

5.6.3 ラインの型と編成条件

1) ラインの型

現状の生産条件では同一ラインに多種類のワークを流す「混載ライン」とすることが得策である。

混載ラインは進化段階に応じて次のように大別できる。

ライン化を進めるに当たり、目標はできるだけ高度な段階に置くべきであるが、現実の条件と比べながら着実に進めることがより大切である。

(1) セル型：一連の加工設備を車間の中の「島」として集め、その島の中だけで工程を完結させるものである。いわば「車間内車間」である。

セルの内部では流れが交錯していても、内部の工程管理を当事者に委ねることによって、セル全体をあたかも1つの工程のように扱うことができる。

セルは、その存在そのものが有効であるだけでなく、より高度のライン化への第一段階という意味で重要である。当事者の意識が高いほど成功する。

(2) マトリックス型：複数のセルを並行に配置し、かつ同類の工程を互いに近接させることによって、セル相互の負荷調整または設備の融通を容易に行えるようにしたものである。

単一のセルでは不足する弾力性を全体として補うことができる。ライン内の工程が整流できて同期化は困難な場合には、このような横の調整が有効である。この点、ジョブショップの長所も備えている。

(3) 同期流れ型：対象ワークと加工設備が限定され、且つ工程が完全に整流されしかも同期化しているものである。ラインとして最も完成度が高く、他のラインから干渉も援助も受けずに独立して運営できるラインとすることができる。

混載ラインにおいては、部品によって少しずつ異なる加工内容・工程順序・サイクルタイムを包括して処理するために多くの困難がある。難易度は加工される側すなわちワークと、加工する側すなわち加工設備の両方の条件に左右される。

2) ワークの条件

混載ラインの対象とし易いワークの条件は次のとおりである。これらの条件が整うほどラインに多くのワークを取り込むことができ、負荷を安定させるこ

とができる。また加工設備側への要求条件も緩和される。その結果、より進んだラインを実現することができる。

- ・工程数が短く、モデル化が容易である。
- ・工程順序に自由度があり、必要により変更できる。
- ・工程の分割・統合ができ、必要によりサイクルタイムを加減できる。
- ・加工形状・使用治工具が共通化できる。
- ・限定された特殊な設備を必要としない。

これらの条件を満足するにはワークの設計と工程設計の両面から進めるべきである。

3) 設備の条件

多種類のワークを受入れられる加工設備であれば、混載ラインを構成することが容易になる。ワークを安定して確保でき、かつ工程間の同期化も容易になるから稼働率を高く保つことができる。当然投資の回収率が高くなる。したがってラインの進化をさらに加速することができる。

混載ラインの構成設備に求められる条件は次のとおりである。

- ・他の工程の負荷を吸収して、工程間のバランスをとることができる。
- ・ライン内の他の設備の代替が可能である。
- ・ワークの切替えが容易に行える。
- ・ワークの設計変更に対応できる。
- ・他のラインへの転用や、ライン組替えのための移設が容易に行える。
- ・生産量が増加する場合、必要に応じて小刻みに増設することができる。

これらの特性を「柔軟性」ということにする。

現有の設備は柔軟性が乏しいために用途が制限される。例えば、CA6140旋盤部品用の専用機は生産能力に余裕があるが他に転用することができない。また平面加工の主力となっている平削盤はプラノミラーに比べると加工対象・加工部位に対する適応範囲が狭い。このような設備体質は混載ラインの構築にとって支障となる。

勿論、専用ラインが成立する場合は専用設備が有効に稼働することは間違いない。

5.6.4 ライン編成構想

以下に各車間のライン化構想を述べる。

車間の合計設備台数は〔5.6.2〕表Ⅲ-21に準拠したが、ラインを個々に検討して不足が認められたり、新設・更新までの「つなぎ」が必要と考えられるときは、同表中で「残余」とした中から選んで補充した。

新設設備は、以下の表では+Xとして示してある。

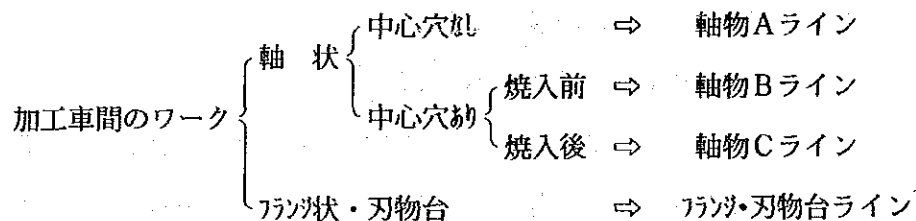
1) 加工車間

加工車間は、全ての製品の丸物および小型角物を対象にして、マトリックス型のラインを編成する。

各ラインのワークは次の基準によって集合する。

- (1) 軸物Aライン：中心に穴の無い軸（センター・ワーク）。
- (2) 軸物Bライン：中心に穴がある軸で、かつ工程中に焼入れが含まれないもの。または焼入れが含まれるものの焼入れ前の工程。
- (3) 軸物Cライン：中心に穴がある軸の焼入れ後の工程（旋盤主軸を想定）。
- (4) フランジ・刃物台ライン：円盤状またはこれに類似の工程のもの（チャック・ワーク）。

この基準を図に表すと次の通りである。



図Ⅲ-35 加工車間のライン化

ラインを構成する設備は表Ⅲ-22のとおりとする。

2) 歯車車間

歯車車間は、全ての製品の歯車とスプライン軸（またはハブ）を対象にしてマトリックス型のラインを編成する。

各ラインのワークは次の基準によって集合する。

- (1) ホブ切りライン：ホブ盤による歯切りを行う歯車。歯面に焼入れを行う場合は焼入れ前まで。

(2) 形削りライン：歯車形削盤による歯切りを行う歯車。歯面に焼入れを行う場合は焼入れ前まで。

(3) 仕上げライン：歯面焼入れ後の工程。

この基準を図に表すと次のとおりである。

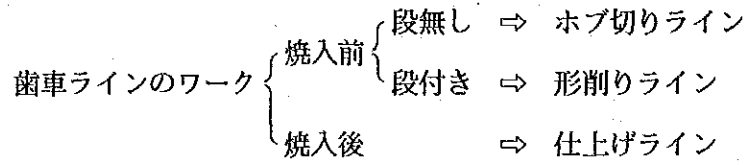


図 III - 36 歯車車間のライン化

ラインの構成は表 III - 23 のとおりとする。表中、SL（立削盤）台数に*を付けているのは、稼働率は低いながら1台配備することが望ましいことを示す。

3) 大物部品車間

大物部品車間は、専用機ベッド・スライドユニット用テーブル及びベッドを除き、全製品の角物・箱物を対象にしてマトリックス型のラインを構成する。

各ラインのワークは次の基準によって集合する。

(1) 大型角物ライン：旋盤ベッド・脚などの大型の角物。

(2) 中・小型角物ライン：旋盤サドル・クロススライド、摺動面押え板など。
(大型角物と刃物台などの小物を除く角物のすべて)。

(3) 大型箱物ライン：旋盤主軸頭・エプロン、専用機用主軸台・治具板などの大型の箱物。

(4) 小物箱物ライン：スライドユニット伝動歯車箱、旋盤送り歯車箱・心押台あるいは各種軸受台などの中型以下の箱物。

この基準を図に表すと次のとおりである。

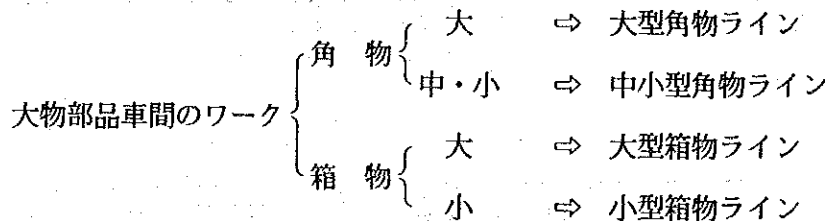


図 III - 37 大物部品車間のライン化

ラインの構成は表 III - 24 のとおりとする。

表III-22 加工車間のマトリックスライン構成

(ライン)	(設備配列)										計	
	L	BTA	MV	MH	DU	DR	MK	SL	GP	GI		GF
軸物 A	22+1		1		1		1		3			28+1
軸物 B	22+1	1			1							24+1
軸物 C	3+1		1			2			4	1+1		11+2
フアンダ・刃物台	10		1	1	2	1		1		2	2	20
合計	57+3	1	3	1	4	3	1	1	7	3+1	2	83+4

表III-23 歯車車間のマトリックスライン構成

(ライン)	(設備配列)													計			
	L	MH	DU	SL	TH	MS	BR	TS	TC	TV	GP	GF	GI		TG	TF	GS
ホブ切り	7	1	2	*	4	2											16
形削り	3						2	4	1	2							12
仕上げ	2										2	1	3	4	1	1	14
合計	12	1	2	*	4	2	2	4	1	2	2	1	3	4	1	1	42

表III-24 大物部品車間のマトリックスライン構成

(ライン)	(設備配列)														計	
	PL	MP	MZ	SH	MH	MV	GPL	GFS	BH	BZ	MC	BJ	GH	DR		DU
大型角物	3	1	6				4							4		18
中小型角物				5	9	2+1	3+1							1	1	21+2
大型箱物		1				1		2	8	1	2			5		18+3
小型箱物			1			1+1	1+2	3	4				1	2		13+3
合計	3	1+1	7	5	9	3+3	5	4+3	5	12	1	2	1	12	1	70+8

L: 旋盤、 BTA: 深穴旋盤、 MV: 立型汎用フライス盤、 MH: 横型汎用フライス盤、
 DU: 直立ボール盤、 DR: リジアルボール盤、 MK: キー溝フライス盤、 SL: 立削盤、 TH: ホブ盤
 MS: スプラインフライス盤、 BR: フローナ盤、 TS: 歯車形削盤、 TC: 歯車面取盤
 TV: シェービング盤、 GP: 円筒研削盤、 GI: 内面研削盤、 GF: 平面研削盤、
 TG: 歯車研削盤、 TP: 歯車ホーニング盤、 GS: スプライン研削盤
 PL: 平削盤、 MP: ファミラー、 MZ: 専用フライス盤、 SH: 形削盤、
 GPL: 大型平面研削盤、 GFS: 小型平面研削盤、 BH: 中ぐり盤
 BZ: 専用中ぐり盤、 MC: マシニングセンター、 BJ: 治具中ぐり盤、 GH: ホーニング盤、

4) 専用機車間

専用機車間は特定の大部部品、すなわち専用機のベッドとスライドユニットのテーブルおよびベッドを対象としてセル型のラインを編成する。

1995年における負荷水準を想定すると表Ⅲ-25のとおりとなる。

表Ⅲ-25 1995年における特定大物ラインの想定負荷（現状の生産性基準）

加工対象		平削盤	フラミラー	フライス盤	中ぐり盤	ボール盤	平研A	平研B	平研C	合計
スライド ユニット SRMB 400 /630	テーブル加工	8500	3330	5170		4330	19170		2500	43000
	ベッド加工	12500	1500	830	12000	2830	7330	2160	9500	48650
	準備時間	880	220	400	720	500	360	120	360	3560
専用機ベッド		5000		1500	900	450			2250	10100
合計時間		26880	5050	7900	13620	8110	26860	2280	14610	105310
換算台数		6.3	1.2	1.9	3.2	1.9	6.3	0.6	3.5	24.9

備考：換算台数＝合計時間／4284H/年・台

平研A：MM7150A 平研B：M50100 平研C：MM52100

設備を配置するに当たって現行の工法を改め、平削盤の負荷をプラノミラーで、中ぐり盤の負荷をマシニングセンターで吸収することにした。更に工数低減と稼働率向上を見込んだ。配置を計画している設備は表Ⅲ-26のとおりである。

表Ⅲ-26 特定大物ライン配置設備

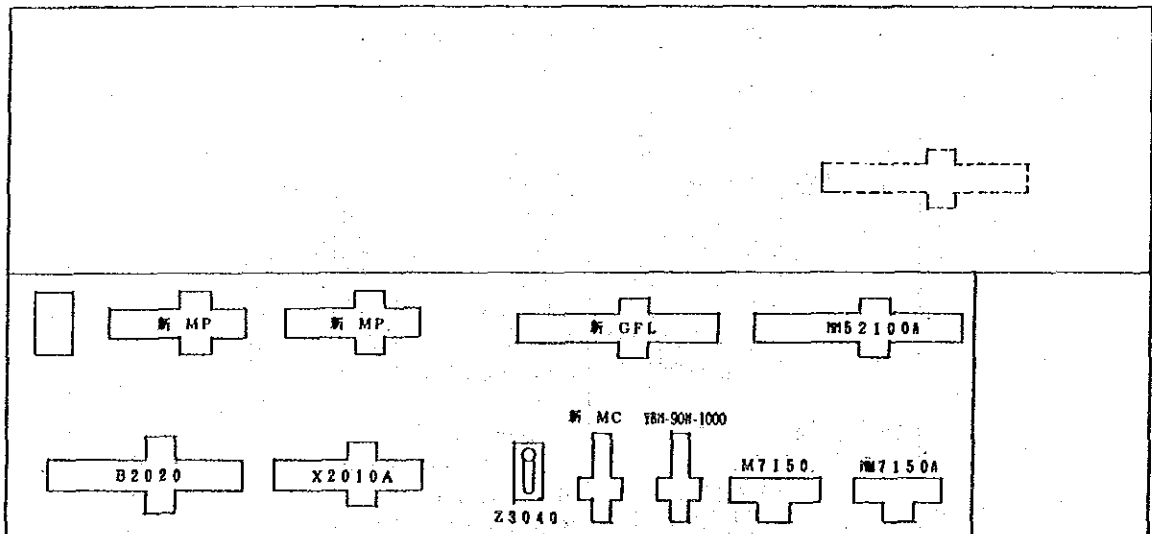
区分	名称	型式	現在の所在	配備時期
既存設備	平削盤	B2020	専用機車間	
	フラミラー	X2010A	専用機車間	
	マシニングセン	YBM-90N-1000	専用機車間	
	リソールボール盤	Z3040	専用機車間	
	平面研削盤A	MM7150A	専用機車間	
	平面研削盤AA	M7150	大物部品車間	
	平面研削盤C	MM52100A上海	専用機車間	
新設設備	フラミラー	テーブルサイズ 1000×3000		1993
	フラミラー	テーブルサイズ 1000×3000		1993
	マシニングセン	現有機と同等		1994
	平面研削盤	MM52100A上海と同等		1994

これらの設備による負荷消化計画は表Ⅲ-27のとおりである。

レイアウトは図Ⅲ-38のとおりである。

表Ⅲ-27 特定大物ラインにおける工事消化計画 (1995年時点)
(数値は現状の生産性を基準とする)

		必要台数									
		平削盤 6.3	方ミラー 1.2	フリス盤 1.9	中り盤 3.2	ボール盤 1.9	平研A 6.3	平研B 0.6	平研C 3.5	合計 24.9	
消 化 計 画	既 存 設 備	平削盤	1.5							1.5	
		方ミラー	0.4	1.2						1.6	
		マシ・センタ				1.7				1.7	
		ボール盤					1.3			1.3	
		平研A						2.2		2.2	
		平研AA						2.2		2.2	
		平研C							2.5	2.5	
	新 設 設 備	方ミラー	2.2		0.6					2.8	
		方ミラー	2.2		0.6					2.8	
		マシ・センタ			0.7	1.5	0.6			2.8	
		平研盤						1.9	0.6	1.0	3.5



焼入れ前工程 ⇐ ⇨ 焼入れ後工程

図Ⅲ-38 特定大物ライン配置図 (1995年時点)

5) 面積計画

1995年に現状の面積でも十分かどうかを検討する。

現在、4車間には合計197台の設備がある。1995年の想定台数は増設機16台と組立車間からの移設5台を含めて218台で、21台の増加となる。その内訳は加工車間+5、歯車車間+4、大部品車間+36、専用機車間-24である。

加工車間と歯車車間は殆ど変化しないから面積不足の心配はない。1995年における1台当たりの占有面積は両車間とも約14㎡である。

専用機車間(特定大物ライン)は前ページ図Ⅲ-38のとおり配置できる。このときの1台当たり占有面積は約100㎡である。

大部品車間は、現在1台平均62㎡の占有面積が35㎡に縮小し、過密状態となる。これを50㎡まで回復するとすれば、1290㎡の建屋増設が必要となる。この広さは現状の加工車間と歯車車間を合わせた面積に匹敵する。

対策として、大部品車間と組立車間の間の幅19mの空き地に建屋を建設することを提案する。これで面積約1596㎡(=19×84)を確保で、且つ組立車間に隣接しているので理想的な位置と言える。これが実現すれば1台当たりの面積は54㎡/台となる。

もし、大部品車間と組立車間の間での建設が困難な場合には、出来るだけ組立車間に近い、適当な場所を選択することを薦める。

6) クレーン必要台数

加工車間と歯車車間にはクレーンを使用するワークが無く、取付け具の段取り程度であるから、現状のままでも問題ない。

大部品車間は、仮に78台の全設備が1時間に2回ずつ使用するとすれば、現有の6台のクレーンは1台平均26回/時すなわち2.3分に1回の割合で稼働することになる。これは現実には有り得ない高い数字である。これを半減しようとするれば、さらに6台のクレーンが必要となる。

専用機車間(特定大物ライン)は、加工部品数をスライドユニット2点/台、専用機5点/台とし、それぞれ20工程とすれば、年間の生産計画から1時間当たり少なくとも12回のクレーン使用が発生する。ここで1回とは「載せ降し」のことであるから、2台のクレーンがあってもかなり使用頻度が高い。さらに1台増設することが望ましい。

5.6.5 生産性向上の方策

既述のとおり、1995年における設備の所要台数は、原単位工数を平均31%低減させるという前提のもとで算定した〔5.6.2参照〕。また、特定大物ラインでは、現状の生産性に対して既存設備で最高2.5倍、新設設備では最高3.5倍平均2.26倍の生産性向上を見込んだ。ここでは、これらの値を裏付ける。

1) 生産性向上の着眼点

現状では生産性を阻害する多くの問題が不可抗力として放置されている。しかし、これらの問題を解決する以外に生産性向上の方途は無い。

問題解決の糸口を見出すための着眼点は以下のとおりであり、大別して2つの方向に整理することができる。一つは標準時間の低減、もう一つは実働時間率の向上である。

a) 標準時間の低減

標準時間は出来高の指標として使われている。その裏には一定時間の労働により一定の出来高が生み出されるという前提がある。しかし生産の方法が進化すれば出来高は増加するから、労働時間と出来高の均衡が破れてくる。均衡を保つためには標準時間を是正しなければならない。

当工場ではこのような是正が必要であることは認めており、その方法としては工場全体を対象にした調整係数の値を切り下げることを考えている〔Ⅱ4.1.5 2)参照〕。しかし、標準時間の是正は、方法が改善された個々の作業に対して行うのでなければ、その根拠が曖昧になり説得力を失う恐れがある。

ここで言う標準時間の低減とは、明確な根拠をもった是正のことである。

(1) 設計改善：加工の難易度または加工量そのものを軽減する。設計部門の理解と協力が必要である。

(2) 工法転換と方法改善：現行より優れた別の工法に転換する。あるいは現状より合理的な作業方法に改める。

工法転換の代表例として平削盤からプラノミラー、中ぐり盤・ボール盤からマシニングセンターへの転換を挙げることができる。高額な投資を必要とするが効果は大きい。一方、作業改善は殆ど費用を要しないで速効的に比較的大きい成果を得ることができる。

(3) 段取りの改善：「内段取り」を「外段取り」に転換する。または内段取りそ

のものを改善する。これによってロットの切替えが容易になる。

- (4) 加工時間の短縮：切削条件を設備の能力限界あるいはワークの許容限界まで上げる、切削回数を少なくする、工具経路を最短にする、または空転時間を最少にするなど。工具・取付け具を含めた改善が必要である。
- (5) 測定・調整の改善：加工中の測定回数、測定に要する時間、測定値にもとづいて処置を判断するための時間を縮減する。また調整方法を改善し、試行回数を減らすなど。

b) 実働時間率の向上

実働時間率とは理論能力に対する実働時間（実用工時）の比率である〔4.1.3参照〕。実働時間率の向上とは、能率評価の対象となる実働時間の比率を高めることである。裏返せば能率評価の対象から除外されているあらゆる損失時間を減少させることである。この損失時間を回復させることによって生産性が向上することは間違いのない事実である。

- (1) 故障・復旧時間の短縮：故障を予防することと、故障の発見から復旧までの時間を短縮することの両面から取り組む。

停電の解消のためには自家発電などの自衛策を充実する。

- (2) 材料待ちの解消：負荷の確保あるいは平準化を図る一方、加工設備の適応性も拡大する。

類似部品の集約加工・ライン化はこの問題の有効な解決策である。

- (3) 工具待ちの解消：切削工具・治具・取付け具・測定具およびNCプログラムを広義の工具として考える。出庫・返納の簡素化、再研磨待ち・工具待ちの解消などの観点から進める。

- (4) 異常による中断の防止：設計不良・材料不良・治工具の欠陥・設備の不調などの偶発的な異常の予防と処置の迅速化の両面から進める。

- (5) 切り屑処理の合理化：切り屑による加工阻害、切り屑掃除などによる時間損失を最少にする。切り屑の生成・誘導・集合など総合的に対策する。

- (6) 不良・手直し発生の防止：不良原因の追求と対策が上滑りしないよう、方法の改善と「ポカよけ」で歯止めを行う。

- (7) 職場管理・後方支援の徹底：作業指示の徹底、材料・仕掛品の整理整頓、治工具の集配サービス、測定具の十分な配備、試験・検査の迅速化、報告システ

ムの簡素化、規律の徹底などを通じて作業員が常に加工に集中できるようにする。

これらの着眼点を念頭に置いて、特定大物セルにおける生産性向上の方策を以下に述べる。他のラインにおいても同様の考え方と方法で目標とする生産性向上を達成できるものとする。

2) 特定大物ラインにおける生産性向上策

a) 工程の短縮

スライドユニットSEMEc400/630ベッドを例にとって説明する。

現行の工法によると工程数は21である。その中には案内面に対する6工程の加工が含まれている。〔Ⅱ 4.4.6 表Ⅱ-99〕

これを1995年までに表Ⅲ-28の如く短縮する。この工法では工程数が11工程となり、現状よりほぼ半減する。

工程を省略することによる明らかなメリットは、準備時間と加工時間が低減できること、および工期が短縮できることである。

表Ⅲ-28 スライドユニットSEMEc400/630ベッド加工工程短縮案

熱処理	案内面	端面・軸受座	その他	手作業
①応力除去	③PL焼入れ前	④MP中仕上げ		②方巾塗装 ⑤面取り仕上
⑥中周波焼入	⑦MP基準面修正 ⑧GP案内面仕上	⑨MC端面軸受座	⑩MC穴明け	⑪面取手入れ ⑫塗装

PL: 平削盤 MP: 研削盤 GP: 平面研削盤 MC: マシニングセンター

基本的には、どの加工部位でも荒削りと仕上げの2工程で完了できるはずである。当工場でこのように工程を分けている理由の一つは、荒削りの後に応力除去を折り込んでいるからである。確かにこの方法は堅実である。しかし、これは黒皮状態で済ませておきたい。効果も殆ど変わらない。そうすることによって工程を減らすことができる。事実日本のメーカーはそうしている。

もう一つの理由は、機能的または精度的な制約のために、1工程で完了できる加工設備が無いことである。この問題はそれが可能な加工設備を導入することで解決する。

現行では罫書きを2回必要としている。一つは最初の工程におけるワーク全体の取代調べ、もう一つは穴の位置である。しかし、繰り返しのあるワークでは1個ごとに罫書きを行うのではなく、直接加工するように改めるべきである。

最初の罫書き工程はワーク本体に基準となる座を設けておき、これを証に取付けることによって解消できる。勿論鑄造素材の品質が安定していることが条件である。穴罫書きは加工設備自体に座標位置を読み取る機能があれば省略が可能である。

b) 工法の転換

現行では案内面と端面あるいは軸受座の加工が別々の工程になっているが、新しい工法ではこれらを一括して行う。そのため複合加工用プラノミラーおよびマシニングセンターを採用する。この結果、これまで各工程ごとに必要であった準備・取付け芯出し・取り外しが省略できる。しかも、同一工程で連続して加工するために加工精度を向上することができる。

テーブルは、現行の工法ではベッドと組み合わせ一体化した後に上面を仕上げているが、これを改め単独に仕上げることにする。これにより工程間の待ち合わせを解消し、設備の稼働率を高めることができる。また平面研削盤に過度の重量を掛けることが無くなるため油温上昇などのトラブルを予防できる。

方法・手順、段取り改善、加工・測定・調整などの作業方法の改善については各工程別に記述する。

c) ワーク設計の改善

前述のように、本体に取付け基準の座を設ける。

また、搭載・反転などの際に便利な吊り具用の穴を端面に設ける。研削工程で水抜きが容易になるように隅に鋳抜き穴を設けるなど。

d) 時間効率の向上

ライン化の直接効果である負荷の平準化と稼働率の向上を追求する。方策のうち特に職場管理と後方支援に力点を置く。

作業計画を充実し指示を明確に行うこと、作業員欠勤などの際の補充要員を

確保すること、治工具・測定具を必要なだけ必要な場所に配備すること、各工程の品質チェックを徹底して次工程での確認を簡略化すること、材料・仕掛品の置き場所・置き方を誰が見ても判るようにすることなど。このことを通じて作業員が加工に集中できるような環境を実現する。

3) 設備別の生産性向上策

以下に特定大物ラインにおける工程別の生産性向上策を述べる。項目ごとの予測効果は必ずしも厳密な分析によつたものではないが、それぞれの工程の何処に生産性向上の可能性があるかを、この値によって示したつもりである。この他にも多くの可能性がある筈であり、工場側でこれに追加してくれることを期待する。

a) 平削盤

平削盤では1995年に現状の 1.5倍の生産性向上を見込んでいる。この裏付けを表Ⅲ-29に示す。

表Ⅲ-29 平削盤の生産性向上

着眼点	方 策	効 果	
標準時間低減	ワーク設計	吊り穴の追加・加工図の充実	2
	工法手順		
	段取り	取付け具による迅速取付け	8
	加工	超硬TA工具（工具交換回数減・迅速交換）	10
	測定・調整	機械精度の維持による測定の簡略化 測定基準ブロックの採用	3
標準時間低減効果A%		23	
時間効率向上	故障・復旧	保護カバーによる案内面保護・保全点検	1
	材料待ち	ライン化による負荷の平準化	2
	工具待ち	TA工具の採用（再研磨待ちの解消）	5
	異常による中断	鑄造素材の品質安定化	2
	切り屑処理	切り屑カバー、シュート、ピットの設置	2
	不良・手直し	鑄造欠陥の解消・加工精度向上	1
	職場管理	5 S・作業指示徹底・測定具の配備など	10
実働時間率向上効果B%		23	
総合効果(100+B) / (100-A) 倍=1.23/0.77		1.6	

平削盤には初工程の荒削りを行わせる。取り代が不安定で、材料欠陥の潜在する可能性がある黒皮切削ではバイト切削の長所が発揮できる。

素形材に取付け基準用の座を設ける。専用取付け具と併せて迅速な取付けができる。取付け具には寸法測定の基本面を設け、簡単なブロックを併用してバイトの位置決めを行う。これにより測定が簡素化できる。

切削工具は全面的に超硬TA工具を採用する。これにより工具寿命が延長して工具交換の回数が減り、交換も簡単にできるようになる。

b) プラノミラー

プラノミラーでは1995年に現有機で 1.6倍、新設機で 2.8倍の生産性向上を見込んでいる。表Ⅲ-30にその裏付けを示す。

表Ⅲ-30 プラノミラーの生産性向上

着 眼 点	方 策	予 測 効 果	
		既存機	新設機
標準時間低減	設 計	1	1
	工法手順	5	30
	段 取 り	10	10
	加 工	6	8
	測定・調整	3	10
標準時間低減効果A%		25	59
時間効率向上	故障・復旧	1	2
	材料待ち	5	5
	工具待ち	5	5
	異常による中断	2	2
	切り屑処理	3	5
	不良・手直し	1	1
	職場管理	10	10
実働時間率向上効果B%		27	30
総合効果(100+B)/(100-A)倍		1.7	3.2

プラノミラーは、主として焼入れ前のベッドまたはテーブルに適用する。

前述のように応力除去焼鈍を加工までに済ませる前提で、従来の3または4工程分を1工程にまとめて加工する。

パレット式の取付け具を採用し外段取りを可能とする。このパレットはワークの大きさに応じて大中小を選ぶが、基本的に同じ方法で機械に装着できる。

新設機には座標読取り装置を付属させ、加工中の測定作業を軽減する。また良好な操作性と併せて迅速に位置決めができる。

c) マシニングセンター

マシニングセンターでは1995年に現有機で1.7倍、新設機で2.8倍の生産性向上を見込んでいる。表Ⅲ-31にその裏付けを示す。

マシニングセンターは従来工法におけるフライス盤・中ぐり盤・ボール盤に代えて使用する。

表Ⅲ-31 マシニングセンターの生産性向上

着眼点	方 策	予 測 効 果		
		既存機	新設機	
標準時間低減	設 計	製作性改善・加工図の充実	1	1
	工法手順	工程集約・複合加工	5	30
	段 取 り	AWC によるワーク自動交換	10	10
	加 工	最適経路・最適条件プログラム ATC による工具自動交換	10	10
	測定・調整	自動位置決め	5	10
		標準時間低減効果A%	31	61
時間効率向上	故障・復旧	信頼性向上	1	2
	材料待ち	流れの平準化・負荷調整の容易化	6	6
	工具待ち	ホルネットセット 工具・TA工具の採用	5	5
	異常による 中断			
	切り屑処理	飛散防止カバー、コンベア	3	3
	不良・手直し	自動化による信頼性向上	1	1
	職場管理	5 S・作業指示の徹底など	10	10
		実働時間率向上効果B%	26	27
		総合効果(100+B) / (100-A) 倍	1.8	3.2

マシニングセンターは最適な加工条件をNCプログラムの形で「外段取り」で
 できること、パレットによるワークの自動交換ができること、工具の交換が迅速
 かつ自動的にできることなどにより大幅な生産性向上が可能となる。

工具交換装置の収納マガジンには十分に余裕をもたせ、必要な工具を固定す
 る「パーマネントセット方式」を採用する。これにより工具待ちが解消する。

d) ラジアル・ボール盤

ラジアル・ボール盤では1995年に現状の 1.3倍の生産性向上を見込んでいる。

ラジアル・ボール盤の用途は従来と基本的に変わらない。専用機のように繰
 り返しの少ない製品にマシニングセンターを用いてもメリットが出にくいので
 主としてこのような単品のワークを対象とする。

取付け定盤・締付け具などの段取り用具の改善、超硬ドリルの採用による加
 工条件の向上と工具寿命の延長、簡単な工具マガジンの採用による工具交換の
 迅速化などが主な課題である。

これらの予測効果を表Ⅲ-32に示す。

表Ⅲ-32 ラジアルボール盤の生産性向上

着 眼 点		方 策	予 測 効 果
標準時間低減	設 計	吊り穴など取扱の容易化	2
	工法手順		
	段 取 り	段取り用具の改善	3
	加 工	超硬ドリル採用	6
	測定・調整		
標準時間低減効果A%			11
時間効率向上	故障・復旧		
	材料待ち	ライン化による負荷の確保・平準化	5
	工具待ち	簡易工具マガジン	3
	異常による 中断		
	不良・手直し		
	職場管理	5 S・作業指示の徹底・突発要員の確保	10
実働時間率向上効果B%			18
総合効果(100+B) / (100-A) 倍			1.3

e) 平面研削盤

生産性向上の方策と予測効果を表Ⅲ-33に示す。

表Ⅲ-33 平面研削盤の生産性向上

着眼点	方 策	予 測 効 果			
		既存A	既存C	新設機	
標準時間 低減	設 計	吊り穴などによる取扱性向上 水抜き容易化	2	2	2
	工法手順	工程の統合 一体加工→単独仕上げ 凹凸傾向付け加工	20	20	35
	段 取 り	成形済砥石の購入 簡易砥石交換の採用 砥石自動バランスの採用		2	5
	加 工	CBN 砥石の採用 操作性の向上	5	6	8
	測定・調整	空調による温度管理 機械精度の維持	8	10	10
標準時間低減効果A%		35	40	55	
時間効率 向上	故障・復旧	作動油の強制冷却(夏季) 作動油の予熱(冬季) 信頼性向上 保全の強化 研削水の管理	30	40	50
	材料待ち	ライン化による負荷平準化	6	6	6
	工具待ち	砥石(フランジ付き)確保	2	2	2
	異常による中断				
	切り屑処理				
	不良・手直し	加工精度向上	1	2	2
	職場管理	5S・作業指示の徹底など	10	10	10
実働時間率向上効果B%		49	60	70	
総合効果(100+B)/(100-A)倍		2.3	2.7	3.8	

既存A：MM7150A, M7150 既存C：MM52100A

平面研削盤では1995年に既存のMM7150A およびM7150 で 2.2倍、MM52100A機
で 2.5倍、新設機では 3.5倍の生産性向上を見込んでいる。これほど高い生産
性向上を見込んだ背景は次のとおりである。

- (1) 当工場と同様なスライドユニットを製作している日本の工場と比べると、ベッドの研削加工には 4.7 倍、テーブルの加工には 6.8 倍も余計に掛かっている。(準備時間を含まず)〔II. 4. 4. 6〕
- (2) ベッドとテーブルを合わせた加工時間のうち、研削加工は45%を占めている。これに対して上の例ではたかだか20%である。
- (3) 本来1工程で完了できるところを3乃至4工程にしている。
- (4) 実際に見聞した印象から大幅な生産性向上が可能と判断した。

研削工程は、現行の工法ではスライドユニットのベッドに3工程、テーブルに4工程が折り込まれている。しかし、これらは基本的に1工程に集約可能である。これができない事情は現実に種々存在するが、それら阻害要因を逐次つぶして1工程化が可能となるように条件を整備する。

現在精度的に信頼できる機械がMM52100A(上海)に限られている状態を解消し、どの機械でも同等の精度で加工できるようにすることが目標であるが、当面は本機の稼働率を上げるとともに、精度を維持しなければならない。

そのために必要な対策として、夏季に作動油の温度が上昇して運転が不可能にならないよう、冷却器を設置する。また冬季に馴らし運転時間が1時間以上かかることを防ぐために作動油の予熱装置を設置する。

加工精度が不安定になることを防ぐためには、一日の間の温度差を5°C程度に管理できる環境が必要である。このため現在の空調室にMM52100A機を移設する。これによって測定と調整が軽減でき、加工時間が短縮する。新設機は本機と隣接させ、負荷の配分あるいは作業員の相互援助を可能とする。

また、例えばテーブルで上面に凹傾向が要求されるような場合は、これを機械精度だけに依存するのではなく、予め反対方向の弾性変形を与えて加工するため、それが可能な取付け具を準備する。

研削条件を上げ、かつ仕上げ面を向上するには切れ味のよい砥石車を使用することが必要である。そのため CBN 砥石車を採用する。

砥石車はできるだけ成形済のものを購入して成形時間を節減する。とりわけ CBN 砥石車は砥石の層が薄いから目的に合わせて形状・寸法を選んで注文する必要がある。また砥石車の交換にはクレーンの助けが必要であるが、クレーン待ちを解消するために簡易な交換装置を製作して交換時間を短縮する。

5.6.6 品質の向上と安定化

1) 今後の方向

現状の問題点と製品の動向、要求水準の変化、市場経済下の生産方式などを考えあわせ、品質の向上と安定化にあたって留意すべき点を指摘しておく。

- (1) 要求水準への適応：CA6140からMS1000G への世代交代に代表されるようにより高度な製品が主流になりつつある。当然、製造技術・設備への要求水準も高度になっている。これに伴い品質保証の充実が不可欠となっている。

例えば、MS1000G のはすば歯車は品質保証が不可能のため外注せざるを得ない実情にあるが、これを可能とする設備・技術を持たなければならない。

- (2) 組合わせ加工から単独加工へ：工期の短縮と組立工程合理化への要求から調整・摺合わせ作業は省略される方向にある。

例えば、スライドユニットにおけるテーブルとベッドの組合せ加工は単独加工への切り換えが求められる。

- (3) 合否よりも性能確保へ：適正な隙間が必要なはめあい部品には、リミットゲージによる合否の判定でなく、適正な隙間を確保できるかどうかを定量的に検証することが求められる。

- (4) 運搬・取扱いへの配慮：生産量の増加にともない工程間の移動が頻繁となり、運搬・取扱い中の損傷防止がより重要となる。取扱いに便利かつ安全な方法は同時に損傷防止にも有効である。

- (5) 習熟の促進：経験の浅い技能者が多数を占める当工場では、品質の安定化が重要課題である。教育訓練のやりやすい環境作り、すなわち繰り返し作業を通じて習熟を促進する仕組みが有効である。類似部品ライン化はその仕組みの一つである。

- (6) 問題解決への総合力発揮：発生したトラブルを早く解決することがますます重要になる。これは技術者だけの課題ではなく、組織全体の課題である。関係者の衆知を集めた取り組みが求められる。

以下に類型部品ごとの実行課題を記述する。

2) 丸物〔II 4.4.4 参照〕

- a) 研削仕上げ面粗さを改善する。

面粗さ $0.4\mu\text{m}$ クラス (MS1000G 旋盤主軸の端面・テーパ部等) を達成す

るため、砥石の選択・ドレッシング方法など多角的に検討して解決を図る。
更に精密内面研削盤を導入して恒久対策とする。

b) TA工具を採用し加工手順の標準化を進める。

品質のばらつき防止のため、先ずTA工具を採用して加工条件の標準化を図る。これにより、例えばはめあい部コーナーRが正確に加工でき、組付け困難などのトラブルが減少する。

c) はめあい部品の隙間を管理する。

正確な隙間を要する部品の加工には、リミットゲージ方式に代えて比較測定方式を採用する。これにより隙間を高い信頼度で予測できる。

このため比較測定用の規範（実体模型）を準備する必要がある。

d) 仕掛品の置き方・運び方を改善する。

パレット・コンテナ・枕木・歯止め・運搬車を必要なだけ配備する。

3) 歯車〔Ⅱ4.4.5参照〕

a) ヘリカル歯車用品質保証設備を導入する。

現有の設備では対応できないヘリカル歯車の精度測定装置を早急に導入し品質保証を可能にする。

b) 加工設備の精度を向上する。

要求精度（JB5級）達成のネックを解消するため、次の順序に従って現有設備の整備・調整を進める。新設当時の状態に復元することを狙うが、要求水準に達しないと予想される場合は更新に切り換える。

(1) 歯車研削盤の整備・調整を行う。これによってある程度精度が向上することが期待できる。上記の精度測定装置による支援を必要とする。

(2) 歯車研削盤の精度が復元できた場合、続けて歯車形削盤の整備・調整を行い研削不可能な形状の歯車に備える。これにより形削りとシェーピング（焼入れ後はホーニング）を組合せて加工精度を向上する。この場合、精度保証付きのシェーピングカッターを採用することを条件とする。

(3) 研削盤の精度が復元できない場合は、ホブ盤を整備・調整し、ホブ切りとシェーピング（焼入れ後はホーニング）との組合せで加工精度を上げることを試みる。

(4) 研削盤も形削盤も精度回復の見込みがない場合は、最初にホブ盤を更新

する。正確にホブ切りされた歯面を軽くシェービングすることによって高い精度を得ることが期待できる。ただし精度保証付きのシェービングカッターを採用することを条件とする。

(5) 焼入れ歯車の生産見通しに基づき、更に歯車研削盤の更新を行う。

c) スプラインの加工精度を向上する。

ネックとなっているスプラインハブ（内径）側の加工精度を優先する。工法・測定基準・工具などにわたって改善する。焼入れ後の研削装置は自製する。

d) 現場用の測定器を充実する。

ロット初品加工後あるいは再研磨工具による加工後、ただちに加工精度を確認できるよう歯車車間内（検査科の所有でもよい）に測定装置を備え、歯すじ・歯形をチェックする。

e) 工具再研磨技術を向上する。

安定した歯形精度と良好な切れ味を保証するために、歯切り工具の再研磨技術を向上する。この場合歯形測定などの裏付けデータが必要であり、上記測定装置を有効に活用する。

f) 組立・試運転との連携を強化する。

加工結果の測定データと併せ組立現場からの品質情報が重要である。組立工程の問題点を加工にフィードバックできるよう相互の連携を図る。

4) 角物・箱物（Ⅱ 4.4.6 参照）

a) 単独部品の精度を向上する。

スライドユニットのベッドとテーブルそれぞれの加工精度を上げ、従来の組合せ工法を解消する。

そのため、最適な取付け具・取付け方・加工条件を研究し標準化する。

また研削盤を空調室に移設して1日の温度差を5°C以内に制御するとともに据付け精度を維持する。

同様に旋盤のベッドとサドル、サドルとクロススライドの単独加工精度を向上し、組立過程における摺合わせ作業を最少にする。そのため加工時の模範とするダミーブロック（実体模型）を整備する。

b) 機械精度を補完するための測定・調整手段を持つ。

幾何精度（直角度・平面度など）を設備精度だけに依存せず加工中に測定を行って必要な調整を行うことにする。そのため 1.5m 程度の直定規と 1 m 程度の直角定規を必要とする。

- c) 幾何精度の確認のため三次元測定機を設置する。

工程能力（品質）を即時に把握し、設備保全と加工技術にフィードバックするため、三次元測定機を導入する。

- d) NC 機械または座標読み取り装置付きの設備を導入する。

穴の心間距離など、正確に測定することが難しい部位の加工にとって機械に内蔵された座標位置読み取り装置または自動位置決め可能な NC 機械は極めて有効である。

今後導入するすべての設備は、少なくとも座標位置読み取り装置を装着したものとす。

- e) はめあい部の隙間を管理する。

組立時厳密な隙間を要求される穴を加工する場合は、現行のリミットゲージ方式に代えて比較測定方式を採用し、基準寸法からの偏差を数値で把握する。このため測定規（実体模型）を準備する。

- f) 仕掛品の置き方・運び方を改善する。

置き場所・置き方を決め、必要な場所にパレット・コンテナ・枕木等を配置する。また運搬台車・吊り具を整備する。

設計の協力により部品に運搬・取扱いのための吊り穴などを設ける。

5.7 組立

5.7.1 近代化の考え方

組立は、機械製造工場の全ての管理において、中心的存在でなければならず、また、重要視されていないといけない。

組立が計画通り進められないような工場では、日程通り製品が出来ないばかりでなく、良い品質の製品も作られていない事を意味している。勿論、組立工程自身の問題も有るが、前工程の部品加工の日程が守れないとか、品質が悪くて欠品が発生していると言った、生産工程や生産管理、品質管理等の全ての問題点が、組立に皺寄せとなって現れている証である。

組立が計画通り進められる工場にするためには、組立工場において、物に流れを作り、作業を計画通り進められるような組立方式に改める必要がある。これによって、組立作業の進行状況が誰にでも見て判るようになれば、日程の管理もし易く、問題点が健在化して改善が促進されることになる。

そのためには、組立の作業を標準化し、工程を分割し、専門化して、決められた時間間隔で所定の作業が終了するような方式を採用する必要がある。この方式を、一般に「タクト組立方式」と呼んでいる。

組立方式の形態としては、4つの形態があり、それを図Ⅲ-34に示し、解説している。

各製品の生産量から、それぞれ当てはめて見ると、旋盤とスライドユニットは「移動式タクト組立」が、専用機は「定置式タクト組立」方式が望ましい。しかし、この実現には、前工程や管理の改善と設備投資が必要となり、またかなりの準備期間も必要とする。そこで、1995年の目標として、

- ・専用機は、「定置式タクト組立」を採用
- ・スライドユニットは、「移動式タクト組立」を採用
- ・旋盤は、「定置式タクト組立」を採用

を提案することにし、以下その内容と方法を示すことにしたい。

表Ⅲ-34 組立の方式

組立方式	方法と形態
<p>1. 自動コンベアー方式</p>	<p>◇一定の速度で動くコンベアー上に本体を乗せ、各組立ステーションを通り過ぎる間に、所定の組付け作業を完了させる。 ◇各ステーションの組立時間は、コンベアーの速度で調整する ◇対象：量産品、小物で軽量の物、調整作業の無い物 作業時間が小さい（分単位）の物</p>
<p>2. 移動式タクト方式</p>	<p>◇コンベアーまたは台車によって、本体を一定時間毎に間欠移動させ、停止時間内に各ステーションの作業を完了させる。 ◇作業時間は、コンベアーまたは台車の停止時間で、これをタクトピッチまたはタクトタイムと言う。 ◇対象：中量生産品、中大物、若干の調整作業は可能、 タクトタイムは、分～日の単位</p>
<p>3. 定置式タクト方式</p>	<p>◇組立する本体は移動せず、作業者が担当する作業を所定の時間（タクト）内に完了させ、順次移動して組み立てていく。 ◇移動時刻を決めて、作業者が入れ替わる。 ◇対象：少中量生産品、大物で重量物、調整作業の有る物、 タクトタイムは時～日の単位</p>
<p>4. 定置式組立方式</p>	<p>◇組立する本体を所定の場所に据え、日程計画に従い作業者が順次組み立てていく、従来の一般的な方式 ◇一定の時間間隔は採らず、作業日程表による ◇対象：少量生産品、繰り返しの無い個別受注品、大物重量物 調整作業の多いもの</p>

5.7.2 スライドユニットの組立

スライドユニットは、中量生産品である。型式は、テーブルの大きさとストロークによって32種類、動力伝動装置によって3系列、18種類のバリエーションがあるが、同じ構造を持ち、どの種類も同じ組立工程と作業内容であり、組立時間もあまり変わらない。

生産計画では、1995年に1,000台であるから、一日に、

$$1,000\text{台} / 306\text{日} = 3.27\text{台} / \text{日} (\approx 4\text{日間に}13\text{台})$$

を組立完了させなければならない。

これだけの生産量を、現在の組立方式のままで行うとすれば、現状の4倍の組立人員と組立面積を必要とし、年々多くの新人作業者の受入れで、組立現場が混乱を来すことは避けえない。そこで、組立の方式を見直し、生産量に相応しい組立方式の導入が必要となってくる。

1) スライドユニットの組立方式

スライドユニットの組立は、移動台車による、移動式タクト組立方式を採用する。

タクト組立方式とは、前述の如く、組立作業全体を、ある等間隔の時間で完了する幾つかの作業に分割して、それぞれの分担作業を時間内に完了させて、順次工程へ送りながら組立を完了させる方式である。

原則としては、現状の組立手順と作業時間を踏襲したが、製品の品質向上の為に、日本の組立工程の良い点は取り入れて、組立工程を再編成したものが、表Ⅲ-35「スライドユニットの組立工程」である。

現在、組立の総作業時間は、1台当たり94時間であり、1日1シフト7時間の作業時間とすれば、全工程を一人で組み立てると、14日 ($94 / 7 = 13.4$) を必要とする。

日本の経験を参考にして、組立工程の変更と、一人作業を前提に標準時間の一部見直しを行って、組立時間の計画値を設定した。その結果、表Ⅲ-35に示すように、2日タクトの組立方式を推奨することにした。

この方式は、大きく7工程に分割し、各工程では1台1人の作業者が担当することにし、2日間で完了して、順次次の工程に送る方法である。

表III-35 スライドユニットの組立工程

工程No	作業内容	現状作業時間・人員		計画値		日 順 (出荷日起算)												
		湖北機械	日本の例	時間	人	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
1	・部品点検		3.0	1	3.0	1												
I. 部品手入れ、取付け面調整、手入れ、穴加工		7.0 Hr	14.0 Hr	14.0 Hr														
2	・スライドベッド、テーブルの摺動面当たり確認	3.5	2	3.0	1	7.0	1											
3	・テーブル摺り合わせ			4.0	1													
4	・軸受支持座取付け面の摺り合わせ			2.0	1	2.0	1											
5	・抑え板寸法調整			1.0	1	1.0	1											
6	・取付け穴加工(ドッグ・ルート、スレーバ、分配器、パイプ・ボルト)			3.0	1	3.0	1											
7	・ベッド、テーブルの手入れ			1.0	1	1.0	1											
II. 塗装		7.0 Hr	7.0 Hr	7.0 Hr														
8	・パテ塗り、塗装	7.0	1	7.0	1	7.0	1											
III. 塗装後手入れ、テーブルとベッド組付け		20.0 Hr	5.0 Hr	13.0 Hr														
9	・部品手入れ、洗浄			1.0	1	1.0	1											
10	・テーブル裏面に送りボルト取付け	7.0	1	1.0	1	2.0	1											
11	・ストップ 取付け	3.0	1			3.0	1											
12	・テーブル、ベッド取付け ・抑え板 取付け	3.5	2	3.0	1	5.0	1											
13	・ドッグ 座取付け	3.0	1			2.0	1											
IV. ボールスクリュー取付け		12.0 Hr	4.5 Hr	12.0 Hr														
14	・ボール・スクリュー 仮組立	5.0	1	3.0	1	5.0	1											
15	・ボール・スクリュー 組立 検査	7.0	1	1.5	1	7.0	1											
V. 付属部品取付け		13.0 Hr	7.0 Hr	13.0 Hr														
16	・チップ・スレーバ 取付け	2.0	1			2.0	1											
17	・潤滑油分配器取付、潤滑油配管	7.0	1	7.0	1	7.0	1											
18	・ドッグ、リフトスイッチ取付	4.0	1	19工程で		4.0	1											
VI. 電装装置取付け、配線、試運転		19.0 Hr	5.5 Hr	13.0 Hr														
19	・伝動装置取付け	1.0	2	2.0	1	1.0	1											
20	・配線 導電試験	2.0	1			2.0	1											
21	・無負荷試運転	1.5	2	3.5	1	3.0	1											
22	・負荷試運転	5.0	2			5.0	1											
23	・組立品質検査	2.0	1			2.0	1											
VII. 精度検査、銘板等取付け、梱包		16.0 Hr	1.5 Hr	13.0 Hr														
24	・精度検査	2.0	2	1.5	1	4.0	1											
25	・銘板、レスポンスカバー(含む、穴明け)	6.0	1	銘板は#9		6.0	1											
26	・梱包	3.0	2	-	-	3.0	1											
組立時間合計		94.0 Hr	47.5 Hr	88.0 Hr														

注) 計画値は、組立タクト編成に用いた組立標準時間を示し、湖北機械工場の工程と作業時間を基準に、日本の経験から修正を加えている。

2) 生産量と能率の調整

2日タクトの組立方式を採用するとして、生産量の変動にどう対応し、また作業能率の吸収をどの様にしていくかを検討しておかなければならない。

a) 生産量への対応

1992年～1995年までの生産量から、1日当たりの組立台数は、

1992年 $340/306 = 1.11$ 台/日 \Rightarrow 1日に 1台 = 2日に 2台

1993年 $600/306 = 1.96$ 台/日 \Rightarrow 1日に 2台 = 2日に 4台

1994年 $780/306 = 2.55$ 台/日 \Rightarrow 2日に 5台 = 2日に 5台

1995年 $1,000/306 = 3.27$ 台/日 \Rightarrow 4日に 13台 = 2日に 7台

となる。つまり、2日タクトの組立方式では、同時に組立中の台数と作業者の人数は、次のようになる。

	〔1工程の台数と人員〕	〔組立場内総台数と人員〕
1992年	2台(2人)	14台(14人)
1993年	4台(4人)	28台(28人)
1994年	5台(5人)	35台(35人)
1995年	7台(7人)	49台(49人)

タクトタイムを変更しない限りは、同時に組立を行う台数(ロットサイズと言い換えても良い)と作業者の人員で、生産量の変動に応じていくことになる。このことは、もし組立ラインを設置するとすれば、ライン数に相当する。

b) 作業能率の吸収

タクト組立方式の長所は、日程管理のみならず、細分された組立作業を、同じ作業者が繰り返し行うことによって、作業の習熟が起こり、また改善が促進されて、作業能率と品質が向上することにある。

作業能率が向上した時、この改善分を何処にどの様に吸収して、生産性の向上(あるいは、原価低減)として効果あらしめるかを、明確にしておかなければならない。もしも、作業内容を固定し、タクトタイムを固定して、かつ1人1台の担当を変更しなければ、出来高は向上しない。

作業能率の吸収方法としては、どの様な方法を採用しようとも、作業員1人当たりの受持ち台数を増やす以外には無い。

例えば1995年は、現状の方法と能率では、前述の如く1人1台を受持ち、各工程でそれぞれ7人の作業員が必要であるが、改善によって17%能率が向上すれば6人となり、40%向上すれば5人で所定の生産量を消化出来ることになる。この方法は、日本でも日常的に行われることであり、技術的には可能である。

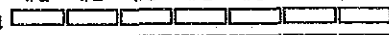
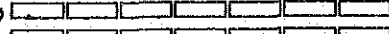
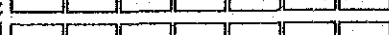

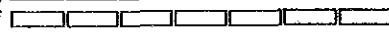
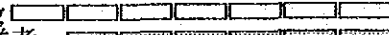





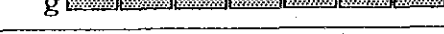
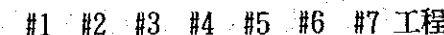
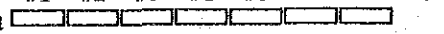
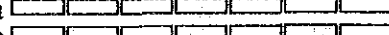
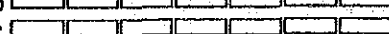
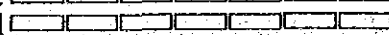
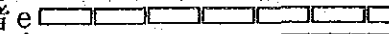
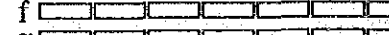


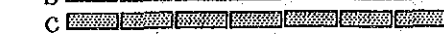



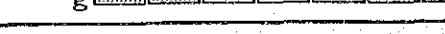


3) ロットサイズと流し方

2日タクトの組立方式を基準として、流し方とロットサイズについて検討してみる。

1日3.27台/日(≒4日間に13台)であるから、2日に6.5台、即ち7台のロットで組み立てる必要がある。

この7台を、どのような流し方ができるかを検討すると、表Ⅲ-36に示すように、2通りの流し方が考えられる。

表Ⅲ-36 スライドユニットの流し方

ケース	流し方の形態	作業の仕方
Case 1	<p>#1 #2 #3 #4 #5 #6 #7 工程</p> <p>作業員 a </p> <p>b </p> <p>c </p> <p>d </p> <p>e </p> <p>f </p> <p>g </p> <p>作業員 a </p> <p>b </p> <p>c </p> <p>d </p> <p>e </p> <p>f </p> <p>g </p>	<p>各工程で、7人の作業員が、一斉に作業に取り掛かって、2日間で所定の作業を完了して、次工程に送る。</p> <p>2日間に7台の製品が出来上がる。</p>
Case 2	<p>#1 #2 #3 #4 #5 #6 #7 工程</p> <p>作業員 a </p> <p>b </p> <p>c </p> <p>d </p> <p>作業員 e </p> <p>f </p> <p>g </p> <p>作業員 a </p> <p>b </p> <p>c </p> <p>d </p> <p>作業員 e </p> <p>f </p> <p>g </p>	<p>7台を、4台と3台の二つに分け、作業の着手日を1日ずらす。</p> <p>毎日、4台と3台が完成し、2日間に7台完成できる。</p> <p>前工程の部品加工工程の、負荷が平準化できる。</p>

Case 1と 2の、どちらの形態を採用するかは、日程・負荷管理を深く関わりを持つが、欠品等の影響を考慮すると、Case 2の方が好ましい。

また、組立に要する用具の中で、台車の台数は同じでも、作業用具は4台分で組立作業を実施できる長所が、Case 2には有る。また、塗装作業のように、乾燥時間を要する工程では、人員を4人にすることができる。さらに、検査工程や、梱包作業でも、負荷を平準化できるメリットは大きい。

このような理由から、Case 2の形態の採用を推奨する。

4) 配員計画

組立作業者の配員数は、Case 1と 2 の形態で少し異なる。

表Ⅲ-37にその試算結果を示す。Case 2の方が、Case 1比べ少人数で作業が可能である。

表Ⅲ-37 組立配員計画

		組立工程							合計
		# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	
1台当たりの標準時間		Hr/台 14.0	7.0	13.0	12.0	13.0	13.0	13.0	94.0
各工程の配員数	Case 1	7	7	7	7	7	7	7	49
	Case 2	7	4	7	7	7	4	4	40

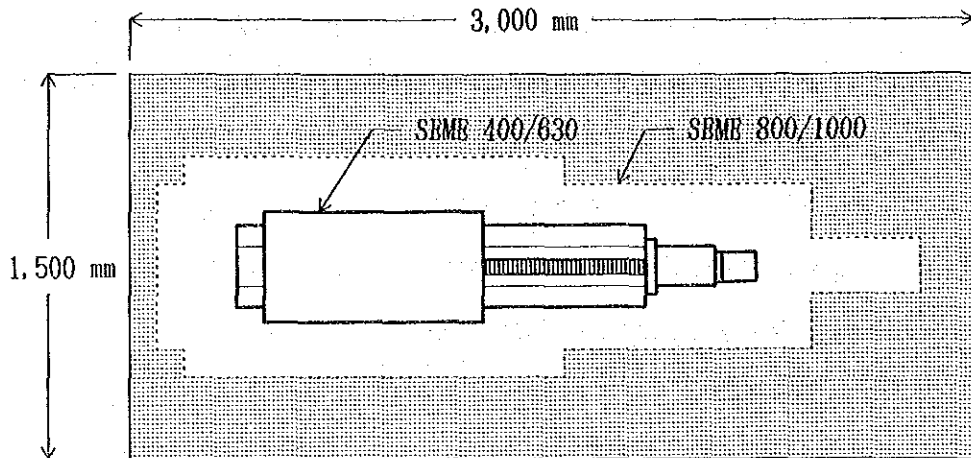
注) # 2. 6. 7工程は、何れも1日ずらすことによって、作業者の有効作業率を高められる工程である。

5) 組立場の面積の検証

1台当たりの組立所要面積は、最大寸法のSEME 800/1000 の組立が可能な面積をとると、図Ⅲ-39に示すように、1.5 m×3.0 mである。

塗装工程(# 2)を除く6工程で、同時に組立られる台数だけの作業場を必要とし、各年の別に試算すると、次のようになる。(現有面積 120㎡)

1992年	2台× 6工程=12台	12台× 4.5㎡= 54.0㎡	< 120㎡
1993年	4台× 6工程=24台	24台× 4.5㎡= 108.0㎡	< 120㎡
1994年	5台× 6工程=30台	30台× 4.5㎡= 135.0㎡	> 120㎡
1995年	7台× 6工程=42台	42台× 4.5㎡= 189.0㎡	> 120㎡



図Ⅲ-39 スライドユニット1台当たりの組立作業所要面積

その結果から1994年には、所要面積が、現有の組立面積($6 \times 20 = 120 \text{ m}^2$)を越えてしまうことがわかる。

現有組立面積で、1994年以降も組立を可能とするには、作業改善によって組立工期を短縮し、工場内での滞留期間を短縮する以外に方法は無い。つまり、方法は2つ、工程数を減らすか、タクトピッチを短縮するか、いずれかの方法を採用しかない。しかし、工程数を削減することには、工程の再編成と言った技術的課題を解決する必要があり、またタクトピッチを短縮すると運用上の問題を解決する必要が生ずる。

そこで、ここでは工程数は7工程のままとし、タクトピッチを短縮して、目的を達成する方法を模索し、次に流し方を改善することにする。

6) 流し方と組立形態の実行案

これまでの事から、タクトピッチを短縮しなければならない事が判った。

また、工程数を、7工程で固定するかぎり、各工程には、4台の並行作業しできないことは、既に明らかになった。

ここで、作業能率の向上も織り込み、組立の流し方と組立形態の実行案を、表Ⅲ-38の如く計画し、1992年に2日タクトからスタートし、1993年には二交代制として、タクトピッチを1日に短縮することを提案する。

タクト組立の場合、年間生産量は、ロットサイズとタクトピッチで決まる。

即ち、 1台ロット 2日タクトで、年産 153 台

1台ロット 1日タクトで、年産 306 台

表Ⅲ-38 スライドユニットの流し方と組立形態の実行案

年度	生産台数		1工程の作業時間		流し方と形態		1工程の 作業人員	作業員1人 の平均負荷	能率 指数
	年間	1日	現 状	改善後	ロットサイズ	タクトピッチ			
1992	340	1.11	1992基準 14.0	14.0	2 台	2 日	2 人	Hr/人・日 7.00	0.95
1993	600	1.96	14.0	11.9	2	1	早番2人 遅番2人	5.95	0.85
1994	780	2.55	14.0	9.8	3	1	早番3 遅番2	5.88	0.70
1995	1,000	3.27	14.0	9.4	4	1	早番4 遅番2	6.27	0.67

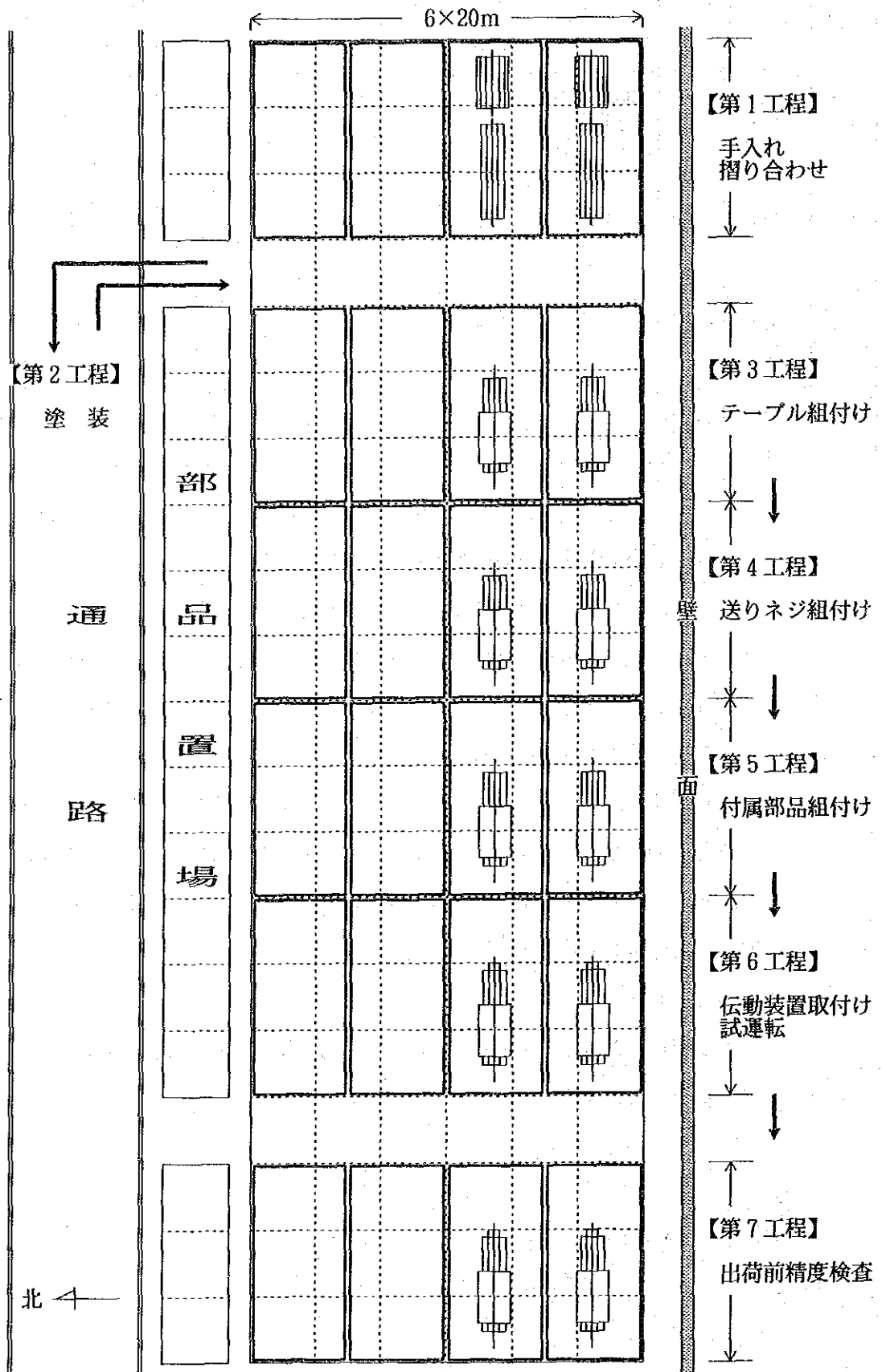
但し、この提案では、1992年の生産台数が不足する。即ち、1992年には 306 台の組立しかできない。34台の不足を生ずることとなる。

この解決方法は、これまで述べていた如く、ロットサイズを増やすか、タクトピッチを短縮するかしかない。タクトピッチを、時間単位まで短縮する方法も考えられるが、1992年は、タクト式組立方式の導入年度であることを考慮して、次の解決方法を提案する。

生産計画に応じ、ある一定期間3台ロットで流す期間を設ける方法と、生産量が年度の後半から増加するようなら、1992年の第4四半期から、1993年の方式を繰り上げて、2台1日タクトの採用に踏み切る手段とがある。受注の状況に応じて選択して欲しい。

7) 面積計画

1995年度における、スライドユニットの組立作業場の面積とレイアウト計画を、図Ⅲ-40に示す。



図III-40 スライドユニット組立場のレイアウト計画

7) 実現の為の改善事項

前述の組立方式の検討の中で、作業改善による能率向上を見込んだ。

新しくタクト組立方式の導入を実現するには、同時に作業改善を進めなければならない。必要な改善事項を表Ⅲ-39にまとめて、その推進を提案する。

これらの提案事項は、高額の投資を必要としない、効果的な改善案であると同時に、組立作業には共通した事項である。

表Ⅲ-39 組立の作業能率向上対策

区分	改善項目	具体的な改善内容	実施年と低減率			
			92	93	94	95
A 作業改善	1.組立手順、工法	・作業分解し、作業標準を明確にして、習熟化を促進する。これによりタクト組立を実現する。	→	→		
	2.組立での穴明け廃止	・現物合わせ穴や、タップ穴加工は、機械加工段階で完了する。または、治具を作成し使用する。	→	→		
	3.組立調整の改善	・調整部を明確にし、測定や摺り合わせ用のゲージ・ブロックを用意し、組立段階での調整を削減する。			→	→
	4.組立技術の向上	・歯車組立技術、摺り合わせ、芯だし測定技術等の技術を向上する。			→	→
	5.単体運転の徹底	・単体運転を徹底し、総組立段階でのトラブルを防止する。			→	→
	6.組立方式の改善	・現物合わせや寸法調整を削減し、積木式組立ができるように改善する。(例:テールピン廃止)			→	→
	7.日程管理の顕在化	・日程表を、作業場内に貼り出すことにより、日程管理の意識を高揚する。	→	→		
			2	8	15	15
B 組立用具・設備改善	1.運搬の合理化	・手押し運搬台車の採用により積替えの減少、物の移動を簡単にし、クレーンの使用を無くす。		→	→	
	2.組立作業台の整備	・専用組立台を設置する。手押しで移動可能な物は、できるだけルック付の車輪を付ける。		→	→	
	3.ハンドリング用具の整備	・吊り具、反転装置、材吊等のハンドリング用具を設置し、クレーンの使用を削減する。	→	→		
	4.二人作業の廃止	・組立用具の工夫により、一人作業にする。重量物の摺り合わせ作業には、摺動用バーを使う。		→	→	
	5.洗浄装置の充実	・組立作業場内に、簡単な洗浄装置を作り、部品を洗浄して組付けるようにする。	→	→		
	6.タクト組立用空調室新設	・タクト組立用の空調室を新設して、エタに埃が入らないようにする。		→	→	
	7.組立用具の整備	・組立各工程のステーションには、その工程で使用する工具を準備し、作業者の周辺に置く。	→	→		
			2	6	10	10
C 部品供給方法	1.部品供給体制の改善	・各工程に必要な部品を必要な時に、1台分キット化して供給し、作業者の部品集めを廃止する。		→	→	
	2.標準部品・油脂管理	・標準部品や油脂類は、部品棚や油脂置場を設け払出し手続きを簡素化する。	→	→		
	3.欠品、不合格品対策	・欠品や不合格品を早めにチェックし、組立段階でのトラブルを無くす。		→	→	
	4.塗装手順の変更	・部品段階で塗装を完了し、塗装後の手入れ作業を極力廃止する。	→	→		
			1	3	5	5
合計低減率			5	15	30	30

注) (1)表中の数値は、日本の実績から、各改善区分毎の低減率(1991年基準)の期待値を示す。
 (2) → は検討もしくは試行段階を示し、 → は実行段階を示す。

5.7.3 専用機の組立

専用機は、受注生産製品である。しかし、1995年の生産量は、150 台であり、

$$150 \text{ 台} \div 306 \text{ 日/年} \approx 0.5 \text{ 台/日}$$

即ち、2日に1台完成させなければならない。

この目標を達成するには、従来のように、日程計画だけを基にした定置式組立方式では、対応できない。そこで、定置式タクト方式の採用を推奨する。

以下、その具体的方法について記述する。

1) 専用機の組立方式

定置式タクト方式は、組立をする専用機を動かさず、何人かで編成された専門作業グループ（これを、「クルー」と呼ぶ）が、一定の時間間隔で担当の作業を完了して、順次クルーが入れ代わりながら、組立を完了していく方法である。

クルーの仕事は、专业化され、所定の時間で担当の作業を完了させると、次の製品へ移動し、同じ仕事をする。

まず、スライドユニットの場合と同様に、現状の組立手順を基にして、組立工程を再編成してみる。その結果を、表Ⅲ-40に示す。

2日に1台組立完了する必要があるので、タクトピッチを2日として、組立手順を分割した。

塗装は、日本の方式と同じように、塗装し易く、かつ塗装後の手入れを考慮して、部品段階で完了する工程を採用した。組立完了後、解体した段階で、組立中に疵つけた部分のみタッチアップ塗装を行うために、乾燥時間を含めて2日を用意した。

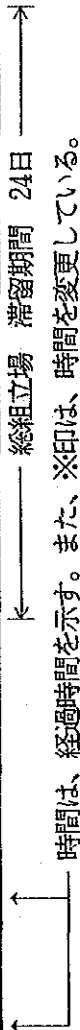
また、切削試験後に、客先立会日を1日設けた。

さらに、解体と総組立場の後片づけのために、2日を用意し、次の組立が出来るように配慮した。

以上の検討から、総組立場での滞留期間は、24日となった。

表III-40 専用機の組立工程

工程No	作業内容	現状時間		計画値		日 順 (出荷日計算)												要改善事項								
		時間	人	時間	人	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14		12	10	8	6	4	2		
2.1.1	取付け具組立	56	2	56	A2																					
2.1.2	移動工作台組立	48	2	48	2																					
2.1	取付け具・移動工作台組付	24	2	24	A2																					Aクルーが写し継ぐ
3.1.1	多軸箱組立	56	2	56	B2																					
3.1.2	スライドテーブル組立	40	2	※32	2																					作業時間短縮を要す
3.1	多軸箱・スライドテーブル組立	24	2	24	B2																					Bクルーが写し継ぐ
4.1	穴明け治具組立	25	1	※24	1																					2人となり余裕有り
5.1	油圧装置組立	24	2	16	3																					
6.1	電気制御盤組立	62	2	62	2																					
0	塗装			48	2																					部品段階で塗装完了
1	ベース据付け	16	2	16	2																					
2	取付け具・工作台組立	32	2	16	4																					4人クルーとするか
3	多軸箱・スライドテーブル装着	32	2	16	4																					または、2人クルーで、2交代する
4	穴明け治具装着	8	2																							
5	油圧・潤滑油系統配管	64	2	32	4																					
6	電気部品組付け	48	2	48	2																					
7	無負荷運転	20	2	※16	2																					
8	工作物・工具装着	8	2	※32	2																					
9	切削試験	16	2																							客先立会を1日加算
※	解体・後片づけ			16	2																					解体し、梱包場へ
10	塗装	65	2	※16	2																					塗装欠陥のチェックアップ
11	梱包	24	2	16	3																					



2) 組立場の面積計画

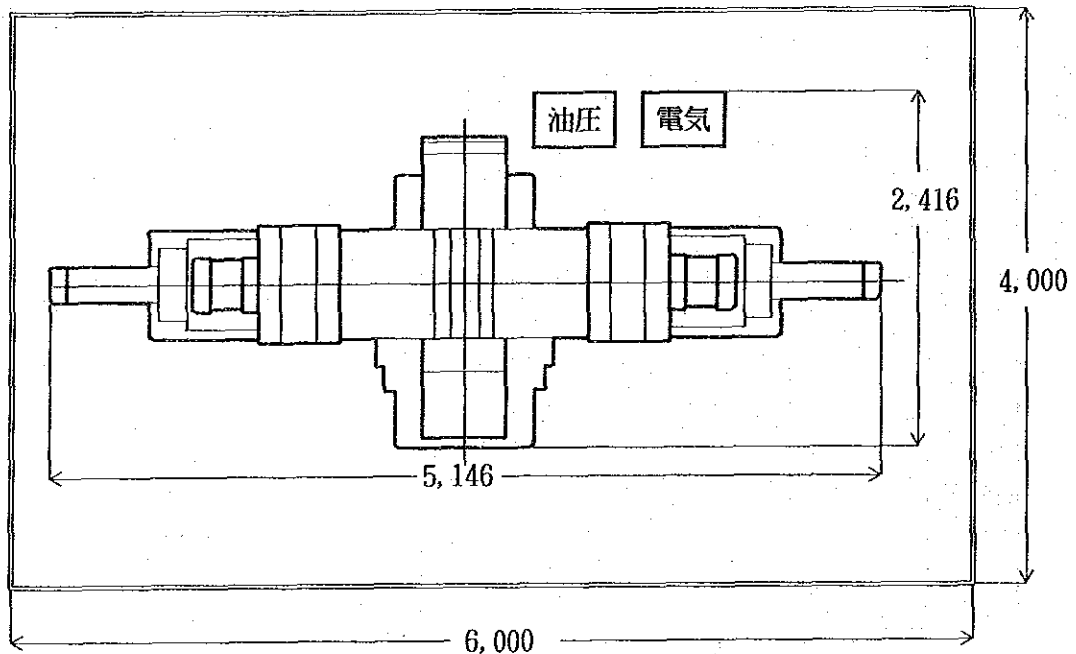
総組立場に、組立作業の為に滞留する専用機の台数は、総組立場の滞留期間(24日)と、タクトピッチ(今回2日)とで算定できる。

$$24 \div 2 = 12 \text{ (台)}$$

前述の如く、総組立の後に、解体・後片づけの2日を設けているので、25日目には、次の専用機のベースを据えて、第一工程の作業に取り掛かることができる。

また、このタクト組立によって、2日に1台完成するので、1995年の生産量150台を組み立てることができる。

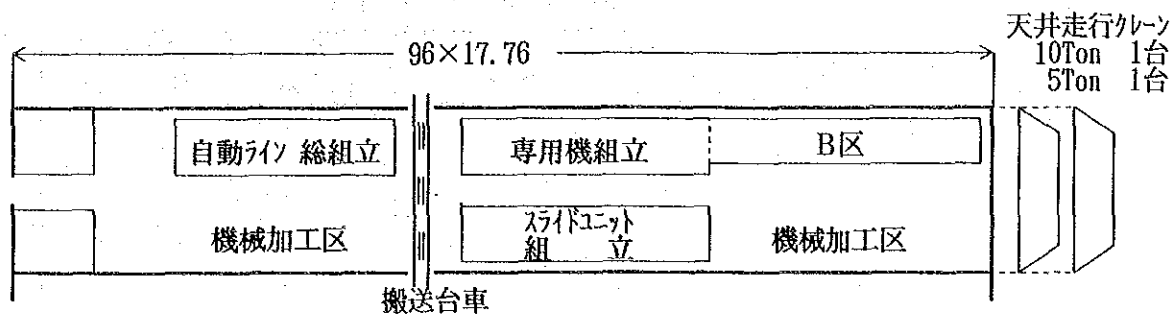
総組立場の所要面積は、1台当たりの所要面積を、図Ⅲ-41に示すように、HBU-141をモデルに、 24m^2 ($4\text{m} \times 6\text{m}$)として算定した。



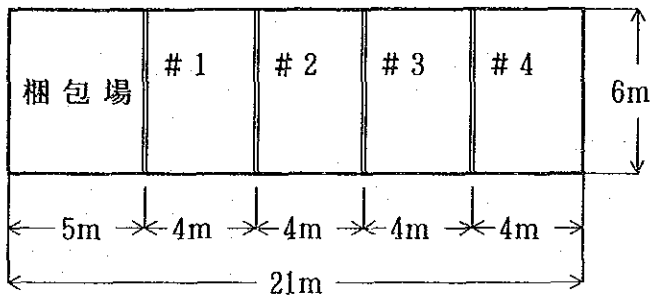
図Ⅲ-41 専用機1台当たりの組立作業所要面積

これを基準面積として、現在の専用機車間の組立場に、区画を配置したものを、図Ⅲ-42に示す。

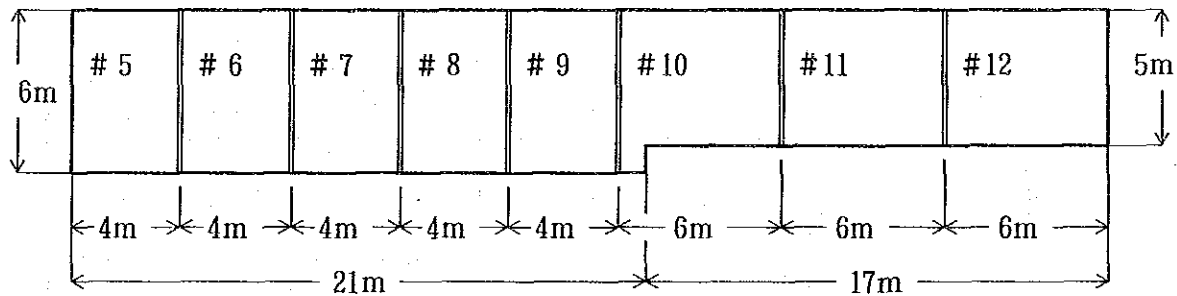
現在の総組立場に、12台配置することができる。



〔自動ライン総組立場〕



〔専用機組立場B区〕



図Ⅲ-42 専用機総組立場のレイアウト計画

この提案での問題点は、梱包場の面積が狭いことと、クレーン不足が懸念されることである。

梱包場を総組立場の西側に配置したのは、トラックの出入りと、発送作業中のクレーン干渉により、組立作業に支障を来さないように配慮した為である。

3) 配員計画とクルーの編成

クルーは、表Ⅲ-41に示すように編成する。

各クルーは、それぞれの担当作業を、所定の作業日数で完了させる責任を持ち、同じ作業を繰り返す。

第6工程のように、6日を要する作業は、1つのクルーが6日間で、第6工程の全作業を受け持つ。その為、この工程には、3クルー設ける必要がある。

表Ⅲ-41 専用機組立のクルーの編成

区分	工程番号	クルーの作業日数	1クルーの人数	クルーの数	各工程の総人数
総組立	#1	2	2	1	2
	#2	2	4	1	4
	#3	2	4	1	4
	#4				
	#5	4	4	2	8
	#6	6	2	3	6
	#7	2	2	1	2
	#8	4	2	2	4
	#9				
	解体	2	2	1	2
	#10	2	2	1	2
	#11	2	3	1	3
合計		28	—	14	37
サブ組立	#2.1	10	2	5	10
	#2.1.1				
	#2.1.2	6	2	3	6
	#3.1	10	2	5	10
	#3.1.1				
	#3.1.2	4	2	2	4
	#4.1	3	1	2	※ 2
	#5.1	2	3	1	3
	#6.1	8	2	4	8
	合計		43	—	22
総合計		71	—	36	80

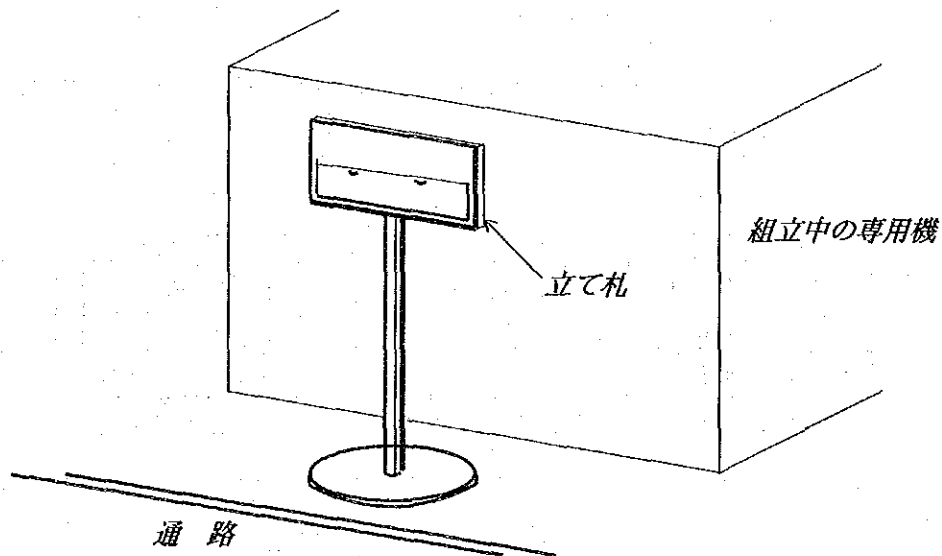
注) #4.1 (※印) には、余裕ができる。

4) 作業管理の仕方

このような組立作業では、工程の進捗を管理するために、一般の組立日程表の他に、「目で見えて判る」ように、管理の工夫が必要である。

図III-43に示すような看板（立て札）を、組立中の専用機の前に立てることによって、現在行われている組立作業の内容と、組立作業の進捗状況を、誰が見ても判るようにすることが出来る。このことによって、日程の遅れが出た時の対策を、速やかに講ずることができる。

簡単な事ではあるが、日程管理上の効果は大きい。効果は、組立工程だけでなく、部品工程に対しても波及するので、是非採用を薦める。



(立て札の記入事項) 例:

客先:		出荷日:	
殿向け		9月1日	
工程No.	担当者:	所要日数:	完工日:
2	小川坂手	2日	8/2

組立中の専用機の前に立てる立て札

クルーが作業着手前に掛ける
完工日だけを、班長の指示で記入する

図III-43 定置式タクト組立の進捗管理方法

5.7.4 動力伝動装置の組立

動力伝動装置は、スライドユニットの生産台数に等しく、1995年の生産量は、1,000 台であり、

$$1,000\text{台} \div 306\text{日/年} \approx 3.3 \text{ 台/日}$$

である。

動力伝動装置の場合は、スライドユニットの工程に一致していなければならない。従って、スライドユニットの場合と同じく、2日に7台組立を完了して、スライドユニット組立場へ供給することを前提として検討しておく。

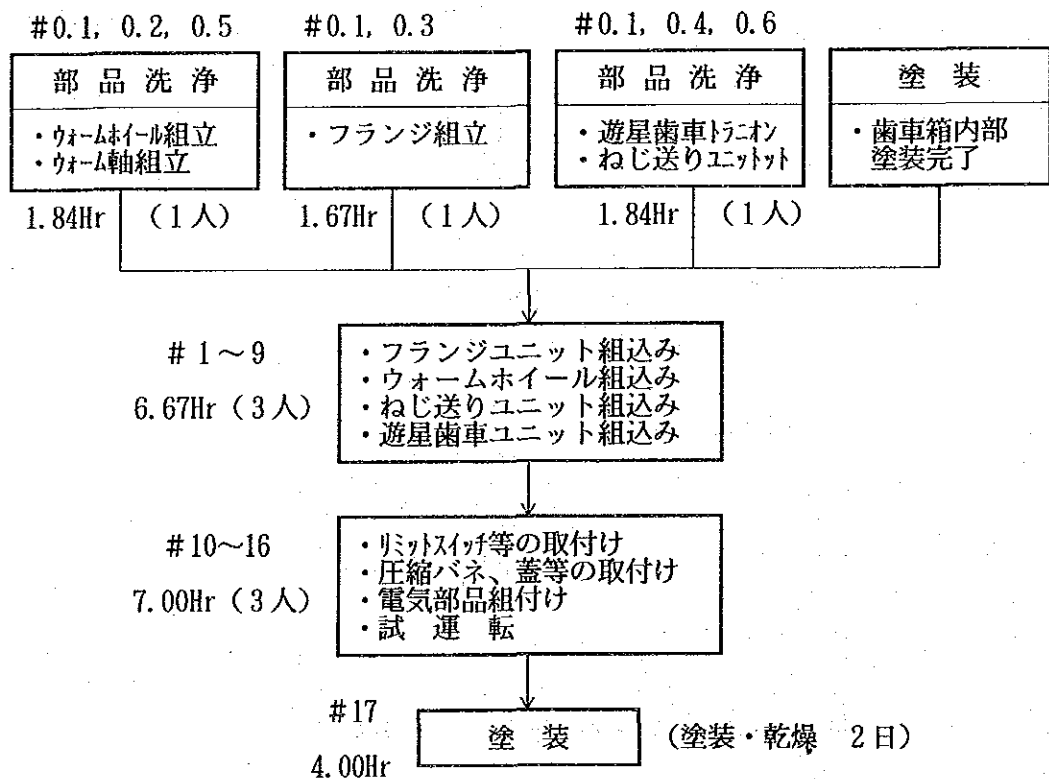
以下、その具体的方法について記述する。

1) 動力伝達装置の組立方式

組立方式は、作業台車上で組み立てる、移動式タクト組立方式を採用する。

組立作業を、図Ⅱ-99を基にして、図Ⅲ-44のような手順に編成してみる。

その結果、3つのサブ組立工程と組立工程2工程に集約できる。



注) (1)#印の番号は、図Ⅱ-99に示された作業手順番号を示す。
(2)時間は、1台・1人当たりの標準作業時間を示す。

図Ⅲ-44 動力伝動装置の組立手順

図Ⅲ-⑥を基にして、組立能力を検証してみると、表Ⅲ-42のようになる。

表Ⅲ-42 動力伝動装置の組立能力

	組立工程	手順番号	配員数	2日間の 組立可能台数	能率向上後の能力	
					配員	組立可能台数
サブ組立	A	#0.1, 0.2, 0.5	1	$15 \div 1.84 = 8.2$	2	7.0 (30/5.35/0.8)
	B	#0.1, 0.3	1	$15 \div 1.67 = 9.0$		
	C	#0.1, 0.4, 0.6	1	$15 \div 1.84 = 8.2$		
総組立	第1工程	#1~9	3	$45 \div 6.67 = 6.7$	3	8.4
	第2工程	#10~16	3	$45 \div 7.00 = 6.4$	3	8.0

注) (1)稼働時間は、1人1日7.5時間とした。
 (2)能率向上を、現状の標準時間に対して、0.8に工数低減するとして、能率向上後の台数を算定した。

この結果、1995年迄に、現状の20%工数低減を達成すれば、サブ組立工程2人、第1工程、第2工程とも各3人ずつの合計8人で、目標生産台数である2日に7台の組立が可能となることがわかる。

生産量と能率向上の状況によって、配員数を調整して、工程間バランスをとるようにするとよい。

但し、機種による工数の違いは、これまでのところ配慮していない。

2) 組立の流し方

サブ組立、総組立とも、必ず1台分ずつ連続して作業し、受け持ちの作業を完了させて、次工程へ送ることを原則とする。それにより、毎日3台と4台が交互に完成し、スライドユニット組立場へ送られる。

7台並べて、同時並行に組み立てることはしない。

組立を行う機種は、スライドユニットの組立工程に合わせて、生産調度科が行う指示に従う。

(1) サブ組立工程は、それぞれ作業場を設け、分担作業を1台分ずつ完了させて、第1工程へおくる。

(2) 総組立工程は、連続して1台の動力伝動装置の組立を行い、1台分の作業が完了すると、次工程へおくる。

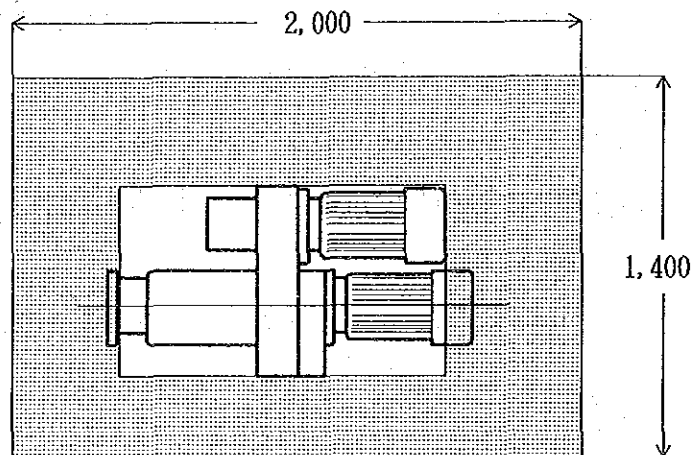
(3) 組立作業は、台車上で行う。台車は、各工程に4台と、スライドユニット場での滞留分4台を加えて、計12台を準備し、第1工程～第2工程～スライドユニット組立場の3か所を循環する。

3) 組立作業場の面積計画

サブ組立工程は、3つの作業区分にそれぞれ1カ所、合計3カ所の作業場を設ける。

総組立は、各工程3台の作業台車を置き、3人の作業員が同時に作業できる面積を設ける。また、待機する台車1台を置く場所を設けておく。

1工程、1台分の作業場面積は、最大の外形寸法を持つ SEMB. 800 を基準に、図Ⅲ-45に示すように算定した。



作業台車は、700×1,200 を想定している

図Ⅲ-45 動力伝動装置の組立作業所要面積

この作業場を、各工程3カ所ずつ、計6カ所設ける。

また、サブ組立場は、1カ所 1,000 × 1,200 とし、3カ所設置する。

作業場は、新しく空調室を設置する計画で、そのレイアウトは、旋盤の主軸頭と合わせて計画する。

5.7.5 旋盤の組立

1995年における、旋盤の目標生産台数は 800台で、1日当たりの生産台数は、

$$800 \text{ 台} \div 306 \text{ 日/年} \approx 2.6 \text{ 台}$$

である。2日に5台完成させなければならない。

1) 旋盤の組立方式

旋盤は、重量物であり、容易に移動できないので、専用機と同様の定置式タクト組立方式を採用する。作業の要領は、専用機の場合と同じである。

ここでは、作業手順の編成を検討する。

現状の組立手順を基にして、組立工程を再編成してみた結果を、表Ⅲ-43に示す。

検討の結果、1編成のクルー（総組立は、1編成4クルー）で、1日1台のピッチで完成させることが可能である。

総組立場での滞留期間は、4日である。

クルーを3編成の設ければ、なお余裕があることになる。

作業の要領は、専用機の場合と全く同じである。

表III-43 旋盤の組立工程

工程 番号	作業内容	現状時間		計画 時間	値 人	日 順 (出荷日起算)								要 改 善 事 項			
		時 間	人			8	7	6	5	4	3	2	1				
0	塗装			17.00	1												
1	ベッド準備	3.67	1	11.68	2												
2	本体脚部取付け	2.60	1	(8.2)													
3	往復台・横送り台取付け	8.54	2														
4	送り箱・エロン・後アケット	5.08	2														
5	主軸頭の組付け	3.95	2	10.73	2												
6	刃物台の組付け	1.75	1	(7.5)													
7	心押し台の組付け	1.65	1														
8	電気部品取付け	8.50	2														
9	スイッチ・ハンドル系統取付け調整	1.33	1	10.96	2												
10	潤滑・冷却系統取付け調整	1.00	1	(7.7)													
11	掛け歯車取付け	1.78	1														
12	主電動機関係の取付け	0.80	1														
13	電気系統負荷試験	1.78	1														
14	静的精度・空運転試験	1.87	2														
15	切削性能試験	1.58	2	10.64	1												
16	清掃・検査	1.27	1	(7.4)													
17	チャック・センター・振止め取付け	1.00	1														
19	銘板取付け	1.27	1														
18	塗装	17.00	1	2.48	2												
20	防錆処理・梱包	2.48	2														

← 総組立場 滞留期間4日 →
 時間は、経過時間を示す。また、()内の数値は、0.7に工数低減見込んだ時間を示す。

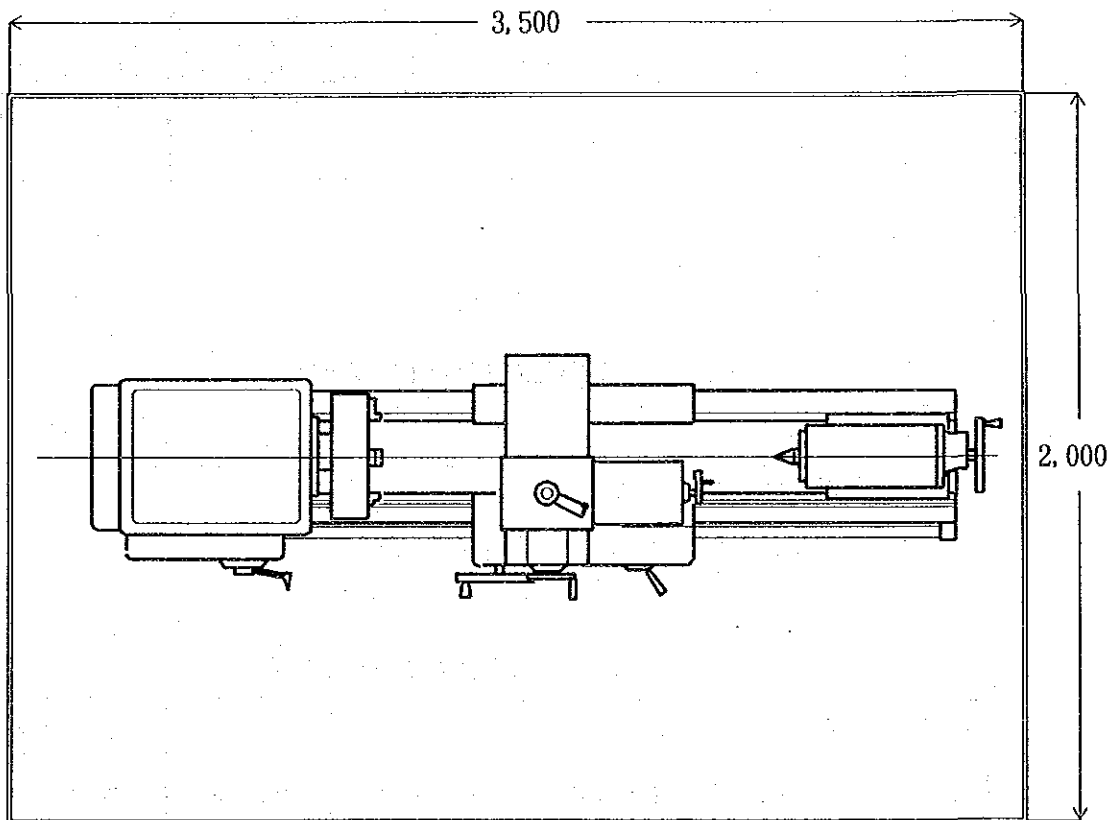
2) 組立場の面積計画

総組立場に、組立作業の為に滞留する旋盤の台数は、総組立場の滞留期間とタクトピッチ（今回1日）、およびクルーの編成数（3編成）によって算出できる。即ち、

$$(4 \div 1) \times 3 = 12 \text{ (台)}$$

となる。

総組立場の所要面積は、1台あたりの所要面積を、図Ⅲ-46に示すように、 7 m^2 ($2 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$) として算定した。



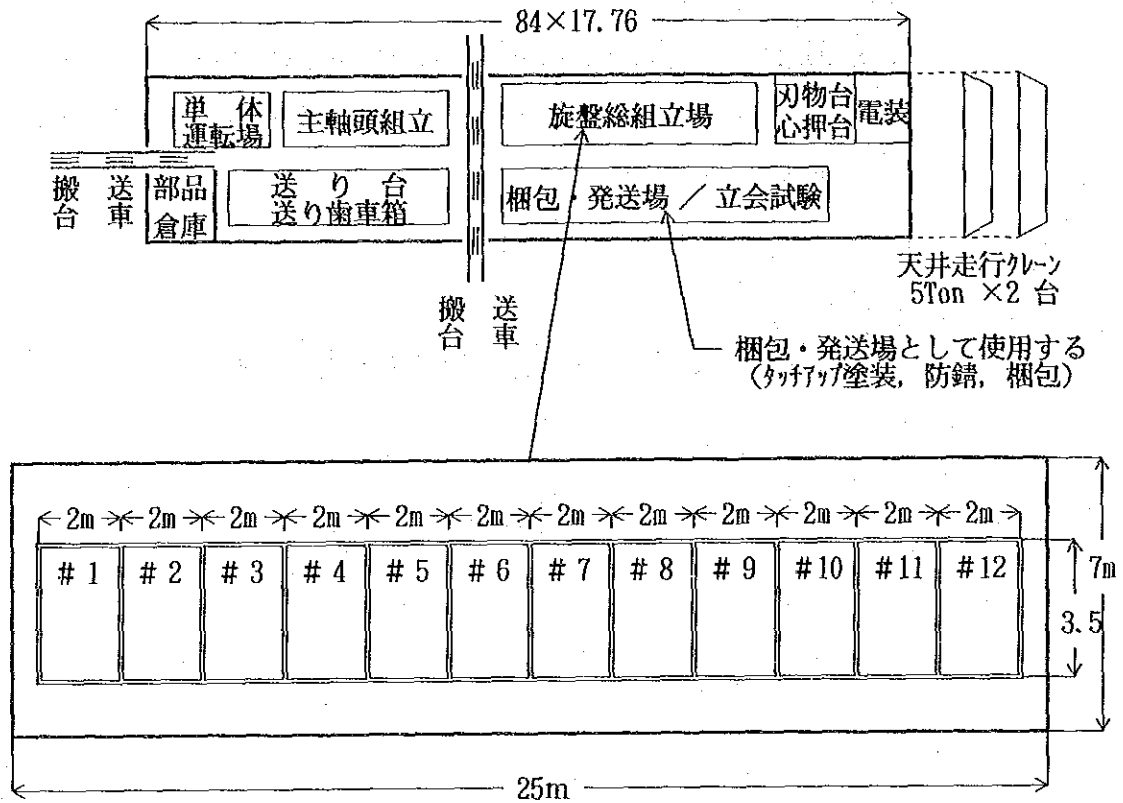
図Ⅲ-46 旋盤1台当たりの組立作業所要面積

これを基準面積として、現在の組立車間に区画配置したものを、図Ⅲ-47に示す。

現在の総組立場の北半分の区域に、12台配置することができる。

総組立を完了した旋盤は、南半分の区域に移動し、クッチャ塗装、防錆、梱包発送の作業を行う。

また、客先の立会い検査を必要とする場合は、南区域を使用する。



図III-47 旋盤組立場のレイアウト図

3) 配員計画とクルーの編成

クルーは、表III-44に示すように編成する。

表III-44 旋盤組立のクルーの編成

新しい 工程区分	現在の 工程番号	クルーの 作業日数	1クルー の人数	クルー の数	各工程の 総人数
第1工程	#1~3	1	2	3	6
第2工程	#4~7	1	2	3	6
第3工程	#8~12	1	2	3	6
第4工程	#13~19	1	1	3	3
第5工程	#18, 20	2	2	1	2
合計		6	—	13	23

第5工程は、塗装の乾燥時間を入れて2日としている。しかし、作業時間は2.48時間であり、1クルーで1日3台の作業を完了することができる。

5.7.6 旋盤のユニットのサブ組立

旋盤のユニットの中で、主軸頭、送り歯車箱、エプロン等は、サブ組立中にユニット内部へ塵埃が入ることを防止しなければならない。そこで、動力伝動装置の組立と合わせて、空調された清浄な作業室を設置する必要がある。

ここでは、これらのサブ組立に必要な作業面積を算定する。

作業手順については明確でないが、表Ⅱ-106 と表Ⅱ-107 から、主軸頭、送り歯車箱、エプロン、刃物台、心押し台の総組立時間と作業人員が与えられている。これをまとめると、下表に示すようである。

ユニット名	所要時間	作業人員
送り台・送り歯車箱	<22>	10 (8)
主 軸 頭	<16>	7 (6)
刃物台・心押し台	<19>	10 (7)
合 計	57.0	27 (21)

注) (1) () 内人数は、1991年3月時点の实在人員
 (2) < > 内の時間は、实在人員で按分した時間

1) 作業グループの編成

上記のデータを基に、1日3台分のユニットの完成される時の、作業グループの編成を検討し、その結果を表Ⅲ-45に示す。

表Ⅲ-45 旋盤用ユニットの組立作業グループ編成

ユニット名	1台分の作業日数	1グループの人員	グループの数	総人員
送り台・送り歯車箱	1	3	3	9
主 軸 頭	1	2	3	6
刃物台・心押し台	1	2	3	6
合 計	1	—	9	21

2) 作業の方法

旋盤用のユニットは、1日3セット組立完了して、総組立場に供給する必要がある。

各グループは、必ず1台分ずつ完成させていく方法をとる。1つのグループが

同じユニットを、数台並べて並行作業することはしない。また、「送り台・送り歯車箱」と「刃物台・心押し台」の各グループは、送り台と送り歯車箱、刃物台と心押し台を、必ず1台分ずつ交互に完成させるようにする。

組立て作業は、すべて台車上で行き、運搬の為のクレーン作業を無くす。

組立完了品は、塵埃が入らないようにカバーをして、総組立工程へ送る。

3) サブ組立場の面積計画

旋盤用ユニットの所要面積は、ユニットの大きさから判断して、表Ⅲ-46に示すように算定した。

表Ⅲ-46 旋盤用ユニットのサブ組立作業面積

ユニット名	1工程・1台分の 基準面積 (㎡)	工程数	グループ の数	総面積 (㎡)
送り台	1.0×1.5= 1.50	1	3	4.50
送り歯車箱	1.0×1.5= 1.50	1	3	4.50
主軸頭	1.5×1.8= 2.70	1	3	8.10
刃物台	1.0×1.2= 1.20	1	3	3.60
心押し台	1.0×1.5= 1.50	1	3	4.50
合計				25.20

5.7.7 空調室の面積計画とレイアウト

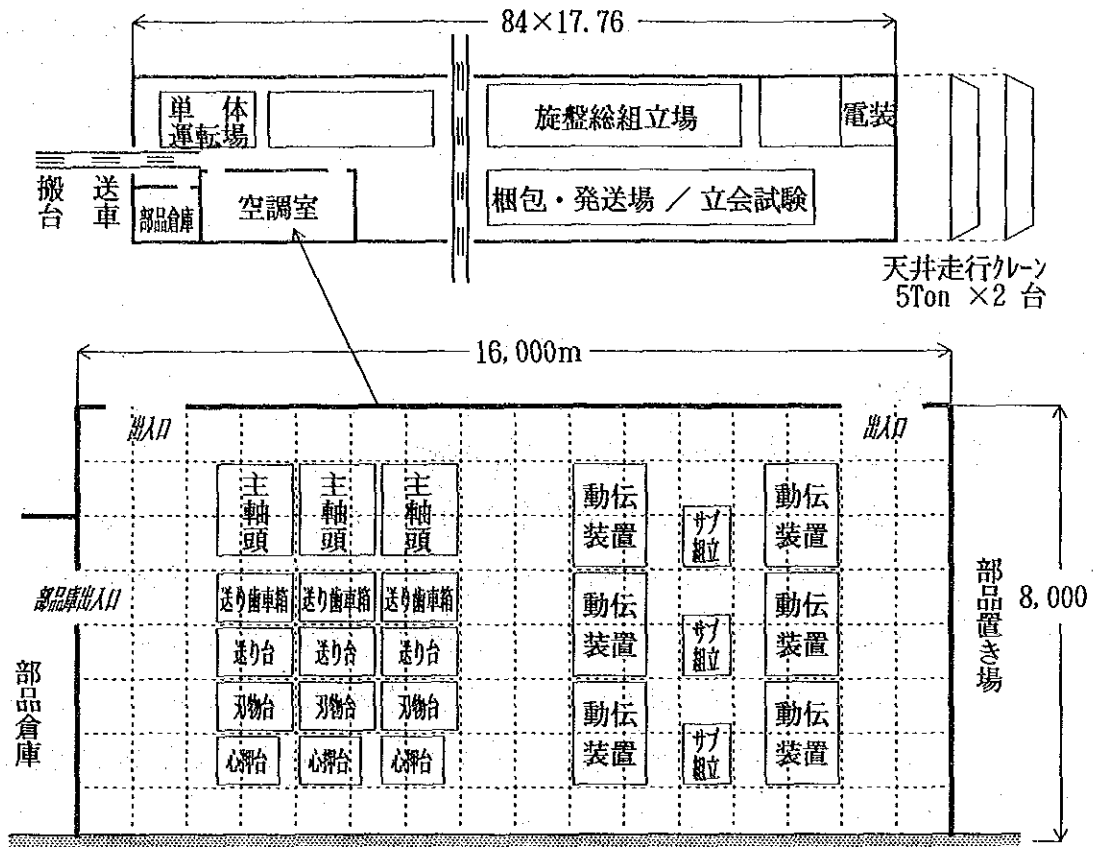
動力伝動装置と旋盤用ユニットは、サブ組立中にユニット内部へ塵埃が入ることを防止しなければならない。その為、外部からの塵埃の侵入を防ぐことのできる、空調室を新設する必要がある。

空調室の面積とレイアウトを、これまでの面積計画を基にして計画した。その設置場所と内部のレイアウトを、図Ⅲ-48に示す。

空調室の面積は、128 ㎡ (16m×8m) とした。

空調室への、部品や組立て完成品の搬出入は、全て台車によることにする。

また、空調室内での重量物のハンドリングの為に、ホイストかバランサーを設置する。



図III-48 空調室のレイアウト図

6. 生産能力面の近代化

本章では、特に目標生産量を達成するための消化能力の検討を行い、これまでの検討してきた、生産工程面の近代化の結果も踏まえて、次の3つの角度から、増強すべき設備と人員の規模を明らかにする。

- ① 目標生産量を達成するための消化能力
- ② 生産工程面、特にライン化に要する追加設備
- ③ 品質面での工程能力向上の為の設備

6.1 目標生産量達成の為の設備と人員

6.1.1 年度別素形材重量、機械加工工数の展開

表Ⅲ-1「1991年～1995年の製品生産計画」に基づいて、各年度の工数を算出し、別紙2の「素形材年度別生産計画」、および別紙3の「機械加工・組立年度別工数計画」、別紙4「工数・設備・人員計画分析表」に示した。

「工数・設備・人員計画分析表」では、機械加工と組立工程について、これまで述べてきた種々の改善案が実行に移されることを前提に、能率の向上を織り込んで、所要設備と人員を算定している。

6.1.2 機械加工・組立工程の生産性向上

機械加工と組立工程については、新規に投資する設備の効果とは別に、

- ・生産方式の改善（ライン化、グループ化、タクト組立方式等）
- ・小ロット生産による稼働率（有効作業率）の向上
- ・切削工具の変更による、切削条件と切削率の向上
- ・マテリアルハンドリングの改善
- ・作業改善

等、投資を伴わない、あるいは少額の改善投資によって、生産性を向上し得る余地が多い。工場の現状と日本の実績から、能率向上の期待値を、表Ⅲ-47に示すように、各年度毎に段階的に定めた。

投資すべき設備と作業員の増員数の決定に当たり、1992年からの工数は、予め生産性の向上を織り込んで算定し、なお不足する設備と人員を抽出した。

なお、具体的な改善事項の主要なものは、これまでの各章に記述している。

表III-47 機械加工・組立工程の生産性向上計画

項目	年度		1990年 (実績)	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年 (目標年度)
	生産計画	専用機	20台	40台	60台	100台	120台	150台
	スライエット	106台	260台	340台	600台	780台	1,000台	
	旋盤	312台	300台	400台	500台	600台	800台	
	合計	438台	600台	800台	1,200台	1,500台	1,950台	
年間工数 (Hr/年)	機械・歯車 組立	356,129	463,856	605,630	873,670	1,059,332	1,345,579	
能率向上 指数	機械・歯車 組立	(基準)	1.00	0.95	$0.95 \times 0.9 = 0.855$	0.77	0.69	
	機械・歯車 組立	(基準)	1.00	0.95	0.85	0.70	0.70	
能率向上 後の工数	機械・歯車 組立	356,129	463,856	575,349	746,988	815,686	928,450	
	機械・歯車 組立	67,928	95,316	126,418	171,260	171,912	220,709	
能率向上 の施策と 改善効果	施策			<ul style="list-style-type: none"> 設備投資の決定 設備手配 作業改善と小投資 組立方式の改革と新方式の試行 	<ul style="list-style-type: none"> 設備投資 グループ化・ライン化の実施 新組立方式の実施と作業改善 	<ul style="list-style-type: none"> 設備投資 グループ化・ライン化の拡大 新組立方式の拡大と作業改善 	<ul style="list-style-type: none"> 設備投資完了 全設備稼働 組立ロット分けと作業工程分割 	
	改善効果			<ul style="list-style-type: none"> 〔機械・歯車〕 ・下半期に作業改善による効果 0.05 〔組立〕 ・下半期に作業改善による効果 0.05 	<ul style="list-style-type: none"> 〔機械・歯車〕 ・稼働率向上 0.10 ・作業改善効果0.05 〔組立〕 ・方式改善効果0.15 ・作業改善効果0.05 	<ul style="list-style-type: none"> 〔機械・歯車〕 ・稼働率向上 0.05 ・作業改善効果0.05 〔組立〕 ・方式改善効果0.10 ・作業改善効果0.05 	<ul style="list-style-type: none"> 〔機械・歯車〕 ・稼働率向上 0.05 ・作業改善効果0.05 〔組立〕 	
算定の仮定	<ul style="list-style-type: none"> ・機械加工のロットサイズと月間段取り換え回数は、スライエット 8台/10回、旋盤13台/5回と仮定した。(機種数、10種、5種) ・組立方式は、スライエットの場合、ロットサイズ 7台の 2日/ロットとし、ロットサイズで生産量の調整を、人数で能率向上を図る。 							

6.1.3 増設設備と所要人員の算出

素形材生産計画および機械加工、組立の工数計画から、設備と人員の所要量を算出し、不足する設備と人員を明らかにした。

1) 素形材部門の設備と人員

a) 生産設備

[鑄造部門]

1995年に予測される年間生産量は、製品重量で2,460Ton、鑄込み重量で約3,500Tonとなり、現在の年間生産能力1,000Ton（最大1,200Ton）に比べて3倍となる。しかし、既に年間1,500Tonの生産制限を受け、増産の為の設備投資が規制されていることから、現在地で生産を続ける限りは外注の拡大によるしかない。

一方、現在既に重要部品の鑄物を外注に依存しており、将来の発展の為に、適切な場所に鑄造分工場の建設を真剣に検討する時期にある。

[鍛造部門]

設備能力は、不足しない。

[熱処理部門]

高周波焼入れ装置 …… スライドユニットの増産と、焼入れ部品の増加の為に、1台不足となる。

b) 人員

[鑄造部門]

表Ⅲ-49(1)に示すように、1,500Tonまで生産拡大するとすれば、58~70人の体制にする必要がある。増員は、11~23人となる。しかし、設備の場合と同様に、人員規模の拡大は、事実上実施出来ない。

[鍛造部門]

表Ⅲ-49(1)に示すように1995年に6人の不足が予測されるが、作業能率の向上の為の電動ホイストの設置を行えば、現状人員で生産増に対応できる。

[熱処理部門]

高周波焼入れの工数から設備の増設を予定し、また、品質向上の面から浸炭炉の増設を計画しており、増員の必要性が予測されるが、現状の人員を確定できず、結論に到らなかった。

2) 機械加工部門の設備と人員

a) 生産設備

機械加工を担当する、加工車間、大物部品車間、歯車車間、専用機車間、および取付け具と工具の生産を担当する工具車間の5社車間を統合し、生産計画工数と現有設備能力を比較検討した。その結果を、図Ⅲ-49に示している。

ここで、不足する工作機械については、図Ⅲ-50に示すように、それぞれ設備の能力検討を行い、増設計画を立案した。

1992年以降、不足する設備は、次のとおりである。

(1) 旋盤 ----- 1995年に、5台不足となる。特に、スライドユニットの増産に伴うもので、動力伝動装置の内部部品が主要対象部品である。従って、小型旋盤が不足し、NC旋盤の増設を計画する。

(2) 研削盤 ----- 旋盤と同様に、スライドユニットの増産に伴い1994年に2台、1995年には5台不足する。現有設備の機種と照合すると、平面研削盤、内径研削盤が不足する。

(3) 立削り盤 ----- 立削り盤が不足するが、他にキーシターが1台とブローチ盤2台にも余力があって、内径のキー溝加工には充分対応できる。それ以外の加工は、部品形状の設計変更等で、出来るだけきりだけフライス加工することにして、立削り盤の負荷を減らし、新たに増設はしないこととする。

(4) 形削り盤 ----- 1993年には1台不足となり、以降毎年1台ずつ不足し1995年には、3台不足となる。

しかし、形削りは非能率な機械加工法であり、今後はフライス加工へ切り替えていく必要がある。ここではフライス盤の増設を行う。

(5) 平削り盤 ----- 1992年には、既に1台不足となり、以降毎年1台ずつ不足していき、1995年には、4台不足となる。

形削りと同様に、非能率な機械加工法であり、部品の

形状から、平削り盤でなければならない理由は見当たらない。従って、今後は、フライス加工への切替えが必要である。そこで、プラノミラーを増設する。

(6) フライス盤、プラノミラー

フライス盤、プラノミラーを合わせた能力は、1993年に3台、1994年に5台、1995年には8台と、大幅に不足をきたす。

スライドユニットと専用機の増産に伴うもので、この両機種 of 部品には、平面加工が多いことに起因している。これは、前述の形削り盤や平削り盤が不足することと同じである。

一方、旋盤用の専用フライス盤には、余力が有るが、転用が難しく、スライドユニットの高精度化に伴い、高能率・高精度の設備の増強が必要である。

(7) 横中ぐり盤

フライス盤、プラノミラーと同様の理由で、1993年に1台不足となり、以降毎年1台ずつ不足して、1995年には、3台不足となる。特に、動力伝動装置の増産が主たる理由である。

一方、旋盤専用の専用中ぐり盤は、かなりの余裕を持っているが、今後の新製品開発に伴う設計変更で、多軸の専用中ぐり盤では対応できなくなり、高精度・高能率のマシニングセンターの増設が必要である。

(8) ガイドウェイ研削盤

図Ⅲ-49に示す総合的な負荷工数計画表からは、大型研削盤は、不足しないことになっている。しかし、スライドユニットのガイドウェイ（摺動面）を研削できる精密研削盤は、現在1台しかなく、1993年に1台、1995年には2台不足となる。

一方、図Ⅲ-49に示した生産計画工数は、専用機のモデルに、HBU-114を採って試算した結果であるが、専用機の工数を HBU-141をモデルとして再試

算し、不足する設備と台数を抽出して表Ⅲ-48に対比して示した。

この比較表によれば、専用機のモデルとして、HBU-141の工数を基に試算すると、不足となる設備は、平削り盤、立削り盤、横中ぐり盤に限定され、不足台数も少ない。

HBU-114とHBU-141は、機械の構造・機構が異なり、両機の工数の差は大きい。いずれも、工数予測を行う為のモデルとしては、最適とは言えず、両機種で予想した2つの予想工数を、ばらつきの幅と見るのが適当である。

設備計画に当たっては、HBU-114の工数が比較的正確な実績工数であることと、現有設備を全て2シフトで稼働させた時の不足台数を算出したので、予測工数は多めではあるが、HBU-114の工数を採用した計算結果に基づくこととした。

なお、これらの設備を配置し、設備の再配置を行うと、不要設備(9台)を処分しても、なお建屋の増設を必要とする。

(9) 建屋および天井走行クレーン……建屋面積は、1,290 m²不足する。

現在の大型車間と組立車間との間に1,596 m²を増築する案を提案する。

建屋内部には、天井走行クレーン3台を敷設する。

また、前述の鑄造分工場建設が実現すれば、現在の鑄造車間跡地を利用し、加工車間、歯車車間を含めた総合的なレイアウト変更を行う案も考えられる。但し、現在の建屋は、いずれも大型部品用の工場には不向きであり、新築は不可欠である。

b) 人 員

人員は、表Ⅲ-49(2)に示すように、直接生産人員を1993年以降、毎年約40人規模の増員を必要とする。

3) 組立部門の設備と人員

a) 組立設備

生産能力方面では、増設を必要とする高額な設備は無い。新しい組立方式の採用上、作業台、マテリアルハンドリング機器、作業用具等の増設が必要であるが、何れも少額な投資である。

製品品質向上の面からは、空調設備の増設を必要とし、後述する。

b) 人 員

表Ⅲ-49(3)に示す如く、仕上げ・組立職と電気職の作業者が、1994年に33人、1995年に67人不足となり、増員が必要となる見込みである。

4) 用役設備

第Ⅱ編に述べたように、配電能力と工場エア-供給設備が不足する。

a) 電力供給設備

根本的に電力不足の環境にあり、買電量増加の可能性が問題であるが、先ず工場側の改善努力も必要である。

その一つは、二交代制の拡大による、使用電力の平準化である。設備を大幅に増やすことは、勿論電力事情からも困難であるが、設備投資効率の上からも許されない。

しかし、第Ⅱ編に指摘した如く、電力供給は逼迫した状態にあり、生産量の増加に伴い、給配電設備の増設は避けられない。

b) 工場エア-

工場エア-も、供給量が問題となることは確かである。

エア-を大量に使用する作業は、鑄造車間の整品作業、エア-ハンマーを使用する鍛造車間、および塗装作業である。このうち、組立方式の改革に伴い、塗装作業はかなり平準化されることが期待できる。しかし、鍛造車間はエア-ハンマーの稼働率が上がり、供給不足は避けられない。

一方、鑄造は、生産量の規制から、大幅な増産は無いことから、エア-の使用量も、鑄造車間では現状に比べて、大幅に増えることはない。

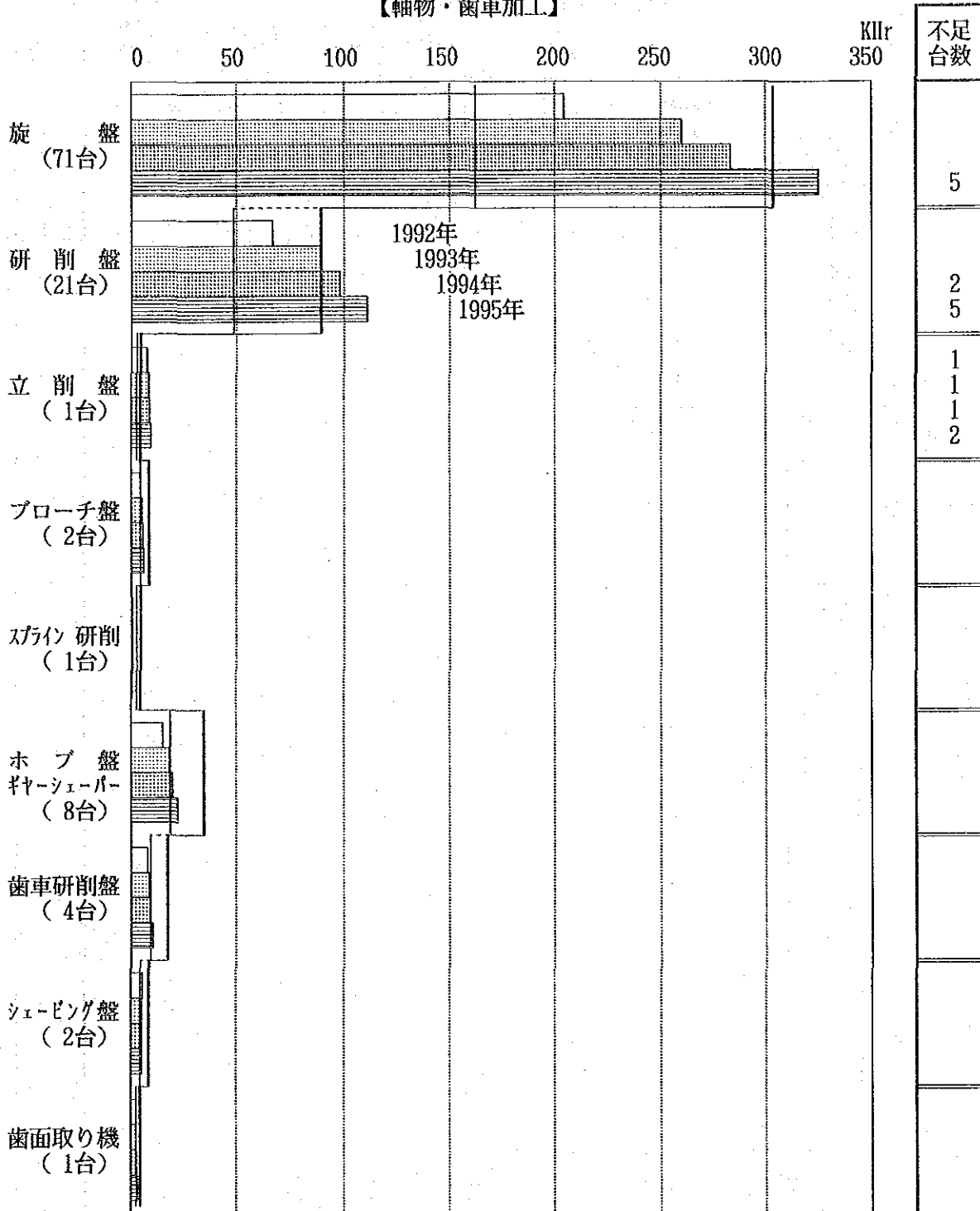
従って、現状の設備で、鑄造車間と塗装車間の供給を賄い、エア-ハンマー一用に対策を採る必要がある。

なお、工場エア-を使用する工作機械、作業工具、取付け具等の増加が予測されるが、何れも小型の空気圧縮機の併設で対応するのが得策である。

c) 環境保護設備

環境保護設備は、一応設備されている。作業環境保護設備は、故障を整備して、常時使用できる状態にすることが先決であり、修理費用の捻出と修理部品の入手が必要がある。

【軸物・歯車加工】



【グラフの凡例】

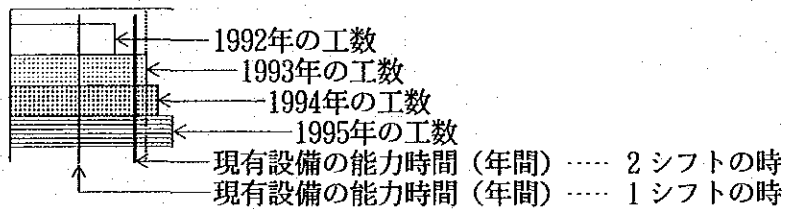


図 III - 49(1) 生産計画工数と現有設備能力

【箱物・平面加工・穴加工】

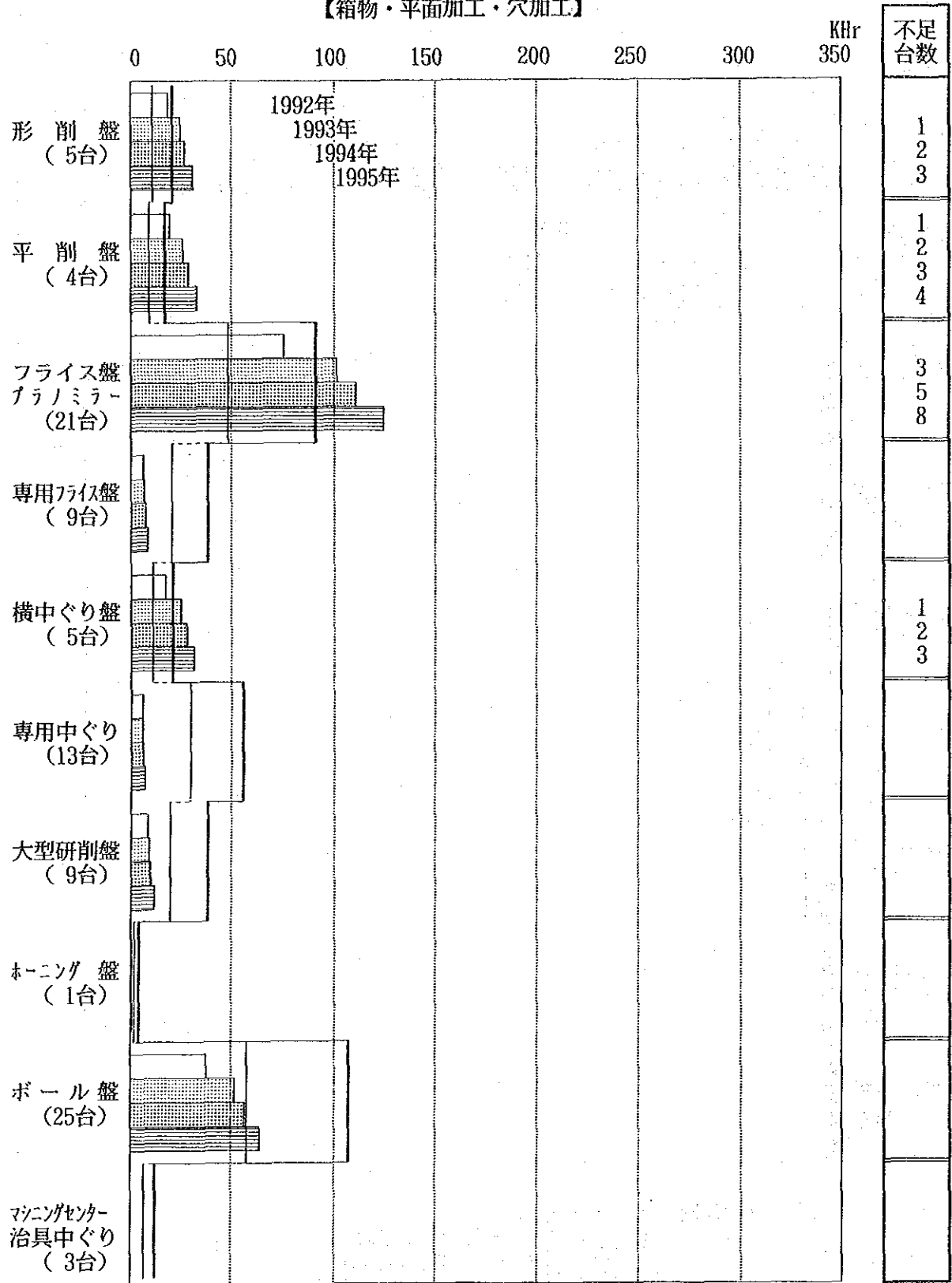
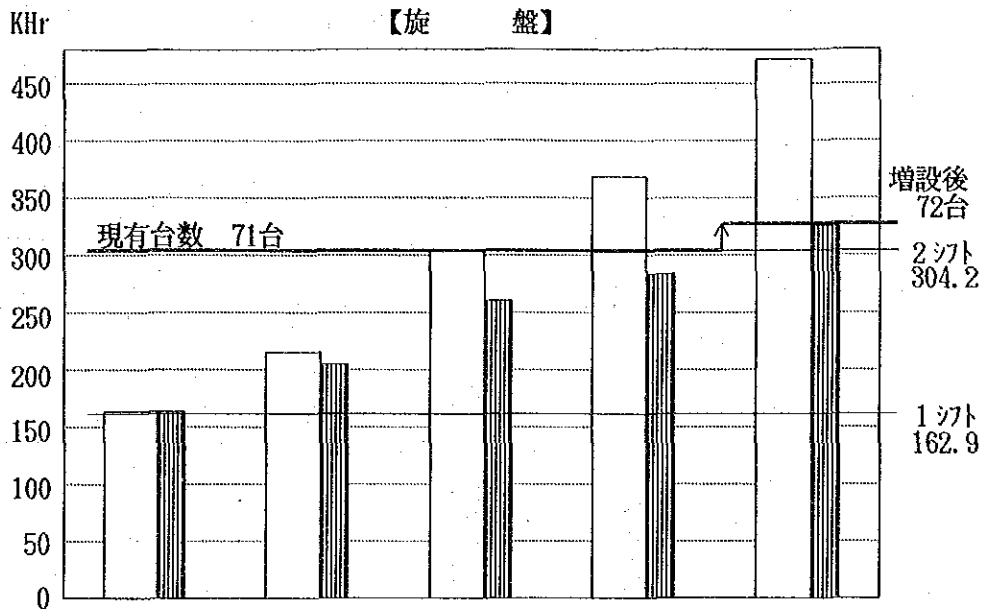


図 III - 49(2) 生産計画工数と現有設備能力

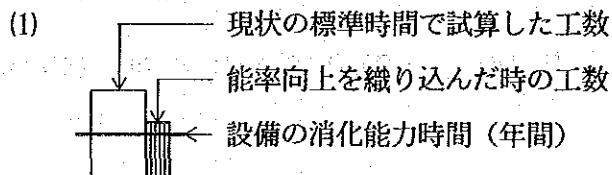


	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	163,566	215,198	304,115	368,164	471,409
計画工数	163,566	204,438	260,018	283,486	325,272
不足台数					4.9
更新台数					1
増設台数					2
増設後の能力					325,584

- (1) CNC旋盤を、2台増設し、1台更新する。
- (2) CNC旋盤は、普通旋盤に比べて、少なくとも2倍の（日本の実績では3倍）消化能力を見込むことができる。
- (3) CNC旋盤の仕様は、3台とも、次の仕様の旋盤とする。

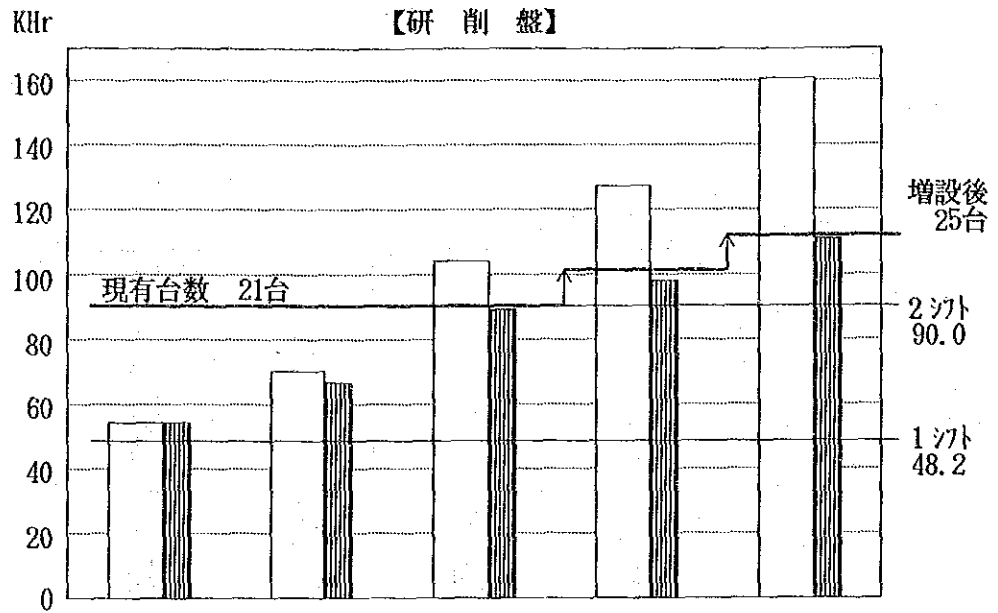
$\phi 360$ (O. C. $\phi 210$) \times 750L

〔グラフの凡例〕



(2) グラフの縦軸は、年間の工数（単位：1,000 時間／年）

図Ⅲ-50(1) 設備能力の検討



	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	54,395	70,167	104,216	127,258	160,568
計画工数	54,395	66,659	89,105	97,989	110,792
不足台数				1.9	4.9
更新台数					
増設台数				平面研削盤 2	平面 1 内径 1
増設後の能力				101,102	112,241

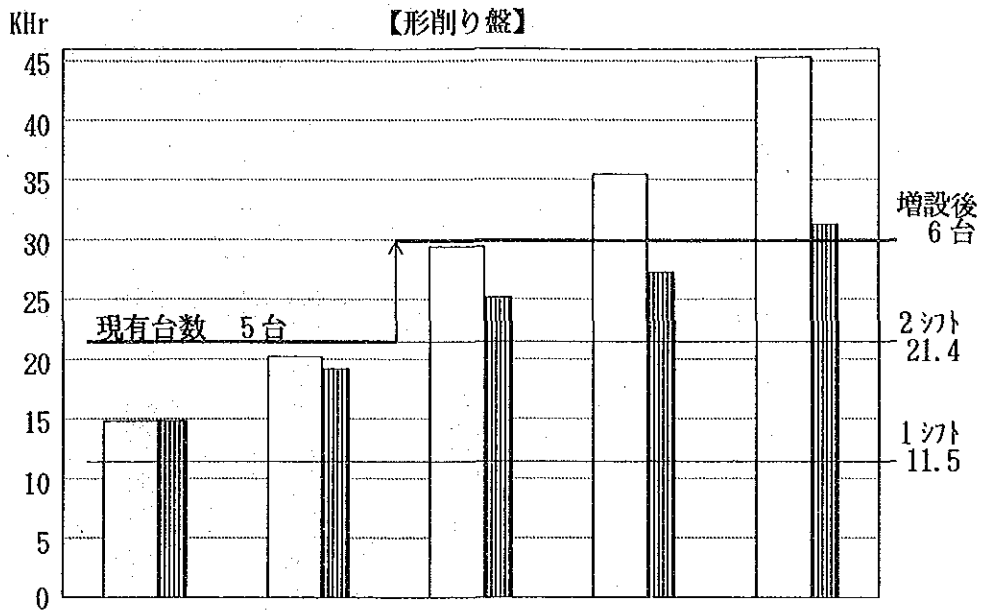
- (1) 1993年に外径研削盤 2 台、1994年に内径研削盤 1 台と平面研削盤 1 台を増設する。
- (2) 研削盤は、高剛性、高精度の機械を選定することによって、従来機に比べて、約 1.3 倍の消化能力を期待できる。
- (3) 内径研削盤は、外径研削も可能な万能研削盤を選定しておくことが望ましい。
- (4) 増設する設備の仕様は、次のとおり。

1994年 平面研削盤 テーブルサイズ 350 × 1,000 2 台

1995年 平面研削盤 テーブルサイズ 350 × 1,000 1 台

内径研削盤 φ200(内径φ60) × 700L(内径100L) 1 台

図 III - 50(2) 設備能力の検討

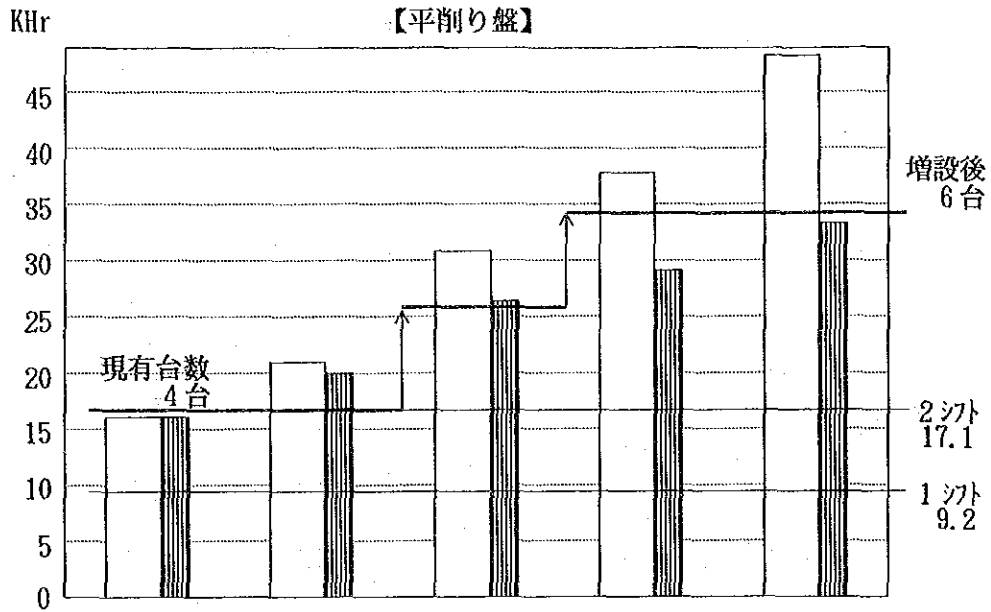


	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	14,824	20,209	29,402	35,444	45,297
計画工数	14,824	19,199	25,139	27,292	31,255
不足台数			0.9	1.4	2.3
更新台数					
増設台数			フライス盤 1		
増設後の能力			29,988	29,988	29,988

- (1) 1993年に、フライス盤を1台増設する。
- (2) フライス盤は、形削り盤に比べて、少なくとも約2倍の消化能力を有する。
- (3) これに伴い、一部の部品の工程を、フライスに変更する必要が生ずる。
- (4) 更新するフライス盤の仕様は、次のとおり。

ひざ型 立フライス盤 テーブルサイズ 400 × 1,600 1台

図III-50(3) 設備能力の検討



	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	16,068	20,964	30,808	37,804	48,274
計画工数	16,068	19,916	26,341	29,109	33,309
不足台数		0.6	2.1	2.8	3.8
更新台数					
増設台数			プラミラー-1	プラミラー-1	
増設後の能力			25,704	34,272	34,272

(1) 平削り盤にかえて、1992年に1台、1994年に1台、プラノミラーを増設する。

1992年は、能力不足であるが、余力のあるプラノミラーで対応する。

(2) プラノミラーは、平削り盤に比べて、約2倍の消化能力を有する。

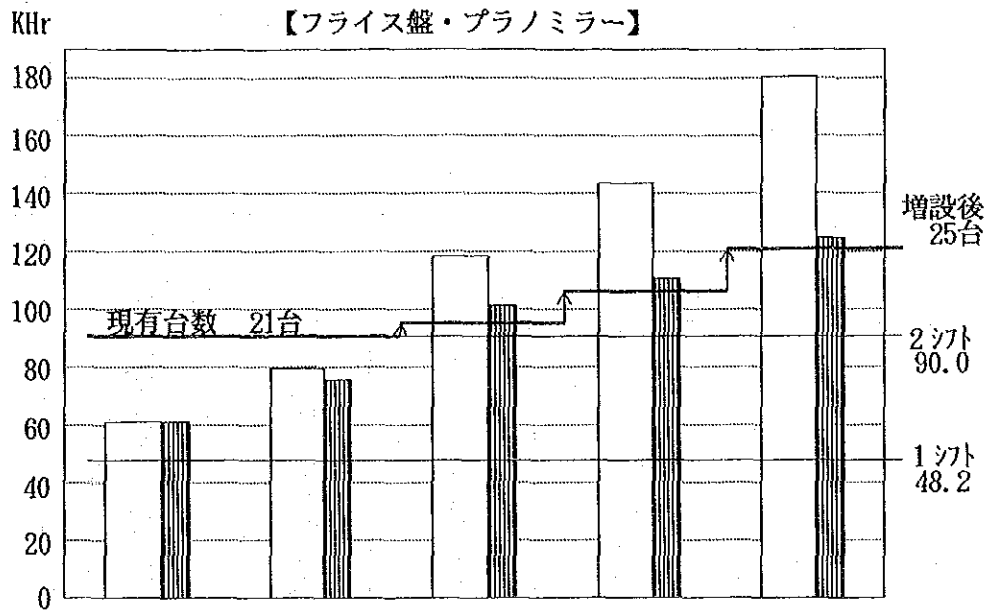
(3) 増設するプラノミラーの仕様は、次のとおり。

1992年 テーブルサイズ 1,000 × 3,000 (ライトアングルヘッド, エボカル・アタッチメント

各1台装備する)

1994年 テーブルサイズ 1,000 × 3,000 (ライトアングルヘッド 1台装備する)

図III-50(4) 設備能力の検討



	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	60,976	79,620	118,405	143,569	180,566
計画工数	60,976	75,639	101,236	110,548	124,591
不足台数			2.6	4.8	8.1
更新台数					
増設台数			フライス盤 1	マシニングセンター1	プラノミラー 1 フライス盤 1
増設後の能力			95,533	106,243	120,380

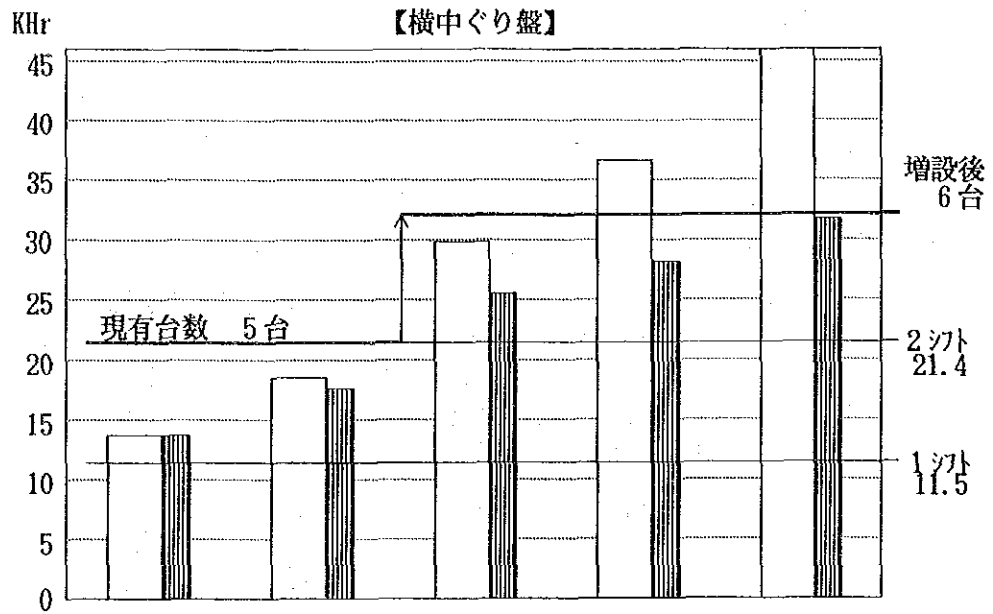
- (1) 1993年にフライス盤1台、1994年にマシニングセンター1台、1995年にプラノミラーとフライス盤を各1台を増設する。
- (2) 従来の設備に比べて、少なくともマシニングセンターは2.5倍、プラノミラーは2倍、フライス盤は1.3倍の消化能力を有する。
- (3) 1993年以降、毎年約4,000～5,700時間の能力不足となっているが、現在保有するマシニングセンター(1台)を充てて消化する。
- (4) 増設する設備の仕様は、次のとおり。

横型マシニングセンター：テーブルサイズ 1,000 × 1,000 1台

プラノミラー： テーブルサイズ 1,250 × 5,000(ライフトラック付) 1台

ベッド型立フライス盤： テーブルサイズ 600 × 1,400 2台

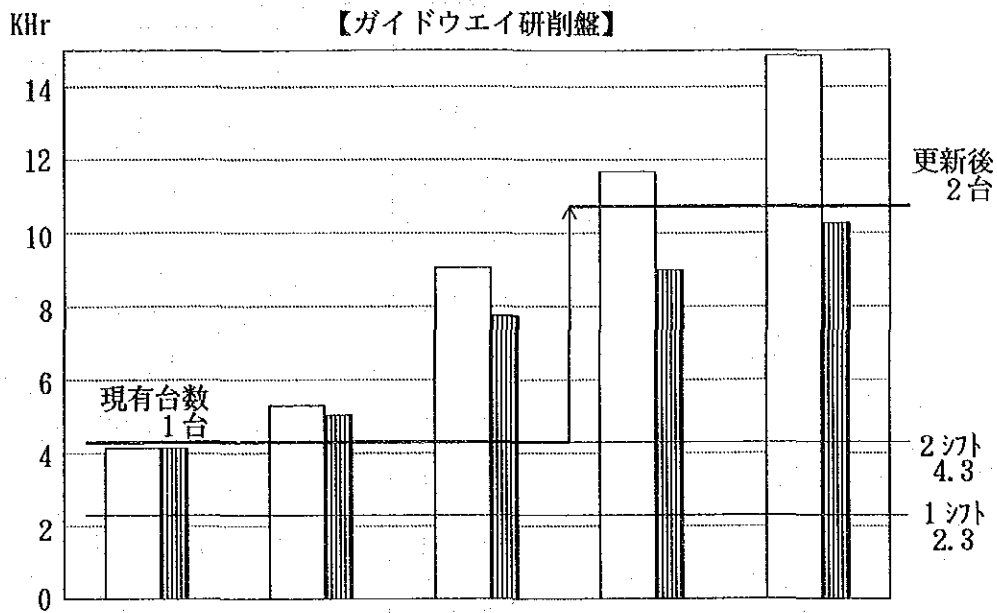
図III-50(5) 設備能力の検討



	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	13,686	18,538	29,844	36,613	45,966
計画工数	13,686	17,611	25,517	28,192	31,717
不足台数			1.0	1.6	2.4
更新台数					
増設台数			マシニングセンター1		
増設後の能力			32,130	32,130	32,130

- (1) 1993年に、マシニングセンター 1台を増設する。
- (2) マシニングセンターは、従来の横中ぐり盤に比べ、少なくとも 2.5台の消化能力を有する。
- (3) 増設するマシニングセンターの仕様は、次のとおりである。
マシニングセンター テーブルサイズ 630×630 (パレットチェンジャー付)
- (4) 現在のCA6140系列の旋盤が、新型の旋盤 (例えば、435型) に切り替われば、現有の専用加工機が使えなくなり、今後マシニングセンターで生産に対応することとなる。この場合、1995年には、マシニングセンターが、更に3台必要となる見込みである。

図 III-50(6) 設備能力の検討



	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
標準工数	4,130	5,290	9,060	11,670	14,860
計画工数	4,130	5,026	7,746	8,986	10,253
不足台数		0.2	0.8	1.1	1.4
更新台数				1	
増設台数					
増設後の能力				10,710	10,710

(1) 総合的な負荷工数計画からは、不足とならない設備であるが、スライドユニットの精度向上と増産に伴い、ガイドウェイ研削盤能力が問題となる。

現有する設備の内、スライドユニットのベッドとテーブルの研磨に充てられる設備は、上海製の設備1台である。旋盤のベッド研削に使用される設備は、天津製を除いて精度が低く、かつ非能率な設備である。かかる理由から、1993年には、1台更新が必要である。(注：上表の工数は、ベッドとテーブルの工数である。)

1992年と1993年の能力不足は、現有する大型研削盤で対応する。

(2) 新設するガイドウェイ研削盤は、現有の上海製の設備と同程度のものとし、他の設備に比べて、少なくとも約1.5倍の消化能力を有する。

(3) 新設する設備の仕様は、次のとおりである。

門形平面研削盤 (ガイドウェイ研削盤) : テーブルサイズ 1,250 × 5,000
研削ヘッド 2頭 (1頭は、スイングタイプ)

図III-50(7) 設備能力の検討

表Ⅲ-48 設備不足台数対比表

設備名	現有 台数	専用機の モデル機種	不足台数				
			1991	1992	1993	1994	1995
旋 盤	71	HBU-114					4.9
		HBU-141					
研 削 盤	21	HBU-114				1.9	4.9
		HBU-141					
形 削 り 盤	5	HBU-114			0.9	1.4	2.3
		HBU-141					
平 削 り 盤	4	HBU-114		0.6	2.1	2.8	3.8
		HBU-141		0.2	1.5	2.1	3.0
プラノミラー フライス盤	21	HBU-114			2.6	4.8	8.1
		HBU-141					
立 削 り 盤	1	HBU-114		0.8	1.0	1.1	1.3
		HBU-141		0.4	0.4	0.4	0.5
中 ぐ り 盤	5	HBU-114			1.0	1.6	2.4
		HBU-141			0.2	0.7	1.4
形状ワイ研削盤	1	スライユニット ベッド・テーブル		0.2	0.8	1.1	1.4

表Ⅲ-49(1) 人員計画 (素形材部門)

職 種	現人員 1991年	所 要 人 員				増 員 数			
		1992年	1993年	1994年	1995年	1992年	1993年	1994年	1995年
造 型	34								
木 型	7								
注 湯	6								
キ ュ ポ ラ	10								
砂 処 理	2								
溶 接 補 修	6								
鑄造職合計	(65)	47	68	83	108	-18	3	18	43
鍛 造	15								
ハ ン マ ー	2								
熱 処 理	7								
炉 工	3								
鍛造職合計	(27)	14	21	26	33	-13	-6	-1	6
板 金	10								
電 気 溶 接	6								
高周波焼入れ	5								
旋 盤	2								
機械修理仕上	2								
電 気 修 理	1								
ク レ ーン	9								
材 料	2								
用 務 員	1								
合 計	130								

注) (1)鑄造と鍛造は、各職種別の工数が不明につき、合計人員のみで検討した。
 (2)鑄造は、年産1,500Ton生産制限を受けている。今後1,500Tonの生産をすれば、現有能力の1,000Ton (最大1,200Ton) が、1992年の生産量に相当するので、 $47人 \times (1.25 \sim 1.5) = 58 \sim 70人$ の体制にする必要がある。
 増員は、11~23人となる。

表Ⅲ-49(2) 人員計画 (機械加工部門)

職 種	現人員 1991年	所 要 人 員				増 員 数			
		1992年	1993年	1994年	1995年	1992年	1993年	1994年	1995年
旋 盤	112	89	113	124	142	-23	1	12	30
二番取り旋盤	1								
研 磨	48	33	43	48	54	-15	-5	0	6
フ ラ イ ス	43	36	47	52	58	-7	4	9	15
平 削 り	16	9	12	13	15	-7	-4	-3	-1
形 削 り	6	9	11	12	14	3	5	6	8
立削り・フーチ	3	5	6	6	7	2	3	3	4
中 ぐ り	16	10	14	15	17	-6	-2	-1	1
マシニングセンター	2								
ド リ ル	13	17	23	25	28	4	10	12	15
歯 車 加 工	5	7	8	9	10	2	3	4	5
歯 車 研 削	3	6	6	6	7	3	3	3	4
野 書 き	2								
仕 上 げ	13	31	43	48	54	18	30	35	41
ク レ ーン	13								
運 搬	3								
搬 送	2								
工 具	6								
バ リ 取 り	1								
材 料	1								
清 掃	2								
	311	252	326	358	406	-26	48	80	128

- 注) (1)本表は、生産に直接関係する車間のみについて検討している。従って、機械修理車間および素材材部門の機械加工職人員は含まれていない。
- (2)マシニングセンターと治具中ぐり盤は、工数算定に用いたモデル機種の工数がゼロとなっている為に、人員の検討から外している。しかし、設備増設の対象機種であり、別途検討を要す。
- (3)野書き工は、増員が必要であるが、工数が不明につき検討していない。
- (4)空欄の職種については、補助員につき対象外としたが、増員は殆ど不要と考える。

表Ⅲ-49(3) 人員計画 (組立部門)

職 種	現人員	所 要 人 員				増 員 数			
	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1992年	1993年	1994年	1995年
仕 上 げ	77	55	75	107	138	-22	-2	30	61
電 気	8	6	8	11	14	-2	0	3	6
塗 装	19								
旋 盤	1								
研 磨	1								
ク レ ー ン	6								
材 料	1								
	113	61	83	118	152	-24	-2	33	67

注) (1)電気工は、仕上げ・組立の工数の約10%と見て、所要人員を計算した。
 (2)塗装の工数は、正確に把握できていないが、現状の人員で充分消化可能であり、増員の必要はない。

6.2 工程面の改善、ライン化に要する設備

ここでは、第5章に記述した、生産工程の改善、グループ化、ライン化案で必要となる設備を取りまとめておく。

(鍛造工程)

電動ホイスト …………… 1式(電動ホイスト2台)

(大物部品加工車間)

天井走行クレーン …………… 2台(北、中棟に各1台)

(歯車車間)

キーシーターまたは立削り盤 …… 1台

(専用機車間)

天井走行クレーン …………… 2台(組立区、機械加工区に各1台)

(組立車間)

電動式バランサー …………… 2台(空調室内、主軸組込み用)

天井走行クレーン …………… 1台

加工設備は、歯車車間の立削り盤以外は、増産対応の設備を配置する。その他は全て揚重設備である。

重量物の揚げ下ろしが多くなり、クレーン作業が生産に影響を及ぼすことが予測される。作業頻度からみれば、上記台数ではなお不足すると思われるが、建屋の長さから見て、上記の台数が限度であろう。作業改善によりクレーンの使用回数を削減する努力が必要である。例えば、運搬には台車の活用したり、比較的軽量の物のハンドリングにはリフターの採用等が挙げられる。

6.3 製品品質の工程能力向上に要する設備

工場が目標とする、高精度スライドユニット等の製造品質の確保の為に、新設を必要とする設備を検討した。それぞれの必要性については、第5章で個別に述べたとおりである。

(鑄造車間)

バッグフィルター	3台	(篩い機用に2台, 砂攪拌機に1台)
CEメーター	1式	
CBコントローラー	1式	

(熱処理車間)

ガス浸炭炉	1式	
-------	----	--

(歯車車間)

スプライン研削盤	1台	(自製による)
ホブ盤	1台	
ギヤーシェーパー	1台	
歯形測定器	1台	

(組立車間)

空調室	1式	
-----	----	--

(検査科)

三次元測定装置	1台	
---------	----	--

6.4 設備投資のまとめ

ここでは、6.1～6.3に記述した、設備の増設・更新の内容を取りまとめめる。増設・更新すべき設備について、稼働年度（実行ベース）に展開して、表Ⅲ-50に示す。

6.5 設備投資額の試算

6.5.1 設備投資額概算の範囲

設備投資額は、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

また、設備には、設備を稼働させる為の、工具や周辺機器等も見積もられるべきである。

しかし、(4)の設備以外は、国情の違いが多く、見積もりが困難であるので、日本国内に於ける設備本体購入価格（1991年7月現在）を算定し、表Ⅲ-51に示した。

6.5.2 設備投資案

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-51には、一応の見解として2つの案を示した。

増加・更新すべき設備の台数は、全面的に2シフト稼働を前提として算定したので、生産量の目標を達成するために最低限必要な台数に、すでに限定されている。あとは、設備の内容を考慮した2つの案が考えられる。

第1案：現実的で堅実な近代化案

第2案：NC工作機械やコンピューターの活用を考慮した意欲的な近代化案

6.6 設備投資についての見解

各設備投資案の考え方と、その選択についての見解を示す。

6.6.1 各設備投資案についての考え方

- 1) [第1案]は、1995年を、将来の飛躍の基礎を固める目標年度と見て、実行の可能性を重視し、生産の方式や生産工程、生産管理方式の改革を図ることに重点を置いた。

近代化目標を達成するために、例えば工作機械について言えば、NC化すべき設備はNC工作機械を選定したが、マニュアル設備で目的を達成できる機械は、極力堅実なマニュアル設備を選定した。多くのNC工作機械を一時に設備することによる混乱と、故障による日程混乱を避ける為である。

しかし、工場の将来の発展の基盤となりうる設備を、意図して選定した。

- 2) [第2案]は、NC工作機械や、設計・生産管理面でのコンピューターの活用は、当工場の場合、はや時勢である。

この点を考慮して、NC工作機械やコンピューターの導入等を、積極的に図る案とした。工作機械のサプライヤーとしては、生産技術や製造技術において常にユーザーよりも先行し、機械製造業におけるリーダーシップの役割を果たしているべきである、との考え方に基づいている。

但し、本案を採用するには、諸々の環境整備が必要である。例えば、製造プロセスの変更（機械加工手順等）、管理体制の整備（日程管理、NCプログラミング、設備保全、ツーリング体制等）、新技術の導入（新切削技術のとその使用技術等）、電力の安定供給、周辺条件の整備等が必要となる。

6.6.2 設備投資案選択についての見解

多額の設備投資を伴う工場の近代化は、投資によって所期の成果を確実に得られる手段に依らなければならない。その意味で、第1案は、当工場の近代化計画の目標（品質と生産量）を達成する為の、堅実で現実的な投資案であると同時に、将来の飛躍の基礎を固めるものである。

また、当工場の現状の諸条件（管理体制、製造技術力、エネルギー事情等）と安定な生産の保証（設備稼働の安定性）とを考慮した時、現時点では最も妥当な案として推奨する。本案をベースに、設備投資を検討されたい。

ただ、NC化やコンピューター支援は時流であり、近代化計画を推進する過程で、内部の環境整備と中国国内における設備の購入環境が整えば、第2案を参考に投資内容のレベルアップを図っていくことを薦める。

表III-50(1) 増設・更新設備一覧表

部門	区分	1992年	1993年	1994年	1995年	(参考) 1996年～
造	品質向上		バッグフィルター (1)	CEメーター (1)	CBコントローラー (1)	
	生産能力向上			トロリー付電動ホイスト(2)		
熱処理	生産能力向上		高周波焼入れ装置 (1)			
	品質向上			ガス浸炭炉 (1)		
機械加工	生産能力向上	作業改善のための少額投資	ヘッド型フライス盤 (大) (1)	平面研削盤 (大) (2)	CNC旋盤 (加) (3)	
			ヘッド型フライス盤 (大) (1)	プラノミラー (専) (1)	内径研削盤 (加) (1)	
			プラノミラー (専) (1)	横型マシニングセンター (専) (1)	平面研削盤 (大) (1)	
			横型マシニングセンター (大) (1)	ガイトエ研削盤 (専) (1)	ヘッド型フライス盤 (大) (1)	
			建屋 (大) (1)		プラノミラー (大) (1)	
			天井走行クレーン (大) (3)			
ライン化			天井走行クレーン (大) (1)	天井走行クレーン (大) (1)	天井走行クレーン (大) (1)	
			キーシクター (歯) (1)			
品質向上			ホブ盤 (歯) (1)	内径スライソ研削 (歯) (1)		歯車研削盤 (歯) (1)
			歯形測定器 (歯) (1)	ギヤシミュレーパー (歯) (1)		

注) () 内数値は、台数を示す。

表III-50(2) 増設・更新設備一覧表

部門	区分	1992年	1993年	1994年	1995年	(参考) 1996年～
組立	ライン化			天井走行クレーン (専) (2)	天井走行クレーン (組) (1)	
	品質向上		空調室・空調設備 (1) 電動式バルancer (2)			
検査	品質向上		三次元測定装置 (1)			
その他	生産能力向上			圧縮器 (1) 配電設備 (1)		
設計	生産管理	設計能力向上	パーソナルコンピュータ-CAD システム (2)	パーソナルコンピュータ-CAD システム (3)	パーソナルコンピュータ-CAD システム (1)	
		業務効率向上		パーソナルコンピュータ-CAM システム (3) パーソナルコンピュータ-日程管理システム (1)		

注) () 内数値は、台数を示す。

表III-51(1) 近代化に要する設備投資内容 (鑄造・鍛造・熱処理) (単位: 百万円)

設置 年度	設備名称	主 仕 様	目 的	台 数	第1案	第2案
1993	バッグフィルター 高周波焼入れ装置	20KHz× 100KW	品質向上	1	◎※	○※
			生産能力	1	◎	○
投資額小計(百万円)					55.0	55.0
1994	CEメーター トロリー付電動ホイス トガス浸炭炉	500Kg (金額は、電動ホイス トのみ) ピット型 φ800 ×1,500	品質向上	1	◎	○
			生産能力	2	◎	○
			品質向上	1	◎	○
投資額小計(百万円)					30.9	30.9
1995	CBコントローラー		品質向上	1	◎	○
			投資額小計(百万円)			
投資額合計(百万円)					101.4	101.4

注) ※印は、日本で見積りができなかったものを示す。

表III-51(2) 近代化に要する設備投資内容 (機械加工・歯車)

(単位:百万円)

設置年	設備名称	主仕様	目的	台数	第1案	第2案
1993	ベッド型フライス盤	テーブルサイズ 400W×1,600L	生産能力	1	◎	
	立型マシニングセンター	" "		1		○
	ベッド型立フライス盤	テーブルサイズ 600W×1,400L	生産能力	1	◎	
	立型マシニングセンター	" "		1		○
	プラノミラー	テーブルサイズ 1,000W×3,000L (RH 1, UH 1)	生産能力	1	◎	
	NC五面加工機	" "		1		○
	横型マシニングセンター	テーブルサイズ 630W×630L:パレットチェンジャー付	生産能力	1	◎	○
	キーシーター		ライン化	1	◎※	○※
	ホブ盤	φ250×m4	品質向上	1	◎※	○
	歯形測定器	φ350×m12, (ピッチ, 歯溝ふれAT付)	品質向上	1	◎	○
	三次元測定器	x700×Y1,000×Z600	品質向上	1	◎	○
	建屋	19m×84m	生産能力	1	◎※	○※
	天井走行クレーン	5Ton	生産能力	4	◎※	○※
投資額小計(百万円)				5	187.5	342.2
1994	平面研削盤	350W×1,000	生産能力	2	◎	○
	プラノミラー	テーブルサイズ 1,000W×3,000 (RH 1 台付)	生産能力	1	◎	
	NC五面加工機	" "		1		○
	横型マシニングセンター	テーブルサイズ 1,000W×1,000L:パレットチェンジャー付	生産能力	1	◎	○
	ガイドウェイ研削盤	テーブルサイズ 1,250W×5,000L	生産能力	1	◎	○
	内径スライダ研削装置	(自製)	品質向上	1	◎※	○※
	ギヤーシェーパー		品質向上	1	◎	○
	天井走行クレーン	5Ton	生産能力	1	◎※	○※
投資額小計(百万円)					450.5	562.6
1995	CNC旋盤	φ520 (OC. φ350)×1,050	生産能力	3	◎	○
	内径研削盤	φ150×400L	生産能力	1	◎	○
	平面研削盤	テーブルサイズ 350W×1,000L	生産能力	1	◎	○
	ベッド型立フライス盤	テーブルサイズ 600W×1,400L	生産能力	1	◎	
	立型マシニングセンター	" "		1		○
	プラノミラー	テーブルサイズ 1,000W×3,000 (RH 1 台付)	生産能力	1	◎	
	NC五面加工機	" "		1		○
	天井走行クレーン	5Ton	生産能力	1	◎※	○※
投資額小計(百万円)				7	236.6	277.2
投資額合計(百万円)					874.6	1182.0

注) ※印は、日本で見積りができなかったものを示す。

表Ⅲ-51(3) 近代化に要する設備投資内容(組立)

(単位:百万円)

設置 年 度	設 備 名 称	主 仕 様	目 的	台 数	第1案	第2案
1993	空調室 空調設備 電動バルンサー	8,000 × 16,000 設定値± 3℃, 31.2KW	品質向上	1	◎※	○※
			品質向上	1	◎	○
			品質向上	2	◎	○
	投資額小計(百万円)				22.7	22.7
1994	天井走行クレーン	5Ton	生産能力	1	◎※	○※
	投資額小計(百万円)				※	※
1995	天井走行クレーン	5Ton	生産能力	1	◎※	○※
	投資額小計(百万円)				※	※
	投資額合計(百万円)				22.7	22.7

注) ※印は、日本で見積りができなかったものを示す。↑

表III-51(4) 近代化に要する設備投資内容 (その他の部門)

(単位:百万円)

設置 年 度	設 備 名 称	主 仕 様	目 的	台 数	第1案	第2案
1993	パーソナルコンピュータ CAD システム		設計能率	1		○
	投資額小計(百万円)					
1994	パーソナルコンピュータ CAD システム		設計能率	1		○
	パーソナルコンピュータ CAM システム		業務能率	1	◎	○
	パーソナルコンピュータ 日程管理 システム		業務能率	2	◎	○
	空気圧縮器		生産能力	1	◎※	○※
	受配電設備		生産能力	1	◎※	○※
投資額小計(百万円)					12.4	32.9
1995	パーソナルコンピュータ CAD システム		設計能率	1		○
	投資額小計(百万円)					
投資額合計(百万円)					12.4	54.1

注) ※印は、日本で見積りができなかったものを示す。