

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

- (3) 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、加工時間の短縮をはか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
- (4) 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計り、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
- (5) 組立基準面を正しくえらぶこと
- (6) 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
- (7) 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
- (8) 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
- (9) 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
- (10) 作業性、安全上の見地より、治具の高さを適切に決定する
- (11) 作業者の移動を少なくする
- (12) 作業者の習慣をよく考慮する

6-2 治具を構成する要素

治具を設計するにあたっては、前述のように、多くの注意しなければならない事項があるが、いずれも製品の精度を高度に保ち、かつ能率的な作業ができることが終局の目的といえる。このような目的を達するためには、治具の構成について広い知識をもち、これを

巧妙に組合わせていくことが大切である。いまこれら構成要素について述べる。

(1) 拘束

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、手力または機械力および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。

拘束具に具備すべき条件を次にあげる。

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

いま製缶作業に使用されている拘束具を分類したものを表6-1に示す。

表6-1 製缶作業における拘束方法の分類

締付方法	特長	欠点
(1) ネジ (手万力)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手軽である 2. 圧力が任意に得られる 3. 任意な締付代が得られる 4. どんな位置にも取付けられる 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 締付に時間が多くかかる 2. 作業がわずらわしい 3. 損耗度が大きい
(2) カム (偏心カム、螺旋カム)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 締付時間の迅速 2. 構造簡単 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 締付代が少ない 2. 締付代の調節が困難 3. 自己制御ができ難い
(3) 楔	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手軽で簡単である 2. 工作物の抜取りが容易 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用位置に制限をうける
(4) トグルクランプ (テコ応用)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 締付時間の迅速 2. 手軽 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一定の締付力が出せぬ (締付代の始めと終りで出力が違う)
(5) 圧縮空気利用 (エアシリンダの活用)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 締付時間の迅速 2. 任意な圧力が得られる 3. 任意な締付代が得られる 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製作費が高い 2. 強大な圧力を要するものは形態が大きくなりかつ重くなる
(6) 水圧および油圧応用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 強大な拘束力が得られる 2. 締付時間の迅速 3. 任意の締付力 4. 常時一定圧力 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製作費が高い 2. 保守が難かしい
(7) 磁力応力 7.1 セレンおよびバッテリー併用による電磁器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 締付時間の迅速 2. 常時一定圧力 	<ol style="list-style-type: none"> 1. エアシリンダに相当する拘束力を出すためには重量が大となる 2. 安全上の問題 3. 製作費が高い
7.2 市販の磁力器具	<ol style="list-style-type: none"> 1. 手軽である 2. 締付時間の迅速 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 強力な拘束力を望めない

6-3 溶接用ポジションナおよび取付具

(1) 万能ポジションナ

万能ポジションナは現在各方面で利用されており、下は 100kg 程度のものから上は数百 TON のものまでその種類は多い。

一般には図 6-1 (a) に示すように定置式でテーブル高さの固定のもの、およびテーブルの高さの調整が可能な万能型のもの図 6-1 (b) に大別される。

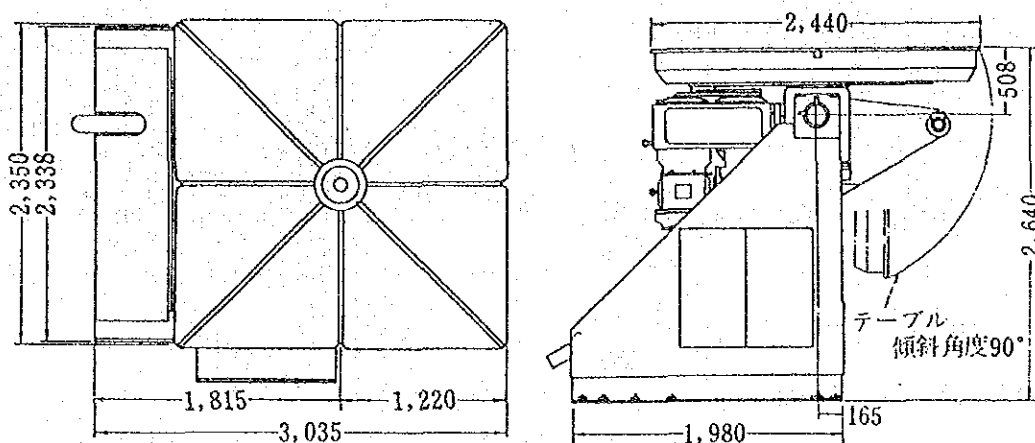


図 6-1 (a) 定置式ポジションナの一例 (30TON)

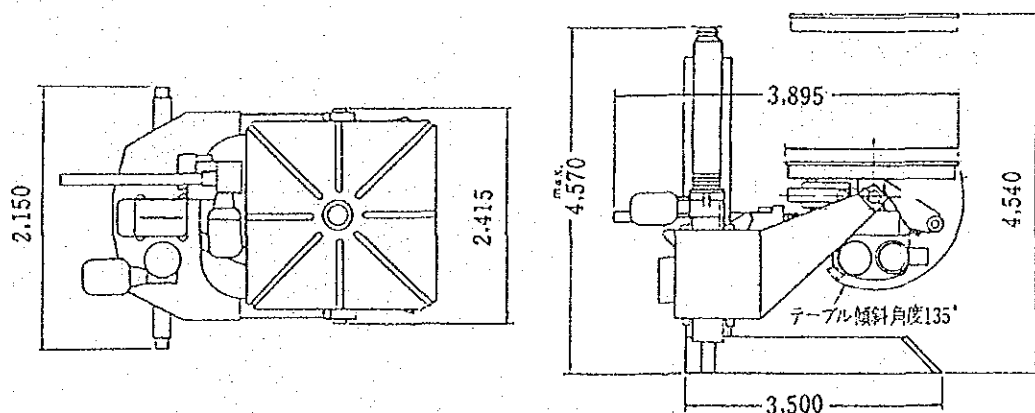


図 6-1 (b) 万能型ポジションナの一例 (20TON)

ポジションナの取付けで大切なことは、締付けを十分行うこと。また製品の偏心度に応じて積載加重が減ってくるから、この点をよく考慮しないと荷重オーバーで、事故の原因となるので注意を要する。

(2) 専門ポジションナ

溶接ポジションナは一般に溶接装置の組合わせ、被工作物の形状重量その他を考慮して、専用化した方が能率がよい場合が多く、専用ポジションナが実用化されている。図6-2に示すものは一番簡単な例で、溶接取付治具と組合わせたもので、簡単に手動操作できるものの一例である。

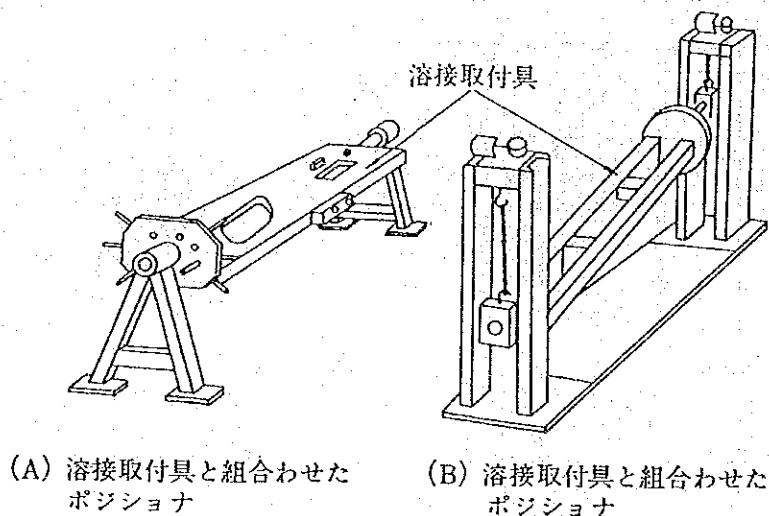


図6-2 簡易ポジションナの一例

図6-3にも示したように、すみ肉溶接を下向にすることは、極めて自動溶接化するのに都合のよいことである。ターニングロールと組合わせることによりクレーンの使用回数が減少できることも一つの大きな利点である。図6-3はI型枠用専用ポジションナの一例である。

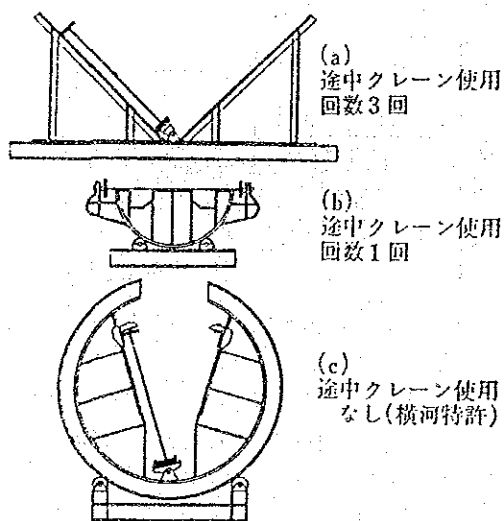


図6-3 I型枠溶接用各種
ポジションナの一例

6-4 ターニングロール、ターニングテーブル

ターニングテーブル、ターニングロールも現在溶接の主要設備として、数百TON級の巨大なものまで実用化されている。ターニングロール、ターニングテーブルとも、それ自体では単に製品の回転にしか役立たないが、マニプレータその他自動溶接機と組み合わせることにより、大きく溶接の自動化に貢献してきている。

ターニングの一般構造は図6-4に示すように、ローラおよびローラを駆動、従動させるベッドと駆動モータ部分から構成されている。取扱い管理上、とくに問題となるのは駆動ベッドと従動ベッドの平行度、ローラ軸受台とベッドの摺動部の精度保持で、正確に被工作物をおかないとスリップその他の送りがかかってしまい、十分な機能を発揮することができなくなる。このため一般にローラはソリッドゴムタイヤをはめ込んだものが使用されている。一般にターニングテーブル、ローラとも駆動モータは速度可変機構を有しており、管理上もこの電気系部分の故障が多いので取扱いには注意を要する。

ターニングテーブルの一般構造は図6-5に示すように、テーブルをギヤその他で伝導する方式を採用しており、駆動電動機の機構はターニングロールと同じ無段変速機構がとられている。

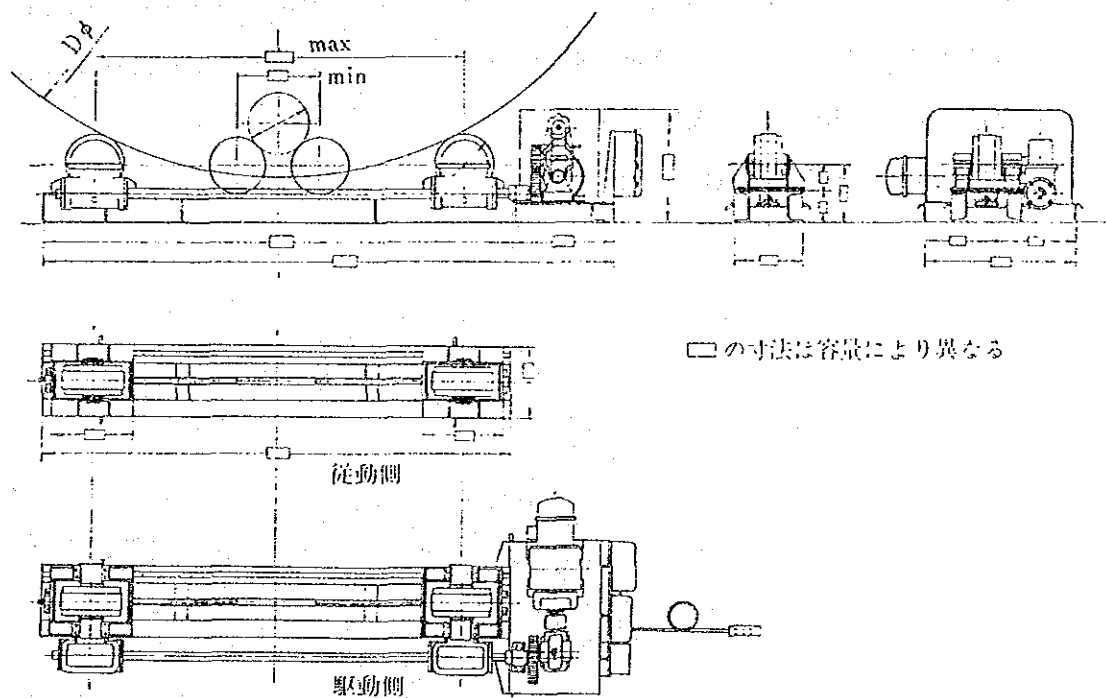


図6-4 ターニングロールの構造の一例

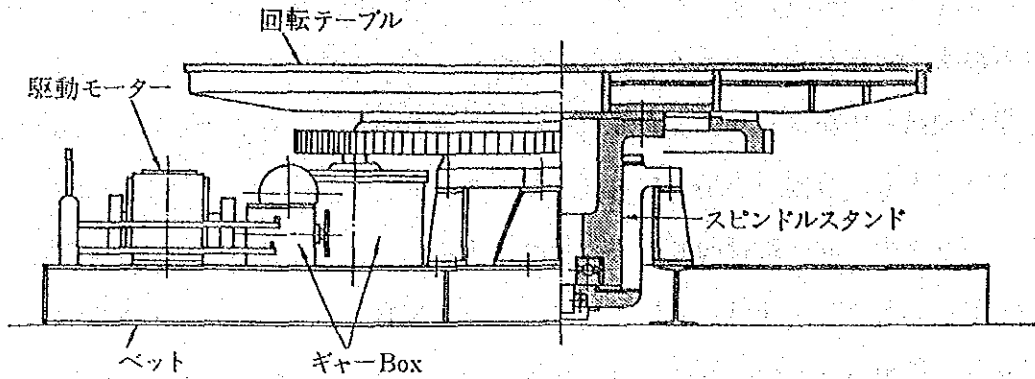


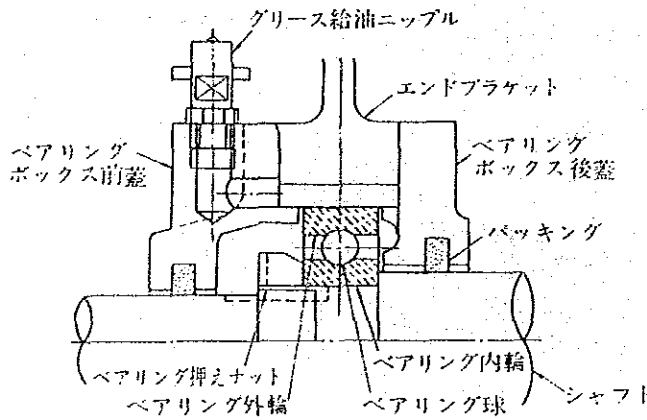
図6-5 ターニングテーブルの構造

6-5 溶接治具の取扱い管理基準

溶接治具の取扱管理基準も一般工作機械なみに、それぞれ取扱説明書をもとに規定された保守管理基準により行われることが望ましい。とくに大形治具については工作物が落下したり、また作業者が絶対にけがのないように、まず安全管理を主体にしてきめなければならない。

回転機構の多いポジションナ類に関しては潤滑給油関係の保守管理がとくに重要である。電動機に使用されているコロガリ軸受のように、ベアリングを使用した軸受については、次に述べるような保守が必要である。

(1) ベアリング軸受の調査項目



- ① グリースの材質不良
- ② グリースの詰め過ぎ
- ③ 詰め不足
- ④ グリース内にゴミが混ったとき
- ⑤ 取付、組立の際のコジレ
- ⑥ 遊隙の過小
- ⑦ ローラボール、軌道面の傷
- ⑧ リテーナの音
- ⑨ ハクリおよびカジリ
- ⑩ 外輪、内輪の変形
- ⑪ 相手側機械との直結不良
- ⑫ バランス不良
- ⑬ 温度による軸延びのハリあい
- ⑭ グリースの劣化
- ⑮ その他

図6-6 軸受部の構造

図6-6に軸受部の一般構造例および保守運転中の点検項目を示す。

(2) グリースの補給

グリースの寿命については軸受のタイプによっても異なるが、実際の補給については機械の荷重、温度の差、ゴミの多寡機械の振動その他を考慮して、1～3ヵ月に一度は給油することが望ましい。

グリースの注油は運転中に行うのが望ましく、グリースの選定その他は取扱説明書による。

V-1-付6 ステップ式自主保全の展開

中嶋清一 著 日本プラントメンテナンス協会編

「TPM展開プログラム」より抜粋

(1) 自主保全展開ステップの概要

表1に自主保全展開のステップとその概要を示す。ここに示す内容は、保全活動に対する運転部門の役割分担をできる限り満足するよう十分な吟味がなされたものである。

この自主保全展開の方法は、全般を七つのステップに分けてあり、第1～3ステップでは自主保全のもっとも重要な役割である基本条件の整備に重点をおき、第4～5ステップでは整備点検の徹底した実施とその後の維持定着に大きなウエイトをおいている。したがって、第1～5ステップは、設備に強いオペレーターの育成と実質的な故障低減効果をねらいとしている。

続く第6～7ステップでは、設備周辺の問題をも含めた改善活動へと活動の重点を移し、その中で5ステップまでに身につけた意欲と能力をさらに発展させ、現場の第一線を真に自主管理のできる力強い体質に作り上げることを主要なねらいとしている。

(2) 自主保全の展開を成功させる12のキーポイント

自主保全の展開ステップを成功させるためには、いくつかの守らなければならないポイントがある。そのポイントについて簡単に述べる。

1) 導入教育

自主保全のステップを実施する前に、TPM (Total Productive Maintenance) の展開内容と、その中での自主保全の役割について、関連するすべての部門およびトップから第一線監督者に至るまで、徹底した教育（導入説明会）を行うこと。

2) 部門間の協調

自主保全の展開にあたって、運転部門はもちろんのこと、保全・設計・生産技術部門、あるいは人事・総務・経理部門など、関連する部門が運転部門にどのような援助・協力をすべきか、各管理者（部・課長）間で合議を重ね、コンセンサスを形成しておくこと。

表1 自主保全展開のステップ

ステップ	名称	活動内容	設備面からのねらい（現場診断のポイント）
第1	初期清掃	設備本体を中心とするごみ・汚れの一斉排除 (不要部品の撤去)	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみ・汚れによる環境ストレスを排除し、強制劣化を防ぐ。 ・ごみ・汚れを排除し、点検、修理の品質を上げ、時間短縮を図る。 ・潜在欠陥の顕在化と摘出・処置
第2	発生源 困難個所対策	ごみ・汚れの発生源、飛散の防止や清掃・給油の困難個所を改善し、清掃・給油の時間短縮を図る。	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみ・汚れの発生、付着を断ち、設備の固有信頼性を向上させる。 ・清掃・給油の改善をとおして保全性を向上させる。
第3	清掃給油基準の 作成	短時間で清掃・給油・増締めを確実に維持できるよう行動基準を作成する。 (日常、定期に使用できる時間枠を示してやる必要がある)	<ul style="list-style-type: none"> ・設備保全の基本条件（劣化を防ぐ活動）である清掃・給油・増締めの3要素の維持を図る。
第4	総点検	点検マニュアルによる点検技能教育と総点検実施による設備微欠陥摘出と復元。 点検のやりやすい設備への改善。	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の主要部分を外観的に総点検し、劣化を復元して、信頼性を向上させる。 ・部品番号銘板、色刷、サーモテープ、ゲージ、インジケータ等を工夫し、点検のしやすい設備にする。

表1 自主保全展開のスナップ（続き）

ステップ	名称	活動内容	設備面からのねらい（現場診断のポイント）
第5	自主点検	<p>自主点検チェックシートの作成実施。</p> <p>（清掃基準、給油基準、点検基準をうまくマッチングさせ活動の効率化を図る）</p> <p>操作信頼性の向上。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・総点検による劣化復元状態の確実な維持。 ・目で見える管理を工夫することにより、清掃・点検・給油の効率化を図る。 ・設備の役割、人の役割を見直し、異常状態を明確にする。 ・操作性のよい設備に改善する。
第6	整理・整頓	<p>各種の現場管理項目の標準化を行い、作業の効率化と品質。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全の確保を図る。 ・段取改善と仕掛在庫の削減。 ・現場の物流基準。 ・データ記録の標準化。 ・予備品および材料、仕掛品、製品、型治工具の管理基準等。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設備、その他のレイアウトの見直しと改善を行う。 ・仕掛品、不良品、型治工具、測定具、運搬具、通路などの維持管理の標準化および現場のすべてに目で見える管理の徹底を図る。
第7	自主管理の徹底（個別対策）	<p>会社方針・目標の展開と、改善活動の定常化。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・各種データを解析し、設備のダイレクトな改善による設備信頼性・保全性・操作性の向上。 ・データに基づいて設備の弱点を明確にし重点的改善を行い、設備寿命と点検周期の延長を図る。

自主保全サークル活動の進め方の例

<p>人間面からのねらい（サークル活動診断のポイント）</p>	<p>管理者・スタッフの指導・援助</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・設備に手をふれることによって、設備になじみ、愛着心をもたせ、設備に対する疑問や好奇心を引き出す。 ・サークルの場で実施することによってリーダーのリーダーシップを学ばせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみ・汚れと設備劣化、保全性の関係の教育をする。 ・清掃重点個所と清掃・給油・増締め的重要性を教える（ボルト・ナット・給油マニュアルによる教育） ・“清掃は点検なり”の意味を教える。
<ul style="list-style-type: none"> ・身近なことから改善を手がけ、設備改善の考え方、進め方を学ばせる ・サークルによる改善対策の芽を育てる。 ・改善の喜びを味あわせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・改善のアイデアを活かし、具体化のヒントを与える。 ・依頼工事の迅速な処理を行う。 ・含マーク、給油ラベルなど、目で見える管理の実施を指導する。
<ul style="list-style-type: none"> ・自ら基準を作成することによって、基準を守り、守ることの重要性（管理とは何か）を学びとらせる。 ・一人ひとりが自分の役割意識を身につける（チームワーク） 	<ul style="list-style-type: none"> ・清掃基準のフォームや書き方についてヒントを与える。 ・給油基準作成に対して技術的援助を行う。
<ul style="list-style-type: none"> ・点検教育実施訓練により設備機構、機能、判定基準を学び、点検技能を身につける。 ・簡単な不具合処置法を実地に学ぶ。 ・リーダーは教えることによってリーダーシップを、メンバーは教わることによってメンバーシップを身につける。 ・総点検データをまとめ、データの有効性を学ばせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・総点検マニュアル、トラブル事例を作成し、リーダーに対して点検教育訓練を行う。 ・点検スケジュールを作成する。 ・不具合摘出による依頼工事を迅速に処理する。 ・簡単な不具合処置法を実地で教える。 ・点検のしやすさ（目で見える管理）を工夫してやる。 ・データ収集・解析の指導。 ・リーダーを保全計画立案に参画させる。

自主保全サークル活動の進め方の例（続き）

<ul style="list-style-type: none"> ・総点検マニュアルとデータに基づき、自ら日常・定期点検チェックシートを作ることにより、自主管理の芽を育てる。 ・時系列的データ記録の必要性を感じとらせる。 ・正しい操作、異常とは何か、どう対処すべきかを学ばせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・点検重点個所、点検周期などについて、データの見方をまじえてヒントを与える。 ・点検チェックリストのフォーム、書き方についてヒントを与える。 ・操作標準、トラブルシューティング・マニュアルなどの作成、教育に技術的援助を行う。
<ul style="list-style-type: none"> ・各種管理項目の標準化により、自主管理の範囲を拡大する。 ・標準化とデータの把握から、基準そのものの向上を目指す改善の必要性を認識させる。 ・管理・監督者の本来の任務（基準そのものの向上とそれを守らせること）を身につけさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・サークルや部門の要請に応じて、標準化に対する技術的援助を行う。 ・IE・QCの分析、改善手法および目で見える管理の手法などを教える。
<ul style="list-style-type: none"> ・目標意識の高揚を図り、保全コストを含めた徹底したコスト意識を身につけさせる。 修理技能教育訓練により、簡単な修理は自ら行う力を身につけさせる。 ・データの記録・解析・改善技術を学ばせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設備改善に対する技術的援助。 ・修理技術の教育訓練。 ・設備改善検討に参画し、サークルとともに改善を推進する。 ・改善内容を標準化する。

3) サークル活動主体

活動の主体を全員参加による重複小集団組織におき、サークルリーダーは職制と一致させること。重複小集団組織とは、たとえば、まず第一線の班長を中心にTPMサークルをつくる。サークルメンバーが多いときには、サブサークル、ミニサークルとグループ分けし、メンバー数が5～10名程度になるようにする。そして、班長は係長をリーダーとする小集団のメンバーに、係長は課長をリーダーとする小集団のメンバーに、課長は工場長をリーダーとする小集団のメンバーになる。また、工場長は部門長・工場長をメンバーとする全社TPM推進委員会のメンバーになる。

このように、職制にそって推進機構をつなぐのである。このような機構を“全員参加の重複小集団組織”とよび、各段階の小集団リーダーは、上位の小集団のメンバーになり、上下の小集団をつなぐ連結ピンの役割を果たす。

これらの推進機構を運営してゆくために、上部推進委員会に事務局を設け、また必要に応じて、専門委員会や各段階の小集団にPM推進担当者をおいて、職制が行うTPM推進業務を援助させる場合が多い。

4) 仕事そのもの

自主保全展開の諸活動は、仕事そのものであるという認識を徹底させること（自由参加による時間外だけの活動ではない）。“自主保全は自主管理活動であるから、仕事とは別のものであり、本人の自主性にまかせるべきで、上位者は何も口をさしはさんではない”というとんでもない誤解をしている管理者を見受ける。これは、自主という美名にかくれた管理者の責任放棄であり、このような管理者のもとではサークル活動が活性化するわけがない。

自主保全活動は、設備の点検・手入れなどの日常保全の励行と、これらをベースとする改善活動によって企業目標の達成を目指すものであって、まさに仕事そのものである。

また、自主管理活動を行うには、一人ひとりが、それができるだけ能力、意欲、活動環境が必要であり、この面からも上位管理者は、日常の業務遂行に対するのと同じように、下位集団の能力と意欲を高めるための強力なリーダーシップと活動環境（やる場）を整えるための援助に、大きな努力をはらわなければならないのはとうぜんのことであろう。

5) 実践主義

形や理屈にとらわれず、実践活動に重点をおき、体で学ぶことに主眼をおくこと。

6) 教育訓練

ステップごとにそのねらいに応じた徹底した教育訓練を織り込むこと。

7) 実質的効果

ステップごとにそのねらいに応じた具体的なテーマや目標を与え、実質的効果が得られるような改善活動を織り込んでゆくこと。

8) 守ることは本人が決める

清掃・給油・点検・段取り・操作・整理整頓など、標準・基準はサークル活動をとおして自ら作成させ、自主管理の能力を身につけさせること（作成するだけの能力は、教育訓練によって身につけさせなければならない）。

9) 自主保全診断

ステップごとに管理者・スタッフ層による自主保全診断（サークル活動と設備の診断）を行い、管理者・スタッフは現場の実態をよくつかみ、サークルへの指導・援助を行うとともに、サークルにはステップごとに達成感を味あわせること。

自主保全診断の目的は、自主保全活動が、当初の目的にかなうよう推進されているかどうかを、指導的立場にある集団（主として課・係長集団）が、サークル活動の進め方や現場の実態を診断をとおして把握し、サークル個別にサークルのもつ悩みや問題点を明らかにして、指導方針や指導・援助の内容を検討し実施してゆくことである（重複小集団における上位集団の活動）。

したがって自主保全診断は、サークルを活性化させるために、診断者である上位集団のメンバーが自ら何をなすべきかを明らかにすることが目的であって、サークルに対して問題点を指摘することにだけ終始するようなものであってはならない。自主保全診断のサイクルを図2に示す。

10) モデル先行

モデル設備、あるいはモデルサークルを選び、1ステップ先行させることによって、管理者はサークル活動の指導・援助のポイントをつかみ、他サークルにはモデルの実態を示して進め方を理解させること。

11) 迅速な工事処理

自主保全活動によって摘出された不具合点の処置や改善項目の実施は迅速に行わなけ

ればならない。

これらの工事の大半は保全部門へ依頼されることになるが、保全部門では、自部門で計画した工事のほかに、このような自主保全からの膨大な依頼工事も処理しなければならず、かなりの高負荷となることが予想される。しかし、自主保全からの依頼工事を迅速に処理できないとなれば、実態はいつこうによくならず、自主保全は進まないばかりか、サークル活動は活性化せず、失敗するのは目にみえている。

したがって、保全部門では工事処理の効率化を考え、人員編成やシフトを再検討したり、残業、休日出勤あるいは外注の活用など、あらゆる努力をして迅速な工事処理に専念しなければならない。

12) 徹底せよ

各ステップの活動は徹底させることがもっともたいせつである。中途半端に短期間にステップを追ってゆくと、形ばかりで能力が身につかず、現場には何も定着しない。

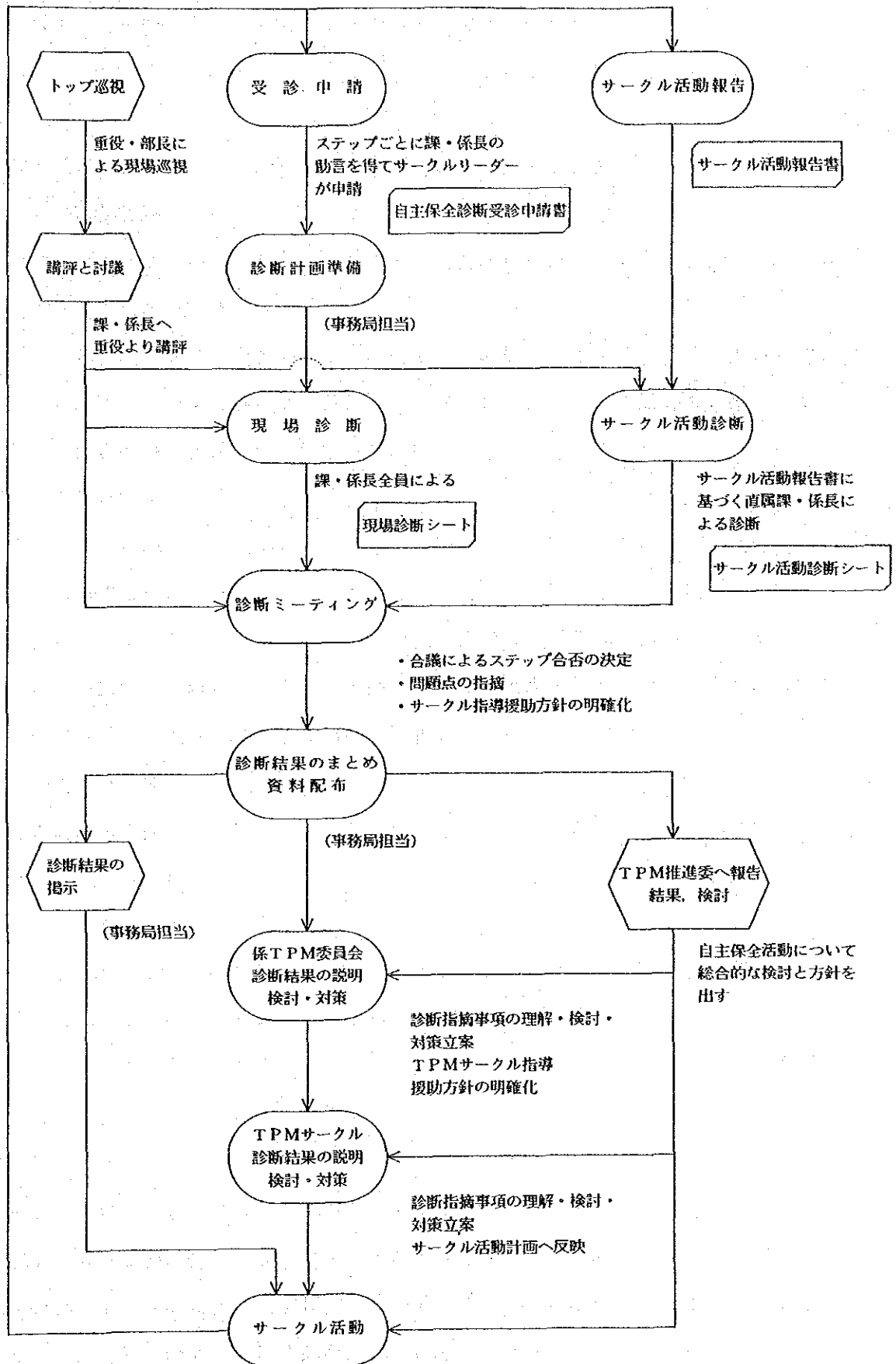


図2 自主保全診断のサイクル

V-2-付1 焼入れ油の保全管理

日本工業規格（JIS）より抜粋

焼入れ油の保全管理は図1の要因図に示す各項目を管理することにより全うできる。

1. 焼入れ油の性状管理

使用中の焼入れ油は定期的（3～4ヵ月ごと）に採油し性状をチェックすることにより安定した熱処理作業が実施できる。

ただし、水分混入または火災発生などの緊急の場合はそのつど採油し、要点のみ調査する必要がある。使用中の焼入れ油の性状とその更油時期については過去の試験データから表1の限界値が得られたので、更油時期の検討の参考とすること。

2. 補充油の管理

焼入れ油槽の規定油面より油面がさがらぬよう補充し、1回の補充量は全油量の5～10%以内が適当である。ドラム中味を一部補充に使用したドラムは水分が混入しないよう、屋内に保管することとし、やむなく屋外に保管する場合はドラムを横置きにすることである。立てて保管した場合は、ドラム上面にたまった雨水などが気温の低下とともにドラム内圧が低下し、栓のすきまから水分を吸収してしまうので注意すること。

3. 焼入れ油槽清浄管理

- 1) できれば年1回タンク底分、クーラーなどを清浄すること。
- 2) スラッジ量が0.15%～0.3%近くなればタンク底分には析出スラッジとスケールが多くなり水分の吸収を助長する

すなわち水分……焼割れ、ヒズミが多くなる。スラッジ……冷却性能が低下するなどの場合が多いので焼入れ油槽の清浄を行うこと。

- 3) フィルターを設置して濾過処理を定期的に行うことにより焼入れ油槽の清浄が簡単にすむようになる。

4. 使用油温管理

- 1) 低温焼入れ油の場合は40℃～90℃の範囲で一般に使用する。
- 2) 高温焼入れ油の場合、規定されている使用油温を十分に管理すること。油温指示計の管理が不十分のため油温が規定よりも約10℃～20℃高い場合は、油の寿命が半減することもあるので、月に2回程度油温指示計のチェックも必要である。

5. 前洗浄および汚染管理

熱処理素材に付着した防錆油、工作油などは焼入油を汚染して劣化を促進する。

なお洗浄方法には

- a) アルカリ洗浄
- b) トリクレン洗浄およびパークレン洗浄

があるが、油脂分が多い工作油、金属石鹼が多い防錆油およびグリースは、数回トリクレンの蒸気洗浄を行わないと効果が少ないので、軽油洗またはアルカリ洗いとを併用すべきである。

一般には熱処理前にトリクレン蒸気洗いをを行い、熱処理後はアルカリ洗浄またはトリクレン洗浄を行っている場合が多い。なお油脂分、防錆油などの洗浄不備の場合、光輝性を低下させ、あるいは浸炭ムラの原因となるので注意すること。

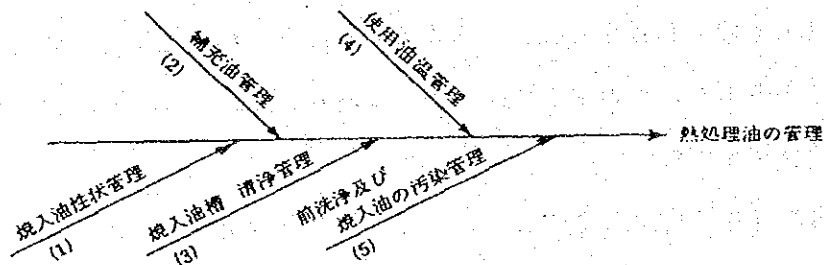


図1 焼入油の保全管理

表1 焼入れ油の限界値

(A) 低温焼入油の場合

試験項目	更油基準となる使用限界	更油採点
粘度 cst @40℃ @50℃	新油+7以上 新油+8以上	0.5
引火点 (COC) °C	170 以下	0.5
	160 以下	1.0
水分 vol %	約 0.1	0.5 (焼入ヒズミの発生)
	約 0.1 ~ 0.5 以上	使用中止 (焼割れ発生)
スラッジ wt %	0.15~0.3	0.5~1.0
冷却曲線 (油温80℃) 800~300℃までの時間	9秒以上	0.5
残炭 wt %	0.5~0.7 以上	0.5

■ 更油時期

更油採点の合計	対 策
0.5 以上	要 注 意
1.0 以上	現場における熱処理状態を総合的に検討して 更油を決定する。

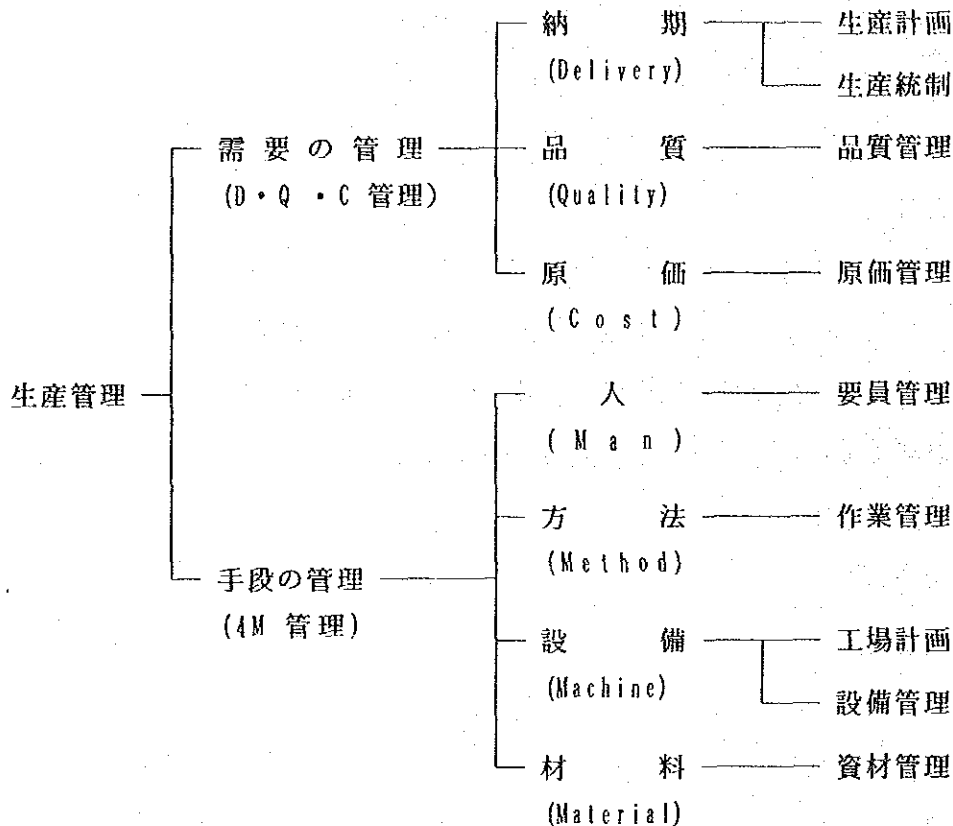
(B) 高温焼入油の場合

試験項目	更油基準となる使用限界	更油採点
粘度 cst (@ 100℃)	32.2~35.8 cst	0.5
引火点 (COC) °C	220 以下	0.5
	200 以下	1.0
残炭 wt %	約 1.5 以上	0.5
スラッジ wt %	約 0.3 以上	0.5
水分 vol %	0.05以上	使用中止
冷却曲線 (油温150℃) 800~300℃までの時間	15秒以上	0.5
光輝度 (SUJ-2)	0.4 以下	0.7

- 1 生産管理の体系
- 2 生産方式と管理
 - 2-1 生産方式の区分
 - 2-2 受注生産 — 多品種少量生産 — 個別生産 — の問題点
 - 2-3 見込生産 — 少品種多量生産 — 連続生産 — の問題点
 - 2-4 中品種中量生産 — ロット生産 — の問題点
- 3 生産計画・生産統制
 - 3-1 生産計画
 - 3-2 生産統制
- 4 品質管理
 - 4-1 品質管理の意義
 - 4-2 品質の管理
 - 4-3 統計的品質管理（統計的手法）
- 5 作業管理
 - 5-1 作業管理の意義
 - 5-2 方法研究
 - 5-3 時間研究
- 6 工場計画・設備管理
 - 6-1 工場計画・設備管理の意義
 - 6-2 工場計画
 - 6-3 設備管理
- 7 原価管理
 - 7-1 原価管理の意義
 - 7-2 製造原価の内容
 - 7-3 原価低減の方法

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いる良い効果をあげていることが必要となる。

2 生産方式と管理

2-1 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なになる。

(1) 製品の性質による生産方式の区分

- ・機械工業
- ・装置工業

(2) 注文による生産方法の区分

- ・受注生産
- ・見込生産

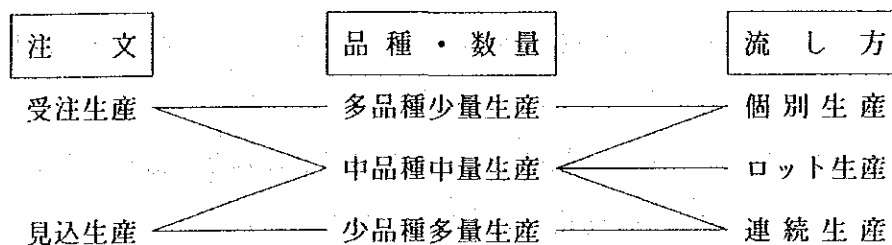
(3) 品種・数量による生産方式の区分

- ・多品種少量生産
- ・中品種中量生産
- ・少品種多量生産

(4) 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

実際の生産活動はこれらの組合せによる形態となるが、一般的には次のような組合せになる場合が多い。これらの形態にはそれぞれ管理上の特質があり、それを無視すると生産手段が効率的に活用できず、工程が混乱して結果的には品質、原価、納期に対し重大な影響を及ぼすことにもなる。



次にこれらの生産形態の一般的な問題点と管理の重点を示すと以下のようなになる。

2-2 受注生産 — 多品種少量生産 — 個別生産 — の問題点

- ① 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。
- ② 得意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。
- ③ 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。
- ④ 設計点数が多くなり、設計ミス (Miss) や設計の遅れが多くなり、自社工程を混乱させる。
- ⑤ 段取替が多くなり、人や設備の稼働率が低下する。
- ⑥ 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 (Cost) 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・作業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・作業の各段階においてできるだけ標準化し、多品種少量を少品種多量化すること。

2-3 見込生産 — 少品種多量生産 — 連続生産 — の問題点

- ① 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
- ② 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。
- ③ 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、能率や生産性を大幅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、すべて計画段階にあり、いかに精度の高い計画を設定するかがポイント(Point)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。

2-4 中品種中量生産 — ロット生産 — の問題点

この形態においては生産ロットサイズ(Lot size)によって前記二つの形態の性質に近くなるので一概に問題点を指摘することはできないが、生産ロットサイズと段取替回数・仕掛品との間に次のような関係がある。

- ① ロットサイズを大きくすると段取替回数は減少するが、仕掛品が多くなり生産期間が長くなる。
- ② ロットサイズを小さくすると仕掛品が少なくなり生産期間は短縮されるが、段取替回数が多くなる。

したがって、仕掛品の量と段取替回数は逆相関関係にあり、ロットサイズの決定には所要の生産期間内において、いかに最低のコストで生産するかといった最適の経済ロットサイズの決定が、この形態の場合、重要となる。

<経済的ロットサイズの基本方式>

$$Q = \frac{2 \cdot P \cdot S}{C \cdot i}$$

Q : ロットサイズ

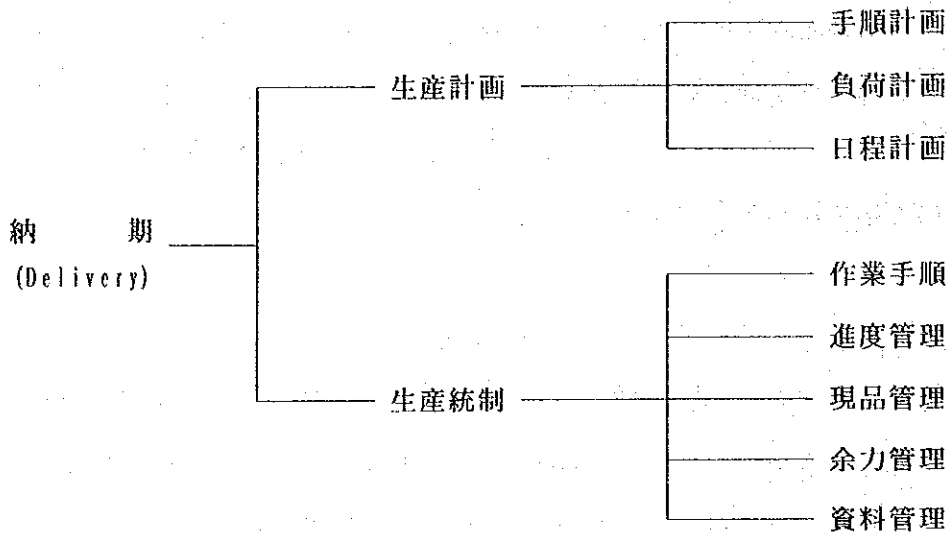
P : 段取替損失

S : 総生産量

C : 仕掛品単価

i : 仕掛品在庫維持費率

3 生産計画・生産統制



3-1 生産計画

生産計画を広義に解釈すれば、前述の「需要の管理」と「手段の管理」における総合的な計画を示す。狭義に解釈すれば「需要の管理」における「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。

生産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、これは生産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。

(1) 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。

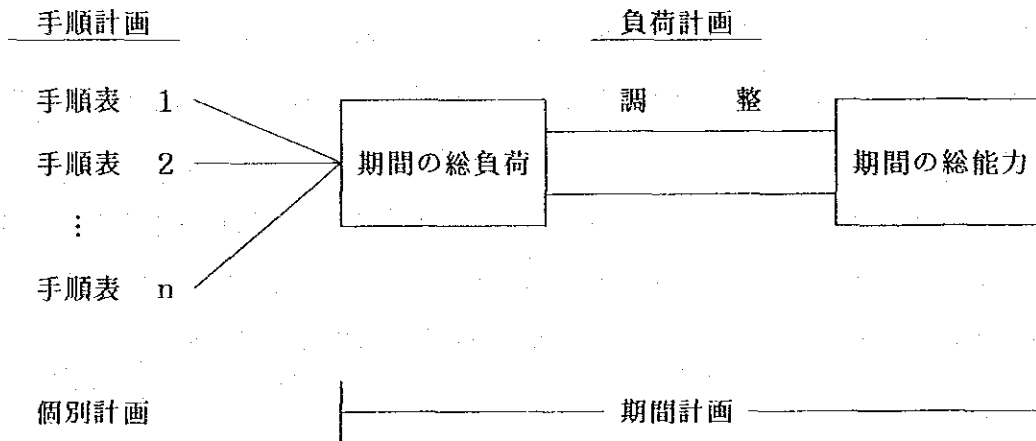
手順計画の具体的な内容は次のようなものがあるが、これは手順として一品一葉形式

でまとめられる。

- 1) 内外作の決定
- 2) 作業手順（工程）の決定
- 3) 作業方法の決定
- 4) 作業条件の決定
- 5) 標準時間の決定

(2) 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。



< 負荷・能力の算定 >

① 負 荷

$$\text{負荷} = \frac{\text{製品単位当り標準時間} \times \text{期間生産量}}{1 - \text{不良率}} \quad (\text{工数})$$

② 能 力

$$\text{作業能力} = \text{人数} \times 1 \text{人当り期間作業時間} \times (1 - \text{欠勤率}) \quad (\text{工数})$$

$$\text{機械能力} = \text{台数} \times 1 \text{台当り期間稼働時間} \times (1 - \text{故障率}) \quad (\text{工数})$$

< 負荷の調整法 >

① 過負荷（能力以上の負荷）の場合

- ・ 残業休日出勤
- ・ 他職場からのリリース（Relief）
- ・ 臨時工の採用
- ・ 外注利用

② 余力（余力＝能力－負荷）発生の場合

- ・ 製品・仕掛品在庫の活用
- ・ 他職場へのリリース
- ・ 外注の内製化

(3) 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・各作業別、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。

3-2 生産統制

生産統制とは、生産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、実質的にはこの生産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。

生産統制がうまく実施されないと、当初の生産計画の狙いとするものが達成されず、逆に生産計画が不備であると生産統制はその目標を失ない工程が混乱してしまう。生産計画と生産統制は密接不可分の関係にある。

生産実績が計画との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・作業者の欠勤・不良の発生等の突発的な事故が発生した場合。

生産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。

(1) 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当てることで作業のための材料や治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。

個別生産の作業手配には差立板が使用される。これは、作業員別・機械別に作業中、次作業、準備中というポケット(Pocket)がある板で、これによって作業手配を行う。

(2) 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。

生産統制の目標は納期の確保にあるため、この進捗管理は生産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。

(3) 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。

(4) 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待ちの発生や進度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。

具体的な調整の方法としては負荷計画（前述）で示したような事項によってなされる。

(5) 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。

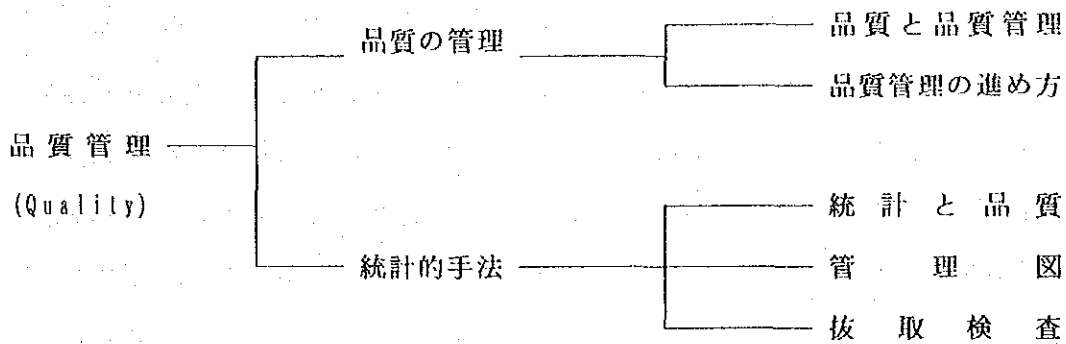
この実績資料を管理するものがこの資料管理である。またこの資料は次の計画へフィードバック(feed back)され、次の計画設定の重要な資料ともなる。

中小企業など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を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（生産量など）
- 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

4 品質管理



4-1 品質管理の意義

品質管理とは「需要の管理」のなかの品質について管理するものである。すなわち、市場ないし顧客の要求する品質の製品を作る管理活動であり、それは生産諸手段の活用によって達成されるものであるから、目標とする品質の製品を合理的に作る管理活動でもある。

品質管理の意義をまとめると、以下のようなになる。

- 1) 市場ないし顧客の要求する製品の品質を把握すること。
- 2) それを合理的に作り出すこと。
- 3) 作った製品の品質を市場ないし顧客に対し保証すること。

これから、品質管理の目標は品質の保証にあり、この目標に応じて種々の管理がなされていくのである。

ここでは、生産活動のなかの「品質の管理」という側面と、この代表的な技法である「統計的品質管理」(SQC)という側面から示したい。

4-2 品質の管理

(1) 品質と品質管理

品質とは、その製品が他の製品と区別できる性質のことである。そして、この品質は多くの品質特性によって構成されている。例えば、クーラー(Cooler)ならば、冷房効果の高いもの、消費電力が少ないもの、小さくて軽いもの、など一つ一つが品質特性であり、それらを総合的にみたものが品質である。品質特性を数値で表したものを品質特性値といい、品質特性はできるだけ品質特性値で表した方が明確になる。

品質特性は、市場ないし顧客が要求する品質であるところの「真の特性」と、その原

因になっているところの「代用特性」に分けられる。

また、製造段階における品質には、当初設計段階で狙いとする「設計品質」と、実際に生産されたできばえの「適合品質」がある。

一般に設計品質どおりに生産することは困難であり、適合品質は設計品質より品質レベル(level)は低くなるが、品質保証レベルよりは高くなければならない。

品質管理は、品質の特性と目標とする品質レベルを明確にして、設計 — 調達 — 作業の各段階において合理的な活動によって達成されるが、この場合、次のような効果が生まれる。

- 1) 品質の向上・不良率の低減
- 2) 生産性の向上
- 3) コスト(Cost)の低減
- 4) 納期の確実化
- 5) 顧客からの信用向上
- 6) モラル(Moral)の向上

(2) 品質管理の進め方

品質管理を効果的に進めていくためには、以下のようなことが重要である。

- 1) 方針の明確化と確立……品質管理の成否のポイント(Point)はその方針にあるが、まず経営方針のなかで品質管理を明確に位置づけ、そこから品質レベルや管理活動の方針を展開し確立させる。
- 2) 全社的組織活動の展開……品質管理はライン(line)によるものとスタッフ(Staff)によるものがあるが、それぞれの機能を有機的に結合し、さらに全社的な統一された活動として展開する。
- 3) 品質管理制度の確立……品質管理についてその組織や局面に応じて制度や手順を明確化・成文化して品質管理活動をシステム(System)化する。
- 4) 品質管理教育の実施……品質の維持・向上は従業員一人一人の品質意識によって支えられるものであり、その技法を習得するための教育訓練を実施する。

4-3 統計的品質管理(統計的手法)

(1) 統計と品質

統計学とは種々の集団やそのサンプル(Sample)についての統計的な規則性を分析する

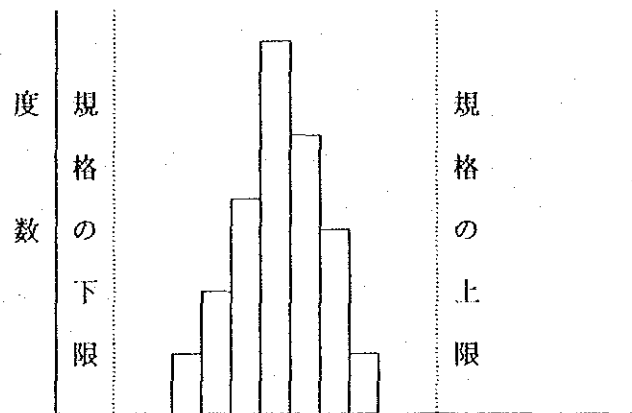
ものであるが、これを品質管理に応用したものが統計的品質管理である。

この方法によって、検査をはじめとする品質管理の諸活動の効率性や精度を著しく高めることができたが、これはあくまで品質管理を合理的にする一手法であって、品質そのものを積極的に高めるすべてではない。

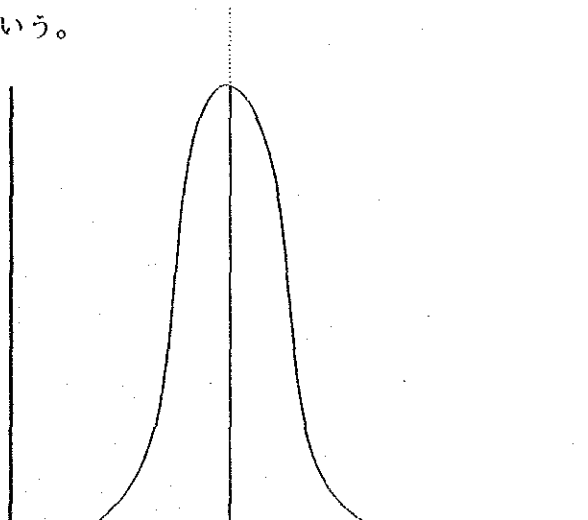
統計的品質管理では種々の品質特性値を測定し、それを統計学的に分析することによって行われる。したがって、統計的品質管理ではデータ (data) の測定から始まる。

データをまとめるための諸概念を要約すると、次のようになる。

- 1) 度数分布 (ヒストグラム) ……測定値をそのバラツキの範囲内で等間隔に分け、その区分内の度数を柱状図に表わしたもので、この分布状態と規格の限界からそのバラツキの原因を分析し、そのためのアクション (Action) をとることになる。なお、ヒストグラムを曲線化したものを度数分布曲線という。



- 2) 正規分布 ……一般にデータを数多くとると一定の値から左右対称に下图のような“つりがね”状の分布を示す。これは偶然原因によるバラツキの場合に分布するが、これを正規分布という。



3) 分布の位置

- (a) 平均値 — 測定値の算術平均
- (b) メジアン (median) — 測定値を大きさの順に並べたときの中央値

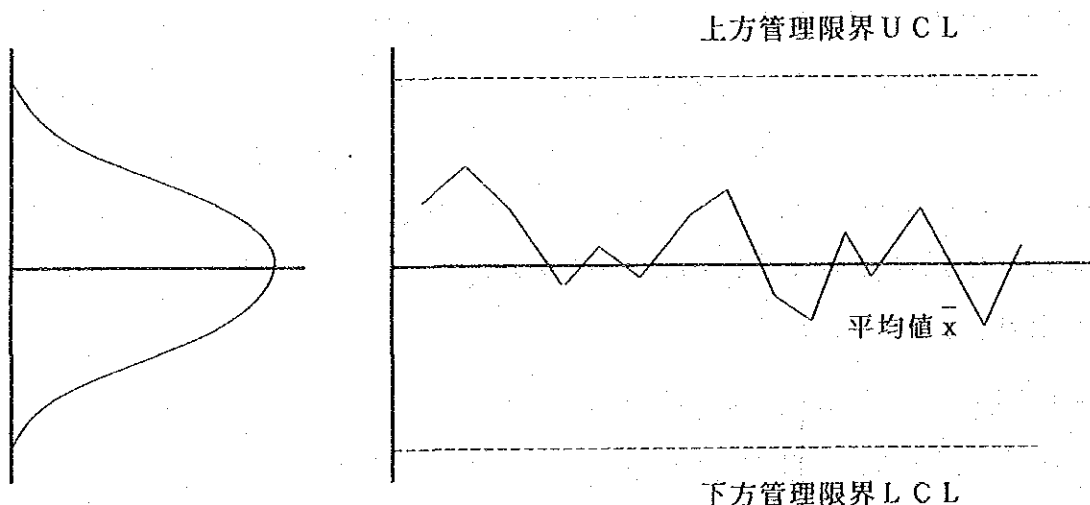
4) 分布のバラツキ (deviate)

- (a) 範囲 — 各測定値の最大値と最小値の差
- (b) 偏差平方和 — 各測定値の偏差 (平均値と測定値の差) を自乗したものの総和
- (c) 不偏分散 — 偏差平方和を自由度 (測定数から1を引いたもの) で割ったもの
- (d) 標準偏差 — 不偏分散の平方根

5) 3-シグマ (Sigma) 法……正規分布において標準偏差を適当にとると、その中に入る確率を知ることができるが、それを平均値から3をとった場合は0.9974 (99.74%) の確率でその中に入る。この原理を応用したものが3-シグマ法である。

(2) 管理図

ヒストグラムはその分布状態によって品質上の異常を明らかにすることができるが、あるロットをつくってからでないとその結果を知ることにはできない。製造中に短時間のうちに異常を発見し、アクション (Action) をとるのが管理図である。



この管理図が最終的に度数分布を示すことになるが、バラツキが偶然性によるものならば正規分布を示すことになるが、異常原因によるものならば変動に何らかの特性がでて、結果的に正規分布を示さなくなる。管理図はこのような仕組みによってこの工程の状態を時系列的に知ることができる。

なお、この場合管理限界は種々の値で設定できるが、その値によって確率が異なって

くる。2-シグマをとれば、管理限界の外に出た場合95.4%の確率で工程に異常がある。この場合、4.6%の確率で偶然原因によるものであるので、異常がないのに異常だと判断することがある。これを第一種の過誤またはあわて者の誤り・ α 危険などという。逆に異常であっても異常でないと判断することを第二種の過誤またはぼんやり者の誤り・ β 危険という。一般にはこの確率を高めるため3-シグマで設定されることが多い。

管理図に以下のような変動があった場合、工程に異常があるとしてアクションがとられる。

- 1) 点が管理限界の外に出たとき
- 2) 点が管理限界に近づくとき
- 3) 連があるとき（7点以上の連）
- 4) 点が片寄るとき（11点中10点以上、20点中16点以上）
- 5) 傾向があるとき（上昇、下降）
- 6) 周期性があるとき

<管理図の種類>

- ① \bar{x} -R管理図……資料の平均値（ \bar{x} ）と範囲（R）によって長さ・重さなどの計量値を管理するもの。

$$\begin{aligned} \text{管理限界} \quad \bar{x} &: \bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R} \\ R &: UCL = D_4 \bar{R} \\ & \quad LCL = D_3 \bar{R} \end{aligned}$$

（ A_2 、 D_3 、 D_4 は特定の係数）

- ② p管理図……資料の不良率（ \bar{p} ）によって小物や特性値の多いものを計数値で管理する。

$$\text{管理限界} \quad \bar{p} n \pm 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- ③ $p n$ 管理図……資料の不良個数 ($p n$) によって計数値で管理するもので、試料の大きさが一定の場合用いられる。

$$\text{管理限界} \quad \bar{p} \pm 3 \cdot \sqrt{\bar{p} n (1 - \bar{p})}$$

- ④ c 管理図……欠点数 (c) によって計数値で管理するもの。試料の単位が一定の場合用いられる。

$$\text{管理限界} \quad c \pm 3 \cdot \sqrt{\bar{c}}$$

- ⑤ \bar{u} 管理図……単位当り欠点数 (\bar{u}) によって計数値で管理するもの。試料の大きさが一定単位でない場合、単位に区切って用いられる。

$$\text{管理限界} \quad \bar{u} \pm 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

(3) 抜取検査

検査は次工程ないし市場に対し品質を保証するという重要な機能を持っているが、その種類はいろいろとある。そのなかで検査のしかたにより分類すると、全数検査と抜取検査がある。

抜取検査は統計学の原理（前述）を応用したもので、あるロット (Lot) から資料を抜き取り、そのなかで不良個数が一定以上ならばそのロットを不合格とし、一定未満ならば合格とする検査方法である。

抜取検査を用いる場合は、

- 1) 破壊検査の場合
- 2) 連続体の場合
- 3) 検査項目の多い場合

であり、1)、2)のように抜取でないと検査ができない場合と、3)のように検査の労力を省く場合とがある。

抜取検査は、全数検査に比べて検査量が少なく、相対的に検査コストは少なく済むが、不良混入が許される場合のみにしか適用できない。したがって、抜取検査を行った

場合、抜き取りのユラギによって良品ロットを不合格にしたり、不良品ロットを合格にする危険性を内蔵することになる。前者を生産者危険、後者を消費者危険という。

この二つの危険の確率と合格判定個数を示したものがOC曲線である。

<抜き検査の型>

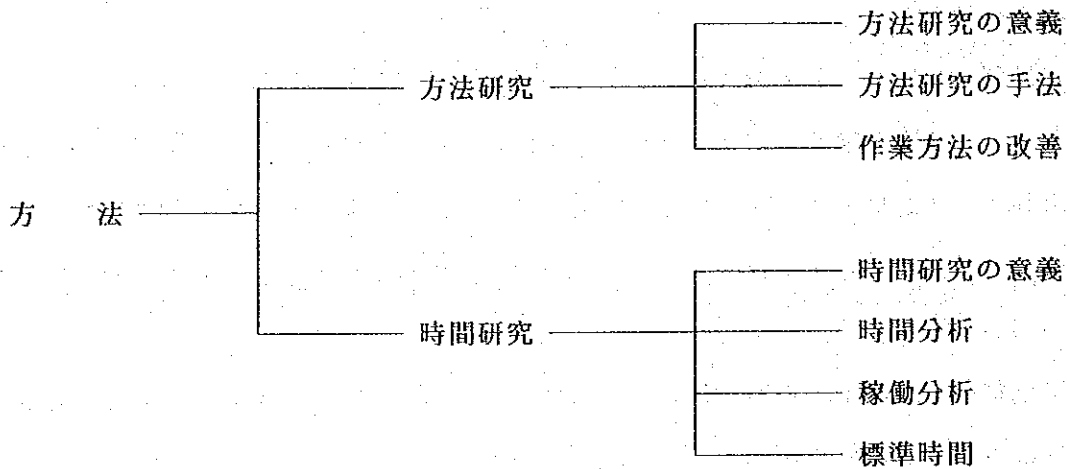
- ① 規準型……原則としてそのロットだけを対象として合・否を判定するもので、生産者危険・消費者危険を一定にし、買い手・売り手双方の利益を保護しようとする方法。
- ② 調整型……緩い・並・きついの3段階の検査を用い、品質の良い売り手に対して緩い検査を、悪い売り手にはきつい検査を実施し、売り手に刺激を与え最終的には無検査を狙いとする方法。
- ③ 選別型……規準型で検査を行い、不合格ロットに対してのみ全数検査を行う方法で、破壊検査には適用できない。
- ④ 連続生産型……ロットを対象とするものではなく、連続的に生産される場合に良品が一定個数続いたら一定数おきに検査し、不良が発生したら一個ずつ検査をする方法。

<抜き検査の形式>

- ① 一回抜き取り……一回の抜き検査でロットの合・否を判定する形式。
- ② 二回抜き取り……一回の抜き検査ではっきりしないロットを二回目の抜き検査の結果を加えて合・否を判定する形式。
- ③ 多回抜き取り……二回抜き検査を拡張した方法で、抜き検査を多数回行い各回までの累計した成績で合・否を判定する形式。
- ④ 逐次抜き取り……ロットから一個ないし一定個数を抜き検査し、その集計を一定基準と比較してロットの合・否が決まるまで抜き取りを行う形式。

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。



5-1 作業管理の意義

作業管理は「手段の管理」のなかの「方法」(Method)に対する管理である。

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ません、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。

5-2 方法研究

(1) 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（治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

(2) 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・停滞に分類し、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。

工程分析は以下のような工程図示記号を用いて分析され、その対象としては、製品に対する製品工程分析、作業者に対する作業者工程分析、事務部門に対する事務工程分析などがある。

<工程図示記号>

加工



運搬



検査



停滞



また、工程分析のための補助手法として以下の分析手法がある。

- ① P Q分析
- ② 経路分析
- ③ 流れ分析
- ④ 相互関連分析

- 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見出し、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なう分析である。

この分析にはサーブリック (Therblig) 分析がよく用いられるが、これは作業を18の基本動作に分解し、すべての作業はこの基本動作によって構成されているため、そのなかで無駄な動作を省くことによって作業が改善される仕組みになっている。

この分析は、目視やVTR・フィルム (Film) などの機器を用いて行われる。

<サーブリック記号>

名 称	略 字	記 号	記 号 の 意 味	分 類
つかむ	G		物をつかむ形 (または磁石)	I
運ぶ	T L		皿にものをのせた形	I
位置を正す	P		ものが手の先にある形	I
組合わす	A		組合わせた形	I
使う	U		使う (Use)の首字	I
分解する	D A		組合わせた形から1本取り去った形	I
しらべる	I		レンズの形	I
手放す	R L		皿をさかさにした形	I
空運び	T E		空の皿の形	I
探す	S h		目でものをさがす形	II
見出す	F		眼でものをさがしあてた形	II
選ぶ	S t		指し示した形	II
用意する	P p		ボーリングの棒をたてた形	II
考える	P n		頭に手をあてて考える形	II
保持する	H		磁石が物を吸いつけた形	III
休む	R		人が椅子によった形	III
避けられないおくれ	U D		人がつまづいてたおれた形	III
避けられるおくれ	A D		人が寝た形	III

- ・ 分類 I は作業に必要な動作
- ・ 分類 II は作業の準備のための動作
- ・ 分類 III は作業に不必要な動作

(3) 作業方法の改善

作業方法の改善は工程・作業・動作分析によって始まり、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つて分析が行われ、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、少ない労力で大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や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、これがなされない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。

<動作改善の原則> (R. M. Barnes)

(1) 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 両腕の運動は対称的に、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、身体から最も遠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、それを最小にする。
- 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。
- (2) 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 工具類はさがす必要がないように、あらかじめそろえておく。
 - 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いすを備える。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。
- (3) 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。

5-3 時間研究

(1) 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。

(2) 時間分析

時間分析とは標準的な作業における標準時間を設定するために、作業における時間を

分析することである。時間分析の方法を大別すると、

- ・直接時間観測法
- ・規定時間標準法

がある。

① 直接時間観測法 — ストップウォッチ (stop watch) や映写機器等を用いて直接的にその作業時間を測定する方法で、以下のような手順で行われる。

- 1) 観測作業及び被観測者の決定
- 2) 標準作業方法・作業手順・作業条件の決定
- 3) 作業時間の観測・記録
- 4) レイティング (rating) により観測時間の修正
- 5) 余裕率の決定と標準時間の決定

この方法で標準時間を設定する場合には、必ずしも平均的な作業時間とならないためにレイティングを行って、これを平均化しなければならない。

レイティングの方法には次のようなものがある。

- 1) 平準化法 (レベリング法) (leveling)
- 2) スピードレイティング法 (Speed rating)
- 3) エフォートレイティング法 (Effort rating)
- 4) オブジェクティブレイティング法 (Objective rating)
- 5) 合成レベリング法

② 規定時間標準法 (PTS法) — この方法は、作業を基本動作に分解し、その基本動作の標準時間をあらかじめ設定しておき、作業の動作分解に応じて、その合計を求めることによって標準時間を設定する方法である。

この方法には、

- 1) 実際の作業を行う前に机上で標準時間が設定できる。
- 2) 方法研究を同時に行える。
- 3) レイティングが不要である。

などの利点を持つが、思考や判断を要する作業には適用できず、かつ、分析技術を要するという欠点を持っている。しかし、近年ではこれらの欠点を解決した技法も開発されている。

PTS法の代表的なものには、WF法 (Work Factor) 、MTS法 (Methods Time

Measurement)がある。

(3) 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、この分析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。

(4) 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。

標準時間の主要をまとめると以下のようになる。

① 標準時間の用途

- 1) 生産計画・生産統制の基礎資料
- 2) レイアウト・マテハン (layout-material handling) 改善資料
- 3) 原価及び価格見積資料
- 4) 要員管理資料 (能率給、適正定員決定、教育訓練等)
- 5) 作業環境改善資料

② 標準時間の構成

$$\begin{aligned}\text{標準時間} &= \text{正味作業時間} + \text{余裕時間} \\ &= \text{正味作業時間} (1 + \text{余裕率})\end{aligned}$$

$$\text{余裕率} = \frac{\text{余裕時間}}{\text{正味作業時間}} \left(\frac{\text{余裕時間}}{\text{標準時間}} \text{とする場合もある} \right)$$

〈余裕の種類〉

- 1) 用達余裕 (水のみ、汗ふき、用便等)
- 2) 疲労余裕 (疲労回復のための休息)

3) 作業余裕（治工具取替、注油、清掃等）

4) 職場余裕（打合わせ、指導等）

③ 標準時間設定法

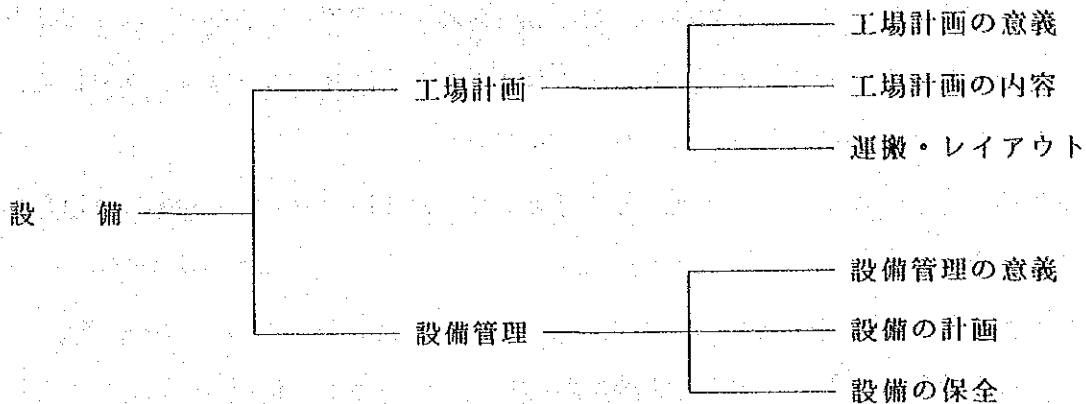
1) 経験的見積法（経験者の勘や経験による）

2) 実績資料法（過去の実績資料との類似作業から）

3) 直接時間観測法（前述）

4) 規定時間標準法（前述）

6 工場計画・設備管理



6-1 工場計画・設備管理の意義

工場計画・設備管理は「手段の管理」のなかの「設備」に対する管理である。

この「設備」というものは単に設備そのものを示すものではなく、製品を作るための道具となるもので、具体的には、立地を含めた工場に対する管理と実際に製品を作るための道具であるところの「設備」に対する管理がこれに該当する。

この管理の重要性は、これらの「設備」が製品の品質・原価・納期に影響を与えるだけでなく、最近の技術革新にみられる設備の高度化や公害問題等を含めた経営そのものに影響を与えることや、設備投資として経営の政策上の問題等にも関連した企業全般の課題として把握されるところにもある。

6-2 工場計画

(1) 工場計画の意義

工場計画とは、製品をつくるための工場を経済的にかつ能率的・快適な工場を計画するための計画であり、新工場の建設と既存工場の再設計の二つの計画の局面がある。

工場計画は、一般に多額の資金を必要とし、かつその資金が長期にわたって固定化されることや、一旦計画されると容易に変更することが困難となるため、当初の計画設定が最も重要となる。

(2) 工場計画の内容

工場計画の具体的な内容をその手順に従って示すと、以下のようになる。

① 工場計画の目的の明確化……その工場計画が、何のために行うものか（増産・新製

品等)、どのようにして行うか(新設・増設・改良)を明確にする。

これが不明確だと能率的・資金的につまづきが生じる場合が多い。

- ② 制約条件の明確化……工場計画に対する時期的・経済的な制約条件となる問題点をあらかじめ明確にしておく。これが不十分であると工場計画のタイミング(timing)がずれたり、中途半端になってしまうことが多い。
- ③ 敷地選定……要求される立地条件を考慮して、候補地域の選定、候補地の選定の手順で行う。

〈立地条件〉

- 1) 自然的条件(気温・湿度・工業用水等)
 - 2) 経済的条件(原材料・労働力・得意先等)
 - 3) 社会的条件(立地規制・公害規制等)
- ④ 概略計画……建屋の大きさ・形式、職場区分、生産方式などを決定する。この場合、工場立地法などの規制や将来に対する弾力性を十分に考慮することが大切である。
 - ⑤ 細部計画……具体的な工程設計や機械のレイアウト(layout)などが計画される。この場合、工程系列やレイアウト・運搬の方式などをテンプレート(template)を使用すると合理的に計画できる。
 - ⑥ 工事・据付……建設の着工・完成の後、機械類の据付が行われる。ここでは、工事の日程計画を十分に行い完成の遅れないようにすることが大切である。

上記は新工場の建設について示したものであるが、既存工場の再設計の場合も必要に応じて上記の事項が行われる。

(3) 運搬・レイアウト

レイアウトと運搬は密接な関係をもっている。レイアウトが悪ければ、運搬の距離・回数・時間が多くなり、工程の能率が低下する。

運搬の合理化とは、運搬ないし運搬に付随する作業について、その距離・回数・時間をできるだけ最少にすることであり、そのためには以下のような方法がある。

- 1) 運搬の専門化
- 2) 運搬の活性化(活性指数の高い方法で行う)
- 3) ユニットロード(Unit load)化
- 4) レイアウトの改善

工場のレイアウトには基本的に二つの方法がある。

- ① 機種別配置……同一又は類似した機種ごとに配置する方法で、多品種少量生産の場合に用いられる。
- ② 製品別配置……製品を加工する手順にしたがって配置する方法で、少品種多量生産の場合によく用いられる。

6-3 設備管理

(1) 設備管理の意義

設備管理とは製品を作るための生産設備に対する管理活動で、どのような設備を導入するかといった設備の計画と、その設備をいかに能力を発揮させるかといった設備の保全が主な機能となっている。

近年では技術革新にともない、飛躍的に生産設備の機能や性能が向上し、かつその経済的耐用年数も大幅に短縮化されつつあり、また性能の向上にともない、生産の大型化、精密化、高速化が進展し、故障発生による損失も大きくなっており、設備管理は生産管理のなかでも重要な管理となっている。

(2) 設備の計画

設備の計画は、二つの側面から考慮されなければならない。一つは、生産手段としての設備に対し、どのような設備を導入するかといった課題と、もう一つは、どのようにしてその設備を導入するかといった課題である。前者は、必要とする設備の機能面からのアプローチ (Approach) であり、後者は、設備投資として経営に与える影響面からのアプローチである。

設備の計画をたてる場合は、以下の事項について十分に留意する必要がある。

① 目的の明確化

〈設備投資の目的〉

- ・ 拡張投資 — 生産の増加・能力の拡大
- ・ 新製品投資 — 新製品の開発・生産
- ・ 合理化投資 — 原価低減・省力化・品質向上
- ・ 取替投資 — 旧設備の更新
- ・ 社会政策投資 — 公害防止・福利厚生

② 長期需要予測の確立

③ 資金計画の確立

④ 採算性の検討

〈採算計算の方法〉

- ・ 回収期間法 — 投資資金の回収期間
- ・ 原価比較法 — 投資の原価比較
- ・ Old MAPI — 新旧設備の原価比較
- ・ 現在価値法 — 投資利益の正味の現在価値
- ・ DCF 法 — 投資の割引資本利益率

(3) 設備の保全

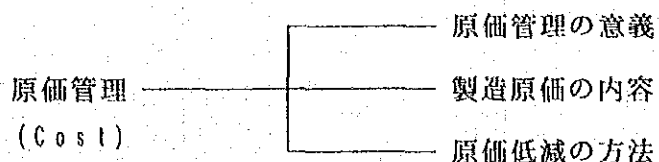
設備の保全は前述のように、近年の設備の大型化、高速化などによりその故障や性能低下による損失が大きくなっているため、より重要視されている課題である。

設備の故障や劣化による損失をできるだけ小さくすることが、この管理の目的となるが、そのためにはできるだけ故障・劣化しないようにすること、すなわち設備の信頼性を高めること、故障や劣化した場合、できるだけ早く修理すること、すなわち設備の保全性を高めることにある。

設備の保全方法には次のようなものがある。

- 1) 事後保全 (BM: Breakdown Maintenance) — 故障してから修理を行う方法
- 2) 予防保全 (PM: Preventive Maintenance) — 故障する前に定期的に修理する方法
- 3) 生産保全 (PM: Productive Maintenance) — 設備による生産性を高める方法
- 4) 改良保全 (CM: Corrective Maintenance) — 設備を改良することによる保全
- 5) 保全予防 (MP: Maintenance Prevention) — 設備の設計段階から保全を行おうとする方法

7 原価管理



7-1 原価管理の意義

原価管理とは、企業の目的とする利益を得るために原価を計画し統制することである。したがって、原価管理は企業のすべての原価が対象になるが、生産管理という観点からは、製造原価への管理がその中心になる。

製造業の価格設定は、最終製品の場合を除き、一般にコストプラスプライシング (Cost plus pricing) 方式がとられてきた。発注元から価格引下げの要請が強まっている今日においては、徹底した原価引下げにより対応することにせまられており、原価管理の重要性が大きくクローズアップ (close-up) されている。

7-2 製造原価の内容

製造原価は、財務諸表のなかの製造原価報告書によると以下のようにになっている。

7-3 原価低減の方法

前記の製造原価報告書のなかの原価項目を分類すると、材料費、労務費、外注加工費、製造経費に大別される。

したがって、製造原価の低減はこれらの原価項目について分析し、問題点とその原因を把握し、それを積極的に取り除くことによってなされる。

それぞれの原価項目に異常がある場合の原因を要約すると以下のようなになる。

- 1) 材 料 費 — 材料の購入先・購入方法、材料の歩どまりなど主に材料管理に問題が多い。
- 2) 労 務 費 — 作業能率や要員管理などの工程管理や賃金水準など労務管理に問題が多い。
- 3) 外注加工費 — 自社の工程管理や外注方針・外注選定・外注指導などの外注管理に問題が多い。
- 4) 製造経費 — これは設備の減価償却費がもっとも大きな比重をしめており、設備の稼働率や操業度に問題が多い。

なお、原価引下げを考える場合は、単に上記のような発生源泉別の区分のみならず、操業度との関係から変動費・固定費に区分することや、管理可能費・管理不能費や、さらに特殊原価などの分類によって、それぞれについて検討していくことも重要となる。

石原勝吉著 日科技連出版社

「現場のIEテキスト(下)」より抜粋

1. ラインバランス(Line balance)

普通、多くの作業を一人で行おうとすると、必要なすべての部品、材料や治工具を一箇所に集めるか、あるいは作業者が作業場内を順に移動して作業しなければならない。また、いろいろ異なった作業を一人でするためには作業に慣れるのに時間がかかったり、優秀な作業者が作業する必要がある。その上、機械でやれば高能率でできる作業まですべて作業者がやることになってしまう。昨今のように大量の物をより速く作るには、一人の人が多くの異なった作業をするやり方は不適切なわけで、一つの作業をいくつかに分け、それを数人の人が分担すれば、各作業者は一定の場所で短時間の同じ作業を繰り返すだけでよいことになる。これを分業といい、一人の作業者の受け持つ作業内容が少なくなり単純化されるので習熟しやすく、各自の取り扱う材料や治工具の数を減少したり、準備や移動などの不必要な作業動作を排除したり、機械化などにより、能率向上や品質の向上をはかることができる。

しかしこのように一つの仕事を数人で分業すると、生産する対象の物を各作業者に常にスムーズに流してやる必要がある。そのためには、できるだけ一定の速度で物を流せるように各作業者の「作業時間」「作業者の配列」「物の運搬」の適切なやり方を考えねばならぬ。このようにして一定の速さで物を順次流していくやり方を流れ作業方式という。

ところが、各作業者の作業時間を皆同じにすることはほとんど不可能である。そこで、一定の速さで物を流すと、どうしても忙しい人やひまな人ができるために、仕掛品が途中にたまったり、手待ちが起ることになる。

たとえば、五つの工程があり、第3工程のみ15時間で他の工程は10時間であったとすると、第3工程の前には仕掛品がたまり、第4、5工程は製品が連続して流れてこないで、5時間の手待ちが起る。これでは人手がかかるだけで分業の効果が十分得られない。したがって、各工程の所要時間を正しくつかみ、均一になるようにたえず心がけなければならない。この場合、各工程の所要時間が均一であるかどうか、その状態のことをラインバランスという。すなわち、ラインバランスとは、「生産ラインの各工程の所要時間の差が少

ない度合いのこと」である。各工程の所要時間に差がないほどラインバランスがとれていることを意味する。

ラインバランスは流れ作業方式で工程を編成する場合には特に考えておかなければならないことであり、ラインバランスがとれていないと、せっかく個々の工程で作業方法の改善や治具化を行っても、ライン全体としての工数は低減せず、むしろ仕掛けや手待ちが増えてしまう。製品を能率よく生産するには、時間の多く掛かっている工程を改善し、時間を短縮したり、あるいは時間の少ない工程を他の工程に割りふるなどして、各工程の作業時間を均一にする努力がまず大切である。

つまり、ラインバランスの考え方は、個々に工程や作業の分析や検討をする前に、工程全体の能率を総合的に検討していくことである。そのためには各工程の時間を正しく把握し、図1のようなグラフを書くことによって、「山をくずし谷をうめて」各工程の所要時間の差を少なくしていくことが大切である。

この場合、最も高い山が問題工程である。この工程の時間がラインの速度を決めている。これに対し、谷の部分の工程は手待ち時間が生じるわけで、他の工程への影響はない。すなわち、最も高い山の作業時間をへらせば、全体として大きな効果が得られるわけである。

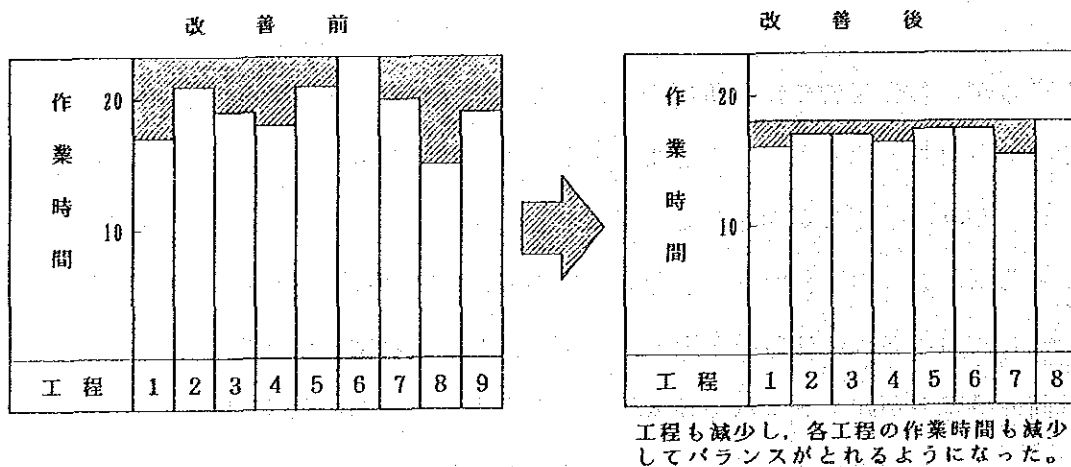


図1 ラインバランス改善の考え方(例)

2 ラインバランス分析とは

(1) ラインバランス分析のねらいと用途

物を作る場合、まず考えることは、仕事をいかにうまく分担するかということと、分担した各々の仕事をいかにしてうまくつなぐかということである。これはあらゆる仕事や作業の基本であり、しかも、めまぐるしく製品、部品、材料、設備が改良され、技術が新たに導入され、作業が改善されていく中において、次に示すねらいと用途を有するラインバランス分析は、IE手法の中でも大切な手法の一つである。

1) ラインバランス分析のねらい

- ① 各工程の所要時間を把握し、工程全体の時間の均一さの度合を客観的につかむ。
- ② 作業時間の多くかかっている問題工程をつかむ。

2) ラインバランス分析の用途

- ① 作業員および設備の稼働率を向上する場合。
- ② 工程間の仕掛りを減らす場合。
- ③ 製品1個当りの生産時間を短縮する場合。
- ④ 流れ作業方式を新たに採用し、ラインを編成する場合。
- ⑤ 作業、動作、レイアウトなどの改善に伴い、ラインバランスを再度検討する場合。

(2) 図によるラインバランスの表し方（ピッチダイヤグラム）

ラインバランスの実態を正確に把握するには、各工程の標準時間を求め、個々の時間の差をつかむことが必要である。わかりやすいように各工程の作業時間を順に並べて棒グラフに書き表す。これをピッチダイヤグラム（工程順に作業時間を書き表した棒グラフ）という。

ピッチダイヤグラムを作成すると、グラフの凹凸の状態によって一目でライン編成の良し悪しや問題工程が明らかになり、改善案を検討するための有効な道具として活用できる。

図2にピッチダイヤグラムの例を示す。

●ピッチダイヤグラムの作成手順

- 手順1 縦軸、横軸のある表を用意する（ワークシートまたはグラフ用紙を用いる）。
- 手順2 横軸を等間隔に分け、工程の順に工程名を書いていく。
- 手順3 各工程の下に、作業員、各工程の正味時間、その他必要な事項を記入する。
- 手順4 縦軸に時間値の目盛を打つ。工程の中で一番長くかかっている時間を目安にしてその時間の分だけ目盛をとる。

手順 5 各工程ごとの上に、それぞれの工程の所要時間を目盛っていき棒グラフを作成する。

手順 6 工程のうち一番長く時間のかかっているものを確認し、その時間の目盛のところに横に長い線を引く。

手順 7 ピッチタイム（ラインの速度）を時間の目盛にとり、横に長い破線を引く。

手順 8 手順 6 と手順 7 で引いた横線間と棒グラフとの間に斜線を引く。

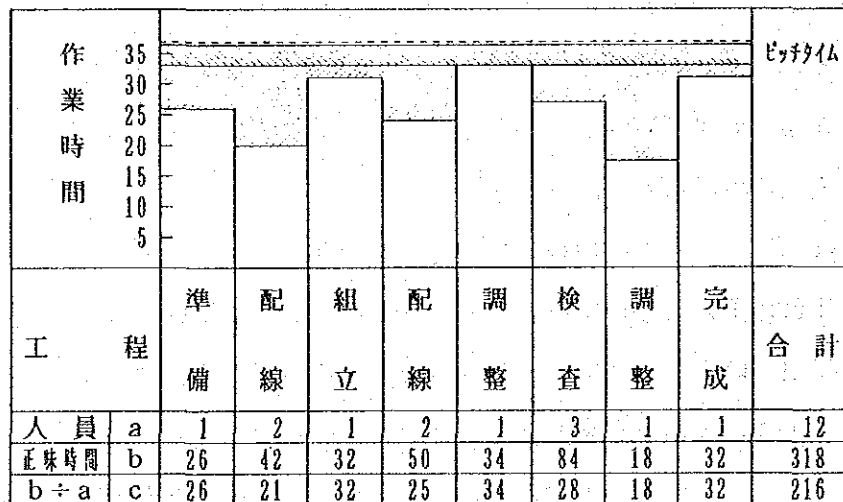


図2 ピッチダイヤグラムの例

(3) ラインバランスの計算

ラインバランスはピッチダイヤグラムでかなり正確に把握し分析できるが、さらに客観的にラインバランスをつかむためには、定量的な共通の尺度で表す必要がある。尺度としては、ラインのアンバランスの状態を示す「バランスロス率」とバランスのとれている状態を示す「ラインバランス効率（編成効率）」とがある。これは、いずれもラインのバランスやバランスロスの割合を計算し、%で表したものである。

図3のように各工程の時間は、ラインの中で最も長く時間のかかっている工程の正味必要な時間とバランスロス時間で成り立っているが、各工程の正味時間の合計の割合がラインバランス効率であり、各工程のバランスロス時間の合計の割合がバランスロス率である。

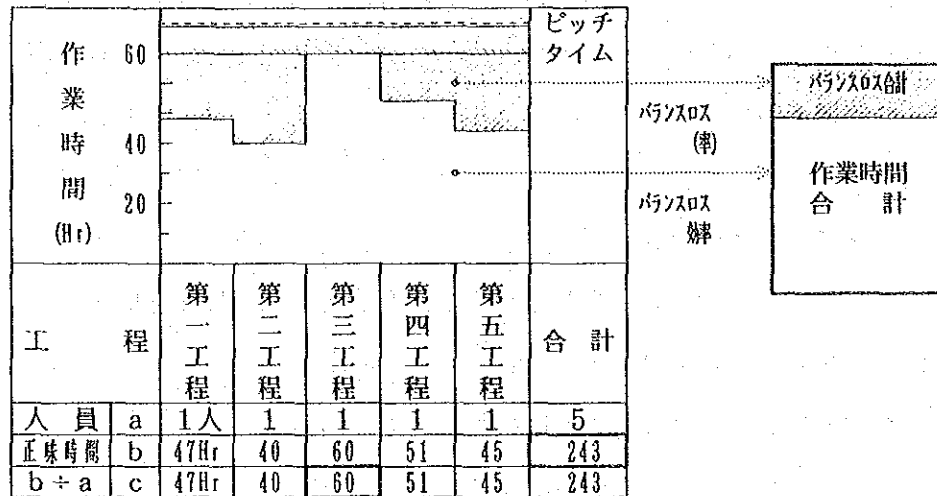


図3 ラインバランスのはかり方

1) ラインバランス効率の求め方

ラインバランス効率を計算で求める式は次の通りである。

ラインバランス効率 (%)

$$= \frac{\text{各工程の正味時間の合計} \times 100}{\text{最も長く時間のかかっている工程の作業時間} \times \text{人員数}}$$

図3の例の場合について計算してみる。

① 最も長く時間のかかっている工程の作業時間 = 60 H r

② 人員数 = 5人。

③ 各工程の正味時間の合計 = 243 H r

この例の場合でラインバランス効率を求めると次のようになる。

$$\text{ラインバランス効率} = \frac{243 \text{ H r}}{60 \text{ H r} \times 5人} \times 100 = 81\%$$

2) バランスロス率の求め方

バランスロス率を計算で求める式は次の通りである。

$$\text{ラインバランス率 (\%)} = 100 - \text{ラインバランス効率}$$

先の例の場合でバランスロス (率) を求めると、ラインバランス効率が81%であったから、 $100\% - 81\% = 19\%$ というように求められる。

これらの効率を求める場合、各工程の時間は本来、正しい標準時間を用いる必要がある。標準時間が正しく決められていない場合は、各工程の所要時間を観測し求め、それを標準的作業者の作業時間に修正して、使宣上用いることができる。

(4) ラインバランスの改善原則

ラインバランスの状態を分析し、その結果から各工程の時間を均一にするための基本的な原則には次のようなものがある。

1) 時間の長い工程についての改善のやり方 (図 4)

- ① 作業を分割し、一部の作業を他の工程に分配する。
- ② 作業の改善を行う (作業改善、治具化)。
- ③ 工程を機械化する。
- ④ 機械の能力を増す (改良する)。
- ⑤ 作業員数をふやす。
- ⑥ 経験を積んだ特別技能の高い熟練者を配置する。
- ⑦ ネック工程の能力不足だけを残業、その他の方法でこなす。

2) 時間の短い工程についての改善のやり方 (図 5)

- ① 作業を分割し、他工程に分配して、その工程をなくす。
- ② 他工程から作業の一部をもってくる (作業量をふやす)。
- ③ 時間の短い工程同士を結合する (作業改善を同時に考える)。
- ④ 2人以上で工程を担当している場合には人員が減らせるように改善する。

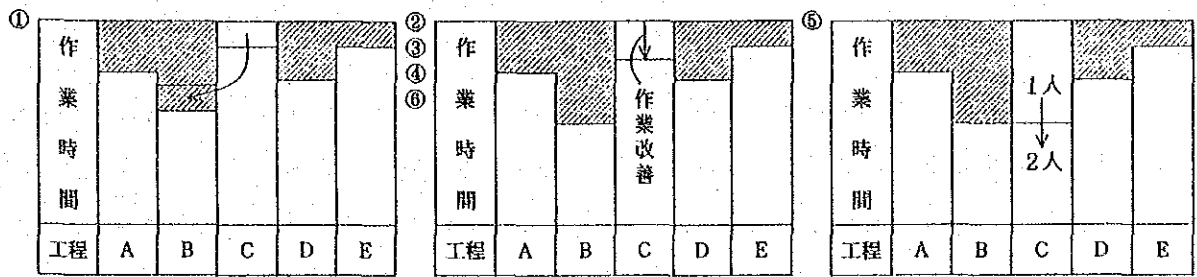


図4 原則の図による説明(1)

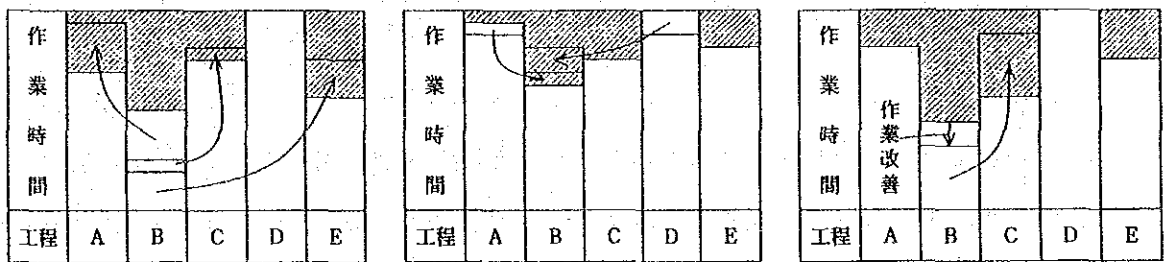


図5 原則の図による説明(2)

石原勝吉著 日科技連出版社

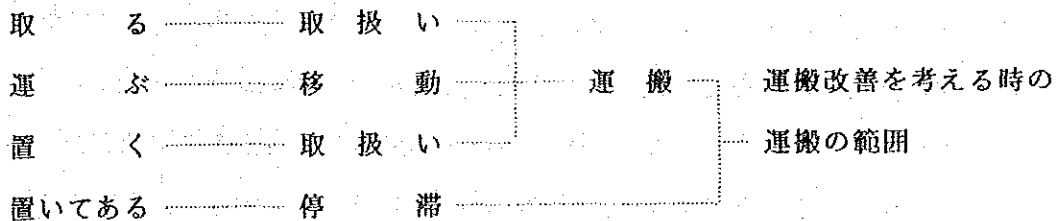
「現場のIEテキスト(下)」より抜粋。

1 運搬とは

運搬とは文字通り物を運ぶことであり、工場内の運搬は「各工程に必要な物を供給するために物を運ぶ」ことである。運搬は加工と違って製品を形づくるために直接貢献するものでなく、運搬だけでは価値を生み出さない工程である。しかしながら、限られた「スペース」「人」「時間」で製品を能率よく生産するためには、物をいかにうまく流していくかということが鍵となる。

特に製品の品質や生産能率を向上するために、工程が分業化、細分化するにつれ、工程編成はますます長くなり、各工程間をつなぐ運搬の果たす役割が重要視されてくる。すなわち、生産工程の停滞が少なくしかも仕掛品を工程内に滞留させずスムーズに製品が流れるように運搬を考えることが大切である。

運搬は単に物の移動だけでなく「物を積んだり」「おろしたり」「並べたり」する取扱いも含まれる。運搬は「物の位置の変更(移動)と物の置き方の変更(取扱)」を意味し、「運搬の時間、コスト、製品品質への影響は物を移動している間より物の取扱いの間の方が大きい」ことを忘れてはならない。また「物が運搬される前と後の保管や貯蔵、すなわち物が運搬されておらず停止している状態も運搬の一部と考えること」も運搬の改善を検討する上で重要なことである。



2 運搬改善の必要性

生産工程は大きく「加工」「運搬」「検査」「停滞」に分けられる。この中で加工と運搬が生産時間の大半を占め製造コストに大きな影響を及ぼし、しかも加工と運搬とは一体のものであり、加工前後にはほとんどの場合運搬が伴う。また停滞も運搬のやり方の適切さによってかなり削減される。運搬は工程に必要な物を適時、適量、適切に供給し、スムーズに生産を進めるための重要な働きをになっている。

工程が物の流れであると考えたと運搬がうまくいっているということは、とりもなおさず工程がうまく流れているということになる。

ところが、往々にして運搬の目的や重要性が認識されず、工程の流れと運搬の関係を正しくつかんで工場内の一環した物の流れという観点から検討していないことがある。したがって、個々にはよい運搬のやり方に見えても、全体として運搬工程を分析すると以外にムリ、ムダ、ムラな運搬が多く発生している。

生産規模が拡大し製品品質や生産方式が急速に変化していく中で運搬の改善だけがとり残され、後まわしにされ「運搬の機械化、自動化が不十分であったり」「直接作業者が運搬のために多くの時間をとられている」こともある。運搬においては物の取扱いや運搬に全身を用い労力を使うことから疲労や災害の原因ともなり、運搬が多いほど品質の劣化も進み、工程の管理もやりにくくなる。

工場における運搬改善の重要性を次に示す。

- ① 加工費の25～40%は運搬費である。
- ② 工程所要時間の80～90%は運搬及び滞留時間である。
- ③ 工場災害の約85%は運搬作業で発生している。

また、運搬とコストとの関係を示すと、

- ① 運搬が増えると運搬部門の費用が増える。
- ② 直接作業者が運搬作業をすると生産と同じレートで費用がかかる。
- ③ 運搬により、物や設備や人に損害が生ずる。
- ④ へたな運搬により、スペースが浪費され、そのコストがかさむ。

運搬工程は直接の価値を生み出さない工程であるから、まず運搬をなくすことを第一に考えることが大切でその上でどうしても運搬が必要であれば最少限の運搬にし、距離、時間、回数をへらすことが必要である。必要な運搬については、できるだけ「人力を省き」「傾斜や車などを利用し」「運搬に必要な人員や疲労を最少限にする」ことが大切である。しかも、できれば運搬におけるコストは運搬の目的に合った必要最少限のコストにおさえられるように改善することも大切である。

3 運搬改善のねらい

運搬の改善は「運搬の本来の目的である生産工程をスムーズに流し、生産時間、生産コストの低減や生産管理方法の改善を第一のねらいに、それに合った運搬のやり方に改善す

る」ことである。したがって、運搬コストを下げるために生産に支障をきたすような改善は望ましくない。生産のスムーズな進行のための手段として必要最少限の運搬にすることが大切である。

運搬がないか、あるいは少ないほど「費用が削減され」「スペースの有効活用」「災害や運搬労力の削減」「品質劣化の防止」などの成果が期待される。

運搬の改善のねらいとしては次のようなものがある。

- ① 生産の停滞、工程の仕掛品の減少。
- ② 運搬時間の短縮、運搬作業者の削減（生産作業への切替）。
- ③ 運搬距離の短縮。
- ④ 工場スペースの有効活用。
- ⑤ 運搬中の品質劣化の低減。
- ⑥ 作業場環境の向上。
- ⑦ 運搬による作業者の疲労、災害の減少。

4 運搬の改善についての心構え

運搬を改善する場合、ともすると個々の運搬作業そのものの姿をながめているために問題意識が沸いてこない事が多い。運搬は「物の移動」と「取扱い」を含めて全体の実態を把握し、一つ一つその動きや目的を5W1H法などで評価し、検討することが大切である。一般に次の点に特に注意する必要がある。

1) 取扱いを無視しない。

常識的な運搬の考え方では移動の距離が重視され、距離を短縮することに重点がおかれがちであるが、運搬では移動よりもむしろ「取扱い」の方が「頻度」「時間」「労力」を多く要するものである。「積み上げ」「積みおろし」がなければ、移動そのものはさほど問題にならない。取扱いに注目して分析することが大切である。

2) 物の置き方を重視する。

移動する前に「積み」移動した後で「おろす」のが普通である。取扱いは少なくとも移動回数の2倍あるのが普通で「積みかえ」や「整理」を考えるともっと倍率が大きくなる。また「取扱い」が「移動」より多くの労力を要するのが普通であるからやはり取扱いをよく調べる必要がある。

この取扱いの手間を左右する最大の要素は、その取扱い前の物の置き方である。置き

方によって取扱いの手間がほとんど決まってしまうぐらいである。置いてある状態の代表例と手間数を比べると、次の如くなる。

(置いてある状態)	(手間数)
① 床にバラ置き : 台上などでもよい。	4
② コンテナ : 袋や束になっているもの。	3
③ パレット : スキッドなど枕のあるもの。	2
④ 車両 :	1
⑤ 動いている :	0

3) カラ運搬を見逃さない。

品物も移動することだけを考えて、カラ運搬をするために必要な人の移動を考えないことが多い。品物の移動以外に多くの人の移動が行われている。例えば、旋盤作業者が自分で品物を検査場に運ぶ時、

- ① 手押し車を置き場まで、取りに行き
- ② 手押し車を自分の旋盤のところへもってきて
- ③ 製品を手押し車で検査場へ移動し
- ④ カラ車を持って、車置き場に行き
- ⑤ 車をおいて自分の旋盤のところへもどってくる。

という、5回の移動が考えられる。このうち③以外の4回の移動は無視されることが普通である。

この場合の③以外の移動を「カラ運搬」と呼ぶが、このカラ運搬は品物の移動の倍以上の回数があることが多く、所要時間も余裕を含めて考えると、5倍以上になることがある。これを直接作業が行うとなると、その間は機械を遊ばせることになり、損失も多くなる。

ゆえに、品物の動きだけを考えるのではなく人や車の動きを追ってカラ運搬を明確にする必要がある。

4) 運搬のつなぎ目を重視する。

個々の運搬に工夫してもそのつなぎ目を更に注目する必要がある。「積み出し」「入れ替え」「移し替え」などでこの取扱いは生産上ほとんど無効の作業で「数量のまちがい」「品物にキズをつける」こともある。しかも、主として人力で直接作業に含まれるなど大きな損失があるのに軽視されがちである。

- 1 工程分析とは
 - (1) 工程とは
 - (2) 工程分析とは
 - (3) 工程分析のねらいと用途
 - (4) 工程分析の種類
 - (5) 工程分析を行う際の注意事項
- 2 製品工程分析
 - (1) 製品工程分析とは
 - (2) 製品工程分析のねらいと用途
 - (3) 製品工程分析のやり方
 - (4) 製品工程分析結果の見方
 - (5) 製品工程分析の使い方
- 3 作業工程分析
 - (1) 作業工程分析とは
 - (2) 作業工程分析のねらいと用途
 - (3) 作業工程分析のやり方
 - (4) 作業工程分析結果の見方
 - (5) 作業工程分析の使い方
- 4 組合せ作業分析
 - (1) 組合せ作業分析とは
 - (2) 組合せ作業分析のねらいと用途
 - (3) 作業—機械分析
 - (4) 共同作業分析
- 5 工程分析を補うための付帯分析
 - (1) 流れ分析
 - (2) 停滞分析
 - (3) 運搬分析
 - (4) 余力分析
 - (5) 付帯分析のチェックテスト

1 工程分析とは

現場で製品を作る場合、材料が現場にはいつてから完成品となって出荷されるまでの過程は、その間に何台かの機械装置にかかり、何人かの作業者の手をへて、段階的に完成品として変化していく「流れ」としてとらえることができる。この流れを工程という。よりよい製品を、確実に、速く、安く、楽に作るために、工程の改善をたえず考えねばならない。工程の改善をよりの確に行うためには、工程の現状を正しくとらえ、そこから問題点や改善の着眼をうまく引き出していくことが大切である。

このための有効なIE手法が工程分析であり、工程分析は、工程での「物の流れ」または「人の仕事の流れ」の状態を記号で表すことによって工程全体の基本的な問題点を把握する手法である。工程分析を正しく、有効に行うために、まず工程とは本来どのようなものかを考え直してみることが大切である。

(1) 工程とは

製品を作る場合、一人の作業者によって一貫してまとめられていた仕事が、分業化、機械化されて、二人以上の作業者、複数の機械に分担されるようになると、作業者や機械が受け持つ作業のまとまりの単位ができてくる。このまとまり作業のつながりによって、素材が製品へと変化してゆく過程を工程という。

この工程の内容には、素材を製品へと変化させることを直接の目的とした加工と、その出来栄えをチェックする検査、次の工程に素材を運ぶ運搬、および工程間のバランスをとる停滞の4種類があり、これらは工程の最小単位といえる。すなわち、工程とは「材料が加工されたり、検査されたり、運搬されたり、停滞しながら、製品へと移り変わっていく過程」と見ることができるし、「加工工程、運搬工程、検査工程などという流れの一つの単位」と見ることもできる。

これらを特に区別すると次のようになる。

- ① 製品の変化の過程 … 工程の流れ（工程系列）
- ② 製品の流れの単位 … 単位工程（加工、検査、運搬、停滞）

工程の流れを作っている加工、検査、運搬、停滞の意味と役割は次のとおりである。

加工とは、材料や製品の形や寸法、性質を変えたり、組み立てたり、分解したりすることをいい、工程の目的は材料を製品に近づけることであるから、加工は、この目的を直接果たす工程といえる。したがって、工程中の加工の割合を大きくしたり、加工を効率化することが重要になってくる。

検査とは、材料または半製品、製品が、実際に、所定の品質または数量を満足するかどうかを基準と比較することであり、その合否を判定したり、前の工程の良し悪しを見たりすることでもある。検査は、製品を作る上に必ずしも必要ではなく、基準どおりの加工が行われていれば不要な工程であり、機械や工具、作業条件を整備することにより、ときどき製品をチェックすればよいようにする必要がある。

運搬とは、材料または製品の位置を変えること、すなわち、次の工程へ物を移動することである。運搬は、加工や検査を結びつけるというはたらきをするが、材料を製品に変えるはたらきはないので、できるだけ回数を少なくし、距離を短くすることが大切である。

停滞とは、物が加工も検査も運搬もされないで、一定の場所にとどまっている状態をいい、うっかり見落とされがちであるが、加工、検査、運搬の前後にしばしば生じている。停滞は、加工や検査工程の時間調節をし、手待ちをふせぐというはたらきをすることがあるが、工程の目的から見ると、全く不必要なもので、できる限り取り除くことが大切である。

これら四つの工程を表1の工程の内容と図示記号で示すことによって、工程の流れを分類し、図表化することができる。

以上は、工程を製品の流れて見たが、一人の作業者が場所を変えながら仕事をしている場合も、同じ考え方ができる。すなわち、作業者の行動を、作業、移動、手待ち、検査に分けることにより、作業者の行動、工程の流れとしてとらえることができる。


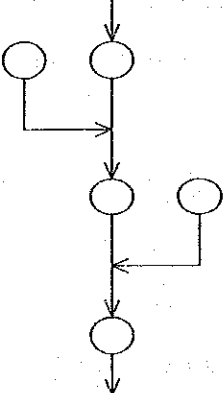
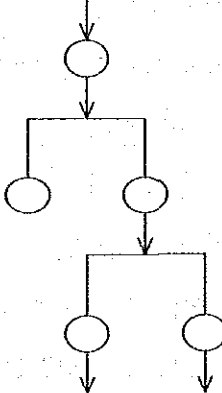
しかし、工程の流れは、加工、運搬、検査、停滞が一定の順序ある流れ方をしているのではなく、製品や作業によっては組合わさったり、枝分かれしている場合が多い。

基本的には、表2の工程の流れの形に示すように、単一型、組立型、分解型の三つに分けることができる。一般にはこれらが組み合わされて一つの製造工程を形づくっている。この工程の流れをスムーズにし、より確実に、より速く製品を作るためには、工程全体の現状を把握し、問題点を改善していかなければならない。このための有効な手法が工程分析である。

表1 工程の内容と図示記号

図示記号	工程名	内 容	例
○	加 工	材料の形・質を変える。 品質を作りこむ。	リード線を半田付け
。	運 搬	材料・製品の位置を変える。 加工や検査を結びつける。	検査台へ運搬
□	検 査	品質・数量のチェック。 加工の出来栄をみる。	半田付具合、外観および特性を 検査
▽	停 滞	時間のみが経過する。 時間調整、ムダな待ち。	次工程への運搬待ちの停滞

表2 工程の流れの形

種 類	単 一 型	組 立 型	分 解 型
説 明	一つの材料から一種類の 製品が作られる場合	多くの部品が組み合わ されて一つの製品が作 られる場合	一つの材料が枝分かれ して多くの製品が作ら れる場合
図 例			
主 な 工 程	<ul style="list-style-type: none"> ・機械加工工程 ・鋳造工程 	<ul style="list-style-type: none"> ・組立工程 	<ul style="list-style-type: none"> ・装置工程
例	<ul style="list-style-type: none"> ・ダイカスティング ・部品のプレス加工 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラジオの組立 ・部品の組立 ・スピーカーの組立 	<ul style="list-style-type: none"> ・化学処理 ・エッチング ・成型製品

(2) 工程分析とは

現場で製品をより確実に安く、速く、楽に作るには、

- ① 無駄な工程や作業をなくす。
- ② 無駄な停滞がないようにする。
- ③ 順序を入れ替えてみる。

など、作業者の動きを少なくし、材料の流れをよくすることを心がけることが大切である。

このように、一つ一つの工程とか作業をうまく結びつけ、工程の流れとして最も効率のよいものを捜し出していくことは、分業の効果を最大限に引き出す有効な方法といえる。そのためには、まず工程の順序にしたがって、「現状を細かく」「ありのままに表し」、これによって「問題点をつかみ」「改善の見通しをつける」ことが大切である。このための基本的で有効な手法が工程分析である。

工程分析とは「材料や部品が工場内を加工されながら流れていく順序を、製品または作業者について、決められた記号を用いて分析、図表化し、総合的、根本的に工程の流れを改善するための手法」と定義できる。工程分析はIE手法の中でも稼働分析と並んで最も基本的な手法であり、かつ問題整理の手法である。

改善活動の本質はいきなり気づいた問題を処置するのではなく、まず全体を把握し、問題点の大きさを位置づけて解決してゆくことがポイント(Point)である。

(3) 工程分析のねらいと用途

工程分析のねらいは「工程の現状を全体的な立場から知り、問題点をつかむこと」であり、具体的には次のようになる。

- 1) 工程の現状の概略を知る。
 - ① 工程の流れを順序だてて把握する。
 - ② 工程の前後関係を明らかにする。
 - ③ 各工程のおおよその時間を知る。
 - ④ 工程のバランス(Balance)状態を見る。
- 2) 工程の問題点を見つけることができる。
 - ① 無駄な工程を見つける。
 - ② 工数が多いなど、問題となる工程を見つける。
 - ③ 停滞や手待ちなどのあそびを見つける。

以上のねらいから、次のような用途が考えられる。

- ① 工程の流れをよくするための問題工程を発見する場合に活用できる。
- ② 問題工程を詳細に分析し、改善するための基礎資料として活用できる。
- ③ 工程改善や作業改善を報告するときに、工程系列全体を図表でわかりやすく、共通の言葉で説明する場合に活用できる。

などを挙げることができる。

(4) 工程分析の種類

工程分析には、分析の対象として「物の流れを中心に分析する方法」と「人の動きを中心に分析する方法」とがある。対象によって製品工程分析と作業工程分析に分けることができる。また、作業者と機械との関係や共同作業をする複数の作業者の関係を分析する手法として、組合せ作業分析がある。

1) 製品工程分析

材料、部品、製品等の生産対象が、加工や検査を受けながら変化してゆく過程を物中心に表す方法である。この手法は何人かの作業者、何台かの機械が一つの製品をつぎつぎと取り扱っている工程を分析する場合に適している。

2) 作業工程分析

作業者の製品や生産対象物に対する働きかけを中心に表す方法である。一人一人の作業者が場所を変えながらいくつかの製品や機械を扱っている工程の分析に適している。

3) 組合せ作業分析

作業者と機械、あるいは複数の作業者の共同作業について、お互いの時間関係を知るときに用いる手法である。

これら三つの手法を分析の目的や工程の状態により、うまく使い分け、必要な情報や有効な結果に結びつけていくことが大切である。それには、適切な手法の選び方を身につけておく必要があり、表3に示す工程分析の種類と特徴は、各手法の目的、利点、欠点をまとめたものであり、適切な手法を選ぶための参考となる。

表3 工程分析の種類と特徴

手 法	製 品 工 程 分 析	作 業 者 工 程 分 析	組 合 せ 作 業 分 析
目 的	<ul style="list-style-type: none"> ・製品の流れを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業者の仕事の流れを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・人と機械、人と人の時間関係を知る。
工程の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・何人かの作業員、何台かの機械によって、同じ製品が次々と作られている場合。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一人の作業員が場所を変えながら、いくつかの製品や機械を扱っている場合。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一人の作業員が何台かの機械を取り扱っている場合。 ・何人かの作業員が共同で一つの仕事をこなしている場合。
利 点	<ul style="list-style-type: none"> ・物が流れている場合はどのような工程でも分析できる。 ・管理工程図を参考にすると簡単に分析できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員の無駄な動きを簡単に見つけることができる。 ・作業員自身が作業方法を改善するのに有効。 	<ul style="list-style-type: none"> ・互いの時間関係から、あそび時間が簡単にわかる。 ・人や機械の稼働状態を図表で知ることができる。
欠 点	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員の行動がわからない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業員により、分析結果の異なることがある。 ・実際に作業員を追って観察しなければならない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・互いに時間関係がない場合は分析しても意味がない。 ・ある程度正確な時間値を求める必要がある。

(5) 工程分析を行う際の注意事項

工程分析をうまく行うための注意すべき点を示すので、よく理解して、効果的な分析を行うことが望ましい。

1) 分析する対象をまちがえないようにする。

分析する場合、その対象を「製品」にするか「作業員」にするかは最初から明確にしておく必要がある。最初「製品」中心で分析しているうちに「作業員」の分析を混入してしまうことがよくあるので注意しなければならない。

2) 分析を確実にし、改善活動に結びつけるために、分析の目的を決めておく。

分析の目的を具体的に決めると、分析の要点、調査項目が明確になり、確実に、要領よく、分析できる。ただ何となく分析を行っても、改善のアイデアは出てこない。

3) 分析の漏れがないように、最初に分析の範囲を決めておく。

分析をどこからどこまで行うのか、その範囲をあらかじめ決めておく必要がある。分析する範囲は、工程系列の一部であるから、分析の漏れや、分析後の混乱をさけるために工程の始めと終わりをはっきりさせておくことが大切である。

4) 実際に作業場で作業員といっしょに考えながら分析する。

自分一人で分析したり、実際の作業を見ないで分析したりすると、抜けや間違いをおかし、また、よい改善のヒントも生まれない。作業員と一緒に考え、作業員の意見を聞きながら分析することが大切である。QCサークル活動を通じて分析を行うことも一つの方法である。

5) 工程の流れが変化する場合は、最も基本的な生産の流れに基づいて分析する。

生産予定量の変化や至急品の割り込みなどにより、工程の流れが変わる場合、どのように分析してよいか迷うことがある。このような場合は、基本の流れについて分析を行い、工程の流れが変化する点は参考として記録しておき、しばしば流れが変わる場合は、各々の場合ごとに分析をする。

6) 分析中に改善のアイデアを考えておく。

工程分析では、分析結果から改善案を導くよりも、分析の過程で改善のアイデア(Idea)を出していく方が効果的である。分析中にたえず5W1H質問法やチェックリスト(Check List)により各工程をチェックし、問題点や改善着眼点を記録しておくことが大切である。

7) 改善案を出す場合は、工程の流れ全体の改善からまず考える。

改善を行う場合、でてきた問題点について、手あたりしだいに改善を考えるよりも、工程全体の改善ができないかをまず考え、次に詳細な分析をすることが大切である。たとえば、10メートル (Meter) の運搬を改善する場合、全体を考えてレイアウト (Layout) を変更することによって、その運搬をゼロ (Zero) にできることがある。運搬だけ改善すると、その改善が無駄になることがある。

2 製品工程分析

(1) 製品工程分析とは

製品工程分析とは「工程を材料、部品、製品などが、加工されながら完成品へと変化していく流れの状態を、加工、運搬、検査および停滞を表す記号により分類し、線で結んだ図表を作ることによって、物の流れの大すじをつかむための手法」である。また、各工程の作業内容、使用機械、治工具、所要時間、運搬距離などの条件を調査、記録することにより、製品の流れに関する問題点を見つけ、改善の見通しをつけることができる。

分析に用いる記号は表4 製品工程分析図示記号のように定められている。工程はすべてこの四つの記号で表すが、工程の担当部署を区別したり、途中の工程を省略したいときなどは、表5 補助図示記号を用いる。

以上に述べた記号は基本記号であり、さらに詳しく調べるには表6 工程図示詳細記号を使う。

表4 製品工程分析図示記号 (JIS Z 8206)

記号	工程名	内 容
○	加工	材料、部品または製品が、作業の目的にしたがって形状、寸法、性質等の変化を受ける状態、あるいは次の工程のために準備が行われる状態をいう。
◦ (□)	運搬	材料、部品または製品が、それ自体、なんの変化も受けずにある位置から他の位置へ移動される状態をいう。 注) 記号の大きさは加工の1/2~1/3とする。
□	検査	材料、部品または製品の品質、数量などを測定し、基準と比較して合否または適否を判定することをいう。 ただし、これに伴う準備、整理などを含む。
▽ (D)	停滞	材料、部品または製品が、加工または検査されないで停止または貯蔵されている状態をいう。ただし、停止と貯蔵を区別するときは、停止をDで表す。

表5 補助図示記号 (JIS Z 8206)

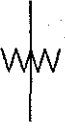


記号	意味	内容
	所管別区分	生産工程を図示するに当たって、管理上、その所管する部門を区別する必要がある。その場合は、工程系列を表す線に波線記号を加えて所管区分を図示する。
	工程図示の省略	工程の一部を省略して図示する必要がある。この場合は、工程系列を表す線を中断して直角に2本の細線をいれて図示する。
	廃却	生産工程中に、原料、材料、部品または製品を廃却する必要がある。この場合は、工程系列を表す線の末端に×の記号をつけて図示する。

表6 工程図示詳細記号

基本記号	工程名	内容	詳細記号 (例)
○	加工	物が変形、変質、組立、分解される工程	③ 第3加工工程 Ⓟ B部品の第5加工工程 Ⓞ 加工中に検査を同時に行う (外側が主となる工程)
。(⇄)	運搬	物の位置が変化される工程	Ⓜ 男子工による運搬 Ⓣ 手押車による運搬
□	検査	物が検査される工程	◇ 品質の検査 □ 数量の検査 ⊠ 品質と数量の検査 (品質が主)
▽	停滞	物が停滞している工程 (変化を目的としない停滞)	△ 素材の貯蔵 ▽ 部品半製品、製品の貯蔵 ▽ 工程間の停滞 (D) ☆ 加工中の一時停滞

注) ○□◇のうちいずれか二つ以上が同時に行われる場合には記号を重ねて書く。

これを複合記号といい、主になるほうを外側にする。

(2) 製品工程分析のねらいと用途

製品工程分析は、製造工程における材料や製品の流れの状態を図表化する方法であり、次のようなねらいがある。

- ① 製品の流れを順序だてて知る。
- ② 製品の流れを加工、運搬、検査、停滞の状態で把握し、その回数や時間の比率を知る。
- ③ 製品の運搬の状態を知る。
- ④ 製品の停滞場所を見つける。
- ⑤ 製品がスムーズに流れない原因を見つける。

また、次のような用途が考えられる。

- ① 製品の流れに関する問題点を把握する場合に活用する。
- ② 各工程を詳細に分析し改善するための基礎資料として活用する。
- ③ 工程のバランスを検討するための資料として活用する。
- ④ 工程改善の目標を設定する場合に活用する。
- ⑤ 工程改善の効果の確認をする場合に活用する。

(3) 製品工程分析のやり方

製品工程分析は、工程の流れを製品の流れとしてとらえ、記号を活用し、図表化することによって、工程の問題点、改善点のアイデアを見つける方法で、実際に工程を観察したり、聞き込みを行って分析する。次に、基本的なやり方を手順で示す。

1) やり方の手順一覧表

- 手順1 分析する目的を決める。
- 手順2 工程の範囲を決める。
- 手順3 分析対象となる製品を決める。
- 手順4 分析の日程計画をたてる。
- 手順5 予備調査をする。
- 手順6 分析の準備をする。
- 手順7 分析用紙に必要事項を記入する。
- 手順8 工程の内容を調べ4種に分類する。
- 手順9 調査事項を各項目の欄に記入する。
- 手順10 結果を整理し、総括表を作成する。

手順11 流れ線図を作成する。

手順12 分析結果を検討し、改善案を立案する。

2) 製品工程分析の具体的手順

手順1 分析する目的を決める。

目的によって分析の精度や結果のまとめ方が違って来るから、まず最初に何が問題なのか、目的は何かをはっきり決めてから分析にかかるとのこと。

たとえば、

- ① 工程全体の工数をへらす。
- ② 工程間のバランスを整える。
- ③ レイアウトの改善を行う。
- ④ 作業の改善を行う。

など、目的を具体的に決めることによって、分析の要点、調査項目などをはっきりさせることができる。また、要領よく確実に、速く分析することもできる。

手順2 工程の範囲を決める

どの工程からどの工程まで分析する必要があるのか、分析の目的を考え合わせて決める。分析図表はより広い工程系列の一部であるから、分析の始めと終わりをはっきり決めておかないと、余計な調査をしたり、調査し忘れたりする。また、分析後、範囲が混乱したり、分析目的により違って来るが、たとえば部品、材料や完成品の保管など、他部署との境界等を明確にし選ぶこと。

手順3 分析対象となる製品を決める。

分析しようとする工程の製品は、普通1機種だけではないから、対象とする製品を選ばなければならない。次に示すような工程を代表する製品を選ぶこと。

- ① 生産量が多くその工程の主力となる製品
- ② 流れの順序が一定している製品
- ③ 工程が多いなど問題のある製品

手順4 分析の日程計画をたてる。

分析する日時、期間と分析者を決め、日程計画をたてる。ただし、対象として選んだ製品がその日に流れているかどうかを確認する必要がある。また、I E担当課など他部署の人と共同で分析する場合には、日程を十分調整しておかなければならない。

手順5 予備調査をする。

間違いなく、しかも要領よく分析するには、予備調査が必要である。調査では表7に示す資料を準備し、工程や製品の知識を再確認する。よく知っているからといって、予備調査を行わなければ、有効な分析はできない。このような情報収集活動が現場のIE活動では重要なのである。

表7 予備調査準備資料

項目	資料
方法	◎製造規格 ◎製造法規格 ・作業指導書
製造	・設計図 ・検査基準
材料	・材料基準
設備	◎配置図 ・設備一覧表
生産	・生産予定表

注) ◎印は最も必要な資料であるから、必ず予備調査しておくことが大切である。

手順6 分析の準備をする。

分析に必要な用具、資料を準備する。

用具

- ① 分析用紙（ワークシート）
- ② 筆記用具（観測板があれば準備する）
- ③ 観測用の腕時計（またはストップウォッチ）
- ④ まき尺（配置図があれば不要）
- ⑤ メモ用紙

資料

- ① 予備調査資料
- ② 工程分析チェックリスト

手順7 分析用紙に必要な事項を記入する。

分析にはいる前にまずわかっている事項を分析用紙に記入する。

- ① 工程系列名 … 工程系列全体を示す名称
- ② 分析範囲 … 分析の始めの工程と終わりの工程

- ③ 製品名 … 工程を流れている製品の名称
- ④ 分析対象 … 製品工程分析と作業工程分析の区別
- ⑤ 氏名 … 分析者名
- ⑥ 所属 … 工場、課名、グループ名
- ⑦ 年月日 … 分析した年月日

また、必要に応じてメモ用紙などに製品、材料配置の略図を記入しておくことも必要である。

手順8 工程の内容を調べ4種に分類する。

工程内容を順に調べ、加工、運搬、検査、停滞に分類する。製品工程分析の対象は製品であるから、作業者の仕事と混同しないように注意することが大切である。そのためには、たえず「製品がどのようにして作られているか」を常に検討することが大切である。また、製品の作られている状態を見るだけでなく、「何のためにこのような方法で作るのか」というように、目的で見ていかなければならない。例えば、製品が一時停滞している場合でも、「冷却」や「エージング」が目的ならば、その工程は加工になるわけである。

工程の流れを分類する際に、管理工程図やQC工程図との比較を行うと、分析を簡単に行うことができる。また、管理工程図と現状との違いを知ることができる。

工程を加工、運搬、検査、停滞の四つの記号に分類できたら、工程分析表にその記号を線で結び、工程の内容をわかりやすく記入する。

手順9 調査事項を各項目の欄に記入する。

工程の分析ができれば、次に各工程についての時間、数量、運搬距離、設備などを調査する。調査項目は、表8製品工程分析調査項目の通りだが、必ずしも全部調査する必要はない。分析の目的や精度などにより、必要なものを選びだして調査する。調査は、分析範囲内のすべての工程を分類した後でも、手順8と同時に行ってかまわない。

調査した内容を分析表の各項目の欄に記入し、分析表に項目のない調査事項がある場合は、備考またはメモ用紙などに各工程との対応をわかりやすくつけて記入する。

手順10 結果を整理し、総括表を作成する。

一通り分析が終われば、「分析もれ」「まちがい」がないか、もう一度工程の順をおって確認し、必要に応じて補足調査をする。確認が終われば、工程数、時間、距離

表8 製品工程分析調査項目

工 程	主 体	場 所	時 間	方 法
加工 ○	作業者（職名、人数） 機械設備（名称、機番、 台数、材料、部品）	作業場所	加工時間、 単位時間当 り生産数量	加工部位、加工順序 加工条件、主要治工具
運 搬 。	作業者（職名、人数） 運搬設備（名称） 運搬手段（名称）	運搬距離、 経路、 回数	運搬時間	1回の運搬回数、積込 み・積み降し方法、 使用工具
検 査 □	作業者（職名、人数） 検査機器（名称、精度）	検査場所	検査時間	検査箇所、検査方法、 規格、不良率
停 滞 ▽	保 管 責 任 者	置き場所、 保管場所	停滞時間、 停滞数量、 入出庫月日	容量、置き方状態

注) 場所、時間、方法に分類してあるが、それぞれの項目内容に重要度 A, B, C, で評価して、重要なものから調査項目としてとりあげること。

などの合計を求め、総括表を作成する。総括表は、各工程の回数や時間の比率から大まかな問題点を見つけたり、改善案との比較を行うために必要となる。必ず総括表を作成する。

手順11 流れ線図を作成する

配置図に、製品の流れを分析記号を用いて記入する。流れ線図は、配置図上に実際の製品の流れと同じように表すことができるから、レイアウト上の問題点、例えば、

- ① 流れが逆もどりしている。
- ② 流れが交差している。
- ③ 流れがジグザグである。
- ④ 流れを妨害するものがある。
- ⑤ 不必要に遠回りしている。

などの問題点が明らかになってくる。

流れ線図を書く場合、運搬の方向をはっきりさせるために必ず運搬記号④にするか、

線に矢印をつける必要がある。

手順12 分析結果を検討し、改善案を立案する。

分析結果が整理できれば、分析表や総括表、流れ線図から、工程の流れ全体の検討を行い、各工程に対しては5W1H法、チェックリストなどによって改善案の構想をたてる。この際、特性要因図、パレート図、ヒストグラムなどを使って図表化すると非常に効果的である。改善後の製品の流れを製品工程分析表に表わし、新旧の工程数、時間などを比較し、改善の効果を確認する。

(4) 製品工程分析結果の見方

製品工程分析は、製品が加工されながら流れていく過程を把握し、問題点を見出し、改善の見通しをつけるための手法であるから、分析した結果を見る場合はまず全体的な流れに関する改善に注目し、的をしばりながらより詳細な分析や改善活動を進めていくことが大切である。

1) 総括表による見方

分析結果を総括表に整理してみると、加工、運搬、停滞、検査の比率がわかり、「加工時間に対して検査時間が多くないか」「停滞回数が多くないか」「運搬距離が長すぎないか」など工程の大まかな問題をつかむことができる。表9は総括表の一例である。工程数、時間、人員に対してその比率を知るためには、図1のようにパレート図を書くとよくわかる。これより、工程数と人員の点では運搬を、時間に関しては停滞を改善する必要があることがわかる。

2) 流れ線図による見方

工程図を作成しても製品の実際の流れの状態はつかみにくいものである。このような場合は、配置図に工程記号を記入することにより、製品の流れ、特に運搬レイアウト上の問題点、改善点を見つけることができる。図2製品の流れ線図の例はその一例であるが、運搬や停滞の状況を一目で見ることができる。この例では、

① 製品の流れが直線的でなく、運搬距離が長い。

② 不要な停滞が発生している。

などの問題点を見つけることができる。

表9 総括表の例

		○	○	▽	□				
		○	○	▽	□				
総括	工程数	2	5	3	3	合計			備考
	時間	75	22	130	25	時間 (分,秒)	距離 (m)	人員	
	人員	2	10	—	6	252	85	18	

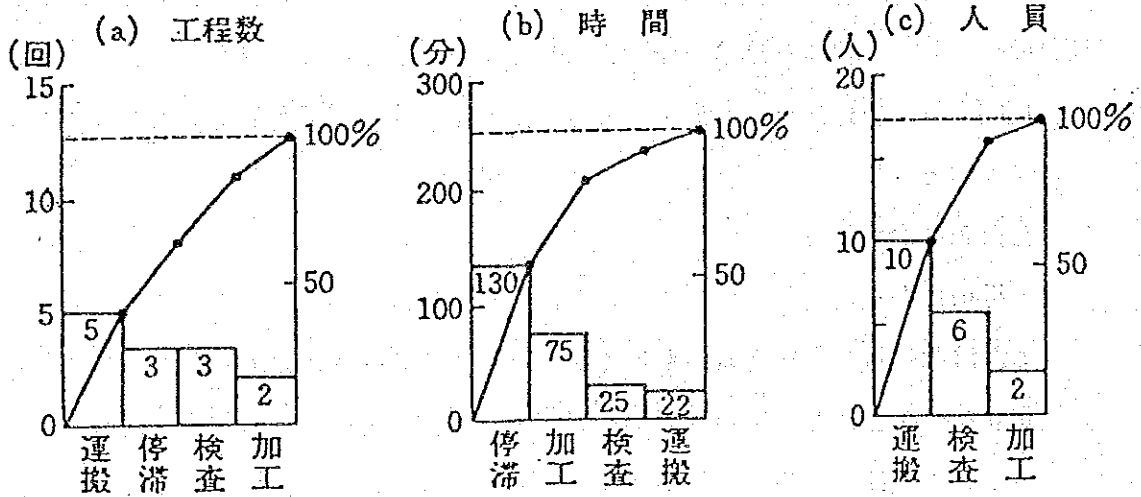


図1 総括表のパレート図による見方

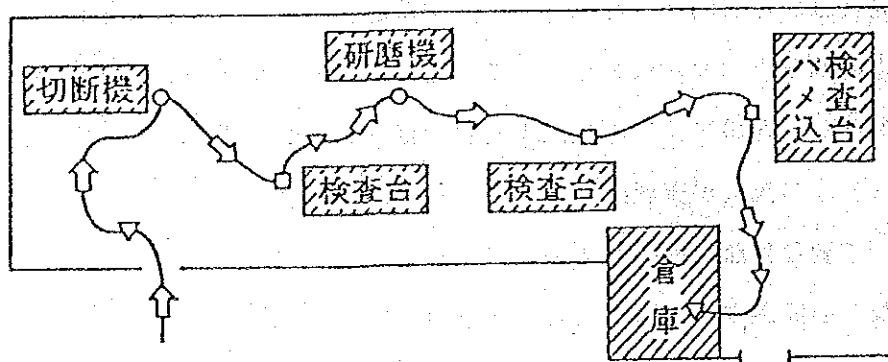


図2 製品の流れ線図の例

出典『日科技連F I Eテキスト』より

3) 5W1H法による見方

総括表や流れ線図から、大まかな問題点を知ることができるが、具体的な問題点、あるいは改善着眼を出すには、個々の工程についてさらに詳しく分析していかなければならない。それには5W1H法とチェックリストによる見方がある。次に5W1H法による見方を述べる。

5W1H法の質問を利用して、表10のように分析表に対応させて5W1H質問票を作り、問題となる項目「なぜ」にV印をつけ、「改善着眼」の欄にそのとき浮かんだ改善着眼点があればV印をつける。同時に「問題点」の欄に補足的な説明を記入する。このような方法は、グループで討論して、分析表を検討するとき特に効果がある。

表10 5W1H質問票の例

No.	内 容	加工 (作業)	運搬 (移動)	停滞 (手待)	検 査	時 間 (分)	な ぜ				問 題 点	改 善 着 眼							
							目 的	場 所	順 序	作 業 者		方 法	や め る	一 緒 に す る	変 え る 順 序	変 え る 場 所	変 え る 作 業 者	改 善 す る	
1	材料倉庫で保管	○	○	▽	□														
2	パレットに積む	○	○	▽	□	5				√	第1工程の 作業者が行 なっている							√	
3	運搬待ち	○	○	▽	□	2													
4	第1工程へ運搬	○	○	▽	□	12				√									√
5	作業台の横で停滞	○	○	▽	□	2													

質 問	「なぜ？」	改 善 着 眼
① 目的は何か。	なぜ？	① 不必要な仕事を排除する。
② それはどこで行うべきか。	なぜ？	② 場所を変える、または同じようにする。
③ それはいつ行うべきか。	なぜ？	③ 時期、順序を変える、または同時に行う。
④ 誰がそれを行うべきか。	なぜ？	④ 作業者を変える、または同一人にする。
⑤ それをいかに行うべきか。	なぜ？	⑤ 方法を簡素化または改善する。

4) チェックリストによる見方

製品工程分析の結果をチェックリストを用いて、工程全体あるいは各々の工程の問題点、改善着眼を容易にもれなく検討する方法である。

表11に示す製品工程分析チェックリストにより、各工程について改善できると思われるものがあれば、チェック欄の「はい」に○印をつけ、具体的なアイデアがあれば「備考欄」に記入する。この際、実現が可能かどうかは問題でなく、そのとき思いついた改善項目をチェックしておくことが大切である。より現実的、具体的な改善案は、チェックの後に一つ一つ職場全員の衆知を集め、技術的な検討を行って、立案するようになる。

チェックリストは、分析結果を見るばかりでなく分析中にも活用することが大切である。

(5) 製品工程分析の使い方

製品工程分析は、物の流れを中心に工程の全体を把握する基本的な手法であるから、工程の改善を中心に維持・管理活動に幅広く用いることができる。

1) 全体の流れを系統的につかみ、問題点を見つける場合

製品の流れの順に工程を分析、整理することによって、スムーズな流れを阻害する問題点を見つけるために使う。工程の問題点は、工程をながめていただけでは、なかなか見つかるものではない。その工程を順次記号化した図表により一目で工程全体を見ることによって、流れの問題点を容易に把握できる。

2) 問題工程を全体的な立場で位置づける場合

ある工程で「工数が多い」とか「製品の停滞が多い」などという問題がある場合、その工程を細かく分析する前に、まず工程の流れ全体を見て、その工程の問題点を全体的な立場で位置づけるのに使う。また、いきなり細かい分析にはいると狭い範囲でしか分析できず、改善も小さなものになる場合がよくある。これを防ぐためにも、その工程を含む全体の流れや前後関係を知ることは、詳細分析の基礎資料として大切である。

表11 製品工程分析チェックリスト

工程名	氏名	所属		
項目	内容	チェック		備考
		はい	いいえ	
1. 省略できる工程があるか	①不必要なものはないか ②治工具・機械の使用によって ③作業場所を変えることによって ④仕事の順序を変えることによって ⑤製品の設計を変えることによって ⑥部品材料の仕様を変えることによって			
2. 他の仕事と組み合わせられる工程があるか	①分業化の程度を変えることによって ②治工具・機械の使用によって ③作業場所を変えることによって ④仕事の順序を変えることによって ⑤製品設計を変えることによって ⑥部品材料の仕様を変えることによって			
3. 工程をより簡素化、容易化することができるか	①治工具・機械の使用によって ②製品の設計を変えることによって ③部品材料の仕様を変えることによって ④工程の分割によって ⑤作業の標準化によって			
4. 各工程を標準化、安定化できるか	①治工具・機械の使用によって ②作業指導書によって ③標準時間の設定によって ④作業者の適性を調べることによって			
5. 工程の流れを均一にできるか	①工程の分割によって ②工程の合併によって ③準備作業の集中化によって ④治具化・機械化によって ⑤作業者の技能・能力を調べるによって			

注) チェック欄は該当する方に○印をつける。「はい」に○印をつけたものは改善の検討を職場全員がQCサークル活動で実施する。

また、チェック欄にチェックする場合も、職場の全員が参加してチェックすれば、正確なチェックができる。

3) 工程での品質確保の状態を調べる場合

製造工程でいかに品質が作りこまれ、製品としての品質が確保されているかを調べるために使うことができる。各加工工程での製造条件や検査工程での検査規格を調べ、実際その通りに行われているか、条件の抜けや誤りがないかを調べると同時に、運搬や停滞中に品質を劣化させる要因がないかを調べることができる。一般に工程での品質確保の状態は、加工や検査を中心に見られがちであるが、運搬、停滞時に品質に及ぼす要因、たとえば運搬方法、停滞の状態、温湿度など幅広く調べるのが大切である。

4) 的確な改善目標を定める場合

工程の改善を行うとき、明らかな目標値を設定しておくことは、改善活動を活発に進めていくうえで大切なことである。このようにしておけば工程分析により、「どの工程を」「どの程度改善すべきか」ということなどを数値でとらえることができる。

やり方としては、各工程の内容を調べ、「その工程が製品を作る上でぜひとも必要であるかどうか」を検討し、本来不必要であったり無駄な面がある工程をチェックする。次に総括表の各工程の数や時間について、不要な工程を除いて改善目標を作成する。

5) 上司や他部署の人に改善報告、説明を行う場合

工程分析図表は、工程を分析記号という共通の言葉で表すことによって、実際の工程を知らない人でも、一目でその工程が理解できるという特徴をもっている。この特徴を生かして、次のような使い方ができる。

・工程の概要を説明するとき

作業や機械設備の改善などの報告の際、いきなり問題となっている作業の説明をする前に、工程分析図により工程全体の概要を説明すると同時に、改善前の問題点を工程全体から確認してもらうのに使う。

・改善効果を調べるとき

分析図表や総括表で、現状と改善案を比較することにより、改善効果を図表の長短や数字で具体的に示すことができるから、改善の実施に当って説得力をつけることができる。また、改善を実施した後で実際どの程度の改善効果があったのかを調べるときにも有効である。

3 作業工程分析

(1) 作業工程分析とは

現場の生産活動を行う場合に、同じ作業者が加工したり運搬したりすることがしばしばある。例えば、

- ① 一人の作業者が2台以上の機械を操作するとき。
- ② 倉庫や職場内で作業者が多くの部品や製品を扱うとき。
- ③ 一人の作業者が一連の工程を通して行うとき。

作業工程分析は、このような場合に、作業者の仕事の流れを工程の流れと考えて、製品工程分析と同じようなやり方で分析していく手法である。つまり、作業工程分析とは、“一連のまとまった仕事を進める作業者の行動を「作業」「検査」「移動」および「手待ち」を表わす記号を用いて図表化することにより、作業の流れを基本的、全体的に知るための手法”といえる。図示記号は、製品工程分析と同様のものを用いる。表12作業工程分析図示記号を参照のこと。

表12 作業工程分析図示記号

記号	工程名	内容
○	作業	部品、製品の形状、寸法、性質などを変えたり、ほかの物と組立、分解する行為（加工・検査・移動のための整理・準備の行為、すなわち「操作」を含む）をいう。
◦ (◡)	移動	作業者が対象物がある場所から他の場所へ運搬したり、何も持たないで移動する行為をいう。1m以内の物の取扱い（とりおき）は「操作」として作業の一部と考える。
□	検査	対象物の品質または数量を調べる行為をいう。
▽	手待ち	作業者のところへ物がくるまで作業や検査をするのを待つとか、移動するのにエレベーターを待つとか、自動加工中の待ちなどをいう。

(2) 作業工程分析のねらいと用途

作業工程分析には次のようなねらいがある。

- ① 作業者の活動を順序だてて把握できる。
- ② 作業者の活動を、作業、移動、検査、手待ちの状態で把握し、その回数や時間の比率を見ることができる。
- ③ ムダな手待ちや空手移動を見つけることができる。
- ④ 各作業の目的を明確にすることができる。

また、次のような用途がある。

- ① 作業者の仕事の流れに関する問題点を把握するために活用できる。
- ② 作業を詳細に分析し、改善していくための基礎資料に活用できる。
- ③ 作業の大まかな標準を作るために活用できる。
- ④ 作業改善の目標を設定するために活用できる。
- ⑤ 作業改善の効果の確認に活用できる。

などがある。

(3) 作業工程分析のやり方

作業工程分析のやり方は、基本的には製品工程分析と同じである。ただし分析対象が作業者であることに注意しておかなければならない。

1) やり方の手順一覧表

- 手順1 分析する目的を決める。
- 手順2 分析対象となる作業者を選ぶ。
- 手順3 作業の範囲を決める。
- 手順4 分析の計画、準備をする。
- 手順5 分析用紙に必要事項を記入する。
- 手順6 作業者の行動を分類し、記入する。
- 手順7 作業内容を調査し、各項目ごとに記入する。
- 手順8 結果を整理し、総括表を作成する。
- 手順9 流れ線図を作成する。
- 手順10 分析結果を検討し、改善案を立案する。

以上のような10の手順で分析する。

2) 作業工程分析の具体的な手順

手順1 分析する目的を決める。

製品工程分析の場合と同様、目的を決めることは分析を確実に要領よくやるために重要である。

目的には次のようなものがある。

- ① 作業能率を向上する。
- ② 仕事のしやすいレイアウトに改善する。
- ③ 作業の流れを標準化する。

手順2 分析対象となる作業者を選ぶ。

対象となる作業者は、

- ① その仕事になれている人。
- ② 作業方法、手順の定まっている人。
- ③ 時間がかかるなど問題となっている人。

など、分析目的に応じて選ぶ。

手順3 作業の範囲を決める。

作業工程分析の場合の分析の範囲は、普通「その作業の1サイクル」を範囲にする。製品は次の部署へ流れても、作業者はまた同じ作業を繰り返すことが多いからである。また、分析したい範囲が数人の作業者にまたがっている場合は、分析の混乱をさけるために、一人で1枚の分析表を用いるようにする。

手順4 分析の計画、準備をする。

製品工程分析の手順4～6と同じである。

手順5 分析用紙に必要事項を記入する。

製品工程分析の手順7と同じである。

手順6 作業者の行動を分類し、記入する。

作業者の行動を観察し、作業、移動、手待ち、検査に分類する。作業工程分析の対象は作業者であるから、「作業者が何をどうするかというようにして分類」する。四つの作業工程に分類できたら、その記号と、工程の内容をわかりやすく記入する。

手順7 作業内容を調査し、各項目ごとに記入する。

調査項目は、ほぼ製品工程分析と同じである。表13の作業工程分析調査項目から分析に必要な項目を選ぶ。

表13 作業工程分析調査項目

工 程	主 体	場 所	時 間	方 法
作 業	<ul style="list-style-type: none"> 作業内容 機械設備 (名称、台数) 	<ul style="list-style-type: none"> 作業場所 	<ul style="list-style-type: none"> 作業時間 単位時間当り生産量 	<ul style="list-style-type: none"> 作業順序 作業条件 主要治工具
移 動	<ul style="list-style-type: none"> 移動目的 運搬設備 運搬手段 	<ul style="list-style-type: none"> 移動距離 経 路 回 路 	<ul style="list-style-type: none"> 移動時間 	<ul style="list-style-type: none"> 運搬個数 使用工具
検 査	<ul style="list-style-type: none"> 検査内容 検査器具 (名称) 	<ul style="list-style-type: none"> 検査場所 	<ul style="list-style-type: none"> 検査時間 	<ul style="list-style-type: none"> 検査箇所 検査方法 検査規格 不良率
手待ち	<ul style="list-style-type: none"> 手待ち理由 	<ul style="list-style-type: none"> 手待ち場所 	<ul style="list-style-type: none"> 手待ち時間 	

手順8 結果を整理し、総括表を作成する。

分析したら、現在方法での作業、検査、移動、手待ちの各工程数、移動距離、所要時間などを集計し総括表を作る。これは、問題の重点を見つけるためにも、改善案の評価を定量的に行うためにも必要なことである。

手順9 流れ線図を作成する。

配置図に作業者の動きを記号を使って記入する(図3)。配置図がない場合には、方眼紙、メモ用紙に配置の略図を作成し、これに記入する。作業工程分析の流れ線図は、作業者の動きを線で描くのであって、製品の流れてないことに注意しなければならない。

手順10 分析結果を検討し、改善案を立案する。

工程全体及び各工程に対し、チェック項目、5W1H、動作経済の原則などの改善原則や独創的アイデアを適用して改善案の構想をたてる。新しい改善方法による作業を作業工程分析の形で表わし、各工程の数、移動距離、所要時間などを集計して旧方法と比較し、効果を確認する。

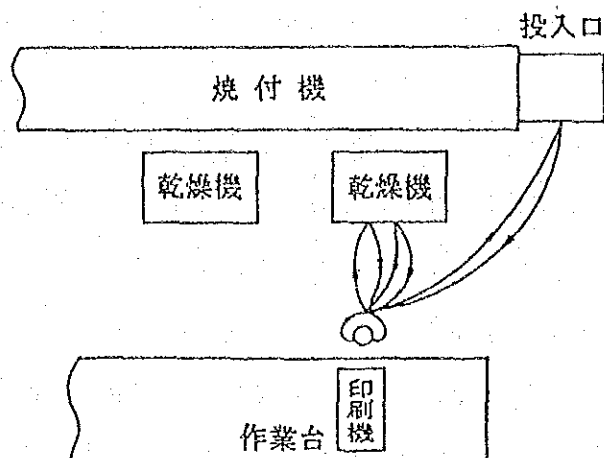


図3 流れ線図の例（小型部品の印刷）

(4) 作業工程分析結果の見方

作業工程分析の見方は、製品工程分析の場合とほぼ同様に次のような見方がある。

- ① 総括表による見方。
- ② 流れ線図による見方。
- ③ 5W1H法による見方。
- ④ チェックリストによる見方。

の四つの見方がある。

①～③については、製品工程分析と全く同様にして問題点を把握し、改善着眼を引き出す。④のチェックリストは表15に示す。作業工程分析の場合、作業方法や動作についての問題点が出やすく有効な改善案を出すことができる。

(5) 作業工程分析の使い方

作業工程分析も、製品工程分析の場合とほぼ同じである。ただ製品の流れの改善よりも、作業者の動きを改善するために使う。

1) 作業者の仕事の流れをつかみ、改善点を見つける場合

作業者の動きを分析し、図表化することにより、作業上の問題点、たとえば手待ちや unnecessary 移動などを見つけ、改善を行ったり、詳細分析による改善の見通しをつけることができる。

2) 問題となる作業を全体的な立場で位置づける

作業者の動きが中心となる工程で、ある作業に時間がかかるとか、手待ちが生じるなどといった問題を改善する場合、その作業の動作や時間に対し、いきなり詳細に分析をせず、作業の流れを調べ、全体的な立場でその作業を改善するときを使う。問題となる作業を作業の流れからとらえ、レイアウトや作業順序を調べることによって、

意外と問題点を解決することができる。

3) 作業者の教育訓練を行う場合

作業者に工程分析の考え方を理解してもらうことにより、作業者自身で作業の改善を行うことができるようになる。この場合、作業者が自分で作業工程分析表を自主的に作り、自分の作業を見直していくことが大切である。

4) 作業改善の報告を行う場合

作業者の動きの改善を報告する際、作業内容を工程図示記号で表わすことによって、文字だけの説明よりも上司の理解を深めてもらえる。また、改善前後の比較を図表や数字によって簡単に報告することができる。

表14 小型部品組立工程における作業工程分析の実例

分析対象		製品					製造3課			チーム	
No	内容	作業工程				時間 (分, 秒)	距離 (m)	人員	数量	設備	改善着眼点
		加工 工業	運移 搬動	停手 待滞	検査						
1	素子をマスクに並べる	○	○	▽	□	0.7×5 3.5			マスク 5枚		(1マスクに素子100枚) (1回ごとの繰返し) 並べやすいマスクに する必要がある
2	電極を印刷する	○	○	▽	□	0.5×5 2.5			" 印刷機		
3	素子をアミにのせる	○	○	▽	□	0.2×5 1			"		
4	乾燥機へ運ぶ	○	○	▽	□	0.1	2		"		乾燥中に次の印刷が 行なえないか たとえばマスク4枚 にし時間を調整する
5	" に入れる	○	○	▽	□	0.2			" 乾燥機		
6	作業台にもどる	○	○	▽	□	0.1	2				
7	乾燥待ち	○	○	▽	□	5.0					
8	乾燥機へ行く	○	○	▽	□	0.1					
9	素子を取り出す	○	○	▽	□	0.2			マスク 5枚	乾燥機	
10	作業台に運ぶ	○	○	▽	□	0.1	2		"		
11	冷却待ち	○	○	▽	□	2.0				扇風機	
12	素子を裏返し マスクに並べる	○	○	▽	□	0.5×5 2.5			マスク 5枚		
13	電極印刷する	○	○	▽	□	0.5×5 2.5			" 印刷機	(1回ごとの繰返し)	
14	素子をアミにのせる	○	○	▽	□	0.2×5 1			"		
15	" 焼付機へ運ぶ	○	○	▽	□	0.5	5		"		手待ち時間をへらせ ないか
16	" " に入れる	○	○	▽	□	0.1			" 焼付機		
17	作業台にもどる	○	○	▽	□	0.3	5				
		○	○	▽	□						
		○	○	▽	□						
		○	○	▽	□						
		○	○	▽	□						
総括		工程数	9	6	2	0	合計			備考	
		時間	13.5	1.2	7.0	0	時間 (分, 秒)	距離 (m)	人員	焼付機 □ 投入口 □ 乾燥機 ○ □ 印刷機 □ ○ 作業台	
		人員					21.7	16			

表15 作業工程分析チェックリスト

作業名	氏名	所属				
		項目	内容	チェック		備考
				はい	いいえ	
1. 別の作業で目的を達することができるか	①目的を明確にすることによって ②他の手段を考えることによって					
2. 作業を ①省略できるか ②軽減できるか ③組み合わせられるか	①不必要なものとして ②順序を変えることによって ③別の設備を使うことによって ④配置を変えることによって ⑤製品設計を変えることによって ⑥作業者の知識を増やすことによって					
3. 移動を ①省略できるか ②軽減できるか ③組み合わせられるか	①作業を取り除くことによって ②物の保管場所を変えることによって ③配置を変えることによって ④設備を変えることによって ⑤作業手順を変えることによって ⑥コンベアによって					
4. 検査を ①省略できるか ②軽減できるか ③組み合わせられるか	①不必要なものとして ②二度手間を除くことによって ③順序を変えることによって ④抜取検査をすることによって ⑤作業者の知識を増すことによって					
5. 手待ちを省略できるか	①作業手順を変えることによって ②別の設備を使うことによって ③配置を変えることによって					

注) 「チェックリスト欄」は該当する「はい」「いいえ」のいずれかに○印をつけること。「はい」に○印をつけたものは改善の検討を現場の全員で行うこと。

4 組合せ作業分析

(1) 組合せ作業分析とは

現場の作業は、一人の作業者が1台の機械または工程を受け持って作業をするといった単純な形態のものばかりではない。一人の作業者が数台の機械または数種の作業を受け持つ場合もあるし、数人の作業者が共同で一つの作業をすることや、数台の機械を共同で受け持つ場合もある。このような場合、時間の手待ちや干渉が起こる可能性があり、これを能率よく行うようにする改善手法として組合せ作業分析がある。

組合せ作業分析とは、“人と機械”、人と人の組み作業の時間的経過を分析、図表化することにより、人または機械に発生する「あそび」「手待ち」などの遊休時間を見出し、仕事の編成を改善する手法”である。

組合せ作業分析のねらいは次のようなものである。

- ① 自動機械作業、共同作業などで、手待ち、あそびをなくし、作業負荷を均等にす
る。
- ② 機械の受持ち台数、共同作業の組の人数を適正なものに決める。

組合せ作業分析は、作業者と機械、作業者と作業者の組合せによって「作業者一機

表16 組合せ作業分析記号

作 業 者			機 械		
<input type="text"/>	単 独	機械や他作業者と時間的に無関係な作業。	<input type="text"/>	自 動	作業者から離れ自動による機械作業。
<input type="text"/>	連 合	機械や他作業者と一緒に作業し、どちらかが時間を制約している作業。	<input type="text"/>	手扱い	段取り、取付け、取外し、手動など作業者の活動によって時間の制約をうける作業。
<input type="text"/>	手待ち	機械や他作業者が作業しているために起きる作業者の手待ち。	<input type="text"/>	手待ち	作業者が作業しているために起きる機械の停止、空転。

械分析」と「共同作業分析」の二つの基本的な手法に分けることができる。また、複数の作業者が複数の機械を共同で扱いながら仕事を進めていく場合などにも応用できる。組合せ作業分析に用いる記号は表16に示す3種類で表わすが、単に作業と手待ちを表わしたい場合は、作業は 、手待ちは で表わす。

(2) 組合せ作業分析のねらいと用途

組合せ作業分析のねらいは、「人と機械、人と人との相互関係を明らかにすることにより、手待ちや遊びの時間を見つけ、稼働状態を知ること」である。また、時間の関係と同時に作業内容も把握できるため、このような無駄な時間の発生場所も把握することができる。手待ちや遊びの時間や発生場所が把握できるので、次のような用途に用いると効果的である。

- ① 多量生産設備の稼働率をあげようとするとき。
- ② 共同作業の編成をするとき、また編成を改善するとき。
- ③ 一人あるいは複数の作業者が、何台の機械を操作できるか検討するとき。
- ④ 設備、機械を改造するとき。

(3) 作業員-機械分析

1) 作業員-機械分析とは

一人の作業員が1台または数台の機械を受け持っている場合、機械が動いている間、作業員の手待ちが生じたり、1台の機械を操作しているときに、他の機械が停止しているという状態が起こる。作業員-機械分析とは、このような作業について「機械の稼働状態と作業員の作業手順との時間関係を関連させて記録、図表化することにより、それぞれのあそび時間を調べる方法」である。この手法には次にあげる用途がある。

- ① 稼働率低下の原因を発見する場合にも活用できる。人が機械を用いて仕事している場合、相互関係が不適當であると、あそび時間が発生するが、その原因を発見することができる。
- ② 作業員の持ち台数を検討するための資料として活用できる。一人の作業員が何台の機械を操作できるかを定めることができる。一人の作業員が1台の機械を受け持ち、わずかの時間だけしか注意を払っていないとき、もう1台の機械を持たせることによって、あそび時間を少なくできるかどうかを検討できる。
- ③ 作業員、機械の稼働重点を決める場合に活用できる。作業員の時間と機械の時間のどちらを有効に使用する方が有利か検討することができる。

④ 機械の配置の改善の資料として活用できる。作業者の稼働率向上のため、機械の配置の変更を検討することができる。

2) 作業者－機械分析のやり方

基本的には作業者工程分析と同じ方法で分析を行い、図表のまとめで作業者と機械の時間的な相互関係がわかるようにする。次にその手順を説明する。

手順1 作業者と機械のそれぞれについて別個に、作業者工程分析と同じように、1サイクルの作業内容を分析図表に記入する。

手順2 時間の一致する箇所、すなわち同時に開始または終了する作業を1つの基準として分析図表を並べる。

手順3 分析図表の各作業の時間を正しく測定する。

手順4 各作業の時間を柱の長さで表わし、時間的に一致するところを基準にして、柱状図表を並べてまとめる。

手順5 作業者と機械の仕事量のアンバランスの度合を定量的にまとめた表を作る。

手順6 チェックリストを用いて図表の内容を検討し改善案を作成する。

手順7 新方式による作業者－機械分析表を作成し、新旧比較の要約表を作成する。

表17組合せ作業分析の例は作業者－機械分析の一例である。

(4) 共同作業分析

1) 共同作業分析とは

数人の作業者が、共同して一つの仕事をやっているとき、特定の作業者のみに負担がかかり、他の人は見ているだけという状態がしばしば起こる。このような場合、特定の作業者のみの作業の効率化を望むことは困難で、他の共同作業者全員の関連を見ながら、全体として有効化をはかることが大切である。

共同作業分析は「数人の作業者が共同して一つの仕事をを行うとき、相互関連の状態を分析し、記録する方法」である。共同作業分析の用途には次のようなものがある。



① 仕事を適当なところで分割し、再配分を行い、各作業者の仕事量の公平をはかる場合に活用できる。


② 最も時間のかかる作業を発見し、改善するための資料として活用できる。

表18は共同作業分析の一例である。共同作業分析も、作業者－機械分析とほとんど同じである。

表17 組合せ作業分析の例（作業者-機械分析）

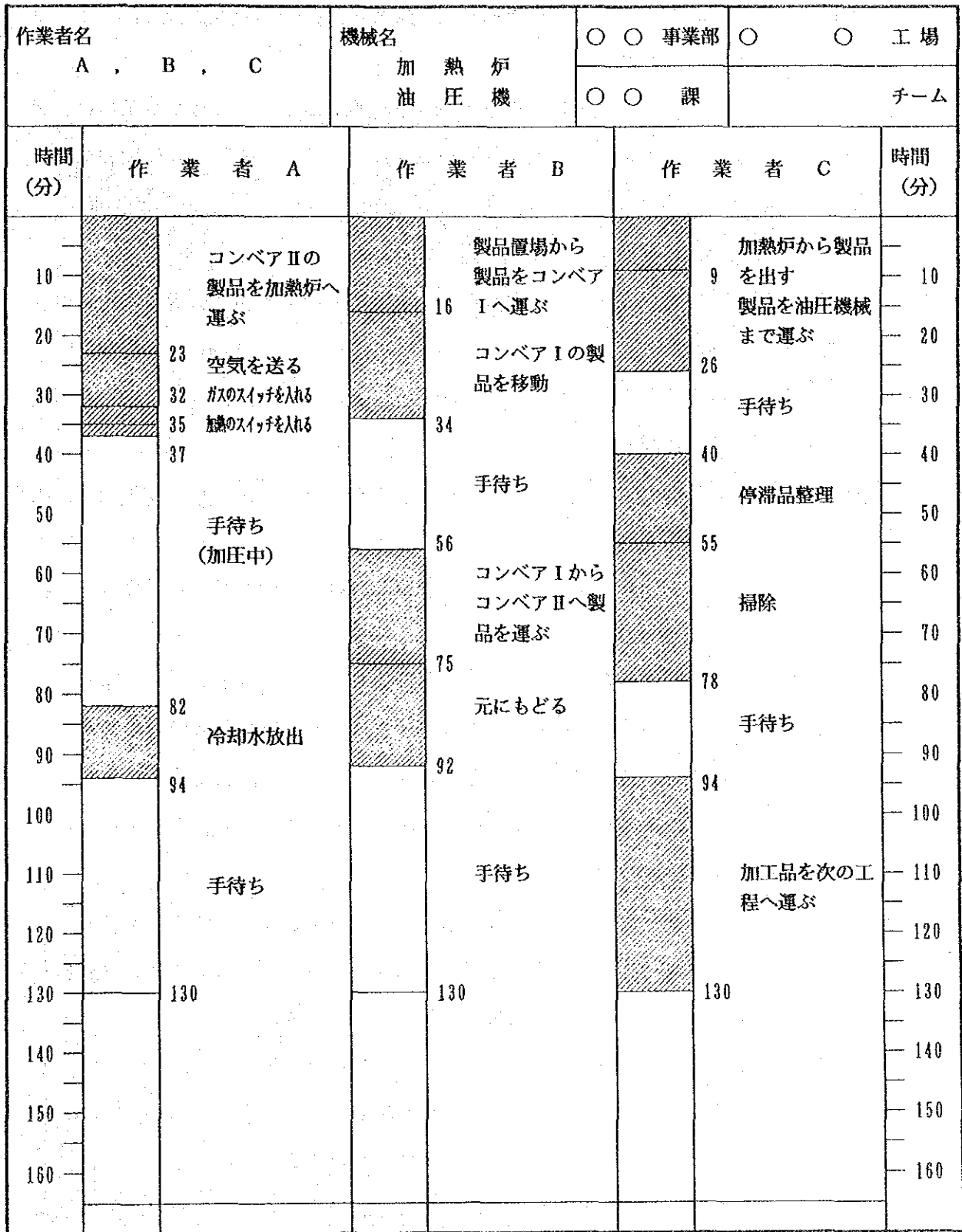
作業者名 山 本		機械名 プレス成形機 A, B, C		〇 〇 事業部	〇 〇 工場				
				〇 〇 課	チー ム				
時 間	作業者 山 本	プレス A	プレス B	プレス C	時 間				
	5	Aまで歩く	5	手 待 ち					
10	40	機 械 A の 調 整・ 手 扱 い	40	成 形 の 段 取 り	35	成 形	80	成 形	10
20									
30									
40									
40	5	Bまで歩く	5	手 待 ち					
50	50	機 械 B の 調 整・ 手 扱 い	90	成 形	50	成 形 の 段 取 り	25	手 待 ち	50
60									
70									
80									
90	5	Cまで歩く	5	手 待 ち					
100	60	機 械 C の 調 整・ 手 扱 い	30	手 待 ち	65	成 形	60	成 形 の 段 取 り	100
110									
120									
130									
140									140
150									150
160									160

注)  作業者は別作業、機械は自動、  作業者は連合作業、機械は手扱い

 作業者は手待ち、機械も手待ち、を示す。

この記号には定まったものがないので、企業によって独自に決めてもかまわない。

表18 共同作業分析の例



注)  作業、 手待ち

出典・藤田彰久編著、「IEの基礎」p.109より引用。