

セスゲージとの連動による自動化が容易に可能となる。

また、内面研削盤における Z 軸の NC 化を実施することにより、砥石台の停止位置が正確で、また、バラツキが少なくなるので、砥石クイルを短くすることができる利点があり、特に小径砥石クイルの場合有効である。

3.10.5 CBN 砥石への対応状況

無錫工作機械工場は、CBN 砥石に関しては、資料の收拾段階で実験研究はこれからのように思われる。今回の訪問時に CBN 砥石に関するセミナーを実施した。CBN 砥石の日本の現状について説明した。1980 年初めより、この砥石性能に着目し、各部門での研究が盛んに行われた。CBN 砥石の利用技術が大幅に進歩し、一般化しつつあるのが現状であるが、CBN 砥石の適用には現在、下記に示す 3 つの問題点がある。

1. ドレッシング間の研削能力の安定化。
2. ドレッシング毎の研削性能が変化する。
3. ドレッシング直後の研削抵抗が高い。

以上の問題の解決には、砥石の選定、ドレッシング方法、研削条件の設定等の問題が残されている。このために基礎実験によるノウハウの蓄積が必要である。

ある調査によると、ベアリング製造業における CBN 研削の浸透状況は大略下記のとおりである。

- | | | |
|-------------|-----|-----------------------------|
| 1. 内面研削 | 50% | 砥石径 $\phi 5$ mm 以下ではほぼ 100% |
| 2. センターレス研削 | 35% | |

なおベアリング製造業以外に自動車関連業でもほぼ同程度の利用状況ではなからうか。

(1) CBN 砥粒の特長

1. 砥粒の硬度が硬く、鋭利な切刃が長持ちする。
2. 熱伝導率が高い。
3. 被削材との親和性がない。
4. 高温特性がダイヤモンド (DIAMOND) より優れている。

以上のことから CBN 砥粒は高能率 (寿命が長い)、高精度 (研削比大) と言えよう。これを具体的に表せば、次のとおりとなる。

1. 硬度

$$\frac{\text{CBNヌープ硬度}}{\text{Al}_2\text{O}_3\text{ヌープ硬度}} = \frac{4700}{2100} = 2.3$$

$$\frac{\text{CBNヌープ硬度}}{\text{SiCヌープ硬度}} = \frac{4700}{2480} = 1.9$$

2. 熱伝導率 (KW/m·k) 、20℃

$$\frac{\text{CBN : 1.3}}{\text{Al}_2\text{O}_3:0.033\sim0.126} = 39.4\sim10.3$$

$$\frac{\text{CBN : 1.3}}{\text{SiC : 0.067}\sim0.167} = 19.4\sim7.8$$

3. 高温特性

ダイヤモンドは、鉄系材料の加工において、研削点の温度で被切削材に炭素として吸収されて消耗が多い。CBN砥粒は硬度において、ダイヤモンドの 1/1.5 であるが、鉄系材と高温反応を生じない特長がある。限界温度砥石周速は大略次のとおりとなる。

	ダイヤモンド	CBN
限界温度℃	650	1200
砥石周速 m/sec	45~60	80~120

(2) CBN砥石の普通砥石と異なる主な規格 (JIS)

結合剤及び製法による種類	記号
レジンボンド (RESIN BOND)	B
メタルボンド (METAL BOND)	M
ビトリファイドボンド (VITRIFIED BOND)	V
電着法	P

コンセンレーション (CONCENTRATION)	砥粒の含有量 mg/cm ³ (ct/cm ³)
150	1320 (6.6)
125	1100 (5.5)
100	880 (4.4)
75	660 (3.3)
50	440 (2.2)

注) 200mg=1カラット(ct)

CBN砥石として、従来はレジンボンド (RESIN BOND) が多かったが、砥粒の保持力の高い、ビトリファイドボンド (VITRIFIED BOND) が開発され、これの利用が多くなっている。コンセンレーション (CONCENTRATION) は、100~125、程度が一般的である。

(3) CBN砥石の使用方法

普通砥石のドレッシングは、砥粒の破碎、脱落した砥石表面を修正し、また目づまりを取り除き新しい切刃を発生させる作業であり、ドレス量、ドレス速度は相当の巾を持って行っても、目的は達成できるので、ドレッシング作業はさほど注意しなくても実行できる。

しかし、CBN砥石のドレッシングは、普通砥石と基本的に異なり、砥粒の自生切刃は刃先の微細な破碎で行われる。したがって、ドレス量は砥粒刃先の部分を微量に除くことにより、その目的が達成されるとの研究結果が発表され、実用化されている。

この量は実験的に $2\sim 2.5\mu\text{m}$ とされている。それゆえに、正しくこの数値にドレッシングするために、砥石とドレッサーが接触をはじめる点を $1\mu\text{m}$ 程度の精度で検知する技術が必要となり、この測定計器としてAEセンサー、振動加速度計、微小電力検知装置等が用いられ、ドレッシングの開始、終了を適確に知ることができる。

また3.10.1(4) で述べたエアーマイクロメーターを用いて、非接触で砥石表面を検知し、エアノズル(AIR NOZZLE)先端とドレッサーとの距離を基準に自動的に行う方法も発表されている。

最良のドレッシングは $2\sim 2.5\mu\text{m}$ の正確なドレッシング量を確保する手段と、シャープ(SHARP)な、ロータリーダイヤモンドドレッサーにあるようだ。

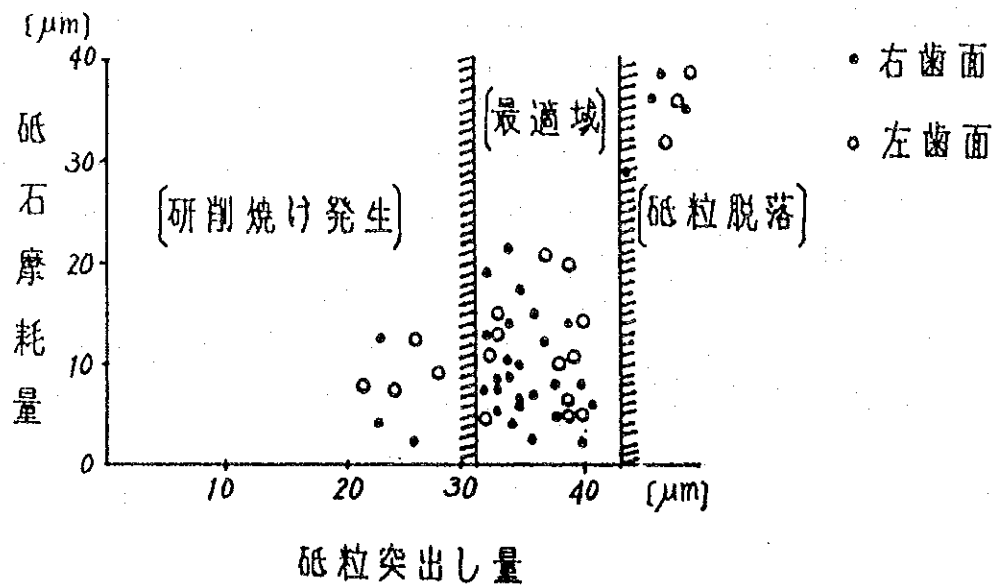
ロータリーダイヤモンドドレッサーの製作方法として、メタルボンド(METAL BOND)ホイールや、ダイヤモンド石を溶融メタル(METAL)で固着したものがあり、一般的に $\phi 50\text{mm}$ 前後が多く用いられ、摩耗を考慮して、 $\phi 100\text{mm}$ のものも使用されている。

使用される形状は、平形(メタルボンド)、V形(単列多石ダイヤモンド)、カップ(CUP)形(単列多石ダイヤモンド)、総形(メタルボンド)がある。

ドレッシングの条件として、ドレス量： $2\sim 2.5\mu\text{m}$ 、ドレスリード(DRESS LEAD)： $0.05\sim 0.15\text{ mm/rev}$ が、一般的な目安であろう。

砥粒の突出量は、CBN砥石を有効に活用するための重要な要素の一つである。図3.10.5は砥石突出量と、砥石摩耗の関係を示したもので、クリープフィード(CREEP FEED) CNC歯車研削盤開発にあたって実施した基礎実験データであり、突出量は $30\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ が良好な状態で、実機に適用し、実証ができた。

また円筒研削盤での、研削比が突出量 $33.6\mu\text{m}$ で13,000というデータも発表されている。突出量の測定には、レプリカ(REPLICA)法、直接ダイヤルインディケーター(DIAL INDICATOR)による測定法がある。



砥石回転数 1900 r.p.m (1800 r/min)
 砥石ストローク速度 120 mm/min
 砥石切込量 0.4 mm/pass
 (ただし、歯面直角方向)
 砥石仕様 CBN 140/170 N100B

図 3.10.5 CBN砥石の砥石突出量と砥石摩耗量

3.10.6 CBN砥石による加工実績（日本国内での）

(1) 内面研削盤

1. 加工物	φ10穴の内研、SCM22、HV650	
2. 取代	φ0.4 ^{mm}	
3. 結果比較	CBN140N200V	WA80K9V
ドレス間隔	100ヶ	1ヶ
生産量（砥石 1ヶ）	2000ヶ	50ヶ
サイクルタイム	15 sec.	20～30 sec.

(2) 内面研削盤

1. 加工物	ローター(ROTER)、φ17穴の内研	SCM415、HRC60
2. 取代	φ0.15 ^{mm} ～0.20	
3. 砥石	CBN80P200V	
4. 生産能率	1.4倍	
5. 研削比	624倍	
6. 工具費	1/2	
7. 砥石交換回数	1/5	

内面研削盤で、小径砥石による研削の場合、普通砥石では砥石交換の頻度が高く、自動化が難しかったが、CBN砥石はこれを可能にし、生産性の向上ができた。

(3) センターレス研削盤

1. 加工物	φ10 ^{mm} ×60L、工具シャンク部、SKH56、HRC67	
2. 結果比較	CBN	普通砥石
砥石寸法	φ450 ^{mm} ×200T	φ455 ^{mm} ×205T
砥石周速	1980 m/min	2000 m/min
取代（1回通し）	φ0.02 ^{mm} （仕上）	←
工作物通し速度	1 m/min	0.55 m/min
真円度	1～1.2 μm	2 μm
円筒度	3 μm	←
面粗度	1.2 μm	1.6 μm
加工能率	1.7	1

(4) センターレス研削盤

1. 加工物	ニードル(NEEDLE) $\phi 4\text{mm} \times 12$ 、SKH2、HRC57以上	
2. 取代	$\phi 10\mu\text{m}$ (従来は砥石取代 $\phi 20\mu\text{m}$)	
3. 結果比較	ピトリファイド(VITRIFIED) CBN	32A120L8V
砥石寸法	$\phi 350\text{mm} \times 200\text{L}$	$\phi 610\text{mm} \times 205\text{L}$
砥石周速	2700 m/min	2400 m/min
ドレス間隔	3ヶ月	1日
砥石寿命	6年	1年
真円度	$0.25\mu\text{m}$	←
面粗度	$0.6\mu\text{m Rz}$	$1.2\mu\text{m Rz}$

(5) 超仕上機 (CBN砥石多孔質ピトリファイド(VITRIFIED))

砥石メッシュ(MESH)	面粗度 (μmRa)
CBN 1500~2500	0.06~0.09
CBN 3000~5000	0.04~0.05
CBN 6000~8000	0.03

砥石損耗比は従来砥石の約1/20であるとの報告がある。

以上は CBN砥石による加工実績で、(1)~(5)に関しては従来使用していた機械に CBN砥石を応用したものである。

3.10.7 新しい研削方法を応用した研削盤

(1) CNC工具研削盤による、クリープフィード(CREEP FEED)研削

焼入、研削された丸棒素材をワンチャック(ONE CHUCKING)でエンドミル(END MILL)の全研削(外周刃、底刃)加工。

1. 高速度鋼	$\phi 20\text{mm}$ エンドミル(END MILL)
2. 4枚刃	ねじれ角 30° 、切込 4mm ワンパス(ONE PASS)
3. 砥石	CBN140R100 左右各 2枚
4. 全研削時間	8 min/本
5. 振れ精度	TIR. $5\mu\text{m}$ 以下

(2) CNC専用研削盤による、高能率研削

焼入、研削した素材よりの、ブローチリーマー (BROACH REAMER) の溝加工

1. 高速度鋼	φ20 ^{mm} 、ねじれ角60°、刃長55 ^{mm}
2. 刃溝 4枚	切込3.5 ^{mm} ワンパス (ONE PASS)
3. 砥石	特殊レジソボンド、アルミナ砥石 (Al ₂ O ₃)
4. 送り速度	538 mm/min
5. 砥石周速	105 m/sec、砥石径φ400 ^{mm}
6. ドレス間隔	連続ドレッシング方式 (NC)、0.01~0.02 ^{mm}
7. 砥石軸径	φ70 ^{mm} 、電動機15KW
8. 研削液圧力	10 kg/cm ²
9. 全研削時間	46 sec.
10. 研削除去量	8.67 cc/min

3.10.8 むすび

以上、現有研削盤に関する技術的な見解及び、主として、日本における、技術の現状について報告した。結論として、無錫工作機械工場訪問の際に工場側より提出された、表3.10.2、表3.10.3、表3.10.4 に示す、センターレス研削盤、軸受研削盤、内面研削盤の“優先改造項目”の品質目標が達成できれば、設計技術水準として80年代中~80年代後半の近代的レベル (LEVEL) となろう。優先改造項目の内容については近代化を目標とする技術レベルとして評価できる。早期開発と実用化を期待する。

なお無錫工作機械工場の研究所において、国外競合メーカーの技術データを詳細に集め、これに基づき品質目標を定め実施しているのには敬意を表す。

表 3.10.2 無錫工作機械工場の主要製品構造性能一覽表 (1/3)

種類：芯無し研削盤

構造及び性能の現状	優先改善項目
<p>芯無し研削盤には普通型、高速型、高精度型と自動型等があり、加工能力は$\Phi 0.5 \sim 40\text{mm}$。大部分の工作機械は一般的手動式で普通の親ねじナット送り、平-V型すべりガイドを採用、少量の製品はステットシステム、モーター一調波減速器一ボートネジナット送りシステム、双V型ローラーガイドを使用。</p> <p>砥石線速度は一般的に35m/s、新製品は45m/s。</p> <p>工作機械の電気コントロールの大部分は常規の継電器コントロールで、少数の製品がPC及びマイクログコントロールを採用。</p> <p>寸法コントロールのほとんどが汎用研削盤と手動補償を使用し、プランジカット研削盤はストッパー測定を用いる。</p> <p>工作機械の作業精度は一般的に$10 \sim 20\%$精度リザーブ。普通と自動工作機械の加工真円度は$2\mu\text{m}$、高精度工作機械のそれは$1\mu\text{m}$。</p>	<p>NC芯無し研削盤の開発にあたり、サーボモーター駆動ボールネジ送りシステムを採用、CNCコントロール工作機械作業及びフィニッシュャー二座標連動により砥石を仕上げ、微い仕上げに取って替わるものとする。</p> <p>研削速度は普通45、60m/sにまで上げる。</p> <p>ランダム計を使い、CNCコントロール装置により研削部品の寸法のフィードバックコントロールを行う。</p> <p>工作機械の加工精度を高める、高精度NC工作機械の加工真円度を$0.3\mu\text{m}$に上げる、高精度工作機械のは$0.2 \sim 0.3\mu\text{m}$、粗さ$Ra < 0.05\mu\text{m}$、普通工作機械のは$1 \sim 2\mu\text{m}$、粗さ$Ra < 0.1\mu\text{m}$にまでそれぞれ上げる。</p>

表 3.10.3 無錫工作機械工場の主要製品構造性能一覽表 (2/3)

種類：軸受け研削盤

構造及び性能の現状	優先改善項目
<p>軸受研削盤の種類には軸受輪内面研削盤（加工穴径6～160mm）、軸受外輪溝研削盤（加工外径18～300mm）、軸受外輪鏢研削盤（加工外径35～200mm）、軸受内輪溝研削盤（加工内径3～200mm）、軸受内輪軌道研削盤（加工内径27～200mm）等がある。砥石線速度は一般的には35m/s、少量の製品に関しては45～60m/s。</p> <p>大部分の製品は普通送りシステムには油圧シリンダー大きさびてこ、テーブル油圧往復と機械オシレート往復を用い、少量の製品はステップ電機一調波減速器一ボールネジ送りネジシステムを使う。</p> <p>工作機械の電気コントロールには継電器コントロールが、新製品にはPCとマイクログコンピュータコントロールが使われる。測定コントロールとしてはインダクタンス計とストッパー研削が採用。</p> <p>工作機械の加工精度は、研削 Eクラス軸受、加工真円度1.5μm～2μm、寸法差8μm～12μm。</p>	<p>研削盤コントロールに適應するコンピュータを開発する、送り構造にはサーボモーター一ボールネジを採用、高い送り分解能率が求められる。</p> <p>コントロール装置に適應するコンピュータを開発する。</p> <p>工作機械の剛性、生産効率を高め、生産率を1部品に対し10秒以内まで引き上げる。</p> <p>CNC、CACコントロール装置を用いて測定装置をコントロールし、寸法コントロール自動フィードバックを実現する。</p> <p>工作機械の作業精度を安定して加工真円度1.2μm、表面粗さRa0.32μmまで高める。</p>

表 3.10.4 無錫工作機械工場の主要製品構造性能一覽表 (3/3)

種類：内面研削盤

構造及び性能の現状	優先改善項目
<p>内面研削盤の種類には普通型、半自動型、高精度型等があり、研削穴の直径範囲は3～500mm。</p> <p>普通の工作機械の送り構造としては三ローラー摩擦クラッチレバーステムを使い、普通プレーション案内、半自動工作機械および高精度工作機械はステツプモーター駆動カム軸レバー送りシステムを使用。高精度工作機械のスピンドルには静圧軸受けと静圧案内を用いる。</p> <p>工作機械の電気コントロールとしては大部分常規の継電器コントロールを採用。</p> <p>寸法測定コントロールはほとんどがストップパー研削を、一部は栓ゲージと能動インダクタンス計を用いる。</p> <p>工作機械の加工精度は一般的に10～20%のリザーブ量で、高精度の工作機械の加工真円度は0.3～0.6μm、比較的大きい規格の工作機械は0.4～1μm。</p>	<p>MK2110、MK2120NC内面研削盤の開発にあたっては、サーボモーター駆動ボールネジ送りシステムを採用し、送り分解能率は横方向0.5μm、縦方向1μmが求められ、810GE CNC装置を採用することによりスクリューン表示、マシン対話プログラムを實現させる。</p> <p>CNC装置コントロール誘導同期器を用いることで加工寸法測定フィードバックを行う。</p> <p>工作機械の加工精度を高める。加工精度のリザーブを15～30%、普通工作機械の加工真円度を1～2μm、高精度機械の真円度は0.3μmにまで引き上げる。</p>

3.10.9 CNC機拡販についての一般注意事項

日本におけるNC機、普及の初期段階の経験に基づき、下記の提案をする。

1. 制御装置は当初可能なかぎり 1社に限定し、設計、生産技術、組立、検査部門技術者の、制御技術レベルを、早期に向上させる必要がある。また専門プログラマー (PROGRAMER)の養成も不可欠である。これを実行するための、プロジェクトチーム(PROJECT TEAM)の編成も一方法であろう。
2. 制御装置メーカーとの接触を密にして、研削に必要な機能を充分にその装置に組み込ませる。一般に、NC制御装置に携わる電気技術者は、研削に関する知識が少ないと思われるので、明確な仕様書を提出する必要がある。
3. CNC制御装置の保守に関しては、よくメーカーと打ち合わせを行い、納入された制御装置の保守に関する取り決めを行うことがぜひ必要となる。機械を納入後の CNC制御装置のユーザー側の保守を工場で全部引き受けたら大変なことになり、最小限にすべきである。
4. CNC機拡販のためにNC専門スクールを早期に設置して、組織的にユーザーを集め、実施教育をはかり、NCに対する“拒否反応”を解消させることが拡販につながる。また、無錫工作機械工場の大きな営業のセリングポイント(SELLING POINT)となる。

日本において、大手メーカーは製品を展示したNCスクールを持ち、ユーザーの実地教育をすることが常識となっている。また、このNCスクールを利用して、近い将来増員されるであろう社内のNC技術者の教育にも活用できる。

以上のことを強力に実施することにより、競合他社に対し、差別化をはかることが可能となる。

第4章 生産管理の現状と問題点

4.1 設計管理の現状と問題点

無錫工作機械工場では、併設されている無錫内面研削研究所において、新製品の設計、開発業務が行われている。この研究所における設計管理の主要事項は、次に示す項目で構成されている。

(1) 設計計画の管理

工場長よりの新製品開発企画命令に基づき、設計開発部門は、製品設計の年度計画を作成し、工場長の承認をする。製品設計の全体計画、および細部計画を作成し、製品設計室がこの設計計画を実行し、定期的に計画に対する実績をチェックする。

(2) 設計計画と審査

独自の新製品の設計の場合は、次の3つの段階をふむ。

1) 開発企画書の立案

新製品の内容を分析して、品質目標の設定、技術内容の調査、市場ニーズへの対応、製品コストの検討、および競合他社との、技術レベルを比較検討した上、新製品の基本的な性能、および機械の仕様を決定する。

2) 設計計画図の作成

具体的な設計実施計画を作成する。すなわち、製品構造、製品コスト目標を基本として、具体的技術内容、全体設計、ユニット設計、油圧、電気系統図、機械の作動サイクル線図および設計計算資料等の技術的項目を決定する。

3) 製品設計の審査と承認

技師長主催の審査会を開催し、開発企画書、設計計画図の内容を審査して、技師長の承認を受ける。また、受注した専用工作機械については、更にユーザーの承認を受ける。

(3) 新製品開発と品質保証

新製品の品質を確保するために、製品の設計段階、試作段階、試作結果に基づく改善、および量産先行試作段階、量産段階、の全行程について、各ステップ毎に A、B、C の 3 項目の評価が行われ、更に納入後における、ユーザーの満足度が D 項目で評価され、これらの評価結果に基づき新製品の品質保証を行う。

注：ステップ毎の評価項目

A評価：総合設計レイアウトがユーザーの要求を満足するか。構造に先進性と合理性があるか。

B評価：（工場級鑑定）試作モデルが設計要求の品質指標、性能、作動安定性、信頼性に達しているか。図面、書類が正しいか。整合性があるか。

C評価：（鑑定結論）製品適用性、製造技術、書類、信頼性がユーザーの要求に一致するか。ユーザーの評価、意見を聞く。

D評価：ユーザーが製品を満足するか。プロセスが製品の要求に適應するか。改善対策等が審査される。

4.1.1 研究所の組織と新製品開発の流れ

前記に関して、無錫工作機械工場より提出された、研究所の組織、機構、および人員の構成一覧表、および設計管理における、新製品開発の流れ図を図4.1.1と図4.1.2に示す。研究所業務の流れ、内容をもとに、本研究所の責任者と研究所の組織、人員表、新製品開発の流れ、設計管理に関する具体的内容について質疑応答を行った。

まず設計管理に関しては、内容が具体的であり、適切であると思ったが、この規定を確実に実行して管理の流れを作ることが大切であると考えている。

今後重要となるのは、製品コストの検討で、現在の設計管理ではこの点が明確になっていない。一般に製品コストの60～70%は設計内容いかににより決定されると言われており、その通りと思う。図4.1.3はコスト寄与度の重要性を示す。製品コストに関する認識は、今後の重要課題の一つであろう。

設計が中心となった製品原価の認識が必要で、品質目標と同時に原価目標の設定も必要になってくる。VE (VALUE ENGINEERING)のチェック機能を、開発のフローに入れることが必要となる。また試作完了から量産に入る間の、設計目標の確認と対策、製品原価の確認、VEの検討をフローの中に入れるべきである。

開発の流れ図は、日本の場合と大差なく、これを確実に実行することである。なお細かいことであるが、流れ図の中に写図という工程がある。日本ではこの工程は1960年代に廃止され、設計者が直接トレーシングペーパー (TRACING PAPER) に作図している。これらの

合計人員：172名

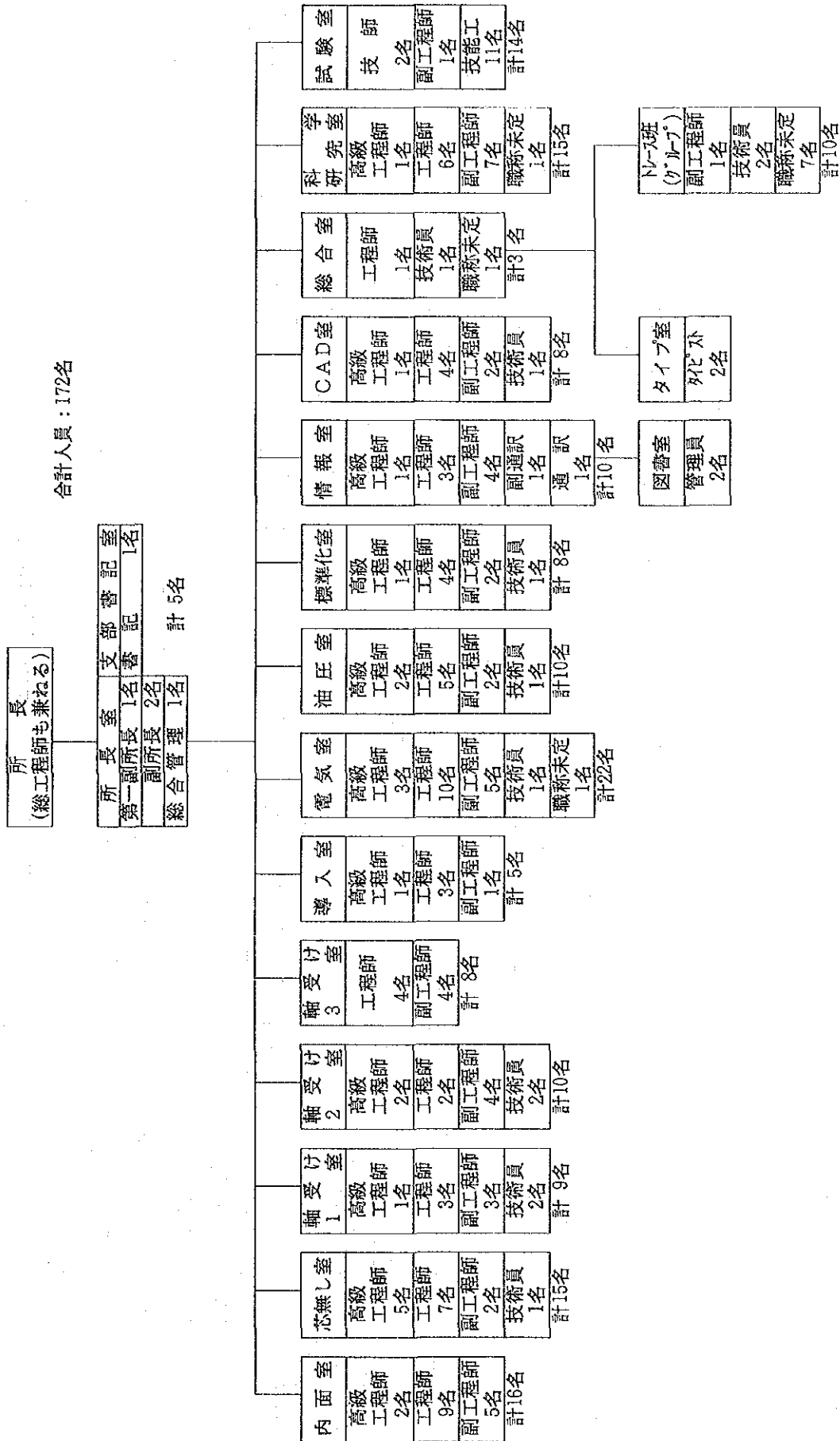


図 4.1.1 無錫内面研削盤研究所 (製品開発部門) 組織機構及び人員構成一覽表

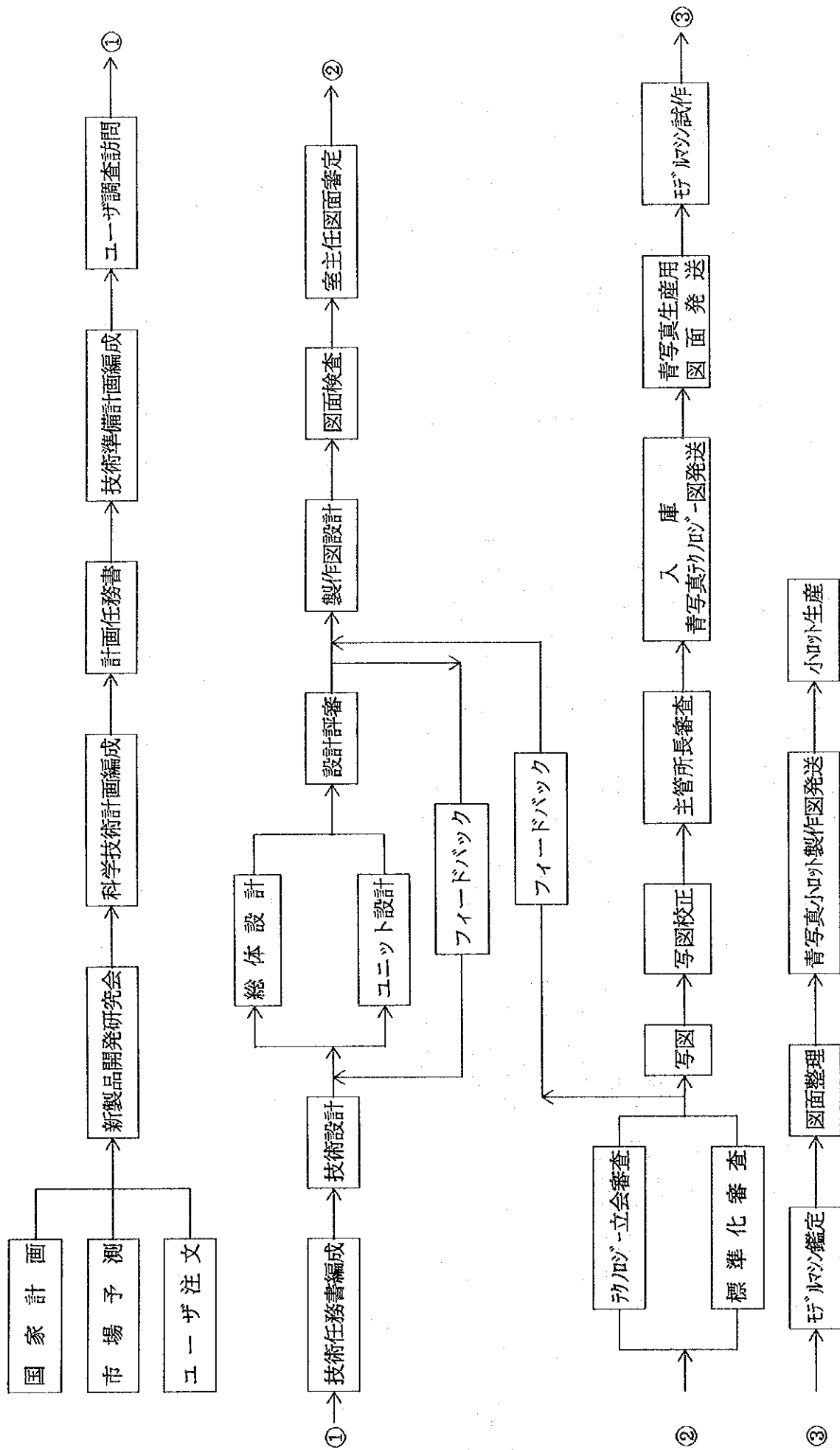


図 4.1.2 新製品開発の流れ図

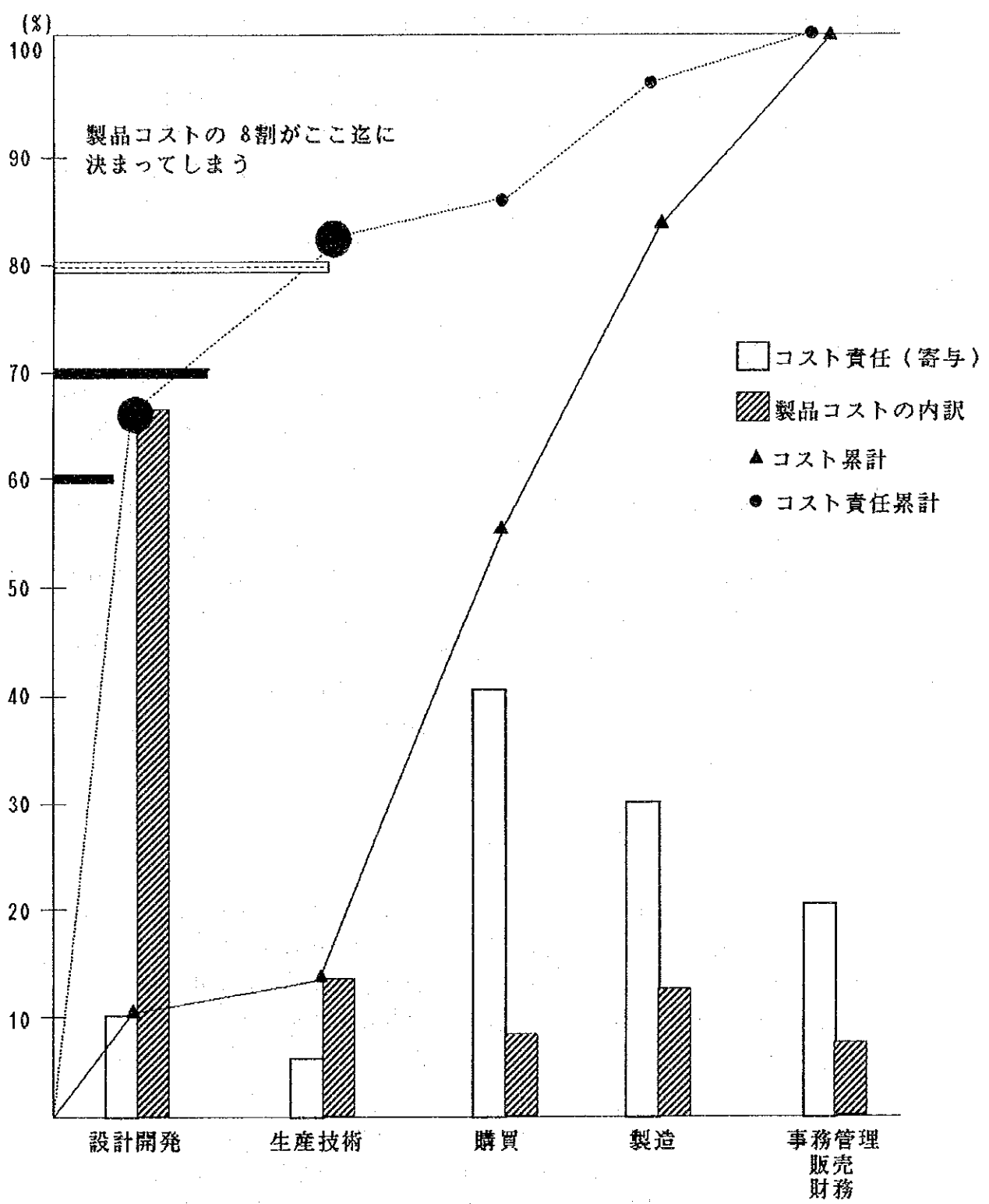


図 4. 1. 3 設計開発の製品コストに対する寄与の重要性

作業に関しては、現在設計製図の能率向上のための CAD化が急速に進展している。

研究所の組織と人員構成であるが、開発機械別、機能別に分かれており日本の現状と大差ないが、そのうち、試験研究に従事する人員が少ない（後述）。無錫工作機械工場は従業員約 4,000人であり、日本流では、鋳造、木型、熱処理、板金、塗装などは協力工場に依頼することが多く、この点を考慮して 2,500～ 3,000人規模の工作機械工場と考えられる。これをベースにした場合、本研究所の研究、開発にたずさわる人員は、約 170人で、単純に考えて少ないのではないと思われる。日本の大手工作機械メーカーの場合、10%前後が一般的のようである。中には、会社の方針として研究、開発、を重要視して、これにたずさわる人員が、約20%の近代的な工作機械工場もある。今後工作機械の性能高度化に伴って、研究、開発にたずさわる人員は益々増加するであろう。

設計期間の短縮には 2つの要素に分けることができる。すなわち創造する部分と、参照にする部分で、前者は設計者の知識、技術、知性によって左右され、技術者の教育が必要となる。後者は過去の技術データの蓄積による標準化であろう。

また開発には何らかのリスクが伴うのは当然で、失敗から学ぶことは多いのである。失敗事例よりの参照は、リスクを最小化し次の開発期間の短縮に極めて効果がある。

このように過去の技術の蓄積を有効に活用することにより設計期間の短縮には効果がある。また見方を変えれば、設計者のレベルを上級設計者レベルに近づけるものともいえる。製品開発は開発計画（品質目標）が設計、製造、検査（品質目標の確認）の各工程を経て完了するが、この流れにおいて一時停止、工程の後戻りなど、開発を遅らせることが多い。

開発期間の短縮は、これを担当する各部門が、開発の流れを止めないための活動が、重要な管理ポイントとなる。

4.1.2 設計期間短縮のための標準化

図4.1.4 に設計業務の流れの一例を示した。図の左側は技術の蓄積を示すもので、人間の頭脳に相当する。重要な情報はこの頭脳に集中整理し、活用されなければ、総合的な効果は期待できない。これらの標準化された項目を有効に活用することにより設計期間の短縮が可能となり、その結果、客先のニーズに対し早い対応が可能となる。

これを具体的に活用するチェックポイントを次に示す。

1. 標準化されたものの利用を衆知徹底させ、活用の度合いを上げ、これを定期的にチェックする。これは設計主任管理者の大きな管理点の一つである。
2. 図面の自主チェックによりミスの少ない設計品質の良い図面を出図して、設計変更を最小限に抑える。
3. 品質保証項目を、図面を通じて、次工程の生産管理、製造、検査などの関係部門に正確かつ詳細に伝達する。

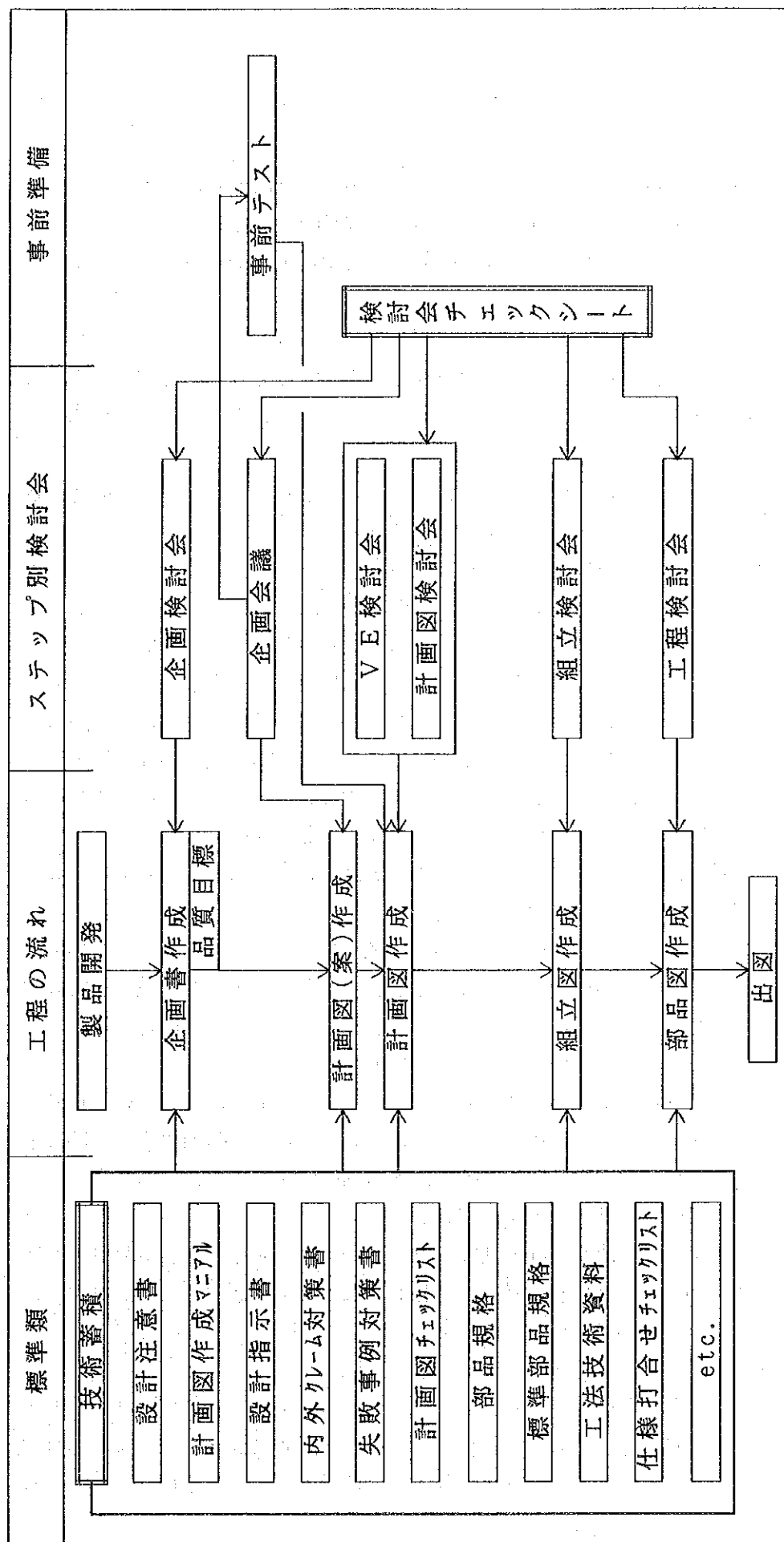


図 4: 1. 4 設計業務の標準化を中心とした主な流れ

4. 開発に関して未経験な技術項目については、現状の設備でできるもの、試験装置を製作実施するものに分けて、開発の日程計画に組み入れる。
5. クレームの再発防止、客先への工法提供、工法提供のしくみを図4.1.5 に示す。

研究所の組織の中には標準化室があり、8人で運営されている。調査結果によると、各種の標準化がなされているが、更に、標準化の重要性を再確認して、その内容を再検討して、新しい技術に対応する改定を実施すべきである。“改正の伴わない標準化は意味がない”これは品質管理の基本である。

これらを実行するためには、研究所トップの強力な方針が必要である。標準化の総合されたものとして、機能のモジュール化がある。これについての調査を実施した。

本研究所ではモジュール化の重要性を認識して、現在はセンターレス研削盤については、5つの機械型式別と、17のモジュールによりなる組合せが完成しており、実施できる段階である。内面研削盤、軸受研削盤については着手したばかりの段階である。機械の性質上、内面研削盤と軸受研削盤とは分離した方が、モジュール化は容易となろう。

モジュール化で注意することは、規定のモジュールにこだわり過ぎて、機種毎の特徴が失われないことである。これらのモジュール化が完成すれば、大幅な設計期間の短縮と設計品質の向上が期待できる。ただし、前述のように、このモジュールは、技術の進歩に対応したものであり、定期的に見直し改正するものでなくてはならない。

CAD化による、設計製図の効率化は、設計能力や設計品質の向上に大きな効果があり、開発期間の短縮を図る有効な手段の一つである。

8.5計画には、CAD化について相当高度な内容が広範囲に述べられているが、全体のシステムの中で、現状のCAD化の程度から考えて、設計、製図のCAD化に的を絞って、実施すべきであろう。CAD化を実施するには“魔法”はない。人材の育成、設備の増設等一歩ずつ、たゆまず確実に実行、拡張していくことが重要である。

以下は日本における近代的な工作機械メーカーの一例であるが参考にされたい。1984年設計、製図の、CAD化を計画し、現在CAD端末80台以上を設備し、全機種の設計、製図業務を完全にCAD化し、設計能力の向上、CADの特長を有効に生かしたシステムにより、設計品質の性能向上、製品の原価低減を実現している。

設計でのモジュール化は単に設計だけの問題でなく、後工程、すなわち、工程管理、機械加工、組立、検査、納入機のアフターサービスに大きな効果を及ぼすことを認識すべきである。後工程に及ぼす主な効果は以下の通りである。

1. 一度、工程設計、時間見積、材料計算、木型等1回実施すれば、次のロットからは、そのデータが活用できる。機械加工の部品手配もモジュール単位での分割手配が可能となり、図面の質の安定に伴って、設計不良による誤作動を大幅に減少させることができる。

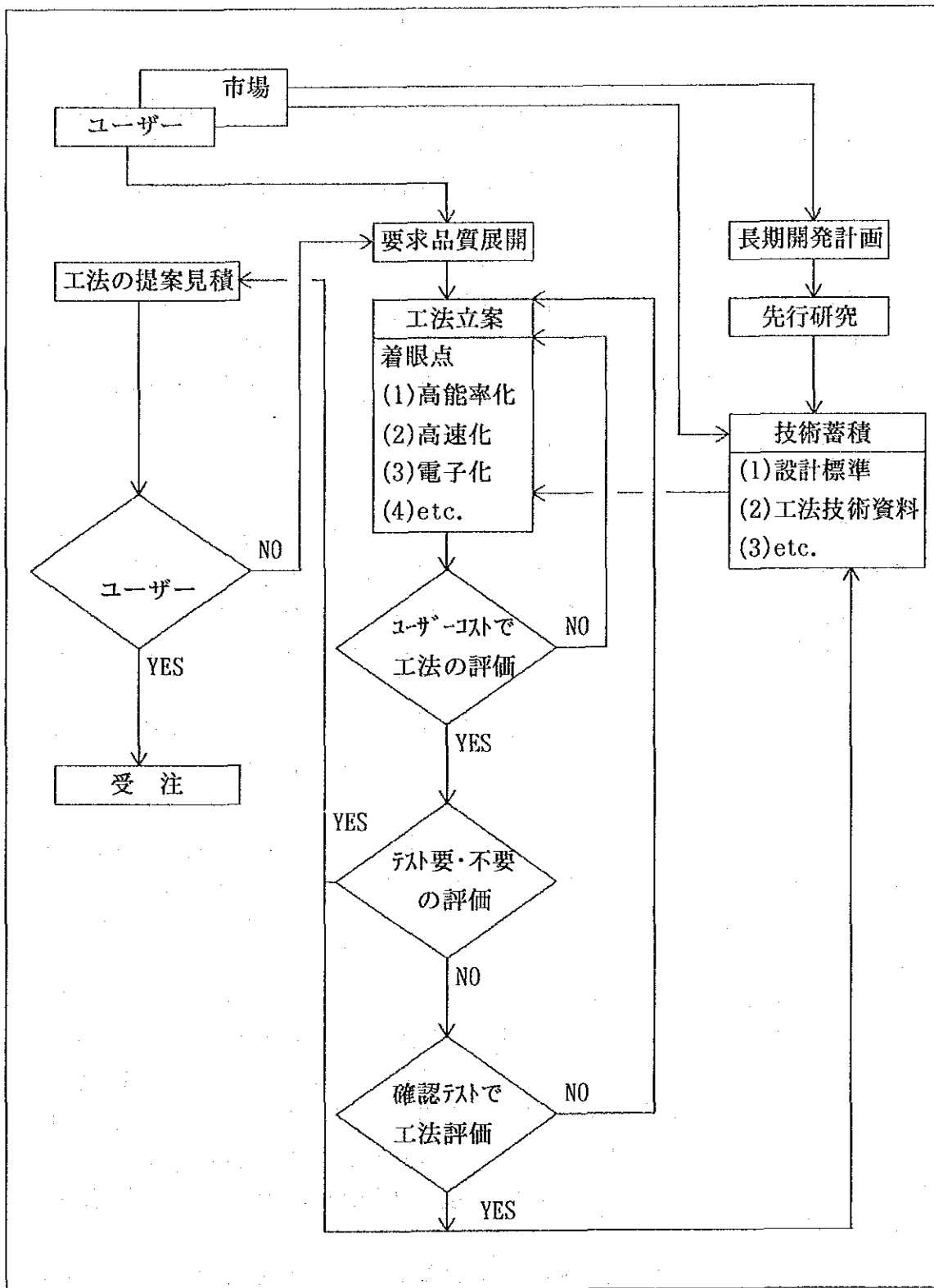


図 4. 1. 5 工法提供のしくみ

2. 組立においては、モジュール単位の小組立が行われ、モジュールの段階で工作精度検査、運転検査を実施することにより組立の品質向上に大きな効果を発揮する。工作精度検査、運転検査を重点的に実施することができ、検査時間の短縮と検査内容充実につながる。

以上述べた、規格すなわち標準化は、設計部門だけの問題でなく、各部門が TQCの一部として全社的に行われるべきものと判断する。全社的な規格運営の流れについての一例を、[図4.1.6](#) に示す。これを実行するには、工場トップの強力な方針が不可欠である。

4.1.3 開発段階での試験・研究の効率化

製品開発段階での試験・研究の効率化について責任者の説明によると、試験、研究、を必要とする機械ユニットあるいは装置の設計、製作が組織的に行われず、開発計画のスケジュールに合わないという問題点が報告された。すなわち、開発機本体が完成しても、試験研究を必要とする項目の実施の遅れ、全体として、開発期間が長くなる一つの原因となっている。

日本における大手工作機械メーカーでは設計開発部門と設計要員、一部の製造設備、試験設備を持った研究部門が組織上分かれている場合が多く、開発に必要な試験、研究は計画的に実施し、新機種の開発納期を確保している。

このために開発計画の規模に応じた人材を確保し、短期、中期、長期の研究計画に基づく、組織的な活動が必要であろう。また、人材については、これからの工作機械は益々高度化されるので、これに従事する技術者は、機械制御、計測、ソフトウェアシステム等専門化の傾向に向かうであろう。

調査した結果、本研究所では試験研究業務は科学研究室、実験室、電気室、軸受三室等の共同で行っているようである。ユニット、装置の製造責任部署は調査できなかったが、組織上、試作職場が担当するのが本筋であろう。いずれにせよ人材を確保し、組織化して開発計画に合わせた設計、製作実験を能率的かつ専門に実施する部門を作るか、試作工場の作業内容を検討し、試作工場を研究所に併合し、新製品開発のため専用ラインの一環として考えられないか。いずれにせよ益々高度化する試験研究業務を遂行する能力を高める必要がある。

8.5計画によると、新製品66種を開発することになっており、開発の内容にもよるが、設計開発と試験研究の、人員及び設備についての見直しが必要ではなからうか。

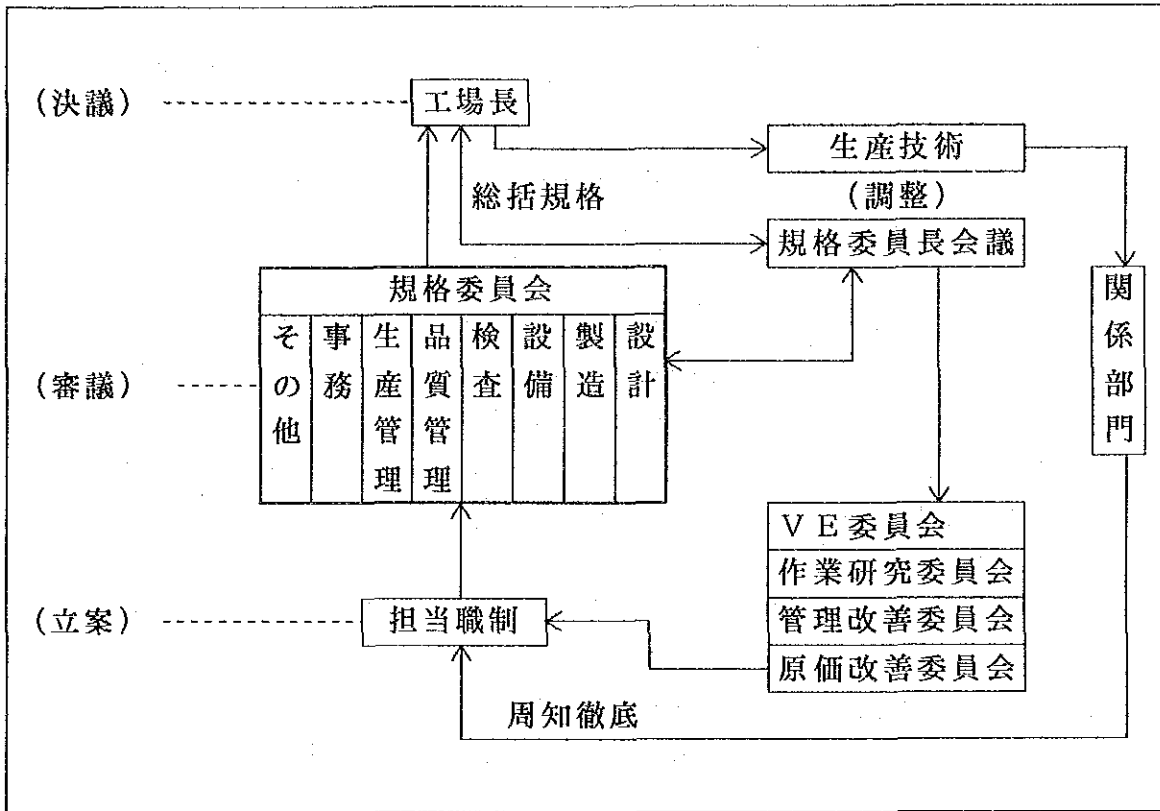


図 4. 1. 6 全社的規格運営の流れ

4.1.4 設計部門以降の工程における開発期間の短縮

各部門の責任者と質疑応答を実施した。出された意見を総合すると、遅れの原因として下記事項が問題点のようだ。

1. 設計品質の問題で、流れが一時停止、後戻りすることがある。
2. 設計の人員の問題で、試験研究の業務が遅れる。
3. 生産が優先となり、開発機の部品の製作が遅れる。
4. 主な手配工程、すなわち設計、工程設計、時間見積、材料手配等の各工程作業が全部終了しないと次工程へは流さない。
5. 購入、外注部品の品質不安定。
6. 機械設備が悪く、治具に頼ることが多い。また、治具製作に時間がかかる。

この問題は当然管理者が調整すべき問題ではなかろうか。

打ち合わせの内容を総合すると各工程のリードタイムは大略下記の通りである。

工程設計	時間見積	鑄造	機械加工	組立	検査
3ヶ月	3ヶ月	4~5ヶ月	3ヶ月	2ヶ月	2~6ヶ月

リードタイムの合計（設計期間は除く）は17~22ヶ月である。

1.、2.項に関しては設計の項で述べたとおりであるが、3.、4.項が最も大きな問題点と思われるので、下記の提案をする。

1. 従来の生産ラインとは別に、現有試作工場と直結した専用ラインを設ける。もちろん、組織、人員について抜本的な考えが必要である。また、専用ラインには流れ全体が把握でき、問題を早期発見し、対策がうてる管理責任者を置く。

2. 重点先行手配方式を実施する。具体的に一例を挙げて説明する。

工場として承認された開発日程計画に基づいて、組立開始日を基準として、まず設計部門では計画図が終了した段階で、関係部門と協議し専用ラインで実施する部門を選別し、納期に合わせた出図計画を作成する。

一例として、リードタイムの長い鑄造部品については鑄造に必要な鑄物専用図を出図する（鑄造完了するまでに図を出した鑄造図を修正し機械加工図を準備する）。その他先の出図計画に基づき、選定した部品の出図を逐次行う。また長納期を要する購入部品、試験研究に必要なユニット及び装置もこの専用ラインで処理する。

出図計画の細分化については、当然のことながら、標準化された部品、例えば双 V 軸受、図面再利用する部品等生産ラインに流した方が都合のよい部品とそうでない部品に分類する。専用ラインに手配された図面は、直ちに次工程に流し、工程間の待ち時間を、極力最小限にとどめる。

専用ラインでの機械加工は、原則として試作工場の設備が中心となるよう、機械台数、種類の検討が必要となる。8.5計画の新鋭機購入で、不要となる機械の活用も考慮に入れる必要がある。

また試作工場にあるマシニングセンター、治具中ぐり盤等の主力機械の稼働率の大幅な向上を図る。場合によっては、2交代制も必要になるであろう。当然のことながら生産ラインの設備に依頼するであろう工程、例えばベッド研削盤、円筒研削盤、平面研削盤等が考えられる。生産ラインは比較的ロット数が多いので、待ち時間が発生するであろうが、これらの調整は、工場幹部間の問題として処理すべきである。

以上を直ちに実施するには、困難な点が多いと思うが、まず基本方針を明確にし、可能なものから実施し、8.5計画の中に組み入れ、実施することが望ましい。以上、日本における現状を基本にして、意見を述べたが、無錫工作機械工場の実状について認識不十分な点が多くあると思う。“温故知新”現状にこだわると新しい発想は生まれにくい。近代化のための、抜本的な改善を期待する。

4.1.5 8.5 計画で導入する CAD設備の早期実用化

(1) 現 状

第 7 次 5 年計画においてパソコン(PERSONAL COMPUTER) CADを基礎に電気 CAD、機械 CADの利用が一部具体化している。それらは、次の通りである。

- ・ 電気系 CAD
新製品の電気システムのプリント基板の設計
- ・ 機械系 CAD
電気制御盤の操作台の設計
油圧システム原理図設計
砥石ヘッドの設計

現在、これらは独立したアプリケーション(APPLICATION)として運用されており全体的にみれば個々の業務の機械化のレベル(LEVEL)である。電気系 CADのプリント(PRINT)基板設計については回路図面だけでなく部品の配置、プリント基板用配線経路図も製図でき

るシステム(SYSTEM)になっている。無錫工作機械工場は将来NC工作機械も手掛けることになろうが、現在は、従来型の工作機械であり、電気系 CADは現状で特に問題は発生しないと考えられる。また電気系 CADの進むべき方向はDA(デザインオートメーション(DESIGN AUTOMATION))であるが、従来型の工作機械の電気品(制御用基板など)の構成要素の比率が技術的にも価格的にも低いことを考えれば、緊急に設備を増強する必要はないと言える。

一方、機械系の CADにおいて、現状は二次元の CADであり、図面の清書及び類似設計のための省力化となっている。本工場においては、機械系の CADの利用はまだその緒についたばかりと言える。工作機械の設計においては、その大部分が機械の設計であり、モータ(MOTOR)等の電気品の大部分は購入している。したがって機械部分の設計を合理化できれば、その効果は大きいということは容易に想像がつく。機械系の CADについては二次元の図形作成の CADだけでなく三次元のソリッドモデル(SOLID MODEL)、サーフェスモデル(SURFACE MODEL)を利用した CADにて設計を行い、そのデータを解析や、CAMに利用するシステムが使用されている。それにより設計図面の早期化、品質の安定、開発期間の短縮を図ることが焦眉の急務であると考えられる。

本工場では既に導入計画ができていたので、導入の際の問題点と効果、これらを効率よく立ち上げる方法及び将来CIMS(コンピュータ・インテグレイテッド・マニュファクチャリングシステム(COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING SYSTEM))の可能性を追求するための対策について述べる。

(2) 問題点

本工場における CAD利用はまだ初期段階であり、特に機械系の CAD利用が今後の設計の合理化に不可欠であることは既に示した、さて、一般的に CAD導入の目的は品質の向上、性能の向上、開発期間の短縮などにあると言える。それらの効果について、現状と比較し、現状の問題点を浮かび上がらせ、更に、CAD導入の目的を明確にする。

1) 品質の向上(標準化)

品質の向上をすぐ実現できる項目としては、過去の実績がある製品を利用することであろう。そのためには、標準化が基本的な手法であるが、手作業による図面の場合、図面製作過程にかなり個人差があり、製作過程の標準化は難しい。また完成図においても、手作業図面は技術情報を表現する場合、個性がそのままてしまうのが現状である。しかも正確な図形を描かなくても、ある程度デフォルメ(DEFORM)した形で表現できるため、これらも個人差を生む要因となり、同じ設計でも表現が異なるケース(CASE)が多く発生し標準化が難しい。

一方 CADを導入した場合、まずすべての人が CADを利用することが初めてという点を利用して、図面の書き方を統一できる。図面の書き方を統一できることで、設計過程の標準化が図れる。

第 2に、設計者は CADを利用するために図面番号、図面名称をつけなければならない、それらが設計全体を見た場合、ユニーク(UNIQUE)な番号、名称にならざるをえないため、図番、図面名称の標準化が促進されることになるということである。しかも、図面は計算機のディスク(DISK)の中に入っており管理方法を工夫すれば、すべての設計者がその図面を見ることができ、しかも利用できる。利用する場合、手作業図面で生じ易かった写しミス(MISSTAKE)などが発生しない。したがって、CAD利用により必然的に品質が向上する運用を目指すことができる。

また設計の過程で発生した技術情報を登録することにより、ほかの設計者が利用でき標準化を促進する。

CAD 導入の観点から設計標準化を見た場合、設計過程、図面、技術情報の標準化を CAD 導入期に定める必要がある。

設計過程：検討図、組図、部品図の定義と区分（検図の時期）

二次元、三次元設計の区別

改良設計か新規設計か

三次元の場合のサーフェースモデル、ソリッドモデルの区別

図 面：二次元、三次元図面の区別

図番、図面名称の統一（セキュリティレベル(SEcurity LEVEL)の設定)

共通図面の確立と入力方法

材質、標準品、購入品の表現方法の統一

技術情報：表現手段（図面上か別資料か）

表現のためのワードプロセッサ(WORD PROCESSOR)の統一

表の表現方法の統一（部品表など）

加工上の問題点

解析シミュレーション(SIMULATION)結果の表現

実際テスト(TEST)結果の表現

2) 性能の向上

CAD システムを利用して性能の向上を図るためには、CADシステムの中に各種解析プログラム(PROGRAM)、性能評価プログラムが含まれていることが必要である。各種解析プログラムは予想されているものが多いが、性能評価プログラムは解析プログラムのカスタマイズ(CUSTOMIZE)化を行うか、自力開発となる場合が多い。

基本的に CADで可能な解析は、有限要素法を用いた応力解析、熱解析などであり、これらを利用して限界計算できるようにすれば、技術のブレイクスルー(BREAK THROUGH)を見つけることも可能である。また制御系においては連続系、離散系、線形系、非線形系など、広い範囲の制御系を古典制御理論や現代制御理論に基づいて設計できる道具、また制御対象モデル(MODEL)の詳細化のために制御次数を上げる必要がある。そのために多項式の整理、微積分、行列演算、漸化式の演算、ラプラス変換、フーリエ変換などの演算ができるような道具の導入が今後の課題となる。

3) 開発期間の短縮

開発期間の長期化に対する問題点に対し CAD利用による解決項目は、次の通りである。

- ・ 図面製作速度の向上
- ・ バリエーション(VARIATION)設計の容易さ
- ・ 試作量の減少
- ・ 設計性能の向上
- ・ 製造上の問題点の減少

(a) 図面製作速度の向上

基本設計が終了し部品図に展開する時、CADの利用が威力を発揮すると考えるべきであり CAD利用による図面製作速度の向上を図るためには、部品図製作時には基本設計を変化させないようにする必要がある。通常手作業で設計する場合には、あまり表面化しない問題であるが、CADではかなり重要な問題となる。

(b) バリエーション設計の容易さ

バリエーション設計については、図面の一部を変更して設計図面を作成することになる。手作業においては図面を写し取らなければいけないため、あまりバリエーションを考えない傾向になりがちである。その点 CADにおいては図面を写し取るのは一瞬の作業であり、写し取る作業に対して抵抗はない。そのためバリエーション設計が容易になり、結果として性能の良い設計を生み出す可能性がでてくる。

(c) 試作量の減少

解析プログラムの利用により、明らかに試作の価値のないものをふるいおとすことができる。ただし、解析プログラムは万能ではないので、試作結果と解析結果の検証が必要となり、解析プログラムの改良が不可欠となる。

(d) 設計性能の向上

(C)項とも関係するが試作結果と解析結果の検証により、解析プログラムの改良が可能であれば、設計性能の向上を図ることができる。また設計管理の一元化により過去の設計図の改良が容易なため、手作業による写し取りのミスが防止でき、結果として設計性能が向上する。

(e) 製造上の問題点の減少

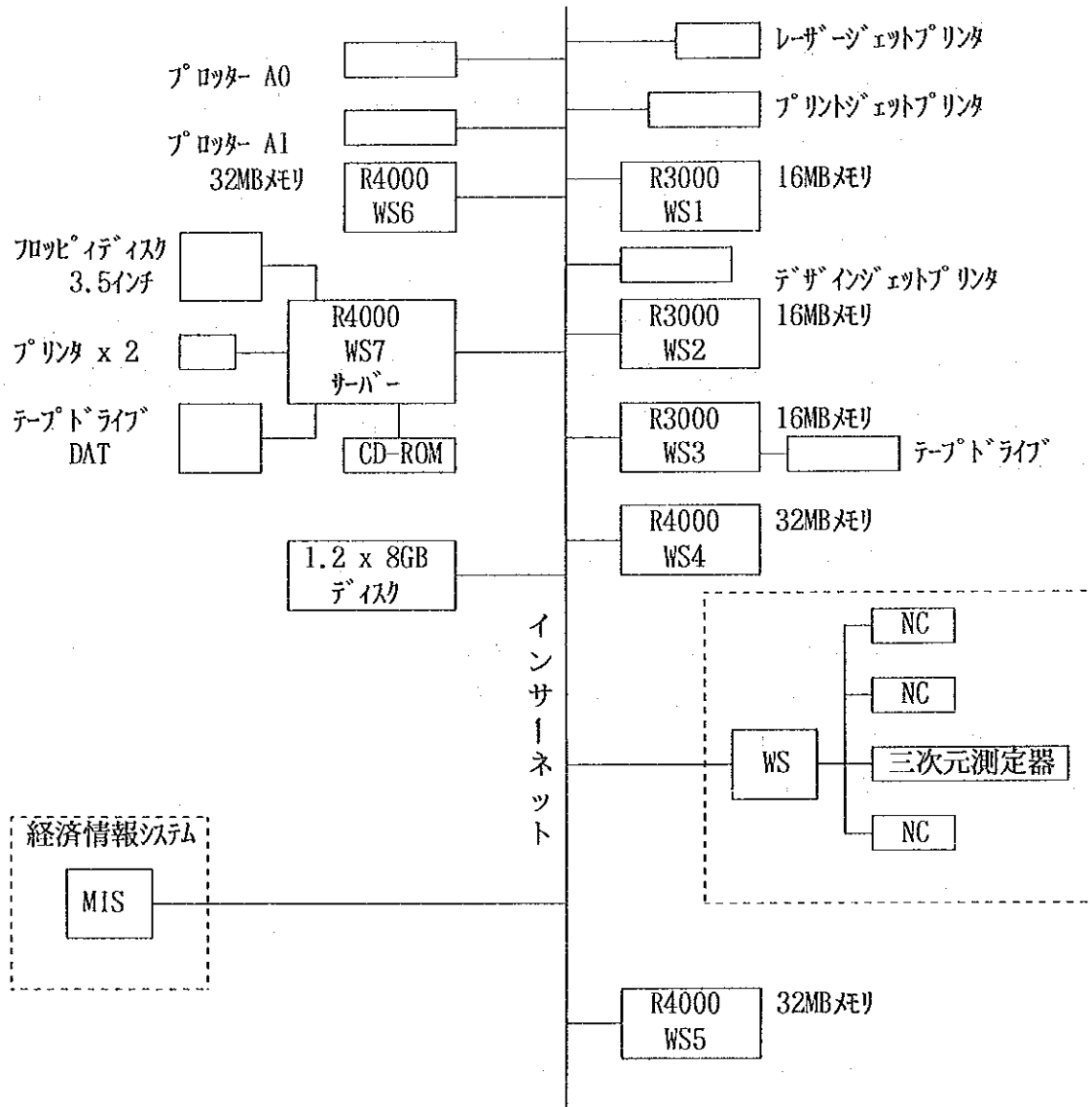
従来であれば設計図面から製造図面を造る作業は手作業でありその中にミスが生じた。CAD/CAM 一体のシステムを利用すれば少なくとも設計寸法はそのまま利用される。もちろん加工データは付加しなければならないが、その加工データもNC工作機に対してはノウハウ(KNOW HOW)が数値として保存可能となる。

(3) 導入計画

1) 概要

8.5 計画で導入する CADシステムの概要を示す。

(a) システム構成



(b) ハードウェア構成

- ① ワークステーション 1台 IRIS INDIGO 50MHZ R-4000 (WS6)
- 32MBメモリ
 - 24ビットカラープレーン
 - 24ビットZバッファ
 - 1280 x 1024 イーラングラフィクス
 - 19"カラーモニター

- | | | | |
|---|-----------------|----|--|
| ② | ワークステーション | 1台 | IRIS INDIGO 50MHZ R-4000 (WS7) |
| | | | 32MBメモリ |
| | | | 8ビットカラープレーン |
| | | | 1280 x 1024 グラフィクス |
| | | | 19"カラーモニター |
| ③ | ワークステーション | 2台 | IRIS INDIGO 50MHZ R-4000 (WS4、WS5) |
| | | | 32MBメモリ |
| | | | 24ビットカラープレーン |
| | | | 24ビットバスバッファ |
| | | | 1280 x 1024 グラフィクス |
| ④ | ワークステーション | 3台 | IRIS INDIGO 33MHZ R-3000 (WS1、WS2、WS3) |
| | | | 16MBメモリ |
| | | | 1024 x 768 グラフィクス |
| | | | 19"カラーモニター |
| ⑤ | ハードディスク | 9台 | 1.2GB、SGSI |
| ⑥ | DATテープドライブ | 1台 | 4MB |
| ⑦ | テープドライブ | 1台 | 1/4"、150MB |
| ⑧ | CD-ROM | 1台 | |
| ⑨ | フロッピーディスク | 1台 | 3.5" |
| ⑩ | プロッタ | 1台 | A0 |
| ⑪ | プロッタ | 1台 | A1 |
| ⑫ | レーザジェットプリンタ | 1台 | A4 |
| ⑬ | カラーポイントジェットプリンタ | 1台 | A3/A4 |
| ⑭ | デザインジェットプリンタ | 1台 | A0 |
| ⑮ | マルチモードプリンタ | 2台 | |

(c) ソフトウェア構成

- ① オペレーティングシステム UNIX
- ② IRIS開発用システム (コンピュータを含む)
- ③ I-DEAS デザインパッケージ
(Part Design、System Assembly、2D Drafting、Drawing Layout)
- ④ I-DEAS ダイナミクスパッケージ
(Part Design、FEM、Model Solution、System Dynamics)
- ⑤ I-DEAS NC パッケージ
(Part Design、Drawing Layout、2D Drafting 3.nxis NC software)

- ⑥ I-DEAS 構造最適化モジュール
(Optimization)
- ⑦ I-DEAS スケッチング
(Sketching)
- ⑧ I-DEAS 曲面モデリングモジュール
(Solid Surface Design)
- ⑨ I-DEAS ユーザ・フィーチャーライブラリ定義モジュール
(Feature Definition)
- ⑩ I-DEAS 描画シンボルライブラリ
(Drafting Symbols Library)
- ⑪ I-DEAS 板金展開モジュール
(Sheet Metal Design)
- ⑫ I-DEAS 公差解析モジュール
(Tolerance Analysis)
- ⑬ I-DEAS DXF フォーマット描画
(Drafting DXF Format)
- ⑭ I-DEAS 機械解析モジュール
(Mechanism Design)
- ⑮ I-DEAS 二次元 CADモジュール
(2D Drafting)

2) 実用化スケジュール

第 1期 (1991-1992) : 準備期

- ・ システム・レイアウトの設計とテストラン
- ・ 初期 (以前) に導入した CAD/CAMソフトウェアの消化

第 2期 (1993-1995) : 実用期

- ・ システムの確立
- ・ 導入技術の消化
- ・ 研削盤用の応用ソフトウェア (SOFTWARE) の開発
- ・ 代表的研削盤機種について、ユニット (UNIT) 部品の CAD/CAMシステムの完成

3) 人員計画

システムの設計、開発、応用、保守のための人員計画
投入仕事量

全体：120 人年

(CAD:80人年、CAPP/CAM:40人年)

開発期間を 5年として24人を投入する

4) 導入の目的

ユニット設計を主として、工作機械の全体設計の能力を有する CAD体系の確立を目的とする。具体的には次のとおりである。

1. 現在のパソコン CADによる砥石ヘッド(HEAD)の設計の成果を利用して、新仕様の砥石ヘッドについてその 50%の生産用図面を CAD化する。
2. モジュール(MODULE)化度が高く、需要の多いベースタイプ(BASE TYPE) の研削盤を 1機種対象として 20%~30%の作図を CAD化する。
3. 重要部品とユニット (ベット(BED)、主軸台、送りシステム、ガイド(GUIDE)) について CAD (有限要素法) による解析を行って設計する。
4. 現在のパソコン CADとネットワーク(NET WORK)で結ぶ。

5) 実施上の留意点

1. システム全体レイアウト設計
2. 導入技術の消化
3. 研削盤用のCAD/CAPP/CAM応用ソフトの開発
4. 設計検索、生産技術、ネットワーク通信技術

6) 投資額

総額 346万元 (約7,000万円) (外資 500万ドルを含む)

(4) 実用化とその対策

1) システム

CADシステムを構築する場合、現在ではネットワーク方式が通常採用される。ネットワーク方式を採用する有利な点は、データの一元管理、負荷分散などである。その意味では今後のシステム構築として問題はない。以下にシステムの技術的な留意点とその対策を述

べる。

(a) システムの拡張性

コンピュータシステムは通常の設定と異なり性能、機能が変化していくものと考えた方がよい。特にソフトウェアは年々更新されていくのが普通である。したがって導入する年度、導入するメカ(MECHANISM)などの違いにより利用環境が異なる場合がある。ネットワークを組んだ場合、各データ、プログラム、OSなどのバージョン(VERSION)の差によりトラブル(TROUBLE)が発生することがある。このトラブルを最小限度にとどめるためにはバージョンアップ契約を行うことが重要である。また他システムとの連動においてもできるだけ連動実績のあるメーカー(MAKER)を選ぶ必要がある。

(b) 構成上の問題

ソフトウェア(I-DEAS)のライセンス(LICENSE)契約、及び開発用言語のライセンスはフローティングライセンス(FLOATING LICENSE)とすべきであろう。また開発用言語はCとなっている。これ自体は問題ない選択であるが、工場としての開発言語の統一、開発管理の方法、ドキュメント(DOCUMENT)の書き方などの整理が必要であろう。

一方、ハードウェア構成上の問題点として、すべてのプロッタ(PLOTTER)がインサートネット(INSER NET)上に接続されていることが挙げられる。できれば何台かはサーバー(SERVER)のスプーラ(SPOOLER)を介して制御することが望ましい。各CPUに附属するメモリー(MEMORY)について、3台は16MBになっているが2D Draftingのみを単独で動かす場合は問題ないが、その他のCADプログラムは動作が非常に遅くなると考えなければならない。運用準備の所で再度述べるが2D DraftingのCADにおける位置付けを明確にする必要がある。ハードディスク(HARD DISK)についてはこの種のCADにてディスクレスシステム(DISKLESS SYSTEM)はほとんど運用が不可と考えて、CPU1台にOS用、スワップエリア(SWAP AREA)用のハードディスクを接続するシステムとする。

(c) その他

他システムとの連動を考える場合の問題点はデータ変換である。実図形は二次元の場合ほぼ100%のデータ変換が可能であるが三次元となると70%~90%の変換率しかなく変換後のデータの修正が必要となる。また最近の傾向として図形データの表現の中に論理データを付加する傾向にありそれがメーカーの特徴となっている。そのため変換率が落ちるか誤変換の可能性はある。今回I-DEASシステムに統一されているが、将来パソコンCADとのデータ変換の時、独自のプログラムと開発する必要が生じてくるであろう。

2) 運用準備

CAD化された設計と CAD化されていない設計を組合わせて全体設計とする方法は、取るべきでないと思われる。理想的にはすべて CADを利用する場合は CADを利用した方がよい。なぜならば基本的には「CAD図面は実寸で描画させその正確な縮尺が図面に表現されている」を基本にすべきである。従来の図面では寸法を変化させるのみで図形を変化させない設計がとられてきている。製造にとっては CADと CAD以外で作図した図面では図面の見方が変わる。同一ユニットでこのような図面の混在をさせるべきではないと考える。したがって CAD導入の前段階で寸法的な関連性のない部分で設計を分けることができる製品を CAD設計対象物とする必要がある。

工作機械工場の場合は、導入ソフトウェアは大きく分類して、二次元図面、解析（FEM、機構、公差構造最適化）、NCである。即ち、二次元図面は製作図として利用することを徹底させる必要がある。またNCについてCAD/CAM一体型ソフトの導入予定であるが CAM側から見た場合 CADデータをそのまま入力するにはデータの不備が多い。例えば直線と円弧の接合部など、出図した時は線と線が滑らかにつながっているように見えても、データとして厳密に見ると数 μm ほど離れている場合がある。図面としては十分だが CAMのデータとしては使えない。したがって導入当初は CADの精度の限界をチェック(CHECK)する特別チーム(Team)が必要となる。また工具選択のノウハウは、CAM のシステムの中に入っておらずこれらも自社で組込む必要がある。また解析については設計の部門でやるような組織作りが必要となる。

運用準備段階の仕事として、次のものが挙げられる。

- ・ CAD 対象物の選定に当たりできるだけ独立した対象物を選ぶこと
- ・ CAD から CAMの移行のための専門チームを作ること
(CADデータはそのままでは CAMのデータに利用できない場合がある)
(工作機械の工具選択のノウハウは含まれていない)
- ・ 図番、図面名称を CADを利用するしないにかかわらず一元管理すること
- ・ 解析プログラムの有効利用のため物理現象を解析モデルの関連性を明確にする専門チームを作ること

3) 運用・管理

運用について大きく 2つに分類することができる。1つは CAD運用であり 1つはシステム開発である。ここではサーバーをシステム開発用にも利用する前提で述べる。

(a) CAD運用

CADの運用についてはワークステーションの絶対数が少ないため、時分割による高効率運用か、設計対象をしぼった重点運用のどちらかを考える必要がある。CADの導入当初はCADの使い方になれていないため時分割の運用は困難である。また設計においてCADの使用形態もはっきりしていない。この段階では設計対象をしぼった重点運用を考えるべきであろう。重点運用を基本にした運用形態を示すと、次のようになる。

1. 設計対象物の選定
2. 設計者の決定
3. 2の設計者を優先作業員とし優先作業員が設計業務に携わる期間は優先的にCADを利用できるものとし優先作業員に予定を立てさせる。予定の審査の後に実際にCADを利用できる時間を設定する。その他の時間についてはCAD教育に利用する。
4. 優先作業員は図面の出図時点で優先作業員としての権利を失う。
5. 出図後の訂正、変更は他の優先作業員のあき時間を利用する。

図面管理についてはCAD運用のシステム管理者を定め、ファイル内(Q FILE)のデータの更新、削除及び図番の発行、図面名称の承認を行う。また他システムとのデータ変換など設計に直接関係はないがシステム運用上必要な情報の収集も行うとともに設計における要素技術の整理、総合、標準化などの管理も行う。

(b) システム開発

システム開発については構造化設計法を始め構造化プログラミングによる開発を指向する。開発の手順管理として、

1. 要求仕様書
2. システム概要書
3. 詳細設計書
4. 使用説明書

の文書作成を義務づけ、上記書類の審査により実際のプログラム作成を承認するようにする。プログラム開発に当たっては実際の設計データを破壊しない工夫が必要となる。

(5) 他分野との関連性

1) 新製品の開発期間を短縮するための手段

新製品の開発期間を短縮するための手段としては CAD導入の問題点の所で CAD利用が最も有効な手段の一つであることを示している。それらを以下に示す。

- ・ 図面製作上速度の向上
- ・ バリエーション設計の容易さ
- ・ 試作量の減少
- ・ 設計性能の向上
- ・ 製造上の問題点の減少である

2) 製品開発におけるモジュール化設計法の採用

モジュール化設計の基本は製品の要素技術の分解である。CADとの関連性でいえば、要素技術と製品構成をグリッド(GRID)上にした図番の整理を行い、その必要な図番の検索に対して最も威力を発揮するのが CADによる図面整理システムといえる。

3) 製品開発におけるテストの効率的実施

テストを効率的に実施するための道具として解析によるシミュレーション、実時間計測、CADが考えられる。基本的にはまず解析によるシミュレーションによりテストの範囲を限定して行うこと。実時間計測による解析モデルの明確化によりテストの効率化が図れると思われる。テストの基本としては、部品精度、組立精度、単体テスト、静的総合テスト、動的総合テストと進んでいくと思われるが、特に部品精度では図面の CAD化、動的総合テストでは解析システムが効率的実施に帰寄すると思われる。

4) コンピュータ支援生産管理の有効性と実施方法

CADシステムとCAPPはコンカレントエンジニアリング(CONCURRENT ENGINEERING)として目指すことになる。例えば設計時に解析技術を併用し、基本設計段階で製造適性を評価することである。CADの立場から言えばむしろ CIMの方向を目指すべきであろう。

(6) 将来計画

1) パソコン CADとの連動

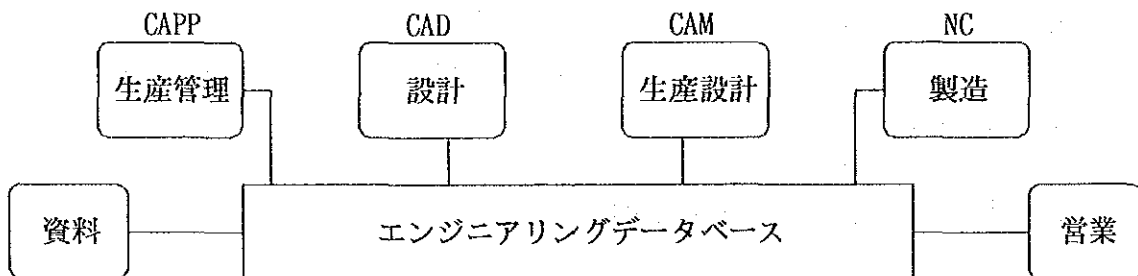
パソコンは急速にワークステーションの性能にまで近づこうとしている。したがってここ2～3年ではネットワークシステムも大幅に変化することが考えられる。ここでは、現在の技術にてワークステーションCADとパソコンCADの連動を考える。

連動の技術として、次のことが挙げられる。

- ・ パソコンをネットワーク化する。ネットワークとしてはネットウェア(NETWARE)、ランマネージャ(RUN MANAGER)のソフトが考えられる。サーバーはEWSのサーバーと共用する。
- ・ EWSサーバーの中にあるパソコン用CADデータを変換プログラムを通じてEWSに呼べるようにする。
- ・ パソコンにはX端末の機能をもたせEWSのデータを直接アクセス(ACCESS)できるようにする。

2) コンカレントエンジニアリング

コンカレントエンジニアリングを具体的に実現するためには、エンジニアリングデータベース(ENGINEERING DATA BASE)の概念が必要となる。エンジニアリングデータベースでデータを一元管理し、多元的に利用する形態をとる。概念図を以下に示す。



4.2 調達管理の現状と問題点

4.2.1 調達管理の現状

(1) 調達品目と担当組織

無錫工作機械工場に於ける調達管理は一元化されておらず、調達する品目によって担当部署が異なる。

工場の製品である各種研削盤及びグライディングスピンドルの製作に必要な原材料、補助材料、購入部品等の調達管理は“供給・運輸処”が担当する。ただし、購入部品の内のボルト・ナット、ピン、継手、油圧機器部品のオイルポンプ、電磁バルブ等の標準部品の調達は“生産処”が担当している。その他の購入品、例えば、モーター、軸受、NC装置（P.C.ステッピングモーター）、インバーター、ボールスクリー、Vベルト等の調達は“供給・運輸処”が担当する。工具の調達は工具処、設備保全用部品の調達は“設備・動力処”がそれぞれ担当する。

また、新規に導入する設備の調達は技術改造処が担当し、外注管理は生産処が担当する。

(2) 発注方式

中国では、計画経済から市場経済への移行が進んでいて、どこから買っても良いことになってはいるが、物品を調達するにはまだ選択の余地は少ない。これは単に経済体制の問題だけではなく、求める品質の材料・部品を必要なだけ供給できる製造企業がまだ少ないことにもよる。例えば、中国で最高級の B級の高速軸受や高精度砥石等は極端に品不足で入手が困難である。

また、銑鉄、コークス等の材料のように遠方より一時に多量に調達するものは、その運搬手段として運河を通る船舶が使われている。この場合、運河の水位が季節により変動し、大型の船の運行が止まる時期がある。

以上の理由によりここで採られている発注方式は、一時に1年分、9ヶ月分あるいは6ヶ月分と長期契約をする定点発注方式である。

例えば、銑鉄、コークスの1回の発注量は9ヶ月分で、出荷は分割で船積みされる。鋳物砂は1回1年分発注し、平均1ヶ月分ずつ分割納入されるが、運河の水位変動に合わせてその納入時期は調整される。フラン樹脂は1回に6ヶ月分発注されるが、変質の恐れがあるので生産に支障を来さない最低限の在庫量1ヶ月分を保てるよう分割納入させている。これは、最近フラン樹脂が買手市場になり入手が容易になったことにもよる。

ステッピングモーター、インバーター、PC等の制御関係購入品の調達は、1回に9ヶ月分発注し、毎月納入させている。調達上の問題は少ないので在庫量は1ヶ月以内に抑えられて

いる。標準部品の発注は年2回で、毎月納入される。在庫量は2ヶ月分で生産に支障はない。

現在は、この定点発注方式で大きな問題なく運営されている。これは、当工場の研削盤の受注そのものが、毎年3月にその大部分が決まる定点受注方式に支えられているからである。将来、市場経済が更に進展していけば、このシステムは崩壊し、受注も発注も市場経済体制に適応できるよう変更を迫られるであろう。

(3) 外注管理

外注管理は“生産処”が担当し、工場の外注依存比率は約10%である。中でも外注依存度が最も高いのが鋳造品で、必要量の20 - 30%、2,000 - 3,000トン/年を外注している。その他、ユニット部品の一部と機械加工の約10%を外注加工に依存している。

1) 鋳造部品の外注

鋳鉄鋳物の外注先は、いずれも郷鎮企業で3ヶ所ある。無錫県に2工場、江陰市に1工場である。外注される鋳物の最大単量は1,000kgで大体200g以下のものが多く、多種小量生産品である。

鋳型造型プロセスは粘土砂型の生型と乾燥型であるが、乾燥型は少なく、生型が主流である。鋳型造型用木型は親工場より支給するが、木型の補修は外注先が自身で行なっている。

生型の粘土砂型でつくる小さい鋳物部品の大部分は、外注に依存していて、内製は少ない。また、第1、第3分廠に支給する鋳物部品も、その多くを外注に頼っている。鋳鉄鋳物は、鋳放し(AS CAST)で納入され、鋳造応力除去焼鈍は親工場で荒仕上げ、行うことが多い。

外注される鋳鉄鋳物の品質は、外注先の技術的な能力に問題があるため不安定である。受け入れ検査は工場より検査員が出向いて、出荷予定品の外観チェックと寸法測定を行い合否を決める。この段階での不合格率(一次不良率)は約3%である。この後機械加工の段階で発生する二次不良率は約5%である。親工場の鋳造工場の不合格率よりかなり高い。

現在は外注先の品質管理は外注先任せである。ただし、新たに木型を支給する場合、まず試作品をつくらせ各種テストをした後で本格生産に入らせている。

銅合金鋳物、アルミニウム合金鋳物等のいわゆる非鉄金属鋳物はすべて外注されている。外注先は、無錫工作機械工場が一部出資をしている“無錫機床廠長安有色鑄件分廠”である。ここでつくられる製品は、一部南京の工作機械工場へ納められる以外は、その大部分が無錫工作機械工場に納められている。主要製品は、銅合金で遠心力鋳造法でつくられるスリーブやウォームホイール、アルミニウム合金鋳物のフライホイール、カバー等で、すべて研削盤の部品として使われる。

この工場は、長安鎮の郷鎮企業として長安鎮の管理下にあるが、設立後 6年と、まだ日が浅く、製造技術の中心は無錫工作機械工場の定年退職者に依存している。主要顧客は無錫工作機械工場の系列企業である。

この工場は機械加工設備も所有しているので、ここでつくられる非鉄鋳物の大部分は荒仕上をして客先に納入している。したがって、機械加工過程で発生する二次不良はほとんど無いものと考えられる。また、この工場には一応湿式化学分析室を備えており、時々化学成分チェックのため分析を行うとのことであった。無錫工作機械工場では、受け入れ時、抜き取りで化学成分チェックの分析を行う。将来は、鋳型砂回収再生装置、砂試験装置、機械強度試験装置を導入し親会社の負担を軽くする計画であるという。

2) 機械加工、ユニット部品の外注

機械加工の外注先は無錫工作機械工場近辺の機械工場で、機械加工外注の範囲は、ある部材の旋盤加工だけとか、その他の工程まで含めて最終仕上げまでとか、種々である。現在6~7工場に外注しており機械加工の外注比率は約10%である。

ユニット部品は、無錫工作機械工場の 2つの分工場に外注している。

第一分廠は無錫馬墟にあり、無錫工作機械工場の分工場となって 5年を経過、各種ユニット部品を4,000セット/年親工場に納入している。鋳造品、鍛造品等の素形材は親工場より支給される。鋳鉄鋳物の応力除去焼鈍は荒仕上後この分工場の焼鈍炉で行なっている。この分工場は、ユニット部品の加工・組立のみならず無錫機床廠集团公司の中の一企業として、普通型、半自動型の内面研削盤の完成品を年間 250台、50Φセンターレスグラインダーの完成品を年間50台生産している。

第三分廠は無錫梅園漁港にあり、1988年に無錫工作機械工場の第三分廠になった。地元、梅園漁港と無錫機床廠の合弁企業である。

普通型及び精密型のセンターレスグラインダーを、各々年間 100台と10台、部品加工から完成品組立までの生産を行なっている。他に親工場へ納入するユニット部品を年間2,000セット生産している。砥石車ヘッドや100Φ以下のセンターレスグラインダーの部品の大部分、及び軸受研削盤の部品の一部等である。また、親工場向けのスペアパーツも生産している。

ここで生産されるものの2/3~4/5は親工場向けであるが、その他に1/5~1/3は別会社向けである。鋳物は親工場より支給を受け、荒仕上後親工場ですり除去焼鈍を行い、再び当分廠へ搬入し、仕上げ加工を行なっている。鍛造シャフトは親工場より素形材の支給を受けている。

4.2.2 調達管理の問題点

無錫工作機械工場に於ける調達管理は、管理組織及び調達に必要な諸規定の点でもよく整備されている。

しかし、市場経済の進展に伴い、国内外の企業との競争も激化してくることが予想される。反面、調達に関しても自由度が広がり、調達先も多様化するようになるであろう。こうした観点から考えると次のような問題点が挙げる挙げられる。

(1) 調達組織の問題点

先に述べたように、現在は品目により、いくつかの部門にまたがって調達されている。市場経済が進展すれば、調達先の選定、発注業務、納品受け入れ、在庫調整、外注管理等の幅広い業務を効率よく遂行するのに必要な情報が、それぞれの部門の枠を超えて横に広がり難くなる。購買、外注等の調達部門の組織を一元化することが望ましい。

(2) 発注方式の問題点

無錫工作機械工場で生産する製品の大部分は、年 1回、当工場で開かれる受注会議で決まる。中間でもう一度会議が開かれるが、これは補完的なものである。これと同じ様に、当工場が外部より資機材を調達する場合、調達先で年間 1~2回開催される会議で発注される、定点発注方式を採用している。

まだ計画経済の影響が残っている現状では、生産確保のためやむを得ないことである。しかし、将来市場経済が進展すれば、このようなまとめ買い方式では急激な市場の変化に対応できなくなり、在庫量の増大、デッドストックの発生などの問題を生ずる恐れがある。在庫量を最小限にする発注方式を採用する必要がある。

(3) 外注先の品質管理の問題点

第一、第三分廠のような親工場の技術管理の影響力の大きい所の品質管理については問題は少ないようであるが、鋳造品については、技術力の劣る郷鎮企業に外注しており、品質管理においても外注先任せである。したがって、その品質も親工場の鋳造工場で作ったものより劣り、加工時発生する二次不良率も高い。外注比率も20~30%と高いので、研削盤の品質およびコスト面に及ぼす影響も大きくて無視できない。

このような郷鎮企業に対しては、その経営基盤が固まるまで経営管理、製造技術、品質管理等の指導を組織的に行う必要がある。このような指導を継続的に行うことにより親工場との連帯感も生まれ、外注管理が円滑に行われることにつながる。

4.3 在庫管理の現状と問題点

4.3.1 在庫管理の現状

原材料、補助材料、外注品、あるいは、購入部品の在庫が不足すると、部品の生産に支障を来し、欠品が生じて、組立できない半完成品の山が出来る。このため、生産担当部門は、どうしても安全を見て、多目の在庫を持ちたがる傾向がある。特に、かつての社会主義国では、どこでもこの傾向が強かった。

急速に市場経済に移行しつつある中国では、物資調達自由度が改善されつつあるが、それでも、未だ、ものによっては割当配給的な色彩の濃いものもある。

したがって、現状としては、生産重視の立場から安全に多目の在庫を抱えざるを得ない。無錫工作機械工場でも、一部を除いて平均して3ヶ月分の在庫を持っている。出庫は、“工藝処”で決められた所要材料表に基づいて行われる。出庫には全品伝票を必要とし、残量はカード、台帳で管理される。また、年2回、棚卸しを行って帳簿と現品の照合を行っている。

当工場では在庫管理は“供給運輸処”が担当している。現在倉庫が分散していて、倉庫管理が不便であるので、ラック式立体倉庫、エレベーター付き多層階倉庫、及び、平屋倉庫を一箇所にまとめて建設を進めている。モーターのように比較的重量のあるものは平屋倉庫に保管し、軽量のものには立体倉庫、或いは、多層階倉庫に保管し、入出庫を合理化しようとしている。

4.3.2 在庫管理の問題点

中国の変化しつつある過渡的な経済体制のもとでは、現在の在庫管理は比較的順調に行われており、担当部門でも問題はないとの認識を持っている。在庫管理は、もともと受注形態と物資調達の難易に大きくかかわっている。したがって、中国の市場経済の進展に伴ってこの受注・調達の形が変われば、在庫管理の考え方も変えざるを得なくなるであろう。

在庫管理の強化は、生産面のみならず原価低減の面から見なければならぬ。市場経済下での在庫管理の目的は、適正在庫により欠品を防止し、生産・アフターサービス等に支障を来さないことと、棚卸資産の減少による調達コストを低減することにある。

この様な観点から、現在の在庫管理を見ると次のような点が将来問題となってくると予測される。

(1) 在庫量が過大な時に起こる問題

1. 設備故障、不良品の発生、工程管理の不具合等の問題点が隠される危険がある。
2. 資本の固定化、運転資金の増大、金利負担の増加等のコストアップ要因が増える。
3. 倉庫スペース、管理要員の増大につながる。
4. 製品の設計変更のサイクルが短くなると、調達品の陳腐化、デッドストック (DEAD STOCK)化、あるいは、値下げ等による損失が発生する危険もある。

(2) 定量発注方式の採用

安価で、納入リードタイム(LEAD TIME)が短く、使用量が安定している標準品、例えば、小物部品のボルト、ナット、ワッシャー、小ねじ等は、いちいち出庫伝票で管理している、事務手続きが煩雑になる。事務労力を節約するため、在庫管理を台帳、カードに頼らなくて済む定量発注方式 (FIXED SIZE ORDERING SYSTEM) の採用も考慮する必要がある。

4.4 工程管理の現状と問題点

4.4.1 工程管理の現状

無錫工作機械工場の生産品目は、軸受研削盤43機種を主体に内面、芯無研削盤等約70機種の各種研削盤である。また、その生産能力は年間 2,000台前後である。

新機種投入はほぼ1機種/年のペースで行なっているが、将来は機種の数、生産台数を増やす計画はなく、製品の高付加価値化を図っていくという。

生産総計画は“計画・販売処”が担当して作成する。毎年 3月、9月の2回、ユーザーの設備担当者を当工場に招いて販売会議を行い、一年分の注文の 50%以上を決める。当工場生産している研削盤は、品質評価が高く、軸受、内面、芯無研削盤等の主要製品については競合も少ないので、市場占拠率も70~80%と高い。現時点では、売手市場であることも手伝って年間の需要予測も可能で、生産計画はたてやすいようである。

したがって、1年分の生産計画、大日程計画を月次別に作成するに当たって、汎用機種は、未受注品の見越し生産も含めて、大部分の日程を埋めることができる。年間 5台前後の需要がある専用機及び新機種は受注生産で、注文が決まってから大日程計画に入れる。大日程計画は毎月更新されている。

3月の会議での受注分は翌年上半期の出荷となる。製作に長期間を要する鑄造部品は、その年の下半期から鑄造を開始する。特に新機種は、模型の製作期間もいるので早めの手配が必要となる。

中日程計画は、大日程計画に基づき毎月翌月より 3ヶ月分の月次生産計画をたてる。“計画処”とスタッフ部門が担当する。中日程計画も毎月更新される。

小日程計画の作成は各製造職場の主任が担当し、中日程計画に基づき、旬間の生産計画を作る。工程設計と所要材料の計算は“工芸処”が担当し、工数見積は“労働賃金処”が決める。

作業能力(設備・マンパワー)負荷は“計画処”で決める。進捗管理は“生産処”と製造職場主任が担当し、毎週会議で小日程計画を修正更新する。

機械加工職場では、職場別、被加工物別に“加工路線単”と称する移動表が、同一職場内を被加工物とともに工程間を移動し、進捗管理に使われている。一部の職場では、この移動表の記録をマイクロコンピュータの端末機に打ち込んで、コンピュータによる生産管理を行おうとする計画が進展している。

この“加工路線単”とは別に、被加工物別、工作機械のオペレーター別に“全額計件工作票”が発行され、オペレーターの生産能率、合格率が記録されるようになっている。そして、この結果はそのオペレーター個人のボーナスの査定に使われる。

4.4.2 工程管理の問題点

現時点では、無錫工作機械工場の生産機種、生産台数が安定していることもあり、工程管理は順調に行われているようである。

しかし、今回の訪問、調査時に気になったのは仕掛品の多いことである。特に、焼鈍工程の順序の問題で鋳造品の仕掛品が多い。仕掛品の置き場が足りなくて、鋳滓置き場や工場敷地内道路に多数置いてある。また、機械加工、組立職場でも、生産効率重視のため、まとめ生産がなされるせいか、職場内に多量の仕掛品を見かけた。

例えば、ある期間は部品組立のみを行い、その後同一人がその部品を使って全体組立を行うということも行われている。このような生産方式、工程管理方式は一見生産効率を高めるようであるが、製造工程で発生する欠陥の発見を遅らせることがあり、問題である。

仕掛在庫が多いことの最大の問題点は運転資金の固定化である。市場経済が進展し、資金コストを製品価格に転嫁することが難しくなれば、仕掛在庫を最小限に押さえる工程管理を必要とするようになる。そのためにはまとめ生産をやめて生産の平準化をすることが必要となる。但し、その際前述のオペレーターに対するボーナス査定方式も再検討されねばならない。

工程管理の問題点は、あまり多くはないが、もう一つ納期遅延がある。その最大の原因は外注品、購入部品の納入遅れである。こちらの方は市場経済の進展に伴い、今後、減少が期待される。

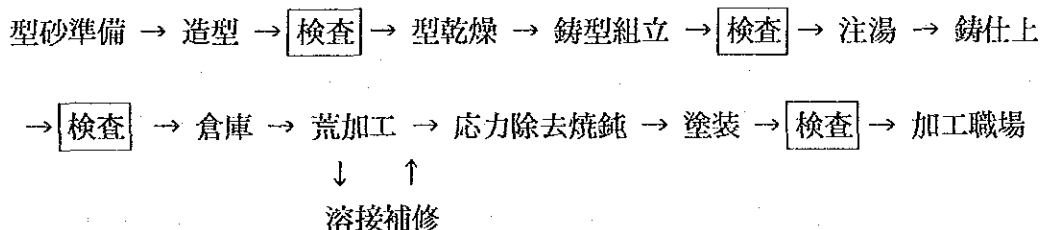
4.5 品質管理の現状と問題点

4.5.1 品質管理の現状

(1) 無錫工作機械工場方式の TQC

無錫工作機械工場では、“企業管理処全面質量管理室”が中心になって、日本で実施されているTQCあるいは全社的品質管理（CWQC）とは違う意味でのTQCを推進している。

本工場で製作される研削盤が、中国国内あるいは輸出先で高い評価を得ている理由は、この品質管理によるところが大きいと思われる。すなわち、工場長直属の“品質検査処”に約 220名の検査員を擁し、各製造職場に数人或いは10数人を配置し、工程間検査を行なっている。例えば、鑄造職場には15人の検査員が“品質検査処”より派遣され、鑄造職場の3交代制に合わせて次のフローに示すように、工程間で品質検査を行なっている。



また、上記の品質検査処より派遣された検査員による検査とは別に、鑄造職場独自で型砂、溶解、注湯の品質管理を行なっている。

型砂は、新砂の入荷時に抜き取りでその粒度分布を測定し記録を採っている。溶解・注湯については、キュポラ稼動日には毎日操炉日誌を記し、溶解鑄鉄のグレード(GRADE)、溶解重量、風量、風圧、出湯温度、合金鉄添加量、チルテストの結果、鑄造した鑄物部品名、オペレーターの名前等を記録する。

品質保証のために特に顧客より要求される場合、出湯時に所定の試験棒を鑄込み、工芸処所属の物理・化学試験室に送りその化学成分の分析、機械的強度試験を行い記録を取っている。

加工・組立の精度については、特に重要なものは、所定の検査記録カードに測定結果を記入している。その際準拠する公差についても国家規格、工業規格と社内規格等があつて併記されている。社内規格は、製造現場に示すもので、工業規格及びその上位規格の国家規格より更に厳しく定められていることが多い。

その他、モーター、電装品、機構部品等の各種性能試験も予め定められた社内検査基準に基づいて実施され、その結果が記録されている。例えば、本工場で内製されている高周波スピンドルは、技術提携先の仕様に基づきダイナミックバランス(DYNAMIC BALANCE)、騒

音、昇温、負荷テスト等が実施されている。

統計的品質管理 (SQC)については、製造現場においてではなく、スタッフ部門で試験的に実施されているようである。例えば、球状黒鉛鋳鉄製主軸の欠陥原因解明に関して、パレト図(PARETO CHART)、特性要因図等の統計的手法を採用している事例がある。

QCサークルはトップダウンで1990年10月からスタートしたが、現在はあまり活動していないようである。

一方、日本で発展した品質管理は、作業者各自が自発的にその製品を各自受け持ちの作業工程内で作り込むという考え方が徹底していて、品質管理の手段としての統計的品質管理の手法も、製造現場の小集団活動としてのQCサークルで取り上げられるケースが多い。

(2) 測定機器の整備状況と精度の維持管理

機械加工職場で測定に使用されるノギス(VERNIER CALIPERS)、マイクロメーター、ダイヤルゲージ等は、所内の測定室に備えた測定機器で毎年定期的に校正され、校正有効期限のラベルが貼られる。

送りねじは、抜き取りで、ねじ測定機を用いて、ピッチ(PITCH)、長さを測定する。測定機の校正には標準ねじを使用している。精度の高い歯車の測定には、国産及びMAAG製の歯車測定機を使用する。

真円度測定は、TAYLER-HOBSON, TALYROND両社より輸入の真円度計及び国産の真円度計を使って行なっている。

表面粗さは Taylor-Hobson社製表面粗さ計で測定している。カッター(CUTTER)の受け入れ検査には、Klingelberg社製カッター測定機を使っている。

この他にも2mの測長機、Leitz社製内径測定機、水準器、工具顕微鏡等を備えている。ゲージブロックの測定、校正は光干渉計で行なっているが、主要な測定機器の校正は、国家検定機関により定期的に行われている。

第一、第三分廠の測定具の校正は本廠の測定室で行うか、無錫市計量局に依頼して行う。

(3) 苦情処理

“品質検査処”の中に7~8人の要員を配置し、据え付け調整のアフターサービス(AFTER SERVICE)をすると同時に、顧客よりもたらされる苦情処理サービスを行なっている。

4.5.2 品質管理の問題点

社会制度、経済制度或いは経済発展の水準が異なる他の国に、日本で発展した近代的品質管理制度をそのまま導入することが、よいかどうかは異論もあろうが、日本的品質管理

からみた無錫工作機械工場方式の品質管理の問題点をあえて言えば下記の通りである。

(1) 無錫工作機械工場方式のTQCでは十分ではない

無錫工作機械工場で実施されているTQCは、日本で言うTQCとはかなり隔たりがある。すなわち、日本方式 TQCは、製造部門のみならず全社各部門の全員が参加する全社的品質管理であるのに対して、ここで実施されている TQCは、極論すれば、専門検査員による工程間検査及び最終検査と、専門スタッフによる問題解決が主体といえる。

日本では、品質は製造工程内で作業員各自が作り込むものとの考えが徹底しているのも、もし自分達がつけている製品の品質或いは良品率に問題があれば、QCサークルのような小集団活動を通じて自発的に解決をはかるようになっている。

当工場の方式では、「私つくる人、あなた検査する人」という分業意識が強く、各作業員の品質に対する関心は低いようである。

検査の結果問題が発見され、スタッフ部門に報告され対策が講じられても、タイムラグ (TIME LAG) が生じ、その間多くの不良品を発生することになる。また、現場の実情に疎いスタッフ部門だけで問題解決を図るには自ずと限界がある。

(2) 生産量による評価システムよりの脱却が必要

作業員の勤労意欲刺激策として、“全額計件工作票”によってボーナスを査定している。その結果、作業員はこの工作票をたくさん出すことに努力し、簡単なものを先にまとめ生産をし、面倒なものは先送りしようとする傾向がある。これでは生産第一主義となり、品質は二の次になりがちとなり円滑な品質管理ができにくくなる。また、工程管理の面から見てもまとめ生産は好ましくない。

この工作票による作業員個人の評価は一見公正であるが、どうしても評価が機械的になりやすく、各作業員も利己的になる。その結果、品質(Q)、コスト(C)、納期(D)に対するバランスのとれた配慮を欠くことになる。

この個人評価システムとは別に、職場別に品質向上、生産性向上、仕掛在庫減少、納期遵守等について項目別に目標を設定し、この総合評価点をその職場全員のボーナスに反映させる補完的な評価制度を採用すれば、小集団活動もできるようになるであろう。

(3) 日本方式TQCの必要性

日本的品質管理のベースとして4Sないしは5Sの徹底が言われているが、この点に関しても、それなりに留意はされているが、十分とはいえない。4Sとは、整理(SEIRI)、整頓(SEITON)、清掃(SEISO)、清潔(SEIKETSU)の頭文字の4Sを示すもので、5Sの場合はこれに躰

(SHITSUKE)が加わる。

整理とは、要るものと要らないものを明確に分けて、要らないものを捨てることを意味している。整頓とは、要るものを使いやすいようにきちんと置き、誰にでも判るよう明示することを言っている。清掃とは、常に自分の職場や設備機械を掃除しきれいに保つことである。清潔とは、整理、整頓、清掃の3Sを維持し、かつ、自分自身も身ざれいにする事を意味している。躰とは、作業者各自が前記4Sを実行し、自発的に作業を進める正しい姿勢を發展することを言っている。

以上、日本的品質管理方式より見た本機床廠方式品質管理の全般的問題を取り上げたが、市場経済システムが進んでくれば、現在の生産者指向(PRODUCTS OUT)から需要者指向(MARKET IN)に変わり、品質第一主義に変わらざるを得なくなる。そして大勢の人の知恵を結集しなければ競争に生き残れなくなる時がくる。

そうなれば、会社の経営に当たっても人間尊重の経営方針をとり、従業員には仕事そのものに生きがいを持たせて、その能力を発揮させることが必要になる。

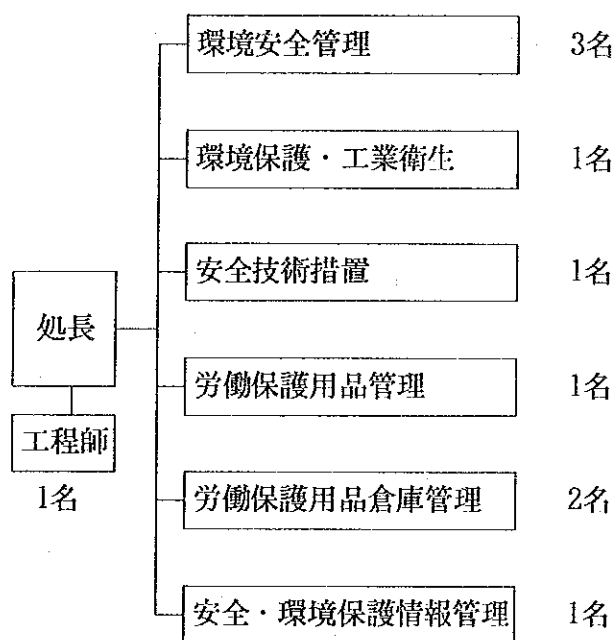
金銭による勤労意識刺激も当然必要であるが、それだけでは十分とは言えない。仕事の目的、目標を明示し、仕事に責任を持たせ、能力を発揮する場を与え、自発的にその仕事を遂行するように仕向けることが肝要である。また、その成果を公正に評価してやらねばならぬ。このような経営土壌をつくることによって、はじめて近代的品質管理を取り入れることができるようになる。

4.6 安全管理の現状と問題点

4.6.1 安全管理の現状

(1) 安全管理組織及び人員

無錫工作機械工場では、製造部門を統括する副工場長の下に“安全環境保護処”があり、処長以下11名のスタッフが配属されている。そして、この“安全環境保護処”には次の6つの係があり、その名が示すように安全管理のみならず、環境対策も担当している。



(2) 安全教育

玉掛工、起重機運転工、トラック運転手、溶接工等の特殊職種は、国家試験合格者でないと使用できない。また、これらの特殊職種につくには、2年ごとに再試験を受けて合格しなければならないが、その教育訓練は定期的に行われている。その他の一般職種についても安全管理に関する試験を行い、合格者には証書を交付している。そして、その教育訓練は不定期的に行われている。

(3) 安全点検

現場の安全管理を円滑に進めるために、特に、次の点について定期的に巡視して点検している。

1. 機械設備装置については、カバー、保護柵が適正につけられているか、機械的、電氣的安全装置が有効に作動するかどうか。
2. 安全管理規定が守られているかどうか。
3. 危険度の高い装置については毎日巡視点検する。その中でも特に危険度の高い設備は専門家により毎月定期検査を実施する。重要な職場には専門の安全係を配置しているが、一般には安全係は他の職務との兼任である。

(4) 保護用具の管理

ヘルメット(HELMET)、ゴーグル(GOGGLE)、作業着、安全靴、安全ベルト等の保護具の貸出管理と夏季飲物、保護クリームの支給等を行っている。

(5) 情報管理

安全教育、事故調査、分析、処理等を行なっている。人命に関わる重大事故は上部機構に報告する。

(6) 安全生産委員会

職制の“安全環境保護処”とは別に安全生産委員会という委員会組織がある。常務主任には“保護処”の処長が、委員には工場長、スタッフ、職場主任、組合代表等が任命されていて、総勢50人からなる。3ヶ月に1回委員会が開催されるが、その他に1ヶ月に1回小委員会を開催している。そしてそのメンバーは各職場の主任クラスで構成されている。

(7) 衛生管理

当工場には診療所が付設されていて、医師、看護婦、合計40名くらいが常駐している。一般市民にも有料で開放されている。従業員の診療は無料であるが、家族は1/2の診療費を負担しなければならない。この診療所は、当工場の資金で運営されていて、入院も可能である。

定期健康診断は、通常2年に1回行っているが、高温、有毒、有害職場の作業員に対しては、毎年1回行っている。胸部、胃のX線写真撮影、心電図、血圧、血液、尿等を調べて、従業員の健康管理を行う。

休養を必要とする疾病者は就業を禁止されるが、休業期間の賃金は、治癒するまで保証されている。8年以上勤続している従業員に対しては、6ヶ月間100%の賃金が保証され、その後は治癒するまで60%が保証される。8年以下勤続従業員に対しては6ヶ月まで65%の賃金が保証されている。

4.6.2 安全管理の問題点

一般的にあって、労働者保護の立場から安全管理体制はよく整備されている。しかし実施面から見ると、多少徹底を欠いている面もある。

- (1) 品質管理の項でもふれたが、職場環境の整理、整頓に問題がある職場がある。これは品質管理、工程管理上問題となるだけでなく、作業環境の安全性維持にも問題となるので、5Sの徹底をはからねばならない。
- (2) 鍛造職場、板金職場、熱処理職場等、特に危険度の高い職場の設備が旧式であるため、安全装置あるいは遠隔操作等により、従業員を危険から守る配慮が十分なされていない。
- (3) 災害記録を、公示して、安全意識の向上をはかることがあまり行われていない。
- (4) 従業員に対する定期健康診断の回数が少なすぎる。少なくとも現行の2倍に増やす必要がある。

4.7 設備管理の現状と問題点

4.7.1 設備管理の現状

(1) 設備管理組織

無錫工作機械工場で使用されている生産設備、運搬機械、電気、ガス、圧縮空気、蒸気等のユーティリティ(UTILITY)供給設備の保全担当部門は、“設備動力処”で、282人の人員を抱えている。

(2) 設備計画

老朽設備の更新、新規設備の導入等の設備計画の立案、購入は、“技術改造処”が担当するが、更新の必要性及び購入機種を選定については、“設備動力処”が意見具申をする。また、その機械設備の据え付け、調整、試運転も設備動力処が行う。

(3) 保全活動の現状

機械設備のオペレーターには「設備日点検維修カード」が渡されており、機械設備の部所別に毎日正常か、異常かを、点検チェック記録するシステムになっている。もし、異常が発生すれば設備動力処付設の修理職場にて修理する。

一般的には、機械設備が故障してから修理を行う事後保全(BREAKDOWN MAINTENANCE: BM)システムを採用しているが、その中でも安全にかかわる機械設備については、定期的に点検し、事前に異常を発見し整備する予防保全(PREVENTIVE MAINTENANCE: PM)システムを採用している。

機械設備の修理経歴は、設備台帳に記入し保管されている。

機械設備の予備部品は設備動力処に保管しているが、修理職場でも一部のスペアパーツを製作している。海外より新しく機械設備を輸入するときはスペアパーツも同時に購入している。

(4) 治工具管理

治工具の管理は“工具処”が担当し、133人の人員が所属する。“工具処”には工具職場があり、非標準治工具の製作を行なっている。

工具処で管理する治工具の種類は、大きく分けて次のとおりである。

- 刃具（カッター、バイト、ドリル、砥石等の切削、研削工具類）
- 量具（加工したものを計測する測定機器）
- 検具（設備の検査用機器）
- 試件（完成した研削盤試運転用テストピース）
- 工装（治具）

刃具の再研磨は工具管理処所属の刃磨組で行うが、磨損した超硬チップの取り替えは、オペレーター自身が行う。各機械加工職場には、それぞれ工具室があり、必要最低限の在庫をしている。現在、工具は安全のため過剰在庫気味となっている。在庫減少はこれからの課題であろう。

4.7.2 設備管理の問題点

(1) NCの修理

無錫工作機械工場の機械設備の保全管理体制はよく整備されていて、これまでは問題も少なかったようである。しかし、生産設備統計によれば、全機械設備835台中過半数の443台が1950年代から1970年代に購入されたもので、老朽化、陳腐化の程度が高い。

当然、これから設備更新のため新しく導入される工作機械は、NCあるいはCNC化されたものが多くなると考えられる。マシニングセンターも多数導入されることになる。そうなれば、制御関係部品あるいは高精度の油圧部品などは、工場内で内製したり修理したりすることは難しくなる。ブラックボックス(BLACK BOX)化されたスペアパーツ(SPARE PARTS)の準備と、故障診断技術の向上を図らねばならない。

(2) 生産保全体制

設備保全体制についても、これまでの設備動力処の専門保全要員による保全だけでは十分ではなくなる。「私機械操作をする人、あなた修理する人」という考え方ではなく、自主保全を通じて自分の設備は自分で守るという方向に変えねばならない。すなわち、全員参加によるトータルシステムとしての生産保全(TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE: TPM)を推進することが望ましい。

そのためには、日常行われる設備の点検、清掃、調整、給油、部品取り替えなどの保守活動を自主的に行う必要がある。また、保全要員のみならずオペレーターも設備保全の技能を身につける必要があり、そのための教育も行わねばならない。

4.8 コンピュータ支援生産管理の現状と問題点

4.8.1 コンピュータ支援生産管理の趨勢

生産管理は、生産者が生産の付加価値を高めようと努力したり、より高い生産効率を求めたりすることによって、物の生産の歴史とともに変遷してきた。

企業における生産活動は、企業内の生産現場を支える各機能集団（設計・開発、販売、購買、経理、経営など）が如何にシステムティックに活動しているかによって、大きく影響されるものである。例えば、経営システムからは長期経営計画や、その実行予算が与えられ、その枠内で設計・開発は活動を行い、一方、販売は市場拡大のために受注活動を展開しながら、市場情報を企業にフィードバックする。購買も、経営戦略をより効果的に実施できるように、より品質が良い物を、低価格でしかも安定供給が可能なサプライヤーの発掘に努める。このように、企業活動は、どこまでシステムティックさを追求できるかによって、その効率が決定される。

生産管理システムも、企業全体の活動と同様な性質を持っている。今日では、コンピュータもどんどん使いやすい物が年々出現し、生産管理に対して応用できる範囲が広がってきている。

4.8.2 先進企業におけるコンピュータ支援生産管理の現状

生産管理にコンピュータを利用しているのは、何も大企業に限らず、業種によっては、中小企業の実産管理に優れたコンピュータシステムが導入されている例も珍しくない。例えば、鑄造工場のように3K（きつい、汚い、危険）業種で、人材を確保できない業種であり、しかもこれが中小企業であった場合は、人材不足を補うためには極端な省力化を図る必要があり、そのためにコンピュータを利用した生産管理システムの導入が不可欠となっている。

(1) 生産管理におけるコンピュータの役割

生産管理システムの考え方には色々なものがあるが、コンピュータの出現により MRP (Material Requirements Planning) の考え方が生産管理手法として脚光を浴びている。MRPは「資材の所用量計画」と呼ばれているが、そのときどきの条件に応じて、原材料から最終製品に至るすべての物の流れを、総合的に管理するトータル生産情報管理システムである。

設計生産部門、生産技術部門、生産管理部門、製造部門、購買部門など企業内の各部門が別々の情報により、バラバラに行動するのではなく、情報を一元化して、1つのルール

の基に計画を立案し、活動を行うためにコンピュータをフルに活用する。これが、いわゆるMRPシステムであるが、MRPではシステムに関連した部門全体をフォーマル化して、情報も一元化して、決められたことを確実に守るということを前提としている。この情報の一元化をコントロールするのがコンピュータの役割であり、かつコンピュータを通じて情報がルールに従っているかどうかのフィルタリングも行なっている。

MRPシステムでは、生産企業内に一般に発生する問題点、つまり1) (生産停止のリスクを避けるために) 在庫を多く抱えがちになる、2) 正確な在庫の引き当てが難しい、3) 稼働率を高めるために余剰生産を行ってしまう、などを解消し、効率の良い生産管理を実施することを目的としている。そのために、1) 何をいつ、どれだけ必要かを正確に計算し、2) 突発的な変更に対しての影響分析ができることが前提となる。このような事態の内部的、外部的要因変化に素早く対応するためにコンピュータを利用するのである。

(2) MRP導入のメリット

MRPのロジックについては、特記する必要がない程、業界で一般的になっている。したがって、MRPシステム導入によるメリットのみを以下に整理する。

1. 作業の優先順が明確になる。
2. 在庫品が最少になる。
3. 設計変更に対する処置が早くなる。
4. 納期のチェックが楽になる。
5. 中・長期生産計画の作成を支援する。
6. 中・長期の要員と設備の計画に利用できる。
7. 例外事態による計画変更の対処が早くなる。

このようなメリットは、製造業ばかりでなく、装置工業の分野でも有効であることが分かっており、近年装置工業の分野でも次々と適用されるケースが増えているのが実状である。

4.8.3 無錫工作機械工場におけるコンピュータ支援生産管理の現状

現在無錫工作機械工場は、1983年からマネジメント・インフォメーション・システムの開発に取り組み始め、第1期計画として米国NCR社のTower 1632コンピュータを導入し、6つの生産管理補助システムを開発した。第2期計画は、1987年にスタートし、システムの強化を図ることを目的として、米国NCR社から上位機種Tower 32/800を導入した。この段階で12項目の生産管理補助システムを開発した。現在は、8.5計画の期間中にできる

だけ目標達成を図るべく、更に、サブシステムの開発を続けている（コンピュータ支援生産管理システムの概略とシステム開発実行表 表4.8.1を参照）。現在、概略 50%のシステム開発とデータベースの作成が完了している。前システムの開発が終了後、各生産職場と管理棟を LANで結び、生産と運営の一元管理を実施する予定となっている。

ところが、コンピュータのシステムエンジニアの絶対数が不足していることから、1項目の補助システムを開発するのに時間が掛かりすぎ、計画期間中に目標達成ができるかどうか、工場内でも危ぶんでいる。システム開発に関する人材不足もさることながら、出来上がったシステムに実際にデータを入力するオペレータの確保と養成も容易ではない。また、現有するコンピュータの能力では生産の一元管理に対応できるか不安がある。

工場内の資料は膨大であり、これらをどのようにコーディング化すれば効率的なものとなるか、かつこれらコードをどのようにして系統立てれば、サブシステム同士のリンクが上手く図れるか、更に、サブシステムの開発は、現在終盤に差し掛かっているものの、「次期発展計画として考えているCAPPに、開発中の生産管理支援システムが対応していけるか」など多くの不安要素がある。このような背景から、工場ではシステム開発を進めながら、システムそのものの妥当性を検討するという自己矛盾を抱えている。

上記の問題点を抱えていることから、本工場では工場生産管理支援システム（MRP=資材の所用量計画）の導入も含めたシステム改革が検討されている。MRPについては、台湾製の市販のソフトがあるようであるが、これを仮に入手できたとしても、本工場に対応するシステムとして何の修正も無しに活用できるとは考えられない。更に、本工場のコンピュータとの互換性も問題となろう。

4.8.4 コンピュータ支援生産管理の効率を上げる方法

コンピュータ支援生産管理の効率化向上に関する一般的な方法は存在せず、通常工場によって異なる。機械工作工場の”生産管理における効率とは何か”を考えるに当たって、無錫工作機械工場の生産様式、例えば、どの様な機種を、どの様な流れで生産しているかをまず把握しなければならない。

効率向上に関して着目すべき点は種々あるが、例えば、部品のコード化(CODING)では、生産の流れを機能別に分解し、構造図（下図を参照）を作成する。

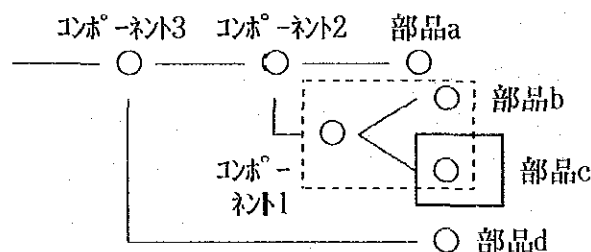


表 4.8.1 コンピュータによる運営管理のシステム概略表 (将来計画)

営業管理システム	計画管理システム	生産作業計画システム	生産倉庫管理システム	職場生産計画	職場管理
×1. 市場調査予測 ×2. 注文書管理 ×3. 営業書類資料 ×4. 営業統計	△1. 最適質の製品生産計画を作成 △2. 年間負荷計算 ×3. 月間生産計画を作成 ○4. 歴史的統計データを預け、査問 ○5. 総合統計面表を処理	△1. 3ヶ月の生産作業計画を作成 ○2. 油圧部品、標準部品所要量計画 △3. 共通部品、標準部品所要量計画 ○4. 鋳物標準品所要量計画 △5. 素材計画 ○6. 職場別部品計画 ○7. 製品ロット欠品表 △8. 手順書を作成	○1. 素材、部品倉庫在庫管理 ○2. 仕掛発行 ○3. 資金管理 ○4. 仕掛品査問 ○5. 年末減数 △6. 標準部品油圧部品管理	△1. 工程別月間計画を作成 △2. 工程別負有計算 △3. 三日間作業計画を作成 △4. 手順書、作業票管理	△1. 作業票を入力 △2. 作業進捗統計 △3. 工数統計 ×4. 職場エント計算 △5. 設備、人員管理
計画営業処 PC/386: 注文書管理端末機 営業計画端末機 営業統計端末機	計画営業処 統計端末機	生産処 計画端末機 手配端末機	生産処 仕掛品端末機 素材倉庫端末機 部品倉庫端末機 標準部品倉庫端末機	軸輪職場端末機 小型部品職場端末機 第五職場端末機 大型部品職場端末機 試作職場端末機	
財務管理システム △1. 財務帳務処理 △2. 部品エント制度と収集 △3. 価格体系査問 △4. 貸金支払 ×5. 見積と生産費用	資材調達管理システム ×1. 金属材料在庫管理 △2. 金属材料所要量計画 △3. 鋼材利用率計算 ×4. 購入品在庫管理 ×5. 購入品所要量計画 ×6. 購入品エント発行	品質、検査管理システム ○1. エンサーレス ○2. 品質情報 ○3. 職場不良品エント計算 ○4. 品質分析 ○5. 検定器管理	設備工具管理システム ○1. 設備固定資産管理 ○2. 設備状態管理 ○3. 設備修理計画 ×4. 設備潤滑管理 ○5. 設備予備品管理 △6. 標準工具管理	労働人事管理システム ○1. 人事資料管理 ○2. 人事用表処理 ○3. 工数/人管理 ○4. 稼働工数と人収集 ○5. 年間工程別負荷計算	生産技術設備システム ○1. 製品設計データを収集 ○2. 製品材料/人制度と収集 ○3. 製品収集/人を作成、アソク ○4. 製品設計データ査問 ○5. 製品設計、工程設計データ検査
財務審計処 エント端末機 PC/386: 帳務端末機 貸金端末機 その他	調達運輸処 計画端末機 鋼材倉庫端末機 購入品倉庫端末機	品質検査処 検査端末機 PC/286: 検査器管理	設備処 PC/286 工具処 標準工具庫端末機	労働人事処 人事端末機 人収集端末機	研削盤研究所端末機 工程設計処端末機

注：○完了、△作成中、×未着手

部品 b (以下(b)) と部品 c (以下(c)) とでコンポーネント 1 (以下 (1)) を製造する。

この場合、(b)と(c)とで構成される(1)のみをコーディングの対象とするか、それとも(b)と(c)とにそれぞれコード番号を与えるかは大きな違いがある。(b)と(c)を(1)の中に固定してコード化すると、コンピュータによる管理が簡素化のされ、処理が速くなる一方で、(b)に欠陥が生じた場合でも、コンピュータ上では(1)全体に欠陥が生じたと判定されるので、(b)も(c)も含めた(1)全体を追跡調査する必要がある出てくるので、それだけ復旧が遅くなってしまいます。従って、コード化の際には、固定部分と変動部分を十分に考慮する必要があり、特に無錫工場では、旧来型のモデルは固定部分を増やし、生産過程での一層のスピード化を図り、新技術を導入した新規モデルについては問題が生じた際の対応を早めるために変動部分を増やすようにする方が良いでしょう。

4.9 教育・訓練の現状と問題点

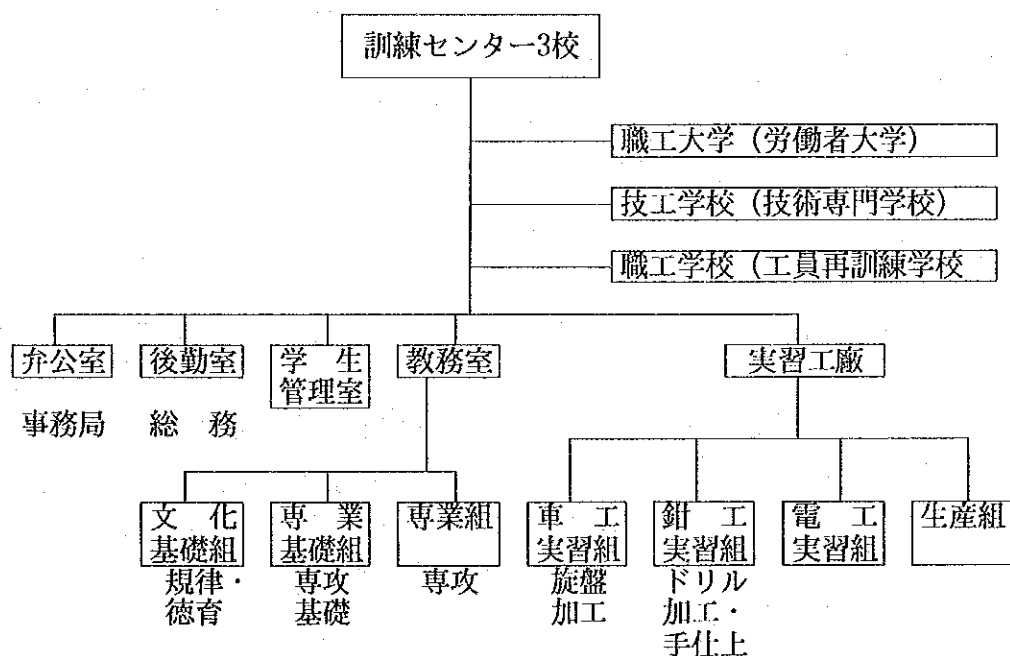
4.9.1 教育・訓練の現状

生産管理の円滑な推進には従業員の質の向上が欠かせない。企業内教育・訓練が重視されるゆえんである。

(1) 教育・訓練組織

企業内の教育・訓練は、“教育処”が担当し、49人の職員が配属されている。教育処の組織は下図に示すとおりであるが、職工大学（労働者大学）、技工学校（技術専門学校）、職工学校（工員再訓練学校）の3校からなる訓練センターが付設されている。

教育処組織図



(2) 訓練センターの概要

職工大学は修学期間3年の短大で、工場内より高校卒の従業員を60名選抜して、各30名の2クラスを編成する。そして、1クラスは昼間は本工場内で仕事をしながら、夜間中心に勉強する。他の1クラスは、仕事はしないで専ら勉強だけをするということになっている。どちらも学科中心の勉強をする。

技工学校は、高卒、中卒の新卒者を入学させ、会社の仕事はさせないで、教育訓練の受講に専念させる。就学期間は、高卒が2年、中卒が3年であるが、学科40%、実習60%の比率で技能教育訓練を行う。

卒業すれば、全員技能社員として製造職場の現場に配属されるが、配属先の職場及び専攻は会社が決める。これまでに、1,000人以上の卒業生を職場に送り込んでいる。技工学校卒以外の一般入社の技能社員は、工業学校卒以外の者は3ヶ月間当訓練センターで教育する。

職工学校は技能社員の再訓練機関であるが、高卒者の場合、仕事をしながら、夜間中心に1年間教育を受ける。中卒者の場合、仕事をしながら、夜間中心に6ヶ月間教育を受けるクラスと、仕事をしないで、3ヶ月間専ら教育を受けるクラスの、2つの制度がある。

(3) 新入社員教育

全新入社員を対象に新入社員教育をしている。その期間は、大卒1ヶ月間、訓練センター技工学校卒1ヶ月間、一般募集技能社員3ヶ月間で、会社の歴史、工場概況、製品説明、経営方針、品質管理、安全等について会社幹部が担当して教育する。本工場では、退職者は定年退職を含めて年間100名程度であるが、新入社員は毎年大卒30名、訓練センター卒120名、一般募集50名程度である。

(4) 管理、監督者教育

トップクラスの管理職8人については、江蘇省の省レベルで行う3ヶ月間の教育を受講している。

セールスを含むスタッフ部門の管理職81人は、全員無錫市機械工業局で行う教育を受講している。テスト合格者には北京中央の機電部より証書が授与される。

職場（車間）主任は30数人いるが、市機械工業局で開催される8ヶ月間（夜間）の講習を受けている。これは制度化されており、大学でその科目を受講した人は免除されるが、テスト合格者には証書が授与される。従業員は、すべて会社が定めた教育訓練についてはその受講が義務づけられている。

(5) 講師

訓練センターの講師資格は短大卒以上で、外部講師は市内の学校から来てもらっている。社内の講師はエンジニア、経済師等の専門家である。

(6) OJTの実施状況

以上述べてきたOFF JTだけでなく、訓練センターを卒業後、入社した新入社員については、1ヶ月間の新入社員教育の後、6ヶ月間は見習い期間で、その間、各人に熟練工がついて実地に指導する。

(7) NC化対応教育

本机床廠に設置する工作機械と、製造の研削盤のNC化比率の上昇に対応して、NC専門の教育訓練を始める計画があり、9月の新学期からスタートする予定である。なお、技工学校では一部NC教育をしている。

(8) 教育訓練と資格制度

現在は、国家試験や国で定めた資格制度はないが、社内資格としては、初級（1～3級）、中級（4～6級）、高級（7～8級）の身分制度があり、実技とペーパーテスト(PAPER TEST)で昇格するようになっている。昇格したとき、すぐには給料は上がらないが、給料改訂時に昇給するとのことである。上下の給料較差は2～2.5倍とあまり大きくはない。

技術者の級別は、技術員、助理、エンジニア、高級エンジニアとなっており、高級エンジニアの中から複数の副総エンジニアと1人の総エンジニアが任命される。

(9) 教育訓練施設

訓練センターには、実習に必要な各種工作機械、工具、仕上台、電気実習道具、パソコン、製図道具等が整備されている。教材には、本工場の製品に組み付ける部品も使われているようである。

4.9.2 教育訓練の問題点

無錫工作機械工場の教育・訓練については、制度的にも、施設のにもよく整備されている。また、教育・訓練の対象もトップマネジメント(TOP MANAGEMENT)、中間管理職、スタッフ、一般技能社員と全従業員を網羅している。カリキュラム(CURRICULUM)についても、コンピューター教育を含めて基礎的なものはすべてカバーしていて、現時点では問題は少ないようである。

ただ、将来、中国の市場経済化が進んでくると品質管理教育をもっと充実しなければならなくなる。日本では、QCは教育に始まって教育に終わるとまで言われている。継続的な

QC教育の実施が望まれる。

このQC教育の徹底と適切な賃金、給料体系による勤労意欲の刺激の両輪がうまく回転することによって、従業員の自発性、積極性、責任感を引き出し、創造的意欲を駆り立てるようになる。これが近代的TQC成功の土壌である。

4.10 環境対策の現状と問題点

4.10.1 環境対策の現状

環境対策は、安全管理の項で述べた安全管理環境保護処が担当している。

(1) 環境基準

1) 大気汚染

大気汚染の一般許容限度については、国家標準があり、浮遊粒子状物質、二酸化硫黄(SO_2)、窒素酸化物(NO_x)、一酸化炭素(CO)、オキシダント(O_3)の大気中濃度(mg/Nm^3)が規定されている。

この他に、大気汚染に関する国家標準の特別標準として、石炭燃焼ボイラーの煙突から排出される煙の中に含まれる塵埃と二酸化硫黄の濃度 (mg/m^3)を規制している。また、リンゲルマン黒度は1級を規定している。

ボイラー以外の製鋼用電気炉、転炉、セメント工場、生産現場から排出される煙、粉塵の許容濃度(mg/m^3)も国家標準により規定されている。

これらの国家標準のほかに、工業企業設計衛生標準が定められており、工業地帯居住区の大気中有害物質最高許容濃度 (mg/m^3)や、工場職場の空気中有害物質最高許容濃度 (mg/m^3)を規制している。

2) 水質汚濁

地表水の環境品質標準については、国家標準が制定されている。PH値、COD、BODやシアン、砒素、水銀、カドミウム(CADMIUM)、6価クロム、鉛、有機化合物、大腸菌等の有害物質の許容濃度(mg/L)を規定している。

工業廃水排出に関しても、国家標準が制定されていて、PH値、BOD、CODや重金属とその化合物、砒素化合物、有機燐、硫化物、シアン化合物(CYANIDE)、揮発性フェノール(PHENOL)等の有害物質の許容濃度(mg/L)が規定されている。

3) 騒音公害

都市区域の騒音規制については、国家標準で住宅地域、文教区域、商業地域、工業集中区域、幹線道路両側等の区分別、昼夜別に環境騒音標準が示されている。

昼間は45～70dBまでの6段階、夜間は35～55dBまでの6段階になっている。工場と民家が

接する境界域についても、騒音規制の国家標準が定められているが、こちらは、昼間55～70dBまでの4段階、夜間45～55dBの4段階になっている。

工場の生産職場の騒音についても工業企業騒音衛生標準が制定されているが、こちらは作業者が騒音に接する時間の長さ、及び建屋が現有か新築かによって85～95dBまで、それぞれ4段階に分けて定められている。

(2) 無錫工作機械工場公害発生源と公害防止対策の実施状況

当工場は、機械工場であるので工場内でもあまり大きな公害発生源はないが、その中でも主なものは次の通りである。

1) 鑄造職場

鑄造職場の最大の環境問題は粉塵である。一つは、鑄物砂が使用後熱応力によって微粉化し、それがシェークアウト時、砂回収時等に空気中に飛散浮遊することである。次に、キュポラ溶解時にキュポラから排出される煙及び塵埃である。

当工場では、いずれもバッグフィルター(BAG FILTER)式の集塵機で粉塵を捕集していて、200mg/N_{m³}の規制値をクリアしていると言う。

鑄物の鑄仕上工程で、現在砂落とし作業にハイドロブラストを使用し、大量の水を使っているが、排水には有害物質は含まれていないので、砂粒を沈降させるだけで放流している。

騒音発生源については、キュポラ用送風機、集塵機用排風機、振動造型機、鑄仕上職場等があるが、特に防止対策は採られていない。

鑄型乾燥炉、応力除去燃鈍炉には、硫黄分含有量の多い重油や灰分の多い石炭、コークスを燃料として使っているので、各炉の煙突よりSO₂ガスや灰を含んだ煙が大気中にそのまま放散されている。

2) 熱処理職場

熱処理工程の加熱炉、焼入炉に多数の塩浴炉が稼働し、浴剤として金属塩を使っているが、ここでは幸い猛毒の青化物は使用されていない。塩化ナトリウム(NaCl)、塩化カリ(KCl)、塩化バリウム(BaCl₂)、亜硝酸ソーダ(NaNO₂)、硝酸カリ(KNO₃)等が使われている。

また、この職場では鋼の防錆処理プロセスとして、鋼の表面に4-3酸化鉄(Fe₃O₄)の黒色の緻密な皮膜を発生させる黒染め着色が施されている。そして、黒染液には苛性ソーダ(NaOH)、亜硝酸ソーダ(NaNO₂)が使われている。

以上の他にも、アルカリ性の水溶液が使われているが、これらのアルカリ性廃液は中和

して放流しているといっているが、きちんと中和槽を設けて無害を確認して放流しなければならない。

3) 塗装職場

部材の塗装職場では、塗料をスプレーするとき換気装置の排風機が働いて、作業台の下方へ吸引するようになっている。吸引された塗装排気はダクトで工場の外に設置された集塵機に導かれ、機内の噴霧水で塗料微粒子を捕集し、浄化された空気を外界に放出するようになっている。塗料微粒子の捕集に使った水は、別に設置された水処理装置内の活性炭素で塗料微粒子を吸着して浄化し、処理水は循環して再使用するようになっている。

4.10.2 環境対策の問題点

人口が多くかつ工業化が急速に進む中国では、公害防止対策が追いつかず、大気汚染、水質汚濁等の公害発生が増加し、大きな社会問題となっている。国家環境保護局は、汚染物質の環境への排出にかかる課徴金制度を導入し、製造に携わる企業に公害防止対策を講ずるよう迫っている。

当工場も、不定期だが、年1回程度無錫市環境保護局より査察を受けていて、課徴金を払ったこともあるという。

現在の中国では各企業とも生産第一主義で、生産に直接関係のない公害防止対策には金は使わないという考えが強く、課徴金を払って済まそうとする向きも多いようである。しかし、近年工業化が進展した過程で日本、NIES等の先進工業国が経験しているように、中国でもやがて住民の環境問題に対する意識も強くなり、工場内外の環境に十分配慮しなければならない時期がくるであろう。

環境保護の推進は一企業の努力だけではできないが、少なくとも工場内で発生する粉塵捕集、工業廃水の無害化処理後の放流、公害防止施設の保全管理、産業廃棄物の無害化処理、プロセス変更、技術改良による公害発生源の減少等に努めるとともに、工場自身で測定器具を備えて、粉塵、大気汚染、振動、騒音の程度を定期的に調べ、工場内環境を良好に維持することが肝要である。安全管理環境保護処の役割と責任は益々重要となる。

第5章 工場近代化計画

5.1 生産工程の近代化計画

5.1.1 概要

第2章で述べたように

1. 製品または生産設備について、現在問題を抱えており、大がかりな設備投資をしなくても解決できる問題、生産管理や作業の合理化で解決できる問題
2. 8.5計画で導入する設備の早期稼働と新製品開発のスピードアップ
3. 8.5計画以降の長期計画として、新鋭設備を導入して実施する近代化計画

のように、近代化計画の代替案をを定義し、1.を短期計画、2.を中期計画、3.を長期計画として、実施計画を作成することとする。

近代化計画の主要項目は表5.1.1 に示す通り全体で80項目にのぼる。この内生産工程に関するものは68項目で、短期計画では、機械加工工程、鋳物工程を主に23項目、中期計画では、機械加工工程、製品性能の改良の問題を中心に22項目、設備投資を伴う長期計画では、金額的に機械加工工程、鋳物工程を主に23項目となる。

所要資金の外貨分は約15億円と推定される。大口は五面加工機 2台、FMC（フレキシブル・マニファクチュアリング・セル） 1台、横型マシニング・センター 5台のNC工作機械群、熱風式キュボラです。

なお、設備投資を伴わない短期計画、中期計画の項目の中には、かならずしもこの章の中でふれてないものもあるが、第3章を参照してください。

5.1.2 プレス及び溶接工程

(1) 実施計画

板金加工品の品質向上、及び効率向上のためには、設備機械のNC化は不可欠である。

8.5計画にて、NC付きシャー、ベンダー、タレット、パンチプレス各 1台を導入し、加工の自動化が図られ、正確な寸法形状の製品が作られるものと期待できる。しかしながら、全閉カバー、電気ボックス等、大型の主要部品のほとんど全部のNC化を推し進めるためには、更に、同仕様のプレス設備を追加して導入する必要があると考える。

タイプの異なる溶接機を用意して、それぞれの目的に応じて使い分けを行うことが重要である。溶接職場の数に応じて 3種類を用意することとなるが、全閉カバー、電気ボックス類の溶接には炭酸ガス溶接機の使用頻度が一番高くなる。このように、3種類を使い分けることにより、従来の交流アーク 1種での場合と比較すると、スパッタの飛散及び熱歪

表5.1.1 近代化計画主要項目 (1/2)

No	代替案	工/管	工程	項目	参照
1	短期	工程	材料受入	良質スクラップの入手	3.1.2(1)
2	短期	工程	材料受入	コークス粒度の統一(80mm以上)	3.1.2(2)
3	短期	工程	材料受入	原子吸光分光光度計に依る金属材料の分析	3.1.2(3)
4	短期	工程	鑄造	木型の保管と移動方法の改善	3.3.2(1)
5	短期	工程	鑄造	フラン樹脂鑄型に全面移行	3.3.2(2)
6	短期	工程	鑄造	鑄物原料砂の粒度分布改良	3.3.2(2)
7	短期	工程	鑄造	CEメーターによる溶湯の分析	3.3.2(3)
8	短期	工程	鑄造	かけ堰の改良	3.3.2(3)
9	短期	工程	鑄造	焼鈍工程の順序変更(荒加工前の焼鈍)	3.3.2(4)
10	短期	工程	塗装	当て物による塗装部品の傷防止	3.6.3(1)
11	短期	工程	塗装	専用吹き付け塗装室の新設	3.6.3(2)
12	短期	工程	塗装	ウレタン、エポキシ樹脂塗料の採用	3.6.3(4)
13	短期	工程	機械加工	セッティングゲージの使用(罫引き廃止)	3.7.3(1)
14	短期	工程	機械加工	ロットサイズの縮小	3.7.3(1)
15	短期	工程	機械加工	門型平削り盤の精度維持(定期点検)	3.7.3(3)
16	短期	工程	機械加工	門型平削り盤でスルーアウェー工具採用	3.7.3(3)
17	短期	工程	機械加工	案内面研削盤でCBN砥石の採用	3.7.3(3)
18	短期	工程	機械加工	横型中ぐり盤でスルーアウェー・ボーリングバー採用	3.7.3(3)
19	短期	工程	組立	組立レイアウトの改良	3.8.1
20	短期	工程	組立	高周波砥石軸のスピンダル試運転時間見直し	3.8.2
21	短期	工程	組立	部品の取扱いと保管の改善	3.8.3
22	短期	工程	組立	パレット函化による客先クレームの管理	3.8.5
23	短期	工程	検査	検査規格の強化	3.9.3(4)
24	短期	管理	調達	調達組織の一元化	4.2.2
25	短期	管理	在庫	工場内の工作物の保管と運搬方式の改良	5.2.3
26	短期	管理	在庫	定量発注方式の採用	4.3.2(2)
27	短期	管理	設備	NC,CNC工作機械に対応した補修体制の整備	4.7.2(1)
28	中期	工程	機械加工	NC機の能力見合いの公差の設定	3.7.4(2)
29	中期	工程	機械加工	工具の標準化を考慮した設計	3.7.4(2)
30	中期	工程	機械加工	工具数の制限を考慮した設計	3.7.4(2)
31	中期	工程	機械加工	工具の破損、工具寿命を考慮した設計	3.7.4(2)
32	中期	工程	機械加工	重量物部品の取付を考慮した設計	3.7.4(2)
33	中期	工程	機械加工	同一加工工程での高精度な基準面(穴)の加工	3.7.4(2)
34	中期	工程	機械加工	工具の標準化と管理	3.7.4(3)
35	中期	工程	機械加工	工具室の機能の強化	3.7.4(3)
36	中期	工程	機械加工	切削条件の標準化	3.7.4(3)
37	中期	工程	機械加工	取付具の標準化	3.7.4(3)
38	中期	工程	機械加工	素材寸法の精度管理	3.7.4(3)
39	中期	工程	機械加工	NCテープ自動プログラミング装置の採用	3.7.4(3)
40	中期	工程	組立	タクト生産方式の採用	3.8.4
41	中期	工程	組立	進度管理図による混流生産	3.8.4
42	中期	工程	組立	エアー洗浄用フィルターの設置	3.8.4
43	中期	工程	組立	多点式自動温度計の採用	3.8.4
44	中期	工程	製品性能	数値制御(CNC)による機械系の制御	3.10
45	中期	工程	製品性能	砥石軸、工作主軸の軸受構造の精度、高速化、信頼性	3.10
46	中期	工程	製品性能	摺道面の構造と送り精度、制御方法	3.10

表5.1.1 近代化計画主要項目 (2/2)

No	代替案	工/管	工程	項目	参照
47	中期	工程	製品性能	インプロセスゲージ、ポストプロセスゲージの活用	3.10
48	中期	工程	製品性能	適応制御(AC)の開発	3.10
49	中期	工程	製品性能	CBN砥石への対応	3.10
50	中期	管理	設計	設計段階での製品コストの認識	4.1.1
51	中期	管理	設計	機能のモジュール化の推進	4.1.2
52	中期	管理	設計	設計、製図に限定したCAD化	4.1.2
53	中期	管理	設計	新製品開発のための専用ラインの設置	4.1.3
54	中期	管理	設計	開発用部品の重点先行手配方式の採用	4.1.4
55	中期	管理	設計	CAD,プロッターの接続方法の変更	4.1.5(4)
56	中期	管理	設計	CAD,開発言語の統一	4.1.5(4)
57	中期	管理	設計	CAD,実績のあるソフトメーカーの選定	4.1.5(4)
58	長期	工程	プレス	NCプレスブレーキの導入	3.2.6
59	長期	工程	プレス	NCタレットパンチプレスの導入	3.2.6
60	長期	工程	プレス	NCシャーの導入	3.2.6
61	長期	工程	溶接	炭酸ガス溶接機の導入	3.2.4(3)
62	長期	工程	溶接	アルゴンガス溶接機の導入	3.2.4(3)
63	長期	工程	鑄造	熱風式キュボラの導入	5.1.3(1)
64	長期	工程	鑄造	クレーンタイプ・ショットブラストマシンの導入	5.1.3(1)
65	長期	工程	鑄造	エアブラストシステムの導入	5.1.3(1)
66	長期	工程	鑄造	温度制御付きガス燃焼方式の焼鈍炉の導入	5.1.3(1)
67	長期	工程	鑄造	鑄物工場のレイアウト変更	3.3.2(2)
68	長期	工程	熱処理	バッチ型浸炭炉の導入	5.1.4(1)
69	長期	工程	熱処理	ピット型ガス浸炭窒化炉の導入	5.1.4(1)
70	長期	工程	塗装	空焼き乾燥炉の導入	3.6.3(3)
71	長期	工程	機械加工	五面加工機の導入	5.1.6(1)
72	長期	工程	機械加工	PMC、モデルAの導入	5.1.6(1)
73	長期	工程	機械加工	横型マシニングセンターの導入	5.1.6(1)
74	長期	工程	組立	スピンドル室の空調とクリンルームの設置	3.8.2
75	長期	工程	組立	自動倉庫設置と組立工場の一体化	3.8.4
76	長期	工程	組立	組立工場の空調設備の強化	5.1.7(1)
77	長期	工程	組立	部品洗浄設備の導入	5.1.7(1)
78	長期	工程	組立	超音波洗浄装置の導入	5.1.7(1)
79	長期	工程	検査	三次元測定器の導入	3.9.3(1)
80	長期	工程	検査	レーザー測長器の導入	3.9.3(4)

注

工程：生産工程

管理：生産管理

による変形も小さくなるので清掃、修整時間が短縮し、組立時の総合精度の向上にもつながるものである。

溶接機の必要台数は下記のとおり見積もれる。

炭酸ガス溶接機 180A 6セット
アルゴンガス溶接機(MIG) 200A 3セット

(2) 主要導入設備

1. NCタレットパンチプレス (TURRET PUNCH PRESS)

プレス能力	30ton
加工サイズ	1000 × 2540mm
最大加工板厚	6.0mm
加工精度	±0.1mm
テーブル送り速度	50m/min
機械重量	10ton

2. NCプレス・ブレーキ

プレス能力	110ton
曲げ長さ	2550mm
ギャップ深さ	400mm

3. NCシャー (中国製)

切断長さ	2500mm
切断板厚	6mm
(軟鋼引張強さ45kg/mm ²)	

4. アルゴンガス溶接機 (3セット)

定格出力電流	200A
出力電流範囲	40A~200A
外形寸法 (幅×奥行×高さ)	340 × 630 × 640mm
重量	84kg