工 程	8 0 工 程	9 0 工 程	1 0 0 工 程	1 1 0 工 程	
作業内容	圧気面毛引き	大端面穴加工	小端面穴加工	圧気面穴加工	面取り仕上げ、刻印	
設備名		ラジアルボール盤	ラジアルボール盤	ラジアルボール盤		
加工部位						
時刻/タイム	1 5 分	3 5 分	1 2 分	2 5 分	2 5 分	合計 3 3 8 分

図II-92 軸流式 コンプレッサハウジング加工工程図

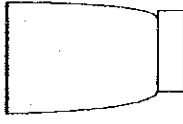
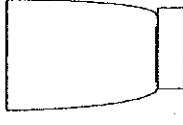
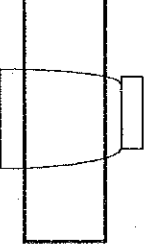
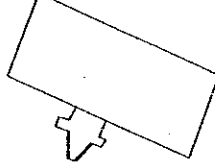
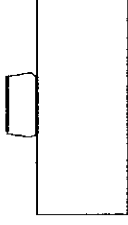
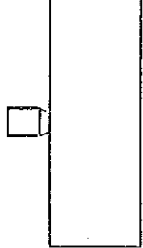
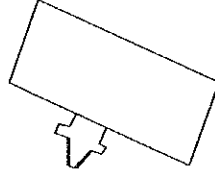
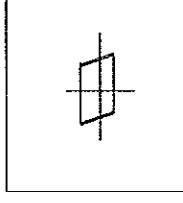
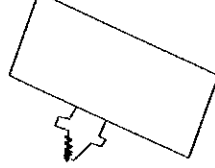
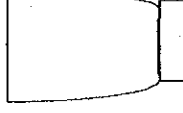
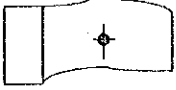
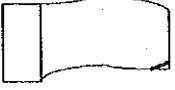
工 順	4 工程	5 工程	6 工程	7 工程	1 5 工程	2 0 工程
作業内容	全長切断バリ取り刻印	粗形材R加工	低溶融合金鑄型込め	羽根斜面荒加工	低溶融合金鑄型込め	羽根底面加工
設備名	グラインダー	フライス盤		フライス盤		立てフライス盤
加工部						
サイクルタイム	3分	2分	5分	5分	4分	7分
工 順	3 0 工程	4 0 工程	5 0 工程	6 0 工程	7 0 工程	7 5 工程
作業内容	羽根底面加工	26.26 両側面加工	菱形り両側面加工	クリスマスツリ加工	バリ取り、刻印	内円弧部加工
設備名	フライス盤	フライス盤	フライス盤	フライス盤		フライス盤
加工部位						
サイクルタイム	7分	7分	7分	7分	4.5分	1.5分

図11-93 軸流式タービンブレード加工工程図(1/2)

工 順	80工程	85工程	90工程	100工程	110工程	120工程
作業内容	研削、ポリッシュ加工	面取り仕上げ	電解型加工	羽根入出口面、片面	穴明け、面取り加工	面取り仕上げ
設備名	グラインダ		電解加工機	ポリッシュ仕上げ	ラジアルボール盤	
加工部位						
サイクルタイム	8分	1分	18分	13分	2.5分	12分
工 順	130工程	140工程				
作業内容	頂点部面取り	蛍光探傷検査				
設備名	ポリッシュ機	蛍光探傷				
加工部位						
サイクルタイム	ポリッシュ合計 13分					39枚 合計4524分 (75.4時間)

図II-93 軸流式 タービンブレード加工工程図 (2/2)

#### 4.6.4 機械加工工場の設備

機械加工工場は、大きくラジアル式ターボ加工車間と軸流式ターボ加工車間の2工場に分かれている。各車間配置の概要および両車間内の設備配置図を、〔図Ⅱ-94〕,〔図Ⅱ-95〕,〔図Ⅱ-96〕に示す。

ラジアル式ターボ加工車間は、主にラジアル式ターボ部品の加工を行っており、1,830㎡の工場に77台の金属加工設備を保有している。軸流式ターボ加工車間は、1,260㎡の工場面積に38台の金属加工設備を有している。全体的に大型の加工設備が配置されている。

現在、第1期計画（6万台生産）のために、ラジアル式ターボ加工車間を新たに建設しており、2階建て総面積4,471㎡の工場である。この工場は1993年6月完成を目指して作業が進められている。

##### 1) ラジアル式ターボ加工車間の設備

###### 現 状

ラジアル式ターボチャージャの加工部品は、加工最大径が200mmに満たないものが主であるため、加工設備は小型の4尺（1.2m長）旋盤や研削盤で、殆どが旧式の設備である。

設備レイアウトは機種別配置で、機械は通路に対して30度斜めに設置されていて、作業者が切粉や回転物に当たらないように交互2列に配置されている。

##### a) 旋盤

旋盤は27台保有しているが、仕様別に分類すると次のようになる。

(単位：台)

種類	仕 様	台数
汎用旋盤	汎用4尺(1.2m)旋盤	17
精密旋盤	70-テイグバリング加工用旋盤 (最近導入)	1
簡易NC旋盤	マイコン型NC旋盤(プログラムはマシン語で入力)	4
CNC旋盤	FANUC <sup>5234</sup> 相当のNC装置付 (中国製) 1期計画(6万台生産)設備	6

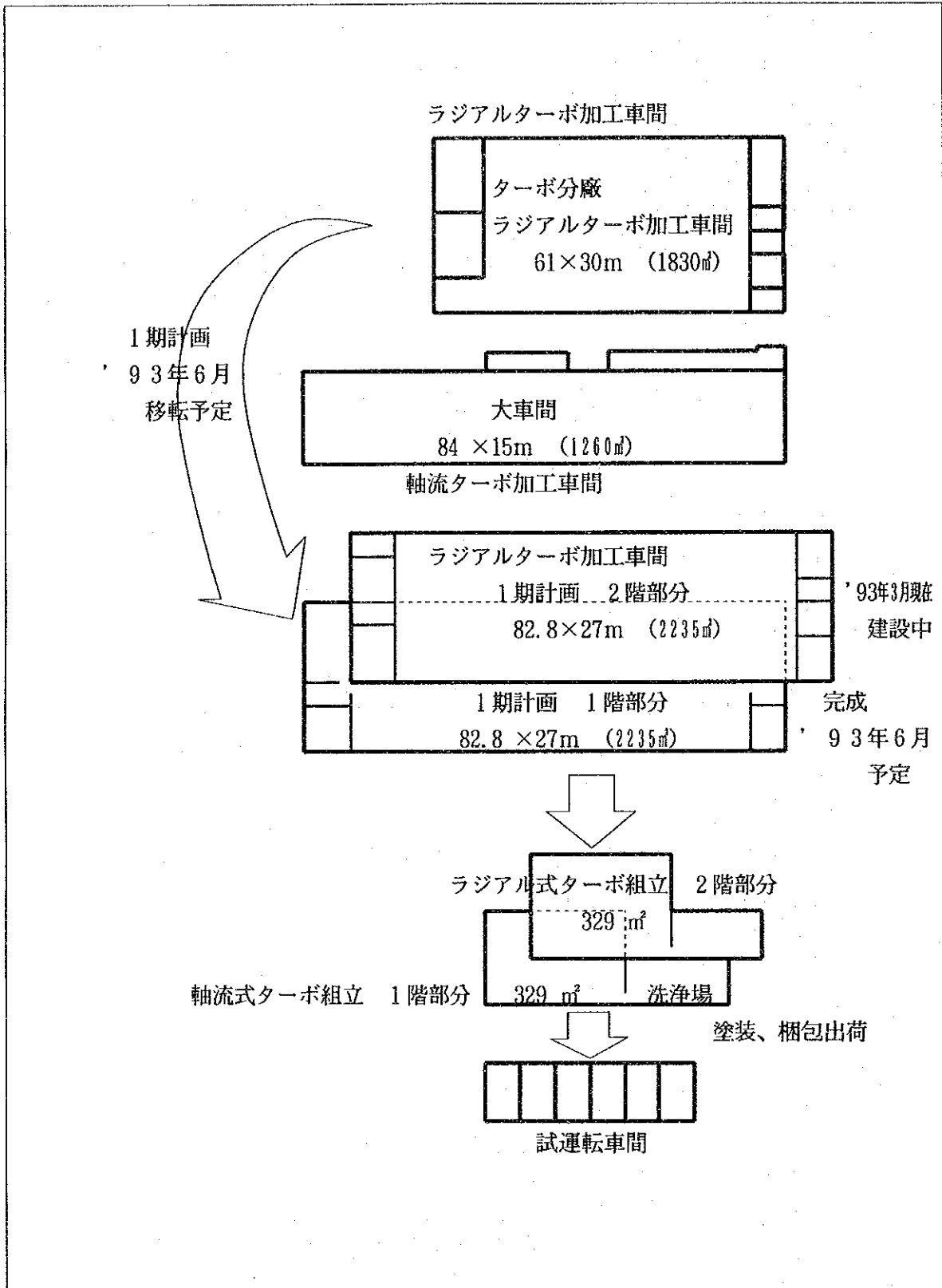
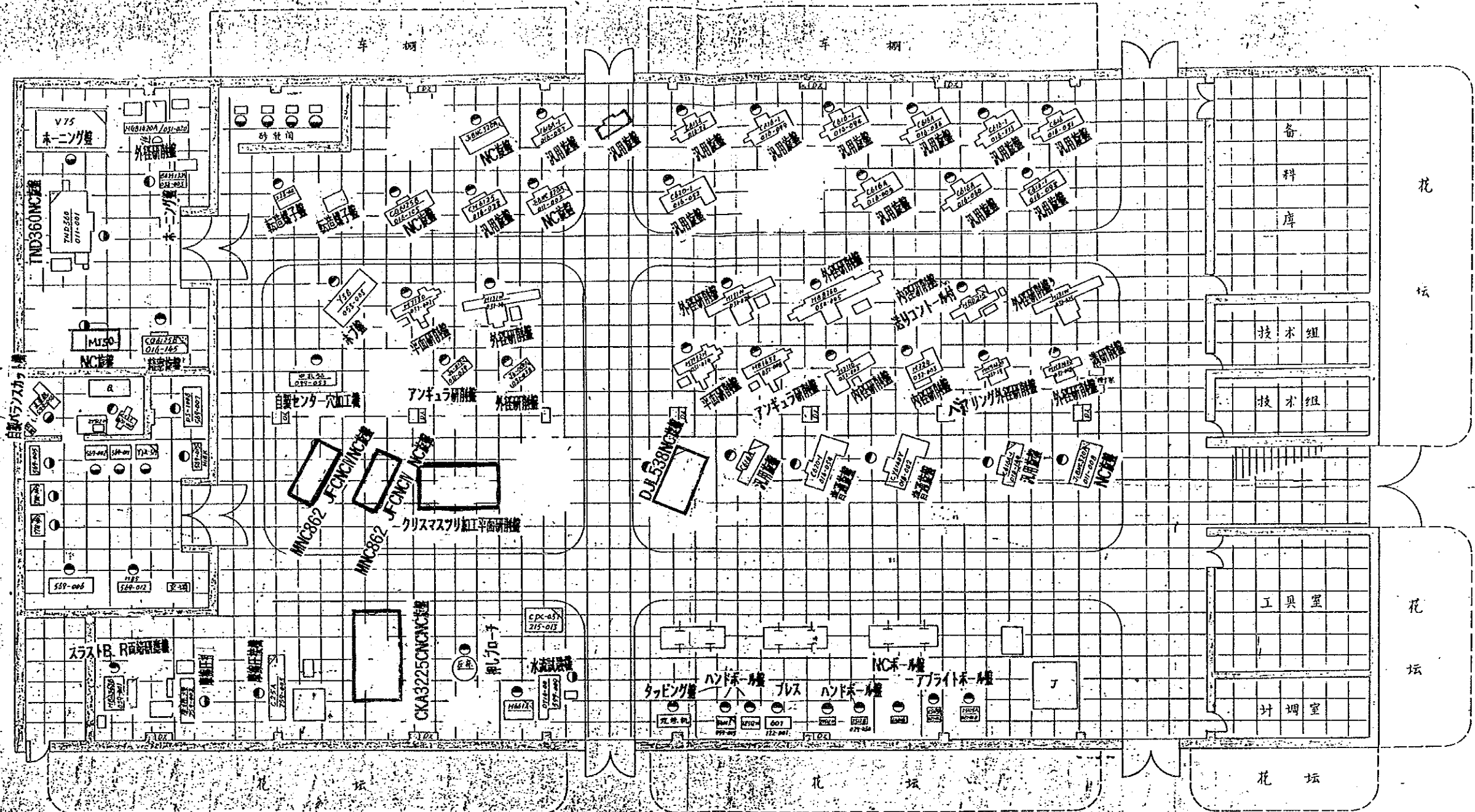


図 II - 94 各車間配置の概要図





- 1 1000mm以内の設備
- 2 1000mm以上の設備
- 3 1000mm以上の設備
- 4 1000mm以上の設備
- 5 1000mm以上の設備
- 6 1000mm以上の設備

1000mm以内の設備は車間専用に設置し、車間外に設置する場合は、本平面図に併せて別図を添付する。

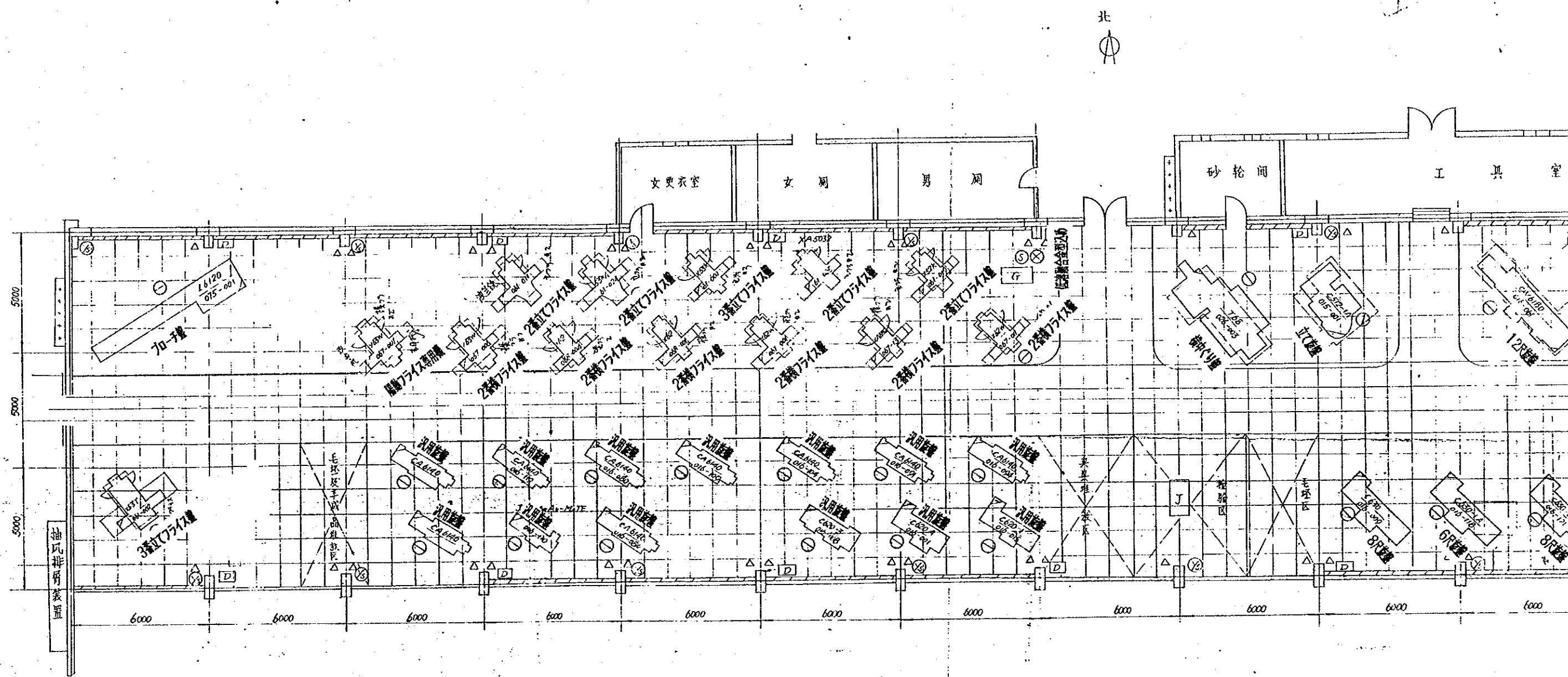
図II-95 ラジアル式ターボ加工車間の設備配置図

増圧器分廠 径流車間設備配置図


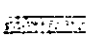



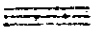

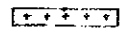

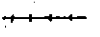



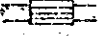





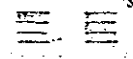



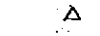
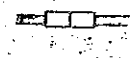
制図	設計	尺	名	増圧器分廠径流車間	尺	元鋸動力機
校対	監製	寸	数	机床配置平面図	寸	1:100
审核	承認	寸	枚	91.9修改	寸	
校核	校核	寸				
会签	会签	寸				
会签	会签	寸				

附3-19





图例

- |   |       |   |        |   |            |   |       |
|---|-------|---|--------|---|------------|---|-------|
|  | 设备新增地 |  | 砖墙隔断   |  | 沿墙工具箱      |  | 工作位置  |
|  | 原有设备  |  | 车间外窗   |  | 供水点        |  | 洗手池   |
|  | 有基础设备 |  | 铁棚隔断   |  | 排水点        |  | 双扇门   |
|  | 旋臂式吊车 |  | 工具借还窗口 |  | 地漏         |  | 单扇门   |
|  | 工作台   |  | 混凝土柱子  |  | 电气箱        |  | 双扇推拉门 |
|  | 工作台   |  | 检验平板   |  | 压缩空气(六大气压) |  | 风扇    |
|   |       |   |        |   |            |  | 双扇窗   |





CNC旋盤が導入されはじめたのは極最近で、6台のうち4台は梱包を解いたばかりであったり、NCテープや工具の準備が出来ていないのか稼働はしていない。

加工は、汎用機械が主であるため、旋盤の目盛り送りによって最終寸法に加工するが、切り込み過ぎ等の加工不良が出ないように何度かマイクロメータによって計測を繰り返している。

取付具は簡単な物が製作されていたが、旋盤のチャックの形状を変更した程度のものが使用されている。切削条件は比較的好条件で加工している。

#### b) 研削盤

研削盤は合計15台保有しており、仕様別に分類したものを次にしめす。

(単位：台)

種類	仕様	台数
外径研削盤	心間1,000 mm以下	8
7ンキュラ研削盤	砥石径φ500	2
内径研削盤	送りコントロール付のもの1台有り	3
平面研削盤	テーブル面積400 × 1,000	2

研削工程は、加工物が±0.002 mmの精度要求に対して、計測設備はマイクロメータやエアーマイクロを使っている。自動切り込み装置が貧弱であるため、切り込みすぎが無いように平均3回の途中計測を行っている。

加工中に計測出来る簡単な装置や、自動切り込み装置付研削盤は全く無かった。作業者の疲労が大きく、能率もかなり悪い状態である。

#### c) バランス計測

SCHBNCK のバランス計測機が10台設置されている。

設備は極古い物から最近の物まで混在しているが、新しい設備は1台である。

加工手順は

- ①バランス計測を行って平衡するように粘土を貼りつける。
- ②グラインダにて粘土の量を目視して相応な量を削り取る。
- ③再度、計測するし、不平衡分の粘土を貼りつける。
- ④グラインダで削る。

⑤計測する。

このバランス計測工程は非常に大変な作業で、工数が40分の見積時間が計上されていることでもわかる。

d) 穴明け工程

穴明け工程は、一つのグループになっている。

簡易NCボール盤、卓上ボール盤、タッピングマシン等9台を保有している。

この工程は、タービンロータのセンター穴修正やフローティングベアリング、スラストベアリングの穴加工を行っている。穴加工終了と同時に手仕上げを行う様に、仕上げ台とセットになっている。

e) その他の設備

他に、摩擦圧接機1台、ホーニング盤2台、ホブ盤、転造螺子盤2台、押ブローチ盤（自製）、センター穴加工機（自製）を保有する。

摩擦圧接機は、タービンロータとタービンホイールの溶接用として

ホーニング盤は、フローティングベアリングの内径超仕上げ用として

センター穴加工機は、タービンロータの両センタ穴加工機として

設置されている。

2) 第1期計画（6万台生産）加工設備

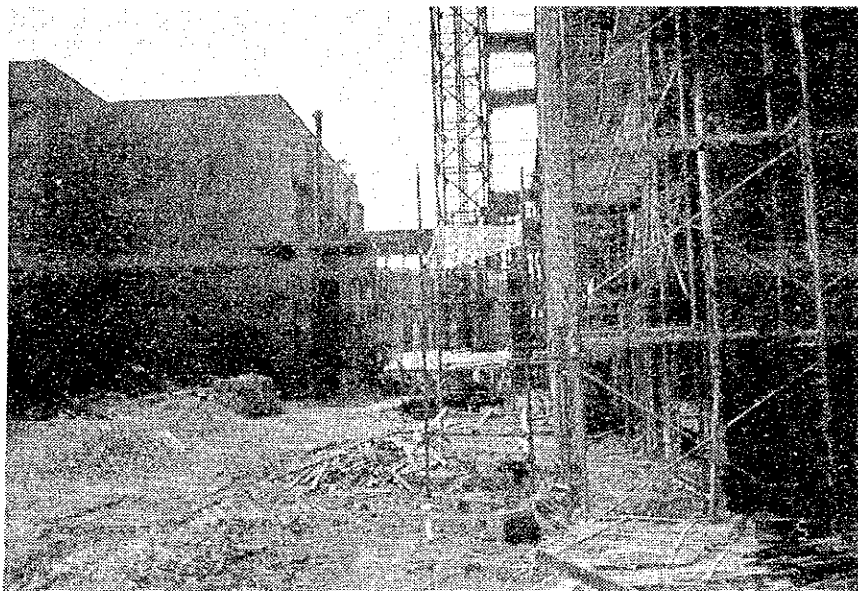
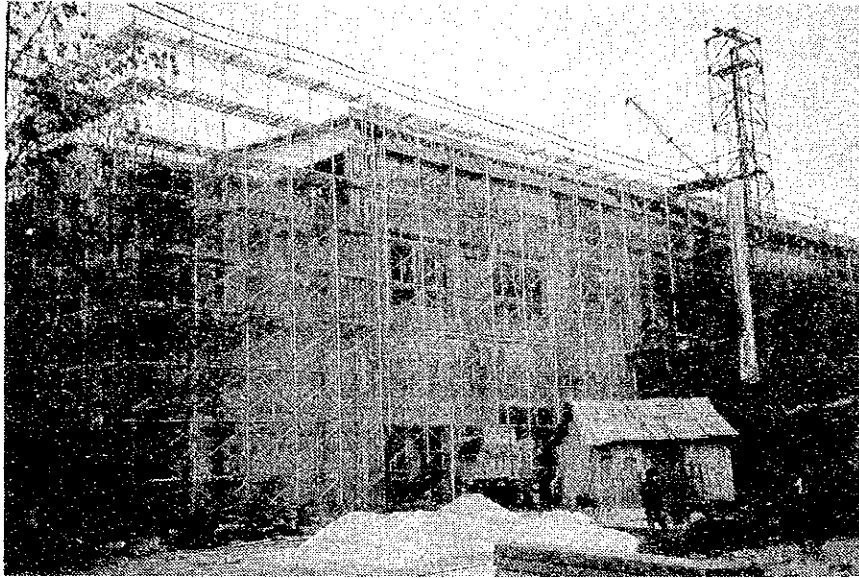
第1期計画では、ラジアルターボ加工車間に64台の金属加工設備の導入を計画している。

主な加工設備は、NC旋盤21台、立型マシニングセンタ3台、NCボール盤3台、NC研削盤3台、その他、高周波焼入れ機、摩擦圧接機、自動研削盤である。

第1期計画時の新工場は現在建築中で、新工場建物の外観および設備レイアウト計画を、〔図Ⅱ-97〕、〔図Ⅱ-98〕に示す。

第1期計画では、2階建て総床面積4,472㎡の素晴らしい機械工場を建設中である。1階は重量の大きい摩擦圧接機や熱処理設備を配置し、2階は小型旋盤、バランス計測関係が配置されている。

この第1期計画から、半専用ライン化を取り入れ、部品別ライン構成としている。



〔図Ⅱ-97〕 第1期計画の新工場建物の外観











## 考 察

ラジアル式ターボ加工車間と軸流式ターボ加工車間には、ほぼ同じ種類の設備を配置しているが、作業内容は殆ど同じ加工形態のものを行っている。

特に、旋盤グループと研削盤グループは、現在の生産台数であれば、GTライン化を行うことによって、全体効率を向上することが出来る。

ただし、第1期計画では、ラジアル式ターボチャージャは半専用ライン化を計画しており、ライン化の考え方に大きく近づいてきている。

## 問題点

### a) 部品別専用ライン化指向と専用機化・自動化の拡大

ラジアル式ターボチャージャの生産能力は、現在20,000台/年であるために、汎用設備で機種別配置をしているが、今後の増産を考えると、部品別専用ライン化を指向して、専用機化・自動化を拡大すべきである。

第2期計画では、H1Cラジアル式ターボチャージャだけで、7.5万台/年の生産を行わなければならない。年間7.5万台の専用ラインでは、1個当たりの加工時間は3分以下にする必要がある。この為、サイクルタイムが3分以下になるように、効率的な取付具や専用工具、専用機等を検討して工程を編成することになる。全くの専用ラインであるので、精度的にも加工能率的にも、最高の条件を追求できる。

専用ライン化の主な効果は、次の点である。

- ① 専用の取付具を設計出来るので、能率や精度面から効果がある。
- ② 作業者が同一加工工程を行うので、作業の負担が少ない。
- ③ 切削条件や加工工程の改善追求ができ、効率面で効果が出る。
- ④ 加工日程が短縮され、日程管理・現場管理が容易になる。

その他のモデル(H2A, J50等)に対しては、半専用化された多機種混在ラインを構成することになる。

なお、専用機設計は、機械設計技術と電気技術(PCコントロール, NC技術)の両面を必要とするが、この技術者を育てることが必要となる。

### 3) 軸流式ターボ加工工場の設備

#### 現 状

軸流式ターボ加工工場は、ZN261Pターボチャージャの加工設備を保有している。ハウジング類が大型になるため、金属加工設備も全般に大型の物が配置されているが、旧式な加工設備がほとんどである。

ラジアル式ターボ加工工場と同様に、レイアウトは機種別配置で、機械は通路に対して30度斜めに設置されていて、作業者が切粉や回転物に当たらないように交互2列に配置されている。

#### a) 旋盤

旋盤は19台保有しているが、仕様別に分類すると次のようになる。

(単位：台)

種 類	仕 様	台数
6 尺 旋 盤	6 尺 (1.8 m) 汎用旋盤	14
8 尺 旋 盤	汎用旋盤	2
10/12尺旋盤	汎用旋盤	2
立 て 旋 盤	テーブル径φ800	1

旋盤は6尺旋盤から12尺旋盤まで揃えて配置されている。

加工する品物が大きい事もあって加工方法は手作業的要素が強い。

自動化や現在位置表示装置等の省力化機器は全く見当たらない。

#### b) フライス盤

フライス盤は13台保有しているが、仕様別に分類すると次のようになる。

(単位：台)

種 類	仕 様	台数
立 て フライス盤	2 番 / 5 台、 3 番 / 1 台	6
横 フライス盤	2 番	7

フライス盤は、軸流式ターボ加工工場にだけ設置されている。したがって、ラジアルターボの加工部品も一部この車間で加工されている。

フライス盤の主な加工部品は、タービンブレードで、この加工工程は治具、工具等比較的良く整備されている。

c) その他の設備

その他の設備として、横中ぐり盤、ラジアルボール盤、ブローチ盤がある。それらの仕様は次のとおりである。

(単位：台)

種類	仕様	台数
横中ぐり盤	テーブル寸法 1500mm	1
ラジアルボール盤	アーム長 1m~1.5m	3
ブローチ盤	クリスマスツリー加工専用機	1

横中ぐり盤はハウジング類の加工や大物のフライス加工を行っている。  
ラジアルボール盤は、ラジアル式ターボ加工車間には配置されていないので、ラジアル式のベアリングハウジングの穴明け加工は、この設備に持て来て加工している。軸流式ターボ部品は、主にタービンブレードの穴明け加工やハウジング類の外周穴明け、タップ加工を行っている。

ブローチ盤はタービンデスクのクリスマスツリー部の引き抜きブローチ加工を行う専用機である。

問題点

a) 中ぐり盤に現在位置表示装置の設置

中ぐり盤は、ターボ分廠の唯一1台しかない中ぐり機械である。  
加工部品は、比較的精度の高い物をあつかっており、現在の方法は機械に付いている目盛りで位置決めを行っている。  
軸穴間のピッチ公差h7 ( $\pm 0.02\text{mm}$ )を加工するためには、現状では作業者の負担が大きい。現在位置表示装置の設備を付加し、加工精度向上と作業軽減を図るのが望ましい。

b) タービンブレード加工

タービンブレードは、1台あたり39枚の羽根を必要とするため、軸流式ZN261Pターボチャージャを500台/月の生産すると、19,500枚の部品加工が

必要となる。

羽根形状がタービンディスクの精度を左右し、回転バランスに影響するため、専用取付具など工夫して加工精度の向上を図る必要がある。

c) ラジアルボール盤加工の治工具

ラジアルボール盤は3台保有しているが、加工用治具は少ない。  
大型ハウジング加工は、簡単な治具が整っていたが、ハウジング外周穴加工の場合、回転治具は無く水準器によって位置決め穴加工を行っている。

ラジアル式ターボチャージャのベアリングハウジングの穴面取り加工では、ドリルを回転したままにして加工物を手で持って押しつけている。安全面からも精度面からも、簡単な治具を作って整備することが望ましい。

#### 4.6.5 製品1台当たりの機械加工工数

##### 現 状

ラジアル式ターボチャージャの1台あたりの機械加工工数を、[表Ⅱ-54]に示す。同様に、軸流式ターボチャージャの1台あたりの機械加工工数を、[表Ⅱ-55]に示す。

表Ⅱ-54 ラジアル式ターボチャージャ機械加工工数 (単位：分/台)

部 品 名	旋 削	穴明け	中ぐり	フリス	研 削	溶 接	その他	合 計	動労力
タービンホイール	83			4	125	5	26	243	125
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	

表Ⅱ-55 軸流式ターボチャージャ機械加工工数 (単位：分/台)

部 品 名	旋 削	穴明け	中ぐり	フリス	研 削	ブローチ	仕上げ	合 計
タービンホイール	207	10		60	3	142	60	482
コンプレッサホイール	158	13		280			140	591
ベアリングハウジング	335	188	55				92	670
タービンハウジング	152	57	25	18			43	295
コンプレッサハウジング	183	82	20				60	345
タービンブレード				44X39			26X39	2,730
インテューサ	220	18				7	66	311

##### 考 察

ラジアル式ターボで、最も加工工程の複雑なタービンロータは、加工時間が243分/台(4.05時間)にもなる。

第1期計画(6万台生産)の月生産台数5,000台を加工すると、20,250時間/月

にもなって、約65人工の作業にもなってしまふ。

同様に、軸流式ターボのタービンホイールとタービンブレードの合計時間は3,212分/月（53.53時間）にもなる。

月生産 500台を加工すると、26,765時間/月、89人工となる。

〔表Ⅱ-56〕に、20,000台生産計画時の設備加工負荷工数について示す。

#### 問題点

- a) ラジアル式ターボの主要部品は、5部品であるが、この中で最も加工工数が掛かっているものは、ベアリングハウジングの 295分(4.92H) である。  
この部品の加工工程では、旋削工程と研削工程で全体の80%強となっているので、この工程を近代化で改善する必要がある。
- b) ラジアル式ターボのタービンホイール加工時間は、243分(4.05H) にもなる。加工工程で最も時間を要しているのは旋削工程で、全体の50%強にもなっている。したがって、タービンホイールは、旋削工程の改善が必要である。
- c) タービンホイールとコンプレッサホイールのバランス工程は、所要時間が合計 125分と大きい。

この時間であると、第2期計画（15万台生産）時には、

$$\frac{125 \times 12,500}{60} = 26,042 \text{ [時間/月]} \approx 160 \text{ [人工]}$$

と、バランス工程に 160人工という非常に大きい工数が必要となるので、最新の設備を導入して大幅な改善が必要である。

- d) 軸流式ターボ部品では、タービンブレード加工が 2,730分と、他の部品に比べてかけ離れて大きい工数となっている。  
タービンブレードの製作工程を見直して、加工工数を大幅に低減する必要がある。

表 II - 56 20,000台生産計画時の設備負荷工数

機械名	H 1 C 合計時間		2 6 1 P 計画		合計時間 (H)
	1台時間	×20,000台	1台時間	×600台	
大旋盤			18.30	10,980	10,980
中旋盤	1.715	34,300	35.57	21,342	55,642
小旋盤	9.338	186,760	23.23	13,938	200,698
中ぐり盤			1.88	1,128	1,128
NC旋盤	0.462	9,240	1.83	1,098	10,338
正面旋盤	1.162	23,240			23,240
ボール盤	1.4	28,000	10.93	6,558	34,658
平面フライ	1.12	22,400	33.57	20,142	42,540
立てフライ	0.462	9,240	21.57	12,942	22,182
万能研磨	3.367	67,340	2.38	1,428	68,768
内面研磨	0.441	8,820	0.43	258	9,078
平面研磨	0.406	8,120	0.92	552	8,672
ホーニング	0.812	16,240			16,240
野書き	4.942	98,840	41.68	25,008	123,848
動バランス	1.631	32,620	2.50	1,500	34,120
磨き			36.26	21,756	21,756
電解			11.70	7,020	7,020
歯車盤			2.42	1,452	1,452
センター穴研	0.406	8,120			8,120
合計	27.664		245.17		

- 注) 1. 設備稼働時間は2直制、年間稼働時間は3,917時間/年とする。  
 2. 上記設備のなかには、八五計画新設備は含まない。  
 3. 1993年の新定額工数を用いている。



4.6.6 工程内検査の方法と部品品質の現状

現状

工程内の検査は、各工程の初回品検査および最終検査等しっかりした体制で実施している。

検査実施時期は、各工程毎の初回品加工検査と最終工程完了後の最終検査である。

これらの検査確認は、検査員が工作票に確認印を押おすことによって行っている。

[図II-99] に、工作票を示す。

工 作 票 厂生证—01 月 日

产品型号		另件号		工序序号		投料数量		准终工时									
工作令号		另作名称		工序名称		单件重量		单件定额									
工作者	班次	日期		起		止		实作 工时	完成数量(自检)		完 成 定 额	准 终 工 时	清 扫 工 时	间 断			
		月	日	时	分	时	分		合格	工废				料废	代号	工时	签证
首件检验								巡 检									
终 检	合格数			工废数			料废数			检验员							
备 注																	

间断原因代号 1.等工待料 2.等工夹具 3.故障停电 4.政治活动 5.看病 6.其它 开票

図II-99 工作票

この工作票は作業員/工程毎に1枚が発行される。

初回品検査（首件検査）・・・最初の1個目の検査を受け検査員の捺印をもらう。

工程最終検査（検査員）・・・工程終了後の全数検査を行い検査員の捺印をもらう。

全加工終了後、“工程カード”に記載されている検査項目に従って、寸法、公差、面粗度等を最終的にチェックする最終検査がある。

最終検査 . . . 全工程終了後の最終検査

[図II-100]に、検査カードを示す。

1) 作業者と検査員の役割

作業者と検査員との作業分担はハッキリしている。

検査員の合格の捺印が無いと、初回品加工は実施できないし、次工程には進めない。したがって、検査員の権限は大きい。

2) 不良率

機械工程での不良の発生は、ほとんど無いようである。

実際に作業現場を見ても、加工不良は見当たらなかった。作業者の技術レベルの高さと、品質に対する関心が大きいからと判断される。

ただし、素形材の不良（鋳造不良や鍛造不良）はかなり多い。

問題点

今後生産台数が大幅に増加することを考えると、現状の検査体制では問題が残る。検査作業の効率化を考えると、次の点を検討する必要がある。

a) 検査工程のインライン化の拡大

ポイントとなる検査工程を自動化して、工程内で実施するようにする。

b) 抜き取り検査の拡大

月の生産台数が1万台以上では、検査作業も全数を行うのは無理になる。

定期的な抜き取り検査体制を確立して実施すべきである。

c) 初回品検査を作業者の自主検査へ

初回品検査を検査員が実施して捺印する方法は良いやり方であるが、ロット加工頻度が増加してくると、なかなか実行が難しくなってくる。

作業者の責任で検査をするようにすべきである。

检验卡		无锡动力机厂		3504344		200J		3504344/27	
零件号		零件名称		检验项目		公差		检验方法	
3504344		涡轮部件							
序号	公差	检验项目	公差	检验方法	零件名称	图号	数量	备注	材料
①	$\phi 16.38 - 0.12$			卡规	柜底卡板	3504344/27	1		灰铸铁
②	$\phi 18.69 - 0.05$			卡规	柜底卡板	3504344/27	1		灰铸铁
③	$\phi 11 - 0.028$			卡规	柜底卡板	3504344/27	1		灰铸铁
④	$\phi 7 - 0.003$			卡规	柜底卡板	3504344/27	1		灰铸铁
⑤	M7X1.0-68-5旋			螺纹环规	螺纹环规	3504344/28	1		灰铸铁
⑥	$60.35 \pm 0.25$			卡规	柜底卡板	3504344/27	1		灰铸铁
⑦	71295-0.05			位置测量	位置测量	3504344/24	1		灰铸铁
⑧	$46.05 \pm 0.10$			位置测量	位置测量	3504344/25	1		灰铸铁
⑨	$1.68 \pm 0.05$			塞规	塞规	3504344/24	1		灰铸铁
⑩	0.01			塞规	塞规	3504344/25	1		灰铸铁
⑪	0.0013			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁
⑫	0.0025			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁
⑬	0.0025			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁
⑭	0.025			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁
⑮	0.015			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁
⑯	0.005			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁
⑰	0.1			轮廓度测量	轮廓度测量	3504344/29	1		灰铸铁
⑱	0.0025			圆度仪	圆度仪		1		灰铸铁

日期: 一九五三年二月廿四日  
 设计: 李一平  
 工艺: 李一平  
 检验: 李一平

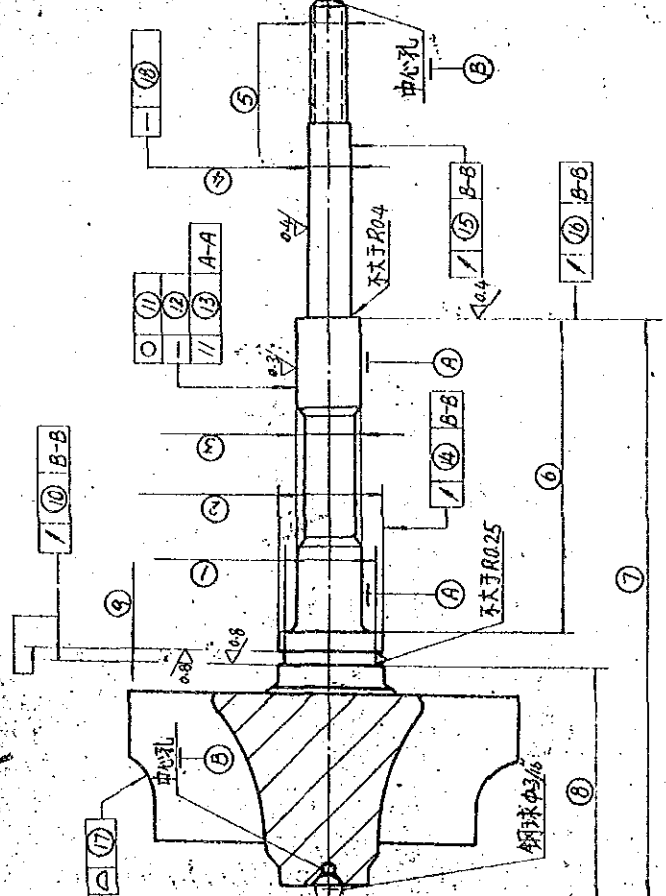


图 II-100 最终检查用检查力一下

#### 4.6.7 加工外注

ラジアル式ターボでは全部品24点中6点が購入品である。購入品の内容は、ボルト、ナット、ワイヤ類の購入品である。

軸流式ターボは、全部品55点中15点が購入品、5点が外注加工である。購入品はラジアル式と同様、ボルト、ナット、ワイヤ類のものである。外注加工品はピン類とカーボンリングである。

このように、所内の加工比率が非常に高い状態であるが、今後は、外注化拡大によってコストの低減が図れることも必要となろう。

#### 4.7 組立・試運転

##### 4.7.1 組織・人員および機能

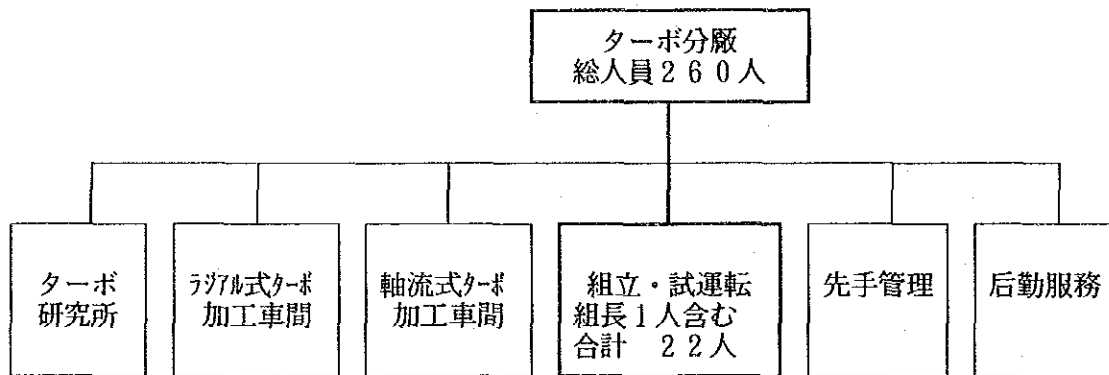
###### 現 状

組立・試運転組はターボ分廠の管理下に所属している。

組長以下22名の組織であり、組立職場は1階の軸流式ターボ組立と3階のラジアル式ターボ組立に分かれている。

試運転は、ラジアル式ターボおよび軸流式ターボのいずれも全数運転試験を行って出荷している。作業人員は6人である。

[図Ⅱ-101]に組立・試運転の組織を示す。



現場作業者の経験年数

経験年数	組立・試運転
経験3年以下	0人
経験3～10年	4
経験10年以上	17

作業分担と人員

担当作業	人員
洗浄・組立	15人
試運転	6

図Ⅱ-101 組立・試運転組の組織

## 考察

ラジアル式ターボ部品は、1階で洗浄後、3階にエレベータで搬送される。3階は329㎡の広さを持ち、作業台が6台が部屋の中央セットされている状態で部屋全体の1/10位しか使用していない。

1期計画（6万台生産）では十分な生産エリアを持っており、2期計画（15万台生産）にも十分な作業場を保有している。

軸流式ターボの組立は1階で実施されており、洗浄場の隣に位置している。作業エリアは329㎡と同様な広さを有しており、軸流式ターボの形状が大きいだけに作業場はそれほど広くはない。

## 問題点

### a) 組立作業が月末に集中する

ラジアル式ターボチャージャの組立工程は、機械場からの部品が月末に集中するため、普段はターボ修理の作業しかない。2週間の調査期間中、本格的な組立作業は見られなかった。

加工の日程計画を強化し、組立工程の作業を平準化すると、実際の人員の半分ですむと思われる。

## 4.7.2 組立・試運転工程の概要

## 現状

### 1) ラジアル式ターボチャージャ

ラジアル式ターボは全部品24部品からなり、主要な部品はハウジング類とタービンロータ、フローティングベアリング等8部品から構成されている。

残りは、シールリング、螺子、締め板で購入品は6点である。

組立場は、作業台と簡単な受け台があり、治工具はスナップリング用工具とトルクレンチがそろっているだけである。

現状の組立方法は、HOLSET社からの技術指導によって基本工程が組まれており、組立設備としてはこれといった機械装置は無い。

作業者は全員揃っている状態を見るのが無かったが、女子を中心にした10人前後で作業をしている。

ラジアル式ターボチャージャ組立場の概略図を [図 II - 102] に、また、組立工程の概要を [図 II - 103] に示す。

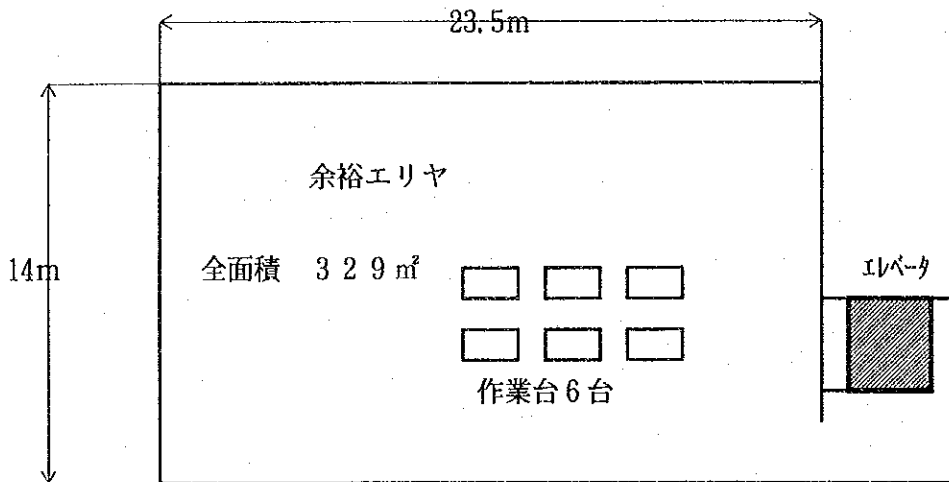


図 II - 102 ラジアル式ターボチャージャ組立場の概略図

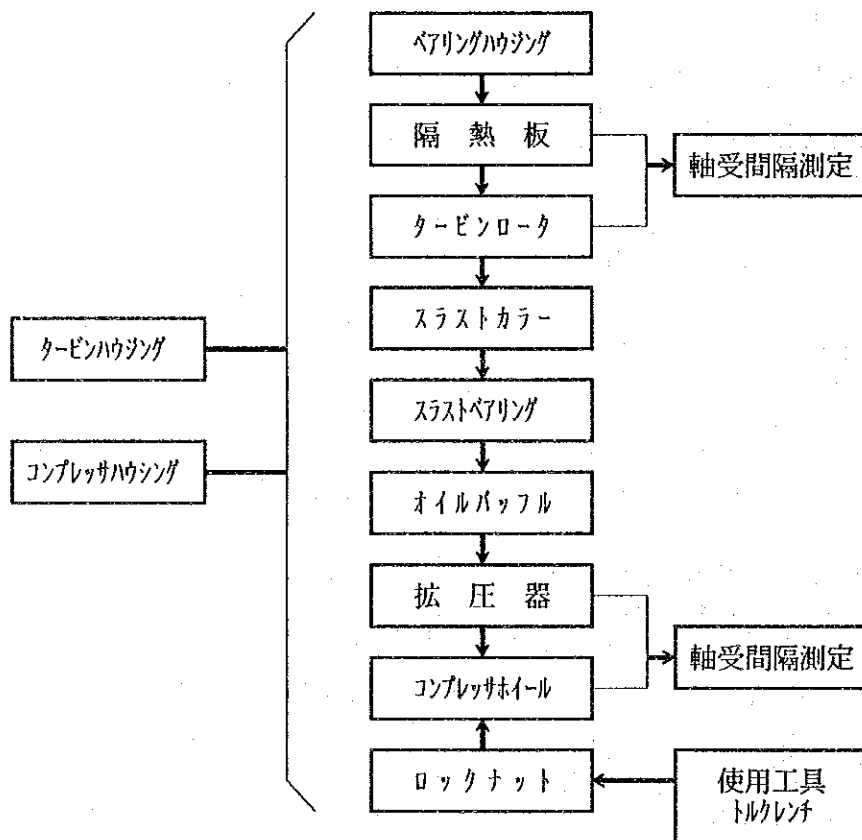


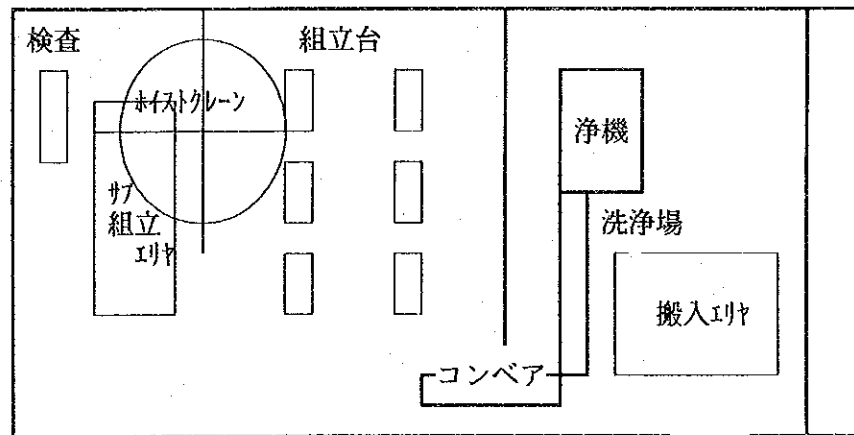
図 II - 103 組立工程の概要

## 2) 軸流式ターボチャージャ

軸流式ターボは、全部品55部品からなり、主要な部品はハウジング類等6部品からなっている。外注または購入品は、ボルト、ナット等20部品である。

組立工程内の機械装置はホイストクレーンが1台有るだけで、これと言った設備はない。軸流式は形状が大きいだけに、床にゴムマットを敷き、そこで部分組立を行っている。

軸流式ターボチャージャの組立場の概略図を、[図II-104]に示す。



図II-104 軸流式ターボチャージャの組立場の概略図

## 3) 試運転

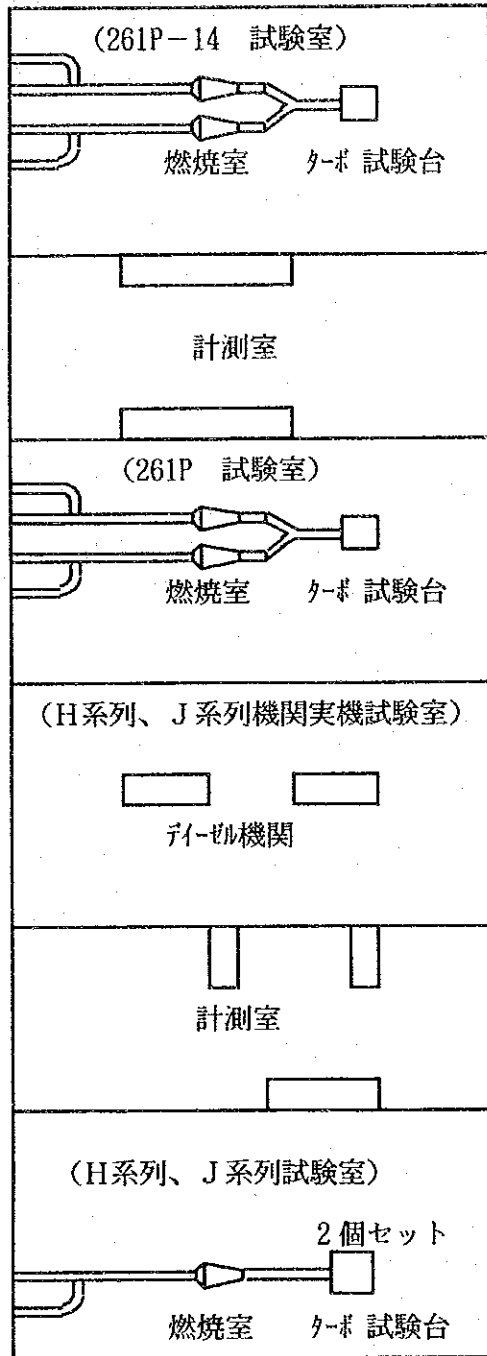
試運転は、ラジアル式ターボおよび軸流式ターボのいずれも、全数バーナ式運転設備によって試運転される。

試運転設備は、ラジアル式と軸流式合わせて3台の設備を有しており、1台ごとに型式が専用になっている。

[図II-105]に、試運転車間の概略図を示す。



試運転車間



組立車間

通路

図II-105 試運転車間の概略図

## 問題点

### a) ラジアル式ターボの3階搬送が困難

現状の生産台数（20,000台／年）では、加工個数も少なく3階への搬送も対応出来るが、第2期計画（15万台生産）では、500個／日も部品を頻繁に運搬しなくてはならない。

ラジアル式ターボでは、購入品や他の分廠からの加工品も搬入されるので、中間倉庫的な物が必要になる。その中間倉庫から、組立計画に合わせて3階に部品供給する。新建屋と組立車間の中間に配置すると良い。

### b) 全数を試運転している

現在、ラジアル式、軸流式ターボの全数を、バーナ式熱気試験装置に掛けて最終試験を行っている。

この大型の試験装置が、第1期計画（6万台生産）では2台がフル稼働する状態になり、第2期計画（15万台生産）では4台が必要になる。

バーナ式熱気試験装置であるので、効率も悪く、製品が汚れることがある。

#### 4.7.3 生産性

##### 現 状

組立工程は、バランス計測および修正、洗浄、組立、試運転、塗装、梱包に分類することが出来る。

組立工程のラジアル式ターボおよび軸流式ターボの1台あたりの標準時間を、[図II-106]に示す。

機 種	バランス計測 修正	洗 浄	組 立	試 運 転	塗装・梱包
H 系 列	←────────────────── 5時間43分 ───────────────────→				
P 系 列	←────────────────── 21時間49分 ───────────────────→				

図II-106 組立工程の1台あたりの標準時間

##### 問題点

##### a) ラジアル式ターボチャージャ

ラジアル式ターボは、1台当たり組立試運転時間5時間43分を要している。

この時間の中で、洗浄、組立、塗装、梱包は人員（工数改善を含む）で解決できるが、試運転工程が設備的なネック工程になる。

現在の試運転工程標準時間は、1台あたり0.29時間である。また、試験装置も1台しか保有していない。

試運転時間と必要試験装置台数を、今後の生産計画台数で検討してみると、次の通りである。

	現在 (2万台生産時)	第1期計画 (6万台生産時)	第2期計画 (15万台生産時)
作業 時間 量	0.29h × 1,667台/月 = 483時間	0.29h × 5,000台/月 = 1,450時間	0.29h × 12,500台/月 = 3,625時間
必要 人工	3人工	9人工	23人工
作業 場 面積	設備台数・・1台 40㎡	設備台数・・3台 120㎡	設備台数・・8台 320㎡

上表の示すように、第1期計画（6万台生産）では、現状の試験設備を、さらに2台新設しなくてはならない。そして第2期計画（15万台生産）では、さらに5台を増設することが必要になる。

試験室面積も、現状の1室から大幅に増やさないとならない。

#### 4.7.4 工程内および最終検査の方法

##### 1) 工程内検査

組立は、1人が最終工程まで組み上げる方法を取っている。

したがって、計測具や組立治具類は各人が持たなければならない。

組立時の計測および検査項目は、“組立工程カード”に記載されており、ダイヤルゲージによって確実に検査されている。

[図Ⅱ-107]に、H2Aターボの“組立工程カード”の検査指示例を示す。

无錫动力机厂		装配工艺卡片		产品型号	H2A	图号	H2A-2072
工 厂 名 称		工 厂 号		产品名称		图号	
工 厂 中 之 装 配 部 门		工 序 号		工 序 与 工 序 名 称 ( 说 明 )		图 号	
图 号		237		测量涡轮排气口端面到涡轮		GB215-75 涡轮轴 NO=2006	
工 序 名 称		工 序 号		工 序 与 工 序 名 称 ( 说 明 )		图 号	
叶轮前缘距离(前)							
涡轮前同隙(前)				前 = (前-A)			
要求 0.57B ± 0.058							
涡轮后同隙(后)				后 = (后-B)			
要求 1.24 ± 0.42							
检查安装位置正确性 转动法		240		转动后靠紧拧紧			
转动后靠紧拧紧							
编制(日期)		日期		审核(日期)		日期	
标记		处理		文件号		日期	

图 II-107 H2Aターボの“組立工程カード”の検査指示例

## 4.8 治工具製作

### 4.8.1 組織・人員および機能

治工具の製作および金型の製作は、工具処が担当している。[図Ⅱ-108]に、工具処の組織を示す。工具処は技術（工程）、生産管理組、治工具管理組、サービス組、調達組に分かれており、総勢81人の体制である。

次に各組の作業分担について説明する。

#### 1) 技術（工程）

治工具製作の工程内の技術的問題を研究し、治工具の設計や開発を行う。

ワイヤカット，NC装置等のプログラミングも実施している。

#### 2) 生産管理組

旋盤組，フライス盤組，研削盤組，仕上げ組を持ち機械加工全般を担当している。

金型製作も、この生産管理組で製作される。

#### 3) 治工具管理組

自製工具や標準工具等を3つの倉庫に分けて保管している。

標準工具倉庫は、ドリル，バイト等標準的な購入工具を扱う。

自製工具倉庫は、無錫動力機廠内で製作された工具類で、バイトや専用カッター等を保管している。

組合せ治具倉庫は、標準的な治具類の製作および購入を行い管理する。

#### 4) サービス組

サービス組は、工具の貸出，管理や標準部品倉庫管理，機械および電気修理関係のメンテナンスを行う。

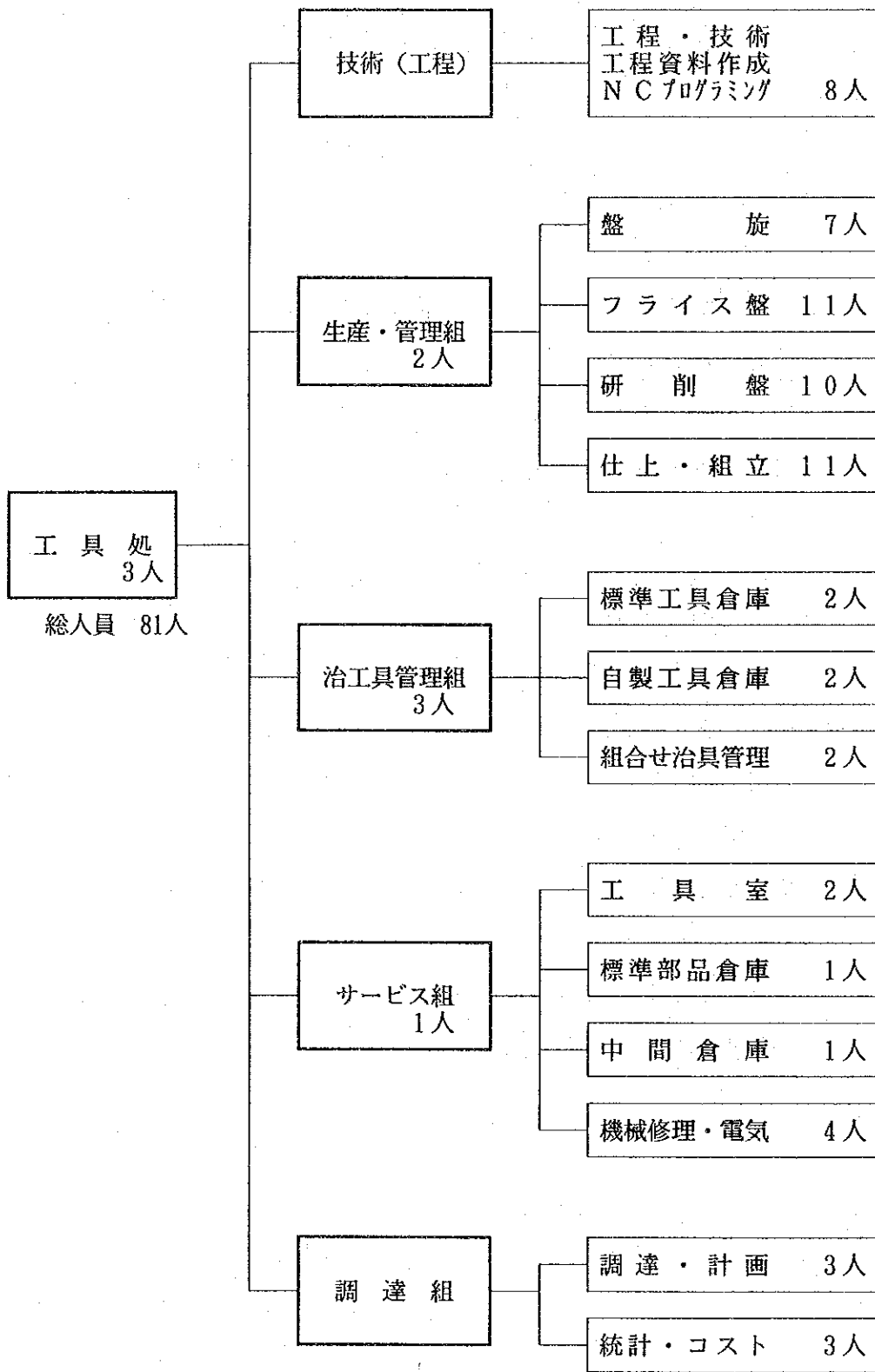


図 II - 108 工具処の組織図

#### 4.8.2 治工具製作の加工設備

##### 現 状

工具車間には、[表Ⅱ-57]に示す設備を保有している。(金型職場を除く)  
また、工具車間の設備配置図を、[図Ⅱ-111]に示す。

表Ⅱ-57 工具車間の設備 (単位：台)

分 類	設 備 名	台 数
旋 盤	4 尺旋盤	1
	6 尺旋盤	4
	1 2 尺旋盤	1
穴 明	ラッパール 盤 (振り1.5 m)	1
フライス	立フライス盤	6
	横フライス盤	1
形削り盤	シェーパー盤	2
研 削 盤	外径研削盤	1
	内径研削盤	4
	平面研削盤	1
	ホブ研削盤	1
	工具研削盤	3
合 計		2 6

旋盤、フライス盤、研削盤等は、治具製作に用いられ、設備全般から見ると旧式な加工設備である。

工具研削盤は、自製カッタやエンドミルの研削加工に使用している。

##### 問題点

##### a) 治工具製作設備は設備が旧式である

治工具製作に必要な設備が整っていない。または、設備が有っても汎用機であったり、旧式な設備が多い。

寸法精度を確保する職場であるから、自動化はそれほど要求されないが、容易に



精度確保するための設備が不足している。

b) 穴明け治具の整備が遅れている

軸流式ターボのハウジング類の外周穴明け加工は、ラジアルボール盤によって行われている。

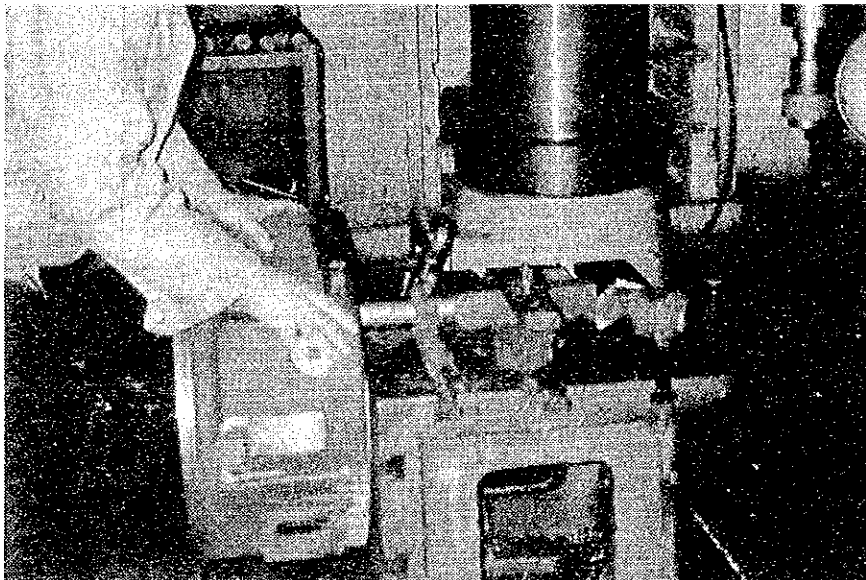
この時に使用される穴明け治具は、板治具がほとんどで、作業者は位置決め、取り付けに苦慮している。

一例を上げると、ハウジングを升定盤に取り付ける時、水準器で位置決め締めつけしている。[図Ⅱ-109]写真参照

回転治具の考え方を取り入れる様に検討すると良い。

また、穴明け、タップ加工の工程で、は板治具のため、穴明け後に治具を取り外しタップ作業を行っている。

板治具の場合、差し替えブッシュの採用をすると、加工精度向上につながる。



図Ⅱ-109 水準器使用したラジアルボール盤加工

c) ラジアルボール盤加工の不安全作業

ベアリングハウジングの面取り加工は、[図Ⅱ-110]に示すように、ドリルを回転させている状態で加工物を押しつけている。

回転物に手や衣服が巻き込まれる心配が有り、治具の改善が望まれる。



図II-110 ラジアルボール盤の不安全作業



#### 4.8.3 金型製作の設備

##### 現 状

金型製作のための職場は、工具処と道路を隔てて完全空調の入った建屋で行っている。加工精度向上のため、一般の加工設備と分離していることは良い方法である。

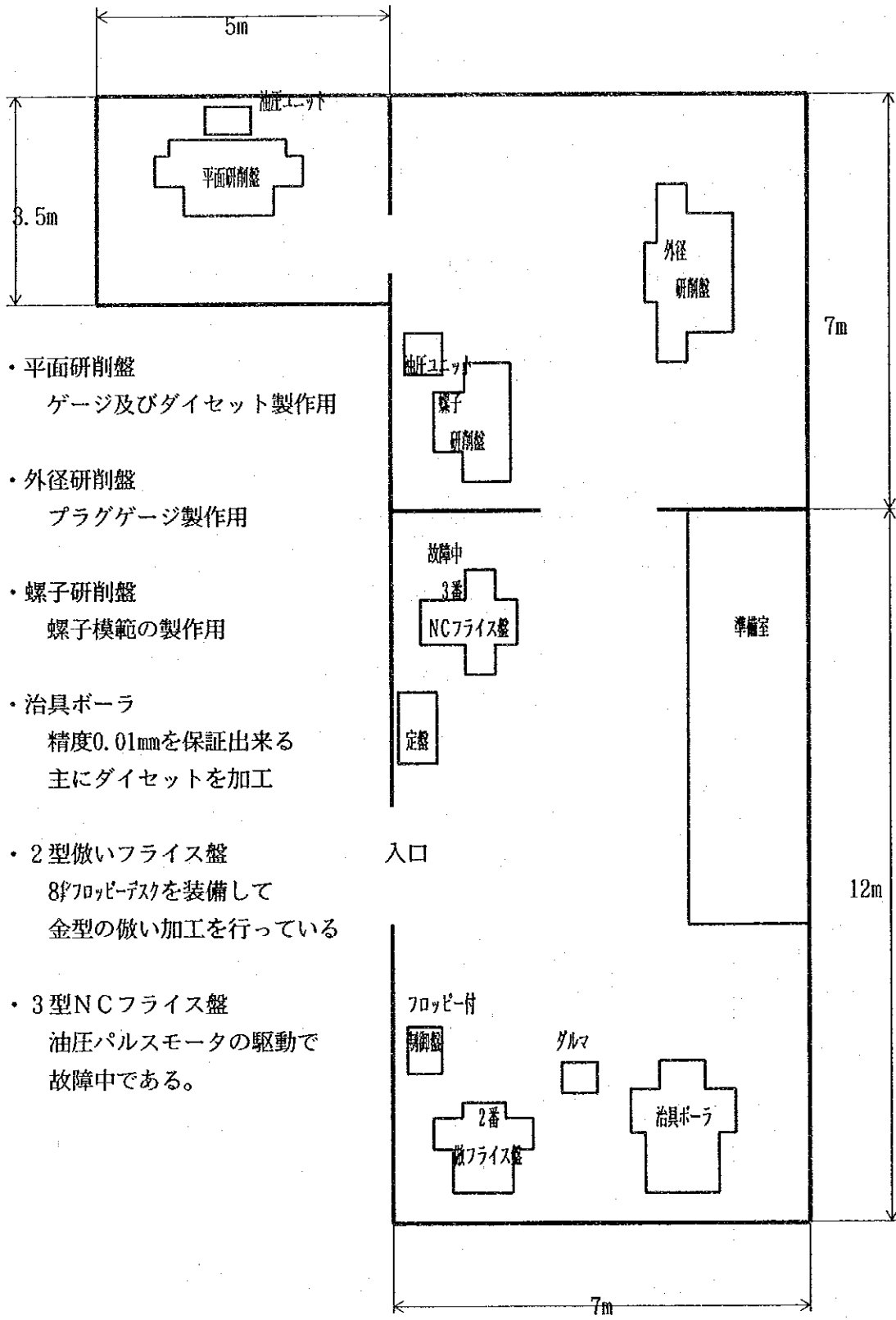
〔図Ⅱ-112〕に、金型職場の設備配置図を示す。

建屋内はきれいに整理された工場で、作業者は2人位が作業している。総機械台数は6台であるが、2週間の調査期間中、実際に稼働していたのは1台だけで設備稼働率は低い。

金型職場の加工設備を、〔表Ⅱ-58〕に示す。

表Ⅱ-58 金型職場の加工設備

設 備 名	加 工 内 容
倣いフライス盤	金型の倣い製作する機械 木型からの倣いフライス加工 〔仕様〕 テーブル寸法 800×400 位置決めはボール盤 製カール使用 8 インチ PD装置が付属している
立て治具ボーラ	治具中ぐり盤で加工精度0.01mm/ピッチを保証 主な加工品は、治具ベース、ダイセット等 〔仕様〕 テーブル寸法 1,000×500 マニュアル操作、位置決め
NCフライス盤	旧型3番フライス盤 (油圧パルスモータ付) 故障中
外径研削盤	プラグゲージ等の検査治具の製作用 〔仕様〕 芯間 1,000
平面研削盤	ダイセットや治具ベースの製作用 〔仕様〕 テーブル寸法 1,000×600
螺子研削盤	螺子ゲージの製作用 〔仕様〕 テーブル寸法 1,000×500



- 平面研削盤  
ゲージ及びダイセット製作用
- 外径研削盤  
プラグゲージ製作用
- 螺子研削盤  
螺子模範の製作用
- 治具ボアラ  
精度0.01mmを保証出来る  
主にダイセットを加工
- 2型倣いフライス盤  
8 $\phi$ フロッピーディスクを装備して  
金型の倣い加工を行っている
- 3型NCフライス盤  
油圧パルスモータの駆動で  
故障中である。

図 II - 112 金型職場の設備配置図

## 問題点

### a) 金型製作に6か月以上掛かる

金型職場には、倣いフライス盤とジグボーラが各1台有るのみで、金型製作は、木型を作り、それを倣いフライス盤で削る方法を取っている。

最も難しいロストワックスの組合せ金型は、12枚の羽根形状を全くの手仕上げで作り上げている。

したがって、一つの新製品モデルを製作するに、6か月以上掛かってしまうこともやむを得ないと感じる。

一製品のロストワックス型、アルミ金型等のモデル全ての金型製作には、1年以上は掛かっている。金型加工システムの技術的遅れが目立つ。

このため、型の不具合や羽根の形状が悪く、アンバランス量が大きくなっても、我慢して使用している状態である。

新製品開発の面では、一度製作した金型は、5年～10年と使い続ける考え方で、先進国の様に改善やスペック向上の為の型改善や開発が全く見られない。

### b) 金型の精度が悪い

ロストワックス法は、金型精度が悪いため、型のつなぎ部分の羽根端からバリが発生しており、これを成形するために3人が(10,000台/年製作時)常時作業している。

また、現在のコンプレッサーホイールの回転数は12万回転で、素形材のアンバランス量が、平衡計測やアンバランス修正加工に大きな労力と時間を費やしている。金型精度を向上し、アンバランス量を現在の1/3にしたい。

これは金型設計製作のプロセスを根本から見直す必要がある。

### c) 精密鑄造のコンプレッサーホイールの余肉が多い

現在のコンプレッサーホイール背面の余肉は、6～8ミリの余肉が付いている。

これは、背面が平面ではなく、R面になっているためである。

素形材製作時に、背面をR面形状にすることによって、大幅な材料削減になり、また、旋盤作業の作業軽減にもつながる。

#### 4.9 工場補助設備

##### 4.9.1 電力の使用量

受電電圧は、35,000Vで最大受電負荷量 1,500kwの受電設備を持っている。

最近では、電力事情は改善されて来ているが、週に1～2度の停電が起こっている。

また、1社の電力使用量が制限されているため、自家発電設備が不可欠で、電力使用のピークカットの為に自家発電設備が設置されている。

現在の全工場における電力の年間使用量を、[表Ⅱ-59]に示す。

表Ⅱ-59 電力の年間使用量 (1992年実績)

	電力会社からの供給量	自家発電による供給量	合計
電気使用量	571.43千kwh/年	34.393千kwh/年	605.82千kwh/年

自家発電設備は、[図Ⅱ-113]に示すように、発電容量200 kw×4台(総発電量800 kw)が稼働している。

自家発電設備は、1991年は未使用であったが、1992年は週2回のピークカット時使用であり、設備稼働率は2%前後である。

電力使用量の制限から、大容量の電力を消費する高周波焼入れ設備は、夜間にのみ稼働している。

また、電圧の質は余り良いとはいえない。電圧に最も敏感なNC装置には、定電圧装置を付けている。



図Ⅱ-113 自家発電設備

#### 4.9.2 圧縮空気の使用量

無錫動力機工場で保有する圧縮空気製造設備を、[表Ⅱ-60]に示す。

表Ⅱ-60 圧縮空気の年間使用量と設備（1992年現在）

圧縮空気製造設備	保有台数	圧縮空気発生量	合計発生量
40m <sup>3</sup> /分コンプレッサ	3台	120 m <sup>3</sup> /分	193 m <sup>3</sup> /分 ターボ分廠での使用量約10%
20m <sup>3</sup> /分コンプレッサ	3台	60 m <sup>3</sup> /分	
10m <sup>3</sup> /分コンプレッサ	1台	10 m <sup>3</sup> /分	
3m <sup>3</sup> /分コンプレッサ	1台	3 m <sup>3</sup> /分	

ターボ分廠での圧縮空気使用量は、無錫動力機工場全体の10%であり、将来の生産台数が増加に対しても、それほど心配する必要はない。



#### 4.10 公害防止対策

公害、環境対策の担当部門は、総務処の環境緑化組である。

環境に関する一切の処理を行っているが、それらの処理設備は少ない。

##### 4.10.1 炉の排煙処理

キューボラ炉の燃焼はコークスで行っているが、それらの排ガス処理設備は行われていない。

将来の作業量増強を考えると、多くの処理設備を設置することが必要になる。

##### 4.10.2 電解加工の廃液

電解加工は、電解液を使用するため後処理が必要になるが、現状では、沈澱槽が有るだけである。

調査期間中、ちょうど沈澱槽の清掃を行っていたが、縦横5 m、深さ4 m位の升の中に0.5 m位の真っ黒なヘドロが溜まっていた。このヘドロはポンプによって汲み上げられて、隣のレンガ作りの塀に囲まれたエリアに廃棄している。

自然乾燥して、何処かに廃棄するものと思われる。

現在は、処理設備にほとんど投資していないが、将来は投資が必要となろう。

## 第Ⅲ編

### 近代化計画



### 第 III 編 近代化計画

#### 1. 近代化計画の対象とその内容

無錫動力機工場では、拡大する市場経済化への動きと、ターボチャージャの需要の大幅な拡大といった市場環境の変化を捉え、第八次五ヵ年計画期間において、工場の経営体質とそれに対応した生産体制の強化を進めている。

本近代化計画調査団は、この目標を前提として、無錫動力機工場の調査を実施し、現状の把握と問題点の抽出を行い、第II編工場概況に記述した。

本編では、工場が対象としている製品（ターボチャージャ）について、量産体制の確立に力点を置いて、生産体制並びに生産管理システムの近代化計画について記述する。

中国では市場経済化が急速に進行している現状、および今後の量産体制指向を踏まえて、第II編では、意図して先進国の量産体制と工場の現状とのギャップを明らかにし、現在の生産工程と生産管理システムの問題点を抽出することに努めた。

市場経済化の進展に伴い、中国政府が次々に出す経済活性化の施策は、製品市場に大きな変化をもたらしただけでなく、企業の経営環境にも大きな影響を及ぼしている。多くの国営企業が、今日まで慣れ親しんできた計画経済下での企業運営の仕方を色濃く残し、このままでは経営の破綻をきたしかねない状態に置かれている。

幸いにして、無錫動力機工場の経営陣は、外部環境の変化をいち早く捉えて、新しい施策を講じて来ているが、生産体質は旧来のままで弱体であることが、工場診断と現状分析の結果明らかとなった。

従来の計画経済下での企業運営とは異なり、市場の要求と、変動する需要に対応していける、柔軟で、且つ活力のある体質作りが必要であり、生産管理、生産工程の根本的な革新に迫られている。

このような理由から、近代化計画に当たっては、販売、製品開発、製造の企業の3大機能について、『企業体質のバランスを図る』ことを近代化の基本方針として、最も弱体である生産体質の強化に重点を置き、工場体質の改革を提案することを目的にした。

近代化計画では、今後のターボチャージャの機種別生産計画を踏まえて、生産規模に合った生産体制の確立を目標に掲げ、改善を目指すこととした。即ち、

- ▷ ラジアル式ターボチャージャは、大幅な増産が計画されており、増産対応の設備増強が必要となるので、現状の品質や生産効率の問題は、増強するライン化設備で改善する。また、今後のターボチャージャの小型化、高性能化についても充分考慮する。
- ▷ 軸流式ターボチャージャについては、生産規模が現状レベルであるので、現状の設備や工法の改善で、現在の問題を解決する。
- ▷ 生産管理面については、現在の問題点のみではなく、今後の量産で想定される問題も考慮して近代化の方策を提案する。

無錫動力機工場では、これまで汎用機主体の手作りの生産を行っているが、今後はラジアル式ターボチャージャを中心とした量産工場への脱皮が必要となる。また、市場経済化の急速な進展に伴い、市場競争の激化も想定される。

このため、単に生産能力の増強という観点からのみではなく、世界のターボチャージャ業界の先進的レベルに追いつくことを目標として、生産工程、生産管理面の改善を図り、整合性の取れた量産体制の確立を目指すこととした。

第Ⅲ編に記述する近代化計画は、概ね次のとおりであるが、目標達成のために、「何をすべきか」を示すとともに、でき得る限り「如何にすべきか」についても提案することに意を用いた。

#### 1) 生産体制の近代化

従来は個別生産をベースとした生産体制であるが、今後は量産体制への移行が不可欠である。

#### 2) 生産管理面の近代化

今後5年間の販売および生産計画と、製造工程のライン化を前提として、組立工程の日程管理を中心に据えて、生産方式と日程・負荷管理の改善策を提案している。

また、今後の生産計画の達成には、客先対応の製品開発が重要になるので、開発・試作体制の強化策についても提案している。

さらに、今後の市場競争における価格面の重要性を考え、原価管理と原価低減策についても言及した。

#### 3) 生産工程面の近代化

生産工程では、ラジアル式ターボチャージャを重点に、製造品質の安定・向上と

作業能率向上を可能とする生産方式を提案している。

生産工程は、製造ラインの抜本的改善が必要であり、1996年の目標生産量と品質目標を前提として、

- (1) 部品別専用ライン化・一貫ライン化
- (2) 生産能力（製品の小型化、高性能化も考慮）
- (3) 品質安定・向上のための自動化

の3つの観点から現状を分析、考察し、鑄造、精密鑄造、鍛造、プレス、機械加工、組立・試運転工程の各工程別に、改善策を提案している。

また、ターボチャージャの品質向上のためには、素形材製作に用いられる金型の精度向上が重要であるので、金型製作の近代化についても提案している。

#### 4) 生産能力面の近代化

工場の1996年の生産目標を達成するために、生産工程面の近代化で必要とする設備内容も織り込んで、設備投資計画を策定した。

#### 5) 近代化への過程

本編に記述する近代化計画について、1994年から目標年度である1996年までの3年間の近代化へのマスタープランを提示した。

#### 6) 近代化計画実施上の留意点

近代化計画を実施に移すにあたって、考慮すべき、あるいは近代化をより効果あらしめるために、手を打つべき事項を示した。

また、増産のための設備投資規模が大きいので、企業経営の観点から、投資のタイミングが極めて重要となる。このため、投資を決定するためのチェック項目についても言及している。

## 2. 近代化計画の基本構想

### 2.1 工場側の近代化基本構想

工場側が現在計画している近代化構想および目標は、次のとおりである。

#### 2.1.1 近代化の基本構想

- (1) 製品は、H系列を重点に発展させ、世界のターボチャージャ業界の先進的技術レベルに追いつく。
- (2) 現有の設備等を合理的に利用し、段階的に生産能力を拡大する。
- (3) ターボチャージャの専門体制を指向し、管理レベルの向上と全体の合理化を実現する。
- (4) 工場を中国のターボチャージャの研究開発及び生産、輸出の基地とする。

#### 2.1.2 近代化の目標

- (1) 1996年には、ターボチャージャの販売量15万台（目標利益 5,000万元）を達成する。

##### 1) 販売計画

	1992年	1996年
販売台数	10,420 台	150,000 台 (14.5倍)
販売高	2,000万元	24,620万元 (12.3倍)
目標利益	250万元	5,000万元 (20.0倍)

##### 2) 機種構成

機種・型式		1992年(実績)	1996年
ラジアル式ターボ	H1シリーズ	4,339	75,000
	H2シリーズ		20,000
	J50		30,000
	J90, HT3B, HT4C		24,500
	J 系列	4,837	0
	小計	9,176	149,500
軸流式ターボ(P系列)		416	500
合計		9,592	150,000