

7-2 生産管理の近代化計画

7-2-1 生産管理近代化の方針

ノズル工場は約380台の機械設備を保有して燃料噴射ノズルの一貫生産を行なっているが、機械の稼働状況は満足なものとはいえない。いつぼう当工場の当面直面している問題は販売に上につた生産量の増大である。ノズルの製作は切削と研磨によつてその付加価値を増大しているものであるから機械の稼働率を高め、併せて製品の品質向上を目指さなければ近代産業として遅れをとることは明白である。

現有の組織をより機能的に活用して合理的な生産システムを構築し、これらの問題を解決するためには生産管理体制、生産技術、設備管理、教育訓練制度などについていろいろな施策を考えてゆかねばならない。しかし、まずは機械設備の稼働率を高めるための諸策が必要である。

ちなみに調査期間中に実測した機械の稼働状況を示すと侯家溝・旅順分工場全体のデータは表7-2-1および7-2-2のとおりである。

これを端的に表現すれば観測期間中に全く稼働しなかつた機械を運休機と呼ぶと機械の運休率は31.8%であり、運休機を除外した稼働していた機械284台だけの稼働率を見ても47.8%で、その稼働している機械の機械休止が19.0%という状態であつた。運休していた機械116台を含めた工場全体の稼働率は32.3%となる。

このような状況は管理上の理由に基づくものと、工程ごとの負荷能力の差異に起因するものである。負荷能力の正確な測定と、これに基づく緻密な日程計画を行なうことが急務である。

また工場内には工程間の仕掛り品と半製品の在庫が多いことが観測されている。これらの在庫は製作日程すなわち納期の増大の直接的な原因になつていることは疑う余地はない。さらに、これらの在庫は運搬経路を複雑にし、さらにマテハンを煩雑にしている。工程間の在庫も各工程の負荷能力のアンバランスから生じているものが多いので、これらも作業測定による処理能力の正確な把握と実行のための進捗管理が重要である。

さらに、当工場における材料から製品への流れを複雑にして工程管理を煩雑にしている原因は、洗浄工程が独立して集約されている点にある。これの解決には洗浄工程の抜本的な改善が必要であるが、現在開発されている小型の高性能な洗浄器にノズルの洗浄に適合するような改良を加えて生産ラインの中に分散配置する方法が考えられる。これは、単に運搬経路の改善だけに留まらず工程のラインバランスの改善にも貢献し、「流し生産方式」を可能にする基礎を築くものとなる。

以上述べた諸点の改善によつて問題点を解決し、また今後増設される機械設備の有効な稼働を図るための生産管理の方法について以下順次に述べる。

7-2-2 生産計画

当工場における針弁体の生産は機械加工工程だけで約30工程が連続し、洗浄工程を含めると約40工程となる。このため各工程の機械をムラなく稼働させて稼働率をあげるためには緻密

表 7 - 2 - 1 機械設備の運転情況

単位：台

項目 機械設備名	侯家溝工場		旅順分工場		合計		合計
	稼動	休転	稼動	休転	稼動	休転	
6軸ターレット旋盤	2	3	4	2	6	5	11
単軸ターレット旋盤	4	-	2	2	6	2	8
竖切旋盤・油溝旋盤	5	1	11	4	16	5	21
普通旋盤	2	3	11	6	13	9	22
噴孔ドリル	10	7	19	10	29	17	46
座面研磨機	14	5	14	11	28	16	44
端面研磨機	4	1	3	-	7	1	8
横型研磨機	24	1	12	4	36	5	41
中孔研磨機	12	-	6	13	18	13	31
横型中孔摩撿研磨機	4	-			4		4
双盤外周研磨機	4	-			4		4
成型センターレス研磨機	3	-			3	-	3
精密研磨機	8				8		8
個別機械	23	9	47	9	70	18	88
非稼動機械	-	25			-	25	25
合計	119	55	129	61	284	116	364

註) 視測対象外は放電加工機12台刻印機 2台と洗淨設備.

表7-2-2 全工場機械稼働分析表

大連燃料噴射
ポンプ・バルブ工場

ノズル工場稼働分析表

(候家溝工場・旅順分工場合計)
(稼働中の機械1台1シフト平均)

観測

96年3月9日12日14日

分類	要素作業	生起数	生起率		要素作業時間(分)	備考
			全体%	小計%		
準備後始末	1 作業者更衣	76	0.7	41.5	3.6	
	2 機械点検清掃中	14	0.1	7.7	0.7	
	3 作業申し送り中	3	0.0	1.6	0.1	
	4 材料運搬中	90	0.9	49.2	4.2	
	小計	183	1.8	100.0	8.6	
主作業	5 切削・研磨・穿孔	4889	47.8		229.4	
	小計	4889	47.8		229.4	
	7 タレット回転	500	4.9	33.5	23.5	
	8 芯出し	34	0.3	2.3	1.6	
	9 寸法測定	247	2.4	16.5	11.6	
	10 ワーク取付取外し	697	6.8	46.7	32.7	
	11 吹き・注油	15	0.1	1.0	0.7	
	小計	1493	14.6	100.0	70.1	
余業	13 工具借用返却	12	0.1	1.4	0.6	
	14 ハブ研磨	235	2.3	28.1	11.0	
	15 機械調整	140	1.4	16.8	6.6	
	16 刃物台調整	73	0.7	8.7	3.4	
	17 材料製品整理中	241	2.4	28.9	11.3	
	18 他作業応援	134	1.3	16.0	6.3	
	小計	835	8.2	100.0	39.2	
裕	19 記帳	16	0.2	0.7	0.8	
	20 作業指示受け中	46	0.4	1.9	2.2	
	21 材料待ち	205	2.0	8.4	9.6	
	22 作業指示待ち	19	0.2	0.8	0.9	
	23 作業者退業	82	0.8	3.4	3.8	
	24 機械故障	123	1.2	5.0	5.8	
	25 機械休止	1947	19.0	79.9	91.4	
	小計	2438	23.8	100.0	114.4	
疲用達	26 作業者休憩中	383	3.7		18.0	
	27 作業者用便	8	0.1		0.4	
	小計	391	3.8		18.3	
	合計	10229	100.0		480	

な生産計画が必要になる。

生産計画の方法は何種類かあるが、上記の特性に基づいて機械設備の負荷率の調整に有効な生産計画を次のように行なう。

(1) 種類別生産計画

生産計画の業務は、まず生産計画と生産統制に分けて行なう。工程の生産性を高めるには、生産計画の段階で適切な計画を立てることが必要である。

一般に生産計画は大日程計画すなわち期間あるいは年間生産計画に該当するものと中日程計画と呼ばれる月度生産計画、および毎日の生産計画である小日程計画の3つに分けて行なう。

当工場においては工程数が多く、現在の製品品種は少ないといつても単一製品の量産工場とは異り品種の切替が行なわれるうえ、将来は多品種化を目指しているので特に中日程計画と小日程計画に重点を置く必要がある。

それぞれの日程計画は表7-2-3に示す特長を強調して行なうことが重要である。

表7-2-3 日程計画に強調すべき特長

計画の基礎 種類	目的	需要の種類	工程の情報
大日程計画 期間 生産計画 (生産能力 計画)	将来の計画期間に必要な設備、人員、資材の必要量を求める。	推定または期待値	工程の状況能力はわかっている。
中日程計画 月度 生産計画 (手配計画)	必要な設備、人員、資材の入手時期を求める。	需要量と内容(仕様・納期)はほぼ確定。	設備、人員、資材についての時点の状況はわかっている。
小日程計画 日程計画	生産の着手、完了時期を求める。	需要量と内容は確定。	必要な人員、設備、資材は入手済み。

1) 大日程計画

1年あるいは6ヵ月間の生産活動を計画し、この段階では生産計画の基礎になる市場の需要状況が確定している必要はない。経営方針で決められた年間あるいは期間の期待利益を達成するために、推定または期待値しか判明していなくてもその数値を使用する。生産工程についても現用の生産能力がわかっているだけで、将来の工程が未設定でもかまわない。

大日程計画は、下記を基本にして作成する。

- その期間の経営計画で期待している利益を確保するためには、どのような生産活動をすべきかを明らかにする。

- ・工場の生産能力を市場の一般情況に合せて、十分に活用するにはどのような生産活動をすべきであるかをとらえる。
 - ・機械、設備、装置について補充や更新が必要かどうかを明らかにする。
 - ・資金部門がその期間の生産活動のための所要資金を推定する資料とする。
- 以上の大日程計画をもとにして資材購入計画、人員計画、設備計画、資金計画などが作成される。

2) 中日程計画

月度生産計画とも呼ばれるもので、大日程計画に基づいて作成する。この段階では、市場の需要情況はある程度確定しているのので、下記の目的を満たすものにする。

- ・どんな製品を、いつまでに、どのくらい作るか。納期を満たすための先行期間を決めた日程計画を作る。
- ・各職場の能力の最適利用をはかる。
- ・この計画によつて各職場の余力を算定し、目標生産高を維持するために、営業方面に余力を通知して今後の受注活動の基準を作つてゆく。
- ・材料、部品の種類・仕様、必要数量、時期を指定する。
- ・機械設備、治工具などの必要時期を指定する。

3) 小日程計画

小日程計画は1日単位の計画である。確定した生産数量に基づいて、手順計画、基準工数が決まり、それをどの職場で、いつ着手していつ完了するかを計画し、下記の目的を達成できるように行なう。

- ・決められた納期あるいは生産完了時期を守ること。
 - ・仕事が職場に到着してから作業の完了するまでの時間すなわちショップタイムができるだけ短くなるように。
 - ・工程および作業者の遊休時間をできるだけ少なくすること。
- これらにはガントチャートの利用などが一般的である。

(2) 生産情報の展開

顧客から受けた受注に基づいて生産計画がたてられ、該当する製品仕様の製作数量が決定する。必要鋼材数量、副資材を確定し工程手順書の選択を行なう。これに基づいて必要工数の算定、基準日程の作成を行なつて品種ごとの注文の情報を生産情報に変換し、さらに負荷計画と日程計画を作成して仕事の配分を行なう。

生産開始の時期が決まったならば現場に対する具体的な作業手配と指示が行なわれる。具体的な指示は基本的には“差立てを”行なう。製品仕様の確定から作業指示に至る情報の流れは図7-2-1のように行なわれねばならない。

また、それぞれの計画機能におけるインプット、アウトプットなど計画の概要は表7-2-4のように行なう。

1) 手順計画

一般的には受注した製品仕様あるいは見本に基づいて設計図などの品質情報に基づいて製品を構成する部品に展開して“部品展開”を行なう。当工場においては製品品種が限られており部品設計は既成のものが確定しているため該当品種のものを選び出して使用すればよいことになる。

展開された構成部品、当工場では針弁体と針弁だけであるが、それぞれを製作するための工程、加工方法、作業方法、機械設備、加工手順を決めてゆく。これを手順計画と呼ぶが、当工場の場合には特殊なものの受注以外は材料および加工方法は確定した基準の繰り返し使用となるので、使用する機械設備と作業方法に若干の考慮を加えればよい。

手順計画の目的は、一般的には経済的な加工手順と作業方法の決定が第一であり、次に設計仕様、品質を満足するための経済的な部品や材料を決めることにあるが当工場の場合は前者が重要なポイントとなり、この段階で機械の有効稼働を考慮した機械設備の選択を行なうことが大切である。

手順計画の結果は部品別、工程別に“手順表”として数量、使用設備が記入され、材料、形状、寸法、規格については当工場の場合には既定の設計仕様を使用することになる。手順表の形式として一例を示せば表7-2-5のとおりである。

2) 工数計画

手順計画によつて決定された加工手順および生産量の情報に基づいて製造に必要な仕事量を仕事別、工程別に人・日、人・時などの工数として算定を行なう。これが一般的にいわれている“工数計画”であり、品質、数量情報を人・時という仕事量すなわち“工数”の尺度に変換して負荷計画および日程計画のインプットにするほか人員計画や原価計算に使用してゆく。

工数計画は次の手順によつて行なう。

- ① 手順計画で決められた手順表から、段取り作業を含めたそれぞれの作業に対応する作業時間を標準時間の資料から計算する。
- ② 現有の人員と機械設備の能力を、機械別・工程別に求める。
- ③ ①で求めた単位作業時間に生産数量を乗じて所要工数を産出する。
- ④ 各部品または工程別に工数を集計する。

工数計画の結果は表7-2-6のとおり作成する。

図 7-2-1 生産情報の展開

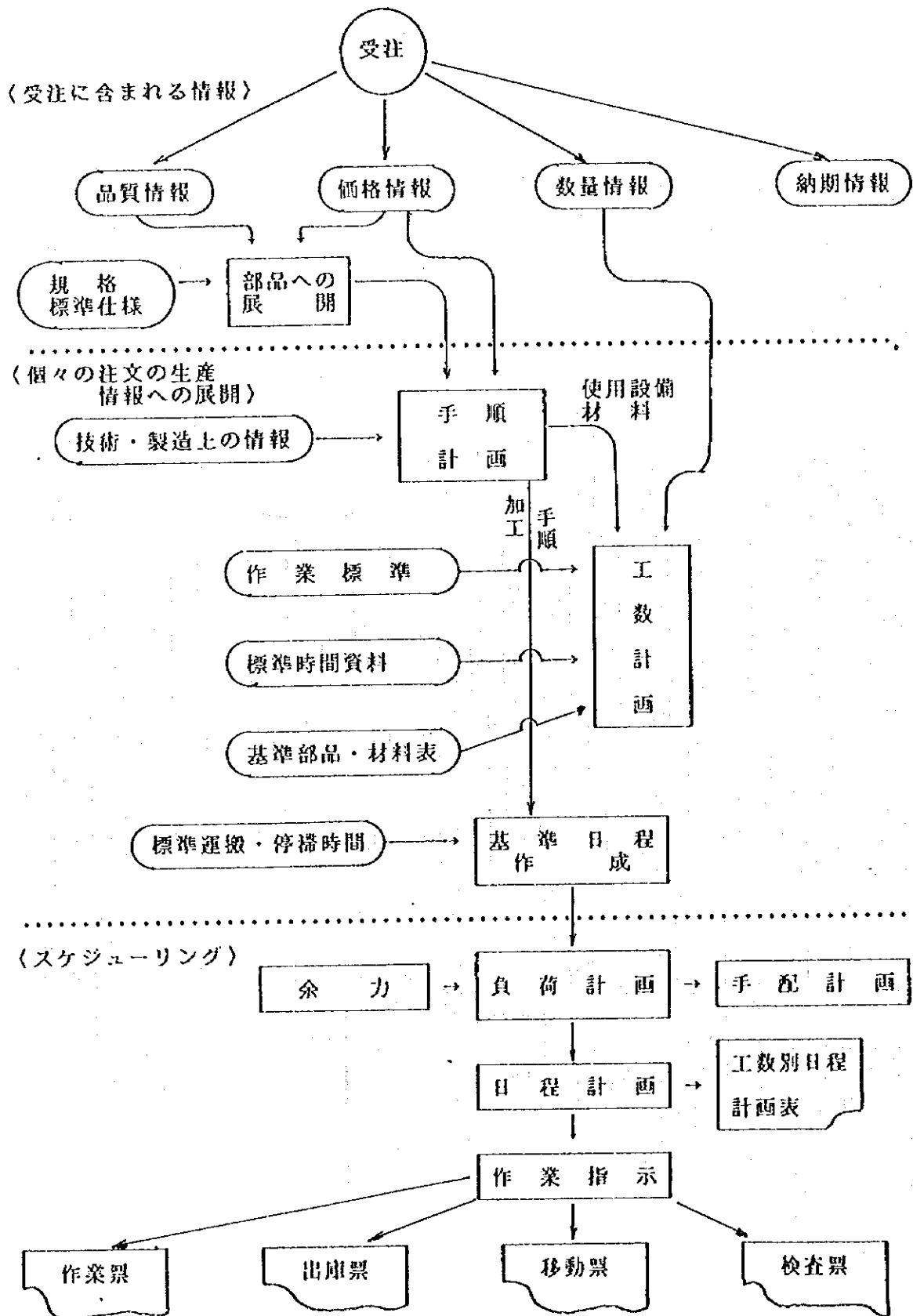


表 7 - 2 - 4 生産計画の概要

	機能 (計画の内容)	インプット	アウトプット	書類
手順計画	製造のための加工方法、必要工程、資材、治工具、検査具および追加すべき設備、加工手順を決める。	仕様、工程能力、技術資料。	加工手順、必要な治工具、必要な資材、必要な検査具および諸設備	注文別・工程別手順表、材料表、作業指示書。
工数計画	手順計画で示された注文の各工程における標準時間を算定し、作業の負荷を決める。	数量、加工手順標準時間資料、工程能力。	注文別、工程別仕事量 (工数)	注文別工数表、工程別工数表。
基準日程作成	注文を加工手順にしたがって並べ各工程に必要な生産期間を決める。	工程別標準時間、運搬余裕時間、加工手順、納期、注文の構成表。	注文別・工程別の基準日程。	基準日程表、手番。
負荷計画	注文の納期に応じた計画期間について各工程の余力と基準日程で決められた注文の工程ごとの工数を比較し、納期内に生産が完了するように各工程に負荷の割付けを行なう。	工程別仕事量。	工程別、計画期別負荷量。	工程別負荷表。
日程計画	各注文について、工程別に作業開始・終了時刻または注文加工の順番を決める。	工程別負荷表、加工手順、作業時間。	工程別の作業の開始・終了時刻 (スケジュール)	作業計画表 ガントチャート。

表7-2-5 手順表の一例

受注先	品名	針弁体	品番	2CK154S432A	
× ×	部品名	Z15B-1			
NO.	工 程	標準時間		機 種	治工具
		準 備	加 工		工 具
1	外円成形切下げ	0.2	40.0	6軸タレット	
2	洗 浄	0.5	0.5	水剤水槽	
3	外円粗研磨	0.2	1.7	心丸研磨	
4	洗 浄	0.5	0.5	水剤水槽	
合 計					
材 質	仕上寸法	仕上重量	素材重量	数 量	
18CrNi818	—	—	—	3,000,000ヶ	

表7-2-6 工程別工数表

品 名 [数 量]	工 程			1ヶ当り 所要 時間	工 数 所要 時間
	機番	工 程 名	機 械		
2ZK154 S432A [3,000,000ヶ]	NO 1	6軸タレット	C6132 6D	0.80分	24.0
	NO 2	”	”		24.0
	NO 3	”	”		2.0
合 計					40.0

3) 基準日程の作成

基準日程は、各作業に必要な標準作業時間に工程間で発生する運搬、停滞による余裕時間を加え、加工手順に従って並べてゆく。これによつて生産に必要な所要日程が明らかになる。

この目的は納期が決まつたときに納期限内に完成させるためには各工程でいつまでに作業を開始しなければならないか、その開始時刻を知ることにある。

基準日程の作成は次のように行なう。

- ① 1つの注文の各工程ごとの必要時間を一表にまとめる。
- ② 必要な作業を手順計画で与えられた加工にしたがつて並べる。
- ③ 各工程で仕事の加工が重複しないように、仕事の開始時点をずらして基準日程表を作る。
- ④ 基準日程表の中で、一番最後に作業が完了する時刻を0として加工手順と逆方向に時間目盛りをとると、この数値は注文の作業完了までの最小の残余日数を表わし、最終完了日から少なくとも何日前に作業を初めなければならないかが分かる。これを“手番数”または“手番”といい、現場の進度管理に用いる。

基準日程作成にあつては、運搬・停滞時間の算定、代替え機械の工程能力の把握作業干渉の推定、手直し、修理工数の算定も行なう必要がある。

(3) 日程計画の機能

注文の確定した品質仕様の製品を決められた時期・納期までに、決められた数量を生産するために個々の工程、作業者に対して作業指示を行なわねばならない。材料および半製品をタイミングよく入手するための手配の基盤も日程計画表によつて行なう。所要工数の余力に応じて仕事を配分し、工程の有効活用と納期を保証し、負荷された仕事の作業開始・終了を工程・作業者に遊びが生じないように決定する機能も発揮させなければならない。前者が負荷計画であり、後者がスケジューリングと呼ばれ次のように行なう。

1) 負荷計画

基準日程にしたがつて、納期までの期間内に作業が完了するように各工程に仕事量を割り当てる。これを一般に“負荷配分”あるいは“負荷計画”と呼ぶ。

これは、それぞれの作業が決められた時刻までに生産を完了し、全体の納期を守れるように各工程に負荷を配分することと工程の負荷量の変動を小さくして稼働率を高めるようにするためである。

負荷計画の作成方法は下記のとおりである。

- ・基準日程にしたがつて各工程に負荷し、負荷の平準化と生産時期の調整を図る。
- ・ある工程で能力を越える負荷があるときは、余力のある他の工程で作業が可能かどうかを検討して可能ならば負荷を移すか、能力不足の工程に対する残業によるか、場合によつては外注を検討する。

負荷計画の結果は、工程別負荷表にまとめる。負荷の配分方法“山積み法”には2種類があり、余力のある工程に計画時点から準に負荷してゆくいわゆるフォアワード方式と、納期から逆に余力のある工程に負荷してゆくバックワード方式とがあるが当工場においてはいずれの方法によつても大差はない。

2) 日程計画

各工程に負荷された仕事に対して作業の開始、終了時刻または作業にかかる順序は“日程計画”によつて行なう。日程計画の立案をスケジューリングと呼んでいる。

この最終目的は納期、加工手順、作業時間が仕事ごとに異なるという制約条件下で注文ごとに決められた納期を守り、機械設備や作業者の稼働率向上をはかり、しかも受注から生産までの期間を短縮することである。

特に注意を要する点は下記のとおりである。

① 生産性に関しては

- ・工程の稼働率を高めること。
- ・製作開始から生産完了までの期間の短縮をはかること。
- ・受注の変動に対して負荷量の変動を小さくすること。

② 納期に対して

- ・納期見積に対する正確性。
- ・計画と実績の差が小さくなるように計画すること。
- ・納期遅れの減少を計ること。

(4) 日程計画の手法

1) 負荷の配分手法

工程順序にしたがって各工程に負荷の配分を行なう。これにはフォアワード方式とバックワード方式があるが、当ノズル工場の場合には当面は生産品種が少ないので納期の調節はあまり問題にならないので各工程への先着順に工程の頭から負荷を埋めてゆくフォアワード方式で行なつたほうが簡便である。

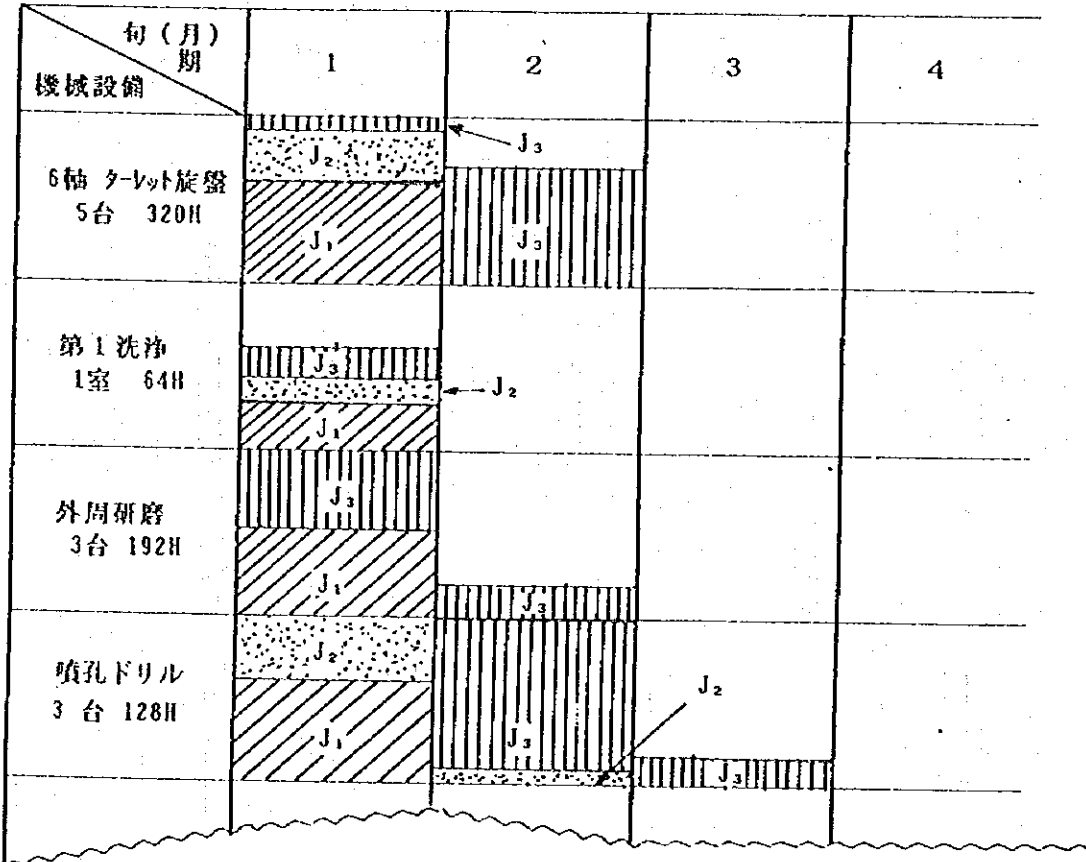
この方式は負荷配分の手順が簡単であり、現時点に近い方から負荷を詰めてゆくため負荷率の高い場合に稼働率の高い生産計画をたてることができる。またネック工程が発生した場合に残業の対策が容易である。

表2-2-7に示す受注例でフォアワード方式による負荷方式の骨子を示すと図7-2-2のとおりである。

表7-2-7 受注品種別工程と標準時間のモデル

品名 受注量	ZCK154S432A-5/7 (J ₁)	ZS4S1-5/7 (J ₂)	ZCK144S430-5/8 (J ₃)
機械設備 (能力)	14,000	7,000	20,000
6軸 タレット旋盤 70台/月/台	200.0H	100.0H	285.7H
第1洗浄 1,200	11.7	5.8	16.7
外周研磨 150	93.3	—	125.0
噴孔ドリル 160	87.5	43.7	133.3
油溝加工			

図7-2-2 フォアワード方式による負荷配分の例



なお、バックワード方式は上述の方法を納期を基準にして個々の工程順序の終りの方から各工程の余力のある時期へ時間軸と逆方向に負荷してゆく方法である。これは納期が各工程に与えられているとき、納期内に加工を完了するように負荷を配分する場合に用いられるが、当工場の受注方法の場合には当面はフォアワード方式がよく将来多品種短納期化した場合にバックワード方式に切替えればよい。

2) 負荷配分の手法

負荷配分の手法としては下記のものがあるので、受注量、納期、品種構成の多様化などに即応して適合する手法を取入れる。

- ① 指数法によるローディング手法。
- ② ヒューリスティックアルゴリズム。
- ③ スケジューリング手法。

(5) 生産統制

1) 生産統制の役割

現場は生産指示に基づいて生産を行なうがその結果、計画値と実績値との間に差異を生ずることが普通である。この差異にタイミングよく現場の状態を計画部門に報告してただちにその差を小さくするような処置をとつたり、フィードバックされた情報によつて評価検討し、再計画あるいは次期の計画での対策をとることが必要である。

このような仕事は次の3つに分けて考えてゆく必要がある。

- ① 作業指示によつて手配した材料や人員などの準備が完了しているかどうかチェックしたうえで、日程計画にしたがって各作業者に作業を割り当てて作業開始を指示する。一般に“作業指示”とか“差立て”といっていることでこの時点で作業指示表を差立て板にさす。
- ② 差異の測定は、作業結果をチェックして計画と実績の差異を明らかにする。
- ③ 差異の処置としては、計画と実績に差異が認められたときのアクション方法として予め設けておいた在庫、余力、余裕時間などの緩衝によつて差異を吸収する。また、以後の計画を修正したり次の計画にフィードバックする方法がある。

2) 作業指示

日程計画で作業の順序や開始・終了時刻が決められるので、作業票、検査票、出庫票、移動票などによつて、現場で行なうべき作業を具体的に指示する。

作業票は個々の作業について作業者に作業の内容や条件を指示した命令伝票で、これには製造番号、作業者名、数量、納期、標準時間などを記入しておき、作業終了後に作業者名、実作業時間、または着手時刻、完成時刻を記入して報告させる。

作業票の様式は図7-2-3のとおりである。

出庫票は材料、中間製品、治工具、検査計測機などを保管場所からの出庫を指示するもので、特に材料と中間製品の管理のために有効に機能させる必要がある。

図 7 - 2 - 3 作業票

(1) 現場差立用 (正)

製番	図番	品名	数量	作業名	着手予定	完了予定
_____		_____				
職場 _____			使用機種 _____			
前工程 _____			次工程 _____			
材料取得予定 _____ 月 _____ 日 _____				出庫票NO _____		
現場差立記録 _____						
作業者名 _____				月	受入 数量	受入 累計
使用機番 _____				日	払出 数量	払出 累計
着手 _____ 月 _____ 日 _____ 時				時		
完了 _____ 月 _____ 日 _____ 時				起票発行	受付	完了
				報告		

(2) 中央差立用 (控)

製番	図番	品名	数量	作業名	着手予定	完了予定
_____		_____				
職場 _____			使用機種 _____			
前工程 _____			次工程 _____			
材料取得予定 _____ 月 _____ 日 _____				出庫票NO _____		
材料取得予定 _____ 月 _____ 日 _____				出庫票NO _____		
実績集計 _____						
作業者名 _____				月	受入 数量	受入 累計
使用機番 _____				日	払出 数量	払出 累計

出庫票には製品の品名、製造番号、出庫先、材料名、出庫数量が記入できるようにして図7-2-4の形式を使用する。

移動票は工程間の現品移動の順序、時期、移動先の指示が行なえるように工程間の受渡時期と数量を確認できるように図7-2-5のとおりを作成する。

図7-2-4 出庫票

出庫票		年 月 日 発行 NO.	
製番	作業番号	出庫期	受領
材料名称		図番	区画名称
数量	重量	単価 元	金額 元
適用			

図7-2-5 移動票

移動票					
年 月 日 発行					
製番	図番	品名	所在		
発数量		受数量			
発注者		交日時		受領者 受領日時	
発注記事			受領記事		
移動者			移動記事		

3) 生産統制の方法

① 進捗管理

日程計画によつて指示された予定どおりに生産が実行されるように作業の進行情況を把握し、調整を行なう。一般にはこれを進捗管理とも呼んでいる。

進捗管理は生産統制の中心をなし、納期の維持と生産速度の維持が目的である。現場では常に進捗をタイミングよく把握するためにガント・チャート、作業管理番などを使用するのがよい。

② 現品管理

資材、仕掛品、半製品、製品などのものについて、その所在位置と数量の確認の強化が必要である。“現品管理”といわれている方法を適用することが大切である。

作業や運搬や保管の際に発生する遅れや進み、不良、変質、破損などによる数量の食い違いを把握して何が、どこに、何個あるかを的確に把握しなければならない。過不足についてはその原因を追及し、同様の事故の発生源を断つようにしなければならない。要は常時“棚卸”体制をとることが大切である。

これは、さらに生産管理のコンピュータ化を図る場合に、情報と現品が一致している必要がある。

③ 余力管理

機械、作業員など、工程のある期間内の生産能力とその期間に負荷されている仕事量の差が“余力”であり、これを人・時あるいは人・日で表現して管理してゆかねばならない。

一定期間内に負荷されている仕事量と工程能力の比が負荷率であり、稼働率をあげることが工程の生産性向上のポイントとなる。

この余力に着目して負荷量と工程能力のバランスをはかつてゆく余力調整あるいは余力管理の強化が行なわれねばならない。このためには、計画と実績に差を生じやすい工程、計画変更の多い工程では個々の余力だけではなく職場や機種毎の余力を把握して負荷能力の均衡化のための適切なアクションをとることが重要である。負荷図表などが適用できる。

4) 生産統制の進め方

① 管理の重点

納期すなわち製作期間の短縮を最重点として進捗と余力が的確に把握できるようにしなければ当工場における進捗管理は意味をなさない。

そのためには工程別、機械別、作業員別の余力を的確に把握した上で作業配分を行ない、作業指示の諸伝票発行しなければならない。

② 差異の原因

生産計画と生産実績との間に生ずる差異は主に下記の原因によつて発生する。

③ 現有の工程能力の把握が不十分。

- ⑫ 標準時間が不適切。
- ⑬ 先行期間の見積が不適切。
- ⑭ 手順計画の不具合。
- ⑮ 余力の把握不足。
- ⑯ 日程計画の不具合。
- ⑰ 標準時間、作業標準の未整備。
- ⑱ 納期の計数が不適切。
- ⑲ 飛び込みによる生産品目の変更。
- ⑳ 事故、故障に対する保全対策の不具合。
- ㉑ 作業者の欠勤に対する処置方法の不具合。
- ㉒ 加工不良発生に対する処置方法の未設定。
- ㉓ 作業中に発生する異常や変動の報告制度の曖昧さ。
- ㉔ 進捗把握の不十分。
- ㉕ 工程間移動の際の受け渡しの不確実性。
- ㉖ 作業指示票に準拠しない勝手な変更。

異常の原因として共通して報告されることは「・・・がないから」とか、「他が悪いから」ということが多いものである、しかし、上記のチェックに基づいて真の原因を速やかに捕らえてゆく体制作りが工場近代化への道である。

③ 遅延対策

工程を円滑に進行するためには製作期間の短縮を図らねばならない。併せて将来の多品種化のためには納期遅延対策として下記の方法をとらねばならない。

㉗ 計画段階での遅延対策

- ・ 中間製品在庫は遅延対策としての手段とする。
- ・ 工程の余力を適切に把握する。
- ・ 機械稼働率の正確な把握と代替え機の設定。
- ・ リリーフ要員の明確化。

㉘ 遅延発生後の対策

- ・ 作業配分の緊急入れ替え。
- ・ 残業による処理。
- ・ 他職場からの応援。
- ・ 加工不良の手直し。

㉙ 遅延原因の除去

- ・ 作業方法、治具の改善による工数の低減。
- ・ 工程の安定による加工不良の低減。
- ・ 機械設備の予防保全。

- ・前工程の進行情況の早期伝達。
- ・中間製品検査の強化。
- ・取扱単位数量の一定化、保管方法の改善と標準化。

7-2-3 工程管理

第5章および当章第1節の冒頭に述べたとおり当工場の現状は機械設備の稼働に大きな問題があることが判明している。機械設備の稼働率のムラを平準化して稼働率を高め、仕掛り品の量の削減による効果も併せて得られる生産性の向上は大きく期待できることも判明した。

これらを改善するためには種々の施策が必要であるが、当工場の場合はまず各工程の生産能力を正確に把握して生産管理を行なつてゆくのが先決であると考えられる。

標準作業による標準作業量が確定すれば進捗管理のためにまた種々の有効な方法の導入が可能になる。この段階でトヨタのカンバン方式の導入をはかり、さらに受注が多品種化すれば続けてMRP方式などの導入に移行してゆくことも良策と考えられる。これらの所見に基づいて以下にその方策を述べる。

(1) 標準時間管理の導入

1) 作業標準

a. 標準化へのアプローチ

標準化を行なう場合には、まず対象となる作業のタイプを見極めて標準化のポイント決めておくことが必要である。当工場には種々のタイプの作業があるので作業のタイプに合わせて次のように標準化のポイント決めてゆく。

① 繰返し作業

噴孔ドリルの作業で代表されるように製品1個ごとに毎回同じ動作が繰り返される作業を“繰返し作業”あるいは“サイクリック作業”と呼び、標準の設定のためには下記の手順を踏むのがポイントとなる。

- ④ 作業の観察。
- ⑤ 動作分析。
- ⑥ 作業ステップの取り出し。
- ⑦ 急所の取り出し。

② 断続型作業

毎サイクル毎に必ず発生しているわけではないが、特定の条件になつた時などに発生する作業であり、発生頻度を確認したうえで次のように行なう。

④ 発生頻度の高い作業

極力“繰返し作業”の場合と同様に作業の観察を行ない、動作分析、ステップの取り出し、急所の明確化を行ない、標準化のレベルを高めるようにする。ただし、設

備の始業時の点検などのように、1日1～2回程度の発生で、細かい手順を決めるよりも、管理のポイントを明確にしたほうがよいような場合には、細かく動作手動を決めるよりも管理のポイントを明確にしたほうがよい場合がある。

⑥ 発生頻度の少ない作業

その作業の必要な理由を解析して、その理由を満足するための急所を明確にする。基本的なステップが標準化できれば、まずは充分である。

③ 不安定作業

“断続作業”のように特定の条件の時に発生するものではなく、発生条件や頻度が不安定であったり、発生頻度が極端に少ない作業。

標準化には、“断続作業”の発生頻度の少ない作業と同様のアプローチが必要である。特に、その急所が何であるかと云うことを明確にすることが大切である。

④ 突発作業

通常は発生せず、突発的に起こる作業で、発生頻度や発生条件などが全く予測できないもの。

この種の作業については標準作業として整理することは困難である。たとえそのつど標準作業として手順や急所を記録整理したとしても次には何時発生するのかわからず、作成する度に疑問が出るものである。設備保全作業のブレイクダウンメンテナンスなどにはこのケースが多い。

ただし、設備機種ごとや、故障の発生パターンごとに一般的な原因追及ステップとしての標準を整理しておけば、担当者が変わった時などに有効であるから標準作業のパターンとして活用することができる。

⑤ 研究型作業

研究や実験など、常に現状分析を行なうこと自体が作業といえる種類の作業であり、次に行なうべき仕事を考えながら進められるので、繰返しは少なく、全く新しい仕事に取り組むことが主になる作業である。

したがって、標準作業はありえないとも云える。しかし、各ケースごとに実験を行なった考え方とその結果に対するノウハウにあたるものを記録しておいてこれを系統的に整理してその後の失敗防止へのノウハウを作業標準として位置づけることなどが行なわれる。

b. 作業標準書

① 目的と効果

作業標準書は、これを決めて記録することによつて企業のノウハウとして固定化したものである。この目的を達成するためには下記の諸点に留意しなければならない。

③ 水準の明示

現有能力が明確になり、目標水準との差の把握が可能となる。

① 内容の明示

その仕事の狙い・行動・制約・チェック項目が明らかになる。

② 訓練と容易化

標準と照合して教育訓練を行なうことにより、容易化・平準化が可能になる。

③ 効率化の促進

標準と実績の差の短縮を計り、より高い標準を追及することによつて、効率化・合理化の進展が期待できる。

④ 技術・技能の伝承

標準化することにより、ノウハウが固定化されて伝承が容易になる。

② 標準書の記述

③ 作業標準書の記述要領は作業標準書は、左記の項目について、右記のように要点を記述する。

- ・主要作業ステップ：AをBに取り付ける。
- ・ステップ毎の急所：Cの爪がカチット音を立てるまで押し込む。
- ・急所、理由：押し込みが不十分だと、使っているうちにCが脱落する。
- ・使用工具・保護具：3/4インチ、トルクレンチ
- ・その他

パーツのスケッチ、運搬経路、動作の分解など。

④ 作業標準書の保管法

- ・透明なケースに1枚ずつ、すなわち1工程毎に入れる。
- ・該当する工程の機械や、作業台の目につくところに下げて置く。

⑤ 訓練と指導

- ・作業の結果と作業標準とのチェックを定期的に行なう。
- ・新人の指導は作業標準書に基づいて行なう。監督者は、作業標準書に基づいて指導を行ない、業者は作業標準書と照合して自己チェックによつて自分の作業結果を確かめる。
- ・作業の結果と作業標準のチェックを定期的に行ない、必要な場合は訓練を行なう。

2) 標準時間の構成と設定の手順

標準時間は図7-2-6のとおり構成されており、これに図7-2-7のとおり記号を入れて数式で表わすと次のとおりになる。

図7-2-6 標準時間の構成(1)

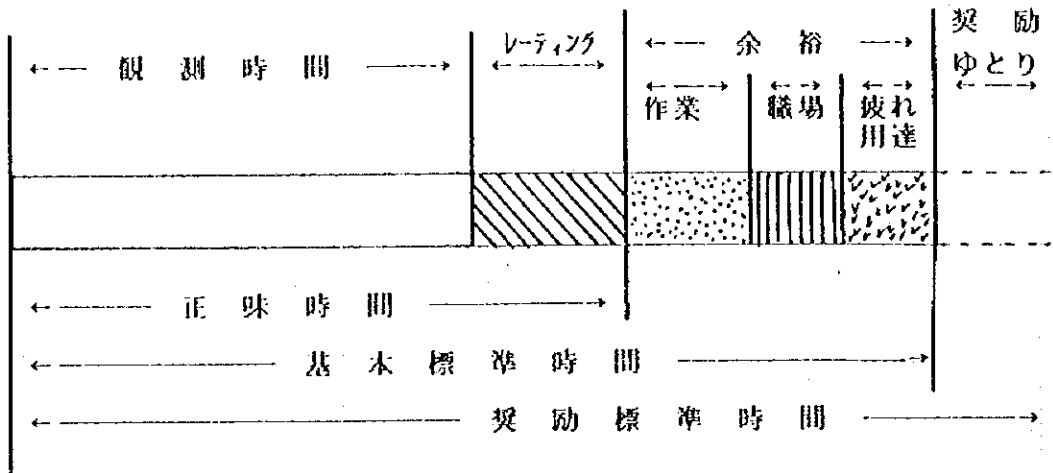
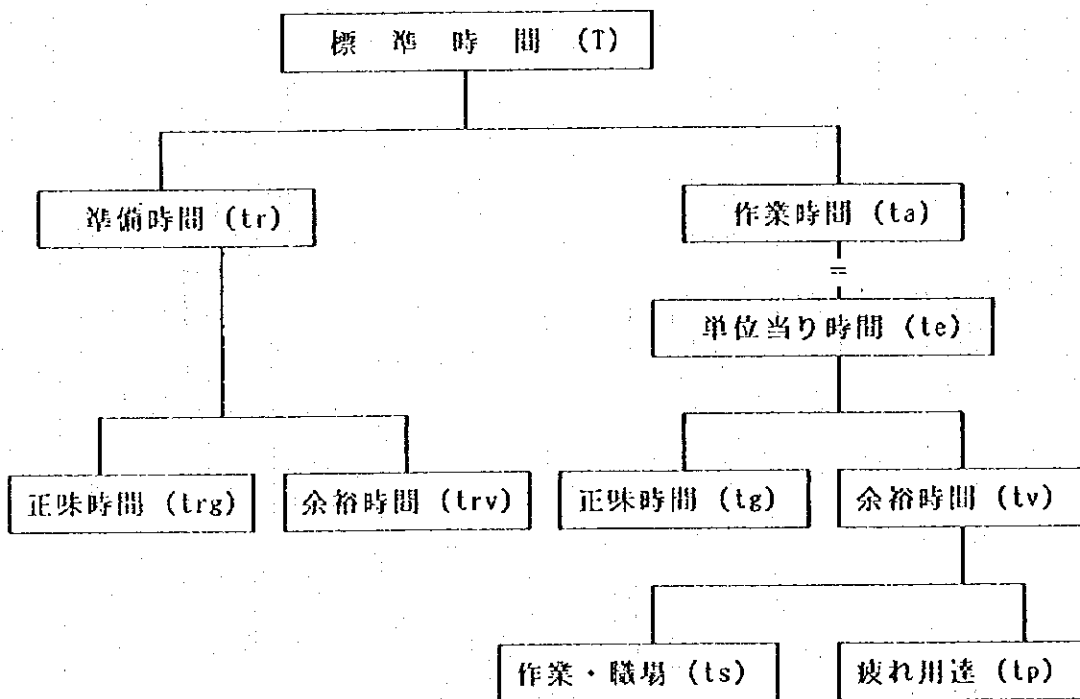


図7-2-7 標準時間の構成(2)



したがって、

1ロットの標準時間とTとすると、

$$T = t_1 + t_2 = t_1 + (t_3 \times N)$$

であらわされる。

但し、

準備時間 (t_1) : 1加工ロットに対して1回だけ発生する準備・後始末の時間。

作業時間 (t_2) : 1加工ロットの正味の作業実施に要する時間。

$t_3 = t_3 \times N$ 但し、Nは1回の加工ロット量。

正味時間 (t_{12} , t_{13}) : 仕事の基本的内容を構成する規則的、周期的に繰り返される作業にかかる時間。

余裕時間 (t_{14} , t_{15}) : 作業を行なつてゆくうえで必要とされるが、不規則的・偶発的に発生する作業にかかる時間。

時間観測の終了後、次の手順で標準時間の設定を行なう。

- ① 個別時間の算出 : 各要素作業の所要時間を各回について求める。
- ② 異常値の除去 : その原因がわかり処置がとれ、今後発生しない個別時間のみ除去する。
- ③ 正常時間の算出 : 要素作業ごとの異常値を除いた個別時間の合計をその個数で割る。
- ④ サイクル合計正味時間算出 : 手扱い時間と機械時間に分けて各要素作業の観測時間を合計する。
- ⑤ 手扱い時間の正味時間算出 : 手扱い時間についてのみレイティング係数を掛けて正味時間を算出する。
- ⑥ 1サイクル正味時間算出 : サイクル手扱い時間 + 機械時間。
- ⑦ 標準時間算出 : 1サイクル正味時間に余裕率を加算して算出する。

念のため以上の計算例を下記に示しておく。

正味時間 3.2分、余裕率 (α) : 15%の時の標準時間は、

$$\begin{aligned} \text{単位当たり標準時間} &= \text{正味時間} + \text{余裕時間} \\ &= \text{正味時間} \times (1 + \text{余裕率} \alpha) \\ &= 3.2 \times (1 + 0.15) \\ &= 3.68 \text{分} \end{aligned}$$

なお余裕率の算出方法には次の2つの方法が用いられ、どちらを使用してもよいがデータの取扱いを誤らぬよう付記しておく。

ア、外掛法

標準時間を算出するとき、正味時間に対して余裕が何パーセントかという場合、

$$\text{余裕率} \alpha (\%) = \frac{\text{余裕時間}}{\text{正味時間}} \times 100$$

$$\text{標準時間} = \text{正味時間} \times \{1 + \text{余裕率} (\alpha)\}$$

イ. 内掛法

稼働分析などの結果から1日の中で余裕が何パーセントあるかと云う場合、又は標準時間の中に占める余裕時間はいくらかという場合。

$$\text{余裕率 } \beta (\%) = \frac{\text{余裕時間}}{\text{正味時間} + \text{余裕時間}} \times 100$$

$$= \frac{\text{余裕時間}}{\text{実稼働時間}} \times 100$$

$$\text{又は } \frac{\text{余裕時間}}{\text{標準時間}} \times 100$$

$$\text{標準時間} = \text{正味時間} \times \frac{1}{1 - \text{余裕率}(\beta)}$$

*実働時間とは、1日の実働時間の中から除外時間を除いたもの。なお内掛の余裕率(β)をベースに標準時間を算出しようとする場合は、次の式で外掛の余裕率(α)に換算する必要がある。

$$\alpha = \frac{\beta}{1 - \beta} \times 100$$

3) 標準時間の設定

① 主作業時間の測定

正味時間は、いわゆる主作業時間であり当工場の場合はストップウォッチによる観測あるいはビデオカメラによる観測が適当である。

ストップウォッチ法による観測には種々の技法があるが当工場では下記の2方法のうちサイクルタイムの短い作業に対してのみ循環法を用いればよい。

㊸ 連続法……観測開始後ストップウォッチを止めずに必要なサイクル数を連続して観測する方法。

㊹ 循環法……例えば要素作業がA, B, C, Dの4つの場合、先ず(A+B+C)の時間を測定し、次に(B+C+D)の時間を測定するというように要素作業1つだけを除いて測定し、観測が終つてから下記の連立方程式で個別時間を求める方法である。

$$B + C + D = a$$

$$A + C + D = b$$

$$A + B + D = c$$

$$+) \quad A + B + C = d$$

$$\frac{3}{3} (A + B + C + D) = (a + b + c + d)$$

$$a + b + c + d = \alpha$$

とすると

$$A = \frac{a}{3} - a, \quad B = \frac{a}{3} - b, \quad C = \frac{a}{3} - c$$

$$D = \frac{a}{3} - d$$

となりA, B, C, Dそれぞれの時間値が求まる。

観測回数は旋盤・ドリルなどの作業については下表により10サイクルの観測でよいが、サイクルタイムの変動の多い場合は下表を参照して観測数を追加して、95%の信頼度で誤差率が±5%になるまで観測を続ける。

$\frac{H-L}{H+L}$	データのもとになるサンプル数		$\frac{H-L}{H+L}$	データのもとになるサンプル数		$\frac{H-L}{H+L}$	データのもとになるサンプル数	
	5	10		5	10		5	10
.10	12	7	.17	34	20	.24	68	39
.11	14	8	.18	38	22	.25	74	42
.12	17	10	.19	43	24	.26	80	46
.13	20	11	.20	47	27	.27	86	49
.14	23	13	.21	52	30	.28	93	53
.15	27	15	.22	57	33	.29	100	57
.16	30	17	.23	63	36	.30	107	61

注) 95%の信頼度で±10%以内の場合は、答を4で割った回数でよい。

* サイクルタイムの最大値をH最小値をLとする。

なお、上表は下式に基づくものである。

$$\sqrt{N} = \frac{4(H-L)}{0.005d_s(H-L)} \quad N: \text{観測サイクル数}$$

② 測定値の修正

直接時間観測法で観測された時間値は、観測を行なった時の作業速度で作業をしたときの作業時間を表わしているに過ぎない。したがって、標準時間を作成する場合には標準的な作業速度で作業を行なった時に得られる時間値に近いものを求める必要がある。

観測を行なった時の作業速度が標準的なものでなかつた場合には、観測された時間値を正常な作業速度で作業を行なったときに得られる時間値に矯正する技術が必要であり、これを一般的にレイティング(Rating)と呼んでいる。

正常な作業速度(Normal Speed)とは、定められた作業方法により、光・熱・騒音換気などが作業者に不快感を与えない条件のもとで、その作業に経験のある平均的な能力を持った作業者が、毎日、過度の肉体的精神的疲労なしに容易に維持できる動作速度である。

この速度の一例は、荷物を持たないで平直な道を27インチの歩幅で1時間3マイルの

速度で歩くのに匹敵し、手作業の場合では1組52枚のトランプを30センチの四隅に31秒で配り終える速度である。

③ レイティング (Rating)

レイティングとは、直接時間観測を行なう場合、作業者の行なっている作業速度を、観測者の持っている正常速度の基準と比較して正常な時間を算出するための評価係数 (レイティング係数=レート値) を決めて、測定された値を修正することである。

このようにしてレート値が求めれば正常な作業時間は下式によつて求めることができる。

$$\text{正常時間} = \text{観測時間} \times \text{レイティング係数}$$

レイティング係数には数種類の尺度があるが、一般的には正常速度を100とするパーセントスケールが用いられている。例えば正常速度より20%早い速度の場合にはレート値120と評価する方法である。

そのほか、60を正常とするポイントスケールや、75を正常とするものなどがある。

レート値の目安としてはILO編纂のワークスタディー便覧に掲載の表7-2-8が好適な参考値となる。

また作業者の技量や努力度から格付けするレベリング (平準法) なども参考にすべきである。表7-2-9はウエスティングハウス社で古く用いられていたものであるが、手作業が主な工場では現在でも参考として好適なものである。

表7-2-8 レーティング尺度と作業速度の比較

正常レーティング係数			説明	比較される歩行速度 mile/H
60	75	100		
40	50	67	非常に遅い作業ペース。へたなやり損ったりする動作。作業員は半分眠っていて仕事になんら興味をもっていないようにみえる。	2
60	75	100	正常作業ペース 出来高払いでない作業員が、適当な監督のもとで行なう、着実に注意深く、急がない作業ペース。遅くみえるが、観測中、故意に時間をムダにしていない。	3
80	100	133	出来高払い ¹⁾ の制作業ペース 平均の訓練された請負作業員として早い、ビジネスライクな作業ペース。確実に必要な品質と精度を得る。	4
100	125	167	非常に早い作業ペース。作業員は高度の確実さと、器用さと、平均作業員よりずっとうまい動作の協調を示す。	5
120	150	200	例外的に早い作業ペース。はなはだしい努力と精神集中を必要とする。長時間続けることはできない。ただほんの少数の傑出した作業「名人」だけができる。	6

¹⁾奨励給ペースともいう。

表7-2-9 作業度格付表

技 量			努 力		
+0.15	A 1	超	+0.13	A 1	超
+0.13	A 2		+0.12	A 2	
+0.11	B 1	優 秀	+0.10	B 1	優 秀
+0.08	B 2		0.08	B 2	
+0.06	C 1	良	+0.05	C 1	良
+0.03	C 2		+0.02	C 2	
0	D	普通	0.00	D	普通
-0.05	E 1	可	-0.04	E 1	可
-0.10	E 2		-0.08	E 2	
-0.16	F 1	劣	-0.12	F 1	劣
-0.22	F 2		-0.17	F 2	

作 業 条 件			調 和		
+0.06	A	超	+0.04	A	超
+0.04	B	優 秀	+0.03	B	優 秀
+0.02	C	良	+0.01	C	良
0.00	D	普通	0.00	D	普通
-0.03	E	可	-0.02	E	可
-0.07	F	劣	-0.04	F	劣

[例]

技量・C 1	努力・B 2	作業条件・E	調和・D
+0.06	+0.08	-0.03	0.00
合計			0.11

観測時間が50DMだったとすると

$$50DM \times (1 + 0.11) = 55.5DM$$

となり、正常時間は55.5DMとなる。

③ 余裕率の付加

④ 余裕率とは

一般的に余裕というと、不必要なムダなものであると誤解されやすいがIE、で取り扱っている余裕は作業の分類上の呼び名であつて、ゆとりやムダを表わすものではない。

余裕率とは、正味時間以外の部分を表わすものである。すなわち、規則的周期的に現われる作業にかかる時間を正味時間というのに対して、不規則的、偶発的に現われる作業にかかる時間に与えた名称である。このように余裕時間はムダな時間ではなく任意に減らすことのできない時間である。むしろ管理的な面での不備がこの余裕時間を増やしていると云うことに着目して、その改善を行なうことが必要である。

このために適正な余裕時間の決定やその改善、短縮を狙として余裕分析が行なわれる。

余裕時間を構成する項目は、不規則的、偶発的かつ短時間に起きる作業で、これらの値を求めるためには、連続稼働分析、ワーク・サンプリングや余裕時間項目も記録してある作業日報の分析などが行なわれる。

⑤ 余裕の算定

余裕時間の項目は大きく分けると管理的な余裕（作業余裕と職場余裕）と人的余裕（疲れ余裕と用達余裕）とに分けられる。

作業余裕はその作業をする上で不規則的に発生する作業、例えば“切粉払いあるいは“製品管理”などによる遅れなどがある。これらは、作業標準、作業割当、職務分担、作業方法の改善などによつて減らすことが可能なものである。

観測は稼働分析を行ない作業余裕として観測される部分と時間分析において付随作業として表われるものがある。

職場余裕は主としてその工場内での共通的な仕事、例えば朝礼、朝夕の掃除、職場打ち合わせなどによる遅れなどがある。これは職務分担、職場規律などの改善によつて減らすことができる。

稼働分析によつて職場余裕として測定されたものを付加する。

用達余裕は作業時間中に現われる生理的行為、例えば用便、水飲み、汗拭などによる遅れなどがある。これらは作業環境、管理方式の改善などによつて減らすことができる。

一般的な作業では作業時間あたり2～5%であり休憩時間が設定されている場合には不必要なこともある。

疲れ余裕は

疲れ余裕は肉体的な疲労と精神的な疲労とに分けて考える。

肉体的な疲労に関してはエネルギー代謝率RMRから表7-2-10～7-2-12などを参考にして決められる。

例えば、中孔研磨、座面研磨などの作業では表7-2-10によりRMR1.8程度と見られ、表7-2-10により余裕率は5%未満となる。したがって、午前と午後10分間の休憩が妥当となる。

表7-2-10 身体動作別のエネルギー代謝率(1)

主とする作業部位	動かし方	被験者の訴え	調査者の感じ	RMR	代表例
手先	機能的に動かす。	手首が疲れるが慣れれば、それほどでもない。長時間では腕筋疲労がある。	みていて疲労感などまったく考えられない。 (同上)	0~0.5 0.5~1.0	0.1 雑巾のフィラノント付け 0.3 電話送信 0.4 ソロバン 0.5 植字 0.7 電話のダイヤル回し 0.9 スタンプおし
手先の運動が上肢まで及ぶ	手先の動きが肩肘まで及ぶ。 手先の動きが上げまで及ぶ。	あまり疲れない。仕事としては軽いと思う。時々休むようになる。	(同上) 仕事は反動的でないからいわゆる仕事をしている感じがする筋肉的仕事としては小さい。	1.0~2.0 2.0~3.0	1.2 計算器回し(ゆっくり) 1.8 電気ドリル(静的作業) 2.0 コンクリート固き(軽く) 2.5 穴あけ(2Pハンマー)
上肢	普通の動かし方 動作が比較的大きく力も入る。	たいした苦にならないが疲労感はないとむずかしい。 腕筋に疲労を感じ慣れても長くは続けられない。	動作が全身に及ばない程度でモーションは大きいが入らない。 上肢全体を使い、特に上肢に力が入っていることがわかる。	3.0~4.0 4.0~5.5	3.0 軽い跡 3.0 丁寧なすり 4.0 種子掃除 4.0 ノミによる木削 5.0 瓦敷 5.3 マキ割り(座り作業)

表7-2-11 身体動作別のエネルギー代謝率(2)

主とする作業部位	動かし方	被験者の訴え	調査者の感じ	RMR	代表例
全身 抱きあげる 回す 引く、押す 投げる、上下動、かきよせる	普通の動かし方	続けて仕事をしようと思えばできるが30~40分で一休みする。20分経つと真苦しくなる。しかし軽い仕事なら続けてやれる。5~6分この仕事をするとその後どんな作業もやれない。	息がはずみ顔色が変わり汗がでる。 10分もこの作業を続けると呼吸がはずみ汗が出、顔色も苦しそうで無口となる。	5.5~6.5 6.5~8.0 8.0~9.5	5.8 運び 6.0 花のかきよせ 6.5 シャベル(16kg 18回/分) 7.0 石灰かきよせ 7.5 空木の運び 8.5 つるはし 9.5 リヤカー(200kgを自転車でひく)
全身 (同上) 職業的派手労働者、例えば土壌労働者の作業	激しい作業ではあるが心はいくらかゆとりがある。ある時は続けられる。 全身に力を要申し1分以内しかたえられない。	時々仕事を話しながら仕事をやれるが5分とは続けられない。 心にゆとりなどまったくなく、ほとんど夢中で仕事する。	仕事をしてもまもなく呼吸が荒くなり、顔色が変わり汗がでる。 ムッとした状態で仕事し、話かけても答ええない。呼吸荒く顔色も変化し、疲労感がわかる。	10.0~12.0 12.0以上	10.0 石灰切り下し(急) 10.0 全力で車おし 10.5 つるはし(コンクリート破り) 11.0 シャベル(72回/分) 12.4 穴掘り 14.0 穴つき固め(バレル) 17.0 反射新内のつきくずし 20.0 オースターマジ切り 23.0 コンクリート破り 29.0 懸岩掘(10P 30回/分)

表7-2-12 RMRと余裕率の関係

作業強度 y	余裕率 x	y	x	y	x
2.1	5	5.7	40	7.8	75
2.8	10	6.0	45	8.0	80
3.4	15	6.3	50	8.2	85
3.8	20	6.6	55	8.5	90
4.3	25	6.9	60	8.7	95
4.8	30	7.2	65	8.9	100
5.3	35	7.5	70		

$$\begin{aligned} \text{エネルギー代謝率 (RMR)} &= \frac{\text{労働代謝}}{\text{基礎代謝}} \\ &= \frac{(\text{作業時の消費エネルギー}) - (\text{安静時の消費エネルギー})}{\text{基礎代謝}} \end{aligned}$$

$$y > 5 \text{ のときは } y^2 = 1 + 0.7x$$

$$y < 5 \text{ のときは } y^2 = 0.8x$$

精神的疲労に対する余裕率としては表7-2-13に示すウエスタネレクトリック社のものが使われるほか工場独自の研究によらねばならない。

表7-2-13 精神的疲労に対する余裕率

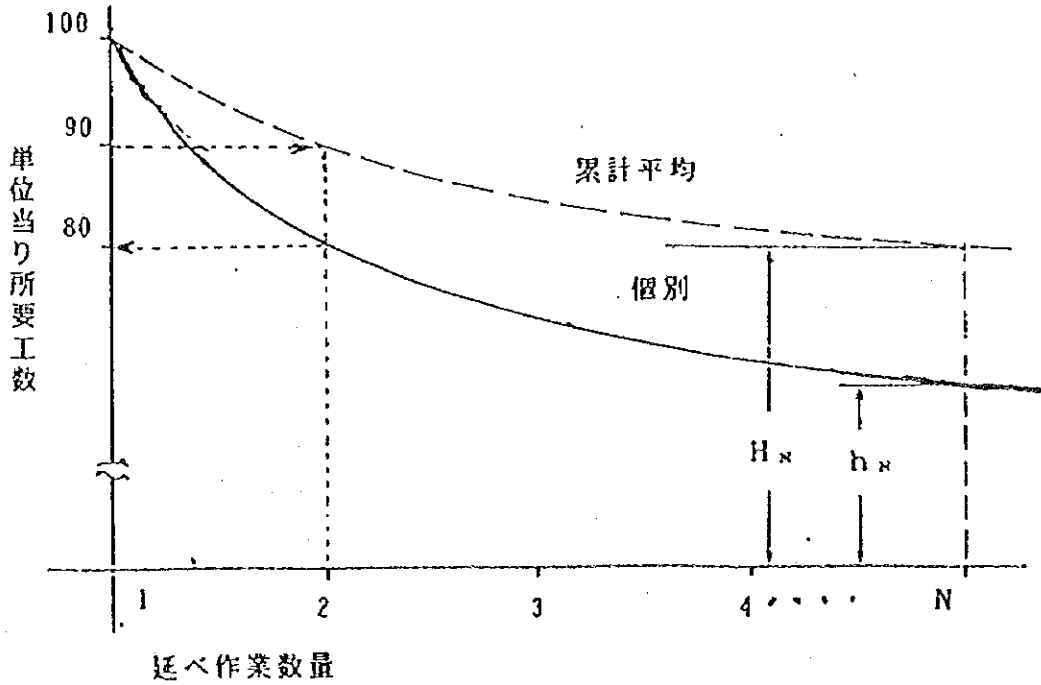
単 調 度 の 内 容	余 裕
興味ある無反復の作業	0.0%
多少単調な作業	0.3
高度の単調な作業であるが、時々休める作業	4.0
たえず高い単調さで作業をし続けて休みのない作業	7.0

④ 習熟

同一の仕事が続けて行なっていると最初は不慣れのため長時間を要しても、慣れるにしたがって所要時間が減少してくるという現象が起こる。標準時間の設定にあたって観測対象が作業に不慣れであつたり逆に熟達した作業者である場合には習熟という考えを織り込まねばならない。

実績資料を使用して縦軸に単位当たりの所要工数を取り、横軸に作業量をとつて普通方眼紙にプロットすると、図7-2-8に示す双曲線が現われる傾向がある。これを習熟曲線 (Learning curve) と呼ぶ。

図7-2-8 作業量と単位当たり工数の関係



このように延べ作業量が多くなるにしたがって、その単位当たり工数が低減してゆく傾向には一定の法則があり、作業量が2倍になることに一定の低減率で工数が小さくすると云うことである。この工数の低減率を1から差し引いた値を『習熟率』と呼んでいる。前述の曲線は対数曲線で、次の式で表わされる。

$$H_N = \frac{H_1}{N^\alpha} \dots\dots\dots \text{①式}$$

- 但し H_N : N個までの累計平均工数
 H_1 : 最初の1個目の工数
 N : 延作業数量
 α : 習熟率に対する指数

①式の両辺の対数をとると、

$$\log H_N = \log H_1 - \alpha \cdot \log N \dots\dots\dots \text{②式}$$

②式は両対数グラフ上で直線となり、図7-2-9の H_N 線となる。これをN個までの『累計平均習熟曲線』と呼ぶ。

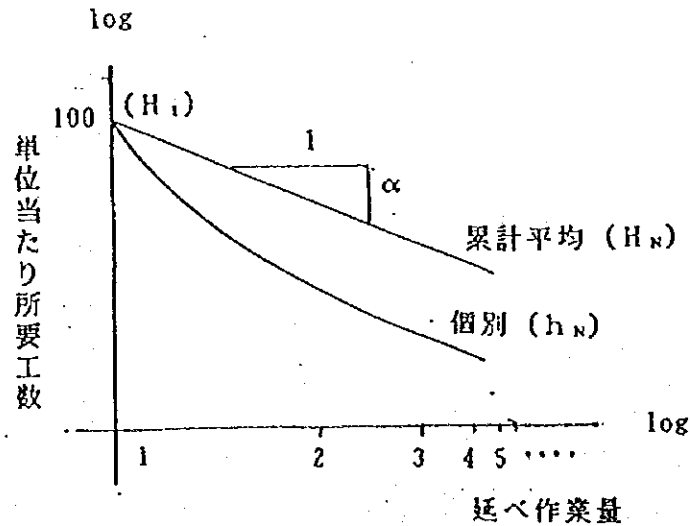
また、N個目の『個別習熟曲線』は次の式で示される。

$$h_N = \frac{H_1 (1 - \alpha)}{N^\alpha} = \frac{H_1}{H_N^\alpha} \cdot (1 - \alpha)$$

$$= H_N \cdot (1 - \alpha) \dots\dots\dots \textcircled{3} \text{式}$$

但し h_N : 個別個数

図7-2-9 習熟曲線



各習熟率に対応する係数 (α) の値を表7-2-14に示す。

表7-2-14 各習熟率に対応する α の値および累計平均工数を個別工数に換算する係数

習熟率 (%)	α の 値	累計平均工数を個別工数に換算する係数 $(1-\alpha)$	習熟率 (%)	α の 値	累計平均工数を個別工数に換算する係数 $(1-\alpha)$
70%	0.51457	0.48543	86	0.21759	0.78241
71	0.49410	0.50590	87	0.20094	0.79906
72	0.47394	0.52606	88	0.18443	0.81557
73	0.45404	0.54596	89	0.16812	0.83188
74	0.43441	0.56559	90	0.15201	0.84799
75	0.41504	0.58496	91	0.13607	0.86393
76	0.39594	0.60406	92	0.12029	0.87971
77	0.37707	0.62293	93	0.10471	0.89529
78	0.35847	0.64153	94	0.08926	0.91074
79	0.34007	0.65993	95	0.07401	0.92599
80	0.32193	0.67807			
81	0.30398	0.69602			
82	0.28631	0.71369			
83	0.26881	0.73119			
84	0.25153	0.74847			
85	0.23446	0.76554			

習熟曲線利用は次のように行なう。

例えばある製品を製作するある作業において、現在までに300ヶの生産をした。これまでの実績個数は1ヶ日から150ヶ日までは150,000秒(1ヶ当たり1,000秒)1ヶ日から300ヶ日までは240,000秒(1ヶ当たり800秒)であることが分かっていた。現在よりさらに生産をつづけて、1,000ヶの時の1ヶ日から1,000ヶ日までの1ヶ当たり工数(累計平均工数)、および1,000ヶ目の1ヶ当たり工数(個別工数)は、どれだけになるかを計算してみると。

対数方眼紙に累計習熟曲線を描くと図7-2-10のようになり、1,000ヶでは1ヶ当たりの累計平均工数(H_n)は約540秒であることが予測される。

この場合の習熟率は

$$\frac{800}{1,000} \times 100 = 80$$

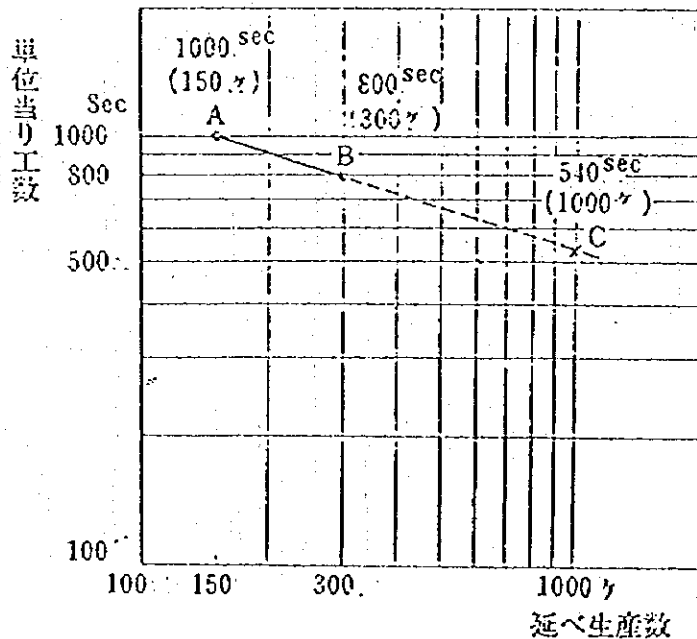
となり、習熟率は80%になっている。

1,000ヶ目の個別個数(h_n)は換算係数を用いて次のように計算される。

$$h_n = H_n (1 - \alpha) = 540 \times 0.67807 = 366 \text{ 秒}$$

上記の解は対数計算でも得られる。しかし、両対数紙にプロットしたほうが動的な把握が可能なので、グラフ化することがよい。

図7-2-10 両対数方眼紙上の習熟線



この例題を計算で解くと次のようになる。

$$H_{N150} = 1,000 \quad H_{N300} = 800 \quad 150 : 300 = 1 : 2$$

$$\frac{H_{N300}}{H_{N150}} = \frac{800}{1,000} = 0.80 \quad (\text{習熟率は} 80\% \text{となる})$$

$$\begin{aligned} \log H_1 &= \log H_N + \alpha \cdot \log N = \log 1,000 + 0.32193 \times \log 150 \\ &= 3 + 0.32193 \times 2.176 = 3.70052 \end{aligned}$$

〔対数を真数にすると 3.70052 → 5020 (時間)〕

ここで、 $\log H_N = \log H_1 - \alpha \cdot \log N$ であるから

$$\begin{aligned} \log H_{N1000} &= 3.70052 - 0.32193 \times \log 1,000 \\ &= 3.70052 - 0.32193 \times 3 = 2.73473 \end{aligned}$$

対数をもどして

$$H_{N1000} = 540 \text{ (秒)}$$

となる。

4) 標準時間設定例

この項では当工場の管理に必要な標準時間について最も有効と思われる直接時間観測法による標準時間の構成とその設定法について述べた。この方法は当工場のほとんどすべての作業に適用できる手法であるが、ここに一つの例題として座面研磨の標準時間の作成方法を示しておく。

① 主作業時間の測定

座面研磨の主作業は下記のとおりである。

- ・ワークの取付け
 - ・研 磨
 - ・ワークの取外し
- } 毎回繰返し
- ・ドリル(刃具)の研磨。数サイクルに1回発生。

ワークの取外し取付けは続けて発生し、作業時間も短いので観測の都合上これを一つの要素作業として観測するほうが簡便である。観測用紙は図7-2-11に示す作業測定に汎用されている形式を用いて要素作業欄に上記の要素作業を記入する。

測定にはデシマルミニッツ・ストップウォッチを使用し、連続観測法によつて12回の観測を行なう。

観測終了後、個別時間を算出し、その合計と測定開始から終了までの時間(終読と始読の差)を檢算する。

観測値は10サイクルあればよいので、研磨時間の最小と最大の出た第3サイクルと第10サイクルを異常(観測ミスもあり)とみて削除して10サイクルの平均を記入すると図7-2-11が完成する。

図7-2-11 時間分析表

No. 3-1/1 0 座研研磨 作業時間分析(精査) 1964年 3月16日 観測者氏名 T.K.

要素作業	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計 回分	平均 時間	改善着眼
1 孔研磨	23	22	19	23	20	20	23	23	23	25	21	22	219	21.9	
2 7-7 取外し取付	23	48	67	91	117	39	67	92	45	74	99	25	35	3.5	
3	3	4	8	3	2	5	2	5	4	2	4	3	35	3.5	
4 トリル研磨	26	52	73	97	19	44	67	2.22	49	78	3.03	28	25	2.5	
5								2.5					25	2.5	
5 計	26	26	20	25	22	25	25	53	27	12	25	25		27.9	

図7-2-11で求められた平均時間の合計27.9DMが当作業のサイクルタイムであり図2.6に示した観測時間である。

なお、この観測結果は7-2-3項(1) 3) ①にて述べたとおり

$$\frac{H-L}{H+L} = \frac{28-22}{28+22} = 0.12$$

但し、第8サイクルはドリル研磨時間を差し引いたサイクルタイム28DMを使用

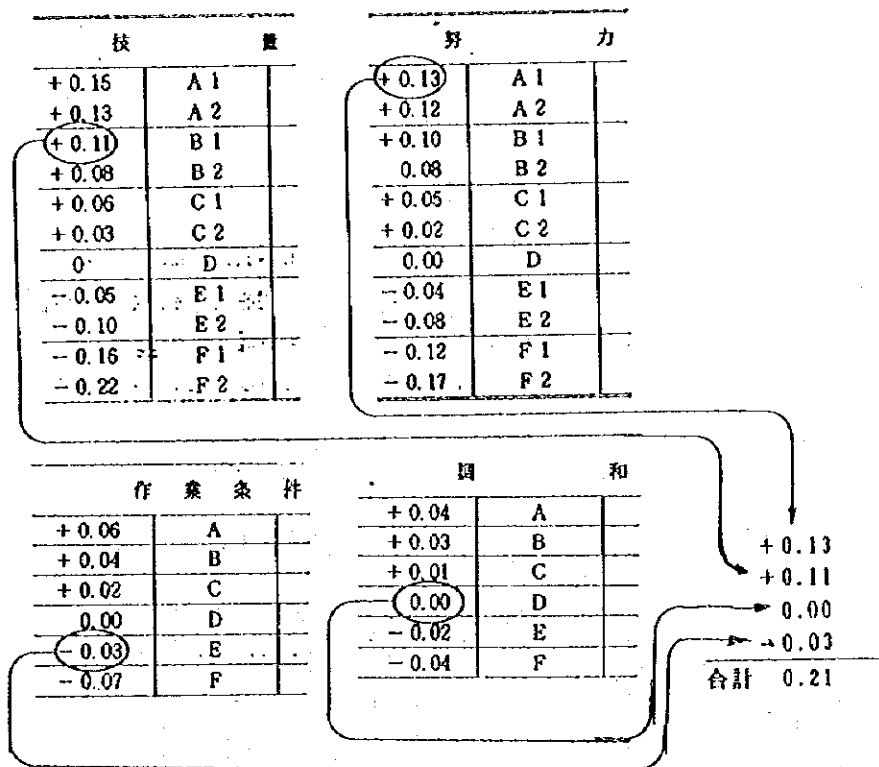
となり、95%の信頼度で±5%以内の誤差率を満たしており観測数の追加の必要はない。

② 測定値の矯正

①で求めた観測値は、観測した時点で被観測者が行なつた作業速度でなされたサイクルタイムであつて一般的な値とは云えない。

普通の作業者が会社の決めた速度で作業を行なつた場合の時間値を求めるためにレーティング、又はレベリングを行なう。この例では表7-2-9に示したレベリングを行なう。

観測対象の格付けは ・作業者の技量 B1 ・努力 A1
 ・作業条件 E ・調和 D



前表によりレベリング係数は0.21となり、レート値は1.21となる。

図7-2-11で求めた観測時間のうち「孔研磨」は機械時間であるから作業者の作業速度には影響されないため矯正の必要はなく、「ワーク取外し、取付け」と「ドリル研磨」の時間値についてだけレーティングを行えばよいので正味時間は

$$\text{正味時間} = 21.9 + (3.5 + 2.5) \times 1.21 = 29.2\text{DM} \quad \text{となる。}$$

③ 余裕率の付加

作業余裕・職場余裕・準備後始末は稼働分析表に基づいて算出する。

座面研磨稼働分析表 '95年3月9、12日 観測者 K,C,L,K

分類	要素作業	生起数	生起率		要素作業時間(分)
			全体%		
準備後始末	1 作業者更衣	14	2.6		12.4
	4 材料運搬中	8	1.5		7.1
	小計	22	4.1		19.5
主体	5 研磨	295	54.4		261.3
	小計	295	54.4		261.3
作業	7 起動、切先合わせ	22	4.1		19.5
	8 芯出し	6	1.1		5.3
	9 寸法測定	34	6.3		30.1
	10 7-7取付取外し	40	7.4		35.4
	小計	102	18.8		90.3
作業余裕	13 工具借用返却	1	0.2		0.9
	14 A'付研磨	16	3.0		14.2
	15 機械調整	5	0.9		4.4
	16 刃物台調整	3	0.6		2.7
	17 材料製品整理中	28	5.2		24.8
小計	53	9.8		46.9	
職場余裕	19 記帳	3	0.6		2.7
	21 材料待ち	1	0.2		0.9
	22 作業指示待ち	1	0.2		0.9
	23 作業者退業	17	3.1		15.1
	24 機械故障	1	0.2		0.9
小計	23	4.2		20.4	
疲用達	26 作業者休憩中	44	8.1		39.0
	27 作業者用便	3	0.6		2.7
小計	47	8.7		41.8	
合計		542	100.0		480

4.1

6.3

9.8

4.2

合計 24.4

ここで使用した稼働分析表は標準時間設定のために行なつたワークサンプリングではないので、付随作業にやや不明確な要素作業が含まれているが、寸法測定は②で求めたサイクルタイムに含まれていないので作業余裕として扱おうと準備後始末・作業余裕・職場余裕は24.4%となる。

疲れ余裕は表7-2-10を参照すれば、この作業は「手先の動きが上膊まで及ぶ」作業であり被験者としては「あまり疲れない。仕事としては軽いと思う。時々休みたくなる」という項目に該当し、「計算機廻しや電機ドリル」の作業に該当するのでRMRは1.8程度とみて表2.12にを参考にして4%とする。

用達し余裕は疲れ余裕として4~5%を与えた場合にはこの中に包含して別に与えないのが通例である。

以上の余裕率を合計すると

$$24.4\% + 4.0\% = 28.4\% \quad \text{となる。}$$

この余裕率は稼働分析から求めた全稼働時間に対する余裕の比率であるから内掛法によつて基本標準時間を算出する。

$$\begin{aligned} \text{基本標準時間} &= \text{正味時間} \times \frac{1}{1 - \text{余裕率}} = \\ &= 28.4\text{DM} \times \frac{1}{1 - 0.284} = 39.7\text{DM} \end{aligned}$$

となる。

- ④ 奨励ゆとりについては能率給制度を実施する場合には標準作業速度を表2.8に示した出来高払いのペース133とする。すなわち、以上述べた標準時間は正常作業ペース100であるから正味時間を100/133にする。

また習熟効果のある場合には表7-2-14、図7-2-10にて述べた方法によつて半年あるいは1年ごとに標準時間の修正を行なう。

- ⑤ 事例のまとめ

以上の結果を標準時間の構成を示した図7-2-6に記入すると図7-2-12のとおりになる。

図7-2-12 標準時間設定例

← 観測時間 → (22.7DM)	レージング	← 余裕 →		
		← 作業 →	← 職場 →	← 疲れ →
22.7DM	手作業の 121%	20.2%	4.2%	4.0%
← 正味時間 → (28.4DM)				
← 基本標準時間 → (39.7DM)				

侯家溝工場でカウンターパートに行なつた現場観測の伝達状況は図7-2-13、図7-2-14のとおりである。



図7-2-13
時間分析の実施

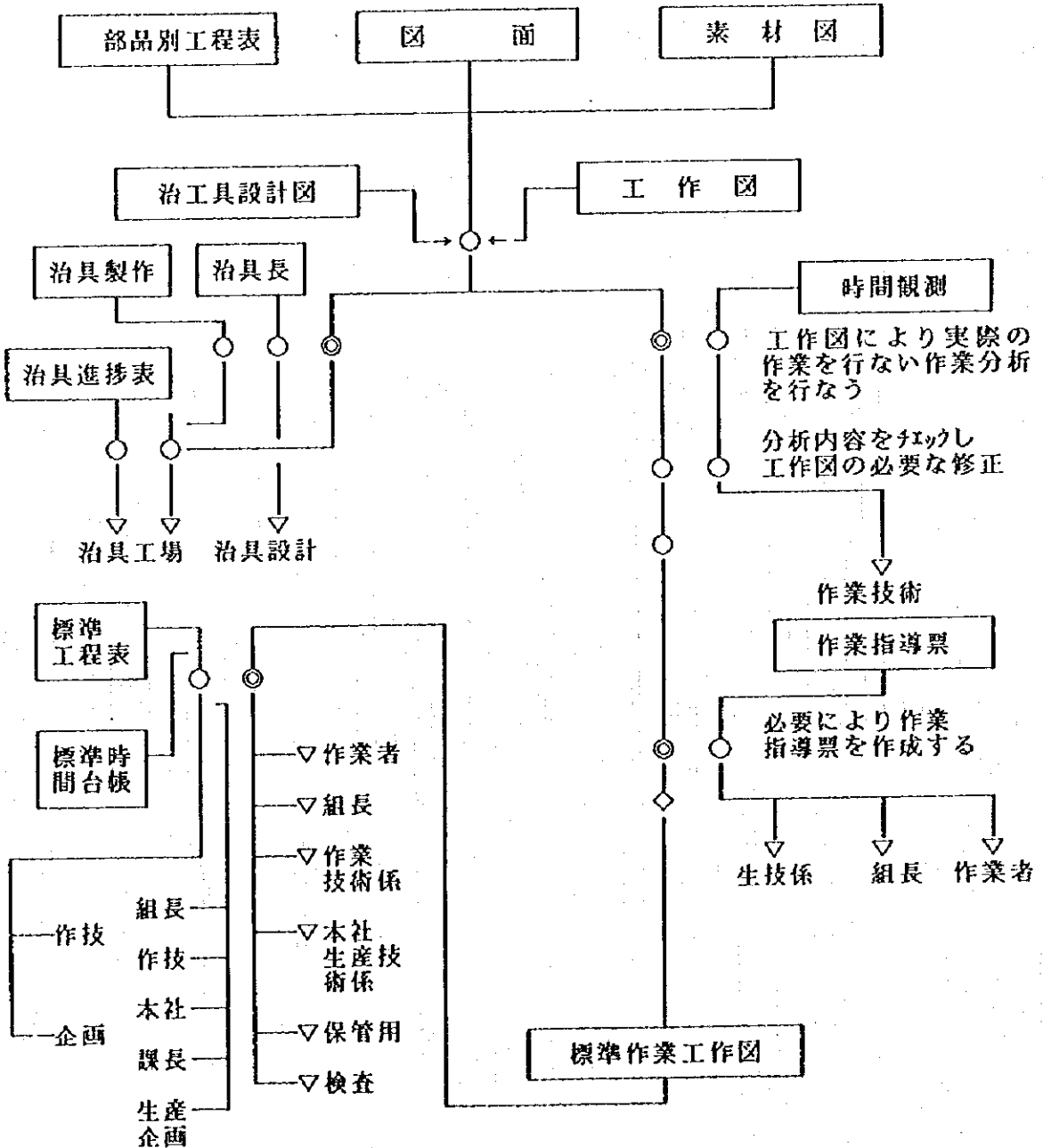
図7-2-14
ワークサンプリングの実施



5) 標準時間管理組織

標準時間の担当は生産技術課におき図7-2-11に示す手順で行なう。要は、作業内容を検討して、時間を測定して正味時間を算定し、余裕を付加して、標準時間を算出して実施責任者の承認を受けて最終決定を行なうことである。

図7-2-15 標準時間管理組織



(2) 運搬の改善

1) 運搬と運搬管理

近代の生産方式は分業による生産の高度化が基本になつている。このためには工程から工程へと“もの”を運ぶことが基本になつている。運搬は工場の消化管であり大量の半製品の流れによつて工場生産が支えられている。しかしながら、この“もの”流れは工場生産においては付加価値を発生してはいない。したがつて運搬はできるだけ排除してゆく方法として工程別機械配列による流れ生産方式を極力採用してゆくのが近代のレイアウトの趨勢である。

しかしながら、当工場においては1個の材料から製品になるまでの機械加工の工程数が多いことと少品種の大量生産であるため類似機械の機種別配置が基本になつている。これを全面的に流れ生産方式に切り替えることは早計である。

また運搬方法については技術の進歩による変遷を重ねているが加工工程の改善によつて不要な運搬を排除してゆくことは運搬管理の基本的な考え方でもある。これにより仕掛り品の減少、作り過のムダの排除によるメリットも大きい。

運搬管理は経済原則の蓄積を中心にして技術の積み重ねによつて進められているものであり、そのために固定観念や盲点を生じているのが現状であるといわれている。これらの点を解明して大局的な誤りに陥らないように技術の根本の考え方を確立することが必要である。

このような観点から運搬について問題としてあげてゆかねばならない事項は次のようになる。

- ① 取扱の軽視による“移動”の偏重。
- ② 運搬抵抗、労力の軽視による運搬重量の偏重。
- ③ 空運搬の軽視による移動方向の無視。
- ④ 直接工による運搬作業のための生産の阻害。
- ⑤ 運搬工節減の偏重による直接工へのしわ寄せ。
- ⑥ 直線配置への偏重による設備配置の困難化。
- ⑦ 先入れ先出し方式の偏重による倉庫面積の浪費。
- ⑧ 床置き、バラ置きの軽視。

2) 運搬改善の要点

近代化のための運搬改善を行なうとき次のような考え方の導入が必要である。

① 運搬そのものを減らす。

活性示教の考え方などをベースにして、なくてもよい運搬の手間を省こうという最も基本的な考え方。

② 運搬労力の軽減をはかる。

高さの差、姿勢、機械の採用などにより生産を阻害する人力の浪費に対して人間関係、負担、安全面の改良に尽力する。

- ③ 運搬工を減らす。
機械、器具の採用による運搬工の削減。
- ④ 運搬による生産の追加。
運搬は専門運搬工によつて行なうことにより、生産直接工の非生産作業の軽減による設備稼働率の向上による生産性の向上という考え方の導入。
- ⑤ 運搬管理の考え方の拡大。
範囲を拡大して、つなぎのムダをなくすことにより、工場内運搬から、輸送包装、倉庫内作業を含め、さらにマテリアル・マネジメントへと拡大する。
実務的には下記の原則を取入れてゆく。
- ア. 活性荷物の原則。活性を維持向上する。
 - イ. 単位荷物方式。荷物をまとめ、寸法を揃える。
 - ウ. 荷物の大きさの原則。荷物の大きさはなるべく大きくせよ。
 - エ. パレット化。可能な限りパレット化せよ。
 - オ. 再取扱の原則。再取扱の廃止。
 - カ. トレーラー方式。トレーラーを活用して荷役待ちの減少。
 - キ. 重力化の原則。重力を活用せよ。
 - ク. 機械化の原則。機械の活用。
 - ケ. 自動化の原則。積極的な自動化。
 - コ. 継ぎ目の原則。継ぎ目のムダを減らす。
 - サ. チームワークの原則。バランスよく次の人の都合のよいようにする。
 - シ. 均衡運搬方式。バランスよく手待ちをなくす。
 - ス. 定時運搬方式。巡回運搬による稼働率の向上。
 - セ. 余力運用の原則。人も設備も全能力稼働。
 - ソ. 疲労軽減の原則。疲労の軽減をはかる。
 - タ. 作業単純化の原則。作業改善による手間の削減。
 - チ. 経済性判定の原則。すべて経済性に準拠して判定を行なう。
 - ツ. 配置の原則。配置の適正化を常に考える。
 - テ. 流れの原則。なるべく一本道にする。
 - ト. 直線の原則。なるべく直線運搬にする。
 - ナ. ものの流れの原則。連続的な流れを作る。
 - ニ. スピードの原則。取扱を減らして運搬速度を上げる。
 - ヌ. スペース活用の原則。スペースを活用する。
 - ネ. 横持ち減少の原則。横持ちを不要にする。
 - ノ. 荷物保護の原則。荷物のキズを防ぐこと。
 - ハ. 安全の原則。安全の重視。

- ヒ. 自重軽減の原則。運搬具の自重は極力減らす。
- フ. 補修の原則。機械設備の補修に注意する。
- ヘ. 設備取替えの原則。経済性を考えて更新すること。
- ホ. 標準化の原則。標準化の強化。
- マ. 融通性の原則。設備の融通性を重視する。
- ミ. 間接化の原則。直接工の運搬的作業を専門工化により間接化する。
- ム. 流動貯蔵の原則。停滞に流動性を与える。
- メ. 出庫区分方式。品種区分より出庫区分による貯蔵のほうが有利である

3) 運搬経路の改善

運搬経路はレイアウトの改善によつて大幅な合理化が可能になる。また、レイアウトの改善は加工工程の改善によつて大きく合理化されることが多い。当工場の場合は他の節にても述べたが機械設備が機種別配置を基本としているために運搬経路が極めて複雑になっている。この状況は5-4-2運搬経路の項、図7-2-14-(1)~(4)に示すとおりであり、運搬距離は次表7-2-15のとおりに概算される。

すなわち、工場の倉庫から運び出された鋼材が加工されて工場の倉庫に入庫されるまでにノズル1個当たり水平距離3,070m、高さ245mの運搬がなされている。

年産250万個とすれば運搬距離の総計は約750万kmに相当する。

この状態は、経路図に表われているとおり機械設備が機種別配置になつており、とりわけ洗浄工程が独立していることに起因している。

このような状況を解消するためには、工程の抜本的な改善が必要であり、この場合には洗浄工程の分散が考えられる。

改善は工場全体のレイアウトにも若干の影響を与えるものとなるが、概要は部品パレット1個ずつ洗浄する小型の洗浄設備の採用が効果的である。これを切削工程の直後に分散して配置する。

この洗浄設備は日本のメーカーによつてすでに開発されているが、当工場の工場敷でこれにさらに改良を加えるか、あるいはこれをモデルとして独自の開発も可能である。

まず当面は、現在の機種別配置に大幅な変更を加えずに、この設備を図7-2-14-(1)~(4)に★印で示す位置に設置する。このようにして経路図を描くと運搬経路は同図に示すとおりなる。

運搬距離の概算は表7-2-16のように改善前と較べてノズル1個辺りの水平運搬距離は1,560m短縮され、従来49.2%の距離となる。これに付随して仕掛品は減少し、「目で見る管理」で機械の稼働を管理することが可能となり、流れ生産方式に近づく結果をもたらす。

これは“もの”を工程順に流してゆくという生産管理の基本的な考え方に基づき小ロットによる流し生産方式の採用を可能にして仕掛り品の減少を可能にし、併せて機械の稼働率の

向上に直結する結果を生む当然の処置である。これはまた、製作期間すなわち納期の短縮にも貢献する。

表7-2-15 ノズル1個当り運搬距離調査表

	針 弁 体			針 弁		合 計
	運搬距離	運搬回数	延運搬距離	運搬回数	延運搬距離	
水 平 運 搬 距 離	10 m	11	110 m	2	20 m	
	20	6	120	2	40	
	30	8	240	1	30	
	40	14	560	4	160	
	50	4	200	4	200	
	60	3	180	3	180	
	70	3	210	1	70	
	80	1	80	6	480	
	90	1	90	-	-	
	100	1	100	-	-	
合 計		1,890 m		1,180 m	3,070 m	
垂 直 運 搬 距 離	1 m	81	81 m	21	21 m	
	2	8	16	16	32	
	4	1	40	1	4	
	8		8	6	48	
	合 計		145 m		105 m	

表7-2-16 改善後のノズル1個当り運搬距離

	針 弁 体			針 弁		合 計
	運搬距離	運搬回数	延運搬距離	運搬回数	延運搬距離	
水 平 運 搬 距 離	10 m	11	110 m	8	80 m	
	20	4	80	3	60	
	30	3	90	1	30	
	40	2	80	2	80	
	50	1	50	-	-	
	60	2	120	3	180	
	70	3	210	1	70	
	80	1	80	-	-	
	90	1	90	-	-	
	100	1	100	-	-	
合 計		1,010 m		500 m	1,510 m	
垂 直 運 搬 距 離	1 m	88	88 m	17	17 m	
	2	1	2	-	-	
	4	5	20	1	4	
	8	1	8	3	24	
	合 計		118 m		45 m	

註) 図示する①、②、③は針弁体の加工工程順にその設備グループにつけた原記号。
加工物は④→⑤のように矢印に矢印に示して流れる。
⑥のようになる場合は別棟の⑥へ行くことを示す。

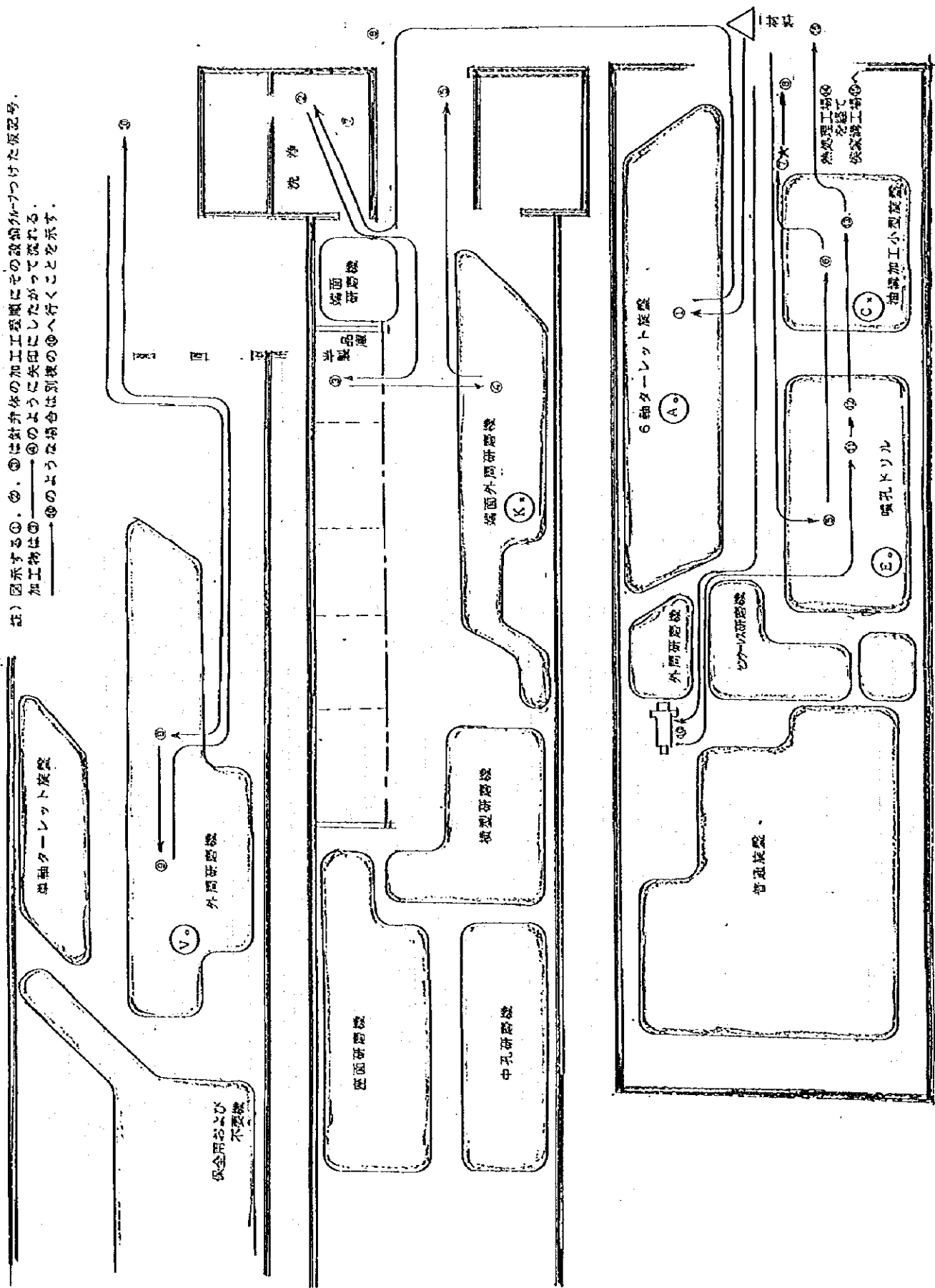
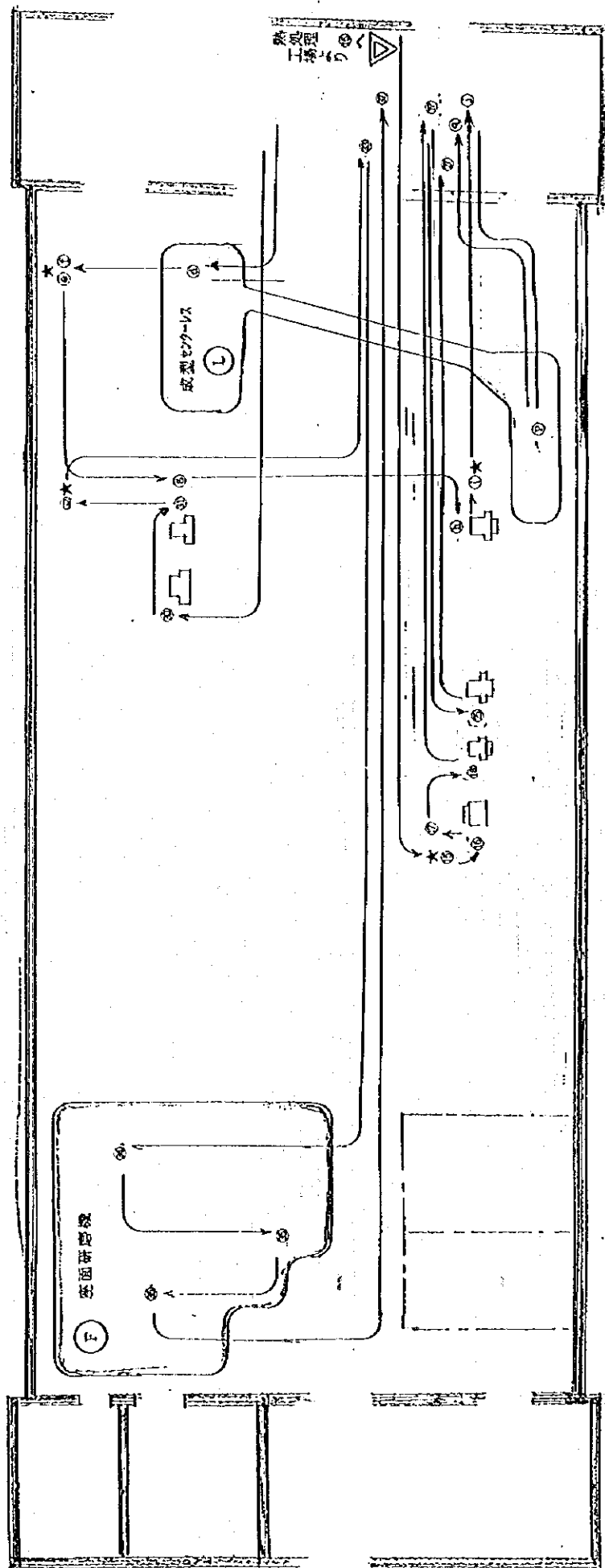
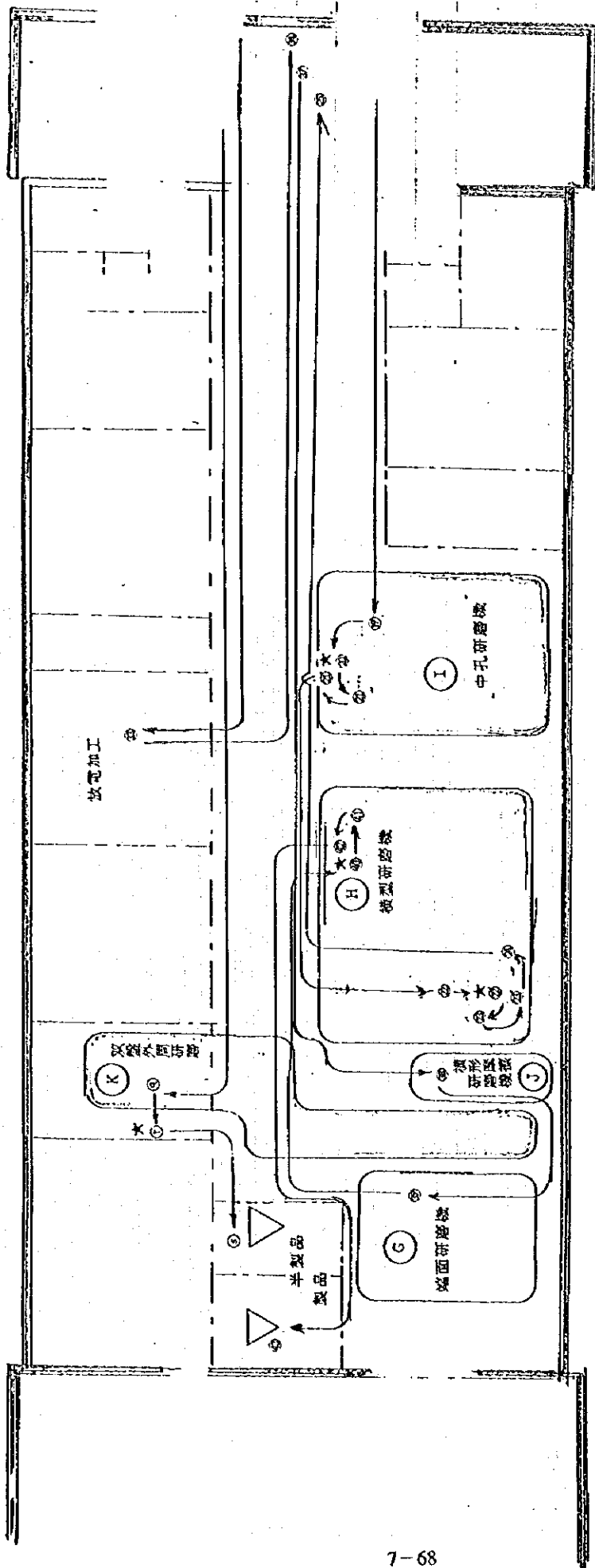


図 7-2-14-(1) 洗浄設備改善後の針弁体流れ線図 (Z15B-1 旅順分工場)



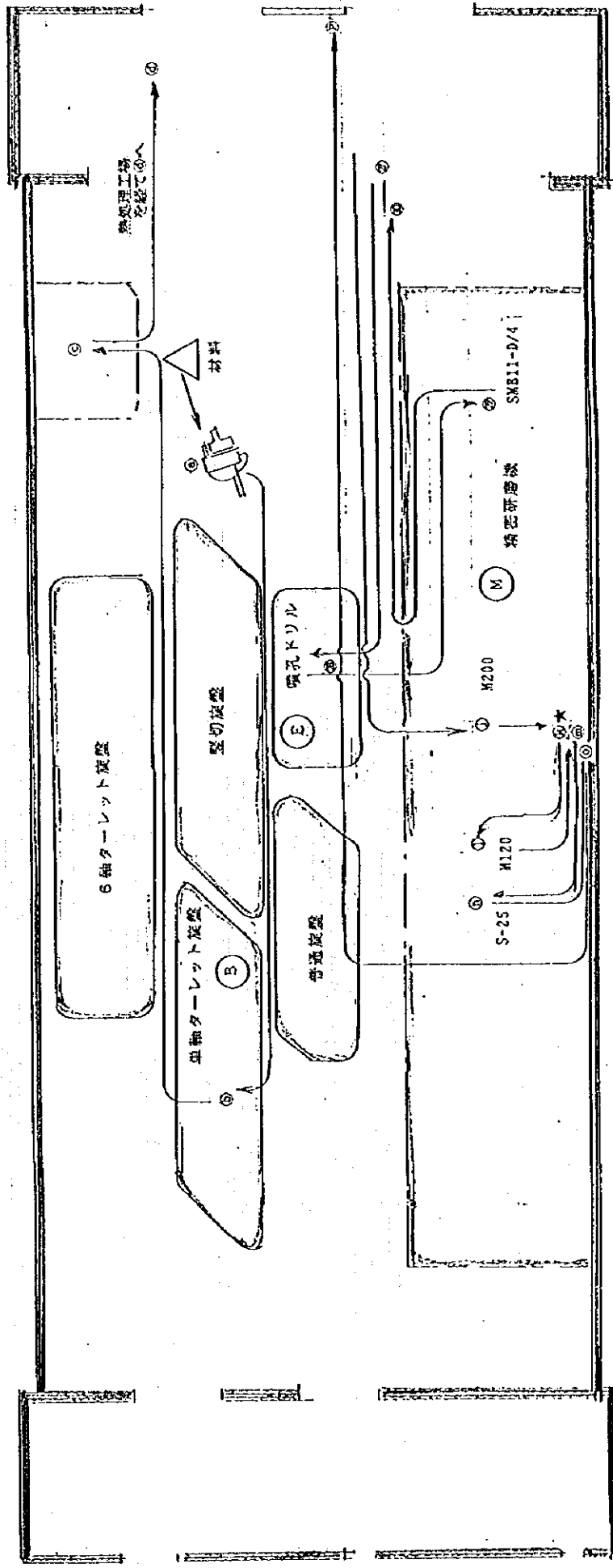
注) 図示する①, ②, ③は針弁体の加工工程順にその設備がアップつけた仮記号。
 同様に④, ⑤, ⑥は針弁の加工工程順にその設備がアップつけた仮記号。
 加工物は⑦→⑧, ⑨→⑩のように矢印に示したがついて流れる。
 ⑪, ⑫→⑬, ⑭→⑮, ⑯→⑰, ⑱→⑲, ⑳→㉑, ㉒→㉓, ㉔→㉕, ㉖→㉗, ㉘→㉙, ㉚→㉛, ㉜→㉝, ㉞→㉟, ㊱→㊲, ㊳→㊴, ㊵→㊶, ㊷→㊸, ㊹→㊺, ㊻→㊼, ㊽→㊾, ㊿→①

図 7-2-14-(2) 洗浄設備改善後の針弁体・針弁流れ線図
 (Z15B-1.2 Z22A-2 候家溝工場)



註) 図示する①、②、③は針弁体の加工工程順にその設備がつけられた仮記号。
 同様に④、⑤、⑥は針弁の加工工程順にその設備がつけられた仮記号。
 加工物は①→②→③→④→⑤→⑥のよう矢印に示したかたがって流れる。
 加工物は①→②→③のような場合は別階の④へ行くことを示す。

図 7-2-14-(3) 洗淨設備改善後の針弁体・針弁流れ線図
 (Z15B-1, 2 Z22A-2 候家港工場)



注) 図示する②, ③, ④は針弁体の加工工程順にその設備がつけられた仮記号,
 同様に⑤, ⑥, ⑦は針弁の加工工程順にその設備がつけられた仮記号,
 加工物は①→②, ③→④, ⑤→⑥, ⑦→⑧のよう矢印にしたがって流れる。
 ⑨のような場合は別階の⑨, ⑩へ行くことを示す。

図 7-2-2-14-(4) 洗浄設備改善後の針弁体・針弁流れ線図
 (Z15B-1, 2 Z22A-2 候家溝工場)

7-2-4 品質管理

これからの生産増加を高品質に、しかも仕様の多様化に安定して耐え得るようにする。そのために全員参加の品質管理活動で、工程品質を管理する。その工程品質を設備、環境、わかり易い識別と加工の流れ、計測等で確保して、噴射試験での不合格品をなくすように安定定着させる。噴射試験合格率を現在の50%から高品質製品では99%に引き上げる。

(1) 全員参加の品質管理活動

前記第5章品質管理5-5-1組織と概要で述べたように組織、規定等の枠組みは、整備されている。例えば全社規定の品質管理規定の16にある“QC”小組活動もその1例である。

まづ第1に“品質第1”の経営を前提として、トップから作業現場第1線までが“品質第1”の理念の実現に取り組む。全員参加はQCサークルによつて行う。ノズル工場では、QCサークルは工程単位を基準に、人数を10人以下にしたものがよいと思われる。QCサークルのテーマはサークルが自主的に決める。品質、生産性等のテーマが多く選ばれるが、実行可能で効果が明瞭なしかも比較的短期で結論がしやすいものにする。

図7-2-16にQCサークルの活動の進め方の例を示す。QCサークルリーダーを中心に、自分たちの取り組むテーマを自主的に決める。そしてその問題解決の過程を通じて、管理図、グラフ、パレート図、チェックシート、特性要因図、作業標準などそれぞれの活動の中で使い、勉強し、実践をする。そして成果をあげる喜びを体験し、着実に積み上げながら活動を続け、QCサークルとしての活動水準も向上していく。

以上のような取り組み、全員参加が成熟して、次に自社、自部署で最も必要なテーマへと取り組み活動を発展していくようにする。そのためには、自部署で真に必要な事項、テーマを客観的に把握し、後工程に送り込む品質特性を見きわめることが必要である。サークルとしてはユーザの製品への評価、要望、同業他社の取り組み、時には異業種の取り組み、等の情報収集の積極化が必要であり、技術部門のスタッフの支援も必要である。

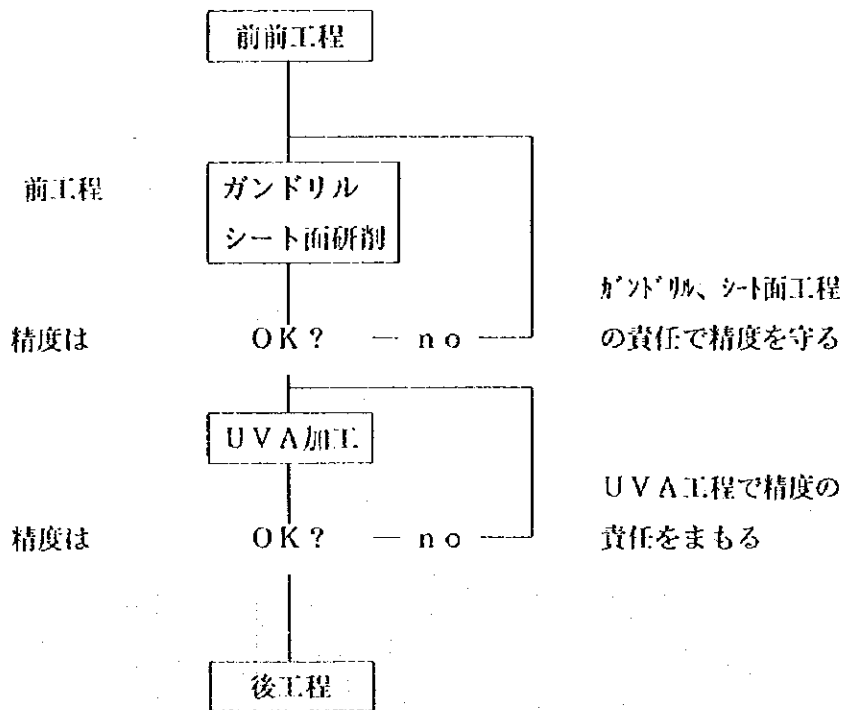
(2) 工程品質の管理

管理の対象は、加工指示書（機械加工工序票の）指示内容をまもることが基本である。加工指示書には、計測点とその計測法も規定されているのでこれを守ることが最も重要である。この指示を守るためには、設備精度管理、工具管理、作業方法の管理、その他が必要だが、重要なことは加工指示書の指示値からはづれた場合は再加工をする、又は別の方法によつて指示をまもることである。

最近の精密設備では、加工中に寸法精度を計測し指示値をまもり、その上に加工後に計測をして確認するものも多いが、このような機能のない既存設備では人知でのデータ採取、対応が欠かせない。

以下に針弁体の中孔、シート面加工を例として図式的に説明する。

工程間精度の責任



この場合ガンドリルとシート面研削加工の精度は、外径保持位置に対し偏心は40ミクロン（同心度誤差40ミクロン）以内に、シート角58度+40分-0分が必要である。もしこの精度が保証されないと、精密設備のUVAの加工精度が保証されなくなる。

従ってガンドリルとシート面研削の工程では自工程の責任において規定の精度で次工程のUVAに加工品を送る必要がある。

また、UVAでの加工精度、特に中孔とシート面との同心度は後工程では修正ができませんので、これがそのまま噴射試験合否に直結することになる。

このような1個所での不具合が後々では修正がきかぬ傾向は、特に人手によらぬ精密設備の流れ工程では顕著なので充分留意の要がある。7-1生産工程の近代化計画では前加工精度の保証、洗浄精度の保証が要求されるので留意したい。

(3) 整理整頓

工場内の清掃は比較的よく行われているが、生産加工品の整理整頓はあまりよくない。加工工程における単品の雑な置き方、パレットの積み重ね方、各分級工程、検査工程、特に噴射試験室での不合格品の整理は、改善して例えばパレットの崩れによる加工品の脱落などが無いようにしたい。今回の調査団とノズル工場関係者との共同による噴射実験（3月12、13日）での不合格品の約0.3%は形式の違うノズルまたは加工未了品であった。このような混在がないように、整理整頓が品質確保の基礎となるので鋭意改善の要がある。

整理整頓は次記の加工品の流れをよくする前提条件でもあり、滞留品とも関係するので十分に留意したい。

(4) 加工品の流れの明確化

生産加工品の流れは、第4章生産工程の現状と問題点、第5章生産管理の現状と問題点で記述したように、工場間、工程間を頻繁に往復し錯綜して行き交う。

設備のグループ別配置の実態を継続するうえでは、特に生産加工品の流れを明確にして、加工品の混在の懸念をなくすことが必要である。そのためには、パレットの識別管理、例えばパレットの色、形での区分けなどの実施がのぞまれる。

具体的にはDNZ9、Z5、Z6、DLZ15B、23、Z22A等の部品形式別、高品質製品を生産するために精密設備を経由した加工設備別、さらに噴射試験不合格品の修正経路が簡単に識別できるようにする。

加工品の識別は、混在を防ぐことのほかに加工不具合品の追跡、品質改善への足がかり、加工品の滞留状況を掴むためにも必要である。

また将来、流れ生産になった時点での1品ごとの管理にこの概念は必要であり、日本のZ社では1000種類をこえる仕様の多種少量生産に、FMSを採用しているが基本的概念は同一である。

識別による生産品の流れの明確化とともに、流れを少しでも分かりやすくする必要もある。現状配置を大きくかえることなく出来る範囲のことを、先ず行う。第7章2節7-2生産管理の近代化計画では、洗浄工程の変更を例にした提案をしているので、参考としさらに検討を進めることが必要である。

また、第7章1節7-1生産工程の近代化計画で提案する高品質製品の区分生産には、一般製品との判別を明確にするために必須である。

(5) 密閉性試験、弁揚程検査合格率の向上

それぞれ現在の10%、7%の不良率を確実に下げる。密閉性は、ほぼ組み合わせだけにつけるので共合せの基準を明確に設定して、基準をまもる。そのためには計測及び分級の管理を改善、向上させる。また、前工程の加工精度の向上によつて基準がまもりやすくなる。日本の先進メーカーでは組み合わせの確認を油圧の減圧による判定ではなく、空気流量で判定しているため、判定精度、効率化の面から検討の対象にして改善をする。

弁揚程の不良も組み合わせの工程内の作業精度でまもるので厳しい基準の設定で、改善が可能である。

(6) 噴射試験合格率の向上

設備の生産保全、精度管理、加工精度の管理、前工程の精度管理、加工ごみの洗浄除去等

の積み上げを当面の対策とし、特に輸入精密設備の能力を保証精度まで引き出して品質を確保する。輸入精密設備の能力確保は治具、砥石等を規定仕様のもを使用することで可能である。

噴射試験合格率向上について、前5-5-4節の実験結果を基にした指針を満たすための改善について、詳しく述べる。

a. 針弁体の同心度改善

調査団と大連関係者との共同作業による実験では、同心度だけを独立した変数にした統計的な結論は出せなかったが、針弁体のシート面と中孔との同心度が1番に影響度がおおきかった。また日本のノズルメーカーでも、この同心度が「1番に重要」として0.5ミクロンを最低としている。最近の研削機械メーカーへの発注仕様も0.4ミクロン指定の例もある。

同心度を0.5ミクロンにするには、最新の精密設備を使用しても、前工程の加工精度が加工の正となる外径、チャンファに対して10ミクロン以内が必要である。これにたいして既存の輸入研削盤UVAでは前工程の加工精度を40ミクロンにすると同心度が4ミクロンになることを試験で保証している。また'93年のUVA導入時には、2ミクロン程度が生産できた実績もある、との大連技術者の説明も日本の最新設備の精度と比較して妥当である。

日本の精密設備でしかも厳密な前加工精度を保証したものであれば、他の条件が不備でなければ合格率は99.9%が保証される。

以上の事柄と現実を勘案して、針弁体の同心度1ミクロンを目標とする。他の条件が整っていれば合格率は80%を期待できる。しかし1ミクロンに至る前に手順としては、2ミクロンの同心度で確認する。合格率の数値的な保証は難しいが、仮に70%と期待して効果を確認する。この数値確認、効果確認によつて同心度と合格率の関係を明確にして合格率向上の指針を修正する。

同心度2ミクロンを達成するには、現設備UVAの保全と前工程精度を40ミクロン以下にすることが必要である。

上記のようにある種の仮定と実績を積み上げ、同心度の改善と合格率向上を行う。

ところで、噴射試験の合否の判定は目視判定で、従来は検査員に左右されることが少なくなかった。噴霧特性については多くの研究者が霧化、分布について実験室での良否判定法、実験式での定性、定量判定法を数多く提案してはいるが生産現場で量産品に適用する方法が確立されていないことによる。

このために当面は標準サンプル、判定図などによつて検査作業の熟練度をあげて判定誤差を少なくするように改善し、判定のばらつきをなくす。そして判定の信頼性をあげて、前工程の精度向上を促す。噴霧の簡便な目視判定基準の例を、図7-2-16に示す。

噴霧特性についての表示、実験方法を後記(8)噴霧特性で紹介する。

b. 針弁体シート面加工精度改善

針弁体シート面の真円度は前記実験計測では、統計的には定量値がでなかつたが1ミクロン以下が合格率が高かつたので先ずこれを実施する。同心度を確保するよりも容易で、確実な真円度計測によつて実施が可能である。さし当りは、検査計量処での計測によつてこの精度の確保につとめる。また、早めに生産現場での計測が可能になるように設備の現場配置が必要である。

実験変数の中には、シート面の加工不備があつた。UVAによらぬものは工程中の拡大鏡による目視確認なので、作業者の自己管理の向上、検査管理の向上によつてシート面の加工精度を上げ合格率を引き上げる。5%程度の合格率向上が可能と思われる。

c. 加工ごみの除去、洗浄

最も手がつけやすく、一方もつとも困難な問題である。不合格の原因の少なくとも10%は切粉、研削粉、ごみによるものと思われる。

油圧装置の故障は、ごみにつきるとされている。従つて、油圧機器メーカーの最大懸案事項は作動油に含まれる、コンタミネーションいわゆるコンタミと称する油中のごみの排除である。油圧機器メーカーでは、コンタミは空気中のごみが油に吸収されるのを防ぐことに最大の努力をはらつている。

ノズル噴射試験の合格率には、このコンタミの影響もあるが現段階では、切粉、研削粉、洗浄剤の異物、などが大きく影響しているものと思われる。当面はこれらの異物を次工程に送らない、加工品の運搬時に絶対に付着させない、洗浄を完全にす、作業環境のごみの排除の徹底、を励行する。

切削加工にばり、粉はつきものなので液体洗浄では洗浄液で60Paの高圧噴射、2方向からの交互噴射などが行われている例もあるので効果を確認して実施する。

次に洗浄液、研削液即クーラントは効果を実証するために、濾過をきちんと行う必要がある。濾過によるごみの付着を液流の抵抗で計測管理し、濾紙交換、液交換する方法などがある。第7章で提案する設備には、最新の濾過装置が取付けられているが、液の交換は、定期交換を原則とするので厳密な励行が必要である。

最も一般に行われる超音波洗浄は、音波の指向性が強く、全体に一樣には効果が出にくいので洗浄品の配置は充分配慮の必要がある。

また、洗浄後のエア吹き付けはエアに混入するごみ、コンプレッサの油滴、ミストの害を防ぐために廃止している例もある。

上記と平行して軽油内での組み合せ時の、コンタミの付着を防ぐために油の清浄管理をする。この軽油内組み合せでは、定期的に軽油のごみ濾過または、交換が必要である。日本のK社では使用油でNAS (National Aerospace Standard) 7~8級を管理目標とし点検間隔を1月毎にして行つている。

電解研磨はばりの除去に有効であるが電解液の管理に留意すること、加工速度設備の設

置価格、稼働経費などの検討をする必要がある。

7-1で推奨する設備には、このような機能が含まれている。

d. 針弁及び針弁体の面粗度、摺動面の精度改善および生産加工品の取扱いの改善。

面粗度はシート面、摺動面、端面のどれもきわめて重要である。現段階では上記 a. b. c. の影響が相対的に大きいので、不合格への寄与度は低い、精度向上に努力すべき対象である。特に手作業によるラッピングは作業者の経験と注意を要する工程なので充分留意の必要がある。作業者の自己管理と検査管理の精度向上によつて精度をあげる必要がある。

また、不具合は、必ず統計データによつて作業者の領域なのか、前工程の責任なのかを明らかにして適切な手を打つ必要がある。

加工品の扱いの改善

加工品の扱いについては、第5章品質管理の節でも詳しく述べたが加工品を加工中、加工後、移動、検査中、検査後などで乱暴または不注意できずつけ、ほこりごみを付着させている。特にパレットの重ね置きによるノズルへの傷つけを防止の要がある。また、パレットを重ねても下部のノズルに重量が掛からぬ様な寸度のパレットにする必要がある。

(7) インジェクタ組み込み試験の合格率向上

現状の問題点で述べたようにノズル工場から出荷されたD.L.L-Sノズルがインジェクタ工場での試験では、不合格率が40%である。ここでの不合格品はノズル工場に返品され、再度ノズル工場で噴射試験を行つて良品として合格すれば単品として市場に出荷される。もし不合格であれば針、体に分離され再加工されて良品に仕上げられる。

ノズル工場における噴射試験では、針弁体の大端面とホルダボデー端面との密着性に関する試験を行っていないので、大端面の軸に対する直角度、面粗度の向上も調査検討の必要がある。

また、前述の噴射試験の信頼性向上策にあわせて、ノズル工場の試験とインジェクタ工場の試験、評価方法の突き合せを充分に行つて評価を完全に一致させる必要がある。

(8) 噴霧特性

噴射試験の目視による合否判定は検査員によつてかなりのばらつきがあり、インジェクタ工場の判定とも差があるように思われる。従つて目視判定の客観的な裏づけを、噴霧特性の a. 霧化 b. 分布及び貫通力 などについて得ておき判定基準を明確にする必要がある。基準の明確化によつて判定精度を高め、個人差をなくすようにする必要がある。

今までの代表的な研究成果を第9章参考文献で紹介する。

(9) 製品仕様の多様化対応と分級作業

製品仕様は1995年の実績で6シリーズ、13品種、54仕様となつているが、2000年での仕様は数倍になるものと予想される。例として日本における仕様の増加は、エンジンの仕様の増加とともにノズルの仕様が増えてきた。

例えば、シリンダ容積が同じものでも、自然吸気、過給、インタクーラ付き、噴射率の違い、などが噴孔数、径、噴射角を変える例がある。また、P型ノズルの出現で、仕様は倍増した。

近代化は、同一仕様の増加よりむしろ一面では仕様の増加対応でもあり、前記の(4)加工品の流れの明確化でも触れたように日本の専門メーカーではFMSの採用で多様化する仕様に対応してきている。

ノズル工場での仕様の多様化対応については、将来のFMSの採用に先立ち、仕様増をこなす生産管理の確立、生産設備の対応性が必須である。この具体的な対応は、第7章工場近代化計画で後述する。

ここでは、分級とくに針弁及び針弁体の組み合わせ工程が第7章で提案する新鋭設備によって著しく減少することを示す。

針弁及び針弁体の分級 摺動部のφ6mmにたいし

現状	範囲	0~35ミクロンで	0.5幅	70級
新鋭設備	範囲	0~8ミクロンで	0.5幅	16級

となり、ほぼ1/4の減少にする。

日本のZ社では、分級を10級にしている。

大連ノズル工場ではこの組み合わせを共ラッピングで行い、針弁及び針弁体の摺動隙間を2.5ミクロンにして摺動性と密封性を保っている。

しかしZ社D社は、摺動隙間が2.5~4.0ミクロンで摺動性と密封性を保っている。同心度、真円度、真直度、平行度、などの精度がよいので、このように余裕のある隙間で機能を保全しているものと思われる。

従つて近代化で導入する設備が要求仕様の加工精度を保証すれば、分級はさらに少なくなることが期待できる。

分級が減少することで分級作業の減少、選択組み合わせ作業の容易化、分級箱、分級スペースなどが合理化、簡素化され、また次工程以降の煩雑さが減少する。

7-3 財務管理の近代化計画

7-3-1 財務分析

ノズル工場の設備投資、あるいは労働生産性などの対策を練るためには経営状態を常に把握しておかねばならない。このためノズル工場単位の貸借対照表や損益計算書などの財務諸表の完備が必要である。これらの財務諸表に基づいて下記の分析をおこなう。

(1) 資本性の分析

資本の有効利用度を定量化して経営上の判断を行なうために下記の分析を行なう。

① 収益性の分析

資本の運用は、資本を回転して収益を獲得し、利益を発生させる過程であり、費用収益、利益の状況を分析してゆく。そして収益性の分析を目的として下式を基本として表現する。

$$\frac{\text{利益}}{\text{資本}} = \frac{\text{利益}}{\text{売上高}} \times \frac{\text{売上高}}{\text{資本}}$$

(資本利益率) (売上高利益率) (資本回転率)

資本利益率は対資本利益率ともよばれ、企業が資本をどのように有効に運用したかを表わすものである。

② 流動性の分析

資本の運用は、資本の支出、収入という資本の循環過程を持つている。資本の調達も収入となるから資本の調達も含めて、支出、収入の実態を分析する。

$$\text{静態的な支払能力} = \frac{\text{支払手段}}{\text{支払義務}}$$

$$\text{動態的な支払能力} = \frac{\text{収入}}{\text{支出}}$$

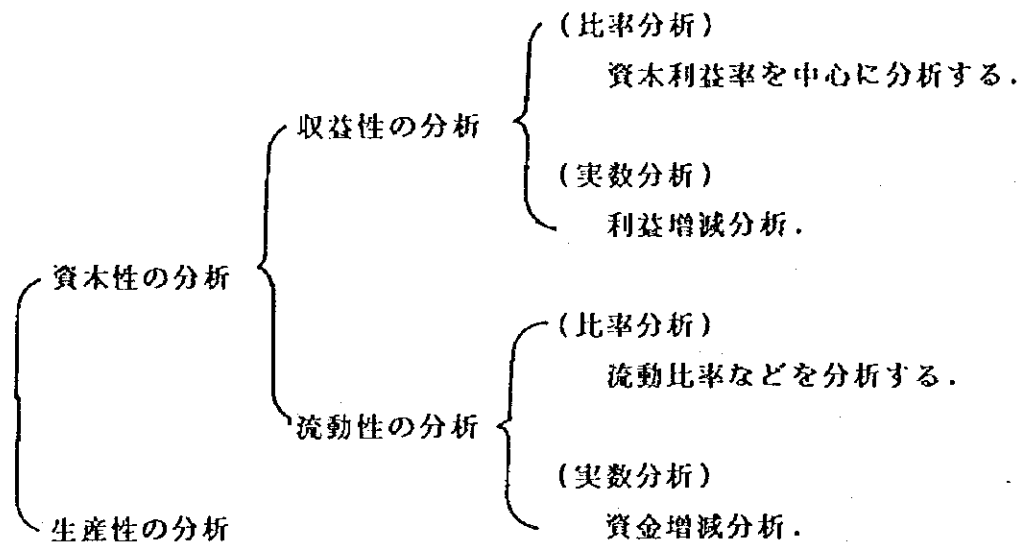
静態的な支払能力とは、一時点における支払義務がどれだけあるか、またその支払義務に当てうる支払手段をどれだけ持っているかという企業の弁済能力をいう。

これに対して、動態的な支払能力は、一期間において支出がどれだけあるか、また、その支出に当てうる収入がどれだけあるかという企業の返済能力をいう。

(2) 生産性の分析

経営は資本と労働力によつて生産をおこなうものであり生産の状況を常に把握するために生産性の分析をおこなう。

生産性が高いかどうか、上昇過程にあるか否か、また生産によつて生み出された成果ほどどのように配分されたかを下記のとおり分析をおこなう。



(3) 経営比較表

以上に基づいて期ごとに表7-3-1を作成して経営計画を行なうとともに管理者層に周知を計る。

表 7 - 3 - 1 経営比較表

部門	比率名	比率の算出方法	経営比率				指標
			期	期	期	期	
総合	経営資本対 営業利益率 (%)	$\frac{\text{営業利益}}{\text{経営資本}} \times 100$					
	経営資本回転率 (回)	$\frac{\text{純売上高}}{\text{経営資本}}$					
	売上高対 営業利益率 (%)	$\frac{\text{営業利益}}{\text{純売上高}} \times 100$					
	自己資本対 経常利益率 (%)	$\frac{\text{経常利益}}{\text{自己資本}} \times 100$					
財務	総資本対 経常利益率 (%)	$\frac{\text{経常利益}}{\text{総資本}} \times 100$					
	自己資本対 固定資産比率 (%)	$\frac{\text{固定資産}}{\text{自己資本}} \times 100$					
	総資本対 自己資本比率 (%)	$\frac{\text{自己資本}}{\text{総資本}} \times 100$					
	売上高対 支払利息比 (%)	$\frac{(\text{支払利息} + \text{割引料}) - \text{受取利息}}{\text{純売上高}} \times 100$					
	固定資産回転率 (回)	$\frac{\text{純売上高}}{\text{固定資産}} \times 100$					
	受取勘定回転率 (回)	$\frac{\text{純売上高}}{\text{受取手形} \times \text{売掛金}}$					
生産	支払勘定回転率 (回)	$\frac{\text{材料費} + \text{購入部品} + \text{外注費} + \text{製品仕入原価}}{\text{支払手形売り掛金}}$					
	従業員1人当り 年間生産高 (千円)	$\frac{\text{純売上高} - \text{仕入価格}}{\text{従業員数}}$					
	従業員1人当り 年間加工高 (千円)	$\frac{\text{生産高} - (\text{直接材料費} + \text{購入部品費} + \text{外注加工費} + \text{間接材料費})}{\text{従業員数}}$					
	加工高比率 (%)	$\frac{\text{加工高}}{\text{生産高}} \times 100$					
	加工高対 人件費比率 (%)	$\frac{(\text{事務} \cdot \text{販売員手当} + \text{直} \cdot \text{間労務費} + \text{福利厚生費} + \text{賄費})}{\text{加工費}} \times 100$					
	機械投資効率 (回)	$\frac{\text{加工高}}{\text{設備資産}}$					
	原材料回転率 (回)	$\frac{\text{純売上高}}{\text{原材料費}}$					
	仕掛品回転率 (回)	$\frac{\text{純売上高}}{\text{仕掛品}}$					
製品回転率 (回)	$\frac{\text{純売上高}}{\text{製品}}$						

販 売	売上高対 総利益率 (%)	$\frac{\text{総利益}}{\text{純売上高}} \times 100$					
	売上高対 経常利益率 (%)	$\frac{\text{経常利益率}}{\text{純売上高}} \times 100$					
	販売・管理費比率 (%)	$\frac{\text{販売費} + \text{管理費}}{\text{純売上高}} \times 100$					
	販売費比率 (%)	$\frac{\text{販売費}}{\text{純売上高}} \times 100$					
労 務	売上高率 広告費比率 (%)	$\frac{\text{広告費} \cdot \text{宣伝費}}{\text{純売上高}} \times 100$					
	従業員 1 人当り月平 均人件費 (千円)	$\frac{\text{直} \cdot \text{間労務費} \cdot \text{手当} + \text{福利厚生費} + \text{賄費}}{\text{従業員数}}$					
	人件費対福利 厚生費比率 (%)	$\frac{\text{福利厚生費} + \text{賄費}}{\text{人件費}}$					
	従業員 1 人当り機械 装備費額 (千円)	$\frac{\text{設備資産}}{\text{従業員数}}$					

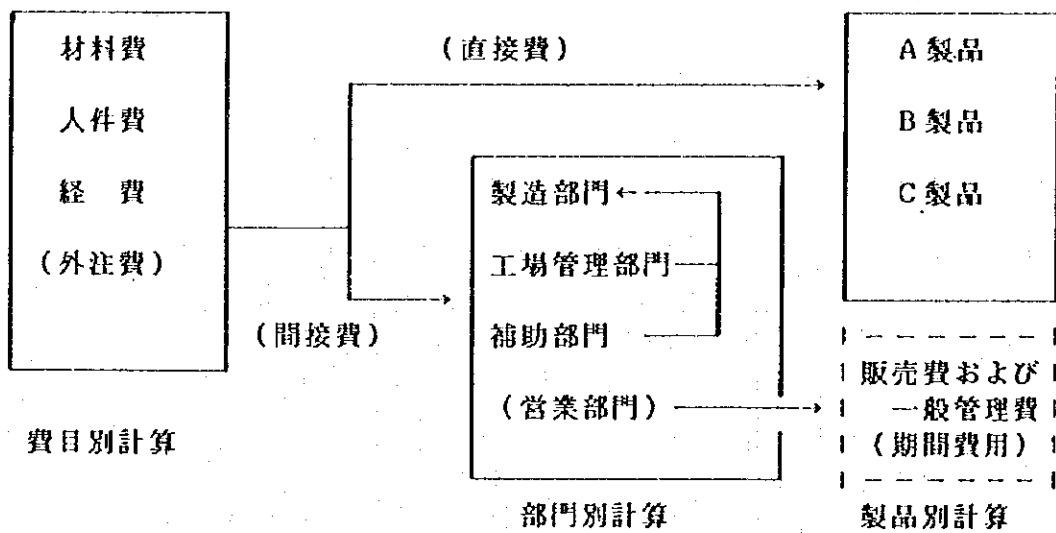
7-3-2 原価管理

生産するノズルの品種は今後他品種化し、生産工程も品種によつて使用する設備が異なることになる。機械設備は精密研磨盤と一般の研削盤では償却費に大きな差がある。したがつて生産される製品は品種によつて生産原価は大幅に異なる方向をたどることになる。

このような状況下で有利な受注品と不利なものを正確に判断できるように個別原価計画方式を導入する。

(1) 計算の手続き

計算の手続きは下記的方式となる。



(インプット) (アウトプット)

材料費 人件費 経費 (外注費)	製品
	半製品
	仕掛品
	仕損品
	作業屑
	期間費用

(2) 個別原価計算の方法

個別原価計算の基本的な考え方は下記のとおりである。

- ① 品目ごとに直接費（材料費、労務費、経費）を集計する。
- ② 間接費は公平、平等に製品に配布する。

したがって、品目ごとに製造番号を付けてその番号ごとに表7-3-2に示す1枚の原価計算カードを作成する。カードの左側が科目欄で直接費と間接費に分かれ、直接費はさらに材料費・労務費・経費に分かれる。間接費はさらに細かい科目に分かれるがここでは省略した。

表7-3-2 原価計算カード

品名 納入先		着手 完成	年	月	日	
科 目		月	月	月	月	合 計
直 接 費	材料費					
	労務費					
	経 費					
	計					
製造間接費						
合 計						
累 計						

間接費の配賦については次の4つの手順でおこなう。

① 部門個別費の計算

部門固有の間接費であり、工場長、占有する機械工場の建物の減価償却費、保険料、固定資産税などである。

② 部門共通費の各部門への配賦

建物の一部を使用している場合などはこれの減価償却費や固定資産税は部門個別費にはならない。これは部門共通費とよび、各部門に配布を行なう。

③ 補助部門費の製造部門への配賦

補助部門は製造部門へのサービス部門であるため製品への結びつきがやすい。

しかし製造部門とは密接な関係があるので補助部門費は直接製品に配布せず、補助部門費をまず製造部門に配賦し、製造部門の間接費を製品に配布する際に一緒に配賦を行なう方法をとる。

④ 製造部門費の製品への配賦

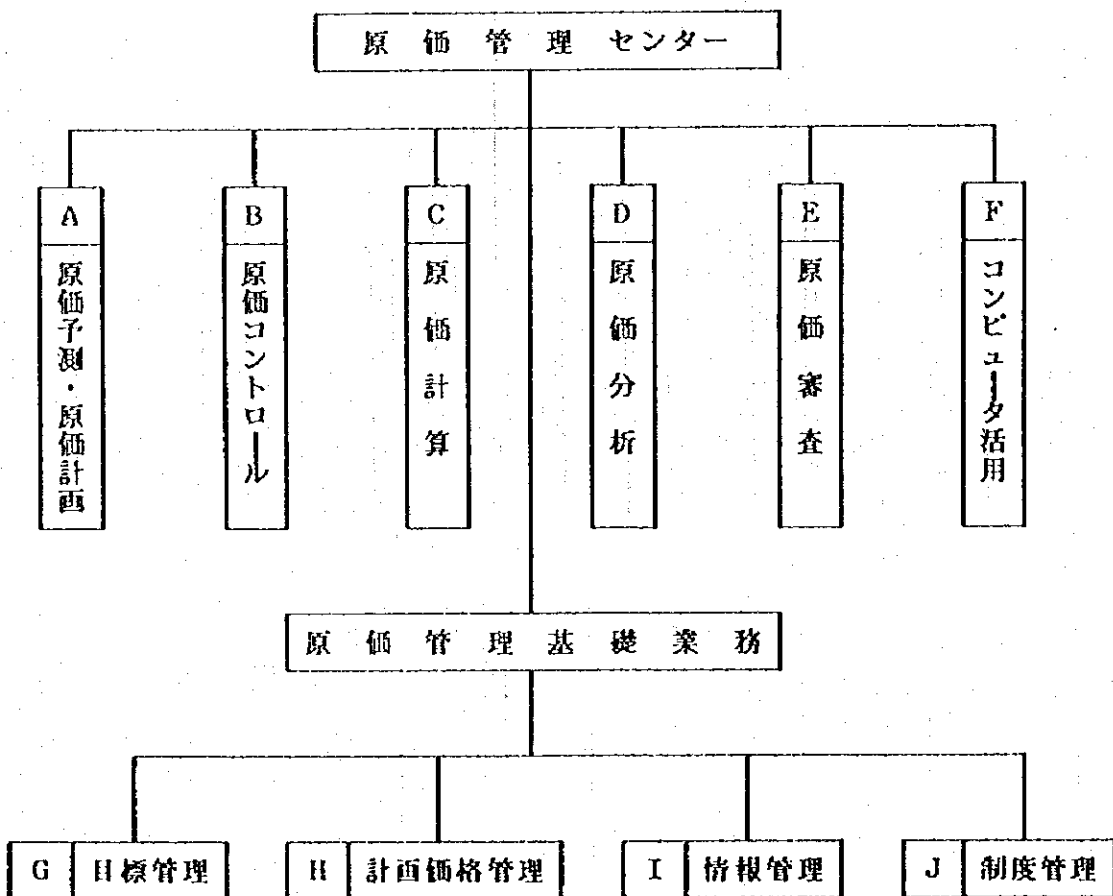
製造部門に集められた製品間接費を製品へ配賦する。配賦は公平に行なうことが必要で、配賦基準としては直接材料費・直接労務費・直接原価・直接作業時間・機械作業時間などを用いる。

(3) 原価管理体系

原価管理の体系としては図7-3-1が理想的なものであるが当工場の場合は主原料である鋼材の種類は少なく、副資財の種類も限られているので原価管理実施計画の際に不必要な管理を削除する。

また、参考までに各部門に必要な業務と必要書類を羅列したが、実際に際してはこの中から必要最低限の書類を選択して完全な管理を行なう。

図7-3-1 原価管理の体系



A：原価予測・原価計画

給料基金計画、工場経費計画、企業管理費計画、製品単位原価計画、商品製品原価計画、比較用製品原価計画、生産費用計画、販売費用計画、原価計画指示分析。

B：原価コントロール

事前コントロール、事中コントロール、事後コントロール、材料原価コントロール、受領材料限定制、給料原価コントロール、内部銀行コントロール、原価帰納分級管理（2段階管理と集約）。

C：原価計算

原価計算対象、原価計算期間、原価計算範囲、予想費用、配分費用、費用帰納と分配、原価計算伝票と選択法、原価計算目標比例法。

D：原価分析

商品化された全製品の原価分析、比較用製品原価分析、生産費用要素分析、主要製品単位原価分析、要因分析、生産量（消費量）・資本・利益分析。

E：原価審査

生産費用計画の執行情況審査、商品化された全製品の原価計画の完成情況審査、比較用製品のコストダウン計画の完成情況審査。

F：コンピューター活用

原価管理情報システムの確立・各項目に関する原始伝票の整理・コンピューターオペレータの訓練・コンピューター活用のための条件の創造。

G：目標管理

消費材料目標、作業時間目標、目標達成係数。

H：工場内計画価格管理

材料計画価格、部品計画価格、労務計画価格、時間当り賃金費用計画。

I：情報管理

資材払出表、材料返却票、限度払出票、補充払出票、材料消耗総括表、材料棚卸報告票、賃金清算票、賃金決算総括表、原始記録、作業票、作業手順票、廃品通知票、在庫品棚卸表、完成製品入庫票。

J：生産技術規定、安全操作規定、福利厚生制度、工場内経済計算制度、工場内銀行決算方法。

7-4 近代化計画実施スケジュール

近代化計画実施スケジュールは表7-4-1に示すとおりである。

表7-4-1-(1) 近代化計画スケジュール

区分	実施事項	1996	1997	1998	1999	2000
1. 工程管理	作業時間計測 モデル対象実施 全面実施	←-----→	←-----→			
	日程計画 モデル対象実施 全面実施	←-----→	←-----→	←-----→		
	作業方法改善	←-----→	←-----→	←-----→		
	標準時間改訂				←-----→	
	生産管理手法の見直し (OA化、多様化対応)					←-----→
	2. 在庫管理	在庫量の適正化	←-----→			
3. 運搬管理	洗浄工程経路の改善(当面の対策)	←-----→				
4. 品質管理	加工品識別管理 部分実施 全面実施	←-----→	←-----→			
	工程間検査による識別管理	←-----→				
	噴射試験判定基準見直し	←-----→				
	工程間検査の拡充		←-----→			
	品質意識向上活動 (ごみゼロ、みすせり活動)	←-----→	←-----→	←-----→		
	5. 設備管理	PM分析の実施	←-----→			
	TPM整備基準の設定		←-----→			
	自主管理体制の確立			←-----→		
	TPM整備基準の設定				←-----→	
	製品多様化治具開発、基準整備				←-----→	
6. 教育訓練	課程の見直し、拡充	←-----→				
	職場改善モラル向上対策	←-----→	←-----→	←-----→		

表7-4-1-(2) 近代化計画スケジュール

区分	実施事項	1996	1997	1998	1999	2000
7. 財務管理	個別原価管理体制整備		←-----→			
	個別原価の把握、分析				←-----→	
8. 生産設備	既存高精度加工設備の保全	←-----→				
	工程間検査計測設備4台導入	←-----→				
	洗浄設備の分散化	←-----→				
	ホーニング盤など新鋭設備導入 (合計20台)		←-----→			
	工程間検査計測設備8台補充		←-----→			
	洗浄設備13台導入		←-----→			
	汎用設備12台補充		←-----→			
	新鋭設備ラインの6ライン化					←-----→
	汎用設備60台増設					←-----→
9. 近代化概要	管理体制の見直し、改善 (高度生産設備運用の基礎固め)	←-----→				
	現場意識の改革 (目標意識徹底、自主活動推進)	←-----→				
	既存設備の保全 (保全技術の強化を含む)	←-----→				
	生産設備の拡充		←-----→			
	生産設備拡充段階	7x-7' 1	7x-7' 2			7x-7' 3
10. 生産能力						
	高品質製品	40万本	120万本			760万本
	一般製品	240	380			350
	合計	280	500			1100

7-5 近代化計画に要する費用

7-5-1 近代化計画に要する費用

近代化計画に必要とする費用は、その全てが増産及び品質向上のための設備投資費用であり、その他の費用は少額で経常費用でまかなうことが出来る程度のものである。

近代化計画最終段階での設備投資総額は以下の通りである。

新鋭設備購入費	34,200
汎用設備購入費	1,711
付帯設備購入費	6,182
合計	42,093 万元

この投資計画は前記7-1節に示されているとおり、第1段階は現状の最小限の補強であり、第2段階で新鋭設備による生産ラインを1つ作り、その後、同様の生産ラインを5ライン増強して、当初の目標生産量を達成する計画に基づいている。

上記の費用には工場建屋建設費用は含まれていない。

この費用には、当初の段階で既存のUVAなどの高精度加工設備を本来の加工精度で安定して稼働させるに要すると考えられる費用として、309万元を含んでいる。

上記の設備が設置された段階で、それらの設備が完全に機能を発揮するため、主として交換工具類の購入費として総額2,400万元必要であり、さらに、治工具保全費用として全ての設備が整った場合、年間2,898万元の経費が必要となる。

一方、現状の生産設備を増産量に見合ったものに拡大した場合に必要な設備費用は約25,000万元である。

その費用の差は約17,000万元あるが両案を対比すると

	本計画	現状拡大案
製品品質	向上し、安定する。	現状が飛躍的には変わらない。
必要人員	1200人程度	現状の4倍、約2400人

特に加工精度を要する重要工程は比較的少数の熟練作業員により稼働できるため、作業員により生産計画及び製品品質が影響を受けることがほとんどなくなる効果が大い。

また、約1,200人の省人化利益があり、多数の未熟練作業員の養成に伴う経費と期間も不

必要となる。

さらに、2000年における計画生産高は 現状の製品構成のままでは約2億1千万元、近代化計画による製品構成では高付加価値製品の比率が増加するため、約2億7千万元となる。

従つて、生産高での差異が年間約6千万元あり、前記の設備投資額の1億7千万元の差は3年を経ず解消できることとなる。

これらのメリットを考えると、この計画設備は投資額は大きい、高精度加工製品を短期にしかも国際的に有数の生産規模まで大幅な増産を行うために適合したものである。

製品の価格は国際的な水準で比較すると、約1桁低価格となつている。

この低価格は今後、品質向上により国際市場への進出した場合、強大な競争力を発揮することができる反面、そのために必要な設備投資あるいは管理体制の改善に要する費用を負担できないままでは、何時まで経つても国際化できないこととなり、長期的視野に立つて価格問題を業界で調整することは今後の課題である。

世界的に最も先進的なメーカーで行われているような、完全自動化流れ生産方式は全ての工程で汎用機の使用の余地がなくなり、工程間をつなぐ自動化搬送設備また全体を制御する計装システムなどのため、さらに大きい設備投資を要するだけでなく、管理的にもより高度のレベルとする必要があり、一気にその段階に持つて行くことは現実的でないと考えられる。

7-5-2 設備投資回収期間の検討

(1) 回収期間計算の方法及び結果

近代化計画に必要な設備投資の回収期間について、以下の通り検討した。

工場の九五計画に示されている下記の算式により、以下の数値を設定して、計算した結果は表7-5-1に示すとおりである。

a) 国家的期間

$$\text{静態回収期間} = \frac{\text{固定資産} \times 0.85 + \text{流動資産} + 2000}{\text{税前利益} + \text{償却額} \times 0.75}$$

固定資産：設備投資総額 = 42,093 万元

流動資産：生産高 $\times 0.4 = 11,045$ 万元、0.4 は工場計画における生産高と流動資産の比による。

また、流動資産圧縮のケースとして、生産高 $\times 0.4 \times 0.7 = 7,732$ 万元

(後記 参照)

生産高：全設備稼働段階で予定する製品構成に対応する生産高 (表7-5-2)

税前利益率：0.1、0.2、0.25 各々について計算する。

償却額 : (固定資産×0.85+2000) ×0.0708

b) 企業の期間

$$\text{静態回収期間} = \frac{\text{固定資産} \times 0.85 + \text{流動資産} + 2000}{\text{税引後利益} + \text{償却額} \times 0.75}$$

税引後利益率 : 税引前利益率の2/3 0.067、0.133、0.167 各々について計算する。

このほかの数値は国家の場合と同じ。

表7-5-1 設備投資回収期間(フェーズ3)

上欄は国家、下欄は企業の場合

金額: 万円

固定資産	流動資産	生産高	利税率	税引前利益	回収期間	備考
42,093	11,045	27,613	0.1	2,761.3	10.9	流動資産=生産高*0.4
42,093	11,045	27,613	0.2	4,970.4	6.8	同上、利益0.2
42,093	11,045	27,613	0.25	6,903.2	5.7	同上、利益0.25
42,093	7,732	27,613	0.1	2,761.3	10.2	流動資産=生産高*0.4*0.7
42,093	7,732	27,613	0.2	5,522.6	6.3	同上、利益0.2
42,093	7,732	27,613	0.25	6,903.2	5.3	同上、利益0.25
固定資産	流動資産	生産高	利益率	税引後利益	回収期間	
42,093	11,045	27,613	0.067	1,850.1	13.7	流動資産=生産高*0.4
42,093	11,045	27,613	0.133	3,672.5	9.1	同上、利益0.2
42,093	11,045	27,613	0.157	4,335.2	7.7	同上、利益0.25
42,093	7,732	27,613	0.067	1,850.1	12.8	流動資産=生産高*0.4*0.7
42,093	7,732	27,613	0.133	3,672.5	8.5	同上、利益0.2
42,093	7,732	27,613	0.167	4,611.4	7.2	同上、利益0.25

表7-5-2 生産量及び生産高(計画)

量: 万個、金額: 万円

種類	単価	1995 生産量	1995 生産高	1997 生産量	1997 生産高	2000 生産量	2000 生産高	2000 生産高
DN	13.6	88	1,196.8	80	1,088	88	1,196.8	1,196.8
DL1	14.3	4	57.2	8	114.4	4	57.2	57.2
DL2	21.4	90	1,926	262	5,606.8	248	5,307.2	5,307.2
DL3	27.7	33	914.1	30	831	0	0	0
DLA	27.7	0	0	120	3,324	760	21,052	38,000
合計		215	4,094.1	500	10,964.2	1,100	27,613.2	44,561.2

(注) 2000年生産高右欄はDLA単価を50元とした場合の数値である。

表7-5-3 売上・製造原価推移表

(1) 売上表 (元/個、万個、万元)											
年次	1995			1997			2000				
種類	販売価格	数量	売上	販売価格	数量	売上	販売価格	数量	売上		
DN	10.9	88	959.2	10.9	80	872	10.9	88	959.2		
DL1	11.4	4	45.6	11.4	8	91.2	11.4	4	45.6		
DL2	17.1	90	1,539	17.1	262	4,480.2	17.1	248	4,240.8		
DL3	22.2	33	732.6	22.2	30	666	22.2	0	0		
DLA		0	0	27.7	120	3,324	27.7	760	21,052		
合計		215	3,276.4		500	9,433.4		1,100	26,297.6		
(2) 原価表 (元/個、万個、万元)											
年次	1995			1997			2000				
種類	製造単価	数量	総原価	製造単価	数量	総原価	製造単価	数量	総原価		
DN	14	88	1,232	14.8	80	1,184	18.3	88	1,610.4		
DL1	14	4	56	14.8	8	118.4	18.3	4	73.2		
DL2	14	90	1,260	14.8	262	3,877.6	18.3	248	4,538.4		
DL3	14	33	462	14.8	30	444	18.3	0	0		
DLA	14	0	0	14.8	120	1,776	18.3	760	13,908		
合計		215	3,010		500	7,400		1,100	20,130		
(3) 税前利益 (万元)											
年次	1995			1997			2000				
金額	266			2,033			6,168				
投資額	固定資産			5,493				35,856			
	流動資産			3,773				10,519			
	合計			9,266				46,375			
製造原価増減											
	償却費増			618		124		2,481		226	
	工具費増					0.77				2.1	
	人件費減					-1.19				-0.85	
	合計					0.8				3.51	
生産量 (万個)	215			500			1,100				
人員 (人)	600			900			1,200				

(2) 検討結果

1) 近代化設備投資全体について

表7-5-1の試算結果では、利益率0.1の場合、生産高が27,613万元の場合、回収期間が企業では約14年となり、あまり適正な数値でない。しかし、この表から利益を5,000万元程度確保できれば、回収期間は7年前後となり、まず妥当な結果が得られることが分かる。

一方、第6章、表6-2-2によれば、DNの製造単価は約5元、また、DLの場合は9~12元となっている。

型式によってこのような単価の大きい差は考えがたいため、95年の製造単価は仮に全て12元として計算すると製造費は2,580万円となる。

この場合、価格が表7-5-2の通りとすると、利益は1,514万円、37%の利益率となる。

このような結果は現実から遊離した数値と考えられるため、販売価格及び製造単価（償却費及び工具費増、人件費減）を修正して推定した結果を表-3に示す。

表7-5-3に示すとおり、フェーズ3では6,168万円の利益が見込め、冒頭の数値を満たすことが可能であることが判る。

また、近代化計画を進めることにより、在庫管理及び工程管理改善による材料、仕掛品の在庫圧縮、作業改善による作業工数の節減、不適合品の循環による工数損失の低減などによる原価低減が期待できる。

一方、製品品質向上による製品価格の引き上げも可能となることが見込まれるため、表-3の数値は実現できると考えられる、さらにより回収期間の短縮も期待できる。

日本のメーカー各社における流動資産の状態を表7-5-4に示す。

この表から分かるように生産関係の流動資産は極めて少なく、営業関係のものが大きい。日本のような経済体制での場合に比べ、中国の場合、このような多額の営業経費を必要としないと推測され、流動資産はもっと圧縮できるものと考えられる。

2) フェーズ2での設備投資回収

中間段階であるフェーズ2での設備投資回収について検討結果は次のとおりである。

設備投資回収期間についての算式は前記同様であり、その結果を表7-5-5に示す。

また、税前利益は表7-5-3に示すとおり2,033万円であり、回収は十分可能であると考えられる。

表7-5-4 日本メーカー各社の流動資産

金額：百万円

項目	Z社	D社	T社	ND社
売上(A)	260,000	1,230,000	7,957,000	349,000
流動資産	90,000	312,000	1,273,000	150,000
営業関係(B)	74,000	272,000	1,092,000	130,000
生産関係(C)	16,000	40,000	181,000	20,000
固定資産	68,000	294,000	1,304,000	89,000
(B+C)/A	0.35	0.25	0.16	0.43
B/A	0.28	0.22	0.14	0.37
C/A	0.06	0.03	0.02	0.06

表7-5-5 回収期間試算結果（フェーズ2）

金額：万元

固定資産	流動資産	生産高	利税率	利税	回収期間	備考
5,493	3,773	9,433	0.1	943.3	7.3	流動資産＝生産高×0.4
5,493	3,773	9,433	0.2	1,886.6	4.0	同上、単価×1.5
5,493	3,773	9,433	0.25	2,358.3	3.3	同上、単価×2
固定資産	流動資産	生産高	利益率	利益	回収期間	
5,493	3,773	9,433	0.067	632.0	10.0	流動資産＝生産高×0.4
5,493	3,773	9,433	0.1	1,254.6	5.8	同上、単価×1.5
5,493	3,773	9,433	0.133	1,575.3	4.7	同上、単価×2

7-6 近代化計画実施上の留意点

7-6-1 設備拡充実施前の確認事項

近代化計画実施に伴う設備拡充の各段階を進める場合、少なくとも以下の主要な事項について確認を行い、進めることが妥当であると判断された場合のみ進行させるものとし、不十分な状態が認められた場合はその改善を行う、あるいは問題点の原因分析を行い、計画通り進行することの可否を検討する必要がある。

(1) フェーズ2実施にあたりフェーズ1の成果確認

現状の改善により、下記の状態が安定的に実施されていることを確認する。

1) 品質管理体制

- a) 高品質製品は専用の加工工程で加工されていること
- b) 高品質製品の加工工程で、主要設備に入る加工材は所定の寸法精度範囲にあることが検査分別されていること
- c) 高品質製品の洗浄度は改善されていること

2) 高品質製品の主要精密加工設備の稼働状況

- a) UVAを含む主要加工設備の稼働率は55%以上に保たれていること
- b) 純正品または相当の適正な治工具を使用していること
- c) 自主保全体制の実施

(2) フェーズ3実施にあたりフェーズ2の成果確認

1) 下記の項目が安定的に達成されていることを確認する。

- a) 高品質製品の噴射試験合格率 99%以上

- b) 高品質製品の生産量（能力） 120万本
- c) 総生産量（能力） 500万本
- d) 設備投資回収期間が予定通り進む見込みであること

2) 管理体制の整備

a) 工程管理

- ・生産日程計画の実施
標準時間が設定され、それに基づく日程計画であること

b) 在庫管理

- ・在庫管理の適正化
本文に示した方法によって適正在庫量を設定してこれを守っていること

c) 品質管理

- ・加工品の識別管理
ノズル型式別、加工工程別に識別を明確にすることで不適合品の混在防止、精度不良の原因追跡ができること
- ・工程間加工精度識別確認
加工品が寸法精度別に識別されていること
- ・工程間検査設備による検査の充実
精密加工設備で工程間検査設備によって適正な加工がされていること

d) 設備管理

- ・TPM整備基準の設定と計画保全
整備基準が確実に設定され、これにより計画保全が実施されていること

e) 財務管理

- ・個別原価管理体制整備
ノズルの型式別、工程別に製品原価が算定できる仕組みになっていること

f) 近代化の全員参加体制

- 近代化計画の推進に工場従業員の理解と協力、および自主的参加が活発に行われる体制となっていること

7-6-2 全員参加の体制作り

近代化計画を円滑かつ迅速に行うためには工場従業員の計画に対する理解と協力が不可欠である。

ことに、当面の既存設備を主体とした改善段階では、生産管理の改善が仕事をやりやすく、無駄を省いた結果として生産量が増大するメリットが、悪く解釈されると労働強化と受け取られ、正しく理解されない懸念がある。

改善結果が現場従業員のもたらず利益を常に正しく認識させる日常の指導が組織末端まで浸透

するような配慮が必要であり、トップダウンであつても、単なる方針の押しつけであつては真の理解と強力を得ることが出来ない。

また、次の段階として、設備面の拡充を行う場合も、導入された設備がその性能を十分に発揮して設備投資が利益として還元されるためには、その前提となる前工程での加工精度の確保あるいは工程中での滞留をなくす努力、さらに、加工品の識別、取扱いなどが正しく実施される必要性について、全員がその意図を十分に理解して、実行することが必要である。

このように現場従業員の計画にたいする理解を得るには、現在工場で実施している現場指導では不十分であり、一方的に伝えるだけでなく、教育訓練及び職場集会などを通じて、ねばり強く繰り返し繰り返し、話し合い、正しい共通認識を築くことによつて可能となるものである。

さらに、工場幹部は自ら単にスローガンを口で唱えているだけでなく、真剣に実行する意欲を持っていることを、現場従業員が工場幹部の行動を通じて理解する機会を数多く示すことも重要であり、現場との一体感を盛り上げることが出来る。

これらに加え、改善提案などが現場から活発に出るようにボトムアップの活動を並行的に行うことが出来れば、その効果はさらに確実となり、かつ理解の程度を相互に確かめ合うことが出来る。

7-6-3 計画実施上の問題

本計画の実施に当たつて、全ての計画を計画スケジュールに合致した形で実施することが望ましいが、状況によつて重点的にしぼつた形で実施せざるを得ないことも考えられる。

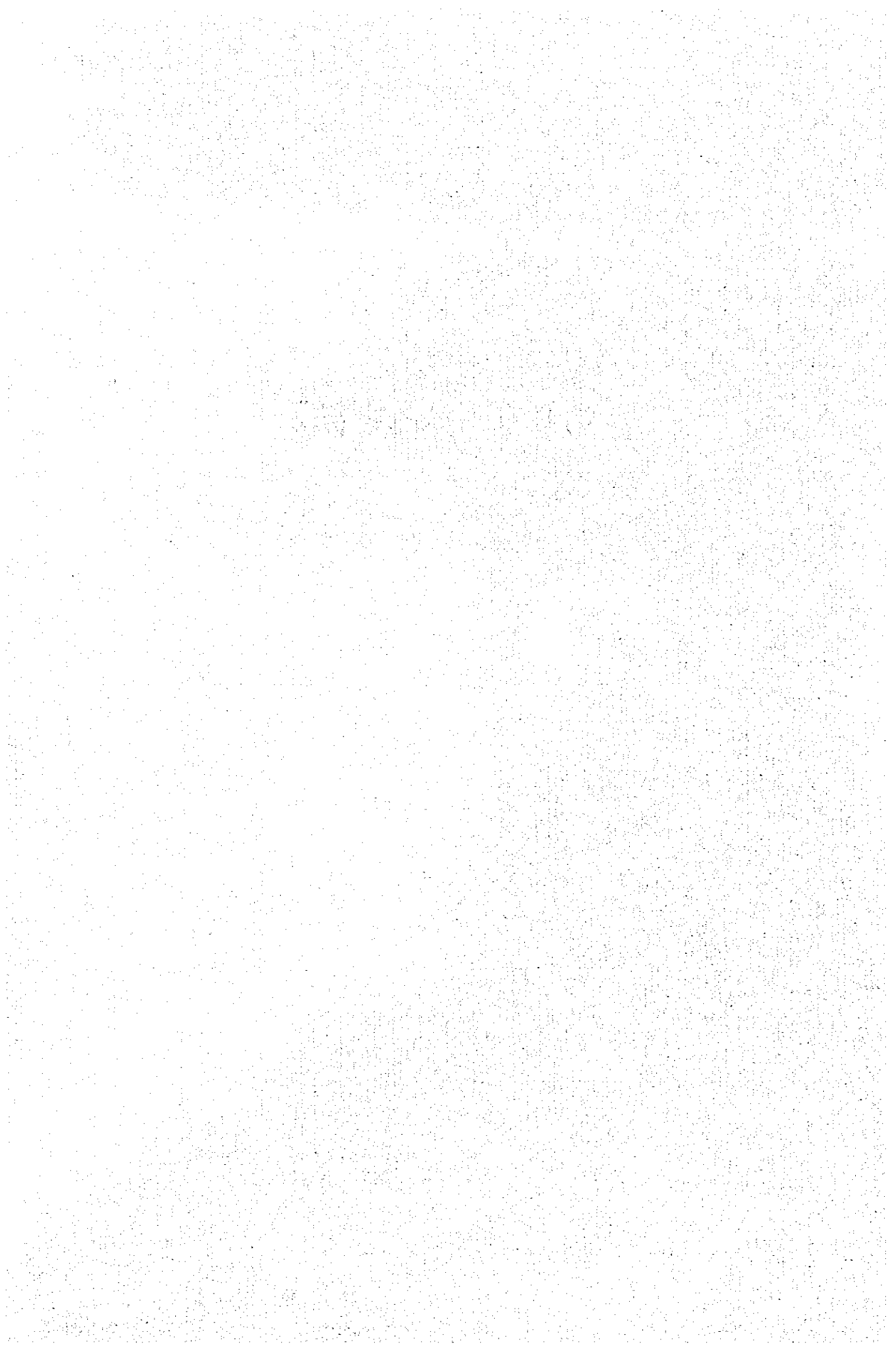
また、不十分な状態で全面実施するよりも、かえつて重点的実施の方が効率的である場合もある。

しかし、計画は有機的結合状態での成果を期待しているものであり、場合によつて部分的実施により実施効果が挙がらず、以後の実施意欲を損ない、計画の実施に障害となる懸念もある。

その例として、品質向上に関する課題では、一つの工程での改善努力はその前後の工程で一貫した考え方で行われていない場合、加工品の品質向上として現実の成果に結びつかずその努力が実らない可能性が高い。

従つて、部分的な実施に当たつては、当事者全員が究極的な目的を正しく認識して、最も効果の期待できる課題を選び、かつ系統的に実施することが必要である。

第8章 結論と勧告



第8章 結論と勧告

日本国国際協力事業団は中国国家経済貿易委員会の提案に基づき、大連燃料噴射ポンプ・ノズル工場の工場調査を行い、工場近代化計画について工場が当面している問題点を調査してその解決策を骨子とした生産工程、生産管理などについての改善を提案した。

大連燃料噴射ポンプ・ノズル工場は1962年より噴射ノズルの生産を開始し、30年以上の発展の歴史を経た中国有数の燃料噴射ポンプ及びノズルの製造工場である。

ただし、今回の調査は改善がより優先的に求められている同工場のノズル製造部門を対象をしぼって実施した。

本年より始まる第9次5ヶ年計画において、同工場では大幅な増産計画と製品品質向上を目標としており、今回の近代化計画は基本的にそれに沿った形で計画した。

また、顧客の要望に沿って環境対策及び省エネルギー対策に対応するため製品種類を拡大して、増産した製品の販路拡大を容易にすることを計画の目標に加えた。

この計画は高い品質の製品を高い効率により生産することを、基本的生産管理手法の確実な実施とTPM手法を用いること、また、高い加工精度の得られる設備の拡充により、達成するものである。

工場近代化の基本的要件を要約すると下記の通りである。

- (1) 生産を円滑に行い、製品品質を安定して高めるため、加工精度の高い機械設備の稼働を完全に行える環境を整備すること。
- (2) 品質向上についての従業員の関心を高め、全員参加で目標を達成する体制作りを行うこと。
- (3) 最終的に必要とする増強新鋭生産設備を安定的かつ効率よく運用するために、現時点から生産工程及び生産管理の問題点を解決して準備を完全にすること。

上記の要件を満足し、近代化計画を達成するために、工場の計画達成したときの従業員各人に還元される利益を明かにしてその意欲を高めることで、管理者の率先実行と共に従業員の意識改革を推進する必要がある。

今回の近代化調査は大連ポンプ・ノズル工場のノズル部門のみを対象にしたものであるが、今回の調査手法また結果はポンプ部門についても応用展開できるものであり、特に生産管理に関する改善は全社展開により取り組んだ方がより大きく徹底した効果が期待できる。

工場が自主的に今回の調査結果を基として積極的にこのような取り組みに挑戦されることが望まれる。

参 考 資 料

参 考 資 料

目 次

- I 燃料噴射ノズルについて
- II 工場機械配置の詳細
- III 代表的文献リスト
- IV ノズル保守取扱い資料
- V ノズル生産設備メーカー
- VI 自動車工業における品質管理
- VII 環境保護に関する資料

I 燃料噴射ノズルについて

大連工場で生産するノズルについて簡単に説明する。

図1に噴射ポンプとノズルの関係を示す。エンジンに取り付けられた1つの噴射ポンプから燃料噴射パイプを経由してエンジンの各燃焼室即ち各シリンダに燃料を供給する。図中のインジェクタは各シリンダヘッドに取り付けられ、その中にノズルが組み込まれている。

ノズルは噴射ポンプから送られる高圧燃料をより良い着火、燃焼が得られるように霧化させるとともに、空気とよく混合させるため燃焼室の大きさ、形状に合わせてすみずみまでいき渡らせる役割をする。さらにノズルは、燃料の霧化、貫通力及び分布等の噴霧特性のほか噴射圧力、噴射時期、噴射期間、噴射率等の噴射特性も左右するため、エンジン性能に及ぼす影響がきわめて大きく重要である。

なお、大連噴射ポンプノズル工場は、図中の燃料タンクを除く機能品のすべてを作っている専門工場である。

図2にノズルとノズルホルダで構成するインジェクタを示す。また、図3にノズルを示す。高圧で送られた燃料は、ホルダの燃料通路からノズルの中孔を通つて主として油だまりから針弁を押し上げ噴孔から噴射される。

燃料の噴射圧は大連の主要製品の1つZ22Aは22.5MPaとなつている。このように高圧でエンジン回転に合わせて高速時には2000回/分で噴射を繰り返す。規定の開弁圧で噴孔を開き、閉じるための弁座即ちシート面の精度、針弁と針弁体との摺動面の精度、面と軸の同心度、針弁体とホルダとの密着密封のための接触面精度等は、ミクロンからサブミクロン単位の精度が要求される。

なお、先進国では排気ガス公害対策その他の目的で噴射圧が高くなる傾向にあり、これにつれてノズルの加工精度向上の要求はさらに高まつている。

このようにノズルは精密高精度を要する特殊部品のため、加工設備に対する精度要求と作業者の高い技能があわせて要求される製品である。

量産工場としてはドイツのボッシュ、日本のゼクセル、デンソー、英国CAV社が世界の主要メーカーである。

図4にノズルの種類を示す。分類して示すとおりである。

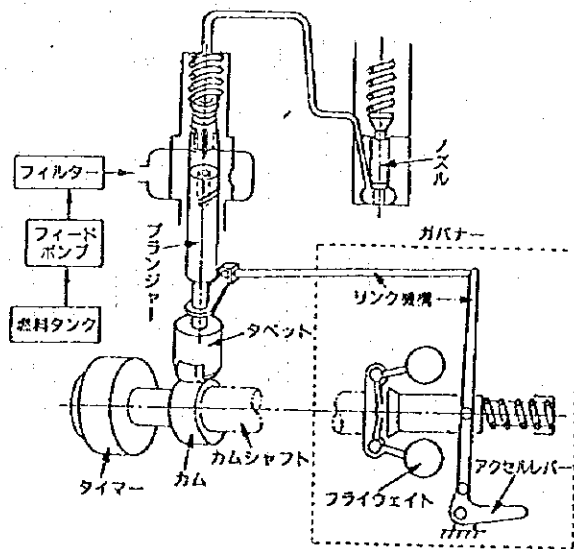
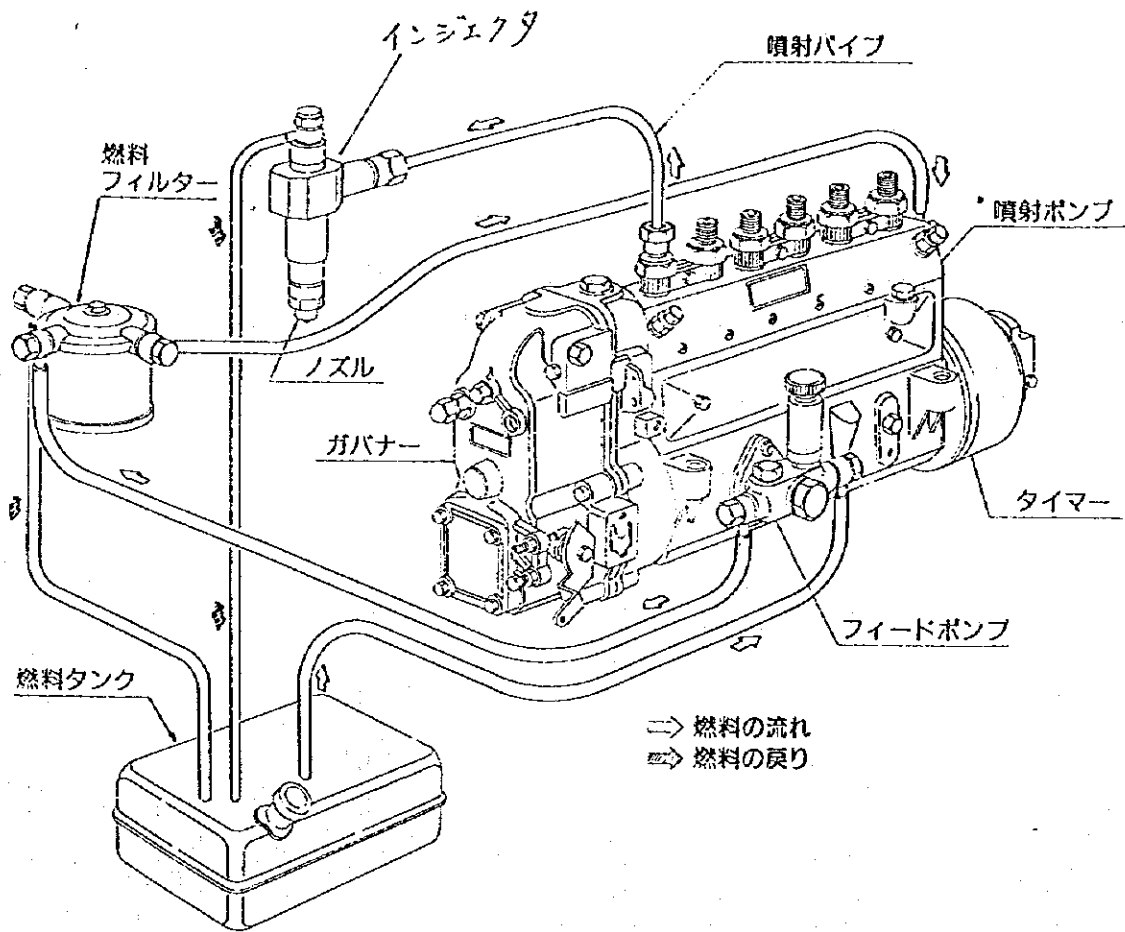


図1 噴射ポンプとノズルの関係

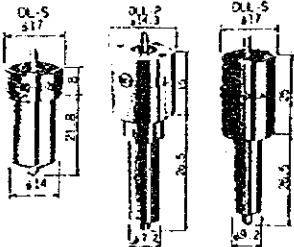
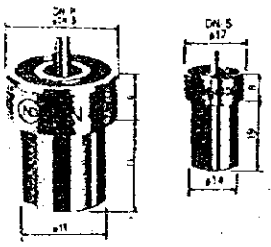
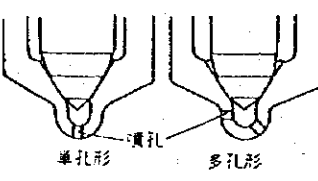
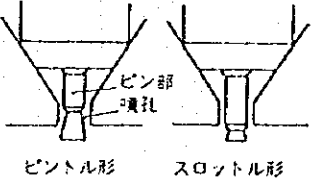
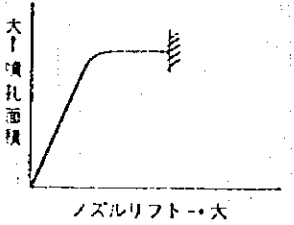
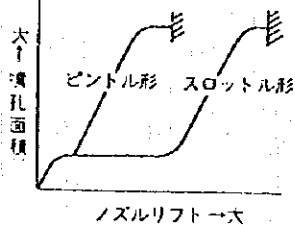
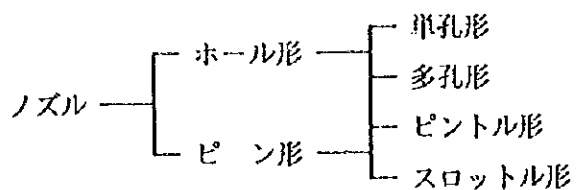
ノズル形式	ホール形ノズル	ピン形ノズル
外観形状		
噴孔部形状		
噴孔面積特性		

図4 ノズルの種類



ホール形ノズルは、直接噴射式エンジンに使用され、針弁体の先端の円頂部に噴孔が設けられており、噴霧を燃焼室に適した方向に向け、広範囲に分散させることが可能である。

これに対し、ピン形ノズルは、針弁体に設けられた噴孔に針弁が内挿入されており、針弁が上昇すると噴孔と針間隙の間から環状のすきまから中空円錐状の噴霧が生じる。おもに、副燃焼室式エンジンのように比較的狭い範囲に燃料を噴射する場合に使用される。

II 工場機械配置の詳細

(1) 侯家溝工場

1) 1階

長さ61.2m幅27.5m長方形1683㎡の中央広床に6軸、単軸の自動旋盤を含む17台の旋盤群、17台のドリル群に加えて2種の研削盤、噴孔角度テスト等が配置されている。

また、空調設備の完備した区域内にヨーロッパから'93年に輸入の精密NC自動盤8台が配置されている。そのうち6台が研削盤、他はガンドリル盤と細孔ドリル盤である。

広床の長手方向の両側にそれぞれ長さ29.3m幅8.05mで236㎡の作業室及び事務室があり、電源室、空調設備室、機械補修、電気系補修、検査室、仕掛り品倉庫等がある。

工場特に中央広床は、天井が高く上方に余裕があるが、両側の各室が細かく区分されている。両側作業室及び事務室の各室への出入りの動線が不自然である。後記の2、3階工場も同様である。

2) 2階

中央広床の長手方向に幅で約1/3を仕切つてこの中を細分し、分級・組み合わせ、噴射試験室、放電加工室、超音波洗浄室、石油系液洗浄室等の引火、発火性の懸念のある設備が配置されている。

開放床には、5台の端面ラッピング盤群、2台の針軸ラッピング盤群、25台の中孔研削機群、12台の中孔研削盤群、仕掛かり在庫室、検査室、梱包室がある。梱包室は広床から側部の1室に連結し、脱脂、防錆液浸じん設備を有する梱包専用室となっている。

また、広床の一端を区切つて製品在庫室がある。

中央広床片側の作業室及び事務室に区分されてDLS型ノズル専用分級室、空調設備室、他側の作業室及び事務室に前述の梱包室の1部、仕掛かり品在庫室等がある。

3) 3階

中央広床に25台の内孔研削機群、約60台の内、外研削機、盤群と8台の無錫製精密NC内研盤がある。

その他磁気探傷機、脱磁気機、広床の1角に検査室がある。

中央広床片側の作業室及び事務室に、超音波洗浄装置、調質時効装置、仕掛かり品在庫室兼分級室が、他側に仕掛かり品在庫室、ノズル流量試験室等がある。

(2) 旅順分工場

1) 第1棟

長さ60.1m幅18.5m長方形1110㎡の中央広床に、1台の自動センタレス外研盤、4台の単軸自動旋盤を含む8台の旋盤群、1台のセンタレス外研盤、22台の外形研削機群、

等が配置されている。

中央広床の長手方向の両側にそれぞれ長さ21.5m幅8.3mで178.5㎡の作業室及び事務室があつて、そこに超音波洗浄設備、調質時効装置、ラッピング盤室、機械補修室等がある。

工場、特に中央広床は、天井が高く上方に余裕があるが、両側の各室が細かく区分されている。両側作業室及び事務室の各室への出入りの動線が不自然である。後記の第2棟、第5棟工場も建築構造、面積、使い勝手は、同様である。

2) 第2棟

中央広床に、長手方向入り口側の片側に6台の6軸自動旋盤群、反対側に16台の小型旋盤群、29台の小型ドリル機群がある。長手方向中央の部に全幅に9台の外形研削機群、奥部に17台の旋盤群が配置されている。

中央広床の長手方向にある奥側の作業室及び事務室に仕掛かり品在庫室、検査室、洗浄室がある。

3) 第3棟

中央広床を長手方向に中央通路で2分し、長手方向入り口側の片側に補修室、仕掛かり在庫室、分級室、検査室がある。これらブースの反対側に入り口側から12台の外形研磨盤群、14台の小型横研磨機群、磁気探傷機、脱磁装置、調質時効装置等がある。

広床奥部片側に27台の小型内穴研削機群、反対側に19台の内孔研削機群が配置されている。

奥側の作業室及び事務室に仕掛かり品在庫室、計器修理室、入り口側の作業室及び事務室に放電加工室がある。

III 代表的文献リスト

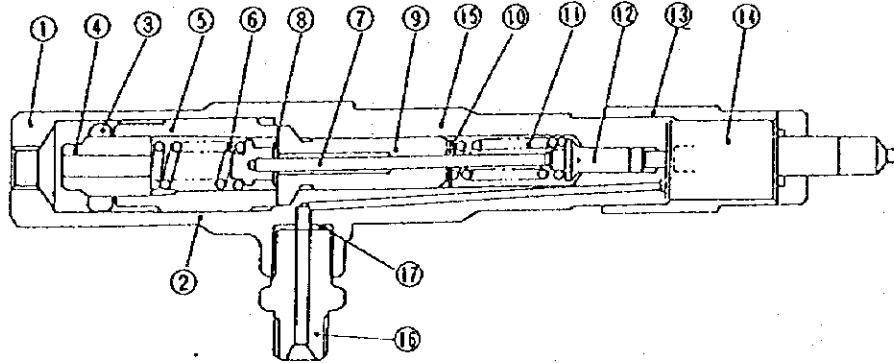
- (1) 林、杉本：自動車用ディーゼル機関（昭52）山海堂
- (2) 自動車技術会：自動車技術ハンドブック（1991）自動車技術会
- (3) 藤沢、川合：ディーゼル燃料噴射機関（昭63）山海堂
- (4) 大久保：燃料噴射装置入門（1989）山海堂
- (5) 生産管理 並木 高英 丸善
- (6) 生産工学 泉 英明 日刊工業新聞社
- (7) 作業測定の実技 木村 俊郎 技術書院
- (8) 現場IEテキスト 伊藤 賢治
- 沢田 善次郎 日刊工業新聞社
- (9) 工場財務管理 石原 勝吉 同上
- (10) 生産革新のための新TPM展開プログラムー加工組立編ー
中嶋 清一、白勢 国夫
日本プラントメンテナンス協会
- (11) 力強い工場への変身 日産自動車のTPM
日産自動車 編

IV ノズル保守取扱い資料

ノズルおよびノズル ホルダ

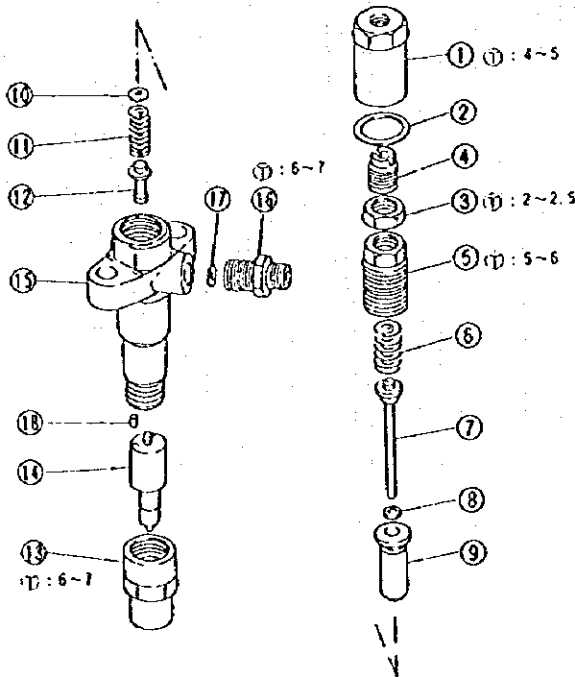
1. 構造

(1) 2段開弁圧式ノズル



EEF1-233

ノズル構造図



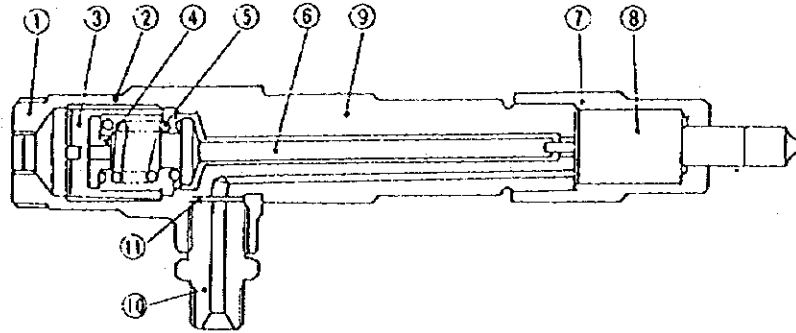
1. キャップ ナット
2. ガasket
3. アジャスティング スクリュ ロック ナット
4. アジャスティング スクリュ
5. セット スクリュ
6. No.2 スプリング
7. No.2 プッシュ ロッド
8. シム (プリリフト調整用)
9. スペーサ
10. シム (開弁圧調整用)
11. No.1 スプリング
12. No.1 プッシュ ロッド
13. リテーニング ナット
14. ノズル Ass'y
15. ノズル ホルダ
16. コネクタ
17. ガasket
18. ピン

(1): 締付けトルク (kgm) を示す。

EEF1-233A

ノズル 分解図

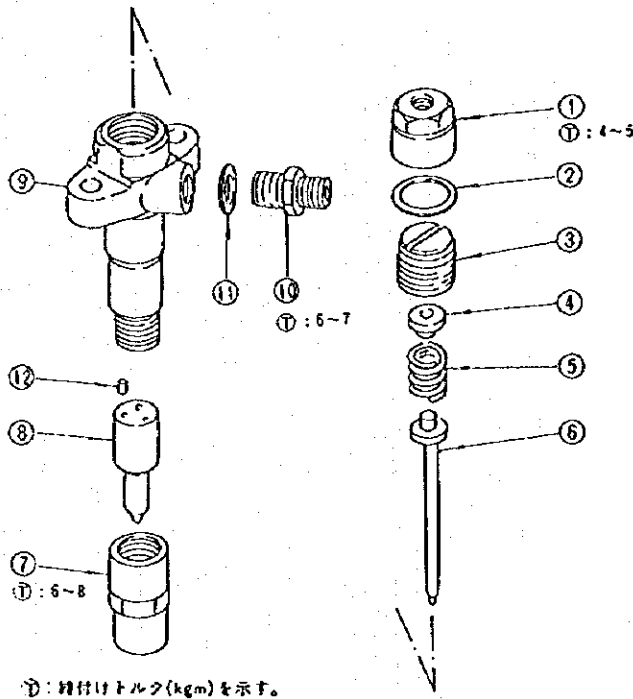
(2) 普通型ノズル



EEF1-2338

ノズル構造図

- 1. キャップ ナット
- 2. ガasket
- 3. アジャスティング スクリュ
- 4. スプリング シート
- 5. ノズル スプリング
- 6. プッシュ ロッド
- 7. リテーニング ナット
- 8. ノズル Ass'y
- 9. ノズル ホルダ
- 10. コネクタ
- 11. ガasket
- 12. ピン



EEF1-233C

ノズル分解図

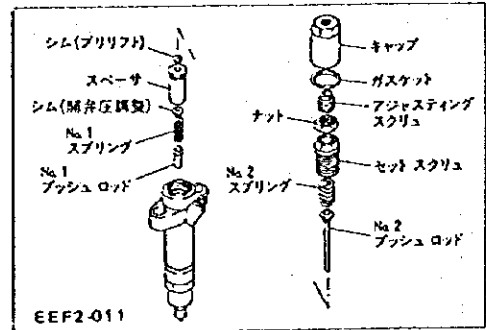
2. 分 解

(1) 2段開弁圧式ノズル

ノズル、ノズルホルダの分解を行う場合は、ノズルとノズルホルダに付着したカーボンを除去してから行ってください。

- 1) ノズル噴孔を下にしてノズルホルダ部をバイスにくわえる。
- 2) キャップ ナットおよびガスケットを取外す。
- 3) ナットをゆるめ、アジャスティング ナットを取外し、No.2 スプリング、No.2 プッシュ ロッドおよび、プリリフト調整用シムを取出す。
- 4) セット スクリューを取外し、スペーサ、開弁圧調整用シム、No.1 スプリングおよびNo.1 プッシュ ロッドを取出す。
- 5) ノズルの噴孔を上側に向けてホルダをバイスにくわえ、リテーニング ナットをゆるめて、ノズル Ass'yおよびピンを取外す。
- 6) ノズル ボデーからノズル ニードルを取出す。

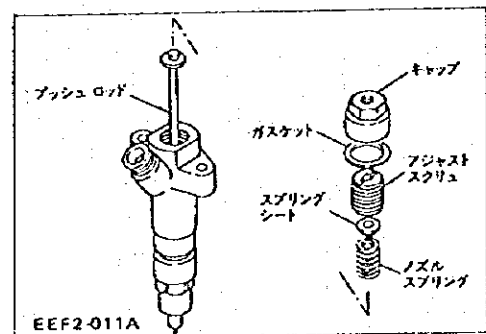
注意・ノズル ニードルは他のノズル ボデーと組合せないようにすること。



(2) 普通型ノズル

- 1) ノズル噴孔を下側にしてノズルホルダをバイスにくわえる。
- 2) キャップ ナットおよびガスケットを取外す。
- 3) アジャスティング スクリューをゆるめる、スプリングシート、スプリングおよびプッシュ ロッドを取外す。
- 4) ノズルの噴孔を上側に向けてノズルホルダをバイスにくわえ、リテーニング ナットをゆるめてノズル Ass'yおよびピンを取外す。
- 5) ノズル ボデーからノズル ニードルを取外す。

注意・ノズル ニードルは他のノズル ボデーと組合せないようにすること。



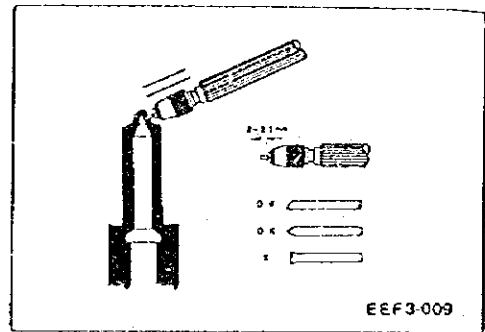
3. 検 査

分解した部品は洗浄液できれいに洗浄する。洗浄の際は、キズや亀裂等の有無を注意深く点検すること。また、不良のものは新品と交換する。

注意・噴孔周辺のカーボンはワイヤ ブラシ等で除去すること。

- 1) ピン バイス (99727 25004) を使用してノズル噴孔のカーボンを除去する。

エンジン形式	ノズル噴径	使用ワイヤ型
PF6T, PF6T8 (7噴孔)	0.31	0.25
	0.25	0.20
PF6TA (6噴孔)	0.35	0.25
	0.25	0.20
PF6 (6噴孔)	0.31	0.25



注意・ピン バイスの先端は長く出しすぎるとノズルボデー内に折れ込み、取れなくなることがあるので2~2.5mm以上出さないこと。

- ・ピン バイスで詰まったカーボンを静かにノズル内部に押出すように突く。あまり無理に突いたり回したりするとワイヤが折れ込むので静かに行なうこと。
- ・ピン バイスのワイヤ先端を研磨する場合はオイル ストーンを使用し、形状が右図の状況になるようにする。

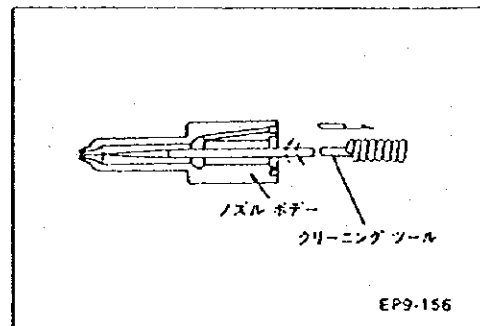
- 2) 噴孔裏側に残ったカーボンをノズル クリーナ (99726 25000) を使用して除去する。

注意・ノズル ニードルと当るシート面を傷付けないよう注意する。また、圧縮空気で吹払うと、かえって異物を詰込む恐れがあるので必ずノズル クリーナを使用すること。

- 3) ノズル ニードルの弁座、案内軸および噴射軸の損傷の有無、ノズル ボデー弁座の損傷の有無およびカーボンの付着の有無等を目視で検査する。

- 4) きれいな軽油の中でノズル ボデーにニードルを組付ける。

- 5) ノズル ボデーを垂直に保持し、ノズル ニードルを上約1/3 抜出した所から落下させたとき、ノズル ニードルが自重で弁座まで落ち込むことを確認する。



4. 組立

組立ては分解の逆の順序で行なえば良いが特に次の点に注意する。

- 注意・ノズルをノズルホルダに取付けるときはお互いの接解面およびリテーニングナットをきれいな軽油で洗浄してから取付けること。
 ・ガasket類は分解ごとに新品と交換する。

(1) 2段開弁圧式ノズル

組立ては“調整”の項を参照のこと。

[kgm]

締付け箇所	締付けトルク
キャップナット	4～5
リテーニングナット	6～8
アジャスティングスクリュロックナット	2～2.5
セットスクリュ	5～6
コネクタ	6～7

(2) 普通型ノズル

組立ては“分解”の逆の順序で行なう。

[kgm]

締付け箇所	締付けトルク
キャップナット	4～5
リテーニングナット	6～8
コネクタ	6～7

5. 調整

(1) 2段開弁圧式ノズル〔全分解方式〕

(1) ノズル開弁圧の調整

- 1) ノズルホルダにリテーニングナット(157892-1420)(調整用特殊工具)を使用してノズル Ass'yを組付ける。

締付けトルク 6～8 kgm

注意・ノックピンがノズルに完全に入ったことを

(ノズルカバー方式)		[kg/cm ²]
項	目	整備基準
開弁圧	PF6	215~220
	PF6T, B	245~250

注意・ニードルバルブのリフト値が規定寸法(0.05mm)に低下した瞬間のプレッシャゲージ指示を読む。

・ダイヤルゲージとプレッシャゲージは同時に読取れるよう配置しておく。

- 3) No.2 スプリング調整圧が規定圧に入っていない場合は、(3)項の要領で調整を行なった後、再度No.2 スプリング調整圧の確認を行なう。

注意・プリリフト関係の調整および確認は不要である。

- 4) コネクタ(157892-1320)をダイヤルゲージ付きで取外す。

(8) 完成検査

- 1) リテーニングナット(157892-1420)を取外し、正規のリテーニングナットを取付ける。

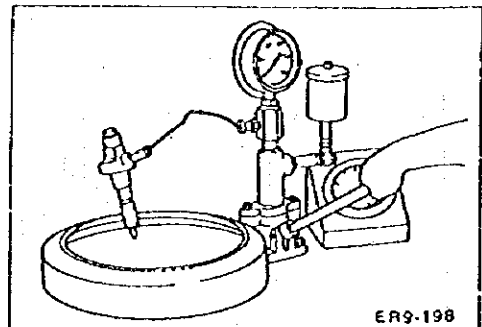
注意・ロックピンがノズルに完全に入ったことを確認してからリテーニングナットを締付ける。

- 2) キャップナットを取付ける。
締付けトルク 4~5kgm

- 3) ノズルテストに取付け、噴射開始圧力を確認する。

		[kg/cm ²]
項	目	整備基準
噴射開始圧力(1段目)	PF6	150
	PF6T, B	180

注意・ノズルから噴射された噴霧は、手の肉に深く浸入して組織を破壊し、血液の中に入ったものは血液中毒を起こす恐れがあるので噴霧は絶対に手に受けないように注意する。



- 4) 噴霧の状態、噴孔の詰まり、および油密等を点検する。
 燃料中のゴミやカーボンによってノズル、ニードルとノズルボデーシート面に摩耗またはキズが生じた場合、ごく軽微なものについてはコンパウンドによってラッピングして修正する。

なお、交換する場合は、ノズル、ニードルとボデーをセットで交換する。

- ① 均一で対称的
- ② 非対称的なもの
- ③ 途中で枝が出るもの
- ④ 薄い噴霧
- ⑤ 段付きの噴霧
- ⑥ 全部の孔から均一に噴射

[2] 2段開弁圧式ノズル

(1) 噴射開始圧力、噴霧状態の点検

- 1) ノズルテストに取付け噴射開始圧力を確認する。

[kg/cm²]

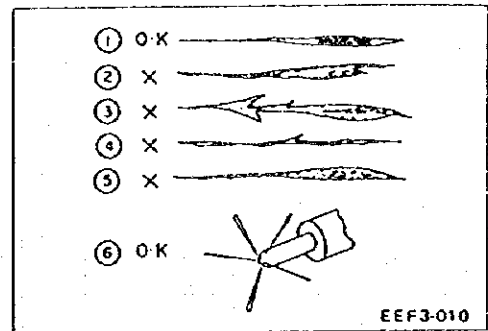
項	目	整備基準
噴射開始圧力(1段目)	PF6	150
	PF6T, B	180

注意・ノズルから噴射された噴霧は、手の肉に深く浸入して組織を破壊し、血液の中に入ったものは血液中毒を起こす恐れがあるので噴霧は絶対に手に受けないように注意する。

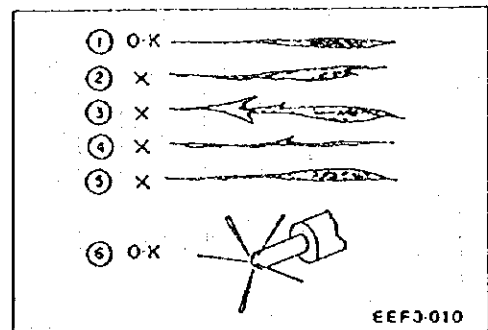
- 2) 噴霧の状態、噴孔の詰まり、および油密等を点検する。

- ① 均一で対称的
- ② 非対称的なもの
- ③ 途中で枝が出るもの
- ④ 薄い噴霧
- ⑤ 段付きの噴霧
- ⑥ 全部の孔から均一に噴射

- 3) 点検の結果、ノズルに異常がある場合には、ノズルを交換するか全分解し、全分解方法（〔1〕項参照）による調整を行なう。



EEF3-010



EEF3-010

V ノズル生産設備メーカー

各設備メーカーの名称、所在地、電話番号、FAX番号は以下のとおりである。

- (1) セイコー精機(株) 工作機械製造
千葉県習志野市屋敷4-3-1
t e l 0474-75-3111
f a x 0474-78-8644
- (2) トーヨーハン(株) 工作機械販売
東京都千代田区東神田2-6-2
t e l 03-5687-0231
f a x 03-5821-8006
- (3) 日進製作所(株) 工作機械製造
京都府中郡峰山町字千歳22
t e l 0772-62-1111
f a x 0772-62-3202
- (4) 富士ホーニング(株) 工作機械製造
東京都荒川区東日暮里4/-36-17
t e l 03-3802-8311
f a x 03-3802-8325
- (5) ミクロン精機(株) 工作機械製造
山形市蔵王上野578-2
t e l 0236-88-8111
f a x 0236-88-7115
- (6) (株) ツガミ 工作機械製造
東京都港区浜松町1-1-11
t e l 03-5470-7878
f a x 03-5470-7881
- (7) 東京精密(株) 計測機器製造
東京都三鷹市下連雀9-7-1
t e l 0422-48-1011
f a x 0422-45-3636
- (8) (株) ティクス 洗浄装置製造
東京都品川区大崎1-2-4
t e l 03-3492-6362

(9) 森合精機(株)

f a x 03-3490-4518

洗净装置製造

兵庫県明石市二見町南二見10-2

t e l 078-944-0808

f a x 078-944-0806

VI 自動車工業における品質管理

日本の自動車工業で行われている品質管理の方法を紹介する。

(1) 品質管理の定義¹⁾

JIS Z 8101では品質管理を、' 買い手の要求にあつた品質の品物又はサービスを経済的に
つくりだすための体系' と定義している。

品質管理を効果的に実施するためには、市場の調査、研究、開発、製品の企画、設計、生
産準備、購買、外注、製造、検査、販売及びアフタサービスならびに財務、人事、教育など
企業活動の全段階にわたり、経営者をはじめ管理者、監督者、作業員など企業の全員の参加
と協力が必要である。このようにして実施される品質管理を全社的品質管理 (CWQC) 又
は総合的品質管理 (TQC) という、と記述されている。

(2) 品質保証

品質を保証し、顧客の満足を得るのは、単に工場のみの問題ではない。

A社では品質保証を、' 消費者にとって製品の品質が満足であり、信頼でき、しかも経済的
であること' とし全社的な品質保証の体系を整えている。その概念は図7-2-5-1のよ
うに示される。

JIS Z 8101によれば、品質保証は' 消費者の要求する品質が十分に満たされていることを
保証するために、生産者が行う体系的活動' と定義されている。

これを支えているのが品質管理の考え方で、品質意識をベースにした、計画、実施、チェ
ック、処理、のサイクルである。このサイクルがきちんとまわることが必要である。顧客に
製品の評価がされて要望がでたときに、その要望を的確に把握する、改善方向を誤らぬなど、
品質保証の実施のためには品質管理の考え方を徹底させなければならない。

(3) 品質管理の手法

品質管理の統計的手法は大連工場では熟知しているので一般的な手法は省略する。' 品質
管理は管理図にはじまり、管理図に終わる' が金言である。

品質管理の手法は、データを収集することにはじまる。データをとるためのサンプリング
方法にも工夫が加えられ、言語データを図に整理する方法として、親和図法、連関図法、系
統図法、マトリックス図法、マトリックスデータ解析法、アローダイヤグラム法、PDPC
法など7つの手法が新QC7つ道具として普及されている。

又、統計的手法を応用して実験を効率よく行う実験計画法では、直交表の利用をコンピ
ュータの活用で労力少なく解析が行えるようになった。

(4) 各工程の品質管理

1) 生産準備

設計品質を実現するための生産準備活動は、工程計画に基づき、必要な設備計画をまとめ、設備を調達し、工程を整備して量産体制を確立するという手順ですすめられる。

工程計画は、設計図面で要求される品質水準を満足する工程編成を、生産技術の標準を利用し、また、新たな生産技術の適用を考慮してまとめられる。

大連工場の近代化には、自動化設備が多数設置されることになるので、構想の十分な検討と関係各部門と必要な調整をとることが重要になる。

工程計画書をもとに必要な設備計画が作成される。この段階でコスト計算が完了していることが肝要である。

2) 購入

仕入先との協力については、なるべく早い段階から関係をとつて、品質保証上問題のないようにする。現段階ではノズル生産においては、粗材購入の品質保証が重要である。将来にわたつては、日本のように部品例えばノズルの熱処理前加工品の購入等が考えられるが、継続購入を前提としての品質保証を行わせている例もある。

仕入先の品質管理水準の維持はきわめて重要な要素であるため、仕入れ先の能力向上を援助、育成する方法も工夫されている。

3) 生産

ノズル生産では、粗材切削からはじまり各種設備と多様な工程からなりたつている。

これらの工程は、それぞれの生産技術の基盤をもち、設備や生産方式にそれぞれ特徴を持つているが、工程計画によつて設定された工程能力を維持し生産品質を均一なものとして保証するための管理活動がいずれの工程においても必要である。

現在の生産技術の進んだ工程では、多種多様な製品をながれ生産でこなしていく必要から段取り替えを自動的に行うなどいろいろな工夫がみられるが、生産の自動化にともなつて、生産段階の品質維持のためには、工程の設備、治・工具の保全が重要となつてきている。

生産の自動化とあいまつて、計測・制御といった面での自動化も製品の品質維持に大きな役割を果たしている。

インプロセス測定、ポストプロセス測定でゼロシフトで研磨加工の精度を保っている例もある。

工程の管理計画は、その工程を解析することでまとめられていくが、保証したい品質特性に対して、生産工程でどのような管理特性を選ぶかも重要な問題である。統計的方法によつて真の特性と関係のある代用特性を選び、やりやすい方法で管理する場合もある。

4) 検査

製品の品質保証の基本となつているのは、保証したい品質特性の重要さと、工程管理によつて確保される品質水準の程度である。全数検査、抜き取り検査等を検査コストを勘案しながら実をあげることが肝要である。

検査は目的によつて購入品検査、工程検査、最終検査に区別されるが購入品検査は納入先での品質保証が前提となるが初めて納入された物についての特別な検査や、検査データを求めての確認もしくは納入先はの出張検査が行われる。

納入先の検査の体制や工程管理の状況の確認結果とともに、こうした検査の結果を考慮してメーカーとして必要な場合は受け入れ検査を実施する。

受け入れ検査の方式としていろいろ考えられており、独自の評点で検査の水準を設定する例もある。受け入れ検査を省略される場合もあるが、メーカーがその納入先との間でとりきめた検査に付いて監査を実施し、その製品について品質上の問題がないようにしている。

工程検査は、生産部門が必要な特性について生産しながら検査する方式のほか、工程によつては巡回検査も併用されている。

工程の自動化の進展とともに、工程検査もその性格上自動化され、効率よい検査とする工夫がみられる。

5) 販売・サービス

ノズルはきわめて繊細な部品であり、取扱い如何によつては、正常な性能を発揮しないことになりかねない。現在日本では、原則としてノズルの交換はノズルメーカーが行う事になっているのもこのせいである。自動車メーカーに直結する販売会社が交換又は、噴孔つまり等の掃除する場合の要領は、メーカーの発行するサービスニュースに詳細に書かかれているが、これも専用の工具、機器を必要としている。また安全上の注意として、噴霧は絶対に手に受けないようにほとんど毎頁ごとに注意書きがされている。図7-2-5-2~8にサービスニュースの1部を示す。

ノズルの販売は、インジェクタに組み込まれたインジェクタASSYと、ノズルのみ交換の場合、の両方があるが、単品販売はない。不具合品のインジェクタASSYを持ち込みノズルのみを交換するという方式は、交換に伴う品質の低下予防と危険防止のためである。

6) 監査

品質管理が企業の中で円滑に行われるためには、企業内の体制がよくその目的を考え整備されていることが必要である。図7-2-5-9は企業の体制を監査する考え方を示したもので、品質管理の監査は品質に関する企業の方針に基づく業務監査と品質監査の2面が必要である。業務監査は企業内のそれぞれの仕事に、計画、実施、チェック、処理の管理サークルが十分回る体制になつているかを監査することであり、品質監査は、企業内のそれぞれの

仕事の質に異常がないかを物に即して監査することである。こうした活動は相互に関係が深く、仕事の結果として表面に現れる重要問題の再発防止の活動を通じて、企業内の仕事に対する反省となることもある。

(5) 最近の品質管理の活動

1) 源流管理

前工程をのがれた不良が後工程で発見されればされるほど、問題は大きくひろがって、この問題から生じる損害も大きくなる。品質特性に直接影響する要因を管理するために、生産の場である工程の不良が発見された場合、その不具合の発生した前工程をつきとめ、この工程の要因をはつきりさせ対策する必要がある。工程のながれを川に例えて源流という表現が使われる。

こうした基本的な言葉が、最近の品質保証の体制では品質管理が生産工程の管理から始まり、生産で確定された問題の要因は、購買、生産準備、製品設計、商品企画とだんだんと前にあるという考えかたをする。このような解析にともなつて、生産の管理のサイクルの計画の段階をはつきり管理するという意味にとられるようになった。

川の源流をたどっていくことが、なかなか困難で、源流のどこかという確定もむずかしいと同様に不良の要因の探究も簡単ではない。寄与度の低い要因にいくら対策しても、浪費である。統計的な手法の使い方にもなれ、品質管理のセンスが磨かれて、源流管理への道が拓かれる。

2) PPM管理

製品の不良率が%で問題にしているのでは、現在の自動車部品や電子部品はどうにもならない。ppm 100万分の1の単位で不良を論じ、品質管理をすることである。工程設計のときにこれまで6シグマをベースに1.33程度に考えていた工程能力指数Cpも1.6~1.7程度にし、これを保証する。抜き取り検査もこれまでの抜き取り検査の危険ではおさえきれないので、Cpが満足でない品質特性は、全数検査で対応することになる。

¹⁾この項までの参考文献 自動車技術ハンドブック 自動車技術会

噴霧特性について²⁾

現在までの代表的な研究成果を紹介する。

(1) 霧化について

燃料を微粒化する方法のうち、噴射ポンプで燃料を高圧にし、噴孔からその前後の圧力差を利用して高速で噴射させ、噴流と空気との衝突による微粒化法は圧力霧化方式といわれる。圧力霧化方式では噴流の速度を大きくする即ち燃料をできるだけ高圧にすることが油粒を微

細にして良好な霧化をさせることになる。

1) 霧化の表し方

燃料の表面積を大きくすることが一般的によいことなのでその特性を

①平均噴霧粒径. ディーゼルの噴霧には体面積平均直径を表すザウター平均粒径がよく使われる。ザウター平均粒径を表す実験式は、棚沢・豊田、広安・角田、Knight が知られている。

②噴霧粒径分布. ディーゼルエンジンの燃焼には空気と適度な混じり合いが必要で、その混じり合いを分布関数で表現する。分布関数には正規分布、抜山・棚沢、Rosin-Rammler等の提案が代表的である。

2) 噴霧粒径の計測方法

噴霧粒径の計測方法は最新技術を利用した計測方法でも、まだ空間的、時間的全分布を測定可能にした技術は確立されていない。痕跡法、液浸法、光学的方法その他多数が試みられたが痕跡法を除いては計測も困難で一般的ではない。

(2) 噴霧形状について

噴射された燃料がよく微粒化され燃焼室のすみずみまで広がり分布するための尺度としては、噴霧の広がりを噴霧角で示す方法が一般的である。

また、噴射された油粒が燃焼が終わるまで移動し続ける力、すなわち貫通力も適度に必要である。貫通力の尺度としては噴霧到達距離が使われる。

噴霧角及び噴霧到達距離計測方法

噴射を大気にする、高圧ガス中にする、液中にするなどの計測環境とストロボ目視、写真観測、カメラ、写真観測、TVモニター画像解析などの計測方法の組み合わせがある。

以上のほかにも多数の方法が試みられ、実験式なども発表されているので研究し、限定範囲での実用性を探究の必要がある。

一方噴霧特性、特にディーゼルエンジンにとつての良否判定が技術的に確立され、機械的、自動的に判定されない間は、前記のように目視判定の一層の精度向上につとめることが必要である。

²⁾ 参考文献 藤沢、川合 ディーゼル燃料噴射 山海堂

