

## 1-2 生産設計工程

一般的に、機械は故障しないで連続運転に耐える機械的な安定性があれば、性能もそれに伴って安定するので問題はない。ところが、遠心分離機は使用目的が液体と固体の分離であり、その処理物の性状により性能が左右されるため、一様に機械的安定性だけで規定できない。したがってその生産設計に当っては、処理物の特性及び処理目的に合せた機械条件とその材質を選定しなければならない。

四川江北機械工場の設計工程の近代化を図るために、次の各作業工程について再確認し、問題点の原因の考察と再発防止対策を織込みながら、改善のための提案を述べる。

- 1) 引合いから受注までの設計作業
- 2) 受注後の基本設計工程の改善
- 3) 詳細設計工程の改善
- 4) 生産技術課の改善

遠心分離機の設計は、国家基準がよく整備されているため、設計技術部門は国家基準に安住しているように見受けられる。国家基準を自家薬籠中のものとし、更に技術レベルを向上させ、製品の性能向上と品質の安定を目指す必要がある。

当工場は諸外国の規格（ISOなど）、内外の先進企業の技術資料等、技術情報の整備に力を入れているが、内容としては不十分であり今後充実させる必要がある。

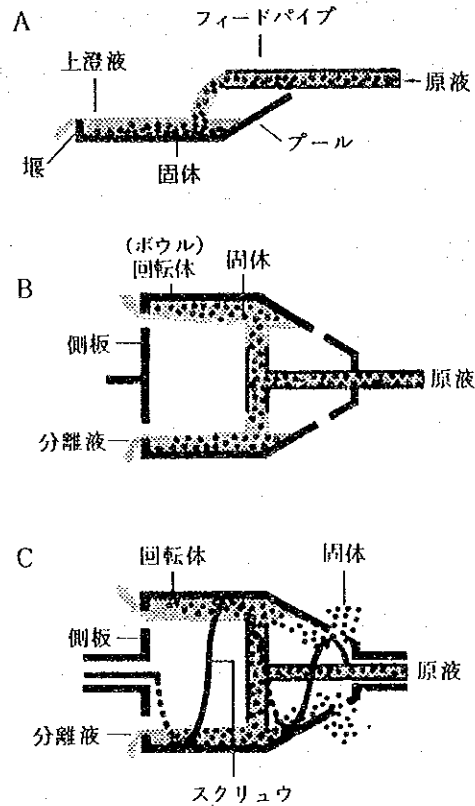
生産活動の源流である、設計技術部門の負担はますます増大するが、常に技術動向に着目し、客先をリードする技術力が必要である。

技術開発力の向上、製品企画力の充実、創造力の向上、人材の育成と活性化など設計技術部門の総合力に期待するところが極めて大きい。

### 1-2-1 遠心分離機の概要

本論に入る前に、遠心分離機の原理・構造および分離と脱水に与える機械的因子の影響等の概要を説明する。

#### (1) 遠心分離機の原理



図VI-1-2-1 遠心分離機の原理

古来、固体と液体の混合液を分離するためには、両者の比重差を利用した沈殿池が使われてきた。この装置を応用して図VI-1-2-1-Aのごときプール (Pool) を考え、そのプール内に原液を供給すると、固体は重力によって沈降し、上澄液は堰から流出する。このプールを図VI-1-2-1-Bに示すようなボウル (Bowl) に変え、このボウルを高速回転 (2,000~6,000rpm) させると、回転によって生じる遠心力によって固体の沈降分離が助長され、固体はボウルの内壁に堆積する。次に、ボウルの内部にスクロール (Scroll) またはスクリュウコンベア (Screw Conveyor) を設け、ボウルの一端に接続した差速器 (ギヤボックス、Gear Box) によって、ボウルとスクロールの間にわずかな回転差を与えながらスクロールをボウルと同じ方向に回転させる。

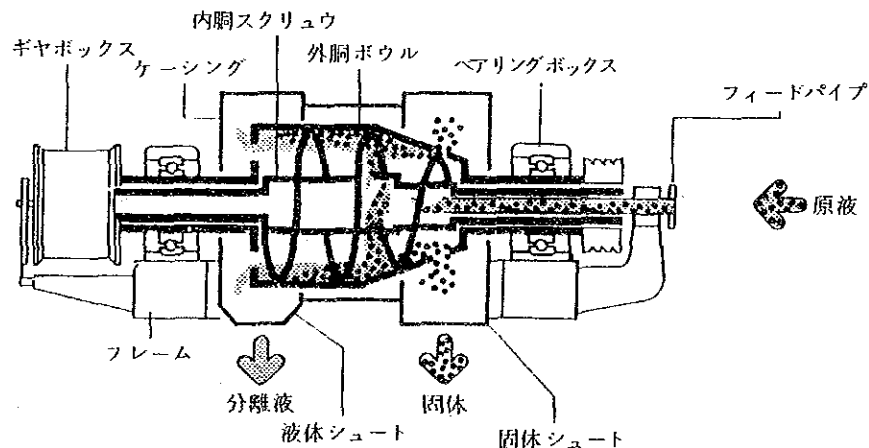
ボウルの内部に堆積した固体は、スクロールのコンベア作用によってボウルの小径側に運ばれ、ボウルの傾斜面で脱水されたうえ、ボウルから吐出される。

また液体は分離液としてボウルの大径側側板にある排出口から排出される。

この装置を実際の遠心分離機の構造として表すと図VI-1-2-2のようになる。この状態のなかに原液を連続的に供給していくと、ボウルの大径側排出口からは清澄な分離液が、また、小径側の吐出口からは脱水された固体が連続的に排出される。そして、それらは液体シュート (Shute) および固体シュートによって別々にとり出される。

なお、遠心分離機の一般的な能力に関する因子としては、回転体の大きさ (直径・長さ・容積)、回転体に加わる遠心力 (地球の重力の倍数である遠心効果で、たとえば2000Gとか3000Gというように表示する)、分離固体の掻き出し能力 (スクロールピッチ・回転差) などがある。

## (2) 遠心分離機の構造



図VI-1-2-2 遠心分離機の構造

### 1) 外筒ボウル (Outer Bowl)

円筒形と円錐形を一体としたボウルで、両端が軸受で支持されている。大径側には分離液の排出口、小径側には固体の吐出口がある。分離液の排出口は、処理する原液に合わせて液面の高さを調節できるオリフィスプレート構造 (Orifice Plate) となっている。

2) 内胴スクロール (Inner Scroll)

パイプとそれに溶接したスクロール羽根で構成され、パイプ部には供給液吐出口がある。また、羽根の先端には耐摩耗性にすぐれた硬化材を肉盛するなどして、表面硬度を高めている。

3) 供給管 (Feed pipe)

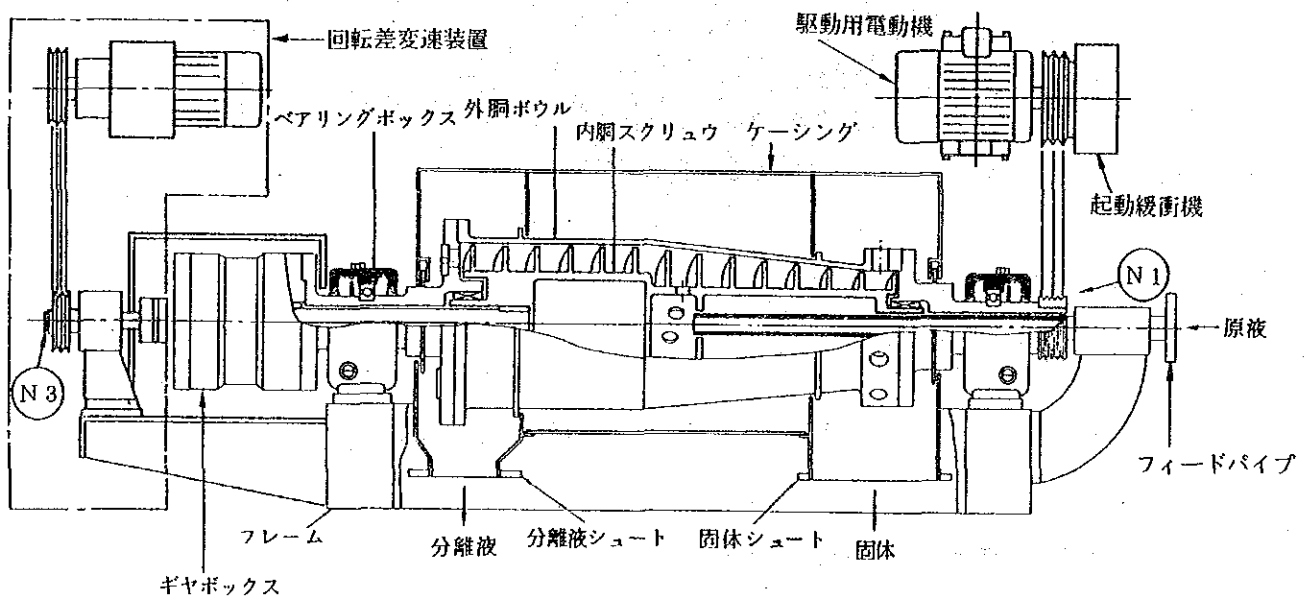
パイプホルダ (Pipe holder) で支持され、外部からボウル内に原液を供給する。

4) 差速器

外胴ボウルと内胴スクロールに回転差を与える遊星歯車装置である。なお、用途および使用条件に適した内胴と外胴の回転差を得るため、差速機形式はしばしば変更されることがある。

5) 回転差変速装置

外胴ボウルと内胴スクロールとの間の回転差を任意に調節しようとする場合、回転差変速装置を設ける。回転差変速装置は、差速機のピニオン軸 (Pinion shaft) を、本体とは別の回転数可変の駆動力で回転させて、差速機の変速比を見かけ上変化させ、外胴ボウルと内胴スクロールの回転差を変えようとするものである。



図VI-1-2-3 回転差変速装置付遠心分離機の構造

一般に回転差変速装置には、EC回生制動機、ディスク変速機、パイエル変速機、誘導電動機（プーリ交換による）を用いた制動方法によるものが多く使われる。

この場合の回転差は次式により求められる。

$$\Delta N = \frac{N_1 - N_3}{R}$$

$\Delta N$  : 内胴と外胴の回転差 (rpm)

$N_1$  : 遠心分離機 (外胴ボウル) の回転数 (rpm)

$N_3$  : 差速器ピニオン軸の回転数 (rpm)

$R$  : 差速器の減速比

注 :  $N_1$  と  $N_3$  の回転方向が逆方向の場合は上式は  $N_1 + N_3$  となる。

なお、回転差変速装置を設けた場合、オーバーフィード (Over feed)、異物のかみ込みなどによって、内胴スクロールによる分離固体の掻き出しトルク (Torque) が過大になったときの安全装置として、オーバートルク検出装置を設ける。

### (3) 遠心分離機の能力に与える機械的因子とその影響

#### 1) 遠心力 (遠心効果 : G)

次に遠心効果の計算式を示す。

$$Z = \frac{R \omega^2}{g} = \frac{R N^2}{900}$$

$Z$  : 遠心効果

$R$  : 回転体の半径 (m)

$g$  : 重力加速度 ( $m/sec^2$ )

$\omega$  : 角速度 (rad/sec)

$N$  : 回転数 (rpm)

一般的に遠心効果を高くすると、脱水固体 (Cake) 水分は低く、固体回収率 (又は除去率) は良くなる傾向にあるが、沈降性の良い処理物の場合は、一定以上の遠心効果を与えても、機械的負荷があがり処理量があがらなくなるうえに、固体水分もほとんど改善されず、かえって不経済となることが多い。

## 2) 液面高さ

一般に液面高さを高く（液深が深く、固体出口との液面差が小さい）すると、回収率は良くなるが、脱水した固体水分は多くなる。逆に液面高さを低く（液深を浅く、液面差大）すると回収率は下がり固体水分も低くなる。

## 3) スクロール回転数

一般的には $\Delta N$ を大きくすると、固体の掻き出し能力が向上し、機内の固体が少なくなるので液層が深くなり、固体の回収率は向上するが固体の水分は高くなる。

逆に $\Delta N$ を小さくすると、回収率は下がり、固体の水分も低くなる傾向にある。

## 4) 性能に与えるその他の因子

上記の3つの機械的因子の他に、運転条件では供給量および供給液の固体濃度がある。

機械的条件を一定とした場合、供給量は多くなると機内での分離時間が短くなるため、固体回収率が低下する。

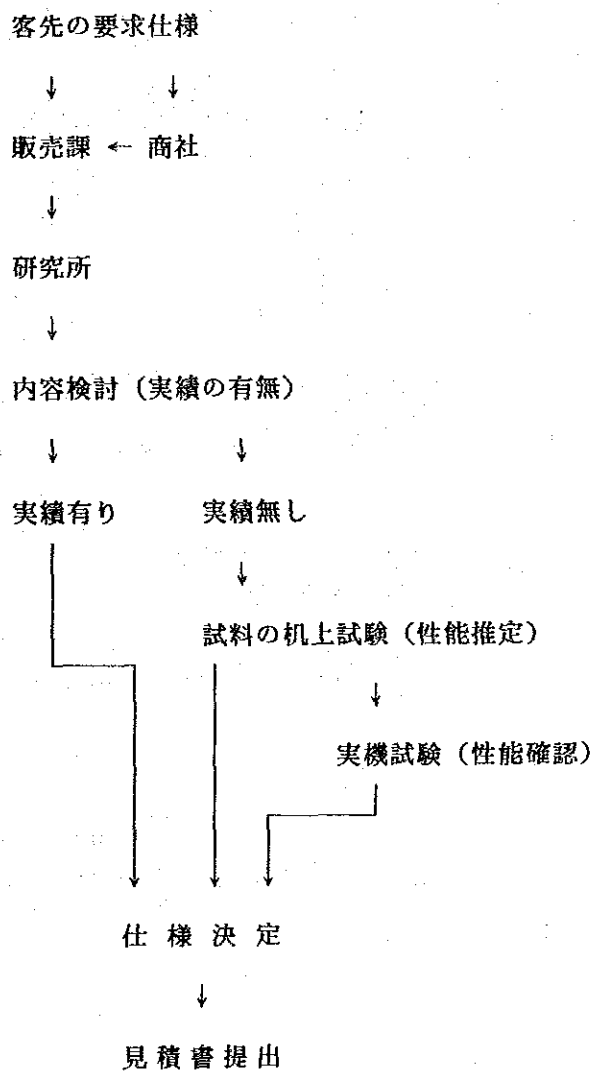
しかし脱水した固体水分は、回収率が下がると微粒子が分離液側に排出され、回収した固体中には少くなるため、固体水分は下がる傾向となる。

供給量を下げると逆の結果となる。また濃度についても供給量と同様の傾向と考えてよい。

## 1-2-2 引合いから受注までの設計作業工程

### (1) 物理性質調査統計表

当工場では客先から引合があり、販売課で形式選定のできない物件は、その性状と客先要求事項の処理物の物理性質調査統計表（表VI-1-2-4参照）が研究所に届けられる。この調査統計表は固体・液体とその懸濁液の性状を詳細に記入されている。これだけの内容がすべて記入されておれば、仕様決定は可能である。遠心分離機の仕様決定は一般的に次の手順で実施される。



四川省江北机械厂  
离心机所分离物料的主要物理性质调查统计表

编号:

生产厂		地址			提供人			电话	
物料名称	简称	分子式(或结构式)	比重		粒度 (目或微米)			产量 (吨/年)	电话
			真比重	堆比重					邮政编码
					%	%	%		

此种物料在全国有那些厂生产。

一、悬浮液 (离心机分离前的混合物)

固液比 (按重量或容积)	进料 温度	PH值	运动 粘度	动力 粘度	物 性 状					其 它
					毒否	易燃	易爆	易挥发	易泡沫	

二、滤渣 (离心机分离后的固相物)

物 性 状	晶 粒 形 状						沉 降 速 度	亲 水 性	可 容 性	其 它	当分离后仅为中间产品时			其 它		
	毒否	易燃	易爆	球状	针状	片状					其它	比 重			粒 度(目或微米)	
												真比重	堆比重			
											%	%	%			

三、母液 (离心机分离后的液相物)

成 分	比 重	运动粘度	动力粘度	含 固 量	其 它

四、工艺对离心机的要求

滤渣含 湿 量	晶粒允许 破碎否	渣液 配合	洗 料					生产能 力 (吨/小时)	选 型	其 它
			洗液名称	分子式	比重	粘度	洗料温度			
%										

五、生产现状

现用何设备		滤 渣 含 湿 量	滤渣含 固 量	生产能 力 (吨/小时)	分 离 周 期(分钟或秒计)					滤渣宏观形状		
型号规格及名称	产地				进料	甩干	洗料	甩干	卸料	松散状	粘块状	粉末状

对离心机的使用意见:

图VI-1-2-4 处理物的物理性质调查统计表



## (2) 机上試験

客先より提示された調査統計表だけでは、処理物の様子が分らない場合が多く、また客先も計画値は表の通りであるが、実際に生産されている実液はこれと異なる場合がある。したがって約1ℓの処理原液を入手し、机上試験を必ず実施することを推奨する。

机上試験では固体濃度、溶解物濃度、粒度分布、PH、沈降速度、それに遠心沈降器による分離試験を行い、分離性能を確認する。この試験で大切なことは、固形分濃度の明白な処理原液の分離試験後の固体容量である。

これは後で述べる計画処理量に対するスクロールの回転差（掻出し能力）を決定する根拠となる。

机上試験の結果は報告書にまとめて客先にも提出し、計画条件を双方で確認しておくとな納入後問題が発生した時に役に立つ。また客先より提示された調査統計表と大巾に内容が異なる場合は、どれを計画条件とするか、明確にしておく必要がある。

日本では遠心沈降型分離機の脱水性能は、この机上試験で予測できる。これは、一定条件で濾過脱水した固体の水分を測定した数値と、実機試験および実機納入後に運転した時の脱水固体の水分を対比し、経験工学的に確立したものである。このように性能予測技術を確立するためにも、机上試験の完全実施とその蓄積が大切である。

機械の材質選定は、机上試験では判定出来ない。処理液について文献調査し、または客先に依頼して、試験片による腐蝕試験を行って確認する方法をとる。一般的には、計画される処理液についての適正材質は客先が最も良く知っているので、客先に使用材質を指定してもらって、それによって製作するのがよい。勿論その場合は、客先で指定された材質を保証するため、ミルシート (Mill Sheet) の添付などが必要である。

### (3) 実機試験

実験室で行う実機による性能試験は、機械の条件や運転条件、処理液の供給条件を定量的に確認することである。単なる分離性能を確認する定性的なテストでは、後になってそのデータを有効活用できない場合が多い。

#### 1) 実機試験実施前の確認事項

##### a) テスト目的の確認

- ・ 処理性能として処理固形物の含液率、回収率の希望値
- ・ 使用目的が固体の回収（除去）にあるのか
- ・ 使用目的が固体の脱液にあるのか

##### b) 処理液（原液）の調査

- ・ 処理液の性状：固体濃度、PH、毒性、爆発性、腐蝕性、比重、固体の粒度分布、固体の真比重、生成した工程
- ・ 複数の懸濁液が混合されている場合はその混合比

##### c) 機械条件

- ・ 本体回転数（遠心効果）、スクロール差速、オリフィスプレート（分離液出口）の位置、定量供給の方法

#### 2) 実機試験実施要領

##### a) 無負荷運転

上記設定条件で無負荷運転を行い、電流値を測定する。

##### b) 水運転

清水を定量供給し、電流値と供給水量を実測する。

##### c) 処理液の供給

最初は清水と同量の定量供給を行い、固体が供給された時の電流値を測定する。また供給から5分経過したら処理液、分離液、脱水固体のサンプリング（Sampling）を行う。

次に分離、脱水状態を確認して供給量を変える。

分離液が清澄であれば供給量を20%～30%上げて、分離性能を確認しサンプリングを行う。分離液が固体のリーク（Leak）で濁るまで供給量を増す。

以上の試験によって無負荷時の動力、水運転時の動力、固体を掻き出すのに必要な動力が分かり、供給量の差によって試験機的能力限界も確認できる。性能だけでなく、脱水固体の付着性や分離液の発泡性なども確認する。

実機試験で採取した各条件のサンプルは、固体濃度を測定して機械の運転条件と合せて報告書にまとめ、客先に報告するとともに仕様決定に利用し、その後は技術資料、販売資料として活用する。

当工場の実験設備は、上記の各種試験を行うのに支障はないと考える。むしろ、もっと定量的な実験を行って内容を充実し、その時の確認だけでなく、後で役に立つデータの採取と分析ならびに整理が必要である。

### 1-2-3 受注後の基本設計工程の改善

受注した機械について、客先の要求および引合い時点で検討した結果を再確認し、納入する機械の基本仕様を決定する。

遠心分離機の能力は分離性能で表現されるが、これは液体と固体を分離する能力と、沈降した固体を機外に排出する掻き出し能力の2つの機能からなっている。これらの性能の考え方および実験結果からの検討要領について述べる。

#### (1) 分離性能について

分離性能を定量的に表すのに $\Sigma$ 値が用いられる。 $\Sigma$ 値は分離液の清澄度を測定する値で、重力場において沈降槽で得られる清澄度と同じ値を得ることのできることを示す値であり、遠心分離機では重力の代わりに遠心力におきかえている。

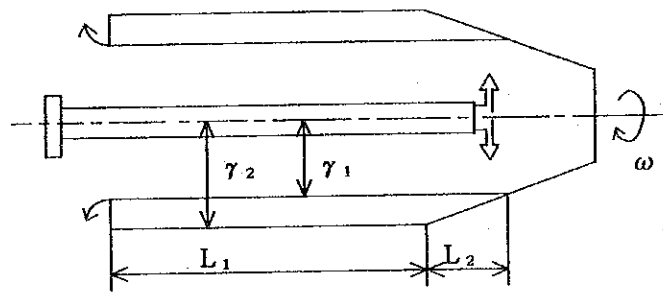


図1-2-5

$$\Sigma = \frac{2\pi\omega^2 L}{g} \left\{ \frac{3\gamma_2^2 + \gamma_1^2}{4} \right\} + \frac{2\pi\omega^2 L}{g} \left\{ \frac{\gamma_2^2 + 3\gamma_2\gamma_1 + 4\gamma_1^2}{8} \right\}$$

$\omega$  : 角速度 rad/sec

$\gamma_1$  : 回転液層の回転中心軸よりの内半径 cm

$\gamma_2$  : 回転液層の回転中心軸よりの外半径 cm

$L_1$  : 円筒ボウルの軸方向の長さ cm

$L_2$  : 円錐ボウルの軸方向の長さ cm

$\Sigma$ 値 (cm) は総沈降面積として表し、寸法や遠心力の異なる機械の能力比較、スケールアップ (Scale up) などに利用される。

実験室で卓上遠沈器を使用して分離試験をする場合は、沈降に要した時間を測定して実機の形式を選定する。したがってこの場合は、実機の液容量を計算して試験結果と同等以上の分離時間を確保し、更に計画処理量を満足する形式を選定する。

## (2) スクロールの掻き出し能力について

分離した固体を排出するスクロールの掻き出し能力が充分でないと、固体が分離液側に溢流する。スクロールの掻き出し能力は、固体出口側の最小径部の1周当りの容量と、回転差 ( $\Delta N$ ) の積で求められる。一方、供給液の固体量は遠心沈降試験で、測定した容積率と供給量から計算できる。

この結果をもとにスクロールの回転差 ( $\Delta N$ ) を決定する。

あまり  $\Delta N$  を大きくすると、沈降する固体を攪乱して分離性能を悪くする可能性があり、脱水した固体水分も高くなる。また  $\Delta N$  が大きいとスクロールの摩耗も早くなる。

一般的には、スクロールの掻き出し能力を上げるため、スクロールのピッチを大きくしたり、2重巻きにしたりして1回転当りの掻き出し能力を大きくするなど、工事毎に計画値に合せた対応をする必要がある。

以上のような点を設計基準としてまとめ設計者の作業手順を標準化すべきである。

## (3) DR (Design Review) の実施

DRとは、製品の設計品質およびそれを具現するために計画された製造、輸送、据え付け、仕様、保全などのプロセス (Process) について、客観的に知識を集めて評価し、改善点を提案し、次の段階に進みうる状態にあることを確認する組織的活動の体系といえることができる。

DRは、審査を受ける側が被告で、参加者が裁判官といった関係で行うものではない。これでは審査を受ける側のやる気を失わせることになる。審査を受ける側、する側、共に心すべき点である。

設計者は各部門の専門家、経験者の知恵をいかに引き出して、潜在的な問題点を抽出してもらい、その解決法についてアドバイス (Advice) を受け、あるいは設計不安

要素について確認してもらおう。参加者はいかに自分の知識、経験を生かして設計上の問題を予見し、その解決方法についてアドバイスし、設計者を支援するかを考えることが円滑で効果的なDRにとって重要である。

十分に検討し尽くした設計であっても万能ではあり得ない。もし、設計上のトラブルが発生すると、その処置に要する費用もさることながら、その対応、対策に非常に多くの時間を費やし、多くの関係者を巻き込んで後ろ向きの仕事をさせ、工場内を混乱させ、客先の評価を落とすことになる。得るものが少なく、失うものが大きいことを考えると、設計の段階で上手なDRの利用をはかり、問題点を事前に十分に処置しておくことは設計者、組織関係者にとっても重要なことであり、工場としてもっと真剣な取り組みを考えるに値することはいうまでもない。

客先は発注者の立場から他のより優れた代替メーカーを容易に選択できる状況にある。この様な状況の中で設計の役割は最も大きく、より洗練された設計品質を求められ、製品責任を果たす必要があるが、設計者だけでこれに対応するには限界があり、組織的に専門家、経験者の力を借りてDRによる設計品質の確認、検討、改良を行うことが効果があり、今や世界的に広く採用されている。

DRを実施することによって次のような効果が得られる。

- 1) 設計上のトラブルの未然防止
- 2) コストの削減
- 3) 設計思想の明確化、設計根拠の明確化
- 4) 設計資料の整備、技術の蓄積と伝承
- 5) 関係技術分野の専門家の育成と活用
- 6) 関係部門間の情報伝達と役割分担
- 7) 結果的に設計期間の短縮
- 8) 品質保証の充実

前にも述べたように、DRの目的は設計品質の組織的な検討にあるので、専門家、経験者の参加が不可欠である。一般的には関連技術に通じた部長、課長の参加が効果的であり、その他、工場関連部門の営業、資材、製造、アフターサービスの専門家なども必要に応じて参加依頼を考えるべきであろう。また、参加者の心構えとして、助

言者としての立場を貫き、建設的な意見、コメント (Comment) を与え、それによって設計者が自発的に設計変更を行えるような環境造りをするのが大切である。頭から設計変更の検討、要求をするような方法は設計者にとっては耐えられないことで、DRの活性化に水をさすことになる。

遠心分離機の設計段階で検討すべき点を表VI-1-2-5に示す。これらの点を洩れなく検討しなければならない。

DRによって不安要素が抽出され、その対策の方向付けが行われたとき、これら検討項目をタイムリー (Timely) に処理することが必要である。無理のない日程と担当者を決めて、その処理状況をフォロー (Follow) する体制が必要である。参加者にとっても、それらがどうフォローされ首尾よく解決したか、または新たな課題が生まれているのではないか関心をもっている。会議の記録は議事録 (表VI-1-2-6参照) としてまとめ、関係部門に配布してフォローの手段とする。DRで提起された課題に対しては十分なフォローをするとともに、参加者にも進捗状況、結果について必ず報告を行うようにすると参加者の参加意欲を高めることができる。

表VI-1-2-5 遠心分離機基本仕様チェックリスト

<p>1. 計画処理条件</p>	<p>処理物名称 処理量 SS濃度 PH 温度</p> <p>薬注有無 水分 脱水スラリー排出 回収率 腐食性有無</p> <p>引火性有無 毒性有無 臭気有無 付着性有無 沈着性有無 粒径</p> <p>摩耗性強弱 騒音値</p> <p>実績（既設有無）工事番号： 型式： 納入年月</p> <p>処理量： SS濃度： ケーキ水分：</p> <p>既存の問題点：</p> <p>予想される問題点：</p>
<p>2. 機械仕様</p>	<p>遠心力 スクロール差速 接液部材質 パッキング材質</p> <p>オイルシール材質 電動機 B/D有無 起動方式</p> <p>インバータ 設置場所 潤滑方式 グリース 普 食添</p> <p>電源 V Hz 制御電圧</p>
<p>3. 外 胴</p>	<p>仕切構造 材質 テーパ（角度 すべり対策） 水抜弁</p> <p>搔落羽根有無</p>
<p>4. 外 胴 軸</p>	<p>オリフィス（方式 予備 詰り） 固体出口耐摩耗</p>
<p>5. 内 胴</p>	<p>スクロール（板厚 ピッチ 巻数 肉盛材 外周形状</p> <p>腐食 剥離 摩耗 平滑化）</p>
<p>6. ケーシング</p>	<p>固体側ラビリンス有無 カバー 仕切ヒサシ有無 上下合せ</p> <p>戻り孔詰り有無 中間ドレン有無 仕切板厚</p> <p>落下板（有無 材質 厚さ ）付着対策有無、焦げ付き</p> <p>パッキン材質 シールガス 洗浄ノズル有無 漏防止仕切追加</p> <p>羽根カバー有無 仕切注水 周辺腐食対策要不要</p>
<p>7. 供給パイプ</p>	<p>2重管 共振点有無 熱影響有無 フレキシブル継手の種類</p>
<p>8. 主 軸 受</p>	<p>防水対策要不要 油漏対策（外側油受有無）</p> <p>消防法適否、エアブリーザ有無 防爆</p>
<p>9. 安全装置</p> <p>差速器</p>	<p>トルク高低 軸受有無 差速</p>





#### 1-2-4 詳細設計工程の改善

遠心分離機の機能設計は国家工業部基準（JB）により管理されている。したがって当工場の製品には軸受けの油洩れや供給管の折損など、基本的な設計上の問題が多いにもかかわらず、関係者の認識は国家基準に依存し、基本的な設計上の問題として深く追求していない。詳細設計の展開に際しては、国家基準を再検討し、問題点の原因を究明しその対策と新しい技術を織り込んだ、工場としての設計基準を作成する必要がある。

主な問題点の要因について設計面から検討し、その改善対策を提案したい。

##### (1) 供給管の折損

供給管の折損は回転体と接触して起る。原因としては、

- 1) 供給管と回転体の隙間が小さいため、回転体の振動により接触する。
- 2) 供給管の固有振動値（共振点）が運転回転数の周波数に近い。
- 3) 回転体の内部に供給固体が付着し、回転体の内径が小さくなって接触する。

などが考えられる。

WL-450型の供給管の外径と回転体内径の隙間は、図面上 1.5mmであるが、これは一般的にこの倍、3mm程度の隙間が望ましい。

供給管の固有振動値は確認しているとの回答であったが、運転回転数の下側にあれば、運転停止時、回転数が下がるにつれ通過時間が長いので固有振動値（共振点）で接触することがある。供給管の固有振動値は運転回転数よりも上にあるのが望ましい。運転中に供給固体が回転体の内面に付着して、供給管に接触することがある。対策としては、定期的に停止して供給管を取りはずし、付着物を清掃するか、供給管を二重管にし、外側の管から常時洗浄水を注入して付着する部分を洗浄しながら運転するなどの検討が必要である。

問題点に対して設計的な検討不足がみられる。設計者主導で問題解決に取り組む姿勢が必要である。

##### (2) 主軸受部の油洩れ

遠心分離機の主軸受けは、軸径が大きく回転数が高いため、オイルシール（Oil seal）などの使用は不適當で、ラビリンスシール（Labyrinth seal）が一般に採用される。

油洩れの原因は、回転により発生する油の飛沫が、軸受箱内の空気流によって飛散し、油洩れを起す。対策としては軸受箱の空気流を少なくするとともに、飛沫を分離するだけのラビリント段数にする必要がある。また飛沫分離器付きのエアブリーザー (Air breazer) を軸受箱に付けるのも効果がある。

一方、潤滑油の供給量が多すぎる場合も、油洩れの原因となる。供給量と軸受温度の関係を調査して、必要量以上の供給をしないような給油量の設定も大切なことである。

以上のような対策を実施しても油洩れが防げなければ、軸受箱の空間容量など基本的な構造についての検討が必要であろう。

遠心分離機は高速回転体であり、潤滑不良は軸受けの焼損につながる。したがって給油量の管理は最も大切なことである。

潤滑油供給系統には、各軸受けに給油量を検出する圧力スイッチ (Pressure switch) 、または流量スイッチ (Flow switch) を付して、給油が停止したらすぐ警報を出すと同時に、遠心分離機の運転を停止するような安全装置を付けるべきである。

### (3) 差速機の寿命

現在製作されている差速器の減速比は 1/40, 1/50, 1/60, 1/78 の 4 種類である。また表面の硬度は遊星歯車 HRC58~62、内歯々車 HRC28~32 である。故障の多くは軸受けの焼損、ブッシュ (Bush) の共廻り、油洩れなどである。

歯車の硬度は現状で十分と考えられるので、差速機の故障の原因は加工精度の悪さが大部分を占めていると思う。問題は、遊星枠の 3 つの遊星歯車軸孔の位置度の誤差が最大 0.03mm あり、その同軸度が保証されていないことであろう。

加工精度が悪いために、3 つの歯車の荷重分布が不均一となり、内部温度が上昇する。潤滑油が熱膨脹し、内部圧力が上昇して油洩れが発生する。その結果、油量が少なくなり、軸受けやブッシュが油切れを起し、軸受けの焼損やブッシュの焼付きによる共廻りが発生しているものと思われる。

しかし設計的にも改善すべき点が多い。現在設計されている上記 4 種類の差速器では減速比が小さい。1/400 位までをシリーズ化する必要がある。3200×G 位の高遠心効果を目指した場合、当然回転数も上昇するので、それに合せて差速器の減速比も大きくしなければならない。

また差速器は本体と同一回転数の回転体であるため、内部品は遠心力を受けながら作動している。遊星歯車などがあまり大きくなると、軸の受ける面圧も大きくなり、発熱量も大きくなる。現在よりも小形にしてその分だけ材料の高級化を図り、強度を維持するような設計的検討が必要である。

差速器の直径（大きさ）は現在の遠心効果でも限度と考えられ、更に遠心力を上げるためには、小さくしないと差速器の不釣合による振動が大きくなり危険と思われる。また潤滑油も遠心力を受けるので、中心部の潤滑性を良くするためにも差速器の直径は大きくしない方が望ましい。

プッシュの共廻りを防止するには、プッシュの材料を軸に鑄込んで一体化する方が良い。

#### (4) スクロールの羽根の硬化処理

現在タングステンカーバイド（Tungsten Carbide Alloy）系の材料を溶射したり、チップ（Chip）を溶接で貼り付けたりしているが、早期に摩耗したり、1週間位の運転で腐蝕して無くなった例もある。一般に耐摩耗性の材料は、タングステンカーバイド系とステライト（Stellite）、トリバロイ（Tribaloy）などの合金が使用されている。

タングステンカーバイド系は、耐蝕性が鉄と同様であるため腐蝕性処理物には適用できない。したがって化学工業用等にはステライトが使用される。いずれもスクロールの固体掻き出し面の外周に、20～30mmの中厚さ2～3mm肉盛したり、貼り付けたりして、スクロールの早期摩耗を防止する。

対摩耗処理が1週間で腐蝕して無くなるような損傷は、設計検討がまったく実施されていないことを実証するものである。基本設計工程で述べたような検討は、このような損傷を防止するために実施するものである。設計技術者として常に製品の改善に心がけ、新しい技術や情報に敏感にならなければならない。

耐摩耗肉盛を施工するときに注意すべきことは、肉盛した表面をグラインダー等を用いて平滑化することである。当工場の製品では差速器の温度上昇が無負荷運転で40℃であるのに対し、負荷運転では70℃となっている。これは加工精度の原因もあるが、肉盛後のスクロール表面の平滑化が不十分なために、差速器の負荷が過大になっているものと推定される。スクロールの抵抗は、そのまま差速器の負荷（温度上昇）とな

って表われるので、設計する場合に細心の注意が必要である。

スクロールの固体掻き出し能力を効率良く行うためには、掻き出し面を平滑にして固体との接触面の抵抗を小さくすることが大切である。つまり外胴ボウルの内面に沈着した固体を遠心力に逆らって、軸中心に近い固体出口に掻き出すためには、固体に対して外胴ボールの内面の抵抗よりも、スクロール表面の抵抗が小さくしなければならない。逆にスクロール表面の抵抗が大きいと、固体はスクロールと共廻りし掻き出せない。

傾斜ボールの内面に軸方向に溝を切って、外胴ボール内面の抵抗を大きくしてあるが、あまり好ましいことではない。抵抗の差を大きくする効果はあるが、負荷低減にはならない。とくにPVCなどの合成樹脂や澱粉などは、掻き出し抵抗が大きく、逆にスクロール表面の摩耗は少ないので、スクロール羽根は肉盛りせず研磨して更に平滑化することが負荷低減となる。

#### (5) 外胴ボウルの嵌め合い部の硬化処理

外胴ボウルの直胴部と円錐胴部のフランジ継手 (Flange joint) の嵌め合い部が組立て分解時に摩耗する。摩耗防止対策として、当該部を硬化処理したいが、適当な工法が無いという問題である。

嵌め合い部の寸法は直胴ボール側が  $470\phi \pm 0.06$ 、相手側の円錐ボールは  $470\phi \pm 0.04$  である。

設計上の問題点として、このような図面指示では双方同一寸法、つまり  $470\phi + 0$  の場合がありうる。これは明らかに設計ミスであり、このような図面指示はするべきではない。嵌め合い部を硬化処理しても、双方がより硬いままで摩擦するから摩耗は防げない。逆に公差が最大で  $0.1\text{mm}$  あり、この場合は回転体の不釣合いの原因となる心配がある。

対策としては

- 1) 寸法を  $470\phi \pm 0.02$ 、片方を  $470\phi \pm 0.01$  として摩耗しない構造とする。
- 2) フランジ面にOリング (O-ring) を入れて水密性を保つ。
- 3) 周囲  $120^\circ$  毎に3本のノックピンを入れて固定する

などの方法により、摩耗もなく確実に安定した同軸度が得られる。同時に硬化処理という余分の工程が不要となり生産の合理化が可能になる。

## 1-2-5 生産技術課の改善対策

生産技術課は、設計された製品をもっとも経済的に、一定基準の品質のもとに製造する手法を製造職場に提供するとともに、製造技術の改善のために、設計上の問題点について設計図面にフィードバックしなければならない。

生産の4要素(4M=Man, Material, Machine and Method)のすべてにおいて、生産技術課がその機能を十分に発揮しなければ、生産工程における問題点が未解決のまま製品として出荷される。現在の問題点の改善対策について生産技術課の役割を検討するとともに、生産の4要素の中でも、特に現在の生産技術課に要求される、作業方法(Method)の管理について述べる。

### (1) 作業基準の決定

現在、当工場の製品では、外胴ボウルとスクロールの互換性がない、フレームの軸受箱の同軸度が出ないなどの問題がある。これらの問題は生産技術課で解決すべきことである。作業者の人格や経験によって品質や加工精度が異なるのは、工業製品としては許されないことであり、基本的な問題である。

スクロールや外胴ボウルなど単品で受注することもあり、図面指示通りに製作すればどの部品とも組立てられるようにしなければならない。

対策としては各形式について相手部品の治具を製作し、それによって完成品の寸法を管理すべきである。このような寸法管理をすれば、作業者は経験的に加工機械の特性を把握し、治具の寸法に合せる加工要領を修得する。

またフレームの軸受箱の同軸度についてもマンドレル(Mandrel) 治具を各形式について製作し、それによって軸受箱の同軸度と軸受間距離を規定すれば回転体全体の互換性も可能となる。

### (2) 設計部門へのフィードバック

設計との関係においては、設計図を無批判的に受入れて、直ちに材料手配を行うという受動的な態度に止まらず、VE(Value Engineering)による設計変更を行うという積極的な態度が必要である。

最近では技術革新により新しい部品や材料が続出しているが、設計者としては充分な

知識がないために、従来通りの材料や部品を使うように設計する場合が多い。

これに対しては材料計画の担当者から、新材料や部品の品質機能や価格に関する情報を提供して、品質の向上と原価の引下げを図るように、設計や仕様を変えさせるべきである。

また製造上の問題点についても図VI-1-2-7のような様式で常に情報をフィードバックすべきである。

### (3) 各種管理活動

各製造工程の仕損品についての統計、重要部品の完成寸法、バランス調整記録やその修正重量、熱処理後の硬度など各工場の作業結果を記録し、それに基づいて問題点を抽出し、改善を図るべきである。

また大きな問題については表VI-1-2-8に議題として整理し、関係部門の責任者を集めて対策会議を開催し、解決方法を協議するシステムを確立すべきである。

### (4) 作業部門の合理化

品質の安定と向上を図るため、専門的な加工技術や特殊な設備を必要とする作業については、外部の専門メーカーへの外注転換により、設備費の削減や生産性の向上により原価の引下げを図れる場合がある。

例えば、差速器の歯車加工や遊星枠の孔明け加工、小形部品の表面硬化処理、スクロールのバランス修正などが考えられる。

また加工方法に応じて使用材料が変わる場合もある。例えば

- a) 薄肉の鋳物を薄板のプレス加工に変える。
- b) 厚板の溶接構造を鋳物に変える。
- c) 普通鋳物をダイキャストに変える。

これについては品質と原価の面から検討する必要があるが、一般に生産量の多少に応じて原価が変動するので、選択の基準が変わるものである。

次の作業管理の手法を適用して検討すべきである。



遠心分離機フィードバックシート

F. B. No. 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

表題							客先名							
工番					機種			機番				納入日		
処理物							発生日				運転開始日			
仕様	処理量	原液濃度	ケーキ水分	S. S 回収率	遠心効果	回転差	スクリー		材質					
		%	%	%	G	rpm	P×条数	肉盛						
問題点及び状況														
原因														
対策														
結果														
索引語														

部
長
課
長
主
務
担
当

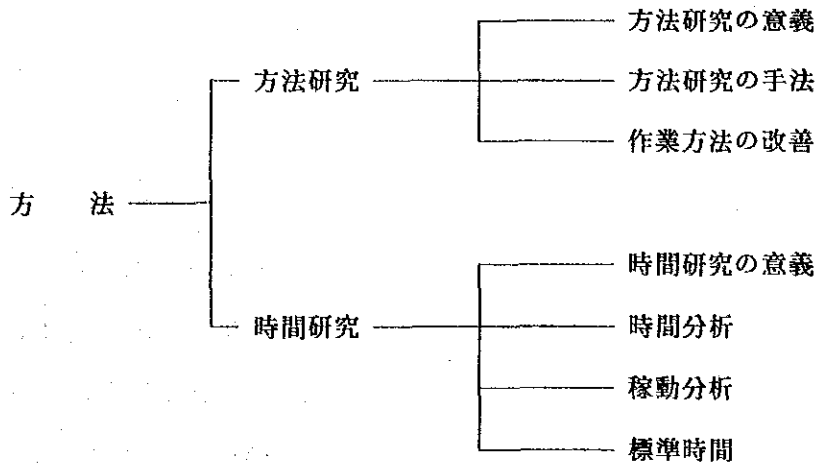
図VI-1-2-7 フィードバックシート

表VI-1-2-8 問題点の議題シート

機種：		議題		議題		提案元：		部	課	年	月	日				
NO	項目	具	体	例	改	善	案	状	況	・	原	因	対	策	備	考

## (5) 作業管理

作業管理の体系を図示すれば、次のとおりである。



### 1) 作業管理の意義

作業管理の目的は、現在行っている作業について分析・調査をして作業上の問題点とその原因を明らかにし、積極的に改善することによって作業能率や生産性を向上することであり、さらにその改善されたものを標準化してその成果を継続的に保持しようとするものである。

したがって、作業管理は作業の分析に始まり、標準化によって完了することになる。しかし、作業には唯一絶対のものはあり得ず、標準化した作業をさらに分析して、よりよい作業を発見し実施することによって継続的な作業改善がなされることになる。

作業管理の対象は、基本的に作業そのものにあるが、さらに分析すると作業方法と作業時間にある。作業改善の目的は作業時間の短縮にあるが、これは方法改善が行われてはじめて達成されるものであり、作業方法と作業時間は密接な関係にある。

### 2) 方法研究

#### a) 方法研究の意義

方法研究とは作業方法を分析・調査して無駄な作業を排除し、最も合理的な作業方法をつくりあげ、さらにそれを標準化するために行われる。これが効果的に行われると、工程や手順が改善できるのみならず、作業方法が明らかになることによって以下の効果も生じる。

- ① レイアウトの改善
- ② 作業条件の改善（冶工具等の改善も含む）
- ③ 作業組織の改善
- ④ 作業環境の改善
- ⑤ 作業教育法の改善

b) 方法研究の手法

方法研究の手法としては、工程分析、作業分析、動作分析などがある。

- ① 工程分析＝工程分析は工程を、加工・運搬・検査・梱体に分類し、材料から製品になる過程において分析し、工程編成の適否や工程改善を行うものである。
- ② 作業分析＝作業分析とは、作業者の作業を分析・調査してよりよい作業方法を発見し、改善するための分析で、この場合マン・マシンシステム (Man machine system) の改善が中心となる。

これは複合作業分析としてマン・マシンチャート (Man machine chart) によって作業者と機械の干渉を分析し、その合理的な組合せを決定する場合によく行われる。

- ③ 動作分析＝動作分析は、作業を構成する動作のなかで無駄な動作を省き作業性を向上させるために行う分析である。

c) 作業方法の改善

作業方法の改善は工程・作業・動作分布によって始まり、作業の改善がなされ、さらにそれを標準化することによって終わる。ここで重要なことは作業の改善が前提となって分析がおこなわれ、改善のない分析は無意味であるということである。

作業改善は一般に次のように行われる。

- ① 問題の認識……一般に作業上の問題点は、仕掛りが多く発生する、不良が多い、などと顕在化している場合が多い。逆に分析の過程で発見される場合もある。ここで大切なことは問題として顕在化していてもそれを認識しなければ無意味であるということである。
- ② 改善項目の選択……改善項目を選択する場合は、少ない労力で多きな成果のあるもの、すなわち改善効果の大きいものを選ぶことが重要となる。分析は改善のために行われるが、その場合、改善以上の労力を費したのでは意味がなくなる。
- ③ 分 析……問題点の原因を明らかにするために現状を分析するが、この場合、

分析手法の選択が重要な意味を持つ。とくに、大局的な分析から部分的な詳細な分析の順で行うことが大切で、これがなされると部分最適化となって改善の本質を見失うことになる。

- ④ 改善……問題点の原因が明らかにされたならば、その原因を積極的に除去することによって改善がなされる。この場合、動作経済の原則などの改善原則を活用することが重要である。

d) 人体使用に関する原則

- ① 両手は同時に動かし始め、同時に停止する。
- ② 両手は休息のとき以外、同時に休ませない。
- ③ 両腕の運動は対照的に、しかも反対方向に同時に行う。
- ④ すべての動作は、その作業が満足にできるかぎり、身体から最も速い部分によって行う。
- ⑤ はずみを利用する。また運動を急に止めなければならないときは、それを最少にする。
- ⑥ 急な方向変換をしないで、ゆるやかな曲線運動にする。
- ⑦ 動作はリズムを保って行えるようにする。
- ⑧ 手で行わなくてもよい動作は、手を使用しないようにする。

e) 作業場所に関する原則

- ① すべての工具類を決まった位置に置くように習慣づける。
- ② 工具類は探す必要がないように、あらかじめ揃えておく。
- ③ 重力による送りを利用し、利用する工具類が手元にくるような容器を使用する。
- ④ 工具、ハンドル、操作装置は手の届く範囲内におさめる。
- ⑤ 工具類は作業の順序に配置する。完成品はなるべく手を放すだけで処理し、置く動作を省くようにする。
- ⑥ 適当な照明を施し、よい姿勢が保てるような形や高さの椅子を備える。作業場の色彩は、加工物と対照的なものとし、目の疲労を少なくする。

i) 治具や設備の設計に関する原則

- ① 治具取り付け具、または足で動作させる装置で加工物を保持できるときは、手で保持しないようにする。

- ② 2個以上の工具は、できるだけ組み合わせる。
- ③ 指が別々の運動をするときには、それぞれの指の先天的能力にしたがって仕事を受け持たせる。
- ④ 力を要するようなハンドル類は、できるだけ手と接触する面積を大きくする。
- ⑤ レバーハンドルは、できるだけ身体の位置を変えないで使用できるようにし、また、効率を最大にするような位置にする。

### 3) 時間研究

#### a) 時間研究の意義

時間研究とは、特定の作業を測定し、その作業の標準時間を設定するために行われる一連の分析である。

時間研究の最終的な目標は標準時間の設定にあるが、その過程において作業改善が行われるため、方法研究と並行して行われる場合が多い。

最近では方法研究と時間研究を同時に行う方法が開発されており、そのような意味から時間研究を作業測定と呼ぶ場合が多くなっている。

#### b) 稼働分析

稼働分析とは、作業員や機械の稼働状況を分析するもので、この分布により稼働率や不稼働の原因が明らかにされることによって、作業の改善や標準時間設定のための余裕率の決定などが可能になる。

稼働分析の方法を大別すると、時計を使用して連続的に観測する連続観測法、統計学を応用したワークサンプリング (Work sampling) 法、稼働計を使用する機械観測法がある。

#### c) 標準時間

標準時間とは、標準的な作業員が標準的作業方法で標準的な作業条件の下に標準的な作業速度である作業を行うために必要な時間である。

標準時間は生産計画や工程管理の重要な資料となるばかりでなく、原価や価格の設定においても重要な資料となるため、これが不備であると客観的な管理が不可能となる。

## 1-3 溶接工程

### 1-3-1 管理

#### (1) 溶接設備の整備

製缶工場には、溶接機が26台配置されている。溶接工の員数37人に対しては多すぎる数ではないが、溶接機の整備、修理及び老朽設備の償却、更新を十分に検討しなくてはならない。近代化への対応として、一定の基準で経済的に最も有利に計画することが必要であるが、基準になるのは溶接機の耐用限度と生産計画に見合った溶接機に対する設備投資の点である。溶接機の耐用限度は、溶接機の性能や構造及び使用条件によって決まるもので、基準となる数字を決めるのは難しい。しかし一般的には、溶接機の各部品の摩耗、破損や機能の低下による維持費の増加及び電力費の増加と設備に要する資金及び更新によって得られる能率増、コストの低減などの利益を比較して、決定されるべきで、単に機器の耐用年数だけで決まるものではない。

当工場内の溶接機は比較的新しいものが多く、使用期間5年以下のものが18台と約2/3を占めている。ただし、制御方法にシリコン(Silicon)を用いた直流溶接機が多く、最近の制御方式、例えばサイリスタ(Thyristor)、トランジスタ(Transistor)やインバータ(Inverter)に比較して、溶接条件の安定性に欠ける面がある。当面の目標である設計要求品質を満足する製品を生産する体制を作るためにも、また将来の製品の大型化に伴って予想される板厚の増大にも対応した溶接機の新設が必要となってくる。

新設する場合の基本的な考え方は次のとおりである。

- 1) 板厚の増加に伴う溶接電流の増加に対して、能力の大きい交流溶接機の使用
- 2) 溶接線長及び溶接量の増加に伴う、溶接機台数の増加

なお、自動溶接機については一台毎に診断書を作り、その機械の特性が分かるようにし、作業者が変わった時に使い易くしておく必要がある。特性が良好でも、アークの状態、ビード形状等まで確認しておく必要がある。またその機能を持った溶接機器の専門家を養成していく必要もある。

## (2) 技能者教育

当工場の溶接品質はX線合格率では1987年で計画値98%に対し実際値は96.7%である。溶接品質の向上は溶接工1人1人の技量を向上させるしかない。現在、溶接工が37人であるが、これに対して、作業指示、監督そして教育は1人の職区長と1人の組長では、管理の範囲が広すぎる。

高速回転体においては、溶接品質は高いものを要求されるから、もう少し管理範囲を狭くして、10人前後の組3～4組を編成して、指示、指導が行き届くようにする必要があると判断する。その組長については、溶接の第一人者を配して作業員の信頼を得られる人でないといけない。そのためには組長の教育が重要になるが、組員の教育も平行して進める必要があるとすれば、職区長の下に技量優秀で、指導力のある溶接指導員を配置して、現場でOJTを進めるのも一方法である。

溶接工については、個人別に技量レベルが分かるように、管理指導することも是非必要である。技量の評価基準は当工場で決めればよいが、X線合格率、作業速度、ビード形状、状況判断、仕事に対する熱意などが、よく取りあげられる。半年毎に見直しを行い、技量向上のデータにできることが望ましい。

### 1-3-2 溶接の自動化及び効率の向上

#### (1) 溶接の自動化

四川江北機械工場では溶接使用金属量から分類すると、手溶接の電気アーク溶接が99.5%となっている。これでは、品質面からも、また将来の量的拡大の面からも不安であり、毎年計画的に自動化率の向上を図り、10年後には40～50%までにする必要がある。

まず自動化は、四川江北機械工場ではまだ未採用の、CO<sub>2</sub>半自動溶接の早期導入を提案する。構造物などについては、CO<sub>2</sub>半自動溶接法は有効である。円筒耐圧部本体には、サブマージアーク(Submerged arc)溶接法の適用を提案する。サブマージアーク溶接法は高能率で、品質面からも良好なものが得られるので、早急に増強することが望ましい。CO<sub>2</sub>溶接の品質は作業者の技量による面もあるので、早い時期に訓練させる必要があるだろう。またMIG溶接については品質、効率共に有効だが、設備機器のメンテナンス及び技量管理のシステムを整えた上で導入することを提案する。



自動溶接を取り入れる前提条件としては、次のようなものが考えられる。

- 1) 自動溶接機のメンテナンス
- 2) 溶接開先の精度管理
- 3) 技量管理

(2) 溶接方法による特徴

溶接方法の種類とその特徴を表VI-1-3-1に示す。自動化率を高めることが品質の安定、能率の向上につながる。まず手溶接を半自動CO<sub>2</sub>溶接にすること、サブマージアーク溶接の適用範囲を拡大させることが必要である。

表VI-1-3-1 溶接方法の種類

溶接方法	自動/手動	特徴	能率
1. 被覆アーク	手動	どこにでも適用できる。 溶接工の技量に品質が左右される。	1
2. サブマージアーク	自動	高能率で均一な品質。 厚板に有利。	7
3. CO <sub>2</sub>	半自動	下向き姿勢では有効だが、スパッタが多い。	1.5
4. TIG	手動	小径パイプの初層の裏波溶接に使用。 薄板に適す。	0.1
5. MIG	半自動	心線が自動供給のため被覆アークより 能率がよい。 なめらかなビード形状が得られる。	1.5~2

軟鋼及びステンレス鋼で用いる主な溶接方法を以下に述べる。

### 1) アーク溶接（手溶接）

一般に手溶接と呼ばれており、ホルダ (Holder) でつかんだ溶接棒と被溶接物との間に交流または直流の電圧をかけて、その間隙にアークを発生させる。アークの強い熱によって母材の一部が溶けると同時に、溶接棒それ自身も先端より溶け落ちて母材と融合する。この溶接法は、一般に広く用いられている。

### 2) サブマージアーク溶接

心線の送給と溶接の進行を自動化した自動金属アーク溶接法の一つである。サブマージアーク溶接法は、継手の表面に盛上げた微細な粒状のフラックス (Flux) の中に、裸の溶接線材を送給して母材との間でアークを出すので、アークはほとんど見えないのが特徴である。フラックスは熔融状態で電導性を持っているが、固体の状態では電気の不導体であるので、アークスタート (Arc start) 時に鉄粉とかスチールウール (Steel wool) を、溶接棒と母材との間において通電しなければならない。

この溶接の特徴は、アーク長が常に一定になるよう心線の送り速度が自動的に調整され、溶接電流も 2,000 ~ 3,000 A の大電流を用いることができ、しかもフラックスのシールド (Shield) 作用のために熱放出も少なく、溶込みが非常に大きく高能率の溶接ができることである。

溶接速度は早く、また溶接条件を一定に保ちやすいので、溶接部が均一となり手溶接のごとく溶接工の技量によって溶接結果が左右されることが少なく、継手信頼度が高い。なお溶込みが大きいことから開先角度を小さくできるので、歪みの発生が手溶接に比べて少ない。

現在、自動溶接中最もすぐれた方法として、幅広い分野で用いられている。

一方、サブマージアーク溶接では、溶接材料の吟味が特に大切で、開先の精度、清掃条件も溶接結果に影響を及ぼすので、溶接前の準備に周到な注意を必要とする。

### 3) CO<sub>2</sub> 半自動溶接

半自動溶接法は、主として CO<sub>2</sub> ガスアーク溶接法であり、シールドガス (Shielded Gas) の成分、ワイヤの化学成分あるいはフラックスの有無によって種々に分類される。

現在使用されている半自動溶接機は溶接法やメーカーによってことなるが、一般に共通して次のような構成要素を有している。

- a) 溶接トーチ (Torch)
- b) ワイヤ送給装置
- c) 制御装置
- d) 溶接電源
- e) 付属機器

半自動溶接機は、手溶接機に比べて上記のように構成要素が多く、装置も複雑となっているので、適切な保守管理を行うことが大切である。

半自動溶接機の故障の原因の約半数がトーチに関係している。この意味からトーチの保守管理は、日常管理として一番重要な点となっており、保守点検が部品の寿命に影響するので注意を要する。

#### 4) T I G 溶接

T I G 溶接法は、タングステン電極 (Tungsten rod) と被溶接物の間にアークを発生させ、そのアーク熱により、他から供給する溶加材 (棒) を用いて溶接する方法であるが、薄物では溶加材を供給しない場合もある。溶加材を手で供給する手動 T I G 溶接と、自動的に供給される自動 T I G 溶接がある。

T I G 溶接の重要な応用として、ステンレス鋼管又は圧力容器の突合せ第 1 層の溶接がある。小径管では裏側から溶接ができず、裏当てリングもおきにくいので、アルゴンガスバックング (Argon Gas Backing) (管内にアルゴンガスを満たす) をすることにより、良好な裏波を得ることができる。

このため、小径のパイプの全層溶接や、Cr-Mo 鋼のように予熱を必要とする材質のパイプの片側溶接の初層に適用されている。

T I G 溶接の特徴をより明確にするために、その長所と短所をあげる。

長所としては何とんでも高品質で、きれいなビードの溶接ができるということに尽きる。これはイナートガス (Inert gas) によってアークならびに熔融池を完全に大気からシールドするため、溶接によって溶接金属に酸素、窒素、水素などのガスや不純物が全く入らないことと、イナートガス中でタングステン電極と母材間で発生するアークが極めて安定で、溶接ビードがきれいで平滑に仕上げられることである。また、交流電源を使用することにより、清浄作用を利用してアルミニウム、マグネシウムなどの溶接においてはそれら金属の表面酸化物を除去しながら溶接で

きることなどである。

その他の長所としては、溶接電流が約10～500 Aの広範囲にわたってアークの安定性が良いため、入熱の調節が容易にでき、薄板の溶接や各姿勢の溶接など精密な溶接ができることや、アークが安定でかつ溶融池をよく見ることができるので溶接作業がしやすいことなどである。

一方、短所としてはアルゴンガスなどのイナートガスの価格がやや高いことと、溶接の能率がやや低いことである。しかしながら最近では、溶接の能率よりも高品質性が重視されるとともに、精密溶接や非鉄金属の溶接が多くなり、TIG溶接の利用が従来よりも大きく増加していることも事実である。

#### 5) 半自動パルスMIG溶接

MIG溶接はTIG溶接におけるタングステン電極を自動的に供給される溶加材（ワイヤー）に置き換えた方法で、溶接工がトーチを手動で操作しながら溶接するので、半自動溶接といえる。

MIG溶接は、溶接速度が早く溶加材の成分がほとんどそのまま（98%以上）溶着される大変高能率な溶接法であり、従来被覆アーク溶接で施工されていたすみ肉溶接から突合せ溶接までのほとんどの継手に適用できる万能タイプの溶接法である。

ところが、従来のMIG溶接は能率は被覆アーク溶接の約2倍あってもブローホールやビード外観、適用姿勢に制約があるため、圧力容器の溶接には適さなかった。

そこで、これ等の欠点を解決した新しいMIG溶接であるパルスMIG溶接が開発され、圧力容器に適用されその実績も上っている。

パルスMIG溶接は、パルス(Pulse)電流制御により、1パルスに1溶滴が移行するアーク現象を示し、このため

- a) スパッターが発生しない
- b) ブローホールがない
- c) アーク長が短かく、低電流施工のため全姿勢溶接が可能
- d) ビード外観が良好で溶接のままX線検査ができる

ことが特徴である。

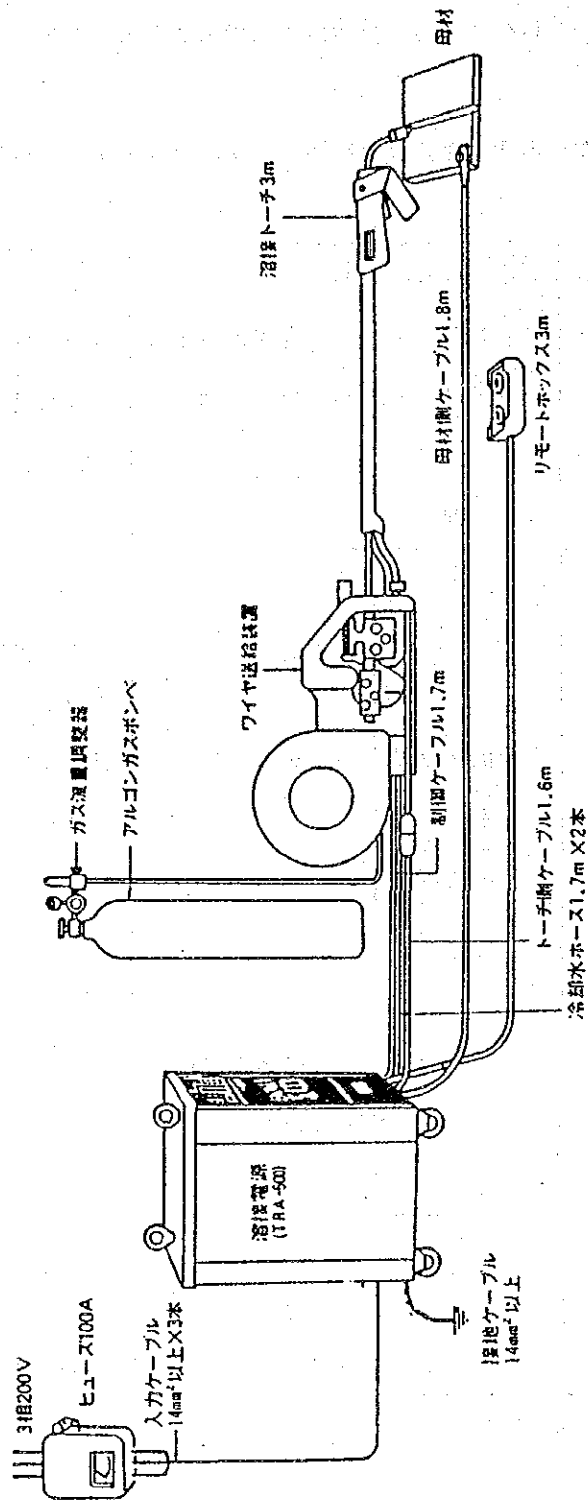
表VI-1-3-5は圧力容器への適用からみた被覆アーク溶接と各種半自動溶接の比較を示している。

また図VI-1-3-6はパルスMIG溶接装置の構成を表わしている。

表VI-1-3-5 圧力容器への適用からみた被覆アーク溶接と各種半自動溶接の比較

項目	㉑ 被覆アーク	㉒ CO <sub>2</sub> (100%CO <sub>2</sub> )	㉓ 従来のMIG (80%Ar+20%CO <sub>2</sub> )	㉔ パルスMIG (C/S:90%Ar+10%CO <sub>2</sub> ) (ステンレス:99%Ar+1%CO <sub>2</sub> )
スパッタ	多い。グラインダー要	多い。グラインダー要	少ない	最も少ない
X-線 対象継手	技量要す	不可	フロー多く不可	①技量要す、機器管理 レベル管理必要 ②㉑よりも向上
ビードの 仕上	全面グラインダー	全面グラインダー	部分グラインダー	溶接のままでX-線検査可能
適用姿勢	全姿勢	下向のみ	下向、立向、水平	全姿勢
溶材入手		—	—	ソリッドワイヤーで可 (全鋼種について入手可)
自動化	不可	不可	欠陥多く不良	最良
ヒューム	多い	パルスMIGと同程度		最も少ない
能率	1.0	1.5	1.5	2.0
メンテナンス	容易	中	中	複雑
他	—		フローホールは 不可避	メンテナンス、管理に 重点をおく必要あり

(出典：現代溶接技術大系第7巻)



図VI-1-3-6 パルスMIG溶接装置の構成

6) パルスMIG溶接の導入のステップ

パルスMIG溶接はいかに外乱を排除して、最良の状態を維持できるかがその特質を引き出す重要な鍵である。そのためエンジニア及び指導員を養成して

- a) 溶接の原理、管理要領、取扱マニュアルの熟知
- b) トラブル事例と対策の理解
- c) メンテナンス体制の確立
- d) 溶接工の養成と導入後の監督

を十分に行えるようにしなければならない。

パルスMIG溶接は、溶接経験のある人なら一般操作は簡単なので容易に使うことができる。しかし、重要な箇所の施工については今まで述べたとおり、パルスMIG溶接の特質の理解度が非常に重要である。そのため以下の対策が必要である。

- e) 導入にあたっては1週間以上の「講義+実技」の訓練が必要である。
- f) 社内判定によりX-線検査と外観評価を行って、溶接工の技量管理する必要がある。
- g) 溶接工に対し不具合のフィードバック体制を作り、実例を通して品質の維持向上を図る。

被覆アーク溶接は例外として、パルスMIG溶接は他のTIG溶接やサブマージアーク溶接と同様、メンテナンスを自社でできるようにしなければならない。とくに重要なのはトーチ、送給装置の清浄維持であり定期的に点検整備をするシステムを確立せねばならない。

また部品補充、故障修理（非常に少ないが）についても体制を確立せねばならない。

## 7) パルスMIG溶接の長所と短所

### a) 長所

- スパッターが少なく、アークが安定している。
- ブローの発生が手溶接に比べ少ない。
- 全姿勢で使用でき、良好なビード外観が得られる。このためパルスMIG溶接では、X線検査のためのグラインダー仕上げが不要である。
- 溶接能率は被覆アーク溶接（手溶接）の2倍であり、しかも手溶接が使用できる継手箇所は、トーチ寸法による制限を除けばすべてに適用できる。

### b) 短所

- 施工条件を設定するためには、種々の技術的裏付けをとりながら導入していく必要があるため、実機適用までに時間がかかる。
- 溶接士の技量は、手溶接に比べ高度に要求される。
- 機械のシステムが複雑であり、専用のメンテナンス要員が必要である。
- 機械のイニシャルコスト (Initial cost)、ランニングコスト (Running cost) が手溶接に比べ高い。

### c) まとめ

手溶接に比べ、操作が複雑であるが、品質、経済性の面から見て、パルスMIG溶接の導入は溶接工程の近代化に不可欠である。長期的には、当工場の溶接工程はサブマージアーク溶接とMIG溶接により、自動化率50%以上の達成を目標とする。



### 1-3-3 溶接品質

#### (1) 溶接品質管理の仕組み

品質は客先の要求する品質に合格するものでなくてはならない。溶接の品質についても同様である。しかし合格すればよいということではなく、手直しなどの後戻り工程をなくして、一回で合格するものでなくてはならない。そのためには溶接工程のみでなく、溶接前後の工程についても仕組みを考える必要がある。各工程毎に適当な区切りをつけて仕事を分業化し、その各分業工程ごとに品質を作りこんでいく体制づくりを進めていく必要がある。

溶接品質を向上させる重要な鍵としては次のようなものが考えられる。

##### 1) 溶接品質は工場全体のトータルシステムである。

溶接品質の重要性を工場幹部がよく認識し、関係各部門に目標を体系化させ、抜け穴のないようにすること。

##### 2) 品質計画が明確で、フィードバックに対して、迅速に対応し、計画の変更ができること。

##### 3) 品質情報伝達の機能が良好であること。

工場幹部の方針が作業者にまで迅速に伝達され、指示として実行されること。同時に現場の情報、データが工場幹部に早く分ること。

#### (2) 溶接品質管理の管理点

溶接品質管理を進めるうえで、工場に合致した管理項目と目標を設定することがスタートとなる。その目標に対して、現実の姿がどうなっているか現状把握、認識をすることが改善への第一歩となる。

管理項目であると思われるものは次のようなものである。

溶接品質の高度化だけでなく、溶接の前工程の品質、主として組立や取付け精度、さらには単品部材方法の正確さ、寸法精度管理にまで拡張して考えるべきである。

- 1) 溶接品質
  - ・自動化率
  - ・技量管理
  - ・教育訓練
  - ・X線合格率
  - ・外観、寸法合格率
  - ・溶接記録の内容
- 2) 寸法精度
  - ・溶接開先寸法
  - ・溶接開先部の保護・養生
  - ・溶接変更、収縮
  - ・組立寸法精度
  - ・単品曲げ精度
- 3) 標準化
  - ・技術基準、作業工法の見直し、改善
- 4) 事前検討
  - ・重要工事について工場幹部の参加する事前検討会
  - ・一般工事については作業員まで含めた品質会議

#### 1-3-4 作業環境の改善

##### (1) 作業環境の改善

製缶工場では、組立作業と溶接作業が共存するため、作業環境には特に注意を要する。主として注意を要するものは、騒音対策、溶接ヒューム対策、遮光対策である。

遮光対策としては、作業員に遮光目鏡を使用させ、溶接作業場所の周囲に移動式遮光板を立てて、他の作業者の目を保護することが必要である。

騒音対策としては、その音源が直流溶接機の使用時と、製品の歪を除去するために製品をたたくハンマー音が主である。溶接機については、順次交流溶接機、サブマージアーク溶接法、CO<sub>2</sub>半自動溶接法に置換することが望まれる。

歪除去対策としては下記の点に注意を要する。

- 1) 歪発生量の少ない溶接法の採用を検討
- 2) 歪発生量の少ない固定方法の検討
- 3) 歪除去用の治工具の開発

## (2) 溶接治具の管理

溶接作業の自動化および機械化を円滑に進めるためには、治具設備を十分に検討し、製品の種類、形状に合わせて設備する必要がある。当初治具の用いられ方は単に構造物の組立用としてのみ考えられていたが、最近はいかにしてひずみ量の少ない、かつ精度の高い構造物を確保できるかに主体が移されている。

また半自動、自動溶接機との組み合わせについても十分考慮をはらう必要がある。

### 1) 治具の具備すべき条件

一般的な観点からは次の諸点が具備すべき条件としてあげられる。これらは見方を変えるとそのまま治具の利点ということができる。

- a) 製品の品質を安定し、互換性を厳密に付与できること
- b) 組立作業に際して野書き作業や煩わしい調整を行うことなく、迅速かつ容易に加工を完了できること
- c) 作業不良を招くおそれがないように配慮され、未熟練作業員でも簡単に安全に作業できること

このような条件が具備されれば、必然的に各種作業方法の改善を促進し、製品の製作コストを低減し、多量生産に大きく寄与しうるはずであり、またこのような考え方で治具を研究してゆく必要がある。

一方、溶接作業のみを対象として治具の具備すべき条件を検討してみると

- d) つとめて下向溶接作業を可能として、かつ安定した容易な作業ができること
- e) 収縮変形を抑制、もしくは定量的に制御できるよう十分な拘束を持たせること
- f) 取付位置あたりに適正な収縮化が見込まれており、かつ製品の治具取りはずしに際して障害のないこと

などが具備すべき条件として挙げられる。

### 2) 治具設計上の条件

治具設計上次のような点に留意する必要がある。

- a) 製品の形状、溶接位置などをよく調べて、治具方式の基本方針を決定するとともに、位置決め治具の取付位置、組立順序、治具内で作業すべき溶接部分などを決定し、さらに溶接量を検討して、理論的、経験的に収縮変形を考察し、拘束をすべき位置、拘束の程度、収縮しろを決定しなければならない。

- b) 溶接方法の決定については、組立にあたり、どのような溶接法をこれに採用するかによって治具方式が大きく変わるので、つとめてサブマージアーク溶接、炭酸ガス溶接など高能率機械溶接を用いる方向に努めるべきである。
- c) 生産数量を考慮に入れること。一般に治具の製作はかなりの費用を必要とするから、治具作業による効果で、これを十分回収することが必要となつてこよう。したがって生産数量の少ない場合には治具もなるべく簡単に製作することが必要で、反対に多い場合は精度が高いこと、加工時間の短縮を図ると同時に能率的な治具を製作することが大切になってくる。
- d) 治具の回転率を高める考慮。大物製品では治具の占有する床面積が大であることから、床面積あたりの生産量を増大するため、治具の回転率を高めることが必要で、そのためには最終総組立治具内での作業量の減少を図り、ブロック治具方式を採用するとか、各治具間の配列、素材材料の運搬経路など全面的な生産工程についても考慮を加えて、適切な治具を設計しなければならない。
- e) 組立基準面を正しくえらぶこと
  - f) 製作誤差の逃げを正しくえらぶこと。製缶製品の組立ではどうしてもある程度の組立寸法誤差を認めねばならないので、製品の機能上問題のない部分は逃がしておくことが必要で、治具設計にあたって、逃げの位置、その許容寸法範囲をあらかじめ正しく設定しておくこと。
  - g) 素材部品の取付け、取りはずしが迅速に行えるようにする
  - h) 位置決め当たりはその目的を達するに十分な大きさのものであり、容易に曲ったり変形したりするものであってはならない。
  - i) 当たりは外部から見られるように色などをつけ、不正作業を発見しやすいようにする。
  - j) 作業性、安全上の見地より、治具の高さを適切に決定する。
  - k) 作業者の移動を少なくする。
  - l) 作業者の習慣をよく考慮する。

### 3) 拘束治具

拘束はいかなる治具にも用いられる要素で、心出しや位置決めとともに重要なものである。ここにいう拘束は、手力または機械力あるいはその他の適当な方法によって部品を治具および組立製品に対して、必要な位置に固く結合し寸法精度を保持するとともに、溶接による収縮変形を防止することを意味する。

拘束治具に具備すべき条件を次にあげる。

- a) 作業者の操作しやすいこと
- b) 作業者の疲労度の少ないものであること
- c) 拘束時に拘束具が変形しない程度に強固であること
- d) 常に均一な拘束力を出しうること
- e) 工作物の抜取り、挿入に便利なこと
- f) 締付け時間が迅速であること
- g) 経済的に採算のとれるものであること

### (3) 溶接用作業工具の改善

溶接工が用いる作業工具としては、ハンマ(Hammer)、ワイヤーブラシ(Wire brush)、はつりたがね、グラインダ(Grinder) および溶接装置の取扱い工具等があり、測定具としては、脚長ゲージ(Gauge)、喉厚ゲージ、隙間ゲージ、スケール(Scale)、ポータブル(Portable)電流計などがあげられる。

これらのうち、使用頻度の高いハンマ、ワイヤーブラシ、脚長ゲージと溶接装置の取扱い工具は各自携帯する必要がある。

アース(Earth)線についての注意事項は次のとおりである。アークの源である溶接電流は溶接の最も重要な因子である。そして、その電流はホルダの導線とアース線にそって導かれるので、ホルダ側の配線に正規の導線を用いても、アース側の配線に不備があると正規の電流が得られないことになる。

一般にアース線の容量不足あるいはアース線に鉄板、型鋼片、丸棒等を用いている場合があるが、これらの不良のアース線を用いていると電力を損失したり、作業中のアークの不安定や、中断を招いたりして多くの不都合を生じるので注意しなければならない。正規のアース線を設置し、アースはしっかり被溶接物に締付けることが必要である。

### 1-3-5 ボウルの溶接組立技術の近代化

#### (1) 切断工程技術の近代化

##### 1) 切断加工工作法

内胴ボウル及び外胴ボウルを構成している部材は、ステンレス鋼板から剪断機またはプラズマ切断によって概略形状を切り出し、エッジプレーナー (Edge Planner) で正規寸法に機械加工するとともに、開先加工を行っている。

競合他社に対して、価格及び納期で競争力をつけ少しでも優位に立とうとするなら、切断加工は機械加工に頼らず、切断定盤上で形状の切り出し、開先加工共に完成する工作法に変更すべきである。ステンレス鋼板以外の軟鋼の部材の場合も、同様にガス切断で加工完成するよう方針変更すべきである。

従来切断工程技術は作業者の個人的技量によるところが多いということで、殆どエンジニアが介入しなかった。そのためプラズマ切断にしるガス切断にしる、NC切断機等ハード面 (Hard Ware) では急速な進歩を遂げているが、ソフト面 (Soft Ware)、すなわち切断技術そのものは旧態依然となっているものが多い。四川江北機械工場でも同様の傾向にあるといえる。プラズマ切断及びガス切断は、整備された切断機と切断定盤に切断技術が伴えば、ボウルのような部材の製缶工程では機械加工に劣らない精度の形状を得ることができるし、加工工数及び日程面に至っては雲泥の差が出てくる。

##### 2) 寸法精度向上

寸法精度向上のためには、切断方法、切断定盤や切断機とともに罫書きの方法及び罫書き工具等いろいろな要素の検討が必要である。早急に切断工程技術を担当するエンジニアを投入して寸法精度管理グループを設け、作業員とともに現状把握、問題点の摘出、切断作業基準の確立、改善目標の設定、挑戦、及び分析の、いわゆるTQC手法によるPDCAサークルを回し寸法精度向上を図らねばならない。

##### 3) 切断機

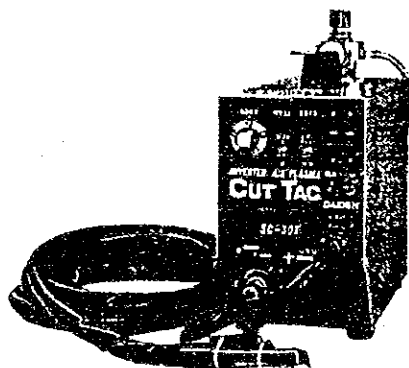
当工場は門型タイプのプラズマ切断機を1台所有しているが、稼働率が低い。このような機械は、鋼板が大板でしかも直線切断をある程度大量に加工する場合には能力を発揮するが、一般的には機動力に欠けるのでなかなか稼働率があがらない。とくに円錐ボウルのような、直線と曲線の組み合さった形状の加工には不向きである。した

がってその対策として、トーチのみのプラズマ切断機（図VI-1-3-7参照）を導入することを推奨する。ガス切断機も機動力のある可搬式自動切断機（図VI-1-3-8参照）を導入し、必要に応じてプラズマ切断トーチと組み合わせて使用すれば、円錐ボウルの切断加工にも効果的である。

### ■ダイデン エアープラズマ切断機

超小型・軽量片手で運べる高性能プラズマ切断の革命機  
あらゆる金属が美しく切断できます。プラズマガスはエアード  
けで経済的。操作性バツグンの小形。軽量空冷トーチ。切断能  
力（軟鋼・ステンレスの時）。

SC-30X...0.1~12mm	SC-20 ...0.1~6mm
SC-61P...0.1~32mm	SC-1020...100V時0.1~3.2mm 200V時0.1~6 mm

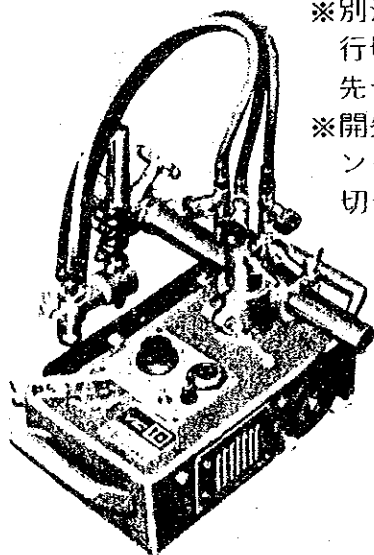


SC-30X

図VI-1-3-7 プラズマ切断トーチ

### 〈直線〉自動切断機 VIC-10

耐熱性・小型軽量・耐久性がバツグンで  
す。



※別注付属品・並  
行切断・V, Y開  
先セット。  
※開先セット・パ  
ンタグラフ・円  
切セット。

- 走行速度...100~1000mm/min。
- 機体寸法...長さ425×幅200mm。
- 重量...9.15kg。

図VI-1-3-8 可搬式自動切断機

#### 4) 切断定盤

切断定盤は単に切断のための鋼板支持台ではない。H形鋼を床にただ配列するだけとか、鋼板を格子状に組み合わせただけでは不十分である。平面度をきちんと確保すべきである。平面度の精度は10mm以内が望ましい。また長期間使用していると、切断屑の付着や地盤沈下等で平面度が変化するので、定期的な平面度の検査と再調整が必要になる。製缶工場では移動可能な切断定盤を使用している。移動定盤そのものの有効性は否定しないが、その都度平面度を検査して使用しているかどうかが問題であり、その意味では移動可能な切断定盤は好ましくない。

野書き完了した鋼板は、野書き場所からいちいち切断定盤へ移動しており、運搬の無駄を生じている。可能な限り移動回数、移動距離を少なくすることが、生産性向上の第1歩である。この意味において、野書き場所と切断場所を区別せず、同じ場所で作業するようにレイアウト (lay out) を変更すべきである。

このレイアウトを採用すれば、現状の野書きと切断の両作業に使用している面積より、かなり少ない面積で現状と同量の作業量を消化でき、将来の増産計画に対する場所の手当ても可能となる。また定盤を固定化することとなり、定盤の平面度確保にもなる。

#### 5) ボウル部材の開先加工

ボウルの開先加工はボウル軸に対して縦方向継手、周継手共機械加工で行っている。とくに周継手は縦方向継手の溶接完了後、真円度を修正してから機械加工しているが、平板の段階で開先加工することを推奨する。円筒で加工するよりは平板で加工する方が、真円度を気にせずに加工できるので、加工が容易で工数も少なくすむし、加工手順、移動回数も減り、すべての面で有利となる。開先をプラズマ切断またはガス切断で加工するようになれば、平板で加工する効果が一段と顕著になる。

#### 6) 円錐ボウル部材の切断加工

円錐ボウルの加工は、直胴と違って野書きも切断も高度の技術を必要とする。

円錐ボウルの野書きは、胴板を展開した型板を作り、鋼板上に写しとる方法を推奨する。型板は亜鉛引き鉄板 (Blk plate) を使用すれば、寒暖の差にも寸法の変化が無く、また保管上にも便利である。当工場で作成する遠心分離機の種類に合わせた数を準備し、機種番号毎に分類、整理し壁面を利用して保管する。

円弧の切断は、プラズマトーチを型自動切断機に設置し、円弧の中心から回して切

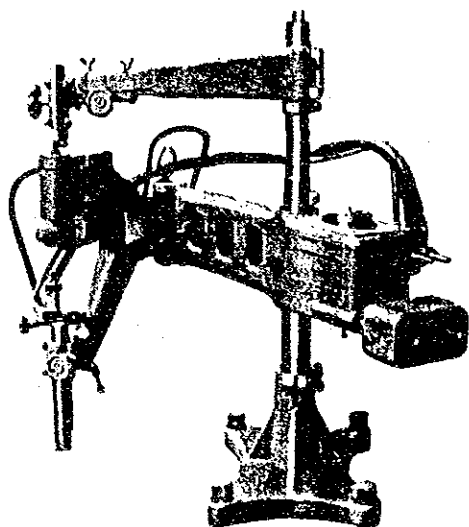


断すればよい。直線の切断は可搬式自動切断機上にプラズマトーチを設置し、レールを平行に敷くことにより、容易にかつ精度良く加工できる。トーチに角度をつけて切断することで開先加工も同時に完了できる。

プラズマトーチによる円弧の切断例を図VI-1-3-9に示す。

〈型〉自動切断機  
VIC-20

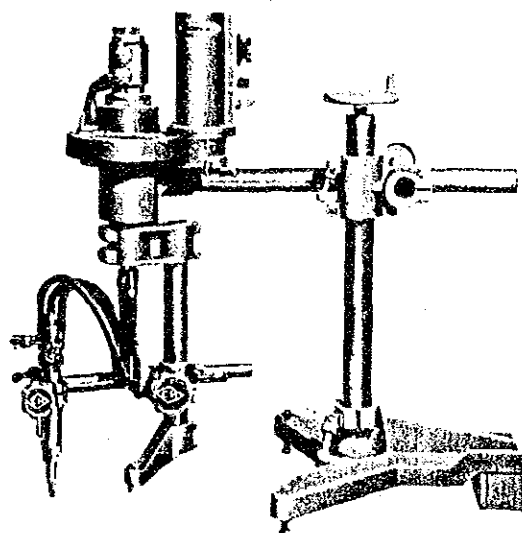
全回転方法でアームが360°回転する。  
一台で広範囲の切断可能。



- 切断範囲…最大円600(1500)。
- 切断速度…100~1000mm/min。
- 機体寸法  
長さ1250×幅760×高さ450mm。

〈真円〉自動切断機  
VIC-30

スケールの交換によって、40~1000mmφ  
の広範囲な円切断がおこなわれます。



- 切断範囲…40~400mmφ(標準)。  
1000mmφ(最大)。
- 切断速度…50~900mm/min。
- 機体寸法…長さ630×幅370×高さ750mm。

図VI-1-3-9 型自動切断機

## (2) 曲げ加工技術の近代化

### 1) 寸法精度向上

ボウルの曲げ加工は、その精度が高速回転体である遠心分離機の動平衡度を左右し、ひいては遠心分離機の性能を左右する重要な加工工程である。

曲げ加工の寸法精度は、作業者の個人的技量に負うところが多いのは確かであるが、それだからといって精度管理は作業者任せにしておいては、精度向上は望むべくもない。主な項目については生産技術課のエンジニアが関与し、P D C Aのサークルを確実に回して、常に具体的な実測データをもとに地道に、また忍耐強く寸法精度管理及び寸法精度向上を推進すべきであることは、切断加工技術の場合と同様である。

曲げ加工においては次のような項目がしばしば問題になるので、その品質が安定するまでエンジニアが中心となり、T Q C手法を駆使して寸法精度向上運動を展開し、最終的には加工基準を作り上げる必要がある。

### 2) ボウル縦方向継手の開先角度調整基準

平板で図面どおり開先を加工すると、ロール曲げ後開先合せした開先は角度が必ず狂ってくる。端曲げ加工形状によって違いが出てくるが、一般的には外面開先が大きく、内面開先が小さくなる。厚板・小径になるとその傾向が大きくなり公差を逸脱することが多くなる。

したがって、公差を逸脱しないようにするには平板で加工するときの開先角度をある程度調整する必要が生じてくる。厚板と曲げ径のパラメータ (Parameter) で、平板で加工する時の開先角度調整基準を作るべきである。

### 3) 円筒胴端曲げ代

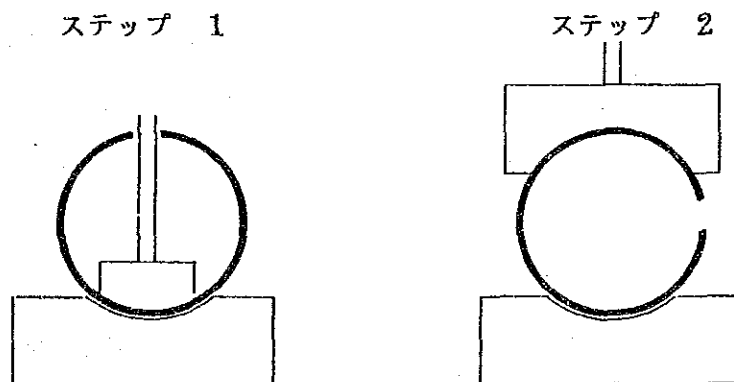
薄板・大径の場合は端曲げ代を付けずに曲げ加工しても、上記のような処置を施せばトラブルが生じないが、厚板・小径になると端曲げ代を付けないと開先角度が悪くなるだけでなく、開先部の丸さ形状が極端に悪くなり、要求された真円度を確保できなくなる。

したがって、この場合も板厚と曲げ径のパラメータで端曲げ代 (切捨代) の基準を作る必要がある。端曲げ代を付けた場合、端曲げ後端曲げ代を切捨てるとともに開先加工を施し、その後でロール曲げを実施することになる。

#### 4) ロール曲げによる伸び

当工場のように、曲げ加工を3軸または4軸のターニングロールのようなベンディングロール(Bending roller)でロール曲げすると、周継手部の周長が胴中心部の周長より必ず大きくなる。圧力容器を製作するには、同じ板厚同志を継ぎ合わせるときは周継手が少し凹むが、溶接品質上特別な問題にはならない。しかし遠心分離機のボウルのように高速回転体の場合は、動平衡度への影響を考えるとあまり好ましい現象ではない。

大型機となりボウルが長くなるときは、直胴といえどもプレス(Press)曲げに切り替える必要がある。この場合プレス曲げでは胴を2分割し、溶接で完体にする工作法となるが、溶接工数、熱影響、歪みによる変形と矯正などの手間を考えると、決して進んだ方法とはならないことがある。プレスで一体に曲げる工作法(図VI-1-3-10参照)はかなり高度な技術を必要とするので、伸びの動平衡度への影響と2分割、溶接工法の手間、さらには技術の進歩などの要素を良く比較検討して工作法を決定することが必要である。



図VI-1-3-10 プレスによる一体曲げ加工

## 5) 円錐ボウルの曲げ加工

直胴の曲げ加工は、一般的にプレスとベンディングロールの併用で行われるが、円錐ボウルの場合はすべてプレス加工となる。プレス加工では、薄板・大径の場合は伸びを考慮せずに平板展開長を決定しても、周長公差が特別に重要で無い限り問題にならない。厚板・小径の場合は伸びが大きくなり、問題になることがある。曲げによる伸びを一定にするために、板厚と曲げ径をパラメータにした加工基準を作るとともに、部材上にプレスで押す線を罫書き、作業者による個人差を無くすことが必要である。

## 6) 溶接後の真円度の矯正

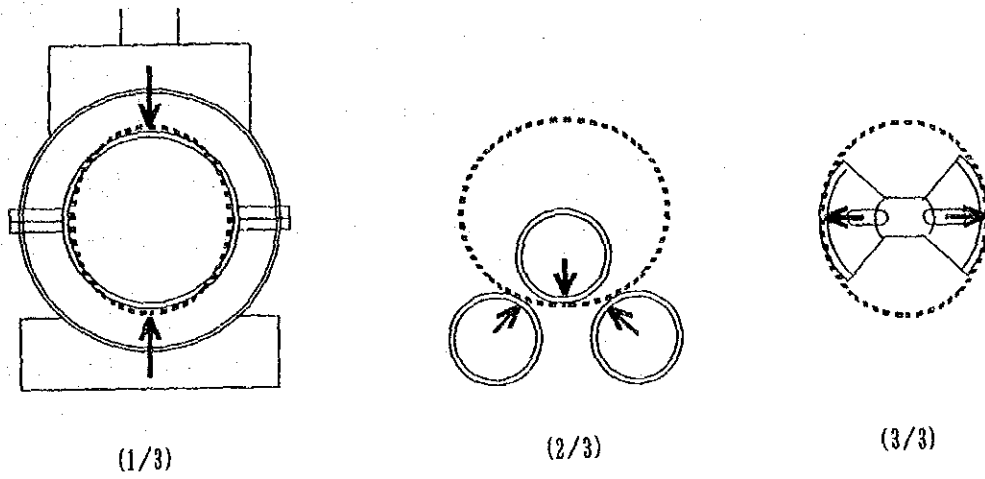
真円度の矯正法には次の方法がある。

- a) ベンディングロールにより中から圧力をかけて矯正する方法 (図VI-1-3-1 1 (1/3) 参照)
- b) プレスにより外から圧力をかけて矯正する方法 (図VI-1-3-1 1 (2/3) 参照)
- c) プレスにより中から圧力をかけて矯正する方法 (図VI-1-3-1 1 (3/3) 参照)

当工場ではa)のベンディングロールによる矯正方法を採用している。一般的に溶接された構造物の変形の矯正には、平板を曲げるのに要する圧力以上の能力を持つ設備が必要とされており、当工場の2台のベンディングロールではやや能力不足と思われる。また円錐胴ボウルにはベンディングロールによる矯正方法は適用できない。

今後当工場の生産する遠心分離機がさらに大型化し、高遠心力化する方向にあることを考慮すると、板曲げ及び真円度の矯正のためには、1,000t~2,000tの能力を持った油圧プレスが必要と考える。

ここで注意しなければならないことは、大型油圧プレスで真円度の矯正はできるが、溶接部の局部変形の矯正はできない。曲げ加工の精度を向上させ、溶接部の局部変形が起こらないようにしなければならない。



図VI-1-3-11 真円度の矯正

### (3) ボウルの溶接

#### 1) 開先合わせの時期と方法の改善

円筒胴をロール曲げ後ロールから下さずに、そのままロール上で開先合せを行う技術を確認し、溶接組の助けを借りずにロール作業者が自分自身で開先合せを行い、仮付まで実施すべきである。

ロールから下ろして次工程で開先合せする方法は、ベンディングロールの仕事が大量にあり、ベンディングロールが日段的にネックマシンとなっている場合はやむを得ないが、そうでなければ総合的に考えればロール上で開先合せを実施する方が数段有利である。

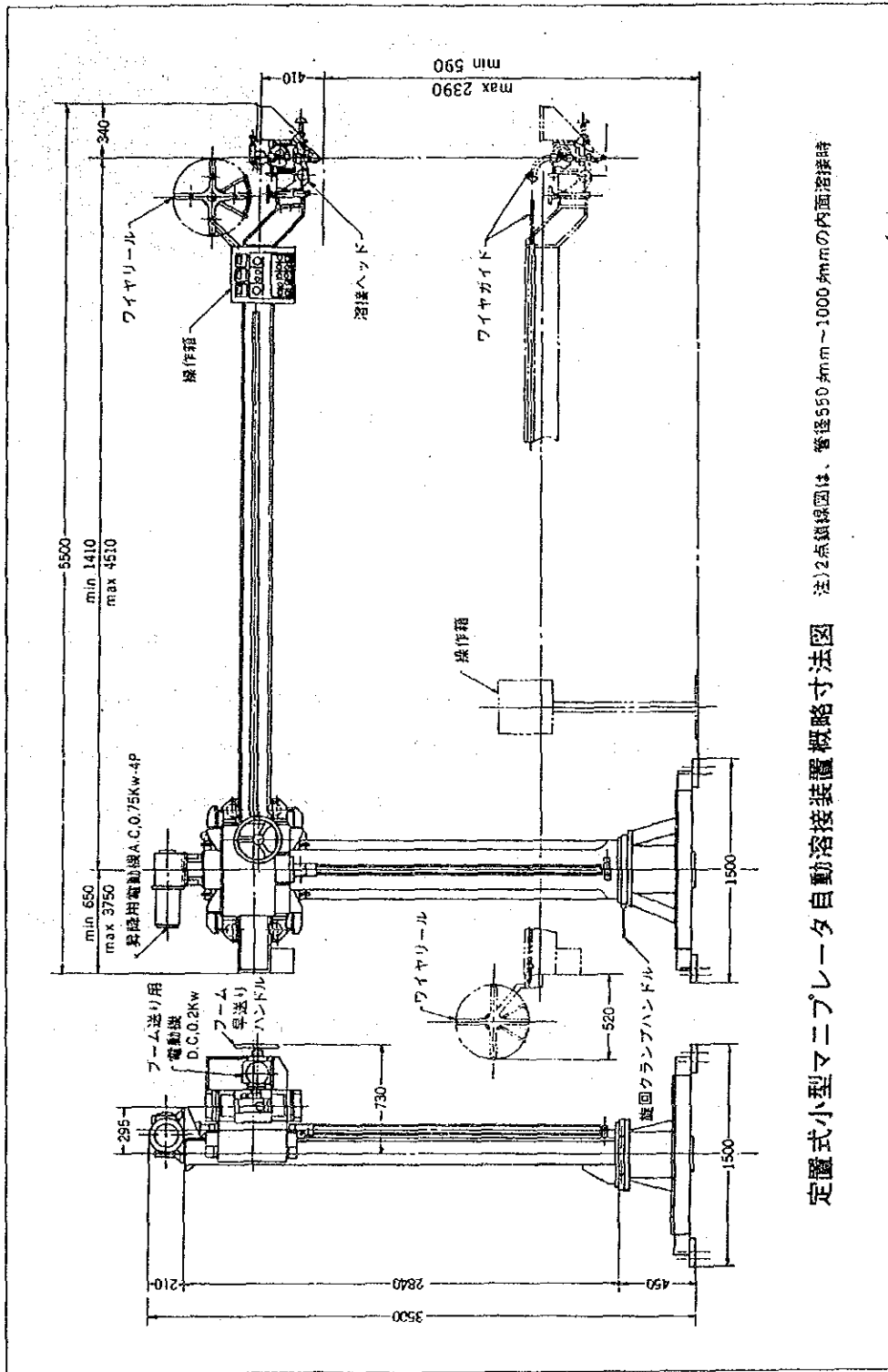
開先合せ、すなわち仮付溶接の方向は内面と外面の2通りが考えられるが、ボウルの大きさから考えて当然外面仮付けとなる。

#### 2) 自動溶接の全面的採用

ボウルは15mm～35mmとかなり厚いステンレス鋼材が使用されている。この溶接を直流溶接機による手溶接で行っているが、これは溶接品質面からも、作業能率面からも、また安全面からも自動溶接に切り替えることが急務である。

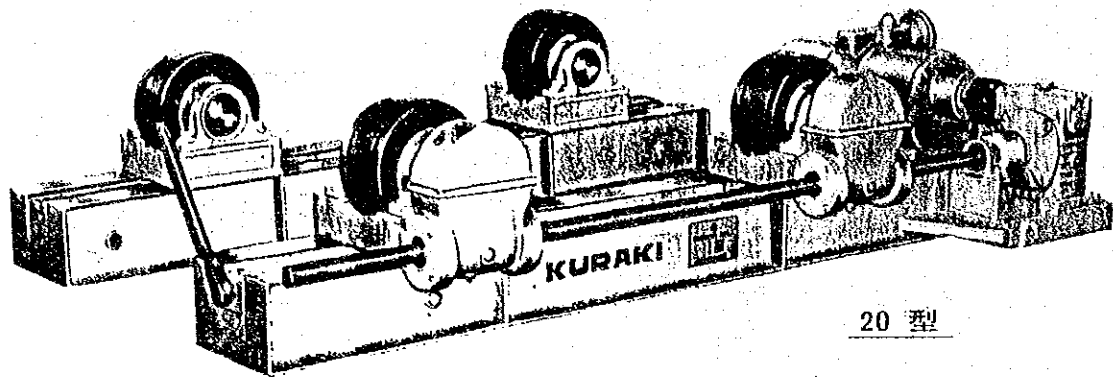
自動溶接には各種の工法があるが、ボウルの縦方向継手、周継手共サブマージアーク溶接が最適と考える。とくにボウル径が150mm～300mmと小さいので、内面の溶接はサブマージアークでないと溶接品質の確保は不可能である。市販のサブマージアーク溶接機を搭載したマニプレーター（図VI-1-3-12参照）を改造してまず内面の溶接を行い、裏はつり後外面溶接ができるようにする工夫が必要である。周継手の溶接は、サイリスター制御による無段変速可能なターニングロール（図VI-1-3-13参照）を使用し、ボウルの回転をアーク速度に同調させることにより、サブマージアーク溶接の適用が可能になる。

サブマージアーク溶接は、手溶接に比べ開先の精度が溶接品質を左右するので、切断及び曲げ加工の精度向上が不可欠の条件となる。



定置式小型マニプレータ自動溶接装置概略寸法図 注)2点鎖線図は、管径550mm~1000mmの内面溶接時

図VI-1-3-12 マニプレーター



図VI-1-3-13 ターニングロール

(4) 遠心鑄造によるボウルの製作

溶接組立構造のボウルは複雑な工程を経て製作されるので、加工精度の維持や作業能率に問題を抱えている。対策として遠心鑄造によるボウルの製作が考えられる。

日本に於いては、生産量と溶接組立技術をパラメータとして比較した結果、溶接組立構造を全面的に採用している。逆説的にいえば、工作技術の進歩が溶接組立構造のボウルの採用を可能にしている。

遠心鑄造とするか、溶接組立構造とするかは生産量とその工場の政策及び工作技術のレベルによって決定されるべきである。

参考に、遠心鑄造と溶接組立構造ボウルの比較検討のための資料を表VI-1-3-14に示す。



表VI-1-3-14 遠心鑄造の比較

項 目	遠 心 鑄 造	溶 接 構 造
工 程	溶解-鑄造-熱処理-表面処理-機械加工 注) 通常小型部品は一体鑄造大型部品になると、溶解設備、鑄造設備の容量上、分割鑄造、溶接組立することがある。	板材-切断-成形(板曲げ、溶接) -粗加工-溶接-熱処理-仕上加工
設 計	遠心鑄造に適した形状に設計することが必要。内外径の凹凸が少なく、肉厚ができるだけ均一となる設計が望ましい。	製作上の面でとくに制約はないが、厚肉で板曲げが難しい部分には鍛造材を使用する。
品質管理	プロ-ホール、引け巣、亀裂等鑄造欠陥に対する注意が必要。近年遠心鑄造技術の向上は著しいが、背景には鑄造ノウハウの蓄積や木目細かな品質管理が存在している。	切断、板曲げ、溶接等製缶作業と熱処理に対する技術ノウハウと品質管理が必要。
納 期	金型があれば一般に納期は短い。遠心鑄造メーカーで必要量に応じてブレンドして溶解できるので特種材の場合でも納期短縮が可能である。	工程が多いため素材納期がかかる。また購入材はロットが纏まらないといけないので、特殊材質の場合は非常に納期が長くなる。
価 格	最初の費用として金型代がかかる。製造コストは製品形状、材質等によっても異なるため一般的な比較は難しい。	

(5) スクロールの製造技術の改善

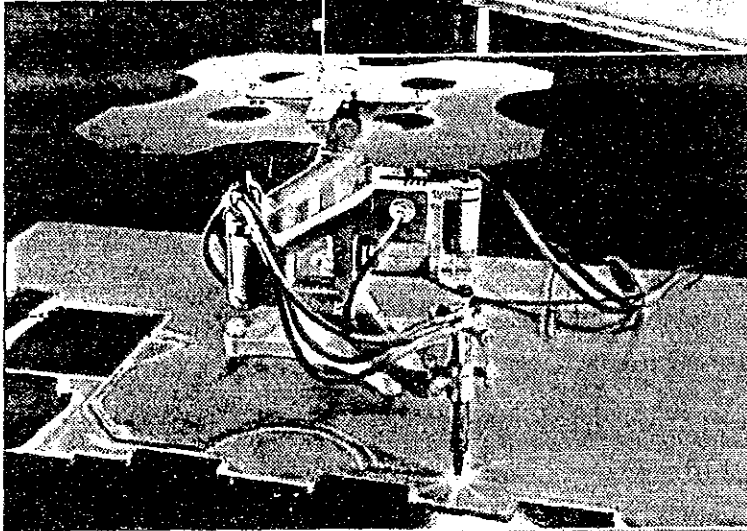
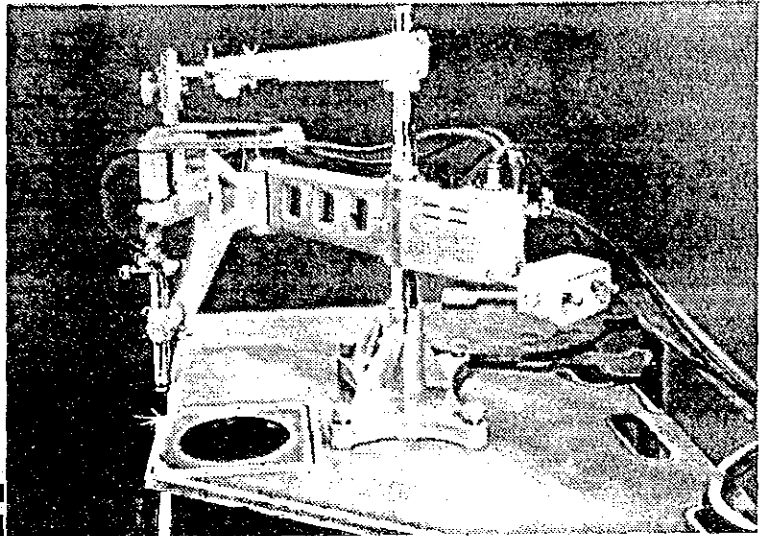
スクロールはデカンター型遠心分離機特有の構造なので、スクロールに関わる製造技術を改善し、生産性を上げるために、市販の機械設備をそのまま採用することはなかなか難しい。生産技術課が先頭にたって製造工程の一つ一つを分析し、現在保有している機械設備を改造することによって、いかに作業の自動化を図り、生産性と品質を向上させるかを真剣に検討する必要がある。

1) スクロールの切断加工

スクロールは、プラズマ切断で鋼板から直接切り出す工作法を確立すべきである。

切断の形状を指示する罫書きは、スクロールの径とピッチの組み合わせによる、各種の展開型板を亜鉛引き鉄板で準備し、機種に合わせて使用する。しかしこの方法は、罫書き作業者の技能に部品の精度が左右されるおそれがあり、またあまり能率的ではない。同一寸法のスクロールを多量に切断加工することを考慮すると、プラズマ切断機に倣い切断装置（図VI-1-3-15参照）を付加することで、簡単に自動化できる。倣い装置の型の精度をきちんとしておけば、切り出されたスクロールの精度は確実に保証されるので、この装置の採用を推奨する。

型の内外を切断する場合  
内側を先に切断し、上下装  
置で型の外側にローラーを  
入れ替え製品化します。

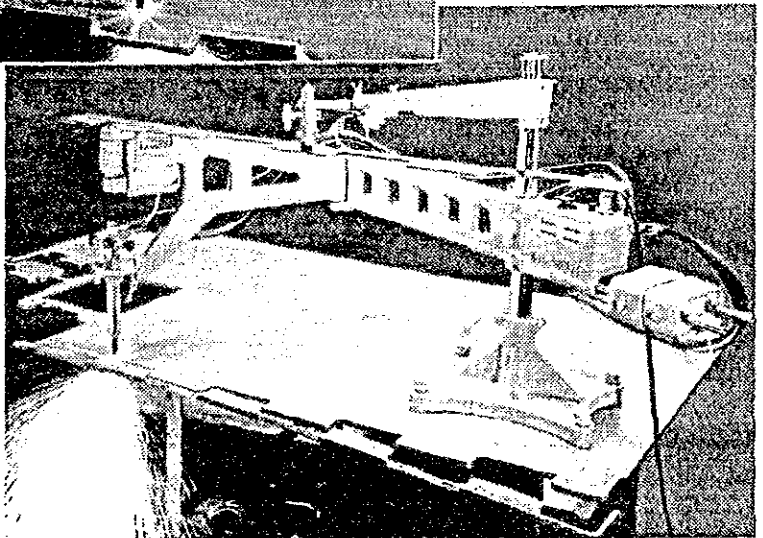


#### 大型取付け装置

型アームを取去り、大型取  
付台を上部より差し込みラ  
ック台を締付けて使用しま  
す。

#### PC-20 (L型)

L型は有効範囲を拡大する  
ためアームが200%長くなっ  
ています。レールを設置し  
その上の台車に本機を取付  
ければ大型多数切断が更に  
合理化されます。



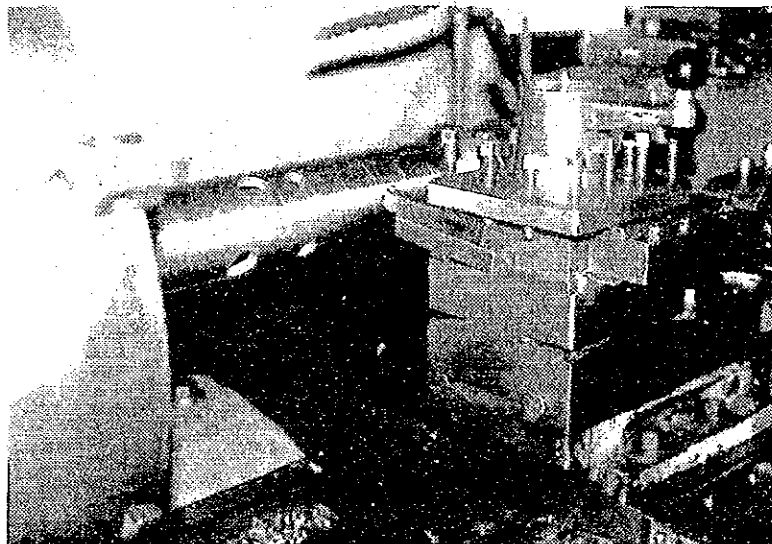
図VI-1-3-15 倣い切断装置

## 2) スクロールの取付け

内胴上に、スクロールの取付け位置を正確に野書く技術を確認すべきである。

手作業で精度良く取付け位置を野書く技能は、かなり高度な技能で熟練を要する作業である。旋盤に内胴を取付け、旋盤の回転と送りを調整してスクロールのピッチに合わせ、スクロールの取付け位置を野書く方法を推奨する。野書きが終わればそのまま、旋盤上で仮付けをTIG溶接で行うのが望ましい。

本工作法の施工例を図VI-1-3-16に示す。



図VI-1-3-16 スクロールの取付け

### 3) スクロールへの溶接

スクロールの内胴への溶接はいろいろな溶接法が考えられるが、CO<sub>2</sub>又はMIG自動溶接の採用を推奨する。2)で使用した旋盤上で、旋盤の作動を調整し自動溶接の芯線の送り速度に同調させながら溶接するか、立旋盤を改造して同様の作業を行っても良い。この工程では内胴とスクロールの溶接は行いが、半月形に加工されたスクロール同士の溶接は行わないのが一般的である。

### 4) 耐摩耗溶接

溶接完了したスクロールは、この段階で酸洗、熱処理及び鈍化処理を行って、製缶工場に戻るのが正常な方法である。耐摩耗溶接を行った後にこれらの処理を行うと、熱膨張率の差で溶接部に亀裂が入り悪影響を残すことがある。

半月形のスクロールは溶接と熱処理の影響で変形しているので、矯正後スクロール間の継ぎ手を溶接する。溶接後ビードをグラインダーで平滑に仕上げ、耐摩耗溶接を行う。

耐摩耗溶接の要領は設計指示によるが、TIG溶接による肉盛りにしろ、溶射による肉盛りにしろ、あるいはチップの張り付けにしろ、旋盤と溶接トーチの保持治具の組み合わせによる自動化を推進し、耐摩耗溶接の品質と作業能率の向上を図るべきである。

スクロールは、遠心分離機の性能を確保するためには、表面が平滑に仕上げられ機械的摩擦を極小に押さえる必要があり、肉盛り溶接後の仕上げが重要な工程となる。耐摩耗処理した後の研磨なので、通常の砥石では不可能であり、ダイヤモンド砥石の導入が必要である。またスクロールの先端は機械による研磨が可能だが、面の研磨は手作業となるのはやむを得ない。ただしこの場合でも、上記同様砥石の保持治具を使い少しでも作業者の負担を軽くする考慮が必要である。

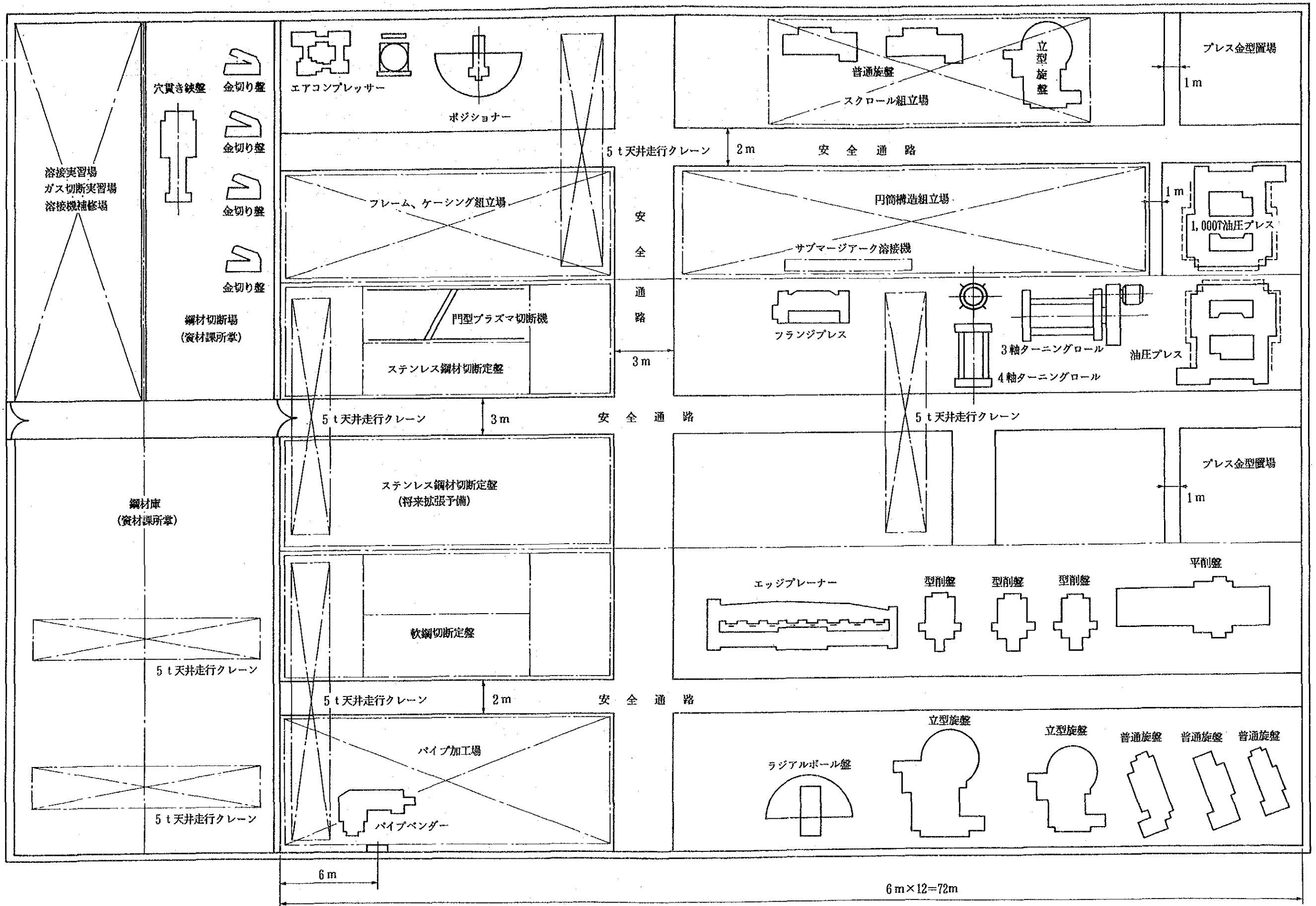
### 1-3-6 製缶工場のレイアウトの改善

製缶工場の現状は安全通路の明示も無く、また作業場所と材料置き場や加工済み部材置き場も区別されてなく、実に乱雑な職場環境にある。切断から曲げ、溶接と部材の流れと工程の進捗度が一目で判断でき、管理された職場とするためのレイアウトの改善概念図を図VI-1-3-17に示す。

改善案の前提条件は下記のとおりである。

- 1) 切断工程は、すべてプラズマ切断（軟鋼はガス切断）に切り替え、剪断機は撤去廃却する。
- 2) 罫書き工程と切断工程は原則として同じ定盤上で行う。
- 3) 曲げ加工後の仮付け溶接は、ベンディングロール（プレス）上で曲げ加工業者が行う。
- 4) ボウルの溶接はサブマージ溶接で施工する。
- 5) 製缶工場の一角に溶接およびガス切断の訓練場を設ける。





図VI-1-3-17 製缶工場改善概念図







## 1-4 組立工程

組立作業は、作業標準や作業指示書などを整備し、基準どおりの作業を行うよう教育訓練を強化しても、熟練作業者の経験と勘に頼る割合の多い作業である。だからといって、熟練作業者任せでは近代化は達成できない。

同一機種 of 組立作業は作業場所を固定し、作業の内容を標準化、計量化してその専門化を図ることが肝要である。同一機種ということは、単純に言えばWL型、WH型の2機種ということで、WL型、WH型それぞれの作業場所と作業者を、極力固定化、専門化する方向で進めるべきである。

組立工程の近代化のための提案の幾つかを下記に述べる。

### 1-4-1 組立精度の改善

#### (1) 外胴ボウルの組立

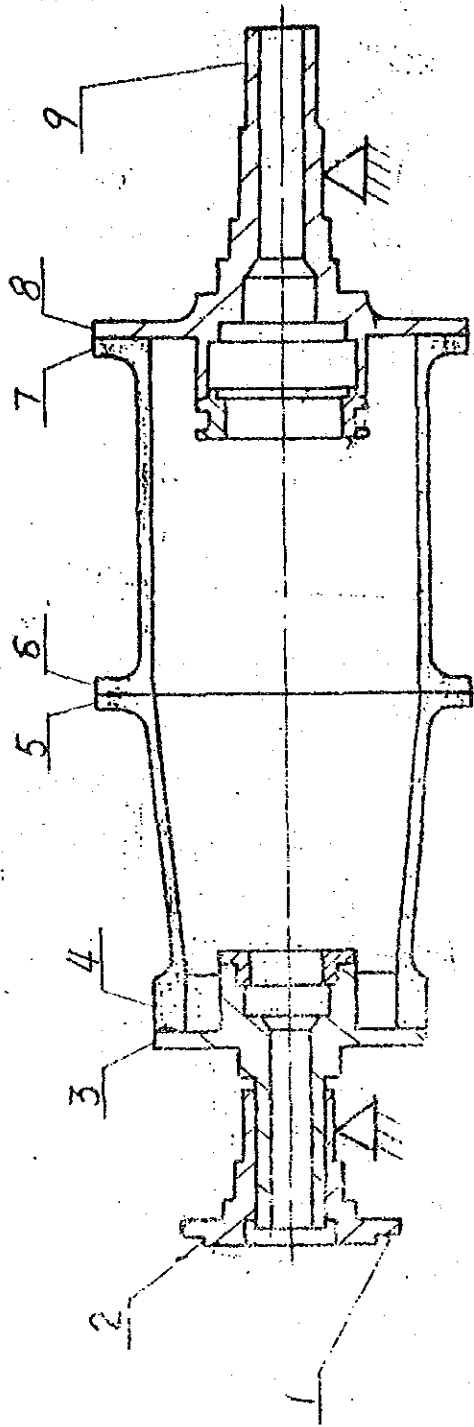
図VI-1-4-1 外胴ボウル全体組立図に示される、全体組立後の各部直径方向の芯振れ許容誤差検査表によると、各部の許容値が非常に大きいと思われる。また生産設計工程の近代化の章で検討した、同じく外胴ボウルのフランジ継手の嵌め合い部の寸法交差も、最大で0.1mmあった。これらは設計上の問題でもあるが、高速回転体の許容値としては大き過ぎる値である。

嵌め合い部の寸法公差は別として、図VI-1-4-1の部位番号No3~9の設計要求値は1/2以下にする必要がある。組立作業法を見直して、組立精度の改善を図る必要がある。

外胴ボウルの各部分の芯だし方法は、フランジ継手を3本程の仮止めボルトで締め付け、芯振れをダイヤルゲージで調べながら、樹脂ハンマーか木ハンマーのような、製品に傷をつけない方法で叩きながら修正を行う。

修正が終わったら各接続部に合マークを打ち、調整の困難な接続部にはロックピンで位置決めをし、後で分解しても誤差がでない対策を講じておくことが大事である。

芯振れが少なくなったらバランス修正を行う。バランス修正の段階では、各部品は機械加工されているので大幅な不釣合量はでない。その調整は、フランジ継手部の精



1-1 转鼓组合体各部位径向跳动允差检查表

部位编号	单位	设计要求	实测	备注	部位编号	单位	设计要求	实测	备注
1	mm	≤0.02			6	mm	≤0.08		
2	"	≤0.025			7	"	≤0.08		
3	"	≤0.08			8	"	≤0.08		
4	"	≤0.08			9	"	≤0.05		
5	"	≤0.08							

注：各部位在轴向上从同一方位基准（零点）进行测量。

图VI-1-4-1 外胴ボウル全体組立図

造上支障のない位置に小穴をあけて不釣合量を修正する。

差速機についても同様のバランス調整が必要であり、外胴ボウルへ組み付けた後の芯振れも0.02mm以下位に修正しないと、本体の振動値に悪い影響がでる。

## (2) スクロールのダイナミックバランス

ダイナミックバランス基準はISO 62.5で良いと考える。問題はその基準を確実に守ることである。

スクロールの場合は、羽根が対称に付けられないので、設計段階から性能に支障のない方法で、バランスウエイト (Balance weight) を付けておくべきである。この際、バランスウエイトは胴本体又は羽根の裏側の根本に、溶接によって取付けるので、胴本体はその熱によって歪などの影響を受けないだけの肉厚強度にしておかなければならない。

スクロールについて不釣合残留量 (g-cm)、各部分の修正半径 (cm)、各部分の許容不釣合重量 (g) のバランス調整基準を作成して、それによって管理する。

バランス調整の要領は、バランス機にてアンバランスの位置を確認しながらその位置にコンパウンド (Compound) を付けてバランス修正し、そのコンパウンドを取りはずして計量し、それと同量のスクロールと同材質のバランスウエイトを溶接で取付ける。その場合注意すべきことは不釣合量が大きい場合は2~3ヶ所に分散してスクロールの機能に支障がないように取付けなければならない。

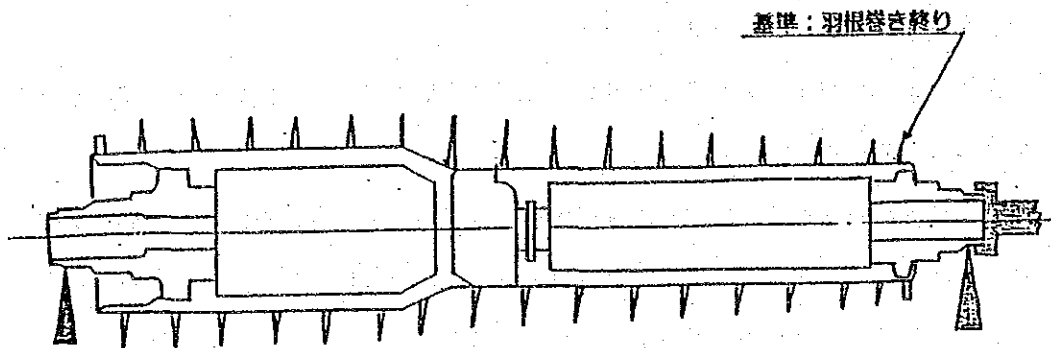
バランス調整した後は、すべて記録表 (図VI-1-4-2参照) を作成、保管し、後工程で問題が発生した時の検討資料とする。

当工場ではボウルを溶接組立構造としているため、材料の肉厚不均一がアンバランスの原因とされているが、むしろボウルの真円度の誤差やスクロールの取付け不良によるものと考えられる。スクロールの溶接組立方法の検討が必要である。

## (3) 主軸受けの組立

フレームの主軸受けの同軸度は、フレームと主軸受け箱が一体となった構造であれば、専用機を採用するなど機械設備面の検討が必要である。しかし加工上の問題点を、機械設備面の改善で解決しようという姿勢には再考慮の余地がある。現状の工作機械で問題点を解決しようという、意欲と発想の転換が要求される。

工事番号		工事名称			
機軸番号		試験月日	年 月 日	試験場所	
検査項目	動 約 合 試 験	試験体名称	内扇スクリーユニット	検査員	



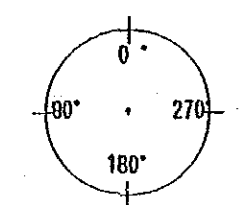
(1) 修正前

材質	SUS 304	SUS 316	SUS 316L	その他	製造番号		
項目	測定箇所				大 径 側	中 間	小 径 側
	初期不釣合量				— g	— g	— g

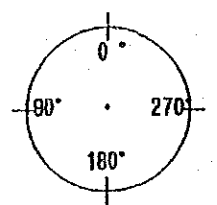
注) パラレスウエイトの材質も本体と同じ材質とすること。

(2) 修正量及び修正位置

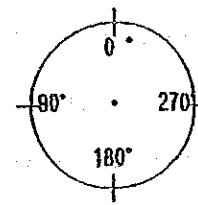
試験機名称		試験機回転数	— rpm
-------	--	--------	-------



大 径 側  
(修正半径 mm)



中 間  
(修正半径 mm)



小 径 側  
(修正半径 mm)

(3) 修正後

項目	測定箇所			大 径 側	中 間	小 径 側
	許容不釣合量			— g	— g	— g
残留不釣合量			— g	— g	— g	

注) 試験機の零点に小径側羽根巻き終りを合わせて、この位置を0°とする。

図VI-1-4-2 バランス調整後の記録

現在の調整方法は、両方の主軸受け箱をフレーム上に固定してから、主軸受けの同軸加工を行い回転体を組み付ける。運転の結果軸受け温度の上昇など不具合があれば、主軸受けを軸方向にずらして修正している。同軸度が悪いため、運転の途中で軸受けが破壊し、回転体が飛び出す事故が発生している。このような運転結果による修正では、回転体が飛び出すような事故の発生が続出しないまでも、修正以前に主軸受けか軸の褶動部のどちらかに、あるいは両方に損傷を受けることがありうる。

フレームと主軸受け箱が別々の構造であれば、同軸度の調整は自由にできる。フレームと主軸受け箱は別々に加工できるので、同軸度加工のための専用機も不要である。まずはWL型、WH型を問わず、すべてのフレームと主軸受け箱を別々の構造にするという、設計の発想の転換から始まる。

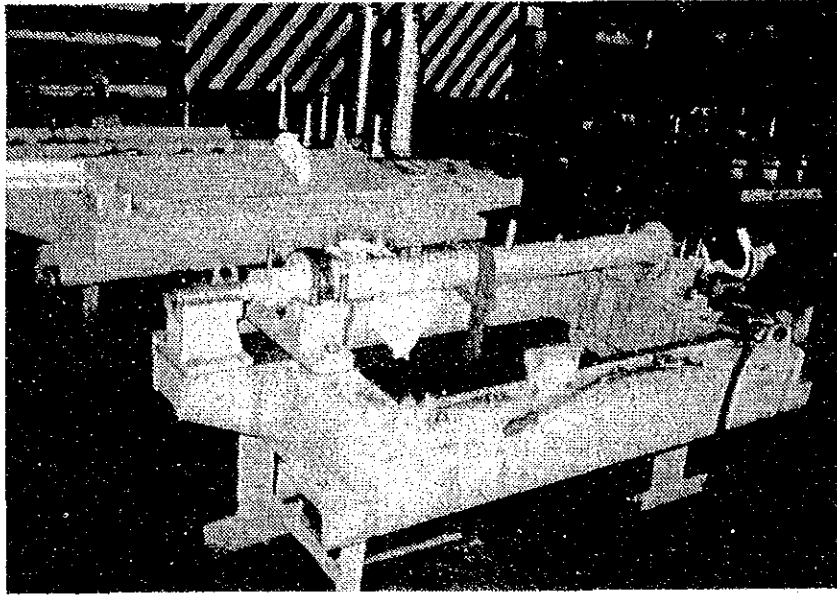
同軸度の確認と調整は、製作する各種遠心分離機の形式に合わせたマンドレル治具を準備し、その治具によって、同軸度の確認と調整を行うとよい。治具の数は主軸受けの位置と外径の組み合わせによるが、そう多い数ではないので組立場の片隅に整理しておけば使用に便利である。

マンドレル治具を使用しての同軸度の確認と調整作業と、治具置き場の例を図VI-1-4-3及び図VI-1-4-4に示す。

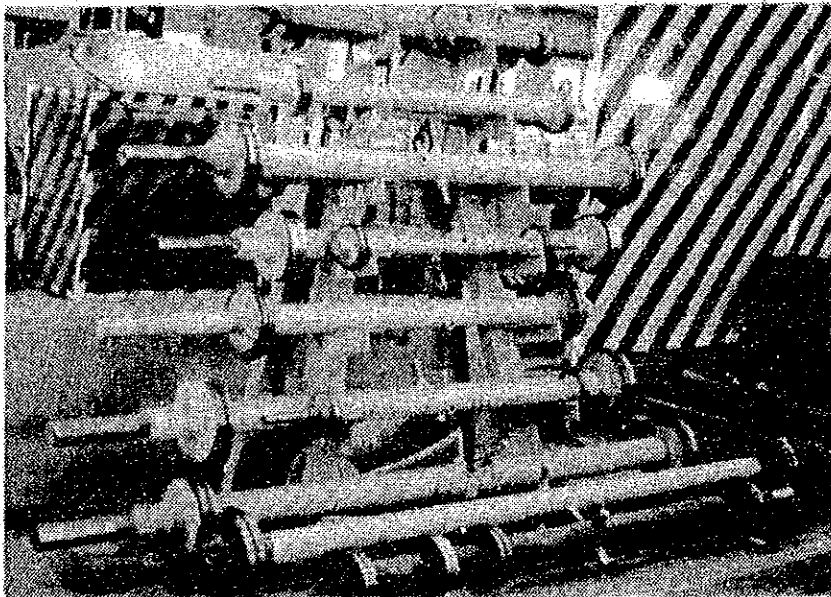
主軸受けは、フレームとは無関係に内径の加工を完了し、平面度加工を完了したフレーム上に組み付け、治具を設置する。軸の褶動部に相当する部分に赤ペンキを塗り、手で軽く数回回転させた後、治具を取り外し主軸受け内面の当たりを調べる作業は、大して熟練を要する作業ではない。当たり調整が終われば、ロックピンを2本打ち込んで主軸受け箱の位置を固定すればよい。

このように、治具を介して主軸受けを同一寸法、同一位置加工できるようにしておけば、回転体の互換性も可能になる。

外胴ボウルとスクロールも、現物合わせで組立られているので互換性が無い。上記同様の思想で、治具を介して加工、組立を行うようにすることによって、互換性のある部品が供給可能になる。部品の互換性が無い機械では、国際市場に於いて通用しない。早急に解決すべき課題である。



図VI-1-4-3 同軸度確認マンドレル治具



図VI-1-4-4 同上格納状況



## 1-4-2 作業条件の改善

### (1) 作業環境の改善

差速機のように密閉構造の回転体は、部品に付着したまくれや切り粉、ごみなどをそのまま組み込むと、軸のかじりや焼き付きの原因となる。したがって、このような構造は無塵室 (Clean room) で行うのが通常である。

当工場でも、差速機の軸のかじりや焼き付きが問題となっているにもかかわらず、それに対する問題意識が少ない。組立作業が囲いのない土間で実施され、部品もじかに土間に置かれている。

さして重量物ではない差速機の組立は、天井走行クレーンの通らない囲いのある部屋で行うようにし、組立前の部品のチェックも2人以上の複数チェックする位の注意が必要である。作業場は舗装して常に清潔を保ち、作業台、部品箱などを設置して、作業者に製品に対する品質意識を持たせるようにすることが大切である。

### (2) 作業の機械化

再三指摘している点であるが、組立工程に限らず手作業による作業が非常に多い。簡単な工具を採用することで、楽に能率的に作業できるよう、生産技術課や工具課は情報の収集に努めなければならない。

部品組立前の手作業によるタップ切りは早急に機械化し、機械課の所掌に移すべきである。塗装工程では、グラインダー砥石の破片を使用して鋳造部品の塗装前下地処理を行っている。空気駆動式か電動式のグラインダーを使用すれば、人数は半分で済むし作業場所も半減できる。

作業の機械化とともに計量化を図る必要がある。空気駆動式や電動式工具を使用し、主要部のボルトの締め付けトルクなどの規定を行うべきである。

### (3) 焼きばめの採用

プッシュヤベアリングのはめこみ作業に、焼きばめの技術の導入を図る。プッシュヤのはめこみ作業を焼きばめ方式にすると、圧入方式に比べ作業時間は大幅に短縮される。

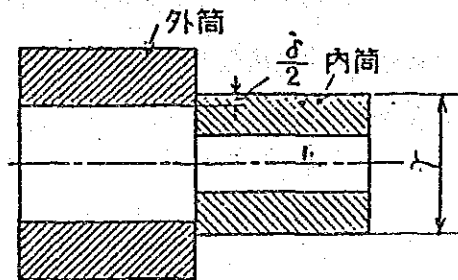
焼きばめ技術は金属の熱膨張特性に着目した技術で、旧くから機械構造の組立に採

用されている。

焼きばめ代 $\delta$ を得るための外胴と内胴の温度差 $\Delta t$ は、 $\alpha$ を外胴の材料の線膨張係数とすると、次の式から計算される。

$$\delta = 2 \alpha \gamma \Delta t \quad \text{または} \quad \Delta t = \frac{\delta}{2 \alpha \gamma}$$

すなわち、外胴の内径 $2\gamma$ が小さい場合には、焼きばめ代 $\delta$ が小さくなって嵌め合い部に高い工作精度が要求されるか、または内外胴の温度差を高める必要を生ずる。したがって焼きばめは外胴の内径が大きい場合には、比較的容易に行うことができる。



図VI-1-4-5 焼きばめ

### 1-4-3 完成運転場

現在、製品完成時の無負荷運転及び水供給運転は総組立課の所掌で組立工場で行い、仕様決定のための実液運転は、試作品工場にある固定施設で研究所が行っている。組立工場の運転台は7基あるが、この運転台では機械的な機能の確認しかできず、水供給運転の場合の計量はできない。今後は需要が多様化し、それに伴って客先要求も多様化し、実液運転や実液運転後の分解、内部確認を要求される場合も予想される。これに対応するためには、総組立工場内に実液運転場を設備する必要がある。

遠心分離機の運転技術の専用化と設備の一元化を目的として、運転場を総組立工場内に集中し、所掌は総組立課とすることを提案する。この設備はWL型のみではなく、WH型プッシャー式遠心分離機その他の機種との兼用可能とする。

運転場の運営は下記とする。

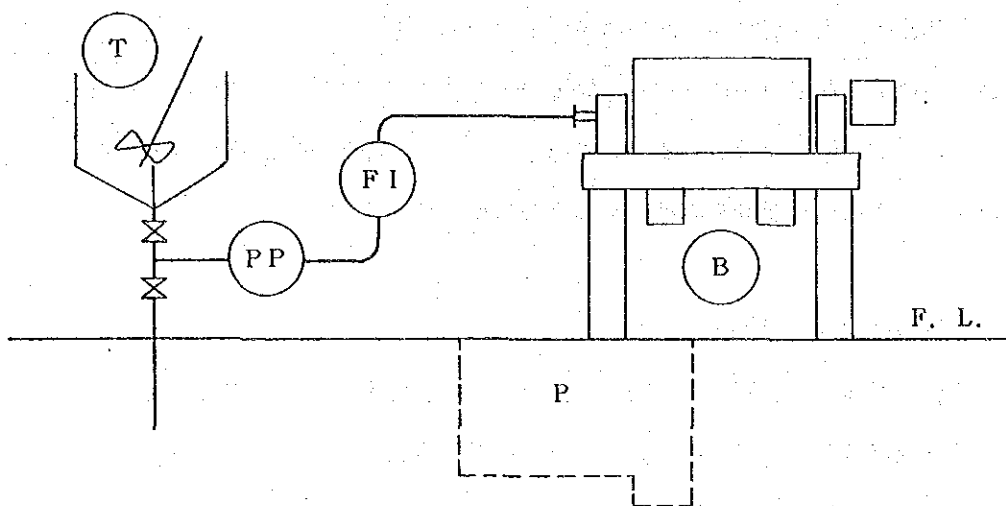
運転法案作成	研究所	無負荷運転、水供給運転、実液運転
運転及び計測	総組立課	設備の保全を含む
運転記録	研究所	仕様決定の場合
	検査計測課	完成運転の場合

運転場は無負荷運転、水供給運転及び実液運転それぞれに対応できる設備と、計測機器を装備する。大、中、小型の機種ごとに固定できる設備とし、同時に運転中の騒音対策、安全対策、公害対策などを検討すべきである。将来の高遠心化に備えて、運転場はコンクリートまたは鋼鉄製の囲いを最初から計画しておいた方がよい。

実液運転場のフローを図VI-1-4-6に示す。必要な機器は下記に示すとおりである。水供給運転に対しては、水タンク、循環ポンプ及び水加熱装置が追加される。

計測及び記録は当面手作業となるが、将来的にはコンピューター制御による自動計測及び記録装置が望ましい。

T	原液タンク	1 m <sup>3</sup>	1ヶ
PP	供給ポンプ	0~8 m <sup>3</sup> /h	1ヶ
FI	電磁流量計	0~10 m <sup>3</sup> /h	1ヶ
B	分離機用架台		1ヶ
PT	ピット	2 m <sup>3</sup>	1ヶ



図VI-1-4-6 実液運転用フローシート

## 2 生産管理の近代化

### 2-1 全般

四川江北機械工場は、制度化された管理システムを持ち、立派な組織を持っているが、より近代化し、合理的な生産システムを構築するためには、生産管理体制、生産技術、設備、教育訓練制度等についていろいろ施策を考えていかなければならない。そのためには企業体質について、基本から考え直す必要があると思われる。そしてそれに合せたソフト面・ハード面の対策の実施が重要である。

#### 2-1-1 生産管理の目標

生産管理の近代化は「品質の管理」の追及によってなされてきたといっても過言ではない。“もの”を製造するとき、求める製品を得るには、まず求める製品の品質もしくは機能が満たされていることが基本である。計画した品質を実現することだといえる。製造した製品すべてが計画した品質を満たすことであり、不良品を造らないということである。そして次には安く造るということである。そのためには、下記の項目が必要と考えられる。

- 1) 作業者が1ヶづつ不良品を出さないようにして作ること
- 2) 不良品の出ない製品設計がなされていること
- 3) 使用する機械の性能がすぐれていて、割安に製造できること
- 4) 1個の製造に要する全体の工数が少ないこと
- 5) 1個に費やす材料も少なく、材料のロスも少ないこと
- 6) 製品の製造に要する間接費も少ないこと

生産管理は“もの”の製造にあたって、「目標とした品質を」「目標としたコストで」「目標とした期間で」製造するために、「計画し」「実施を決定し」「進捗し」「計画ど通りに実行できたかどうかを検討する」業務であるといえる。

四川江北機械工場は、この目標を再確認することから近代化に着手しなくてはならない。この場合、品質、コスト、期間の目標水準は、市場競争、技術進歩によって刻々と引き上げられるものでなくてはならないという点が大切である。

## 2-1-2 生産システムの発展

生産管理は、生産システムの運行を管理するものであるから、生産の仕組みが変われば、生産管理も変わらなくてはならない。“もの”を造る仕組みで、機械が人に代わって作業していて、機械が自動化してくると、その機械の作業の前後の作業も自動化されてくる。今、当工場は、自動化の範囲を拡大しようとしている段階にある。

NC工作機械は自動化を、目標値に実績がマッチしているかどうか自動的に計測し、必要があれば自動的に工程も補正できるコントロールシステムまで備えた、フィードバックコントロール (Feed back Control) にまで進めてきた。さらに機能の複合化した機械として、マシニングセンター (Machining Center) までも出現してきている。生産システムは、製造工程の自動化から製造準備、設計の段階の自動化にまで進んできた。これは経済学的には、下の3つのタイプに分類されている。

### (1) 労働集約的生産

人力による製造を主として、機械を利用する程度は低い。

### (2) 資本集約的生産

製造工程は高度に機械化し、自動化もすすみ、製造設備への投資は大きくなっていく。

### (3) 知識集約的生産

製造において、ソフトウェアを開発し、コンピュータを駆使し、アイデアと知的な工夫の占める分野が大きいものになってきている。同じ素材を使用しているも、知的な工夫が加えられると、商品価値も上ってくることを意味する。

この3つのタイプは工業技術の進歩にともなって、市場の多様化要請にこたえて、より小さなロットをより経済的に製造できる自動化の方向に移ってきている。これがNC工作機械を生み、マシニングセンターを出現させてきたともいえる。

生産システムの歴史的変化は、「多種少量生産システム」から、「少種多量システム」へと移りまた「多種少量生産システム」に戻ってきていて、現時点では高度な技術を経済的に使った「多品種少量生産」が狙いとされている。これは小ロット生産＝注文生産＝多品種少量生産を、高い品質でより安く、短い納期で生産するシステムの実現を目指すものである。

### 2-1-3 生産管理システムの発展

生産管理は、作業者の標準作業とこれに基づく標準作業が決められるところから始まる。次いで日程管理、在庫管理が行われる。生産管理も日程管理も、基本の尺度はマン・アワー（人・時間）である。この尺度は工数と呼ばれるが、工数という統一尺度で管理することで、各種の製品の違いを越えての管理が可能になっている。

ただし管理の方法は、管理者が部下に命令し、実行させ、その結果を検索するという仕組みではなくなっている。QCサークルの形成に代表されるように、現場の自律的管理が次第に注目を集めるようになってきている。現場の作業の問題は現場の人が一番良く知っている。これらの人に十分な教育と実践的体験があれば、現場の第一線監督者とその部下とで、ほとんどの仕事は自律的に行われるようになってきている。

生産管理は、従来は上から与えられた目標値に実績値を合わせるような、決まりきった作業を部下に行わせるものであった。しかし、現在では自らの目標を上長と相談しながら自主的に決め、実行し、目標値が高ければ自分達で改善するようになってきている。この範囲が単に製造の場だけでなく、製造準備の場、設計の場、研究開発の場にまで拡大されている。このため生産管理は生産の経営管理の立場となってきている。

### 2-1-4 生産管理の近代化とコンピュータの導入

生産管理におけるコンピュータの導入には、二つの面がある。一つは生産活動への面、生産技術に対する面への導入である。二つは生産活動を管理する面における導入である。これは管理のシステム化へと発展しているものである。これらの両者に共通する点は、これまで人間が直接行ってきた作業や仕事の一部、もしくは全部をコンピュータに替えることである。従来の職場または作業に、量的、質的な変化がコンピュータの導入によって起こり、広がってくるということである。

生産技術面への導入はNC工作機械、コンピュータ設計機械等によって、多品種少量生産も可能にしてきている。これは多品種の製品生産計画を自動機械に逐次命令する、コンピュータによる設計製造によって可能になった。従来の注文生産に対する製品設計に始まる生産プロセスが、日程計画を含めて全部コンピュータにプログラムされ、インプットされている。多品種の製品設計（生産計画）があらかじめコンピュータに順序づけてインプットされ、タイマーに各NC工作機械に作業命令として指令される、一連の計画命令システムがこれを可能にしている。コンピュータに生産計画設計をインプッ

トする作業は勿論人手によらざるを得ない。

#### 2-1-5 生産管理の概略

生産管理機能は、大きく分けて工程管理、製造管理、資材管理の3つの柱になる。この柱の機能をもっとも効率よく動かすために、さまざまな管理体系が枝別れしている。

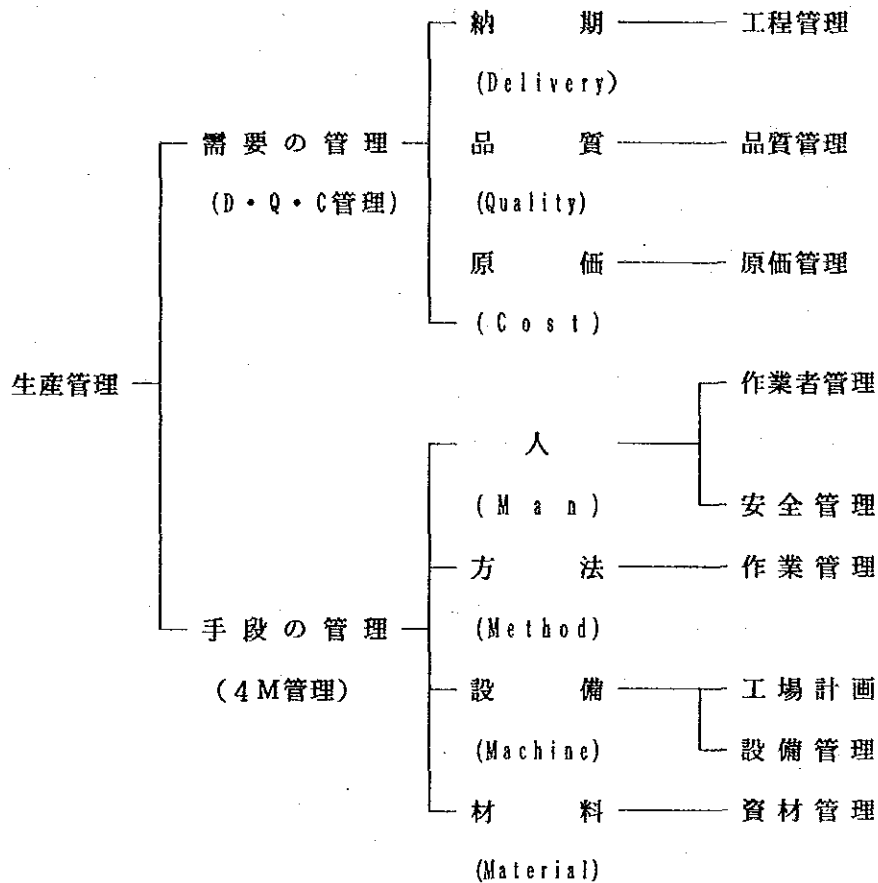
したがって、こうした枝分れした各部門の専門的知識を有する人々の集まりを組織化し、その機能を有効に発現させることが生産の経営管理の「かなめ」となってくる。

当工場は、制度化された立派な組織をもっているだけに、その各部門毎にそれぞれの機能を見直すことが望まれる。とくに現在、各部門にその道の名人が頑張っていて、それぞれの仕事をこなしてはいるが、概して組織が活かされているとはいえない状態にあると思われる。



(1) 生産管理の体系

<生産管理の体系図>



生産管理とは「市場ないし顧客の要求する製品を、企業の生産諸手段を活用して合理的に作り出すための一切の管理活動である」。したがって、生産管理を広義に解釈すればメーカーの管理活動すべてを示すことになる。

生産管理はこの定義から二つの管理体系に分類できる。一つは「市場ないし顧客の要求する製品を作り出す」管理活動と、もう一つは「生産諸手段を活用し合理的に製品を作り出す」管理活動である。すなわち、需要に対する管理とそれを供給する手段に対する管理の、二つによってメーカーの管理活動が成り立っているのである。

この二つの管理体系は、それぞれ独立して存在しているものではなく、相互に大きく関連し合って存在している。手段の管理が拙劣であれば需要の管理を満足できず、また需要の管理が不備であれば手段の管理は目標を失う。したがって、良い生産システムはこの二つの管理体系がうまく機能し、相互に関連し合って良い効果をあげていることが必要である。

## (2) 生産方式と管理

### 1) 生産方式の区分

生産方式には生産すべき製品の性質や注文、品種・数量、流し方によっていろいろな方式がある。これをまとめると以下のようになる。

- a) 製品の性質による生産方式の区分
  - ・機械工業
  - ・装置工業
- b) 注文による生産方法の区分
  - ・受注生産
  - ・見込生産
- c) 品種・数量による生産方式の区分
  - ・多品種少量生産
  - ・中品種中量生産
  - ・小品種多量生産
- d) 製品の流し方による生産方式の区分
  - ・個別生産
  - ・ロット生産
  - ・連続生産

### 2) 受注生産 — 多品種少量生産 — 個別生産 — の問題点

- a) 受注が不安定で負荷変動が大きく、操業度の維持が困難となる。
- b) 客先の仕様や設計が多いため、急激な変更が多く自社工程を混乱させる。
- c) 特殊仕様が多く部品点数も多くなるため、材料のリードタイム(Lead time)が長く、かつ管理もしにくい。
- d) 設計点数が多くなり、設計ミスや設計の遅れが多くなり、自社工程を混乱させる。
- e) 段取替が多くなり、人や設備の稼働率が低下する。
- f) 熟練工を多く必要とするため、その安定的な確保が難しく加工コストも高くなる。

このように、この形態の場合は多くの問題点をかかえているのが一般的である。この原因を分類してみると以下の二つの項目に起因している。

① 受注生産であるがために、仕様・設計・納期・品質といった生産の基本となるものが得意先のペース (Pace) で決定され、自社にとって不確定要素が多くなるため。

② 多品種少量を個別に生産するために、設計・調達・製造の各段階においてオーダー (Order) 別管理となり、管理量が増加するため。

したがって、この方式における管理の基本的な重点は、次のようになる。

①不確定要素に対し迅速にかつ柔軟に対応しうる体制とすること。

②設計・調達・製造の各段階においてできるだけ標準化し、多品種少量を小品種多量化すること。

### 3) 見込生産 — 小品種多量生産 — 連続生産 — の問題点

a) 生産設備が大規模で固定化するために、品種の変更に対する弾力性が乏しく、投資額も巨大となる。

b) 操業度を安定させるために、需要の変動を製品在庫で吸収することになり、需要予測を誤ると製品在庫が過大となる。

c) ラインバランス (Line balance) が適性でないと、仕掛品を増加させたり、能率を低下させる。

この形態を採用する狙いは規模と徹底した標準化による利益を得ることであり、その結果、能率や生産性を大巾に高めることができる。しかし、需要予測や工程編成を誤ると能率や生産性を低下させることのみならず、設備投資や在庫投資が過大となり、それらの投資資本を回収することが困難になり、企業経営そのものにも重大な影響を及ぼすことになる。

したがって管理の重点は、すべて計画にあり、いかに精度の高い計画を設定するかが鍵になる。さらに、今日において製品ニーズ (Needs) の多様化・製品ライフサイクル (Life cycle) の短縮化といった需要構造になっており、この形態においても柔軟性が要求されつつある。

## 2-1-6 企業内における各部門のあり方

### (1) 営業部門

各地域に存在する営業所あるいは販売店より需要動向が営業部門に集まってくる。これらの営業情報をもとにして販売計画が立てられる。この販売計画にもとづいて、生産計画、設備計画、外注・購買計画あるいは教育計画等が打ち出される。したがって、もしも販売計画に信ぴょう性がないときは、経営に大きな損害を与えることになる。

営業部門は企業にとって源流部門ともあたり、大きな任務を持っている。そこで、次に示すような項目についても反省もし、前向きに取り組んでいくことが必要であろう。

- 1) 営業情報が地域別、産業別あるいは製品別に層別され、月々の傾向として表示され、関係部門に分かりやすくなっているか。
- 2) 市場あるいは顧客の好みの変化の実態を正しくつかんでいるか。
- 3) 営業活動における品質保証問題はどうか変化しつつあるか。
- 4) 競合している他企業の動向を積極的につかんでいるか。競合している他企業が新製品を出してから「まさかあんなすばらしい商品が出ようとは思わなかった」というようなことはないか。
- 5) 営業の要望に技術陣はどうか応えているか。
- 6) 営業、技術、生産との連携プレーがうまくいっているか。
- 7) 営業に喜んでもらえる新製品がタイムリーに出ているか。
- 8) エンジニアリングセンス (Englineering Sense) の溶け込んだ営業活動が行われているだろうか。
- 9) 市場において、自企業の製品でなければならないというユーザーニーズ (User-needs) を、引き起こさせるために営業活動はどうかあるべきか。

等、営業部門として大いに科学的に行動をとることが大切であり必要であろう。

### (2) 会計部門

会計部門は原価管理機能の総括部門として、全社的な原価管理活動の推進を図るとともに、財務管理の主管部門として企業の経営成績、財務状態の把握を行わなければならない。

さて、この不確定、不安定の状態において、激動する1990年代に企業が生き残るために次のような項目に注意をおこなっているようなことはないか。

- 1) コストが時間の関数であることを考えているか。
- 2) 標準原価に対する考えに厳しさを加えているか。
- 3) 製品別に採算性を評価し、採算性のない製品について、原価率の低減を図らせ、再発防止への積極性を示しているか。
- 4) どんぶり勘定をしていないかどうか。
- 5) 在庫、不回転在庫等のむだによるコストアップはないかどうか。
- 6) 資材管理、外注管理の不備によるコストアップはどうか。

### (3) 総務・人事部門

総務・人事部門は秘書・文書・広報・庶務・人事・教育・労務など広範囲にわたっている。企業内の業務が円滑に遂行されるように、また他部門が十分にその機能を発揮できるようにサービスの提供を行わなければならない。また、対外的に積極的な広報活動を行い、企業イメージの向上に努めなければならない。

特に、人事部門は人事管理の総括部署として、

- 1) 人材の確保
- 2) 能力の育成
- 3) 能力発揮の場づくり
- 4) 生活の安定

等をねらい、全社的な人事管理活動の科学的推進を図ってゆかなければならない。そのための活動の重点として、

- a) 生産変動に即応できる要点充足活動の強化を行う。
- b) 積極的に職場に創意工夫の芽を発芽させる。
- c) 従業員のモラル向上を図ってQCサークル活動を積極的に行わしめる。
- d) 職務評価に科学性をもたらし、納得性のある人事制度の運営に心がける。

さらに

- e) 作業環境の改善
- f) 従業員の高齢化傾向に対する施策の促進
- g) 無災害を指向して教育訓練の推進

h) 従業員の体力づくり運動の強化と快適な職場づくりの推進  
等、TQC活動の中でQCサークル活動はグループとして問題解決に意欲をもやし、そこに独創性が発揮され、職場の改善提案に結び付き、職場への愛着となり、出勤率も向上し、無災害記録の更新に役立つ結果となる。

#### (4) 経営企画部門

経営企画の面から見たとき、研究開発、設計、試作評価、生産準備、原価企画、製造、品質保証等各部門から種々の情報が経営企画部門に集積される。これらの情報をもとにして短期・中期・長期の経営計画等に対して経営ビジョンを取り入れての経営企画が打ち出される。

これらの諸情報の質が保証されていないと、せっかくの企画が企画性を失うことになる。したがって、各部門から出る情報に科学性があると同時に信ぴょう性がなければならない。

経営企画の任にあたるものは、企業最高責任者のブレーン(Brain)であり、経営幹部会議における報告資料、審議資料等に重要な正しい、しかも適切な情報を供給する義務がある。したがって、経営企画室長は関係各部門からの諸情報を収集し、よく管理し、システム(System)として活用できる体制にもってくことのできるようなルール(Rule)を確立し、実行することも大切である。

さて、企画室として次に示すような諸点に気づいているだろうか、あえて問題点を投げかけて、解決に努力されることを希望する。

- 1) 経営企画に対してQC的に情報を収集し、解析しているか。
- 2) 中期・長期経営企画にどのくらい科学的な行動をとっているか。
- 3) 市場情報、研究開発、固有技術の累積状況、生産準備等をもとにして、納期、コスト、品質等のバランスを十分考慮に入れての企画性が評価されているか。
- 4) 競合している他企業に比べ先発メーカーとしての優位性があるか。
- 5) 信頼性のある品質保証の面から系列、外注等を考えてセールスポイント(Sales point)のある製品かどうか。
- 6) 試作評価の段階において、営業の要請に応えることのできる新製品としての価値を備えているかどうか。

等の諸項目が十分検討されているかどうか、確認することが必要である。

## (5) 品質保証部門

品質保証に対する最近の傾向として、源流の品質あるいは上流の品質が保証されてこそ、下流の品質が保証されるという概念が一般に広まりつつある。ここでいう上流の品質とは、製品ができあがる順序を考えると、

- ① 情報                      ② 研究開発                      ③ 企画
- ④ 設計                      ⑤ 生産技術                      ⑥ 試作評価

等であり、下流の品質とは、

- ① 購買                      ② 組立・製造                      ③ 試験検査
- ④ 販売                      ⑤ 輸送・サービス

等である。これらが集計された結果、顧客あるいは市場において喜ばれ、かつ売れる商品になったときこそ正しい意味の品質保証がなされたことになる。

ここでは、特に源流の品質のうち、情報と試作評価の項目にのみ限定して話を進める。

### 1) 情報の質について

種々の情報が時間の関数として入手できる現時点では、情報が過多であり、これらの情報を収集・解析して、経営会議、経営企画等に大いに活用しなければならない。したがってこれら情報の質の保証こそ大切である。そこで情報について、

- a) 報告が現実を本当に知ってなされているのか。
- b) 電話で聞いた報告というようなことはないか。
- c) その情報が半年間の平均値で処理されているようなことはないか。
- d) 経営情報が月々の傾向、地域別、産業別あるいは品種別等に層別されているかどうか。
- e) 関係者は本当に正しい情報をつかんでいるか。等

### 2) 試作評価の質について

研究開発されたものについて、単品試作、一次量産試作、二次、三次の量産試作等の結果にもとづいて、各要素の品質保証、組み立てられた品物に対する品質保証あるいは経時変化に対する寿命の問題等、それからそれへと連鎖反動的に品質上の問題が起こっている。

一般に試作評価項目は数多いことであろう。これら項目のうちで、新製品に対するセールスポイントの価値ある品質項目についていろいろの角度から検討を加え、これ

らの評価項目に対する評価基準を厳しくし、品質が確保できていることが大切である。

(6) 製造部門

製造部門では、品質 (Q: Quality)、コスト (C: Cost)、納期 (D: Delivery) 等についての不十分、未達等について大いに検討し、改善して効果を発揮しなければならない。

- 1) 生産計画のまずさ
  - a) むだな製品をつくりすぎているようなことはないか。
  - b) 仕掛品が増加しているようなことはないか。
  - c) 在庫がふえているようなことがないか。
  - d) ふえた在庫を管理するために人、場所等をふやしていないか。
- 2) 現場管理に結び付かないデータが多いのではないか
  - a) サンプルング (Sampling) の悪さ
  - b) 意味のない管理図、対策の取れない管理図
  - c) 対策に結び付かないデータ
  - d) スポット (Spot) 的データ
- 3) 計測管理がきちんに行われているか
  - a) 試作室、検査室が整備されているか。
  - b) 必要な試験機器、検査機器が備わっているか。
  - c) 試験員、検査員が習熟しているか。
  - d) 計測機器の管理がよく行われているか。
- 4) 部課長は適切な方針を出し、品質コストに実績をあげているか
  - a) 作業の標準化と改廃が適切に行われているか。
  - b) Q C サークル活動が盛んであるか。
  - c) 創意工夫、独創性等の発揮が創造開発に役立っているか。
  - d) 人間関係は改善され、向上しているか。
  - e) 設備保全の不十分、レイアウトの不具合、設備投資の矛盾等がないように心掛けているか。
  - f) むりな納期に追われ、Q、C がバランスをくずしているようなことがないか。



## 2-2 資材管理

工場の生産計画を効果的に達成するため、すなわち、性能、品質の良い製品を安価に、かつ納期どおりに予定数量を生産するために、要求仕様どおりの資材をできるだけ安く、指定納期までに必要数量を調達して、その資材を必要とする生産現場に適確に供給することが資材管理の目的となる。

当工場では、すでに資材そのものの品質について、これを最重要事項と捕らえて調達活動を進めてきているが、今後さらに工場の近代化、客先の多様化が促進され生産量の増大、仕様と性能の向上、原価の低減等が望まれるようになれば、資材に対する量的、質的、価格的な要望も一層高まることは明らかである。

市場原理の導入により、資材の調達も「売り手市場」から「買い手市場」へと変貌することが予測される現状において、品質、価格、納期という3つの要素を大切に、生産性向上に寄与するための資材管理部門の合理化、近代化を展開していくことが必要である。長期的にはコンピュータを導入した管理に向かうものとするが、短期的にはコンピュータ導入の準備を兼ねた業務の改善から推進するのがよい。

### 2-2-1 調達管理

#### (1) 調達先メーカー一覧表及びカルテの整備

調達品種別あるいは、業種別に分類したうえ登録し同業メーカーを一覧表にしてまとめ、その他に同メーカーのカルテ(Karte)を作成する。

##### 1) メーカー一覧表

メーカー一覧表に記載する主な内容は下記のものとする。

- a) 品種及びその分類コード番号(Code No... 1桁又は2桁程度とする)
- b) 調達先メーカー名及びそのメーカーを表すメーカーコード番号(3桁又は4桁程度とする)
- c) その所在地、電話、電報、ファクシミリ(Facsimile)、テレックス(Telex)番号、窓口担当者名、取扱い品目等

##### 2) メーカーカルテ

メーカーカルテとして、個別メーカーごとに上記(1)内容の他に下記を加えたものを作成する。

a) 資本金、従業員数、代表者名、年間売上額、系列、企業の特徴

b) 年度毎の発注額、品質、価格、納期に対する各評価（上・中・下）等

以上のように当面はメーカー一覧表及びメーカーカルテが整備されれば、自工場にとって好ましいメーカーかどうか誰にでも公正な判断ができるようになる。

そして将来コンピュータで管理するようになれば、コード番号化しておけば取扱いが容易になる。よって今後は関連する各種帳票においても、それぞれのメーカー名とこのメーカーコード番号とを対応づけるのは当然である。図VI-2-2-1に調達先メーカー一覧表とカルテの例を示す。

調達先メーカー一覧表						
分類 : コード		1	鋼材			
調達先 コードNo.	メーカー名	TEL	FAX or TELEX	所在地	窓口 担当者	取扱品目
101	△△△△	×××××	××××	△△△△	△△	棒鋼
102	□□□□	×××××	××××	□□□□	□□	棒普通鋼板
103	○○○○	×××××	××××	○○○○	○○	ステンレス鋼
104						線材

調達先メーカーカルテ		起票年月日:			
調達先コード:	<input type="text"/>	メーカー名:	<input type="text"/>		
所在地:	<input type="text"/>	Tel	<input type="text"/>	FAX CABLE	<input type="text"/>
取扱品目:	<input type="text"/>	先方窓口担当者:	<input type="text"/>		
資本金:	<input type="text"/>	総従業員数:	<input type="text"/>	人	代表者名:
売上高:	<input type="text"/>	/年	系列:	<input type="text"/>	
企業の特徴:	<input type="text"/>				
評価欄 良 : 上, 普通 : 中, 不良 : 下					
年度	当方発注 金額(千元)	特記事項	評価		
			価格	品質	納期

図VI-2-2-1 調達先メーカー一覧表とカルテ (例)

## (2) 納期管理の改善

納期指定が四半期間隔ごとでは、たとえ資材の入荷と工場の生産が予定どおりに進められたとしても、一定の資材は一定期間活用されないまま死蔵されることになり、在庫圧縮もしくは在庫低減をしようとしても、基本的に無理な部分が生じる。

今後、取扱う量が増加することを考えると、資金及び倉庫の保管面積をますます有効に活用しなければならない。

主要資材の納期指定は、工場の月別生産量も熟慮して少なくとも1ヶ月単位に、短縮、変更した調達方式としなければならない。同時にその納期管理をきめ細かく実施する工夫を確立しなければならない。当面は毎月の納期のものが何であり、どこのメーカーに発注しているのかが漏れなく、誰にでもわかるような方法を具体的に策定して、確実に納期管理を行うことである。

注文書を用いて納期管理を確実に言い易くするためには、現在の注文書の納期記入要領を改善したい。すなわち、同一のメーカーへ、あるいは同一の物を発注する場合でも、指定する納期が1ヶ月以上異なるものは、注文書の用紙を変える。そして督促すべき時期(月)毎に分類整理したら良いだろう。

ここで注意しなければならない点は納期の確認である。1ヶ月以上の調達期間を要する資材の場合に、発注契約したまま、その後納期確認を全くしないでいて、指定納期1ヶ月前になったときに発注後初めて納期の確認をしても不十分である。このように調達期間の長い資材であれば、それに合せた期間を先行して、毎月々の納期管理を実行しなければ効果が上らない。これは、納期管理担当者の努力が大切であることは勿論のこと、さらに資材メーカーの理解と協力が得られるようにすることも重要な鍵となる。

なお、納期の確認ができた資材に関しては、その納入予定を当該倉庫係員にも事前に連絡して、先き入れ、先き出しを考慮した保管場所の段取りをさせる。

将来は、コンピュータにより納期管理のための情報を打ち出すようになるだろうが、その場合も単に最終納期だけを基準にするのではなく、メーカーに対する納期確認の接点をアウトプット(Output)するなど、調達期間を考慮したプログラム(Program)とすることが望ましい。

### (3) 主要資材の重点管理

在庫金額が大きい上位品目は、管理の手間をかけても在庫金額を圧縮することが肝要であり、それを重点管理しなければならない。

在庫金額が小さい下位品目は、管理にあまり手をかけなくても、決められたことさえ実行すれば問題はない。

#### 1) 上位品目

当工場の製品の基本資材は、ステンレス鋼を含めた鋼板及び棒鋼材と電動機、制御盤、軸受け装置等が代表的な上位品目とみられる。これらは購入金額が大きい重要調達品である。特別に重点管理品目として位置づけ、生産計画と密接な対応づけを行って、原則として、過不足のない正確な予量と必要な時期を求めて発注し、その後も定期的に納期を確認し、同時に在庫についても生産の実状と対比して確認する。

#### 2) 工事番号の導入

発注する際に、その発注単位となる物量がどの工事用の物であることを明確にし、やがて資材メーカーから納入されてくるとき、それがどの工事用のものであるかを明示させる必要がある。したがって、当生産工場としての工事番号体系を早急に制定して、たとえば年度計画を立案する経営計画課あたりの適当な部門が発番することにより、単に資材管理のためだけではなく、工場各部門で共通に認識し、あらゆる部門で工事番号を中心に据えた管理を推進することを提案する。この工事番号に基づいて客先、製造予定順位、基本型式の違いなどが全工場的に識別できることになる。

資材の発注部門としては、少なくとも重点管理品目に決定した資材を調達する場合、必ず工事番号を用いることによる資材管理ができるようになれば、倉庫における先き入れ、先き出しも徹底可能となり、資材の引当て（出庫）間違いや、とり残しによる劣化なども防止される。

### 3) 下位品目

調達が容易で、かつ在庫金額の大きくない下位品目は、適当に注文点在庫量を定めて一括購入貯蔵し、注文点在庫量まで在庫が低減したときに追加発注する。この場合は、注文点在庫量と追加発注量を従来の実績及び将来の見通しを勘案して予め一定の数、又は量に設定することにより、事務的に単純に在庫管理と発注手続きを実行するだけでよい。すなわち資材の種類によっては、このように比較的大まかな管理をして手間を省いても、管理効果がほとんど落ちないものもある。

要は、資材の特質を踏まえた分類を行い、強弱をつけた管理を実施することも、今後の生産量の拡大に対する資材管理の近代化の一つと考える。

なお、重点管理を行う場合に注意を要することは、市場動向の見通しと取引先（発注メーカー）の信用度の判断である。この辺の注意が足りずに単純に発注納期を決めたり、また初めての品物を手配する際の数量決定をすることのないようにくれぐれも留意すべきである。

## 2-2-2 在庫管理

生産管理全体の中で在庫管理は、調達管理と生産職場の工程管理との中間にあって機能するもので、必要な資材が、必要なときに、必要なところに持ち込まれるように管理し、しかも在庫資材の量と品質の劣化を最少とするよう管理すべきである。

生産計画の縮小あるいは中止、また設計変更による引当て取消しのために余剰材が生じたなら、すぐに正確に余剰材としての処理を行わねばならない。資材の在庫量が年間生産総額に対し重量比で約49%、金額比で約30%という数字は、生産量の約6ヶ月分近く有るものと推定できる。

この多すぎる在庫資材の半減を目標に、次の調査をしたうえで改善を推進する。

### (1) 資材の分析調査

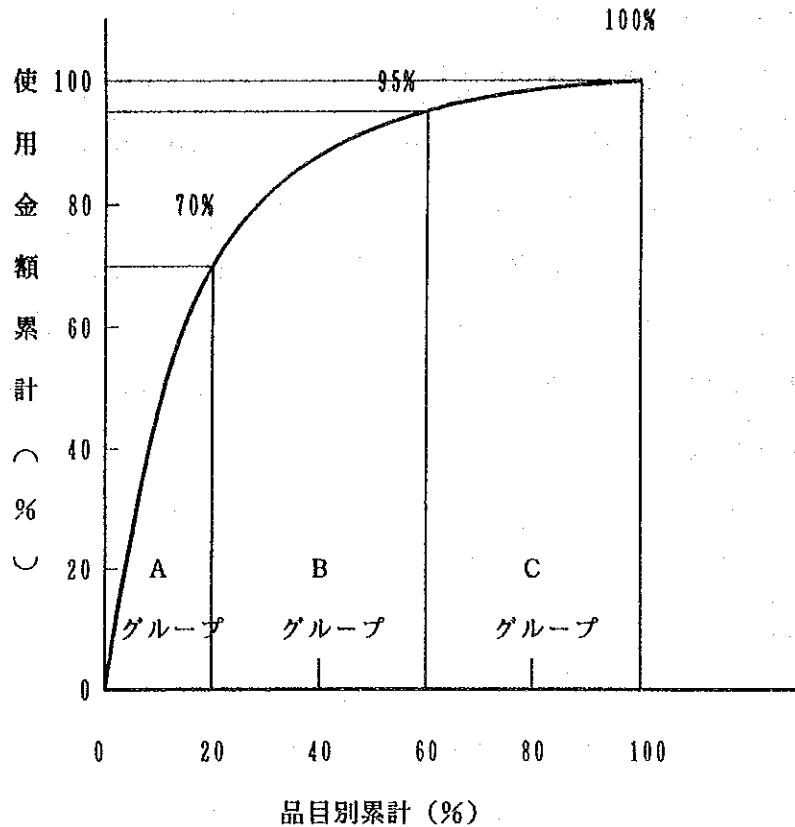
当工場の資材の中では鋼材、電動機、制御盤、軸受装置等が使用金額の大きい重要(上位)品目と定義したが、本当に重要品目が何であるかを明確にするためには、全資材の一定期間の使用金額と品目(群)別の関係を分析する必要がある。

基本的な分析手順を次に示す。

- 1) 一定期間の資材品目(群)別の使用実績(金額)を集計する。
- 2) 使用実績(金額)の大きいものから順に品目別に並べる。
- 3) 資材品目別に使用額構成比、上位品目から順次の累計構成比を算出する。
- 4) 上位品目から累計構成比で70%までに入るものをAグループとする。
- 5) 同様に累計構成比で70%を超え95%までに入るものをBグループとする。
- 6) 同様に累計構成比で95%を超え100%までのものをCグループとする。

この分析結果を図VI-2-2-2に示す。

すなわち、使用金額累計が上位から約70%に及ぶ資材が、その品目では20%前後にとどまる場合が多く、これをAグループとする。



図VI-2-2-2 A、B、C分析図

(2) 在庫削減のための改善案

資材の分析結果に基づき、Aグループの資材を原則として重要品目とみなし、木目のこまかい重点管理を実施する。

一方、Bグループの普通品目及びCグループの低価格品目に該当する資材に対しては、比較的大まかな管理をしても一般に問題はない。

1) Aグループ品目は、引当購入とし、個々の納期指定をする。

a) とりあえず改善を推進するにあたり在庫状況を正確に調査し、使用予定を具体的に確認把握する。何月に何の工事に使用する予定かを明確にする。

b) 上記a)の調査で使用予定が分らないものは、思い切って余剰資材として扱い、分別整理のうえ識別の表示を明確にして、それらの一覧表を作る。この一覧表には、品名、材質（規格や形式）、寸法（厚さ、長さ、幅、太さなど）、数量、識別の表示、品質状態（使用適否）、保管場所等を分りやすく記入する。

一覧表の作成には資材課の計画係員と購入係員の協力を得ながら実行し、記入内



容の正確さを期する。当工場で3ヶ月毎に実施している余剰品調査と、その一覧表を上記のように充実させるとよい。倉庫員は積極的に、回転率の悪い資材に注意を払い、その状況を計画係員及び購入係員に通知する制度を確立する。

- c) 資材課が音頭をとり、研究所、生産技術課、生産管理室など資材使用計画部門と協議して、一覧表にのせられた余剰資材について今後なるべく早い時期の使用計画をたて、次の購入計画に反映させる。どうしても使用計画のたたないものは工場外の他業者に売却するか、処分品扱いとして1号倉庫へ入れる。

余剰在庫資材は、積極的に使用するか、売却するか、処分するかを適時決断しなければ在庫の削減はおぼつかない。

- d) 今後、新規の購入計画及び発注に際しては、生産計画に基づいた物量に対する納期の指定を原則として1ヶ月単位に短縮する。物量は使用予定を超えすぎないようにする。ここで是非、当工場内の生産計画及び生産日程の信頼性と精度を高めるとともに、資材メーカーに対しても納期の考え方について十分説明のうえ協力してもらおうよう最大限の努力をする。当工場が今後、生産量の拡大により大口需要家となる可能性が理解してもらえるならば、お互いの信頼関係で在庫圧縮、すなわち資材の1ヶ月単位の納期指定による発注と納入が実現できるはずである。鍵は、これら重要品目に対する木目の細かい納期管理である。

以上のようにして重要品目を対象とした余剰在庫の処分と引当購入方式より納期1ヶ月単位指定が真剣に実行され、生産日程管理、納期管理及び在庫管理の歯車が噛合うようになれば、在庫量は現在の半分の比率、すなわち約3ヶ月分の資材保有量まで軽減することは可能であろう。

- 2) Bグループ及びCグループは、原則として定量発注点方式とする。

- a) 生産計画に直接関係づけることなく、在庫が一定数量（発注点）以下になったら、随時、定量を発注することにする。そのためには平均的な使用量、購入所要日数、経済的な発注量を調べたうえで、発注点を設定する。

- b) 経済的な発注量は、調達費用と在庫資材の維持管理に要する費用との和が最小となる注文量である。Bグループ品目に対しては生産計画が変り使用量が大きく変る傾向が生じる場合、購入所用日数が変わってしまう場合などは、発注量や発注点を見直すことが望ましい。資材メーカーの協力を得て、購入日数はなるべく短く、かつ

変動のないようにできると効果的である。

- c) Cグループ品目に対しては、経済的な発注量などを求めるよりも、発注回数が多い頻繁にならない程度に発注量を決めればよい。

### 2-2-3 資材管理に係る運搬管理の改善

工場敷地条件が丘陵地で高低差が大きいところであり、資材、半製品、製品等の移動運搬は貨物自動車に頼らざるをえない。

しかし、工場内の小物の輸送に必要以上に大きすぎる貨物車が使用されている。これは容量2t以下の小型車が不足で空車がないために、余裕ある大型者容量4.5t以上の大型車をよく使うものとみられる。

工場内では完成品移動時を除けば、2t以上の重量物を運搬する機会が少ないので、車輛増設計画の際は、車輛使用実態を見直して、それに合わせたものとする必要がある。

#### (1) 小型貨物車の増車

小型車は、工場内の狭いところでも小回りが効き、燃料消費量が少く、騒音、振動、排ガス量が少ないなどの利点が多く、当工場では工場内運搬用として1.5t車程度のを数台増やした方が良からう。ただし、運転員などの増員は不要と考える。

#### (2) フォークリフトの導入

倉庫や各生産職場内における限られた範囲での重量物の移動運搬には、揚降荷能力を備えたフォークリフトが便利である。ただし、当工場は、それぞれの生産職場間の道路に傾斜路が多く、職場間の距離も有るので貨物搭載時の支持状態や走行速度の点からフォークリフトによる生産職場間の搬送は不適當である。坂道や距離のある搬送は貨物自動車を用いなければならない。なお、フォークリフトは、1～1.5t用が適當であり、導入した場合、その管理は運輸課とはせず、天井走行クレーンと同様に各職場の責任で運用することが望ましい。

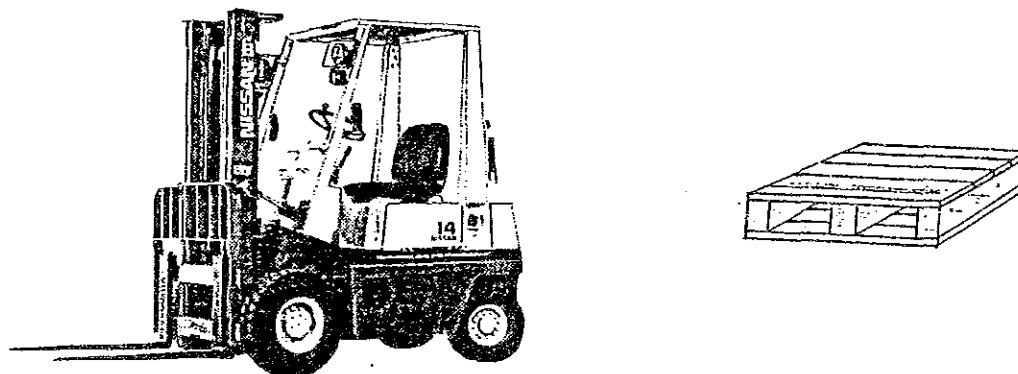
フォークリフトの導入と合せて、パレット(Pallet)の準備が必要となる。パレットはフォークリフトによる運搬の補助として、不可欠な道具であると同時に、機械工場などでは、加工前、加工後の部品の置き場としても効果的である。

フォークリフトの導入によるもう一面の効果として、整理整頓の向上がある。工場内にフォークリフトが自由に走行するための安全通路を確保する必要があり、またパレットの置場も必然的に明確となってくる。

フォークリフトの導入→整理整頓の向上→安全で清潔な職場→品質の向上→生産性の向上という前向きな連鎖反応を考えると、フォークリフト導入の投資効果は非常に大きいものがある。

表VI-2-2-3 小型貨物車とフォークリフト車の導入案

品名・仕様	台数	所有・管理部門
小型貨物車 (1.5 t)	2 台	運輸課
フォークリフト (1～1.5 t)	3 台	各使用職場
木製パレット (約1.1m×0.8m×0.15m)	500 個	同上



図VI-2-2-4 フォークリフトとパレット

(3) 資材倉庫における揚重運搬

電動機、制御盤、溶接棒等を保管している倉庫には、揚重運搬装置を設置して、安全性の確保と作業効率の改善を計ることを提案する。

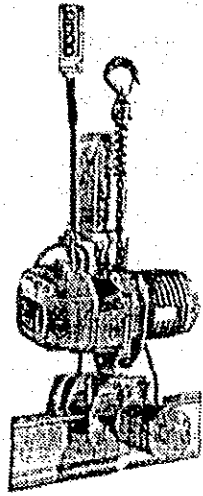
1) トロリー型チェーンブロック (Trolley type chain block)

電動機及び制御盤を保管している倉庫に、0.5ton用程度のモノレール (Monorail) 式電動トロリー型チェーンブロック (図VI-2-2-5参照) を設置し、同様に溶接棒を保管している2階の倉庫にも、0.5ton用のものを設置することを推奨する。いずれも、モノレールの端部は、倉庫建屋の外部へ少々張り出して、貨物自動車上の貨物の積み卸しができるようにしておくことと便利である。

(図VI-2-2-7 電動トロリー型チェーンブロック設置概念図)

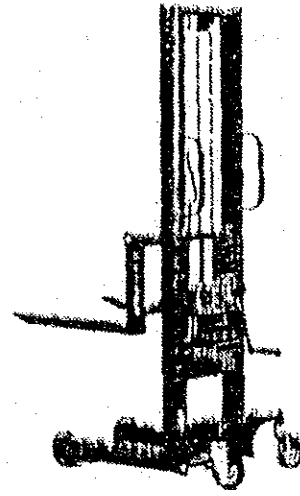
2) 手動リフター (Lifter)

狭い倉庫の中で、500kg程度までの重量物の移動に便利な手動リフター (図VI-2-2-6参照) を備えることを進める。フォークリフトも入れない狭いところで、フォークリフトの代りに使用できる。



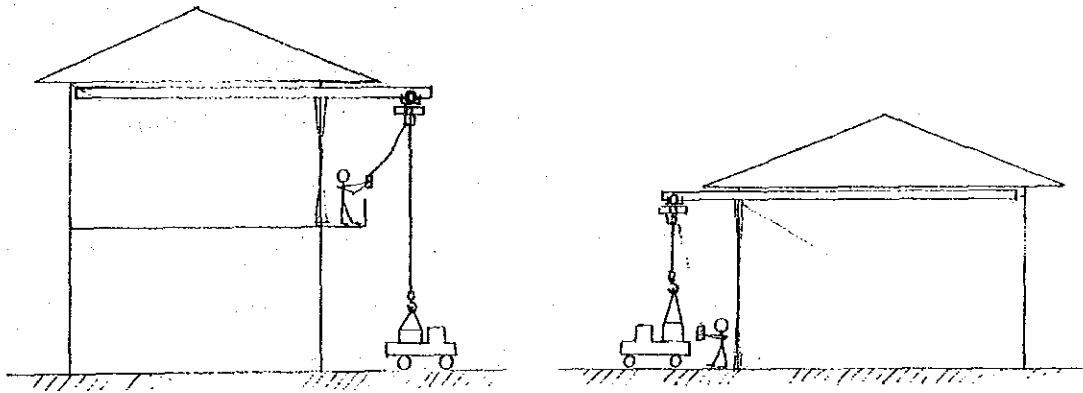
図VI-2-2-5

電動トロリー型  
チェーンブロック



図VI 2-2-6

手動リフター



溶接棒倉庫

電動機倉庫

図VI 2-2-7 電動トロリー型チェーンブロック設置概念図

#### 2-2-4 資材管理のコンピューター (Computer) 化

長期的には、コンピューター利用による一貫した資材管理方式の確立、すなわち、生産技術課や経営計画課から提供される材料データや生産計画データ及び資材課が収集する資材調達関係のデータ等をコンピューターに取り込んで、発注、検収、入庫、出庫、戻入、在庫引当、棚卸等一連の資材管理を処理することを目標とする。

しかし、第一段階は資材管理の一部分である在庫管理業務からコンピューター化へ移行していくのが取り組みやすいと考える。その理由は

- 1) 在庫品と言えば、種類や品目数が多い
- 2) 入出庫により在庫の動きが多い
- 3) 情報処理の形がほぼ定形的で反復が多い
- 4) 情報処理の手順をプログラム化しやすい

などである。

コンピューターシステムを導入するに当たっては、長い時間をかけて手順や移行システムの設計を進め、担当部門や、関連部門への広報と教育が必要となる。

##### (1) コンピューター化への移行時期

コンピューター化へ移行するには準備が必要である。現行の業務体系をそのままコンピューター化するだけでは効果があまり期待できない。

- 1) 徐々に、しかし着実に効果が上るように進めるため、何をどこから始めるべきかを検討し、さらにコンピューターへの入出力の条件、要求等を長期間を費しても、十分に整理したうえでコンピューター化していくことになる。
- 2) コンピューターに入力していくための具体的な手順の構築、すなわちシステムデザイン (System design)、プログラミング (Programming)、デバグging (De-bugging) などに1年ないし、2年が必要となろう。
- 3) コンピューター化による業務の開始は、前記1)、2)を合せ考えると少くとも3年～4年後からとみられる。



## (2) コンピューターの基本機能

- 1) コード化した在庫品等の情報を機械に入れて読みとらせる入力装置
- 2) 入力した情報を記憶させる記憶装置
- 3) 在庫品情報を文字や数字で表現する出力装置
- 4) 入出庫・在庫量等の計算や判断をする演算装置
- 5) 情報の入出力、記憶、演算等を整理しプログラムの実行を制御する制御装置

コンピューターは、入力された情報に基づき、決められた手順に従って、短時間のうちに正確な計算を実行し、その計算結果に則り判断し、外部出力としてその情報を表示したり、プリント・アウト(Print out)すると共に新しい情報をデータ(Data)として内部に記憶、保存する。ただし、ここでいう判断とは、計算過程に予め組み込まれた定形化された判定要領によるだけであり、臨機応変に適宜判断することはない。在庫方針の決定は思想的な側面からなされるが、コンピューター自体は一般に思想的機能を持ち合わせていないので、在庫管理の方法等に関しては、コンピューターに頼るわけにはいかない。

## (3) コンピューター化への基本手順

第一段階として在庫管理をコンピューター化するとして、基本的には以下の手順で進める。

- 1) 取り扱う品目を決定し、それをコード(Code)化する。すなわち資材名を数字または文字記号により整理番号化する。はじめは、前記の品目分析によるBグループ品目から取り上げて行くことを奨める。
- 2) 取り扱う品目のロケーション(Location)を組む。すなわち所番地の指定をする。
- 3) 管理体系をよく検討、整理して、フローチャート(Flow chart)を作る。すなわち作業の流れ線図を作る。
- 4) プログラム(Program)を作成のうえコーディング(Coding)する。すなわちコンピューター処理内容、手順を約束に従って書き上げる。
- 5) デバッキング(De-bugging)をする。すなわち作成されたプログラムを動かして、不具合な動きがあればそれを修正して完成させる。

在庫管理の業務内容は、在庫品目の把握、入出庫の記録整理、在庫量の記録、注文点の確認、在庫切れに対する警告、注文数量とその日付、入庫予定日、品目別の集計、

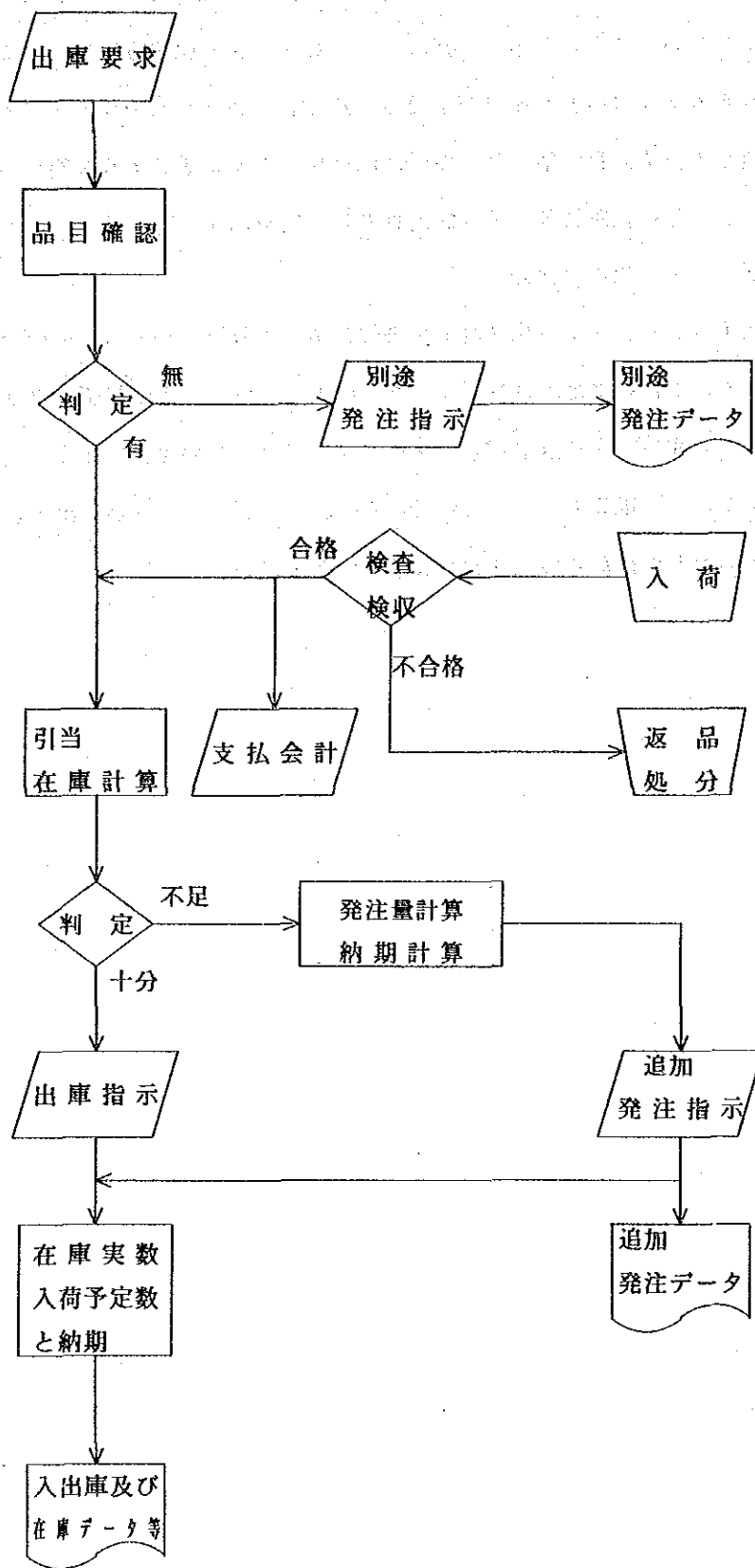


日計や月計の作成、出庫伝票の発行等現物を取り扱う仕事であり、これらをコンピューターで処理していくことになる。ただし、コンピューター化移行に当り、先ずコンピューター処理する業務の内容や流れが工場の生産体制に適合したやり方となるよう、十分に分析整理して企業体質に則した合理化されたシステムを構築する必要がある。

図VI-2-2-9に在庫管理の基本的流れ図の一例を示す。

#### (4) コンピューター化後の保守

在庫管理がコンピューター化されて業務改善がなされた場合でも、その後適正な在庫管理を続けていくためには、コンピューターに入力されている情報データ（例えば購入期間、経済的発注量、発注点など）、プログラムソフト等の更新、保守を制度化し、実行、継続することが重要である。これを怠ると、コンピューターから出力される情報が適正さを欠いたものになるので注意しなければならない。



図VI-2-2-9 在庫管理の基本的流れ図

## 2-3 工程管理

### 2-3-1 工程管理の変遷

従来の生産活動は、品質の良い製品を安定して安く、確保することを目的として、資材調達-生産要素（労力・機械設備）-生産-販売という循環活動を行うために、利益計画にもとづいて、年間・月間の生産数量とその時期、生産タイミングを計画化することを生産計画と理解してきた。

しかし、現状では次第に変質してきていて、市場ニーズに即応した既製品の改良や、新製品の開発-生産-販売というサイクルが必要になってきている。そして、生産計画と開発研究は、不可分の関係をますます強くし、各企業の研究開発に対する経営戦略は積極的になっている。

当工場は、開発研究に強力な補強を検討しており、時期を得たものであると思われる。

### 2-3-2 工程管理の機能と役割

#### (1) 工程管理の機能

工程管理は、どんな品目の製品を生産すべきであるか、どんな順序でその品目に仕事や作業を当てなければならないかを、計画する技術であると一般には言われている。それぞれの製品のすべての構成部分品が、作らなければならない量、場所及び日程順序を決定するものである。そのため、予定された計画を遂行するうえで守らなければならない、各種文書、図面などを予定どおり受取り、注文の明細や細部の指示を現場部門に提供する。材料の不足や機械の故障あるいは出図の遅延のような、トラブルが発生してからその手当をするのではなく、緊急事態による損失をさけたり、最小限にするために事前に対処できるようにし、生産の円滑な遂行をするものではない。

工程管理をうまく活動させることにより企業が得る利益としては、直接計数化され測定することのできるコストの形で表わされるものと、計数化できないものがある。測定できる利益としては生産期間を合理的に短縮し、仕掛品や在庫量をつねに適正に維持することにより資本の固定化を防ぎ、その資金効率を高めることである。

計数化できないものとしては次のような利益がある。

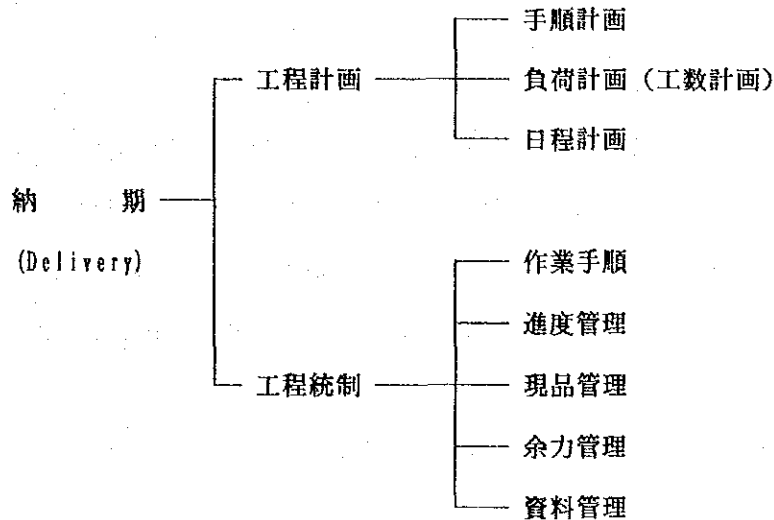
- 1) 生産日程計画のとおり顧客の納期と確保する。  
これは顧客に満足を与え、さらに将来の注文につながる。
- 2) 利用できる労力と機械設備及び資材は、さらに徹底的に効果的に活用される。生産活動は平準化され仕事量のピークと谷はならされてくる。
- 3) 生産の経路が予見され、また作業者が次の仕事に必要な図面や材料や道具を待つことが少なくなる。
- 4) 仕掛品が、次の作業をを待つ間、作業場の床に放置されることが許されなくなる。
- 5) 生産目標は計画どおりに達成される。仕事が予定どおりに完成される喜びで、従業員に満足感を与える。

以上のような利益を確実に得るためには、人、材料、機械を整える準備がまず必要である。次に予定表を作成し、工場間における作業の遂行と生産のための材料の在庫管理をすることが必要である。

生産をはじめる前に必要な計画には、基礎的な計画と実施のための計画がある。基礎的計画とは実施計画の基本となるもので、製品の設計、工程の計画、標準作業方法及び時間等である。実施計画は具体的に基礎的計画をもととして、実施する部門に対して、時間的配列や量的計算をしたり、機械・人の決定を行う等である。

## (2) 工程管理の内容

生産管理部門の担当する工程管理機能は下記に示される。



### 1) 工程計画

工程計画は納期を確保するための計画であり、最終的には個々の生産活動における基準日程の設定が目標となる。

しかし、基準日程ないし納期の確保は他の管理との間に密接な関係があるため、それらの事項を十分に考慮されなければならない。

工程計画の具体的な内容は、手順計画、負荷計画、日程計画として展開され基準日程が決定される。なお、負荷計画を分解して工数計画、負荷調整計画とする場合もあるが、同義である。

また、大日程計画、中日程計画、小日程計画という分類もあるが、これは工程計画を総合的期間計画から個々の具体的な計画へとレベルダウン (Level down) した流れを示したものである。

#### a) 手順計画

手順計画とは、仕様書や設計図に基づいて、その製品を生産するための作業手順、作業方法、作業条件などを決定し合理的な生産を行うための計画で、この計画が不適正であると品質・原価・納期に重大な影響を与えることになり、生産計画で最も重要となるものである。

## b) 負荷計画

負荷計画とは手順計画で明らかにされた個々の生産の負荷をある期間についてまとめ、その期間における総負荷を明らかにして生産能力との関係からその調整を行う計画である。

## c) 日程計画

手順計画、負荷計画で明らかにされた各作業についての着手と完了の時期、すなわち基準日程を決定する計画であり、具体的には個々の作業について各機械別・各作業員別に、いつから、いつまでに、どの作業を行うかが決定される。

なお、日程計画は日程表として表わされ、納期から逆算して何日前に着手するかを示す手配番号（手番）が記載されている。

日程計画を作成する場合、以下のようなことに留意しなければならない。

- ① 納期遅れがないこと
- ② 完了までの時間ができるだけ短いこと
- ③ 工程の遊びができるだけ少ないこと

## 2) 工程統制

工程統制とは、工程計画にしたがって生産業務を計画どおりに進めるためのもので、実質的にはこの工程統制が適正になされることによって所定の納期が確保されることになる。

生産実績が計画と間に差異が生じる原因をまとめると以下のようなになる。

- ① 計画そのものの不備
- ② 各種手配の遅れやミス……作業員・治工具・材料などの生産手段や設計・図面等の手配の遅れやミスのために所定の日程を確保できない場合
- ③ 計画の変更や突発の事故……飛び込みや特急作業等によって当初の計画が変更になったり、機械の故障作業員の欠勤・不良の発生等の突発的な事故が発生した場合

工程統制の具体的な内容としては、作業手配、進捗管理、現品管理、余力管理、資料管理がある。

## a) 作業手配

作業手配は個々の作業を作業員や機械設備に割り当てることで、作業のための材料や治工具などの準備状況もチェックされる。

連続生産の場合は、計画段階ですべて手配がなされ、かつチェックされるので一旦生産が開始されれば作業手配業務は比較的容易であるが、個別生産の場合はオーダー別管理となるため厄介となる。

#### b) 進捗管理

進捗管理とは、当初設定された日程計画どおり作業を完了させるためのもので、具体的な内容は、

- ① 作業進行状況の把握
- ② 遅延の調整

である。これを工程の進捗（どこまで進んだか）と数量の進捗（何個できたか）の二つの側面から管理していく。

工程統制の目標は納期の確保にあるため、この進捗管理は工程統制の基本的な管理となる。

進捗管理の管理用具としては、生産進捗表やガントチャート (Gant chart) などが活用される。

#### c) 現品管理

現品管理とは、材料、仕掛品、製品などの現品の所在と数量を把握するための管理で、現品が、どこに、どれだけあるのかを把握し、それを次工程に安全供給するためのものである。

現品管理が拙劣であると現品が行方不明になり、進捗を狂わせたり、不良品と混入して工程を混乱させる原因にもなる。

現品管理を推進していくためには以下のようなことが必要である。

- ① 現品の保管場所やその責任者を明確にする
- ② 現品の受渡しの担当者を決め、伝票等を用いてその受渡しを確実化する
- ③ 現品の取扱い量を一定にする
- ④ 棚卸を厳しく行い、帳簿との確認を確実化する

#### d) 余力管理

余力管理とは作業員や機械の能力と負荷を統制段階として調整し、適度な余力を持つことによって手持ちの発生や進捗の遅れを防止するための管理である。

余力は能力と負荷の差として把握されるが、これが大きすぎると工程に遊びが発生し無駄が生じるが、逆にこれが少なすぎると工程の能力に余裕がなくなり、

計画変更や突発事故に対しその弾力性を欠くことになる。

#### e) 資料管理

一般に種々の管理は、Plan-Do-Check-Actionのサイクル(Cycle)で進められるが、統制は、Check-Actionによって行われる。そしてこの統制に必要なのがDoの実績資料である。

この実績資料を管理するものがこの資料管理である。またこの資料は次の計画へフィードバックされ、次の計画設定の重要な資料ともなる。

多くの企業では過去の種々の経験が生かされず、場当り的な管理が行われていることが少なくない。この場合、資料管理が不十分であることが多い。この資料管理を整理していくためには、工程管理の事務ないし手続き制度化することが重要である。

生産実績資料の一般的な項目としては、以下のようなものがあげられる。

- ① 生産実績（生産量等）
- ② 作業時間（使用した工数、稼働率など）
- ③ 材料（材料の使用量、歩留りなど）
- ④ 作業員（労働時間、稼働率、欠勤率など）
- ⑤ 品質（不良率、不良原因など）
- ⑥ その他

### 2-3-3 時間管理としての工程管理

工程管理における管理の体質は、生産現場の生産活動を時間単位に計画し、コントロールすることである。生産活動の生産要素（労力・機械設備・材料部品）を個別的・全体的・組織的に、その量的質的作業活動を直接的に、時間的要素によって管理するものである。まず作業員の作業は、作業研究(Work Study)により標準作業が標準作業時間として、作業の質的量的作業管理の基準が設定される。作業員の作業管理は、作業の時間的プロセスにおける作業進行度を標準（計画）作業進行時間（作業量）と対比することによって管理が可能である。

当工場では、作業員の作業活動を労務費として、把握して管理しようとしているが、労務費は作業員の時間的作業活動の結果（時間賃率×作業時間）としての、作業の事後に価値計算されるものである。目標値の設定としては可能であるが、これは作業開始か



ら終了までの時間的経過の結果的目標値を、価値計算によって並列したにすぎず、時間的経過の実働を解明することはできない。作業者の作業活動の中で、どこに問題点があり、改善個所がどこに存在するのかわかり握むことはできない。時間は、これを測定尺度として作業活動の質的量的実態を、時間の経過の中に位置づけられるものである。機械設備の稼働は時間的稼働率の有効性によって管理される。また必要とされる材料部品も何時、何処になければならないかの管理となる。生産工程を移動する材料部品は、常に時間的経過の中で、その存在が把握されると同時に、その迅速な移動の管理が時間的に促進される。このように生産現場における生産活動は、生産要素（労働力・機械設備・材料部品）を時間的尺度で直接的に管理すると同時に、組織的全体的にも、時間的に総合管理することこそ、生産活動を直接的に把握することになる。

個別的作業を直接的に時間管理することは、それが時間的に作業自体の実態をありのままに写している点である。無駄な作業動作の発見、改善によって、無駄な作業時間の排除、短縮が可能となる。これは作業時間の分析において無駄な作業を拾いあげることができるからである。同時に個々の作業相互間、職場相互間の協調も、時間的に管理できることになる。

日程管理は時間的要因によって、生産活動の諸要素を個別的に管理すると同時に、全体としてシステムの的に管理することで、時間的管理だということになる。同時に生産活動を時間的に管理するということは、生産諸要素の活動自体を直接的にコントロールすることになるから、直接管理だといえる。その意味で、価値計算としての原価管理は、生産活動の結果計算の数値であるから間接的数値管理であり、間接管理としての性格を持つといえる。原価数値は生産活動の結果として把握されるもので、生産活動の実態を動態的に説明することはできない。

生産管理は時間的管理がすべてでもない。生産活動の最終目的である製品生産の総合的評価は、総合評価の可能な価値尺度（原価管理）に依存しなければならない。

しかし、生産活動の主要な対象である生産活動自体を管理するとすると、生産活動を可能にする時間的管理に依存せざるを得ないことになるのである。

#### 2-3-4 工程計画と日程計画

設計図面から、ある製品をその構成部分（組立部分）に分け、それらの各構成部分をさらに細かい部分に分解し、これら部分品の加工順序を最も合理的かつ経済的に前もって決定する。これを表にしたものが手順表(Route sheet)である。これらの手順表について、所要時間を査定し、これらの各時間的要素を組立の順序に従って整理すると、その製品に対する全体としての基準工程計画ができあがる。

この工程計画に従って、実際に工場で加工するに当たっては、同時に加工中の他の製品の加工作業、及び後から加わってくる他の製品の加工作業と合流するから、現実には各工程を何日に着手できるかを見きわめて、工場全体として最も合理的かつ経済的に、実際の作業命令を出すように予定を立てなければならない。これが日程計画である。これは、日程別または各機械別の負荷余力を調べ、現在の負荷状況と予定とを把握して行われる。後からきた仕事を、先に着手しなくてはいけない場合も生ずる。別々の製品の部品が同時に工場内で加工される場合には、各部品は、それぞれ一定の日程計画が与えられるので、その示す日時にそれぞれの作業を終わらなくては、日程計画は狂ってくる。それで各部品の日程計画に従って、順序よく仕事を発令しなくてはならない。

#### 2-3-5 目に見える管理としての日程管理

工程管理の主体が、生産活動を時間的に直接管理する時間的管理であるところから、工程管理の具体的日々の生産活動は、日程管理の方式がとられている。日程管理は日々の生産活動計画を、時間的日程に表示して管理するものであるが、当工場では日々の計画まで表示したものは製作されていない。

日程管理は、直接生産活動を時間的に管理する本質からすれば、一日一日の日程計画が管理の基本と考えられている。もちろん日々の生産計画は、経営の利益計画（期間利益計画）に基づく期間生産計画が逐次細分化されて、各製品別の月間生産数量計画となり、さらに週間生産計画となるのである。

日程生産計画量は、一日一日の計画生産量の表示であると同時に、1日の生産活動の成果との照合を可能にするから、日々の時間的経過における計画生産活動と、その実績成果として比較管理が行われることになる。

日程管理表には、ガントチャートがよく使用される。この表は、横軸に日程をとり、縦軸に各種生産品目がそれぞれの管理対象者について記入される。この表の特色は、日

程管理を図表化し、それによって時間的管理を一見して理解できるようになる点と、進捗管理の役割を有効に果たすものである。そして、時間的に計画された作業が計画どおりに進行しない、原因分析管理が容易になることである。管理の重要なポイントは、計画と実績との比較評価といった形式論にあるのではなく、計画どおりに生産活動を遂行させる生産条件の確立であり、そのための障害要因の除去が特に日程管理の重大なる要素である。

### 2-3-6 実行予算

いろいろある予算のうち、生産活動を本当にスタートしてから適用すべき予算を実行予算という。通常は見積予算を再検討したうえで、コストダウン見込みを加味し、さらに金額的に圧縮されている。したがって同じ製品を昨年製造した時とは、さらに厳しく圧縮された予算である。

生産管理室は資材購入グループと各製造部門に対して、それらの部門が製品の製造に入る前に、実行予定の製造原価から割り出した実行予算の割り当てをしなくてはならない。そして製造した結果については、原価計算を財務会計課にまかせておくのではなく、各部門が予実算対比を金銭でなく、資材量と工数で行ったうえで、生産管理室に集約して、結果を評価することが必要になってくる。

ただ、ここで問題になるのが、実行予算上のくくりをどうするかということである。同一機種の一ロット毎にまとめられればいいが、複数の機種を混在して同時に製造することになるから、資材や工数の仕分けを細かく管理する必要がある。日々の日程管理も当然、必要となってくる。この点は当工場には、特に関心を持って取り組む体制が望まれる。

生産管理室は、予実算対比を行うなかから、実績工数を製造個数で割算して、単位工数を出し、その単位工数の推移を示すグラフを書いていく。実績を積み重ねる毎に、この工数は、習熟曲線といわれるものを画きながら下降していく。これによって、基準工数を1年毎に見直し、改訂していかななくてはならない。これは製造部門においても、それぞれ追跡して見直していかななくてはならないのは当然である。

当工場では、標準作業時間として重慶市機械局などで制定したものをを用いているが、その標準時間が、如何なる条件のもとで、如何なる作業方法で決められたものかが、はっきりつかまれている。あまりにも完備されたものがあるだけに、自分達で作業方法

を検討し、見直し、改善していこうという意欲がみられない。

これは生産管理全部門にわたって言えることだが、体制ががっちりでき上がっているだけに、それを見直し改善しようという意欲を生み出させるためには、工場幹部の強力なるリーダーシップが必要と思われる。