

のばらつきはあると思われる。加工時間の見積りを、最大ストローク長別に表わしたのが表V-3-7である。

表V-3-7 MC見積り加工時間

最大ストローク長 (mm)	見積り加工時間 (分)
20、26	80
32	100
50	130
70	150

(b) 年度別MC有効稼働時間の推定

ここで導入後、年度別にどれくらいの稼働率が達成されるかを推定し、その推定稼働率にもとづいて有効稼働時間を算定する必要がある。

一般に稼働率を左右する要因は、おおまかに言って個々企業の経営環境や、固有技術の蓄積の程度、作業標準化の進捗具合、技能レベルの程度、生産管理の最適化など千差万別の要因があり一概には言い表わせない。しかもMCの稼働率を論ずる場合、さらにMC固有の問題が加わる。すなわちMC操作の習熟度、プログラム作成能力、デバッグの習熟性、ツーリングの整備状態などの固有な要因がプラスされ、これらが特に大きなウェイトを占めてくる。

重慶水泵廠にMCが導入された場合の稼働率を推定する場合は、MCを初めて導入するためMCのハードに慣れるための操作性の習熟度、さらには、プログラミング作業やツーリングレイアウトなどのソフト面の習熟度が大きなウェイトを占めるとと思われる。またその他の要因として電気、機械の故障、定期点検による停止などが上げられる。したがってMC稼働率は導入初年度の末には初期トラブルも考慮に入れて約50%と推定され、後年度に従って習熟度も上がり2年度目に60%程度、3年度目には70%程度と考えられる。稼働率の裏に当る非稼働率には、前述のように電気、機械のトラブルによる停止や、定期点検による非稼働率も含まれ、これらは2年度以後に多少、比重が増すものと思われる。

以下に諸データによる有効稼働時間を算定するが、稼働時間はMCが稼働可能な時間をいうのであって人的余裕などは含まれていない。

- ① 稼働日数 26日/月 (現地調査資料による)

② 稼働時間 15時間/日 (現地調査資料による)

③ 1ヶ月稼働時間 $26 \times 15 \times 60 = 23,400$ 分

以上のデータをもとに年度別の有効稼働時間の算定表を表V-3-8に示す。

表V-3-8 年度別MC有効稼働時間

年 度	導入初年度	2 年 度	3 年 度
	推定稼働率 (%)	50	60
有効稼働時間 (分)	11,700	14,040	16,380

(c) 年度別製作台数に対するMC必要加工時間

生産量増大計画の達成年度は導入後3年を基本としているが、年度別の生産達成率を決めなければMCの必要加工時間から算定されるところのMCの導入台数が割出せない。この年度別達成率は重慶水泵廠のポリシーの範ちゅうであり、当報告書にてそれを決めるのは筋ちがいと思われるが、上記の理由により案を提示し、それをデータとして以後MCの必要加工時間を算出する。案は段階的増産を主眼に置き、初年度末の達成率は30%、2年度を60%、3年度を100%とする。当然このデータの変更は以下に続く計画の変更につながってくる。

以下表V-3-9に年度別のMC必要加工時間を示す。

表V-3-9 年度別MC必要加工時間

最大ロ ストク 長 (mm)	計画 年度 に対する 達成率		導入初年度		2 年 度		3 年 度	
	計画 達成 時製作 台数(台/月)	}	30%		60%		100%	
			製 作 台 数	必要加 工時間	製 作 台 数	必要加 工時間	製 作 台 数	必要加 工時間
20	81	} 96	29	(分) 2,320	58	(分) 4,640	96	(分) 7,680
26	15							
32		90	27	2,700	54	5,400	90	9,000
50		60	18	2,340	36	4,680	60	7,800
70		30	9	1,350	18	2,700	30	4,500
	合 計		83	8,710	166	17,420	276	28,980

(d) 年度別MC台数と負荷率との関係

次に表V-3-8のMCの有効稼動時間、及び表V-3-9のMC必要加工時間より、MCの台数と負荷率との関係を表V-3-10に示す。

表V-3-10 MC台数と負荷率の関係

年度 負荷率 MC 台数	導入初年度		2年度		3年度	
	必要加工時間	負荷率	必要加工時間	負荷率	必要加工時間	負荷率
	有効稼動時間	(%)	有効稼動時間	(%)	有効稼動時間	(%)
1台	8,710 /	75	17,420 /	124	28,980 /	177
	11,700		14,040		16,380	
2台	—	—	17,420 /	62	28,980 /	89
			28,080		32,760	

(e) 要約

前述の表V-3-10に示すように導入初年度は負荷率75%でMC1台が稼動すれば十分であるが、2年度目では1台では負荷率124%となり100%を超えてしまうので2台必要とされる。3年度目は2台稼動で負荷率が89%とやや満杯に近くなる。

以上各種データをもとに増産計画を達成するためのMC必要台数を算定したが、何度も述べている通り当案は重慶水泵廠のポリシーに左右される要素が含まれており重慶水泵廠ではこれらをふまえ十分に深く検討する必要がある。

(f) 補足

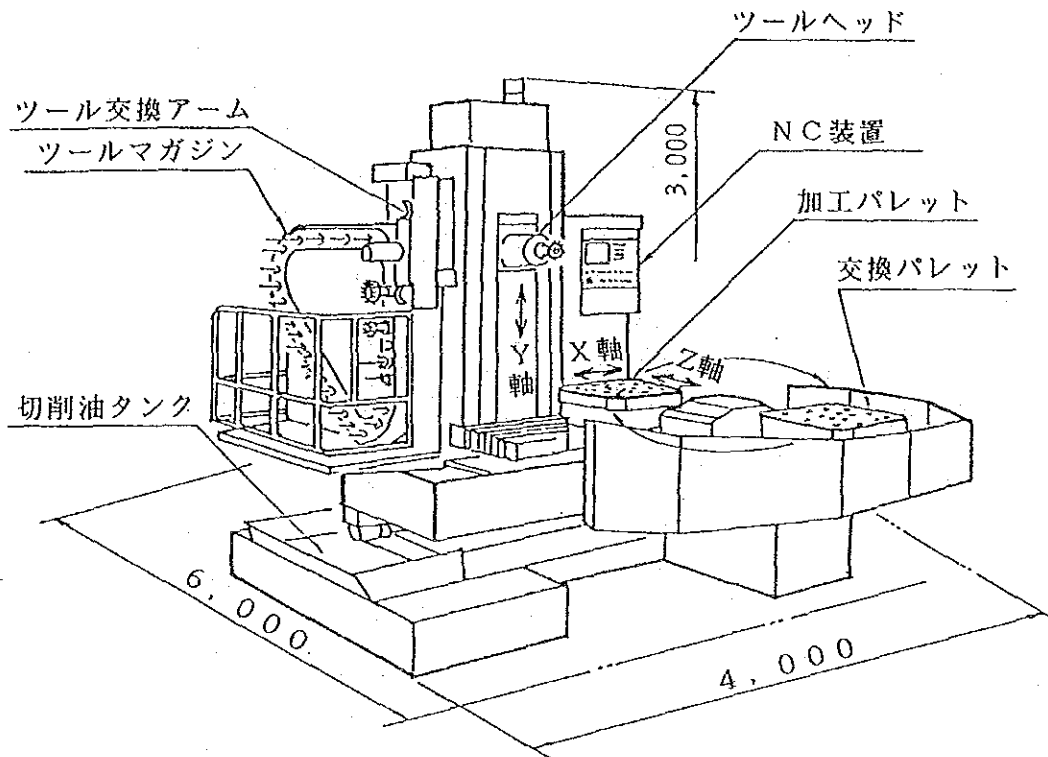
今まで述べてきた案はMCは中型のものを選定対象としたが、重慶水泵廠がMCにてポンプフレーム加工を開始し、以後MC増設を試みる時、本調査では調査対象外である計量ポンプで最大のストローク長90mmのポンプフレームをMC加工対象に含めようとした場合は中型のMCでは加工不可能で大型のMCが必要となる。故に補足ではあるが、1段取りで5面の加工が可能な門型のMCの見積りをV章4-2項にて述べるものとする。

5) MCの概略構造

中型の横形MCの概略図を図V-3-171に示す。

当提案でのMCの特長として取付け取外し時間の減少を目的としてパレットは自

動交換方式（A P C）で2ヶ取付いており、ポンプフレームの2工程加工が連続して行なえる方式を採用している。X、Y、Z軸の位置関係は図示のとおりで、その移動量は当項の1）にて述べたとおりである。



図V-3-171 中型の横形MCの概略構造図

6) 3軸ボーリング専用機の導入について

ポンプフレーム加工工程案の第2案としてMC加工後3軸ボーリング専用機の加工を行うことを提案した。この工程ではMC加工ではボーリング穴加工は除き、3軸ボーリング専用機で穴の荒、仕上加工を行う工程である。この専用機はMCとの組合せに限らず、汎用機加工されたポンプフレームの3軸の穴を専用機で最終的に仕上げる工程も考えられる。

3軸ボーリング専用機導入を提案した理由は

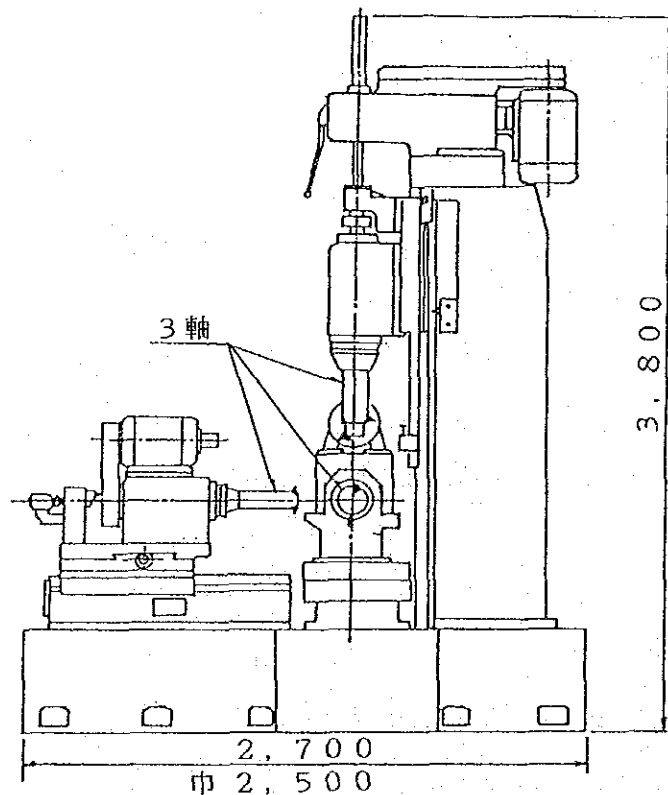
- ① MC 1台導入で増産計画の達成を早めようとした場合MCの負荷が大きくなり、この負荷を軽減させる必要がでてくる。この場合MCをもう1台増やすか、もしくは加工の分散を行なわせるかの2つの方法があるが、ここで提案したのはMCでボーリング穴加工を除き負荷を軽減させ、MC加工後3軸ボーリング専用機で3軸穴を仕上げ、要求精度を満足させようというものである。

② MC 1台導入で稼動中、何らかのトラブルでMCが長期間停止する状態に陥った場合、汎用機を代替機として加工することとなり、3軸穴加工は専用機に行なわせれば汎用機の負荷が軽減され、工程の混乱も最少限度に押えられると考えられる。

MCの3軸の穴加工の荒、仕上加工時間は、全体の約25%程度を占め、分散加工したならばその分だけ負荷が軽減されることになる。

以下に3軸ボーリング専用機の構造、機能を簡単に説明する。

図V-3-172に日本の一部企業で使用されている3軸ボーリング専用機の概略図を示す。構造は図に見る通りX、Y、Zの軸がありそれぞれが単独もしくはツールの干渉がない軸どうしであれば2軸同時の加工が可能である。このタイプは送り駆動源は油圧を使用しスピードコントローラにて送り速度を変換する。回転数変換は手動レバーによるギヤ変速となっている。ツールおよび取付け治具はポンプフレーム型式別にそれぞれ必要となる。



図V-3-172 3軸ボーリング専用機

以上3軸ボーリング専用機の導入案について述べたが、今後重慶水泵廠の製品群が多様化し、モデルチェンジの機会も多くなりそれに対応するためにフレキシビ

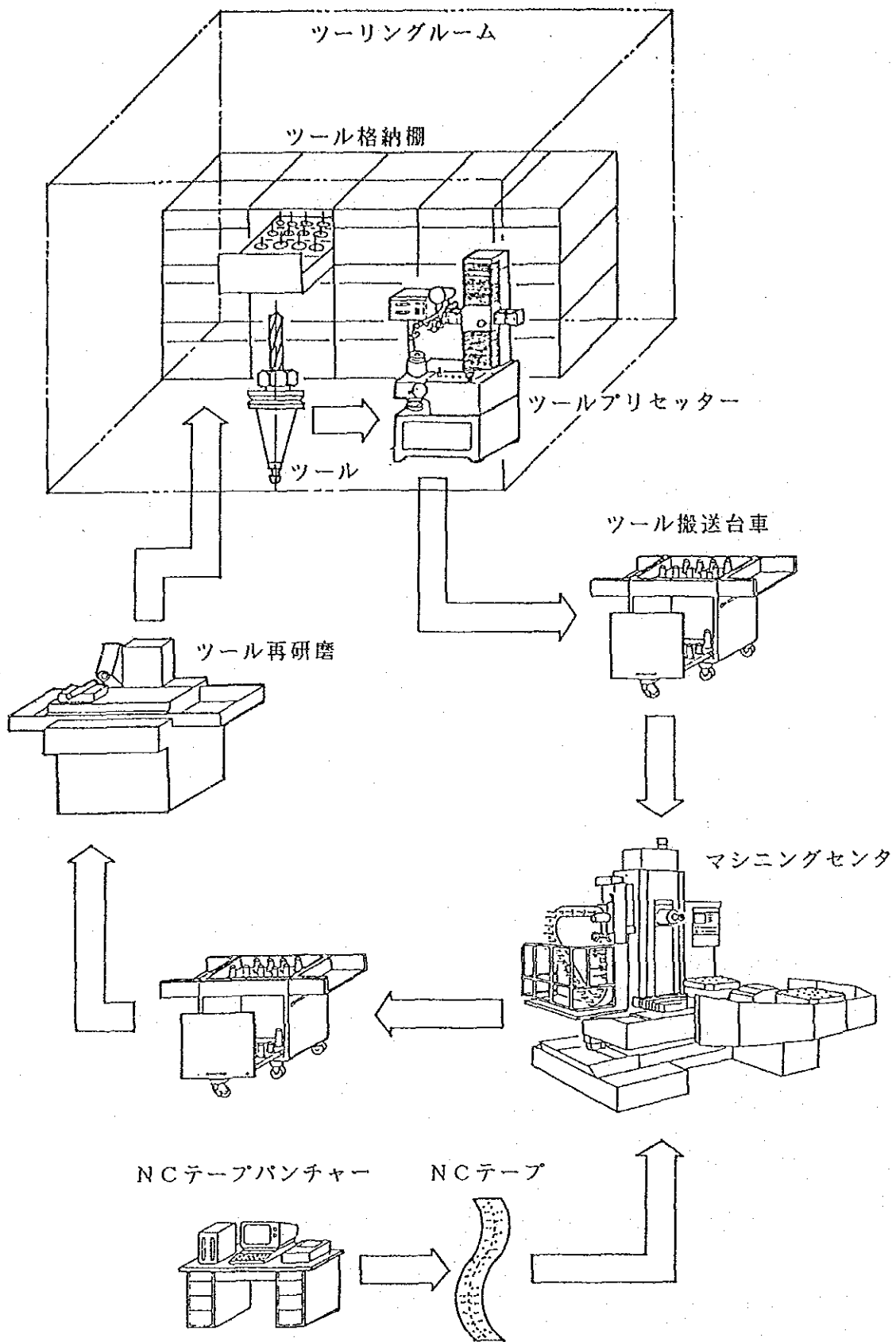
リティの高い工作機械を必要としてくること、及びMCの生産は需要の拡大に伴って量産体制をとっているため低価格となっている反面、専用機はその加工能力と投資効果から比較するならば非常に割高となることを考え合わせるならば、専用機導入は慎重に検討する必要がある。尚本報告書にて、専用機の見積を提示する予定であったが、対象となるポンプフレームの詳細図面の不足により本報告書では省略した。

7) MCの周辺機器と施設について

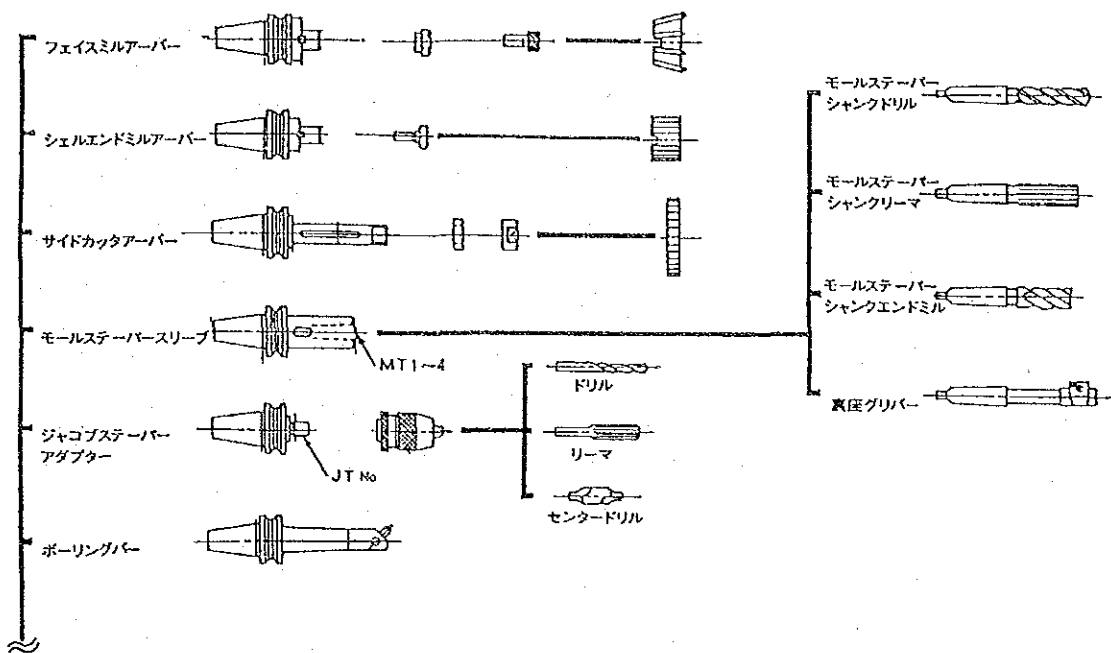
MCとツーリングシステムとは表裏一体の関係にある。ツーリングシステムとは、MCに使用するツールを効率的に管理するシステムのことを言い、このシステムを構成する機器類がMCの主な周辺機器といえる。この周辺機器の適正な選定と管理の良し悪しがMCの稼働率に与える影響は非常に大きい。これらの周辺機器をフローの形でまとめたものを図V-3-173に示す。以下周辺機器についてフローの順に述べる。

① ツーリング

ここでいうツーリングの意味は、工作物を加工する刃具とそれを保持するホルダーおよび刃具とホルダーの結びの役目をするコレットチャックやスリーブなどを組合わせて、MCのスピンドルに取付けて加工可能な状態に構成したものを言う。刃具は、ドリル、タップ、リーマ、フライス、ボーリングバーなど多種多様なものがあり、それらを保持するホルダーも刃具に適したものが各種用意されている。MC用ツーリングの場合、専用ツーリングは比較的少なく、汎用的刃具の組合せによりバラエティに富んだツーリングが必要となる。数は少ないが専用ツールとしては、ポンプフレーム加工の場合、穴加工用のボーリングバーなどがあり、ポンプフレームサイズ毎に、穴径に合ったボーリングバーの製作が必要となる。これらツーリングの必要数は一種類のポンプフレームをMC加工するに必要な分だけでは不足で、加工対象ポンプフレーム間で共用されるツーリングをも含めても、ある程度、余裕をもった数を用意しておくことが望ましい。図V-3-174にツーリングの構成の例を示す。尚ツーリングシステムについての詳細は、V章の5-2の項で述べるものとする。



図V-3-173 MC周辺機器



図V-3-174 ツーリング構成の一例

② ツールプリセッター

MC用ツールはセット長さや径寸法を決めたツーリングシートをあらかじめ作成しておく必要がある。このツーリングシートにより必要ツーリングをセットする時にツールプリセッターが使用される。

③ ツール格納棚

ツールはツール格納棚に入れて保管される。特にツールホルダやコレット、スリーブなどはホコリや異物が附着していると、ツールをプリセットする時や、MCのスピンドルに装着する時にお互いの接触部が傷つきやすい。またツールホルダなどは、それぞれ種類ごとに認識番号がつけられており、格納する際に棚番ごとに整理して入れておけば管理がしやすくなる。このような意味からもツール格納棚は一般の工具棚と同一視せず、ツーリングシステムの中の一つの保管管理システムを形づくるものという考え方で設備するのが望ましい。

④ ツーリングルーム

①～③で述べた周辺機器を使用する作業は、作業環境の良い一つの室で行なわれることが望ましい。特にツールプリセッターは一種の精密機器に属するもので油やホコリ、切粉などをきらう。したがって機械工場のMC設置場所からそう遠くない工場の角の所に室を作り、ツーリングルームとするのがよい。

⑤ ツール搬送台車

セットされたツーリングをツーリングルームからMCの所まで運搬するのにツーリングを格納しやすい搬送台車が必要である。ツーリングは横に寝かせると運搬途中の振動でお互いにぶつかり傷つきやすいため図にあるようにホルダー部を穴に差し込んで立てて運ぶようにする。しかもできるだけ一度の運搬で用が足りるよう多くのツーリングが積める台車が望ましい。

⑥ NCテープパンチャー

MCを稼働させるには動作を指令するためのプログラムを作成しなければならない。このプログラムをロードするには、MCのNC装置にプログラムを読み込まなければならない、その媒体としてNCテープが存在する。このNCテープを作成する機械としてNCテープパンチャーが必要となる。現在NC装置にはキーを押すことにより直接データをインプットできる機能がそなわっているが、インプット作業は現場で行なわれ、時間もかかり、インプット作業中はMCが停止することになる。日本ではNC装置に直接長いNCテープをインプットすることはあまり行なわれておらず、NCデータの小さな修正などに使用されている。したがってNCデータは生産技術員などが事務室で図面を見ながら作成し、それをNCテープパンチャーを使用してNCテープを作ってMCの所に運び、NC装置にあるデータ記憶装置にインプットしている。

8) 機械配置

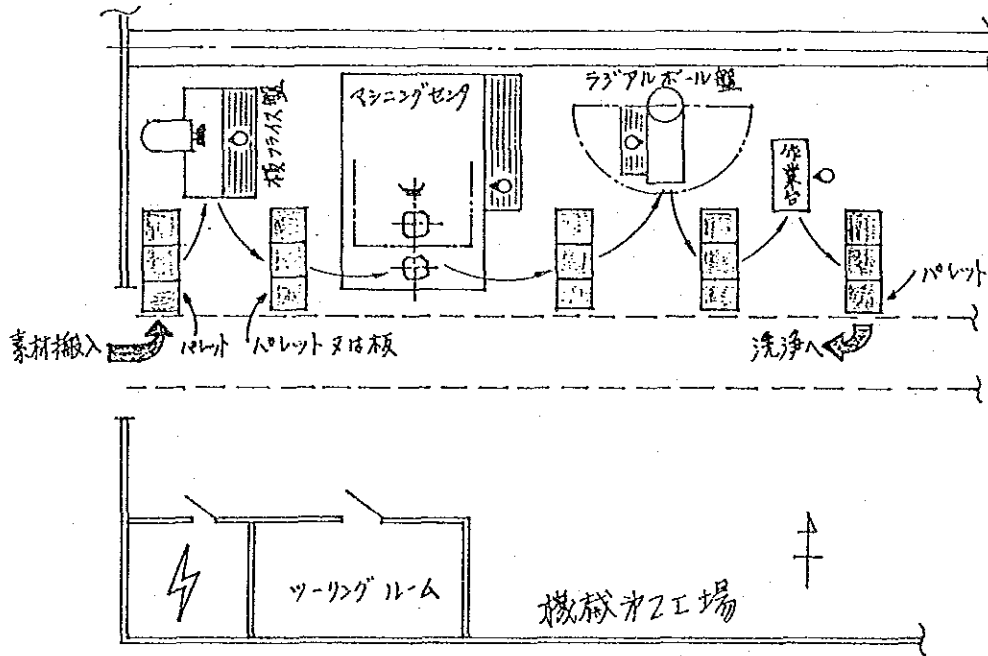
ポンプフレームの加工工程案は前に述べた通りであるが、これらの機械の配置について考察する。基本的な機械配置の考え方を以下に示す。

- ① MCが効率よく稼働されるようMC以外の機械はMCを中心として配置する。
- ② ポンプフレームは大きさ、重量から判断すると取扱い作業があまり容易ではなく、①の考えと同様、機械は集中して置く方がよい。したがって工程の流れ順に各機械及び作業台を配置し、そのグループ内で洗浄前のバリ取り仕上げ工程までを完了させてしまうようにする。
- ③ ある程度ロット生産となるので仕掛け途中のポンプフレームの置場を有効に設置する必要がある。
- ④ グループ内機械間のポンプフレームの移動は、床据付けのジブクレーンを設け取扱い作業を機動性に富んだものとする。

以上の考えにもとづきMC 1台導入で、3軸ボーリング専用機は設備しない基本

的な配置案を図V-3-175に示す。

設置場所は機械第2工場の南西の入口付近に設ける。理由としてはこのラインが大物加工物のラインとなっており、現在既設の設備も少なく、スペース的にも余裕のある場所であること、また入口付近にした理由は、工作物が大物であり、工場内の移動を極力少なくする意味がある。ツーリングルームは変電室のとなりに設置しMCとの距離を短かくしている。MCを増設する場合や、3軸ボーリング専用機を導入する場合は、ツーリングルームの東側のスペースを設置場所にする。この配置案によって、図IV-2-3の機械第2工場の予定機械配置図に示された作業台や定盤、磁粉探傷試験機、プラノミラー、ラジアルボール盤の移設が必要となる。



図V-3-175 ポンプフレーム加工機械配置案

(2) Nクランク加工改善

IV章1-1でNクランクの加工の問題点と、若干の改善策を述べたが、これらの改善策を総合して加工工程の見直しを中心として具体的な改善策を述べる。

改善の目的としては生産量増大計画を達成させるため加工時間、段取時間の大幅な減少を計ることとあわせて加工精度の維持向上を目的とする。

その方策としては

- ① 加工工程の見直しを行い工程の短縮を計る。

② 調質熱処理は鍛造素材の状態で行う。

③ その他、機能上不要な部分の削除と、それともなう治具の改良。

などが上げられる。

1) 具体的改善策

次に上記方策を具体化した改善策を述べる。

改善後の加工工程案を図V-3-176に示す。

以下図にそって作業の要点を述べる。

1工程目； この工程は旋盤のスピンドル内にNクランクを入れ、スピンドル内に円錐形のストッパを取りつけておき、それにNクランク端面を押し当てNクランクの振れを防ぐようにして爪にてチャッキングする。

2工程目； 1工程目と同様の作業を行う。

3工程目； 両センターにてNクランク上部分の加工を行う。研削加工部分は研削代残しで加工し、他の部分は仕上加工まで完了させる。

4工程目； 3工程目と同じ。

5、6工程目； 研削加工。

7工程目； キー溝加工。

8工程目； 傾斜軸部の旋削加工。

この工程で使用する治具はキー溝を利用して位置決めを行う方式で、現在重慶水泵廠にて使用しているものである。計量ポンプの機種によってはこのキー溝が機能上不要のものがある。この場合、キー溝の加工をなくし、傾斜軸加工治具を改良すれば加工可能である。これについては当項の3)に述べる。

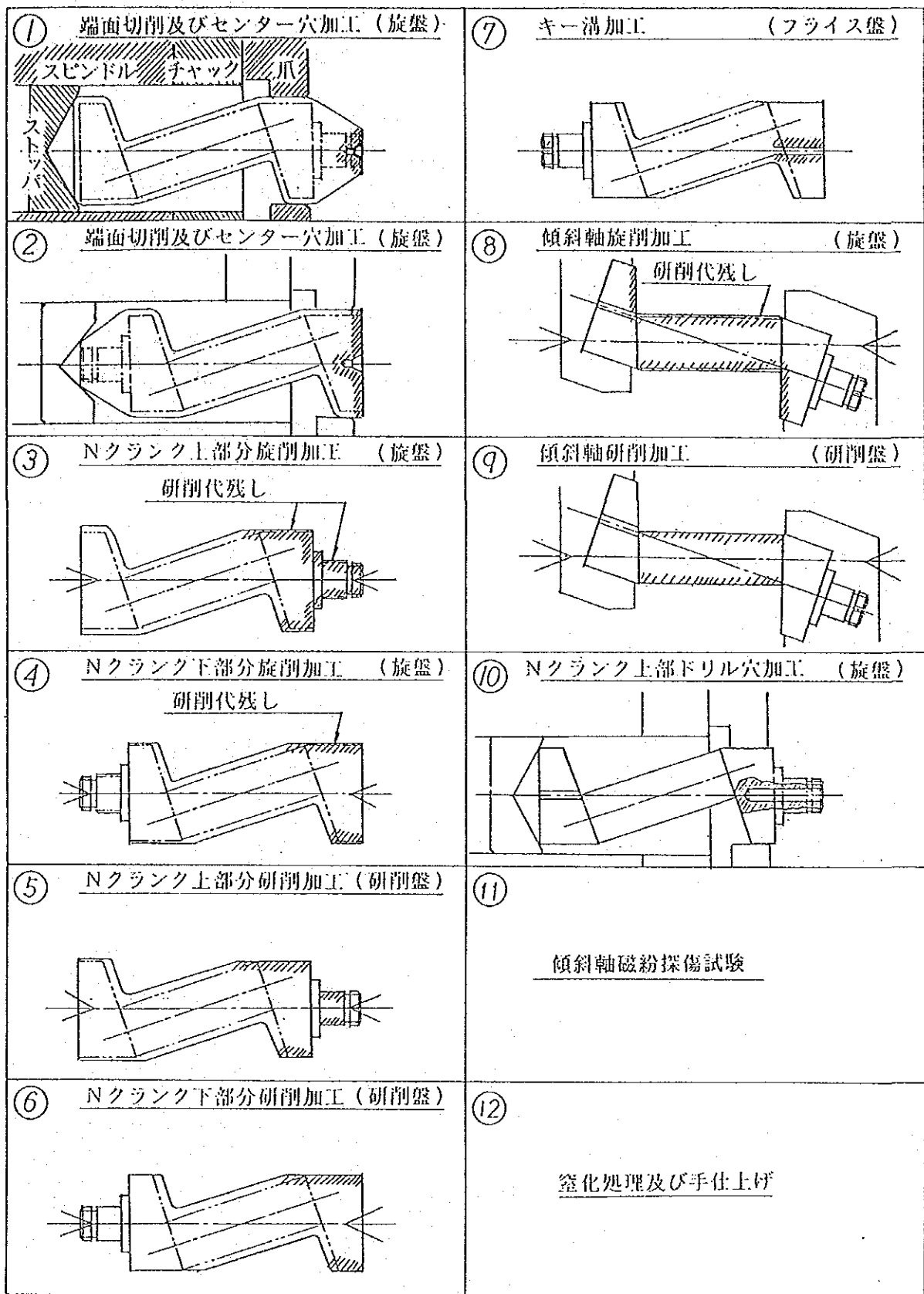
9工程目； 傾斜軸部の研削加工。

作業は8工程目と同じ。

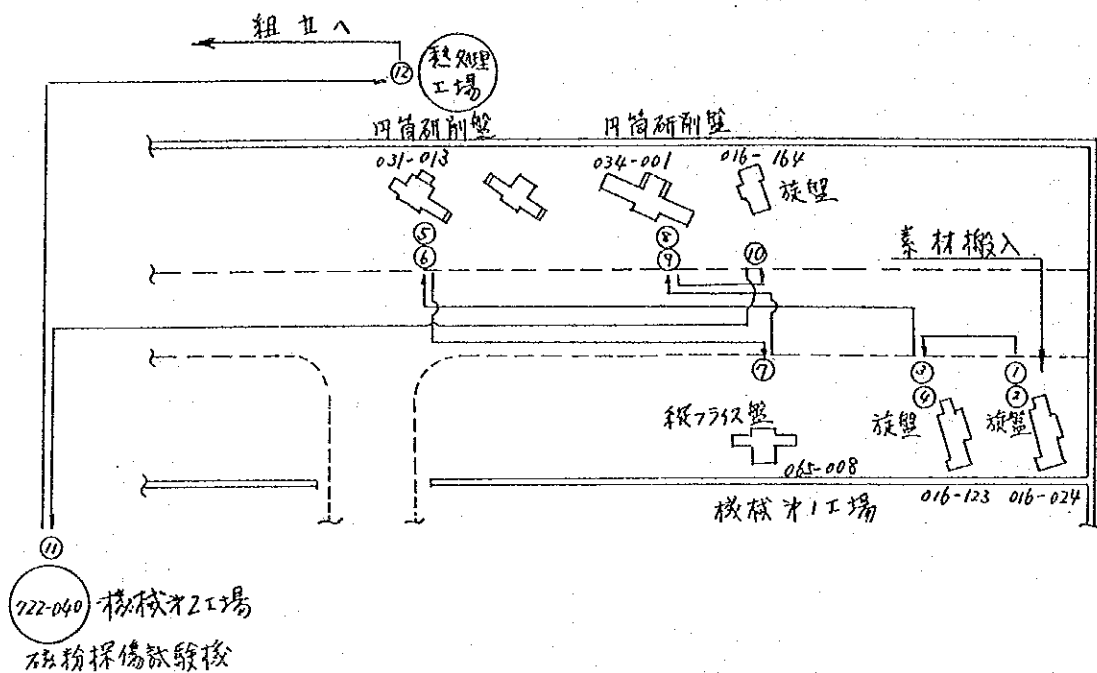
10工程目； Nクランク上部分のドリル穴加工を行う工程であるが、1工程目と同様スピンドル内部に円錐形のストッパーを取りつけてそれに押し当てて振れをなくしてチャッキングを行う。

2) 改善後の移動経路図と移動距離

図V-3-177の改善後の加工工程案をもとに移動経路を表した図を図V-3-178に示す。使用する工作機械は、現状のNクランクの加工工程で用いているものを使用することを前提とする。



図V-3-176 改善後の加工工程案



図V-3-178 改善後の移動経路図

移動距離は以下のとおりとなる。

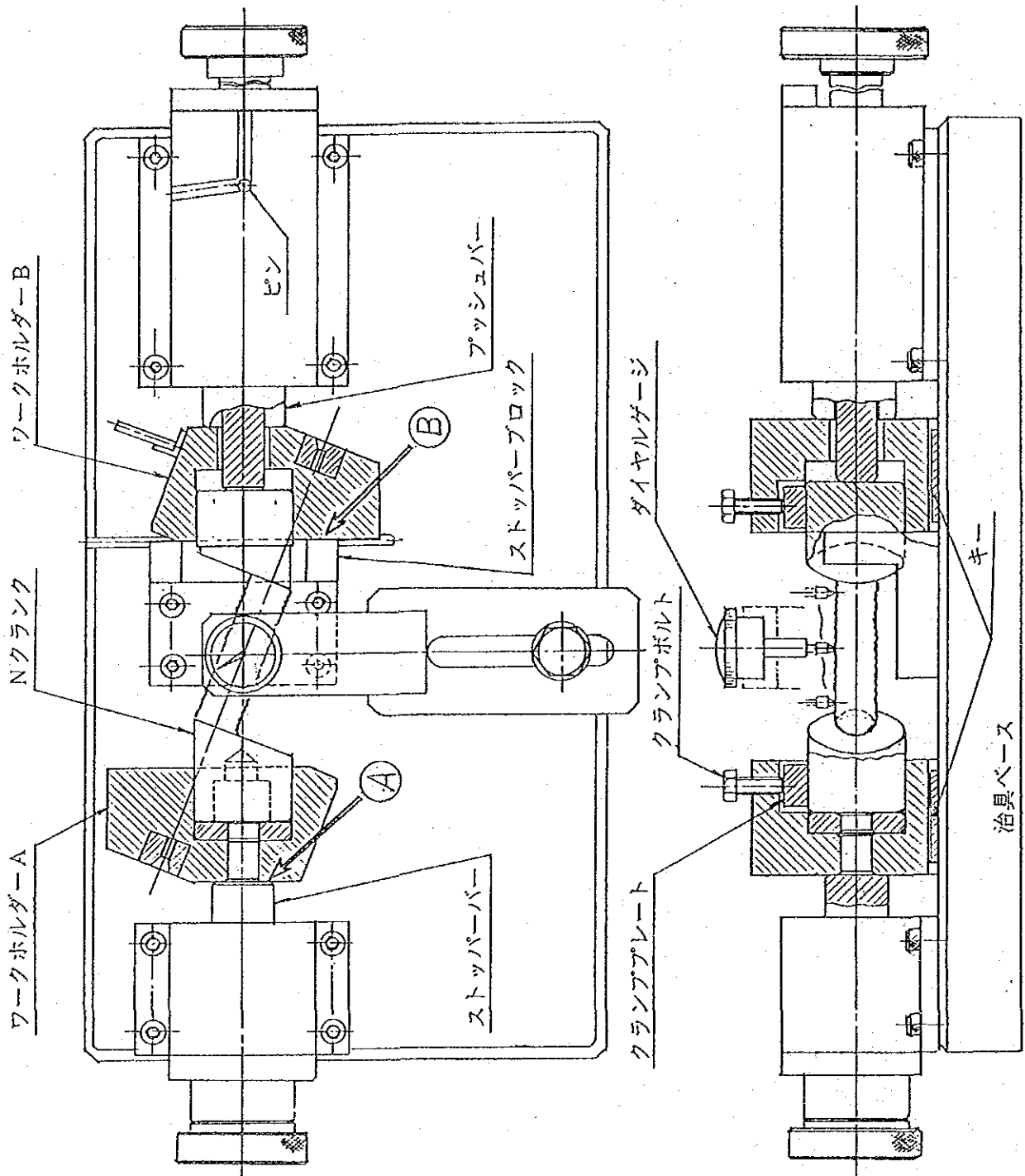
工 程 間	距離 (m)	回 数	移動距離 (m)
016-024 ~ 016-123	3	1	3
016-123 ~ 031-013	30	1	30
031-013 ~ 065-008	17	1	17
065-008 ~ 034-001	8	1	8
034-001 ~ 016-164	6	1	6
016-164 ~ 722-040	83	1	83
722-040 ~ 熱処理工場	170	1	170
合 計		7	317

改善前に比べ移動回数で半分、移動距離は約1/3となる。

3) キー溝加工削除と治具の改良

1) の項で述べたように機能上キー溝が必要でない機種のNクランクはキー溝加工を除けば、それだけ加工時間の短縮が計れる。この場合傾斜軸の旋削及び研削加工でキー溝を利用して位置を決め治具に取付けているがこれに変わる治具が必要となる。この治具の改良は、現在日本の一部企業で加工されている現状を参考として述べる。

図V-3-179 及び表V-3-11に傾斜軸の研削作業要領書の図と表を示す。



図V-3-179 Nクランク傾斜軸研削作業要領用図

表V-3-11 Nクランク傾斜軸研削作業要領書

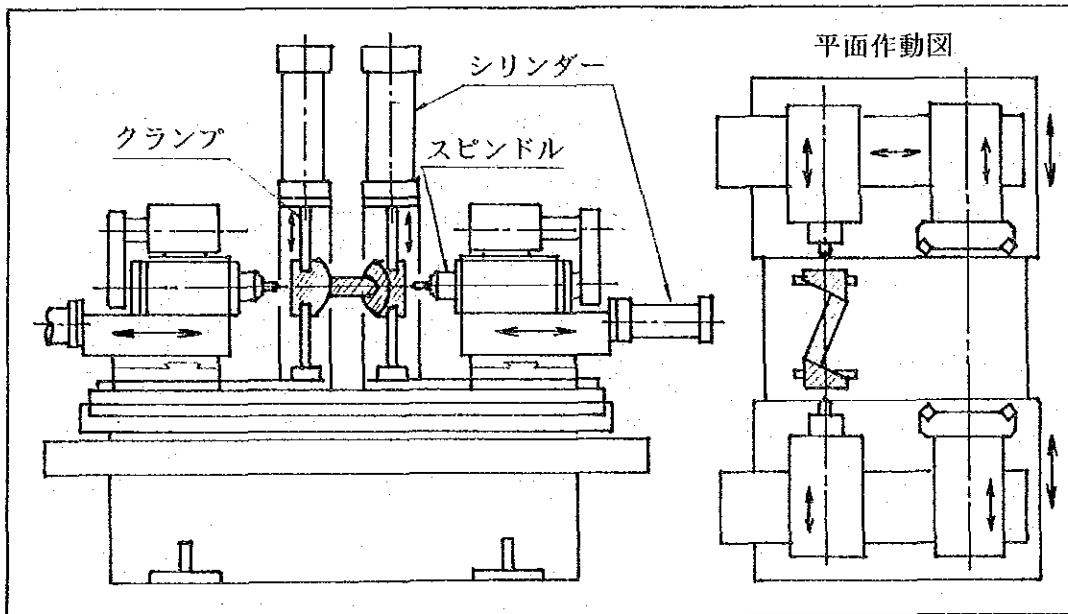
Nクランク傾斜軸研削作業要領書		
No.	作業項目	内容 & ポイント
1.	ワークホルダA、Bに Nクランクを仮セット	ワークホルダAの方にNクランクのベアリング穴があるボス側を挿入のこと。 この作業は、治具上では行わず、他の定盤上で仮セットしクランプボルトを軽く締め込む程度とする。
2.	ワークホルダ&Nクランク仮セットのものを治具上にセット	① 1の項の仮セットのものを治具上にのせる。 ② クランプボルトをゆるめる。 ③ ワークホルダA、B共キーミゾをキーに合わせる。 〈注意点〉キーに正確に挿入されたことを、ワークホルダ底面と治具上面とのすき間がないことを見て確認のこと。
3.	ストッパーバーをセット	ストッパーバーを右回しにして、つき当たるまで前方へ出す。
4.	プッシュバーを押し出す。	プッシュバーを押すとピンがキーミゾ中を真すぐ進み、キーミゾが曲っている所で止まる。この後はプッシュバーを右回しにして、押し出す。この時にスプリング力が効いて、NクランクとワークホルダBとを共に押すことになる。 〈注意〉 ① Nクランクが押されると同時にワークホルダAの端面がストッパーバーに正確につき当たっていることを確認のこと。(A部) ② ワークホルダBが押されると、その端面と、ストッパーブロックの端面とが正確につき当たっていることを確認のこと。 (B部)

No.	作業項目	内容 & ポイント
5.	ダイヤルゲージで傾斜軸の平行度を出す。	傾斜軸の表面は鍛造肌なので、ダイヤルの読みは、左右のボスに近い部分2ヶ所で測定して、その差が0.2mm以内になるよう平行度を出すこと。
6.	クランプボルトの締め	
7.	ストッパーバー&プッシュバーを下げる。	
8.	研削盤につけ研削加工	
<p data-bbox="391 869 699 902">〈全体を通しての注意点〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="683 925 1284 1205">① 治具ベース上面、ワークホルダ内面、底面、端面、及びストッパーバー、プッシュバー、ストッパーブロック端面等基準となる部分は十分清掃し、砥石くず等の異物がないよう注意すること。 <li data-bbox="683 1227 1284 1395">② 長期間にわたって使用しない時は、切削油等を十分除去し、防錆剤を塗布して、保管すること。 <li data-bbox="683 1417 1284 1518">③ 治具ベース上面及びワークホルダー底面等は傷がつかぬよう取扱いには注意のこと。 <li data-bbox="683 1541 1284 1697">④ 研削治具のワークホルダーは2set有り、それぞれのセットに、1、2の番号が刻印してあるが、同番号のものをセットして使用のこと。 		

4) 軸物加工用センターリングマシンについて

ウォームシャフトなどの軸物は最初に両端の加工を行って長さを決め、中心部にセンター穴加工を行うのが一般的である。日本の一部企業ではこの加工をセンターリングマシンを使用して行うことが多い。機械の構造は、図V-3-180に示すように、両端面を削って長さを決めるためのフライスカッターが両側に2ヶ取りついており、まず両端面加工を行った後、自動的にテーブルがスライドして、両側のセンタードリルにて両センター穴が加工される構造となっている。

ここに紹介したのは、Nクランクの加工工程案の1及び2工程目の加工をこのセンターリングマシンを使用すれば、1工程に短縮され、しかも加工時間の減少が図れる為である。



図V-3-180 センターリングマシンの概略構造図

(3) カム加工改善

カム加工問題点については既に述べたとおりであるが、ここで問題点を要約すると以下ようになる。

- ① 加工工程数が多い。
- ② 工程がこま切れで集約加工が少ない。
- ③ 熱処理工程及び溶接工程が途中工程に入っているため加工の連続性がなく、リードタイムが長くなる原因となっている。
- ④ 工程数の多さと、使用機械間の距離の長さにより総移動距離が長い。

⑤ 工程途中に研削作業が多くあり、加工方法の選択が不適當と思われる。

これらの問題点を解決する策として加工方法を根本的に見直し、まったく別の角度からそれを探索する必要がある。

このような考え方に従って具体的改善策を以下に示す。

1) 具体的改善策

図V-3-181 に改善後の加工工程案を示す。

この工程で現状と大きく異なる点は、カムを対にして加工するための溶接工程を省いたことである。調査したカムの材質が鋼であるため溶接も可能であるが、調査では機種によっては鋳鉄材のカムもあり、その場合溶接は非常に困難で、溶接作業なしで工程を組まざるを得ない。日本の一部企業では鋳鉄の鋳物素材を使用して、カムの製作が行なわれている。

次に加工工程案にそって要点を述べる。

1 工程目； 2 工程目の為の捨て加工を行う。この場合、三ツ爪チャックにて素材をつかむのであるが、2 ヶの合せ面が鋳肌の状態なのでチャッキングは強く行う必要がある。

2 工程目； 図のようなイケール形の治具に 1 工程目で加工した面を 2 ヶ合わせ、締め板にて固定して、カムの合せ面の仕上加工を行う。

3 工程目； 合せ用ピン穴加工。

4 工程目； この工程は 5 工程目で 2 ヶ対にして旋盤で仕上加工するためのチャック部分の加工を行う工程である。2 工程目と同様のイケール形治具に 3 工程目で加工したピン穴を基準として取りつけ、ツバ外径部の荒加工を行う。

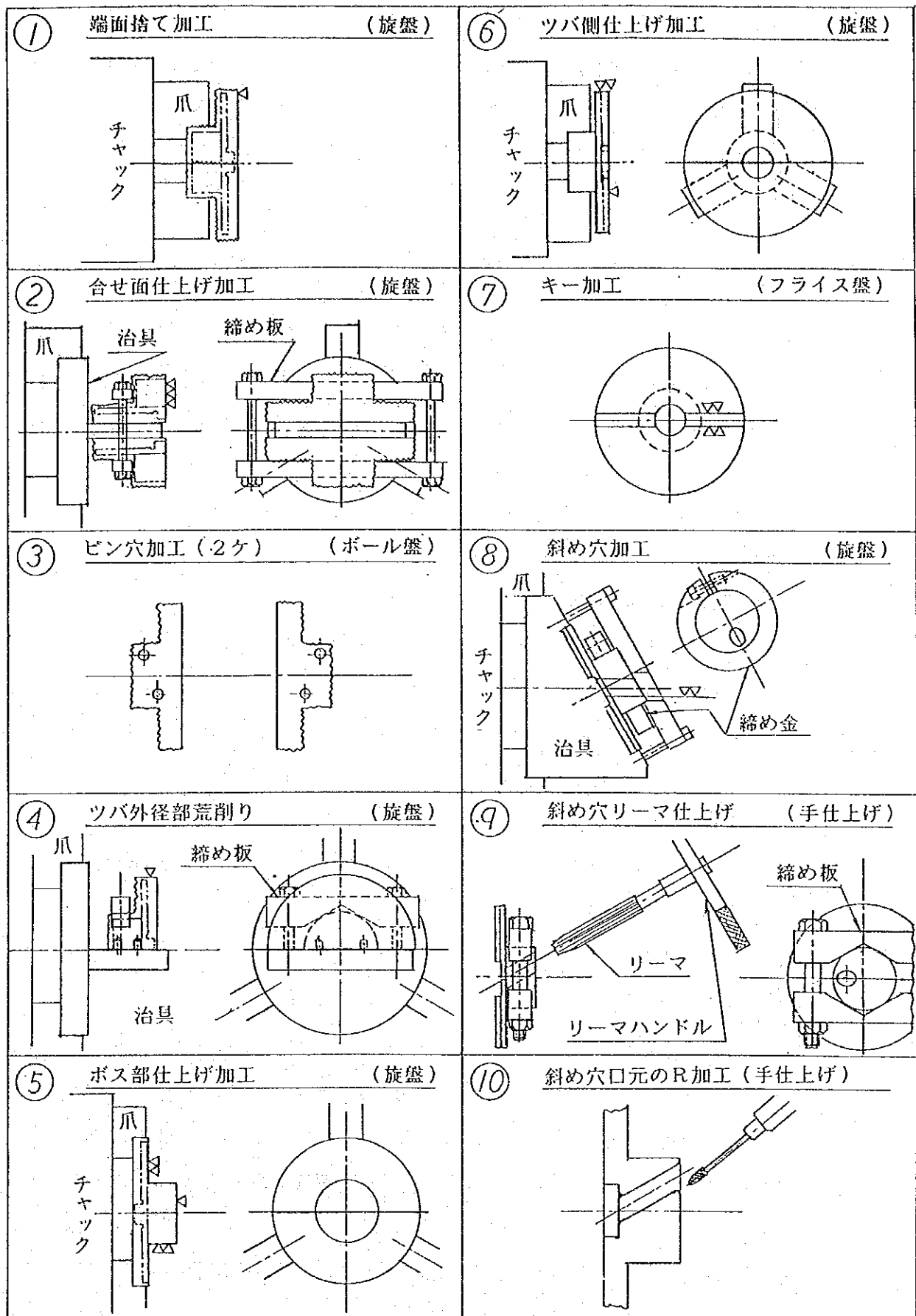
5 工程目； 三ツ爪チャックにて 4 工程目で削った部分をチャッキングしてボス側の仕上加工を行う。

6 工程目； 5 工程目と同様、ツバ側の仕上加工を行う。

7 工程目； フライス盤にてキー加工を行う。

8 工程目； 2 ヶを対として斜め穴加工用治具に取りつけ加工する。この場合 2 ヶを対とした時、図のように締め金にて 2 ヶを強く締めつける。

9 工程目； 最終的に締め金にて対の 2 ヶを強く締め、ハンドリーマを使用して手作業にてリーマ加工を行う。



図V-3-181 改善後の加工工程案

2) 改善後の移動経路図と移動距離

加工工程が現状と大きく異り、使用機械の選択も変わってくるため改善前と比較することは困難である。しかし工程数は現状の約 1/3となり、それにとまって移動経路、移動距離及び加工時間も大巾な減少は期待できると思われる。

(4) 機械工場のレイアウトについて

1) 全体レイアウト

機械加工工程の近代化にとって工作機械のレイアウトは生産管理システムの近代化を構築する上で重要な位置に属する。すなわちレイアウトを決定するということは、物の流れと生産設備の関係、物の流れと間接部門との関係、生産設備の相互の関係など、つまり物の流れや仕事の流れについてある一定のフォームを決めてしまうことであって、それは生産管理システムの構築と相互に密接に係るものである。

重慶水泵廠は多品種少量の受注生産形態でありこのような生産形態にはGT手法によるレイアウトが有効であることはIV章でも述べたとおりである。

以上の観点より重慶水泵廠の機械工場のレイアウトを考察するならば、現在の機械第1工場のGT手法を主としたレイアウトならびに今後GTレイアウトに変更される機械第2工場のレイアウトについては問題ないと考える。さらに機械第1工場の拡張工事が計画されているが、その際には他の多くの工場に分散されている工作機械を集約して生産に組み入れるべきである。

2) レイアウトの一部についての提言

全体レイアウトについては以上述べた通りであるが、生産をスムーズに行なわせるための周辺のレイアウトについて若干述べる。

(a) 工具室の位置

重慶水泵廠では切削工具の標準化ならびに工具の集中研磨方式については、進んでいる状態とは言えず、近代化に向けて取りくんでいかねばならない事項の一つである。また近代化に向けて生産性を向上させる意味からも機械の稼働率を上げていかねばならないが、切削工具の標準化と集中研磨方式への方向とともに、標準化された工具を工具室をステーションとして各機械に供給していくシステムを作り上げていく必要がある。この場合、作業者が工具を取りに行ったり返したりする手間を少なくするため工具室は機械第1、第2工場のそれぞれ中央部に1ヶ所づつ設けた方が良い。

(b) グラインダの分散

集中研磨方式による工具の管理が行なわれても、わずかなグラインダ作業は必要であり、その場合、現状のグラインダ室にグラインダを集中して置いておく方法より、工場全体に分散させた方が効果的である。ただし、作業及び安全の面から管理責任者はきちんと決めておくことが大事である。

(c) 溶接室の設置

計画達成時の工場配置では溶接工場は機械工場から相当遠くに離れることになり、生産工程の中に簡単な溶接作業がある場合や、ちょっとした溶接による手直しなどには大変不便である。そこで、生産の機動性を発揮させるため機械工場の一角にT i G溶接機1台と若干の台車が於けるスペースを設置することを提案する。

3-4-2 組立工場のライン化と設備

1990年には、現在の3倍、すなわち年間3600台の計量ポンプを組立検査をしなければならぬ。現状の工場配置および設備では不十分と考えるが、現在、新工場の建設計画が進行中であり、その計画に従って以下新しい組立工程の一連の流れ、すなわち、部品の搬入から製品の搬出までの組立工場のライン化と設備の改善についてのべる。

(1) 現状の作業の流れ

組立工程の近代化という観点から工場における現状の作業の流れをみると、大きく言って、次のような点に問題があると考えられる。

1) 塗装工程の問題点

機械加工の完了したポンプフレームやストローク調整ヘッド等の鋳物部品は塗装工場に搬入され、内面の防錆塗装や光潔と称する鋳肌外表面のパテ塗り作業が実施されている。しかし機械加工後の洗浄状態が良くない、鋳肌面にスラグが付着しているなどにより塗装の剝離現象が発生している。

2) 工程管理上の問題点

組立工程全体が月末集中型となり、作業の平準化が難しく、その結果場所をふさいだり、運搬回数が増えてしまっている。

3) 作業場の有効活用の問題点

作業場の区画がはっきりしておらず、耐圧治具や部分組立品が無計画に置かれ、広い作業面積を有している工場を狭く使用しているきらいがあり、計画的な統制のとれた作業場の使い方がされていない。

4) 工場配置の問題点

組立工場が倉庫および機械工場から離れた工場敷地の最深部に位置し、更に塗装工場が組立工場の最深部にあり、工程管理の問題点とからみあい、運搬距離が長くなり（走行クレーンの移動距離を含める）、作業が連続的な流れとならず中断するところとなっている。次工程へ移るまでの距離は短いほど良いことはいうまでもない。

5) 運搬上の問題点

部品倉庫および機械加工工場との間が離れているため付加価値のない運搬工程が必要となっている。

6) はめあい公差の問題点

組立工程のインロー部の作業をする時には、いたるところで、部品を銅棒でたた

いて入れたり抜いたりするため、作業の中断することがしばしば発生する。

以上6点が現状の作業の流れをみた場合の問題点であるがこれらは相互に関連性が強いものであり、作業の流れを改善するにあたっては、いずれも大きな要素である。

現在計画中の組立新工場の建設・近代化を実施する為には、整然とした製品の流れを主体としたレイアウトにすることが肝要である。

(2) 作業の流れ改善——組立工場のライン化

作業工程の連続化、整流化をはかることが、工場近代化を図るための手段の1つである。そのためには、作業と作業のつながりが円滑になるように作業場、機械の配置を考えると共に、同一作業の作業場所を固定させ、作業の専門化をはかることが必要である。

1) 塗装工程の改善

図V-3-182 に示す通り次の変更をすることにより解決できると考える。

- a) 鑄肌表面処理として、ブラスト技術を導入する
- b) ポンプフレーム類の内面防錆塗装は機械加工前に実施する
- c) パテの塗布は運転検査の終了後に実施する

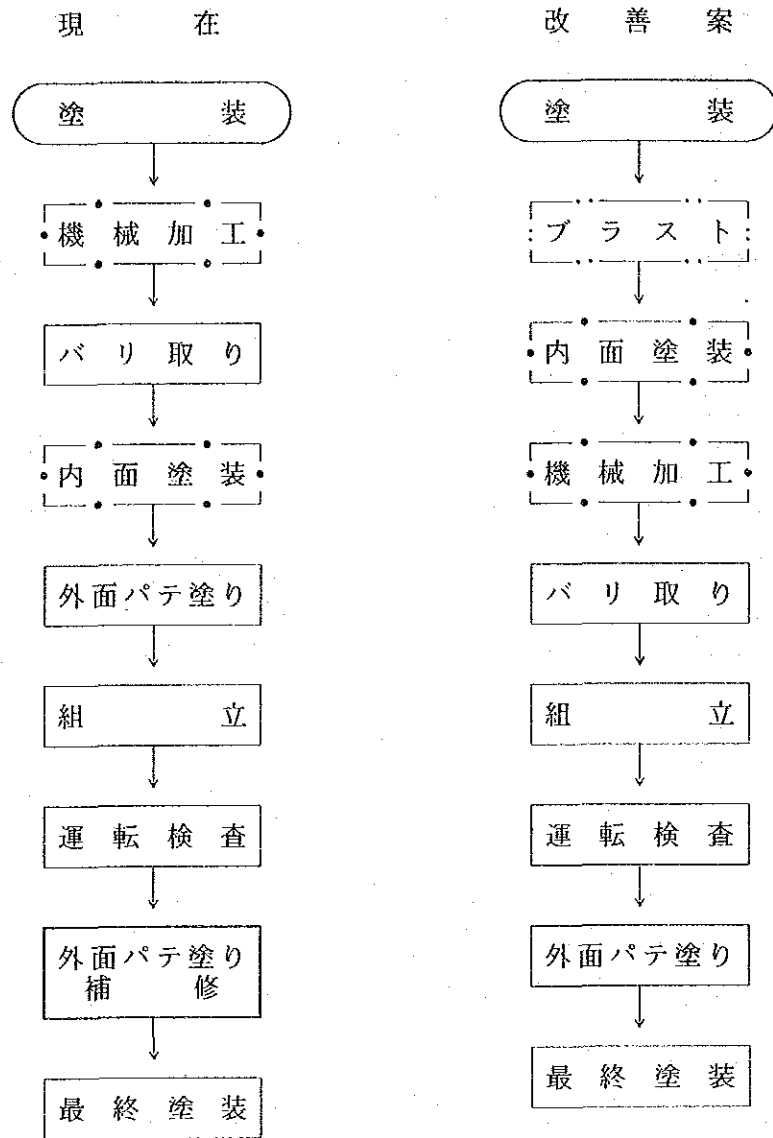
ポンプフレーム内面塗装工程は、鑄物倉庫に塗装担当の作業員が出張して、実施する。

また、日本においては、通常光潔と称するパテ塗り作業は実施していない。鑄肌外表面の仕上がり状態は良好と見受けられ、パテ塗り作業の目的が明確でない。仮に必要な工程であっても、業行規程に定められている為にどうしても行わざるを得ないのだとしたら積極的に業行規程が改められるよう上部機関に依頼することが必要であると考ええる。

このパテ塗り工程の順序を入れ替えることによって、製造日数は短縮される。

改善案の工程にあるブラストとは鑄肌の赤さび、汚れ、型砂などの除去の為、高速で研削材を鑄肌に吹きつける表面処理方法のことをいい、詳しくは後述する。

ブラスト処理をした鑄肌表面の塗装膜が剥離しにくいのはいうまでもない。



- : 改善案では廃止される工程
- : 改善案で導入する工程
- : 工程の順番変更

図V-3-182 塗装工程の改善

2) はめあい公差の改善と電動・空気工具の導入

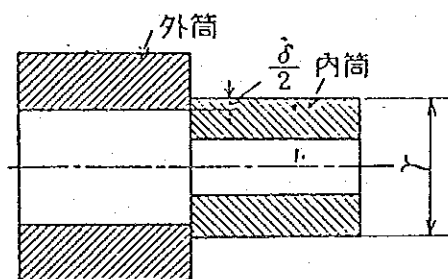
ブッシュやベアリングのはめこみ作業には、「焼きばめ」の技術を導入したり、電動工具や空気駆動の道具を導入する等の新技術、新工具の導入により作業改善をはかり、運搬、移動回数の大幅減少および組立時間の短縮をはかることができる。

例えば既に述べたことであるがコンロッドに銅合金のブッシュをはめ込む作業に、現在は圧入方式をとっているが、焼きばめ方式にするだけで作業時間は大幅に短縮される。

焼きばめ代 δ を得るための外筒と内筒の温度差 Δt は α を外筒の材料の線膨張係数とすると、次の式から計算される。

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

すなわち、外筒の内径 2γ が小さい場合には焼きばめ代 δ が小さくなってはめあい部に高い工作精度が要求されるか、または内外筒の温度差を高める必要を生ずる。したがって焼きばめは外筒の内径が大きい場合には比較的容易に行うことができる。

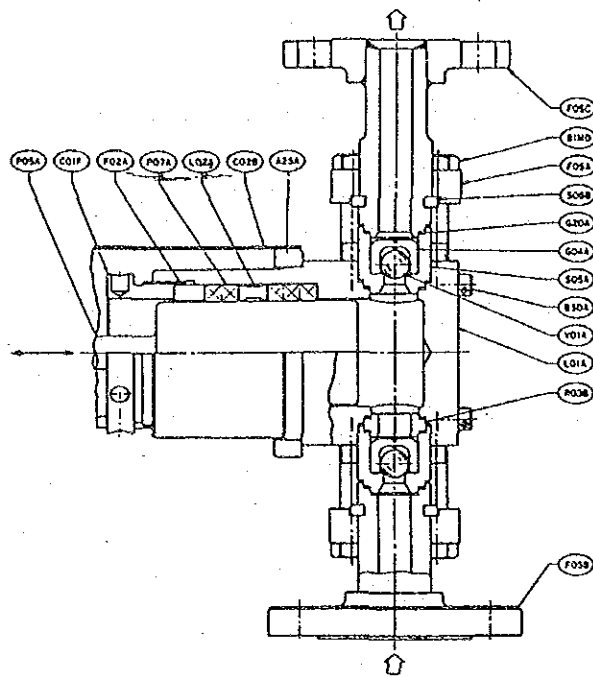


図V-3-183 焼きばめ

3) 組立作業の流れ

組立作業者は“組立”が本来の仕事である。その他の作業たとえばバリとり、洗浄、部品の仮置きなどの作業は、切り離すべきものであると考える。組立作業者は“組立”に専念してこそはじめて品質および工数の面で良い仕事ができるのである。

さらに、工場は、“物を造る場”であり“物を置く場”ではない。極端にいうと、一台の製品を造るためにはそれに必要な最小限度、すなわち、一台分の部品だけあればよい。あり余る部品を手持ちさせておいて、部品一個一個に対しての原価意識や品質意識を作業者に求めたとしても、多分ピンとこないと考える。



ITEM	部 品 名
A25A	リクイッドエンドアダプタ
B1M0	ボルト
B5D4	穴貫穴付ボルト
CO1F	キャップ
CO2B	カバー
FO2A	フォロー
FO5A	フランジ
FO5B	フランジ
FO5C	フランジ
GO4A	バルブガイド
G20A	ガスケット
LO1A	リクイッドエンド
LO2A	ランタンリング
PO5A	プランジヤ
PO7A	パッキン
RO3B	リング
SO5A	バルブシート
SG6B	セグメント
VO1A	ボールバルブ

図V-3-184 接液部組立

a) 組立作業の分業化・専門化

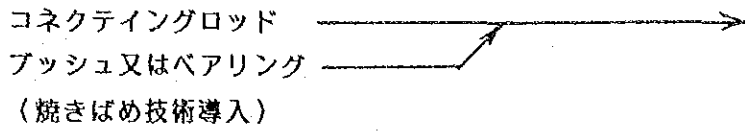
組立作業の能率を上げるには分業化し、専門化することが最も効果的である。部品をセットする専任の人を置き、必要な部品を揃える仕事のみをしていれば、部品の不足は起こらない。部品をセットする専任の人をセット供給者と呼ぶ。組立作業も組立てに専念し、与えられた部品を安心して組み付けていけば、組立不良は発生しにくくなる。

b) 部分組立化の促進

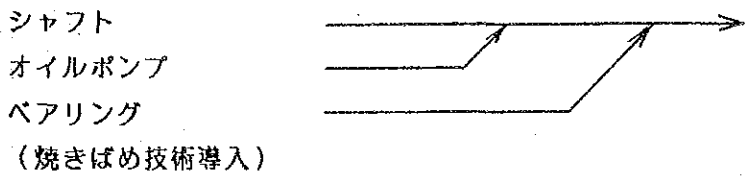
図V-3-184～図V-3-187のようにコネクティングロッド組立、ウォームシャフト組立、Nクランク組立等の部品組立を積極的に推進し、組立作業の分業化・専門化をおしはかる。

セット部品（例えばウォームとウォームホイール、接液部・各部品）はポンプ一台分の部品を適切な大きさの箱に入れて、台車に載せておく。その他の部品は、流れ作業の台数分だけ、各部品ごと、台車に載せておく。

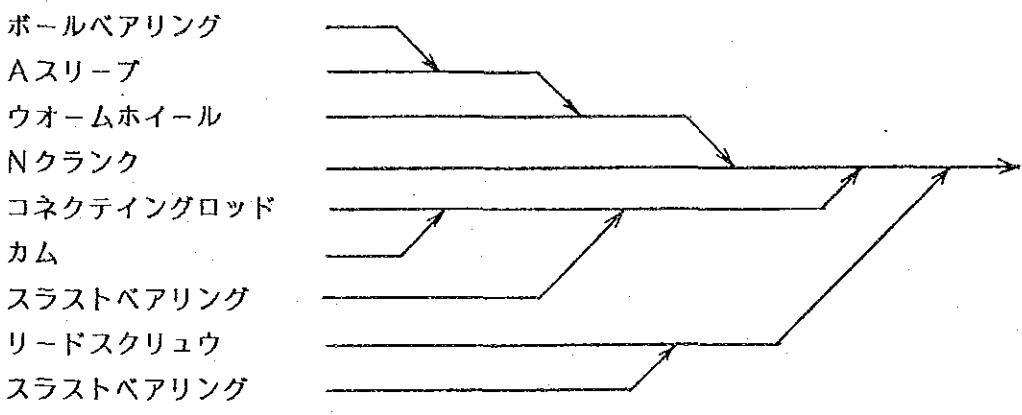
コネクティングロッド組立



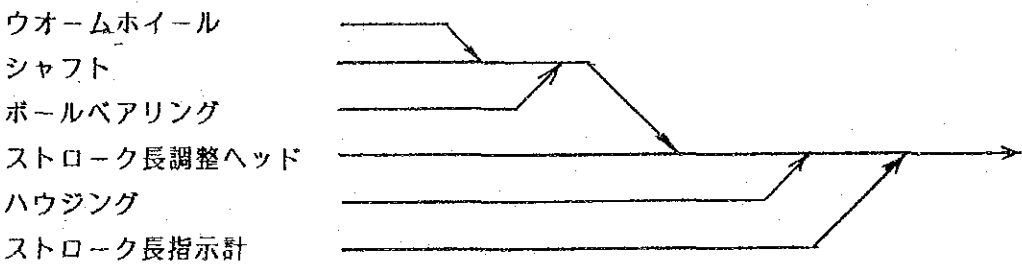
ウォームシャフト組立



Nクランク組立



ストローク長調整機構



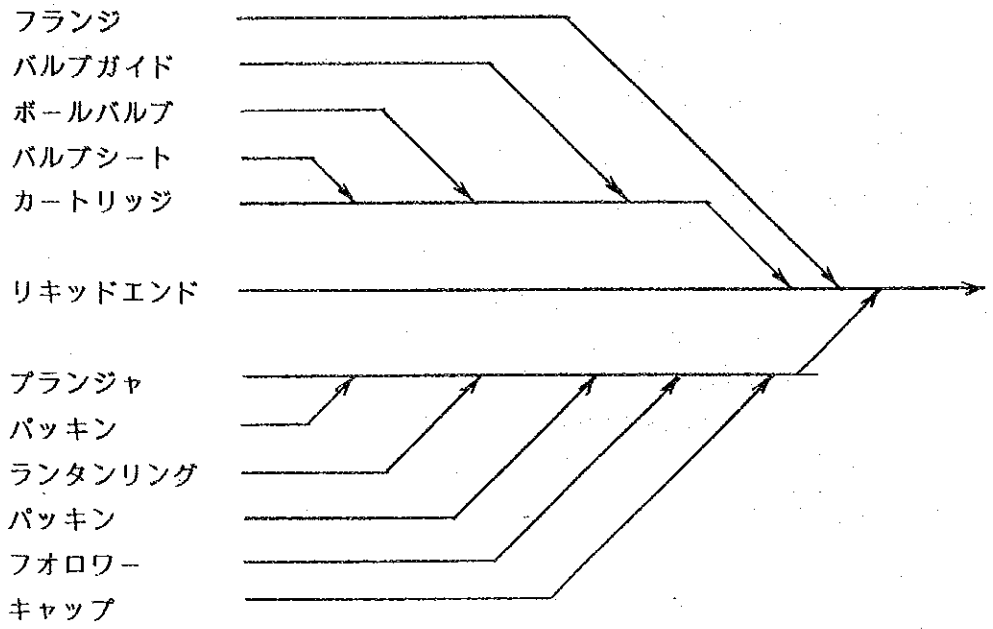
図V-3-185 部分組立

接液部組立

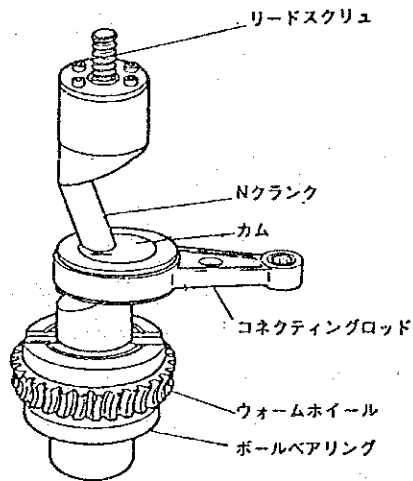
バルブ組立

接液部組立

グラウンド
パッキン



図V-3-186 部分組立



図V-3-187 Nクランク組立

c) セット供給する部品の準備

- ① 製造指図書が台車供給者に渡される。
- ② 台車供給者は各部分組立品を台車にセット（準備）する。
- ③ 原則として、台車には、1台分の部品を同じ数量だけ載せる。
- ④ 朝の始業時からすぐ作業ができるように、台車供給者は前日の最後に引きとった空きの台車に、当日の部品をセットしておく。
- ⑤ 1台の台車に積みきれない時は、部品が無くなる直前に台車を差し換える。

d) 台車へ部品組立品を載せる手順

- ① 部品一覧表を目の前に置く。
- ② 部品を組立てる順番を能率的に考える。
- ③ 主な部品の不良項目を全数検査する。
- ④ 組立てる部品の位置や向きは、それを組立てる作業者と相談のうえ決める。
- ⑤ ビスやワッシャのように小さな部品は作業者の手元に置く。

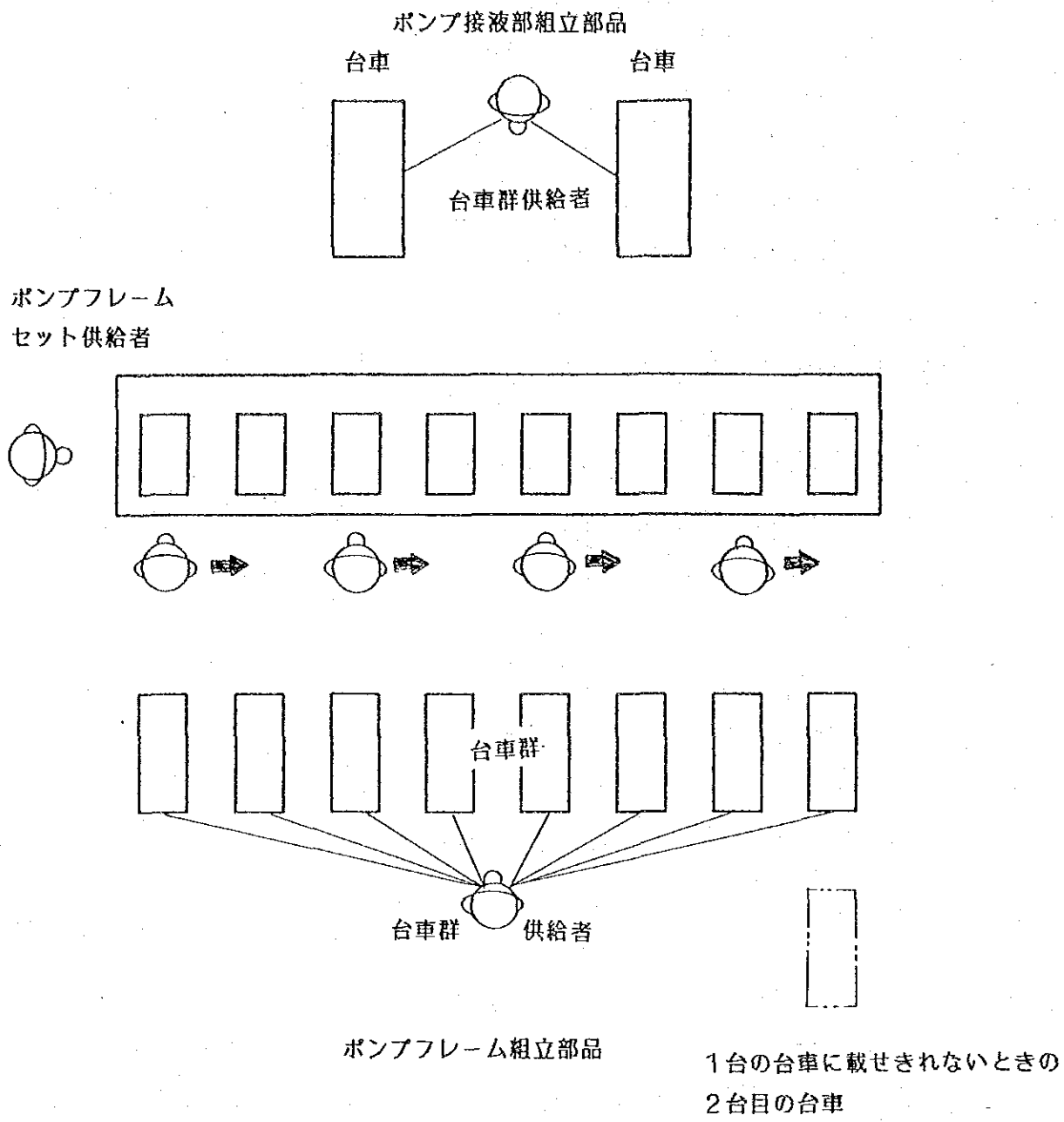
e) 部品組立品の組立（組立作業）

- ① 前の作業者が組みつけた個所を点検する。
- ② 自分の組みつける部品を目視検査する。
- ③ 組みつけ終了後の自己点検をする。
- ④ 不良部品を発見したら、ラインを止め、その場で不良個所を修理する。
- ⑤ 作業が終了したら、次のポンプフレームの位置へ移動し①～④を繰り返す。

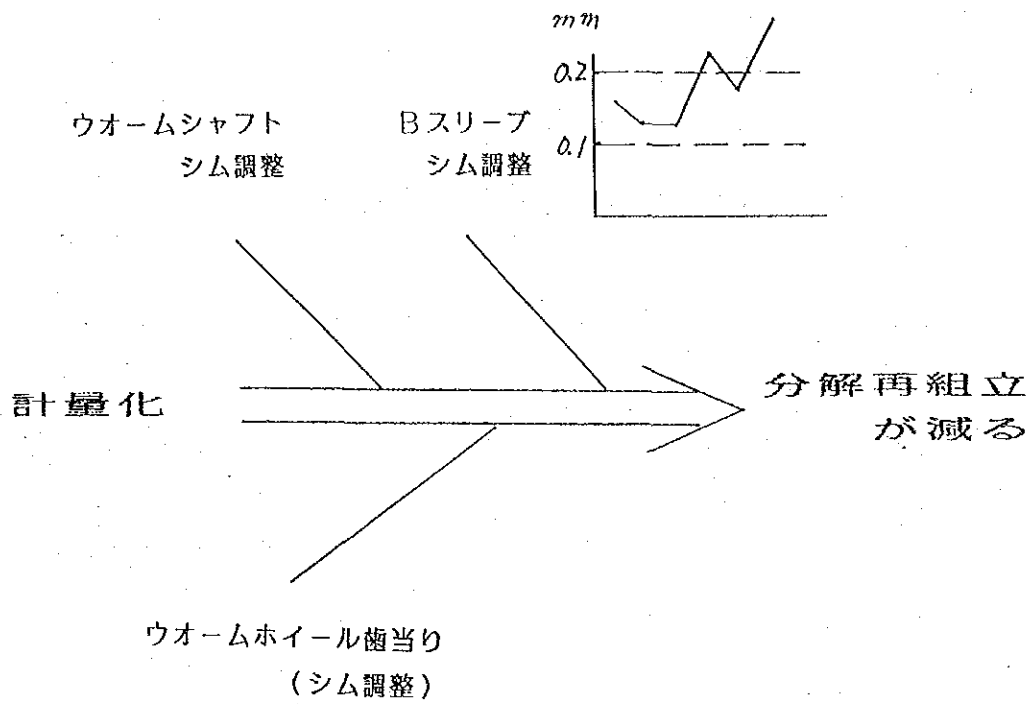
図V-3-188 は組立作業のライン化を示したものである。

ポンプフレームは重量があり、また接液部が大きい時には総組立の完了した時、バランスの崩れやすい場合もあるので、コンベア方式は適さないと考える。代わりに組立作業員が各組立作業完了ごと隣のポンプの作業にとりくむ組立方式が良いと考える。各台車には、ポンプ一台分の部品組立品および部品が載っている。

また、組立ラインをスムーズに流す為には、ウオームシャフトのシム調整、ウオームホイールの歯当たり調整、Bスリーブのシム調整の3調整が必要であり、これらは数値管理を推進することにより分解・再組立の回数を減少させることができると考える（図V-3-189）。



図V-3-188 組立作業のライン化



図V-3-189 シム調整の計量化

(3) ライン化の利点

管理面、環境面および作業者の3つの面で次のような利点がある。

1) 管理面における利点

- a) 組立終了時に端数が出ないので整理が簡単である。
- b) 部品補充のタイミングがわかりやすい。
- c) ライン全体に部品を配らないので管理工数が省ける。
- d) ラインが見通せるので目で見える管理がしやすい。
- e) 部品供給の仕事が誰にでもできる。

2) 環境面における利点

- a) 部品の山積みがなくなるのでスッキリし、作業者が気持ちよく仕事に打ち込める。
- b) 通路にまで物を置かなくてもすむので毎日の作業および災害時の避難などもスムーズにいく。
- c) 明るい雰囲気になり、職場が活性化される。

3) 作業者における利点

- a) 作業者の両側には部品の山積みが無い為、作業動作がスムーズになる。
- b) 動作範囲が小さく一定となり、疲労が減る。
- c) 組立作業に専念でき、能率が向上する。
- d) 品質意識が芽ばえ、作業態度がより真剣になる。
- e) 準備された一個一個の部品を使うので組立忘れがなくなる。
- f) 自分の作業ミスが組立ライン全体に大きな影響を与えるので作業態度がよくなる。

(4) 設備

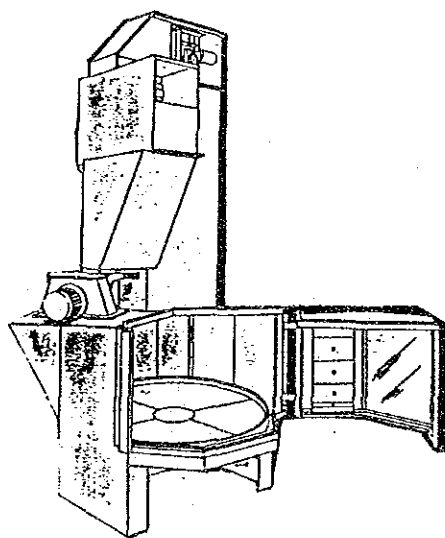
1) 鑄肌清掃とブラスト装置

型ばらし後の鑄物の鑄肌には型砂やスラグが付着しているため、ショットやグリッド、カットワイヤなどの研削材（研掃材）を高速回転するインペラによって鑄物表面に投射し、付着している砂を除去して鑄肌を露出させる作業が鑄肌清掃（研掃）であり、その設備がショットブラストである。図V-3-190はテーブル型ショットブラスト装置を示す。

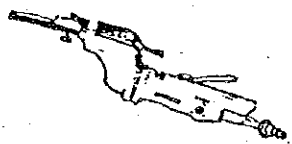
2) 鑄ばり仕上げ用道具

鋳物にはロストワックス製品などを除いて、必ず鋳型の合わせ面である見切り面があり、また中子を使用している場合には中子と主型、または中子と中子との合わせ面がある。

主型や中子が非常に精度よくできていて、これらの面が完全に密着していればともかく、わずかでもすきまがあれば液体である溶湯はそのすきまに流れ入り、凝固後は鋳ばりとなるのでこれを除去しなければならない。また破断や溶断によって除去した湯道や押湯の堰断面も、周囲の面から突出しておれば削りにとっておく必要がある。

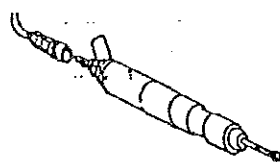


図V-3-190 テーブル型ショットブラスト



ダイナファイル

図V-3-191



エアソニック

図V-3-192

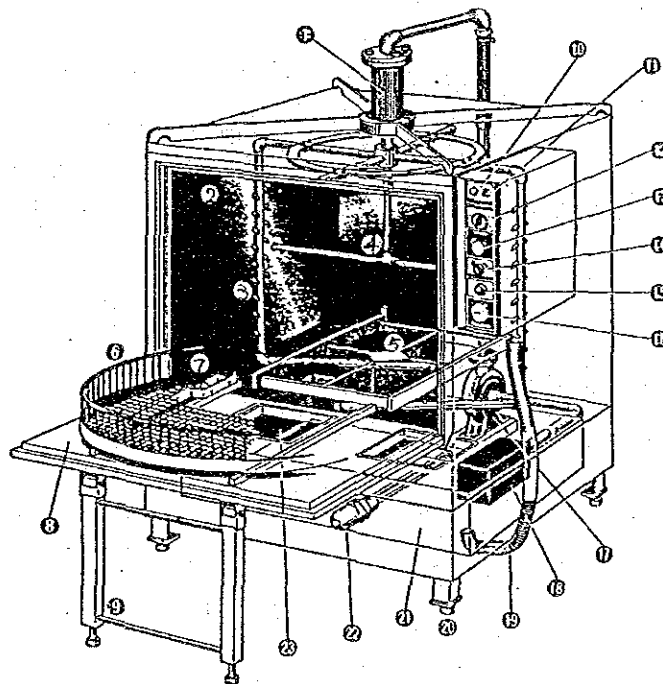
これらの仕上げ作業に、用途、部位に応じた形状のたがねを装入し、その刃先を鑄ばりや堰跡に押しあて、ハンマでたがねを叩き鑄ばりを折り、堰跡を削り取っていた。これについては作業者の疲労および効率の点からハンドグラインダを採用するのが良いと考える。鑄物内部の鑄ばりの除去用としては、ダイナファイル（図V-3-191）、エアソニック（図V-3-192）等がある。

3) 洗浄装置

現在は、組立作業者が各人、必要に応じ足元に置かれた容器で手洗いをしているが、組み立てを流れ作業方式に変える為には、洗浄工程を組立から分離・独立させ、かつ狭い場所で効率向上を目ざすには洗浄の機械化が必要と考える。

図V-3-193 は、ジェット噴射型温水洗浄装置を示す。

- ①ロータリージョイント
- ②洗浄室
- ③クロスアーチ型回転ノズル
- ④T型ノズル(ワンタッチ着脱式)
- ⑤バスケット受台
- ⑥スライド式洗浄バスケット
- ⑦バスケット車輪
- ⑧扉
- ⑨扉ロック兼用支え脚
- ⑩洗浄液汚染警報ランプ
- ⑪停止ランプ
- ⑫洗浄タイマー
- ⑬サーモダイヤル
- ⑭電源スイッチ
- ⑮運転ランプ
- ⑯液度計
- ⑰洗浄ポンプ
- ⑱サクションフィルター
- ⑲ドレンホース
- ⑳レベルボルト
- ㉑洗浄液タンク
- ㉒ヒーター
- ㉓バスケットフィルター



図V-3-193 ジェット噴射型温水洗浄装置

4) 電気炉と手動プレス (Press) 機械

焼きばめ技術を導入する場合、小型の電気炉が必要となる。加熱される部品は主にブッシュやベアリングのような寸法形状の小さいものが主体となり、電気炉の容

量は、4 KW、炉の大きさは、600×600×600 程度のもので十分と考える。

焼きばめされたブッシュやベアリングをコネクティングロッドやシャフトに、垂直に規定寸法の位置までキチンと圧入するために、小型の手動プレス機械が必要と考える。

5) ダクト装置

屋内で、ハンドグラインダやエアソニック等の道具を使用して铸バリや機械加工品のバリの除去作業をする場合、铸バリ等の金属の粉の他にハンドグラインダ本体も摩耗し吹き飛ばされ、周囲の環境を汚染する。そのため、バリ取り専用の部屋を設置し、更に粉塵を屋外に排出する為のダクト装置を設置することが必要と考える。

3-4-3 運転試験方法の改善と試験検査設備

(1) 運転試験方法の改善

現状では、ポンプの大小、流量の多少、吐出圧力の高低などに関係なく図IV-2-21に示すような配管をポンプに取り付けた単純な方法で試験を行っている。しかし、吐出量測定の際は、圧力調整並びに、流量測定のコイミング (Timing) 等、熟練を要すところがある。更に、吸込、吐出いづれも、仮に配管サイズが不適當な時には、オーバーフィーディング (over feeding) を生ずる。

運転検査の現状と問題点で述べたように、ポンプ台数が多くなると、品質管理の一環として、同一条件で運転検査をすることが必要となる。すなわち、だれが測定しても、条件が同じなら、同じ流量にならなければならないのである。

更に、現在の運転検査場においては、配管の取り付け、取りはずし及び計測準備などの段どり作業に多くの時間をとられすぎている。

これらの問題点を解決する為には、本格的な試験・検査設備の導入が必要であると考える。

(2) 試験装置

計量ポンプの流量測定方法は表V-3-13太線で区分した、流量-圧力範囲において、それぞれのポンプに最適な装置で測定するのが良いと考える。

各流量域ごとの試験方法は表V-3-12に示す通りである。

表V-3-12

		流 量 (l/h)	主な ポン形式	流量測定方法	流量指示計	台数 台	比率 %
1	微少流量 少流量	1以下 $1 < Q \leq 3$	ZJ ₁ JW	吸込側 計量タンク	手計算	150	4.2
2	中流量	$3 < Q \leq 100$	ZJ ₂ J _x J ₂	吸込側 計量タンク (自動測定)	コンピュータに接続	1150	31.9
3	大流量	$100 < Q \leq 6000$	J _z J _o ZJ ₃ JT	吸込側 パッファタンク (自動測定)	指示計標示	2150	59.7
4	超大流量	$6000 < Q$	ZJ ₄ J ₆	今回の近代計画対象外		200	5.6

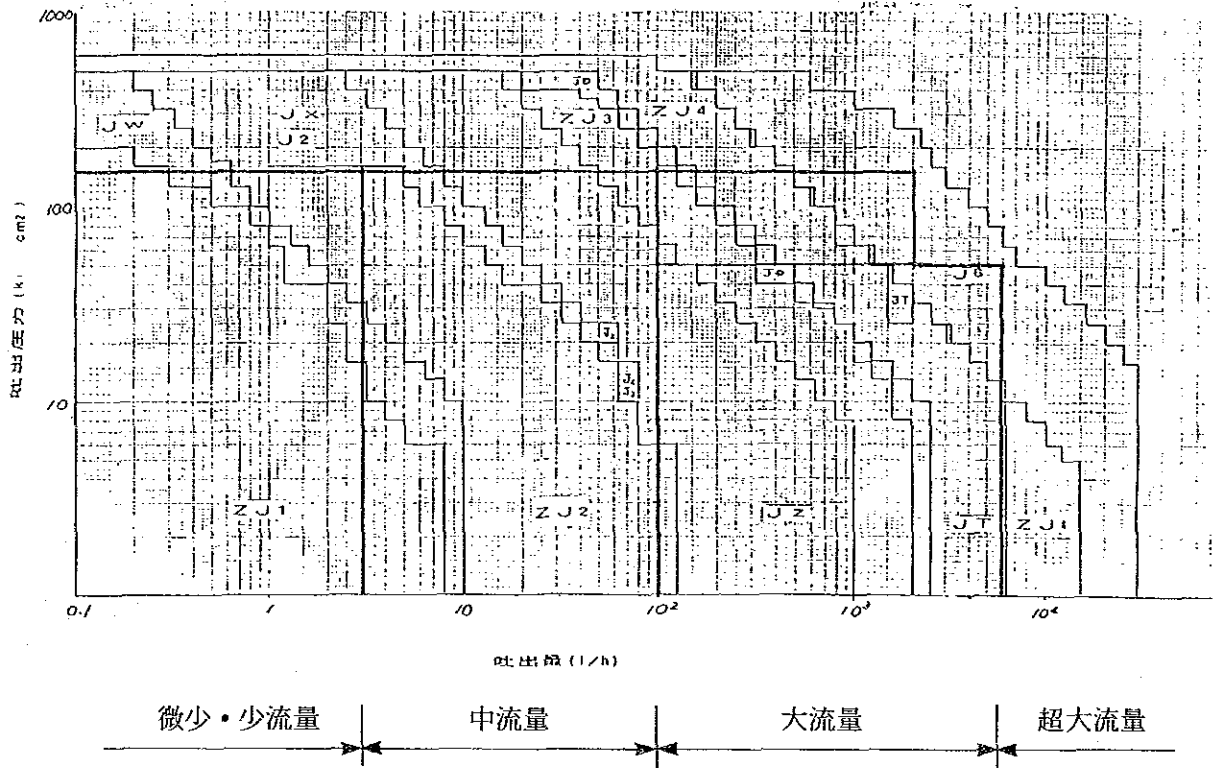
自動測定は、3 l/h を越え、6,000 l/h までの流量域をカバーし自動化率は91.6%になる。

1) 微少流量、少流量の測定

(a) 現在の測定方法と問題点

IV-2-3 検査工程で述べたように、少流量を図IV-2-21の方法で測定することは、次の理由から非常に難しい。

表V-3-13 ポンプ特性の流量・圧力区分

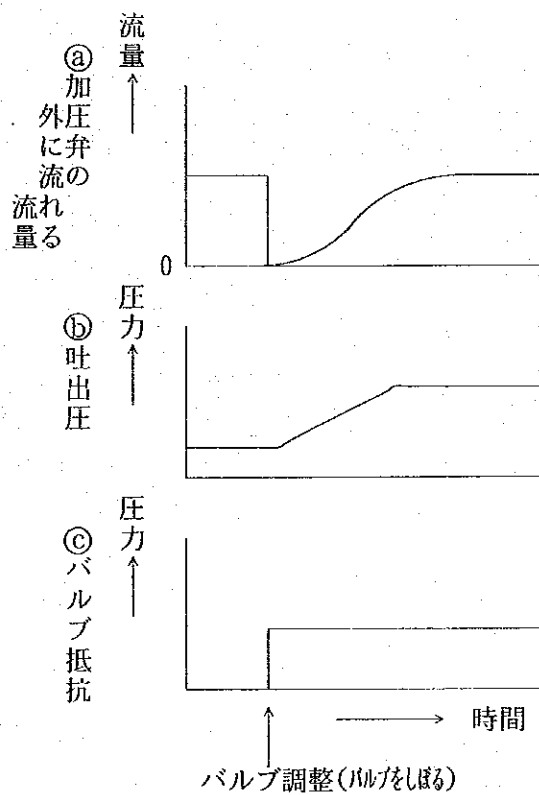


- ① 吐出側の加圧弁を調整しながら、吐出圧力を発生させているが、流量が微少な為、弁の絞り抵抗をつけるには、ほとんど閉め切りに近い状態にする必要があり、圧力調整がむずかしい。
- ② 流量測定側の吐出側にエアチャンバを取り付けざるを得ない。この為バルブを調整するとある一定圧力になるまで（安定するまで）エアチャンバ内に、液が供給され、吐出側・加圧弁出口にはしばらくの間、液が出てこない。（図V-3-194）。
- ③ 吐出圧が完全に安定するまで、吐出弁出口の一滴一滴の定量性が得られない。

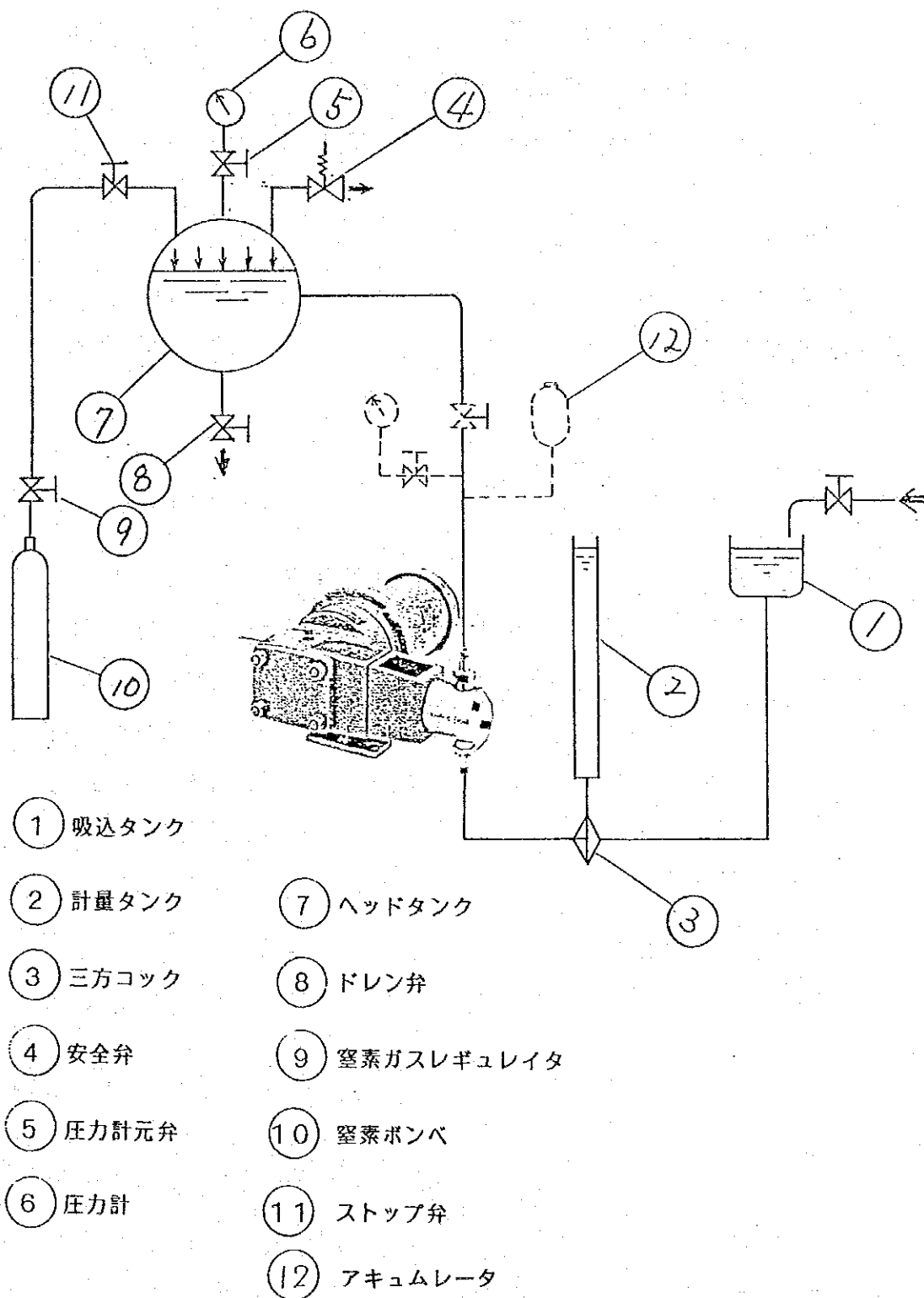
(b) 新しい試験装置

図V-3-195 に示す通り、流量測定はポンプ吸込配管の途中に設置した計量タンクの水位を測定することにより行われる。慣らし運転中は、三方コックを吸込タンク側へ切り換えておき、計量のときだけ計量タンク側へ切り換える。

グランドパッキンや配管からの液洩れが無い限り吐出量は吸込量に等しいことを利用したものである。



図V-3-194



図V-3-195

微少流量のとき、吐出圧力の高いときには、ヘッドタンクそのものを直接加圧する方法が、現在の試験方法に比べ、はるかに取り扱いやすい。ヘッドタンクの加圧は窒素ポンプから加圧窒素を供給して行われる。ポンプを長時間運転するとヘッドタンクの水位が上昇し、やがて異常圧力（高圧）を発生する為、ヘッドタンクには安全弁を設置する。

流量の測定は次の通りとなる。

図V-3-196において、Aを計量タンクの断面積、Hを水位変化量、 N_0 を水位がHだけ変化するに要したストローク数、 N_R をポンプ実測ストローク数とすると、流量は

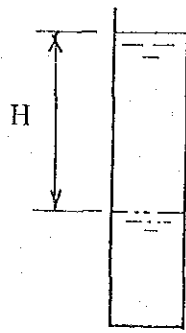
$$Q = \frac{H \times A \times N_R}{N_0}$$

で表される。

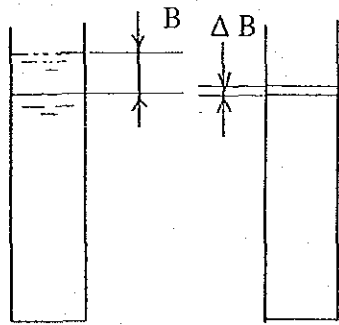
計量タンクを透明な材料で、この装置を作成した場合、吸込側バルブシートからの液洩れ現象を図V-3-196のように簡単に発見することができる。

吸込工程で水位がBだけ低下したとする(1)。次に吐出工程で ΔB だけ水位が上昇したとする(2)と、三方弁のシール不良で吸込タンクから液が逆流していない限り、ポンプ・吸込側バルブシートのシール性不良が、その原因になる。計量タンクの断面積を $A \text{ cm}^2$ とすると1ストローク当たりの洩れ量は $A \cdot \Delta B$ となる。

吐出量不足の一因である吸込側バルブとバルブシートの洩れを簡単に、かつポンプ運転後早い時期に発見し対策をたてることができる。



A : 断面积
H : 水位变化量



吸込工程

吐出工程

(1)

(2)

A : 断面积

图V-3-196

2) 中流量の測定

図V-3-197 に示す通り、流量測定の原理は、微少・小流量の測定方法と同じであるが、水位の変化を精密圧力伝送器を用い、電気信号に変換し、電子計算機でデータ処理をし、測定値の標示及び記録の作成をさせる。

装置の概略は次の通りである。

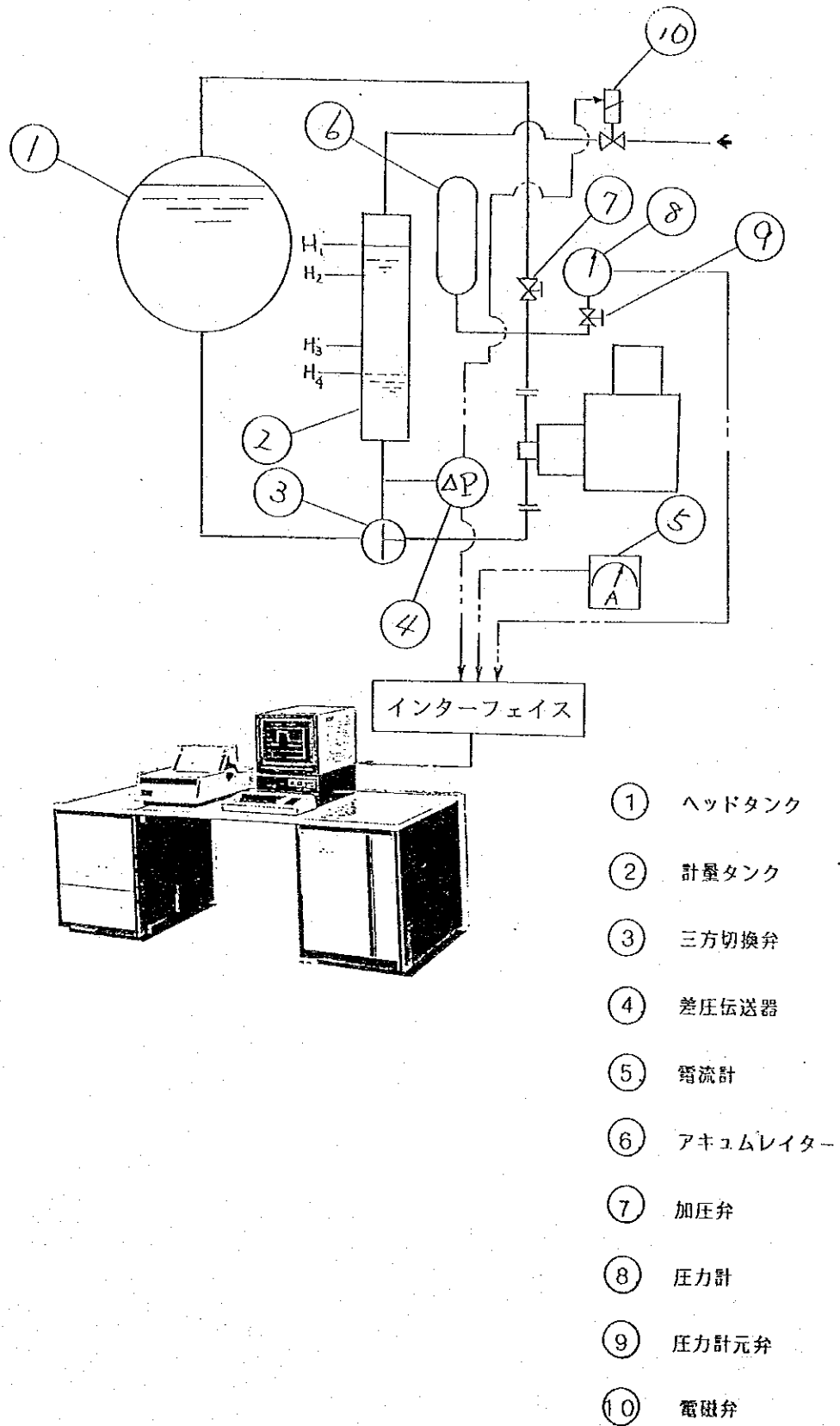
慣らし運転中は三方コックはヘッドタンクに接続されている。計量に入ると、計量タンク側に切り換えられる。計量タンクの水位が H_1 に上昇すると電磁弁 V_1 が閉じる。ポンプが数ストローク慣らし運転されてから、計量に入る。この時の水位を H_2 とする。計量開始後、ストローク数 N_0 回の時の水位を H_3 とする。水位が H_1 まで低下したとき、電磁弁が開き、計量タンクの水位は上昇する。

以上をフローにすると、図V-3-198 の通りとなる。

流量の計算は次式で表される。

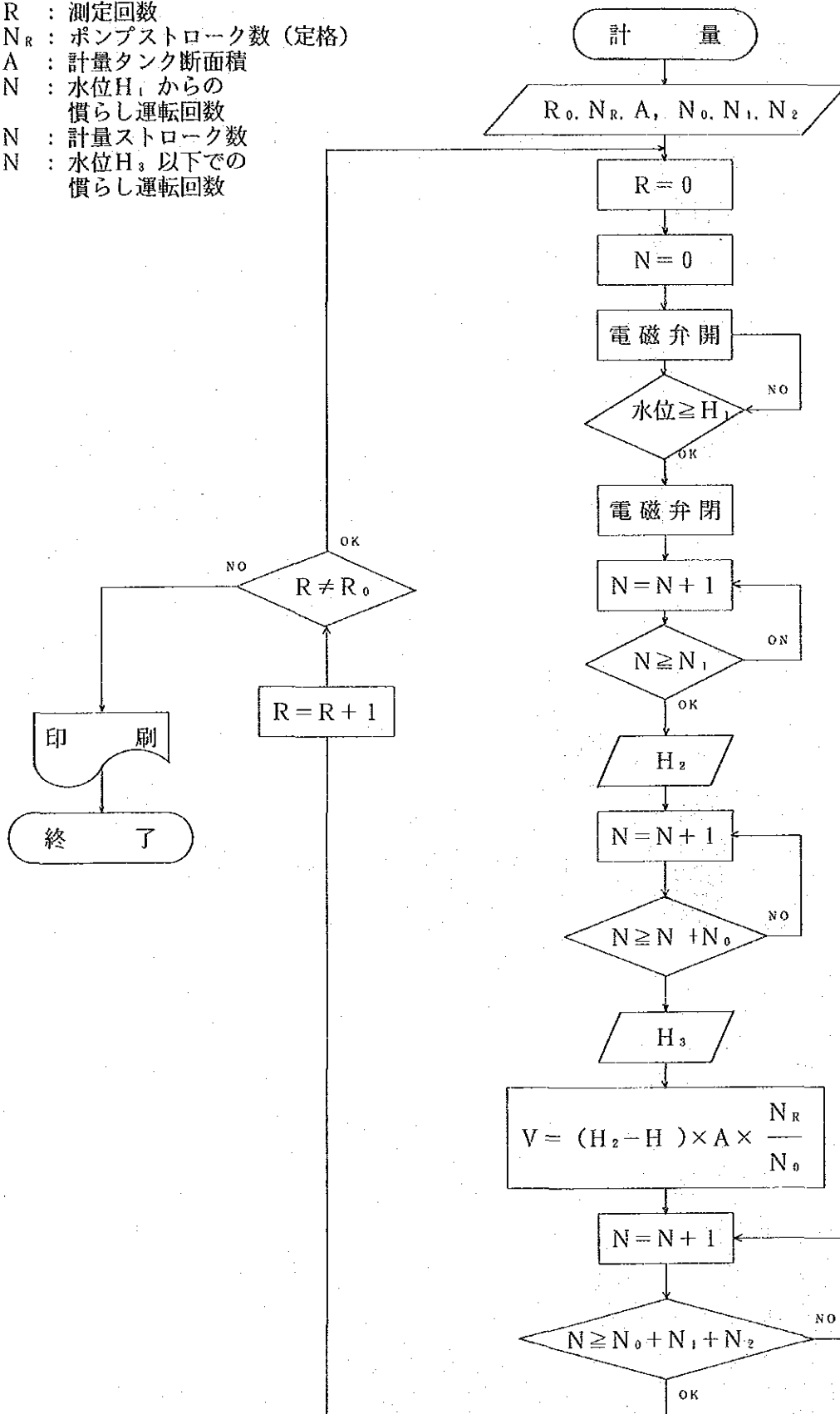
$$Q = (H_1 - H_3) \times A \times \frac{N_R}{N_0}$$

また流量測定パネルとして構成すると図V-3-199 となる。ただし、水の流通系と電気系を一つのパネルに組み込むので、安全上の配慮が不可欠であり、また操作性についても同様の配慮が必要である。



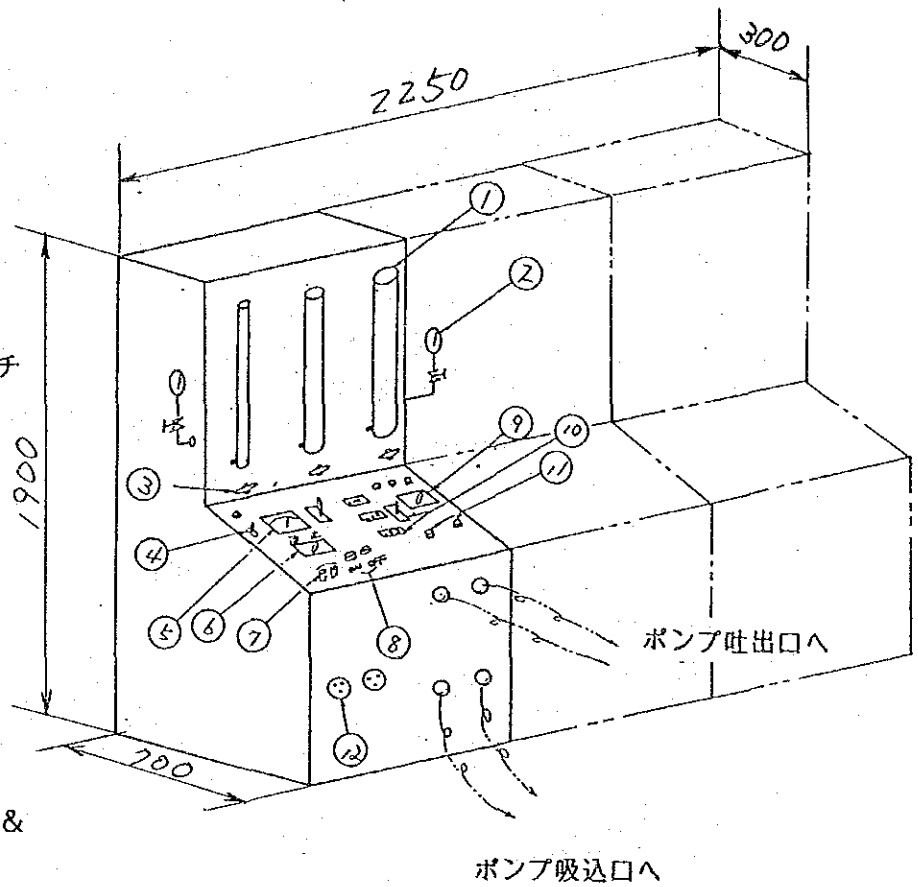
図V-3-197

- R : 測定回数
- N_R : ポンプストローク数 (定格)
- A : 計量タンク断面積
- N : 水位 H_1 からの慣らし運転回数
- N : 計量ストローク数
- N : 水位 H_3 以下の慣らし運転回数



図V-3-198

- 1 計量タンク
- 2 圧力計
- 3 計量タンクドレン
- 4 操作電源スイッチ
- 5 接点付電流計&スイッチ
- 6 回転方向切換スイッチ
- 7 電流計出力端子
- 8 電動機起動スイッチ
- 9 計量タンク切換スイッチ
- 10 ストロークカウンタ & カウンタ電源スイッチ
- 11 アキュムレイタ No1&No2
- 12 モータキャブタイヤコネクタ



図V-3-199 運転試験装置

3) 大流量の測定

(a) 測定原理

図V-3-200 に示す通り、タンク上面と同じ高さの直径の太い管をポンプ吸込口直前に垂直に立てる。この管をバッファタンクと称する。通常吸込配管内径の2倍程度の管を用いればタンクとバッファタンク間の慣性抵抗を小さくできる。

そのため流量は、

$$Q = A \alpha \sqrt{2 g \Delta H}$$

A : 吸込管断面積

α : 流量係数

g : 重力加速度

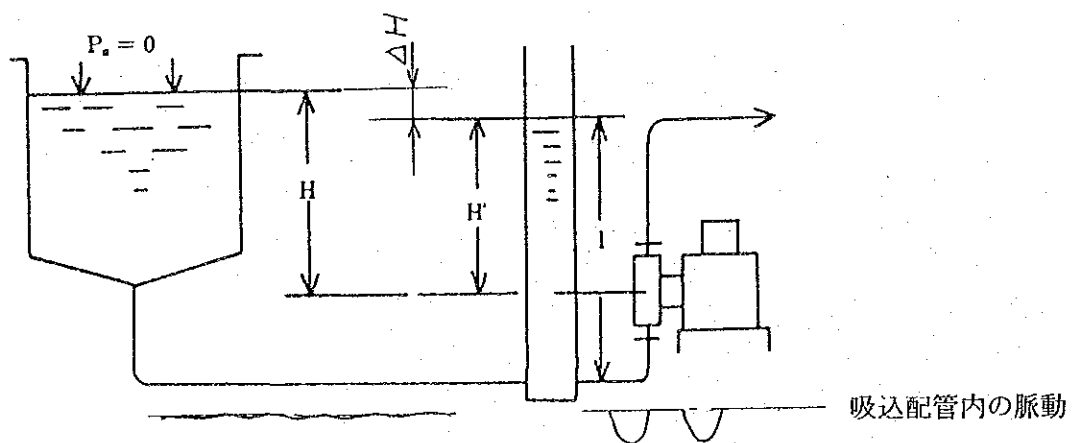
ΔH : タンクとバッファタンクの水位差

で表される。

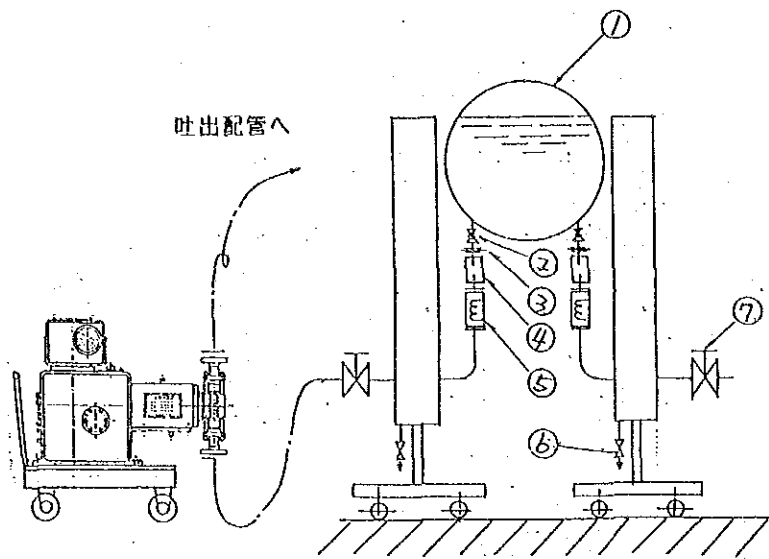
この原理を応用した試験装置は図V-3-201 示す通りである。この装置で注意を要する点は、ヘッドタンクの容量は水位が変動しない程度のものでなければならないことである。

また、吐出配管内の脈動もアキュムレータを取り付け、消去しないと、ヘッドタンクの水位変動の一因になる。

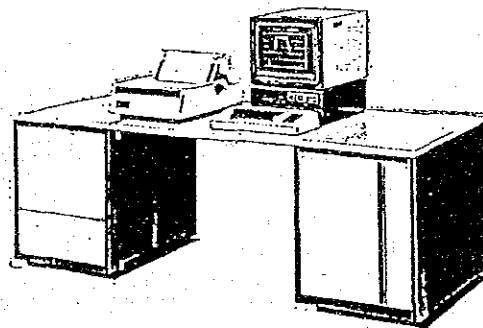
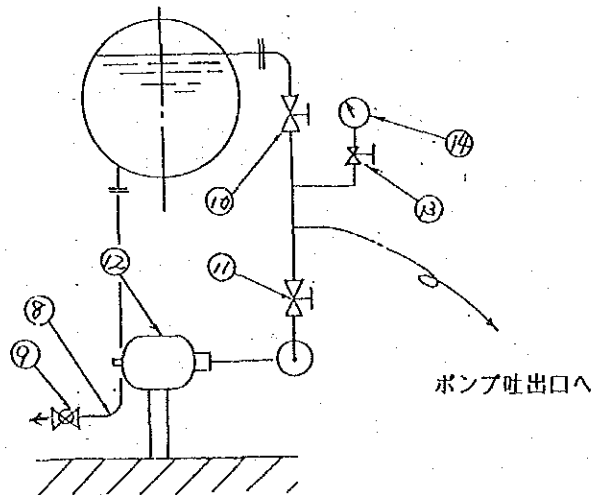
流動測定パネルとして構成すると図V-3-202 となる。



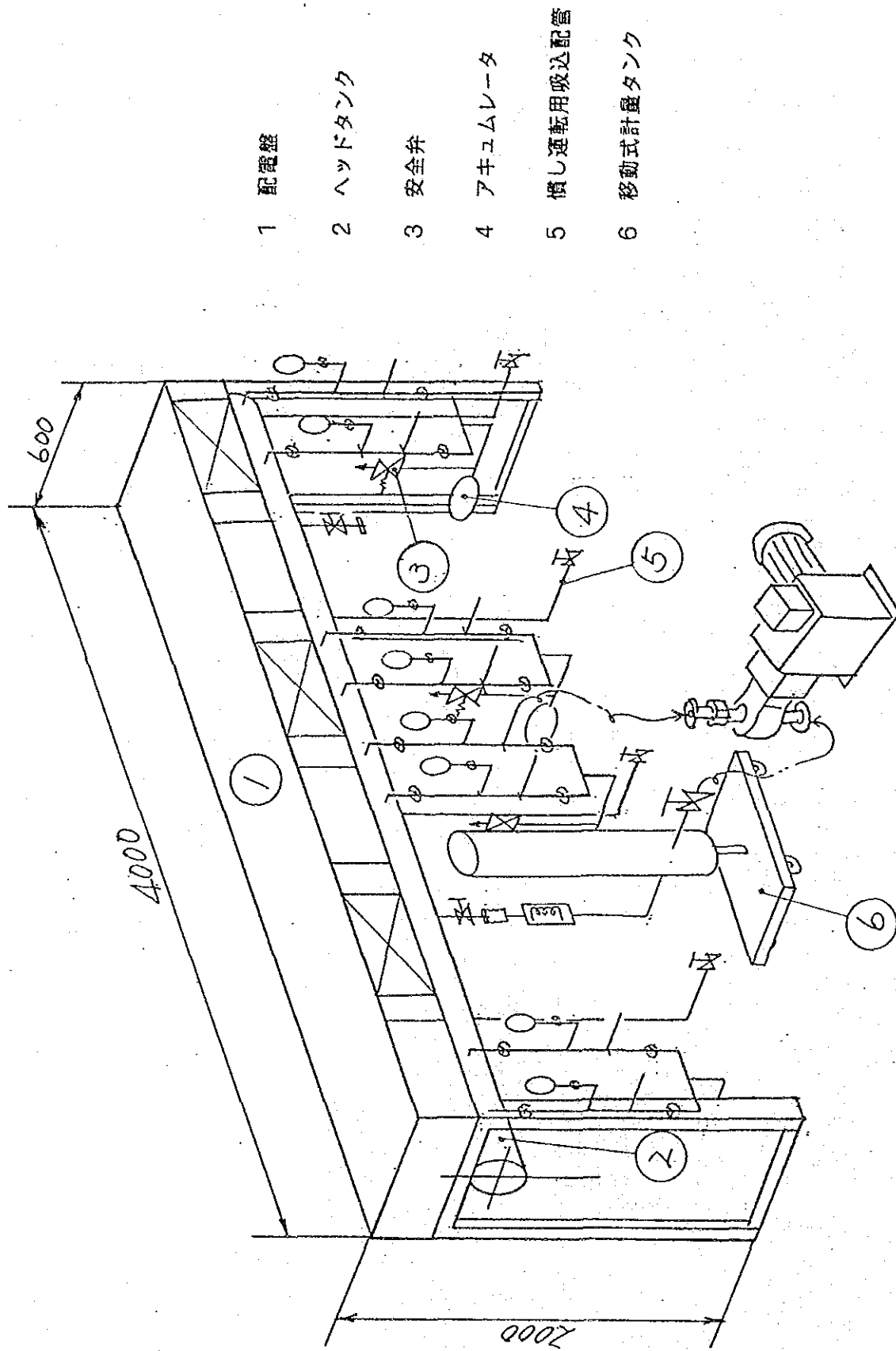
図V-3-200 流量測定原理



- ① ヘッドタンク
- ② ボール弁
- ③ ユニオン継手
- ④ フレキシブルホース
- ⑤ 電磁流量差形
- ⑥ ドレン弁
- ⑦ 吸込ストップ弁
- ⑧ 吸込み管 (慣し運転)
- ⑨ ボール弁
- ⑩ 加圧弁
- ⑪ ストップ弁
- ⑫ アキュムレータ
- ⑬ 圧力計元弁
- ⑭ 圧力計



図V-3-201 流量測定



- 1 配電盤
- 2 ヘッドタンク
- 3 安全弁
- 4 アキュムレータ
- 5 横し運転用吸込配管
- 6 移動式計量タンク

図V-3-202 運転試験装置

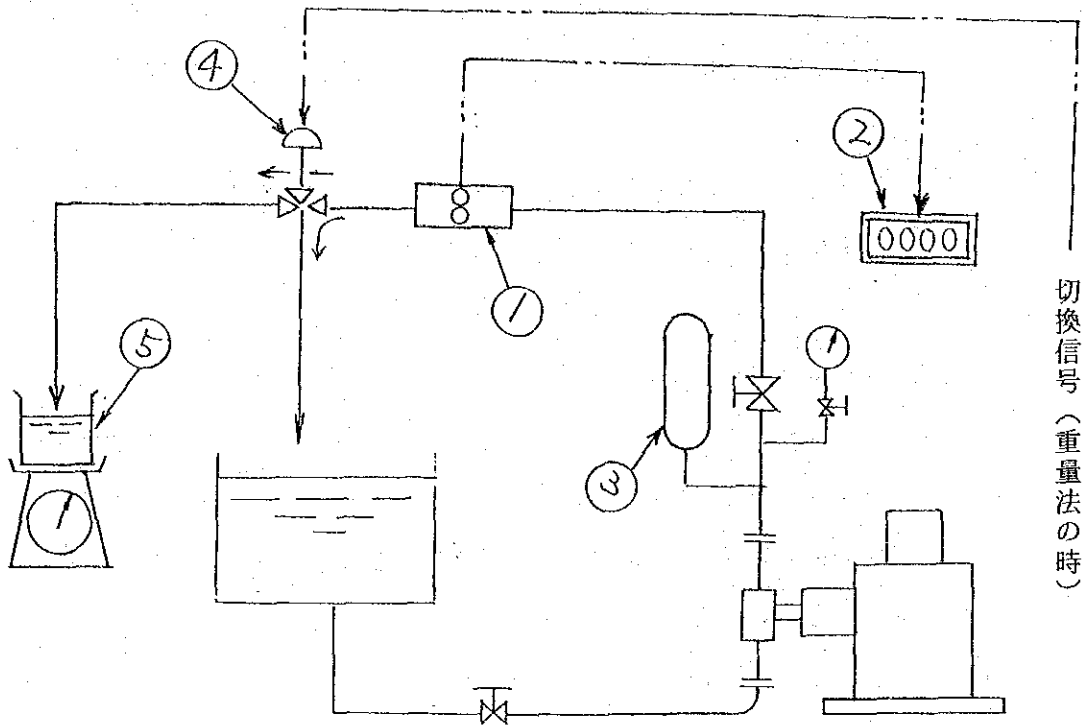
ヘッドタンクとバッファタンク間の流れは、脈動が消去されるので、流量計として電磁流量計を用い、その電気信号を電子計算機に導き自動測定することができる。

また、超大流量（6000 ℓ/hを超えるもの）用装置については、今回の近代化計画では対象外であるが次の案を提案する。

ヘッドタンク・開ループ方式

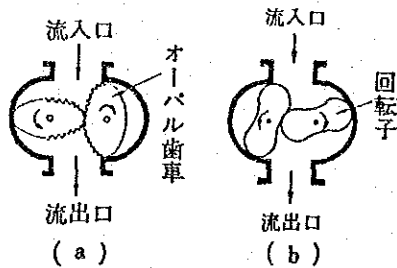
吐出量が6000 ℓ/h以上になると、プランジャ1ストローク当りの吐出量が約1.1 ℓ以上（ストローク数 90rpm）となり10ストローク分の重量を従来方式で測定すると仮定すると、重量は、11kgw 以上となり、かなり大がかりな測定方法になる為、測定者の疲労や測定のタイミングの悪さ等で必ずしも正確な測定ができるとは限らない。

測定精度、作業能率の向上、測定者の健康、環境改善の為には、流量測定には図V-3-203 に示す通り、間接的な測定方法を採用するのがよいと考える。流量計としては、歯車式流量計（図V-3-204）が適する。この流量計の場合、多少の脈動があっても測定できるが、精度は±1%となる。吐出側で三方弁切換による重量法測定も考えられるが、吐出側にアキュムレータが設置されている為、三方弁切換の時、吐出配管内の管路抵抗変化による抵抗の一次遅れ現象（V-3-4-3）を生じ、吐出し量が不安定になり、精度が低下する。



- | | |
|------------|-------------|
| 1. 歯車式流量計 | 4. 遠隔式三方切換弁 |
| 2. 流量指示計 | 5. 重量法式流量測定 |
| 3. アキュムレータ | |

図V-3-203 超大流量測定方法



図V-3-204 歯車式流量計

なお、三連のプランジャポンプの計量は、図V-3-203の方法で実施できる。

装置の設置場所としては次の二通り考えられる。

① 組立第二工場検査場

近代化計画工場配置(V-3-5-6)においては、組立第二工場検査場に装置及びポンプ設置用として、16㎡(4×4m)予定している。

② 組立第一工場(現総組立工場)検査場

現在の総組立工場に設置し、この装置を利用して遠心ポンプの性能測定にも利用する。

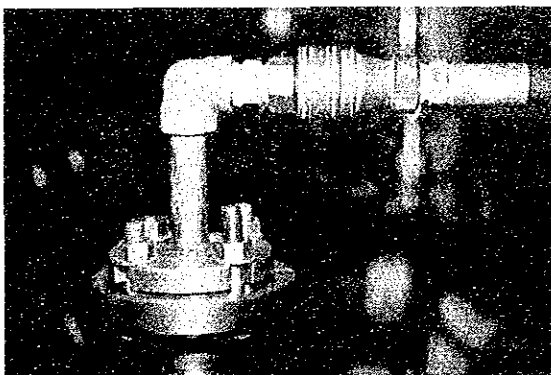
4) 配管継手とフレキシブルホース

先に述べた1)~3)の装置の出入口配管とポンプ本体は耐圧性のあるフレキシブルホース(flexible hose)で接続される。

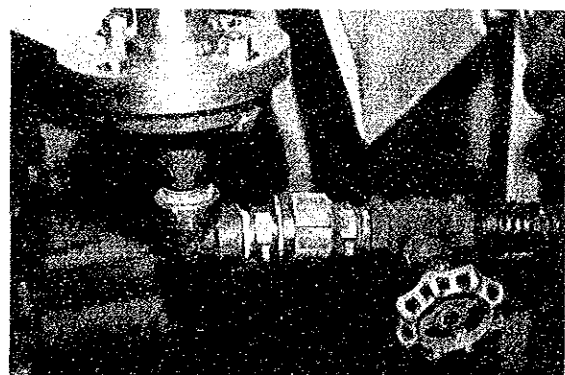
またポンプ出入口のフランジ継手との接続は、図V-3-205~V-3-206のような脱着自由自在な継手を用いて行われるので配管作業の能率が向上する。

5) 配電盤の充実

IV-2-3-2及び2-3-3電源設備において述べたように量、品質及び安全上問題がある。図V-3-207配電盤図及びシーケンスに示すようなパネルを多数、試験装置のヘッドタンクの上に載せ、又は、車輪を取り付け、移動式にすることにより、パネルに水が付着することを防止できる。



図V-3-205



図V-3-206

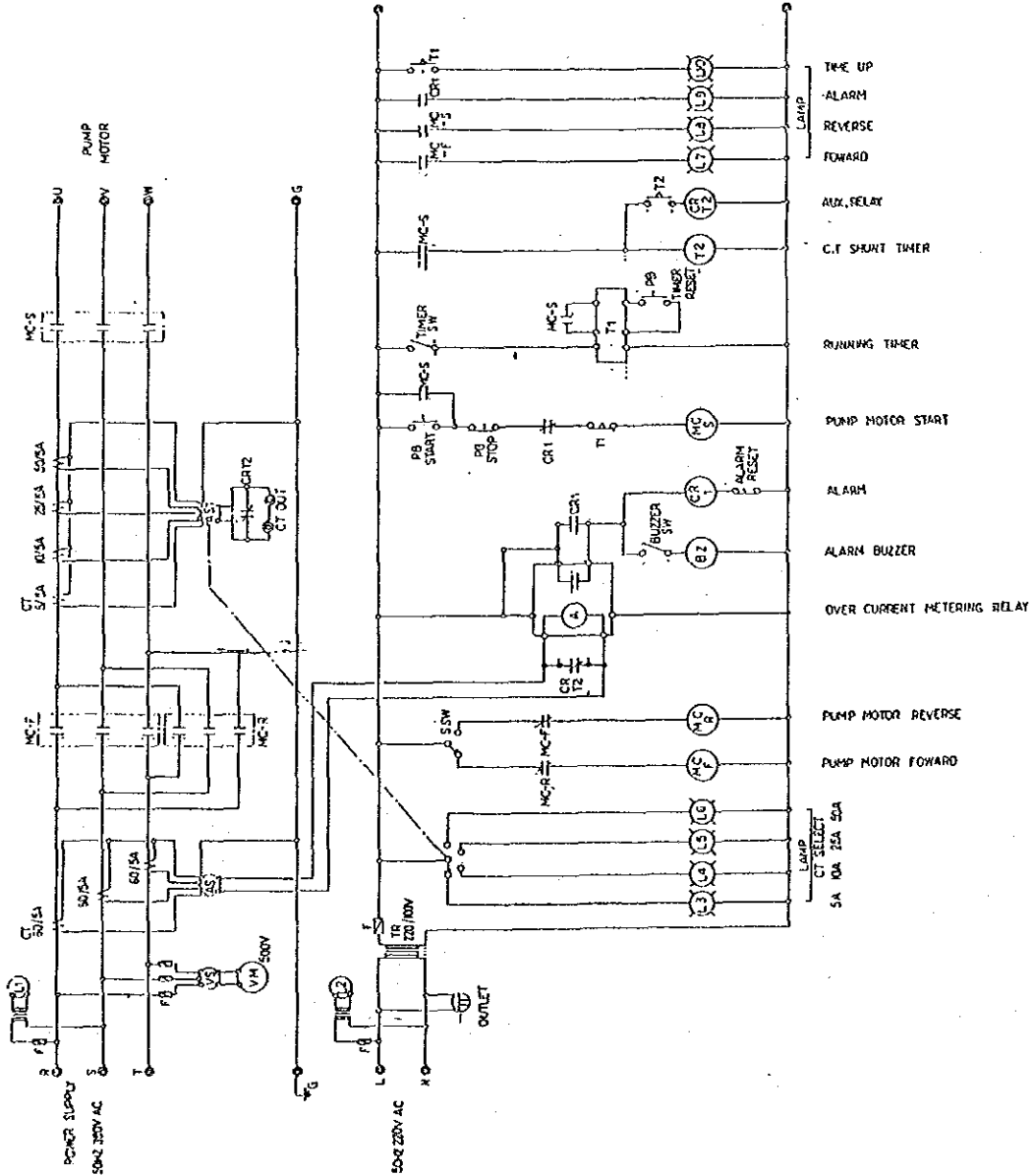
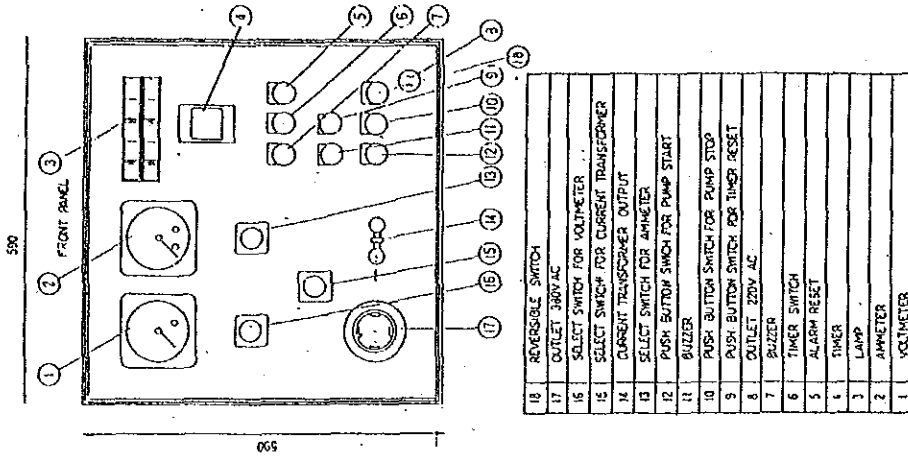


図 V-3-207 配電盤図及びシーケンス

(a) パネル仕様

- ① 電圧計； 三相線間電圧を計測する、500Vメーター
- ② 電流計； メーターリレー型 三相電流切替スイッチ付 60/5Aメーター
- ③ 相回転切替；コンタクター パーフェクトロック型 セレクタスイッチにより切替する。
- ④ 電流計測； R相を計測，CT 5/5A，10/5A，25/5A，50/5Aを設けセレクタスイッチにより切替する。
- ⑤ ポンプスタート，ストップ；ポンプの起動及び停止は押しボタンスイッチにより，コンタクターで行う。
- ⑥ 計器用電源のアウトレットをパネルに設ける。
- ⑦ 過電流をメーターリレーで検出する。 検出の際，ポンプを停止し，警報ブザー及び表示灯で表示する。
- ⑧ アラーム表示はホールドする事。
- ⑨ タイマー運転が出来る事。 タイマーはカンウトダウンし，液晶表示によって，運転状態が確認出来る。
- ⑩ 起動時の突入電流からメーター保護の為，タイマーにより，t秒間，CT 2次を短絡する。
- ⑪ 動力電源と制御電源は別系統とし、制御電源はさらに、100V-ACにトランスダウンする。
- ⑫ 表示灯で表示される項目は次のとおりとする。

動力電源の有無

制御電源の有無

正転選択

逆転選択

CT 選択 5 A
" 10 A
" 25 A
" 50 A

アラーム

タイムアップ

- ⑬ 動力用アウトレットをパネルに設ける。

(b) シーケンス説明

- ① 動力ラインに電圧が有る場合。 L 1 が点灯する。
- ② 制御ラインに電圧が有る場合。 L 2 が点灯する。
- ③ 制御ラインには 220V-AC のアウトレットをパネルに設けてある。
- ④ CT 選択 AS の選択スイッチにより 5 ~ 50 A の電流選択をする。
AS の補助接点により選択電流の表示を L 3 ~ L 6 で表示する。
- ⑤ 正転, 逆転 SSW のスイッチにより正転, 又は逆転を選択する。正転の場合, MC-R (OFF) で有る事を条件に MC-F が投入される。
逆転の場合, MC-F (OFF) で有る事を条件に MC-R が投入される。
- ⑥ メーターリレー メーターリレーの入力は CT 60 / 5 A により入力する。R, S, T 相のいずれかの相を AS にて選択する。
メーターリレーの設定値を越えた場合, CR1 を励磁し, CR-1 (OFF) を条件にしているので, ポンプは停止する。尚 CR-1 により L-9 の表示灯 (ALARM) が点灯する。
CR1 は自己ホールドするので, RESET を押さないかぎりアラームはリセットされない。
- ⑦ ポンプ運転 PB-START の押しボタンスイッチを投入すると, CR1 (過電流) T1 (運転タイマー) を条件として, MC-S は投入さ, ポンプを起動する。
- ⑧ タイマー運転 タイマー運転の場合, TIMER SWITCH を ON にするとタイマーに電源が印加される。ポンプの起動指令 (MC-S-ON) すると, タイマーはカウントダウンする。設定値後, ポンプは T1 によって, 停止する。
- ⑨ CT 短絡 起動時の突入電流から, メーターを保護する為, (MC-S-ON) で, T2 が動作する。補助リレー CRT2 により設定時間, CT2 次を短絡する。

3-4-4 運搬及び倉庫設備とシステム

IV章の2-1-2の周辺設備の現状と問題点において工場の運搬管理について述べた。本項では近代化に向けての運搬設備の改善について述べるとともに、今までたびたび述べている生産の多様化に対応すべき倉庫設備とそのシステムについて言及する。

(1) 運搬の活性化と運搬設備

重慶水泵廠の生産規模に比べて運搬設備が極めて少ないことは現状の項で述べたとおりである。運搬とはそれ自体、直接製品の価値を高める作業ではないが、素材が搬入され製品として出荷される生産サイクルの中では運搬は間接的にしる製品の品質に影響を及ぼすことは見逃せない。運搬設備の不足は物の移動が遅くなるか、もしくは労力の大きなむだを生じていることを意味する。したがって今後、工場の近代化に伴い生産量増加と部品品種の多様化に対応していくためにも、運搬設備の近代化は重要な役割を担ってしていくことになる。ここで設備を選定するにあたって留意しなければならないことは、現状の項でも述べたように運搬の活性化の向上、更にもう1点はロット編成や品揃え(kitting)という機能目的を達成するような設備と方法を選ぶことである。運搬の活性化とは、すなわち取扱い作業を極力少なくし、また取扱いに時間がかからない方法を考慮し選定することである。それには運搬物の特性(形状、容量)や生産方式に見合った適切なもの、また運搬機器の特性、スペース効率などを十分検討することが大事となる。

ロット編成とか品揃えというのは後工程の活性化を図るもので、1つの製造ロットについて1つのパレットとか1台分の部品を1つのバケットとかに入れる等により選別とか組み合わせなどの作業を軽減することができる。

1) パレット化

パレット化とは「品物の取扱いにパレットを使用をする」ということであり、再取扱いを極力少なくし、特に大物の部品の移動に有効となる。

パレット化には自動のフォークリフトや手動のフォーク形ハンドリフトの運搬車が使われる。図V-3-208にパレットの例と運搬車での取扱い図を示す。

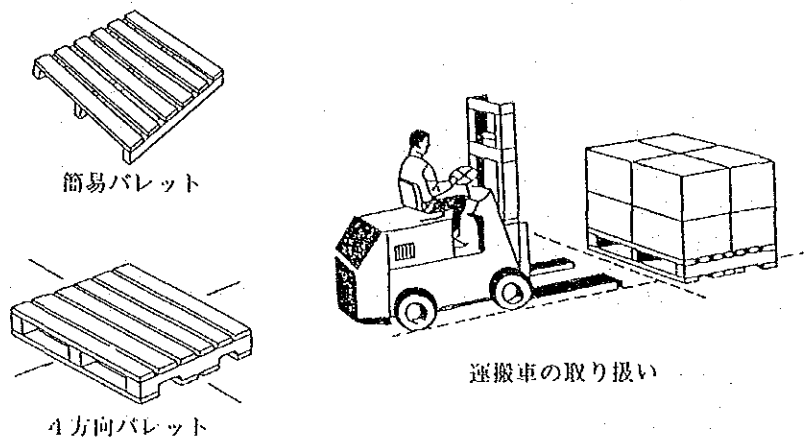
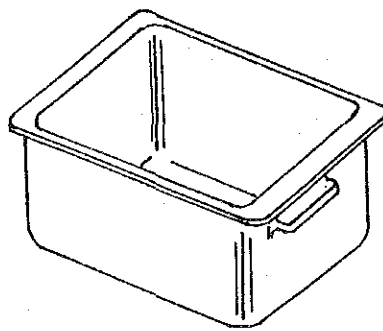


図 V-3-208 パレットの例とその取扱い図

重慶水泵廠でパレットが有効に利用できる部品としては、ポンプフレームやリクイットエンドアダプタ、アジャストメントヘッドなどの箱物、およびダイアフラムヘッド、ディスプレイースメントチャンバの大物部品などがあげられる。

2) バケットの利用

バケットとは図V-3-209 に示すように小物部品を整理して入れる箱である。大きさはさまざまあるが、部品の大きさに適したものを利用すべきであるが、種類は3~4種に統一した方が整理がし易い。



図V-3-209 バケット

3) 運搬台車

運搬台車は比較的小物部品を運んだり、加工工場で一時的に部品が滞留する時に利用したり、その応用範囲は広い。台車の種類はその使用目的に応じてさまざまであるが、一般に機械加工工程間で使用される台車は高さが人間の取扱いに便利のように

約 700～800mm程度のものが良い。IV章の図IV-2-12は日本で使用されている台車であるが、2段構造となっており積載量が多く多目的に使用されている。

V章3-4-3 試験検査設備では、組完後のポンプの性能検査の際にポンプを台車に乗せて行すが、この場合は、床面高さ 300mm程度の市販台車に、ポンプ固定用金具が取りつくよう改造して使用する。

4) 専用運搬箱の考案

部品形状は長軸物、置いて不安定なものなどいろいろあるが、ある程度ロット生産される標準部品で、上記のような形状の部品の搬送には、専用運搬箱を設けることによって、運搬の容易さと、部品どうしのぶつかりによる傷の減少に役立つ。特に仕上工程に近くなるに従って傷は品質に大きな影響を及ぼすので、がたつきの少ない専用箱を考案すると良い。その一例を図V-3-209に示す。図はNクランクや軸物専用の運搬箱である。この図は横に寝かせて運搬するが、箱に支切りを入れて立てて運搬する方法もある。

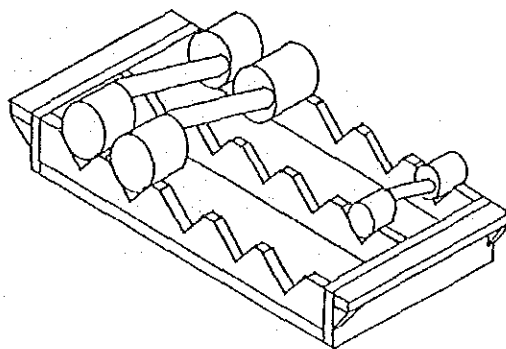


図 V-3-210 専用箱の一例

5) ジブクレーンの設置

機械工場および組立・検査工場では、搭乗型の大型走行クレーンにより物の移動が行なわれているが、大型の部品には適するが、搬送のための待ち時間や作業の機動性が失われる欠点がある。V章3-4項でMC導入の際の工作機械のレイアウトで、ポンプフレームの移動の機動性を高めるためジブクレーンの必要性を述べた。ジブクレーンとはクレーンの長さが3～5mで床置き型と壁取付け型とがある。床置き型は建屋の適当な場所に設置でき360°回転が可能であるが基礎工事が必要と

なる。壁取付け型は壁の強度が必要で設置には注意を要する。

(2) 倉庫設備とシステム

多様化する市場ニーズに対応するべく多品種の製品を経済的に適時、適量製造し供給すること、すなわち多品種少量生産を可能ならしめる生産方式として機械加工・組立の混合ライン生産方式を提唱し、管理のポイントとして機械加工と組立工程の同期化の必要性を述べたが、この核となるものに全体の物の流れをリードさせる機能をもつ自動の高層倉庫の設備を提案する。自動の高層倉庫の目的は「必要なものが、必要な時、必要な数だけ、必要な場所へ、安全確実に取り出せるように保管しておくこと」と言えるが、重慶水泵廠の部品種類の数及び生産管理システムの電子計算機の利用と考え合わせて電子計算機とオンライン化した自動倉庫の必要性がでてくる。

以下に自動高層倉庫を設備するための条件とその運用および概略図を述べる。

1) 設備のための条件

(a) 格納物

倉庫の格納物はパレットとバケットの2種類とする。それぞれの大きさは、パレットが長さ1000×巾1000×高さ（パレット厚み込み）650とし、バケットは長さ470×巾380×高さ200と長さ、高さが同じで巾250の2種類とする。

(b) 部品品種数

部品品種数は図V-2-4の製品の組立系統図をもとに、その他ポンプを構成する部品を総合し、約3000品種と想定する。

(c) 格納量

ここでは、倉庫の格納量として、ロケーション数を1000ロケーションと想定し、パレットとバケットのロケーション数を算定する。

- ① パレットとバケットの比率は面積比で1:1とする。
- ② パレットはMAX 3品種混載とする。
- ③ バケットは単載とし、1ロケーション3~4バケットを積載するものとする。

したがって格納量は、

$$\text{面積比} \cdots \cdots \text{パレット} : \text{バケット} = 1.0 \times 1.0 : \frac{0.38 + 0.25}{2} \times 0.47 \times 3 \text{ケ}$$

故に、パレットのロケーション数は、

$$1000 \times \frac{1}{1+2.27} = \text{約 } 300 \text{ ロケーションとなる。}$$

したがってバケットは 700 ロケーションとする。

(d) 入出庫量の設定

① 出庫量

工場近代化計画が達成された時の生産台数は年3600台で月にすると 300台である。組立サイクルを3日とすると出庫回数は月8回となる。したがって $300 \text{台} / 8 = \text{約} 40 \text{台分}$ を1回に出庫する。出庫数は、1台当り13品種（平均）とすると $40 \times 13 = 520 \text{品種}$ を1日にて出庫する計算となる。

② 入庫量

1台当りの部品数を約480ケと想定する。入庫回数は、組立サイクルが3日で、出庫をそのうちの1日使い残りの2日を入庫日数とする。故に月8サイクルなので入庫日数は16日/月となる。ただし、これは社内加工品とし、購入品については、月2回のまとめ入庫とする。以上の条件より入庫量を算定する。

① 入庫数 : $40 \text{台} \times 480 \text{ケ} = 19,200 \text{ケ}$

この内に、組立へ直送されるポンプフレームやリキットエンドアダプタなどの大物部品は約40%、倉庫へ保管されるものが60%と配分すると、直送は $19,200 \times 0.4 = 7,680 \text{ケ}$ 、倉庫へは $19,200 \times 0.6 = 11,520 \text{ケ}$ となる。

② 社内加工と購入品の割合

倉庫へ入庫される社内加工品と購入品との割合はポンプ構成部品から勘案すると1:1と想定される。

③ 社内加工品の1日当り入庫量

月16日の入庫なので $\frac{11,520 \times 8 \text{回/月}}{16} \times 0.5 = 2,880 \text{ケ/日}$ となる。

④ 購入品の1日当りの入庫量

購入品の場合月2日の入庫なので

$$\frac{11,520 \times 8 \text{回/月}}{2} \times 0.5 = 23,040 \text{ケ/日}$$
 となる。

④ 1日当り最大入庫品種数

最大の入庫品種数は、社内加工が3000品種のうち半分で1500品種で1日当りの入庫品種は $1500/16日=94$ 品種/日となる。また購入品は $1500/2日=750$ 品種/日となり、合計 844品種/日となる。

2) 運用

(a) パレット式について

フォーク式リフトにて入・出庫を行う。初期入庫はパレット単位で自動入庫する。次の入・出庫は台車をリフトに搭載し、ピッキング出庫及び積載し入庫を行う。したがってステーション部はリフターを設置し、床面と同一レベルに合わせるようにする。台車は組立工場へ運び、荷の積み換え作業をなくす方法とする。

(b) バケット式について

台車差し込み式のテーブル式リフトを採用する。台車は組立工場と兼用し、荷の積み換え作業をなくす方法とする。

(c) 制御機能について

リフトの制御は電子計算機の指令により、リフトは自動的にピッキングまたは積増部品の定位置まで行く方法とする。

(d) 出庫制御

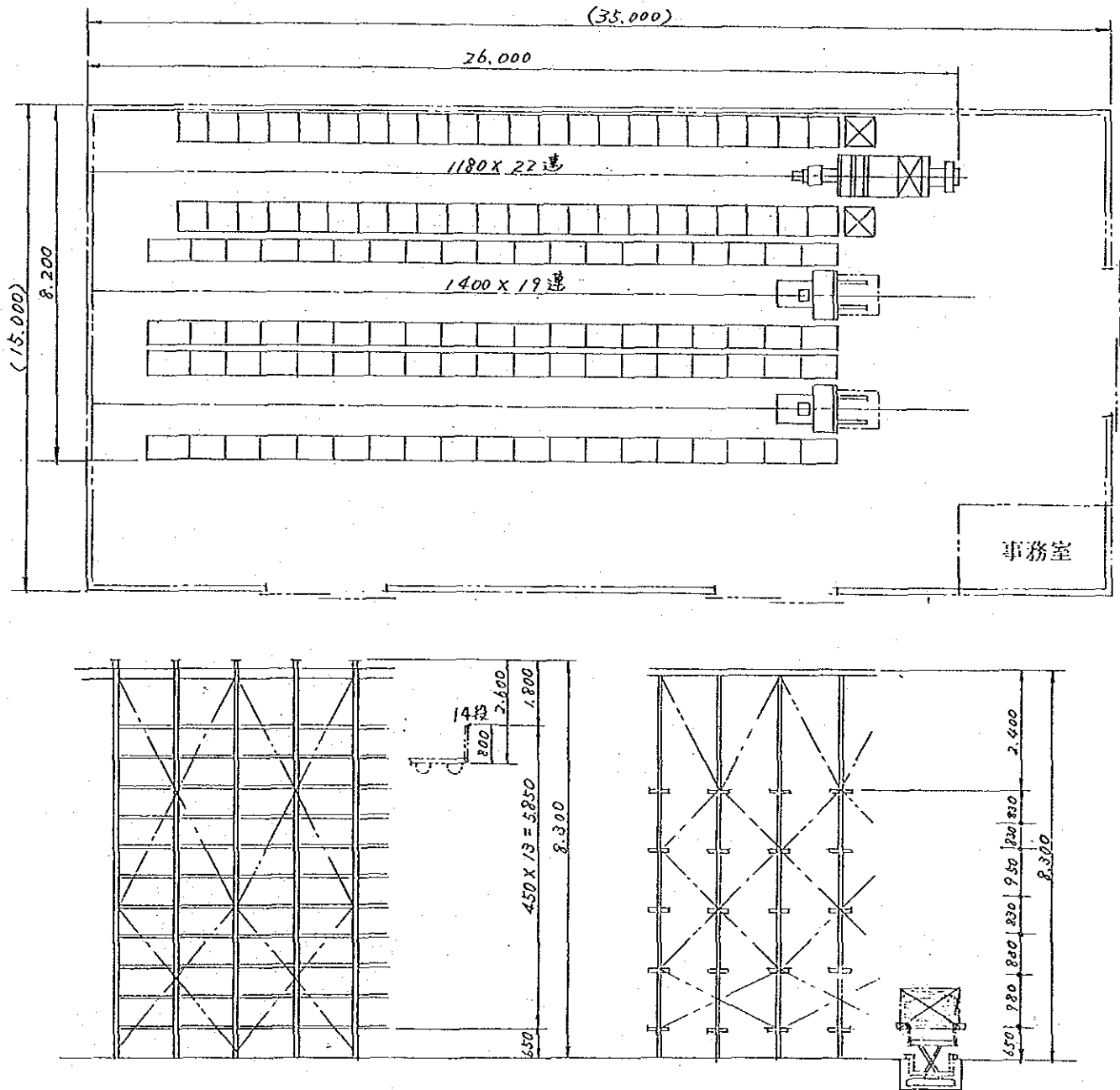
ホスト電子計算機は組立計画に基づき部品展開を行い、バッチ処理にて倉庫の電子計算機に出庫指令を出す。倉庫電子計算機はその指令に基づきリフトに指令を出し、リフトは指令された部品の定位置に自動的に止まる。倉庫電子計算機は号機別のピッキングを打ち出し、作業員はピッキングリフトに基づきピッキングする。作業は手押し台車を媒体として行う。

(e) 入庫制御

入庫は各パレット、バケットへの積増し入庫となる。したがって管理は固定ロケーション管理である。入庫は手押し台車を媒体として行う。作業員は台車に積載時、台車Noと台車に積載された部品の品名、数量などを積増順に端末機で入力する。積増作業員はリフトに搭載した台車Noを入力するとリフトは電子計算機の指令により、指令された部品の定位置に自動的に止る。作業員はその部品のパレットまたはバケットに積増し入庫を行う。

3) 概略図

図V-3-211 に自動高層倉庫の概略図を示す。



図V-3-211 自動高層倉庫の概略図

3-4-5 治工具類その他

工具、治具類の改善についてはIV章1-1の工作技術の現状に詳細に述べており、ここでは主要な設備の近代化に的をしぼって述べることとする。

(1) 溶接関連の設備導入について

溶接は近年、基礎産業である造船、建築、機械、自動車、化学などの広い分野で産業界に利用されている。このように産業界の基礎技術として重要な役割りを果たしている溶接は、各製造部門の新しい要望に即応するため今後も急速な進歩をとげるであろうし、またそのための溶接技術及び溶接関連の設備の研究は不可欠なものと言える。

重慶水泵廠に於いても計量ポンプに適用される溶接箇所は耐圧部の溶接が主であり品質に対しては高度なものが要求される。さらに今後、近代化に向けて技術内容の多様化が進み、必然的に溶接施工に関するさまざまな要求が提起され施工の多様化にも対応していかなければならない。すなわち溶接技術の多様化とは特殊材質の増加とその溶接、異材質どうしの溶接、複雑な配管・形状の溶接、溶接品質管理体制強化の要請や溶接施工要領書などのドキュメント類の提出要求などである。

以上に述べた多様化への要請に対しては溶接管理技術の一層の向上を図っていかなければならないが、それには標準化されたしっかりした溶接施工技術と溶接設備の近代化が必要である。

重慶水泵廠の計量ポンプの被溶接材質はステンレス材が主で、今後チタン材や超ステンレス材（ハステロイ）などの特殊材が増えることが予想され、これらの溶接にはタングステン・イナートガス溶接（TIG溶接）が一般に用いられている。また形状はフランジとパイプ溶接やパイプどうしの溶接が多く、いわゆる回転させて溶接するもので、それには電動式回転テーブル及び溶接姿勢を容易にするためテーブルが傾斜する装置をそなえているポジションナが必要である。以上の理由から近代化に向けてTIG溶接機及びポジションナの設備の導入を提案する。

(2) 塗装用ブースについて

職場における危険または有害な作業のうち、労働災害を防止するために特に管理を必要とするようなものについては、安全管理を強化する必要がある。それには予防措置を何よりも心がけることが第1と言える。これを塗装作業について言うならば、有機溶剤による障害発生の予防の基本は、有機溶剤をいかにして作業者に接触させないようにするかの一言につきる。そのためには、現場で行なわれている有機溶剤業務の

実態を十分に把握したうえ作業方法の改善、有機溶剤の蒸気の発散源を密閉する設備
または局所排気装置の設置および必要に応じては呼吸用保護具、保護手袋などの使用
を衛生工学的な立場より対策を講ずることが極めて大切である。このような意味より
塗装作業時、有機溶剤から作業者を守る設備として、局所排気装置の一種である塗装
用ブースの設備導入を提案する。その概略図を図V-3-212 に示す。

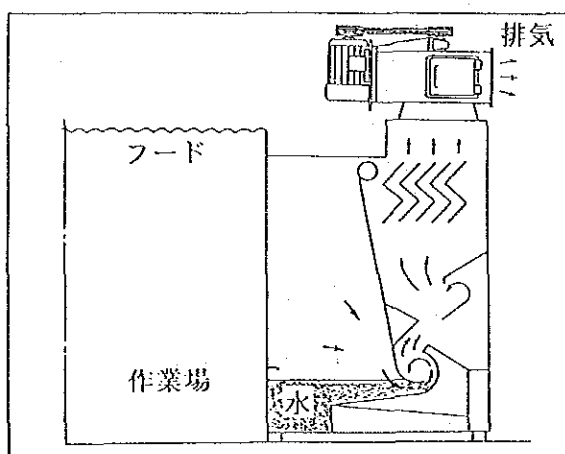


図 V-3-212 塗装用ブース概略図

3-4-6 工場配置

工場配置の改造計画と生産設備の増強計画は“第7次5ヶ年”技術改造計画の中心となっていて、完成時には、工場床面積は11,000㎡増床することになっている。

工場近代化計画達成後の工場内配置を図V-3-213 配置図に示すが、その一部については、既に建設工事が開始されている。

(1) 建設計画

1) 事務・試験研究棟の建設

工場南側の通用門の近くに、技術・工芸・材料試験等の技術部門と事務部門が集められる。

2) ステンレス鋳物の自社生産と建屋の改造

重慶においては、ステンレス鋳物の入手が難しくかつ品質にも問題がある為に、自社で鋳物工場をもち、ステンレス鋳物の確保と品質向上を目的として導入するものであり、既に電気炉は搬入され、既設建屋の改造工事に着手している。

また溶接・鍛造工場も建造する予定である。

3) 第一機械工場の増設

現在の第一機械工場（約2250㎡）は約2倍に拡張され、内部には事務・試験研究棟の下を通る通用門と、新たに建設するトラック類の出入りする貨物運搬口がある。

通用門から第一組立工場まで南北に走る主幹道路と、各工場の周囲を走る道路網が整備され、工場内部運搬と外部との交通が極めて便利に行えるようになる。

4) 組立第二工場の建設

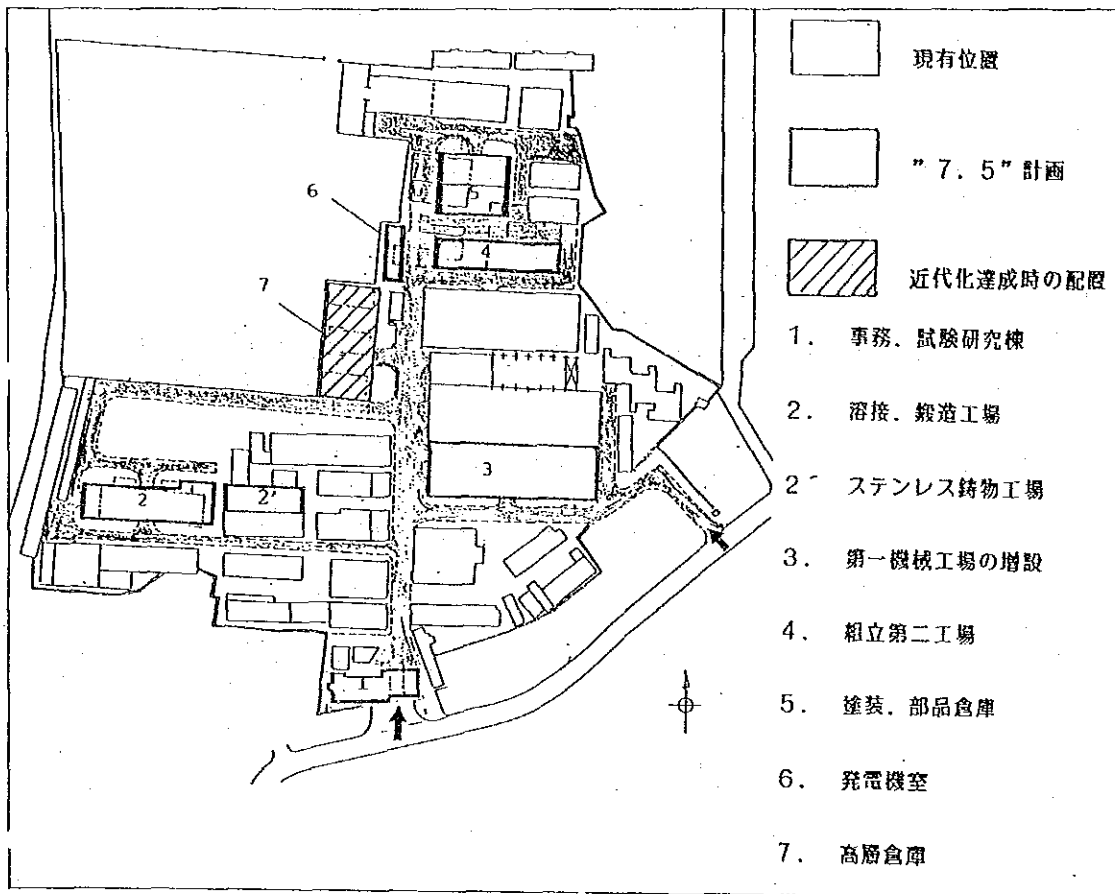
第二機械工場の北側、現在、発電機室と工具工場の位置する場所に、細長い（62.4×15m）組立工場の建設が計画されている。現在、第一組立工場で行われている計量ポンプの組立・運搬部門が主に使用する。

5) 塗装・部品倉庫の建設

熱処理・メッキ工場の西側・現在遠心ポンプ関係の部品倉庫の位置する場所に、建設が予定されている。

6) 発電機室

現在の発電機室の位置する場所は、第二組立工場及び第一組立工場へぬける通路となる。更に、建設の増強に伴う供給電力の増加の為、発電機設備のパワーアップがはかれる。建設場所は、現在の発電機室に隣接した空地进行する予定している。



図V-3-213 近代化達成時の総配置図（道路を含む）

7) 道路整備

工場の出入口が現在の1個所から2個所に増加する。

以上が“7・5”計画で工場改造の対象となる項目である。

その他として、調査団として次のことを実施することが必要と考える。すなわち部品倉庫は、組立工場から遠く離れている為に移動距離が長く、付加価値のない運搬等に工数をとられている。

そこで現在、宿舍の建っている機械第二工場西側に、高層倉庫を建設し、組立工場との距離を短縮し、更には、運搬途中における部品の落下・破損を減少させることを提案する。詳細は、3-4-4運搬及び倉庫設備とシステムにおいて述べた通りである。

旋盤類が約150台設置される。また工具室がこの増築部分の約40%を使用する。

(2) 組立工場の近代化

組立作業の流れをスムーズ化させる為には、“ライン化と設備”で述べたように、組立作業者は“組立”に専念することが必要である。その結果、はじめて組立作業はライン化され、管理される為に品質は向上し、工数の面でも良い仕事ができるのである。その為には、バリ取り作業や清掃・洗浄のような作業は“組立”以前の作業として分離する必要がある。

1) ライン化に要する作業面積

現在計画中の第二組立工場内に次の作業場および設備を配置すると仮定し、必要面積を算出する。

必要な作業場：水圧試験場、ポンプ駆動部の部分組立、ポンプ接液部の部分組立、
ポンプ総組立、組立完了品置場

必要な設備：バリ取り、洗浄、ライン組立作業台、運転検査設備、電源設備

その他：台車移動等の通路

(a) 水圧試験場

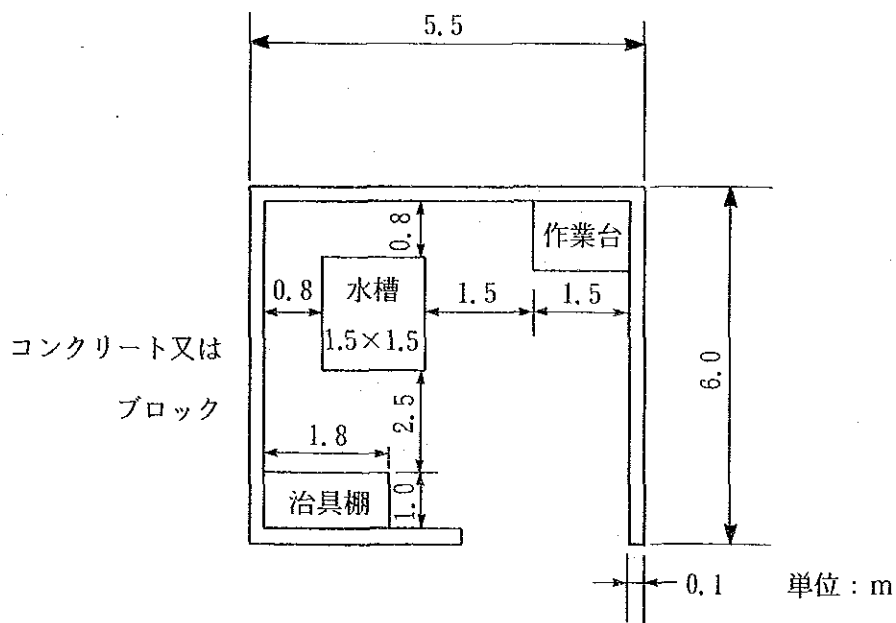
ポンプ接液等の耐圧部品の水圧試験を行う。設計圧力は最高500kg/cm²となるので、少なくとも1.5倍の750kg/cm²で水圧試験は実施されなければならない。その為水圧試験場の周囲を、厚いコンクリート壁でおおう必要がある。水圧試験場には、作業台、水圧治具、工具、加圧ポンプの設備が必要である。

また客先から、気密試験を要求される場合を考え、あらかじめ水槽を準備す

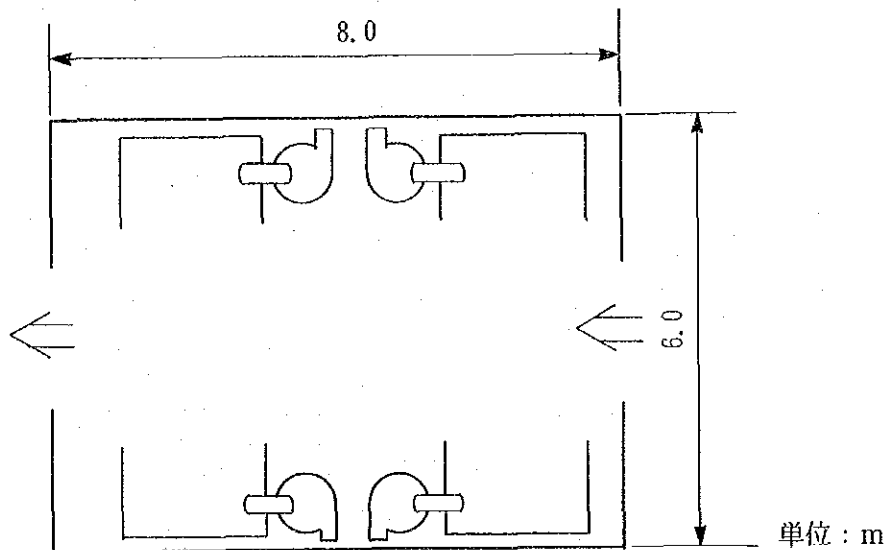
る。必要な作業面積は図V-3-214 に示す通り33㎡となる。

(b) バリ取り設備

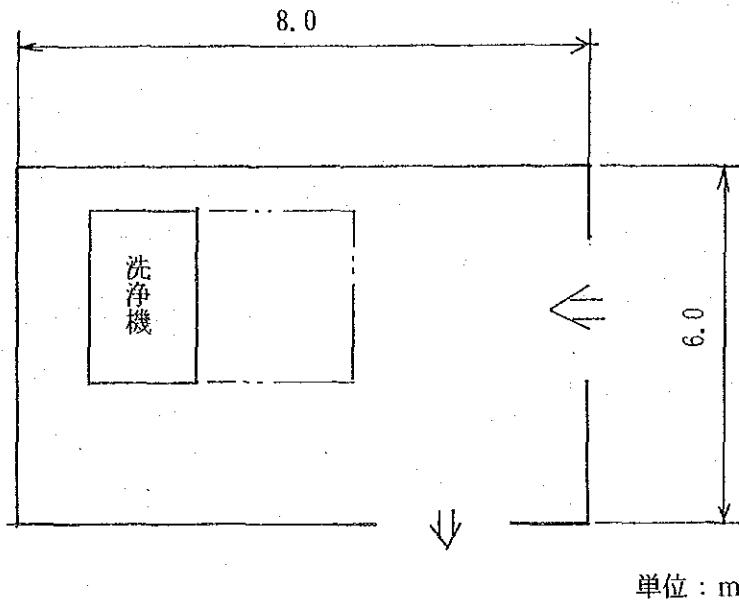
ポンプフレーム、接液部、コネクティングロッド等機械加工面のエッジの仕上げやドリル加工の削粉のカール除去及び鑄肌の仕上げが主な作業になる。この作業にはハンドグラインダやエアソニックが導入され、作業効率は向上するが、金属粉やグラインダの摩耗した砂による粉塵汚染と作業者の健康を害するので、ダクト装置の設置が必要である。必要な作業面積は、図V-3-215 に示す通り48㎡となる。



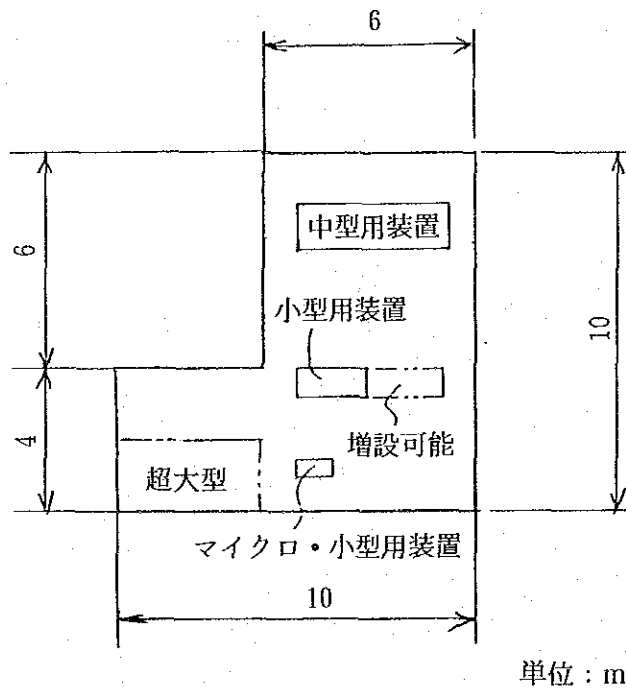
図V-3-214 水圧試験場



図V-3-215 バリ取り設備



図V-3-216 洗浄設備



図V-3-217 運転検査設備

(c) 洗浄設備

バリ取り後のポンプフレームや、機械加工後の部品の油汚れやゴミ類の除去の為の温水ジェット噴射設備で作業面積は図V-3-216に示す通り、48㎡となる。

(d) 組立完成品置場（運転検査前）

部品の出庫は3日に一度実施される。表V-3-14によると、ポンプの組立台数は、3日間で45台となり、総組立品の占有面積は、70.2㎡となる。ほとんどのポンプは台車運搬になるので台車間に距離をとることになるので100㎡は必要と考える。しかし、毎日運転検査場に15台搬入されるので

$$100 / 3 = 33.3 \quad (\text{㎡})$$

余裕をみて50㎡必要と考える。

(e) 運転検査設備

表V-3-14に示す通り運転試験設備能力はマイクロ・小型用は4台/日、中型用は6台/日、大型用は12台/日とし、いずれも1990年の生産予想を上回る。

超大型の運転検査設備の能力は2台/日あれば十分である。運転検査に必要な作業面積は検査設備を含めて図V-3-217に示す通り76㎡となる。

(f) 電源設備

この設備は組立第二工場の設備全てを稼働させる為のもので、クレーン、照明、検査設備が主な供給先となる。

所要面積は50㎡（10×5m）と考える。

(g) 組立作業・ライン化用面積

表V-3-15組立工場作業場面積(Ⅱ)に示す通り、ポンプフレームAスリーブ組立、組立ライン用作業台、及び部分組立ライン合わせて114㎡となる。

以上設備、占有面積を組立第二工場に配置すると図V-3-218に示す通りとなる。

また工場内には幅2mの通路を長手方向（東西）に一本、電源設備及び運転検査場周囲には、南北に各々一本ずつ設けるとすると図V-3-219に示す通り通路面積は180㎡となる。洗浄・バリ取り設備を除いた“組立”作業場は約380㎡で、この中にはライン化用設備が含まれるため、組立作業場は、設備と

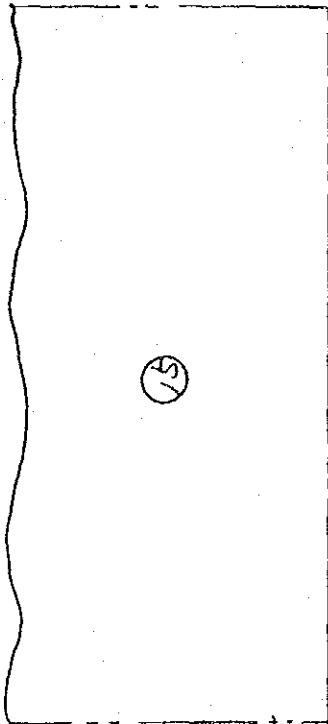
表V-3-14 組立工場作業場面積 (I)

ポンプ型		1	2	3	4	合 計	備 考
		マクシ・小型	中 型	大 型	超 大 型		
		ZJ ₁ JW	ZJ ₂ J _x	ZJ ₃ JT J _z J _D	ZJ ₄ J		
A	1990年の年間 製作台数	150	1150	2150	200	3600	
B	月間製作台数 B=A/12	12.5	95.8	179.2	16.7	300	
C	3日当たりの 製作台数 C=B×3/20	0.39	14.4	26.9	2.5	45	
D	ポンプフレーム の設置面積 m ²	0.1	0.1	0.2	0.5	—	
E	ポンプの大きさ (モーター含) m ²	0.1	0.45	1.0	1.8	—	
F	F=C×D m ²	0.01	1.44	5.3	1.25	8	バリ取り 洗浄工 程
G	G=C×E m ²	0.01	6.5	59.2	4.5	70.2	ポンプ 組立品 置 場
H	一日当たり の最高 運転台数	(4)	(6)	(12)	(2)	(26)	
I	ポンプ占有 面積 I=E×H	0.4	2.7	12	3.6	18.7	通路含 まず
J	試験装置	(1.0)	(1.6)	(6×0.6) (3.6)	(1.5×4) (6)	(12.2)	():約

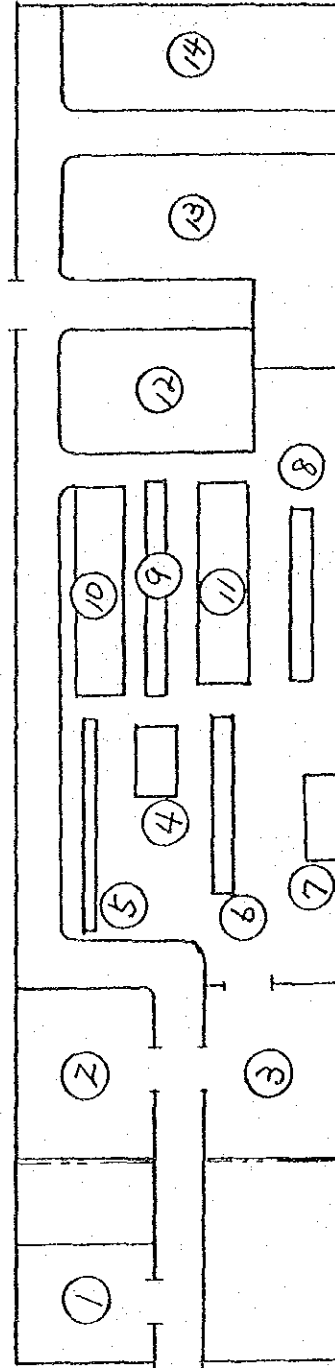
表V-3-15 組立工場作業場面積(II)

ポンプ型		1		2		3		4		合計	備考		
		マイクロ・小型		中型		大型		超大型					
		ZJ ₁	JW	ZJ ₂	J J _X	ZJ ₃ J _Z	JT J _D	ZJ ₄	J				
K	組	ポンプ・A スリーブ組立 m ² K=C×D		—		1.4		5.4		1.2		8.0	
		L	立	ライン化用 作業台 m ²		—		7 (10×0.7)				7	
M	作 業 場			部 分 組 立 ラ イ ン	焼結機	—		3				3	
		Nクランク	—		6 (6×1)				6				
		ストローク 長調整 機構	—		8 (8×1)				6				
		接液部	—		10 (10×1)				10				
		台置 車場			部品搬入車 36(0.9m ² ×40台)		部品組立 38				74		

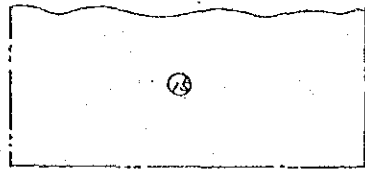
(単位 m²)



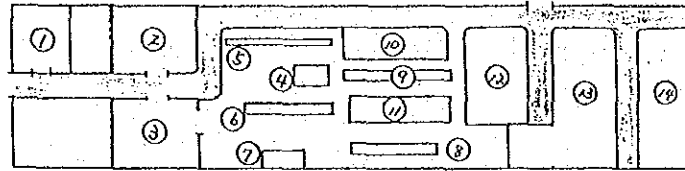
- | | | | |
|---|-------------|----|-----------|
| 1 | 水圧試験場 | 9 | 組立ライン化設備 |
| 2 | バリ取設備 | 10 | 接液部分組立完成品 |
| 3 | 洗浄設備 | 11 | 台車群置場 |
| 4 | ポンプアフレーム | 11 | 駆動部分組立完成品 |
| 5 | Aスリーブ組立 | 12 | 台車群置場 |
| 6 | 接液部組立 | 13 | ポンプ完成品置場 |
| 7 | ストローク調整機構組立 | 14 | 運転検査場 |
| 8 | 焼きばめ設備 | 15 | 電源設備 |
| | Nクランク組立 | | 塗装工場 |



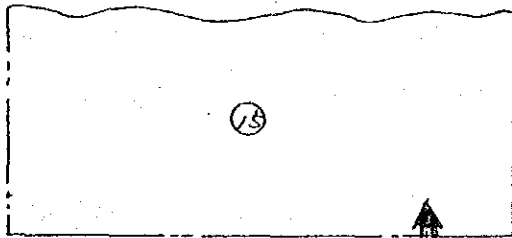
図V-3-218 組立第二工場内部配置図



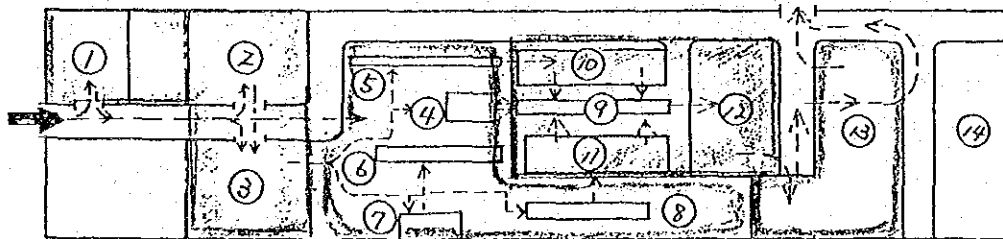
- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1 水圧試験場 | 9 組立ライン化設備 |
| 2 バリ取設備 | 10 接液部部分組立完成品
台車群置場 |
| 3 洗浄設備 | 11 駆動部部分組立完成品
台車群置場 |
| 4 ポンプフレーム
Aスリーブ組立 | 12 ポンプ完成品置場 |
| 5 接液部組立 | 13 運転検査場 |
| 6 ストローク調整機構組立 | 14 電源設備 |
| 7 焼きばめ設備 | 15 塗装工場 |
| 8 Nクランク組立 | |



図V-3-219 組立第二工場内の通路配置



- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1 水圧試験場 | 9 組立ライン化設備 |
| 2 バリ取設備 | 10 接液部部分組立完成品
台車群置場 |
| 3 洗浄設備 | 11 駆動部部分組立完成品
台車群置場 |
| 4 ポンプフレーム
Aスリーブ組立 | 12 ポンプ完成品置場 |
| 5 接液部組立 | 13 運転検査場 |
| 6 ストローク調整機構組立 | 14 電源設備 |
| 7 焼きばめ設備 | 15 塗装工場 |
| 8 Nクランク組立 | |



4

図V-3-220 組立第二工場区画と作業の流れ

台車それに、台車運搬の為の通路でいっぱいになり、スペース(space) 的余裕はないと考える。

1990年の年間生産台数3600台は消化できるとして、更に発展することを考えると、次期近代化計画においては、第二組立工場北側、塗装工場との間の通路に、工場を増設する必要があると考える。

2) 組立第二工場内の作業の流れ

作業工程の連続化、整流化をはかるため、作業と作業のつながりが円滑になるように作業場、設備の配置を考えると共に、同一作業の作業場所を固定させ、作業の専門化をはかる。図V-3-220 に示すように工場の区画を四つに分ける。一つは組立以前の事前作業区画、次は部分組立作業区画、三つ目はライン組立作業区画、四つ目は組立完成品の運転検査区画である。

本来このような重量のあるポンプ類の生産工場においては、工程間の距離は短く連続的な工程のつながりでなくてはならない。今回の工場近代化目標の生産量を、現在建設計画の進んでいる建屋で消化するには、スペース(space) 的余裕がない。

従って主要部品の搬入より製品の搬出までの工程の経路は直線とならず、左折・右折の運搬作業を容認することとした。

現在の段階では、組立第二工場北側に建屋を拡張しても、組立作業の移動量が增加することを含めて、現時点においては経済的にも現実的でないと判断する。

(a) 鋳物類の搬入

耐圧部品は水圧試験場に台車若しくはパレットにより搬入され、水圧試験終了後、バリ取り、洗浄が行われ、組立ラインへ搬入される。

(b) 機械加工品の搬入

バリ、かすりがあったり、削粉が付着していたり、油で汚染されていたりするので、必ず、バリ取り洗浄してから組立ラインへ搬入する。搬入方法は台車とする。この工程をはぶくと、厳しいはめあい公差の部品の場合“かじり”や傷をつける原因となる。

(c) 購入品の搬入

ボールバルブ、ベアリング等の時は、油やゴミで汚れているので、必ず洗浄してから組立ラインに搬入する。

(d) 部分組立及びライン組立

組立工場中央部に各部分組立用作業台を設置し、バリ取り・洗浄の完了した部品を組みつけ、部分組立を完了し、接液部の時は、数台分の部分組立品をライン組立用台車群に、駆動部の時は、ポンプ一台分の部品を一台の台車に載せる。

3) 職種別人員計画

重慶水泵廠においては現在、月の前半はほとんど組立の実作業が無く、20日頃から過密状態になる。そのため正しい工数把握は不可能である。そこで職種別人員を試算する条件を日本での実績をもとにして算出することにする。

(a) 総工数に対する各職種別工数の比率

日本での実績をもとにした比率を使用する。

(b) 総工数と必要人員の算出

職種別必要人数は、1985年の工数実績を基にして算出する。

1985年の工数実績は表V-3-16に示す通り、

表V-3-16

		(1)	(2)	(3)
		組立必要日数 (日/台)	1990年の 生産台数	年間所要日数
マイクロ 小 型		2	150	300
中 型		1	1150	1150
大型	1	4	1100	4400
	2	4.5	700	3000
	3	(2)	300	600
超大型		(5)	200	1000
			計	10450

10450日となる。毎月の所要組立時間は、

$$\text{毎月の所要組立時間} = \frac{10450 \times 8}{12} = 6966.7 \text{ hr/月}$$

となる。作業日数26日、一日の労働時間は8時間であるから、組立作業員の毎月の労働時間は、

$$\text{労働時間/人} \cdot \text{月} = 26 \times 8 = 208 \text{ hr/人} \cdot \text{月}$$

$$\text{必要人員} = \frac{6966.7}{208} = 33.5 \quad (\text{人})$$

となる。

(c) 工数の按分

前述・総工数と必要人員の算出で求めた必要人員に各職種別工数比率を乗じて、各職種別に工数を按分する。

すなわち、

$$\text{組立} \cdot \text{月間工数} \times \text{各職種別比率} = \text{職種別按分工数}$$

一例をあげて計算すると、

職 種： ストローク調整機構

比 率： 10.1%

按分工数： $6966.7 \times 0.101 = 703.6$ (hr)

$$\text{人員数} = \frac{703.6 \text{ (hr)}}{208 \text{ (hr/人)}} = 3.4 \quad (\text{人})$$

以下同様にして計算した組立工程の職種別必要人員数を表V-3-17に示す。

その他に搬入された部品類の移動・積み上げ、積み降ろしに2人、流れ作業用台車群の管理及び準備作業に2人、水圧試験に2人必要となり合計41人で1990年の生産台数を組立消化することができる。

表V-3-17 組立工程における職種別必要人員

職 種	バリ	洗 淨	焼 付	ストローク 調整機構	フレーム A スリーブ	接 液	N クラソ	総 合 立	計
比 率 %	6.2	2.0	5.1	10.1	6.1	30.3	20.2	20.2	100.0
按分工 数 hr	425.0	139.3	355.3	703.6	425.0	2110.9	1407.3	1407.3	6966.7
人 員 人	(2.06) 2	(0.67) 1	(1.71) 2	(3.38) 4	(2.06) 2	(10.1) 10	(6.77) 7	(6.77) 7	35

3-5 品質保証システム

3-5-1 製造品質と使用品質

製造品質と使用品質との因果関係を示すツールが、その工場のノウハウである、ということをも1-3項で述べた。これは使用品質が時間特性値で表わされるのに対して、製造品質は寸法精度などの代用特性値により表わされるために、両者の関係は隠れた部分が多く、一元的に表わせない面が多いためである。代用特性値というのは、例えば吐出精度を管理する場合に、製造過程では直接吐出精度を管理することが出来ないで、プランジャーの直径の寸法精度であるとか、バルブのリフトの寸法管理などを行って、結果として吐出精度を管理していくものである。

品質管理は代用特性値を管理する活動であって、後で述べる製品の最終品質目標と代用特性値の関係が、はっきりしていればいる程、品質管理の質が高くなる。製造過程で色々努力しているにも拘らず、最終の完成段階では、いつも手直しが多いとか不良率が高いというのは品質管理の質が低いということであって、品質目標と代用特性値との関係がはっきりしていないために、努力の量とは関係なく適切さが欠けているという場合が多い。

使用品質をいかに高めていくかという活動は、再発防止に重点がおかれ、クレーム処理の過程から、製造段階での、代用特性値に対するフィードバックを主体に行われてきた。

近年予測工学が著しく発達し、故障工学とか信頼性工学などの分野が充実されて、直接使用品質を評価する手段が確立されてきた。

信頼性工学は信頼性設計という言葉があるように、使用品質の評価と設計手法が主要なテーマであり、品質管理は解析的なアプローチをとるのに対して、設計的なアプローチをとるという違いがある。

3-5-2 要求品質展開

最終製品に対する要求品質を設定するために品質情報を機能的に展開して要求品質展開表を作成するという方法がある。方法の詳細については重慶泵廠ではVAの実績が数多くあるので、省略する。

ブレンストーミング風に要求品質情報を収集し、得られた要求品質をグループ毎に分けてみる。その例を図V-3-221に示す。

性能がよいこと
 精度がよいこと
 騒音が少ないこと
 振動が少ないこと
 電力を食わないこと
 NPSHが低いこと

見映えがよいこと
 デザインがよいこと
 塗装がきれいなこと
 表面がきれいであること

故障しないこと
 故障しても他に害を及ぼさないこと
 腐食されにくいこと
 プランジャーが摩耗しないこと
 パッキンの摩耗がないこと

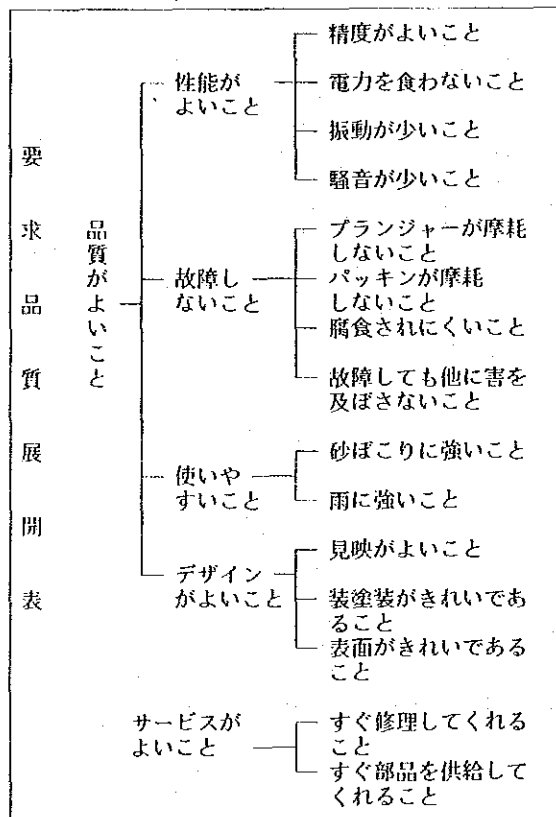
納期が早いこと

すぐ修理してくれること
 サービスがよいこと
 すぐ部品を供給してくれること

使いやすいこと
 砂ぼこりに強いこと
 雨につよいこと

注) アンダーラインを引いたものは、そのグループの中でより上位の機能を示す。

図V-3-221 品質情報のグループ分け



⇨特性値
 代用特性
 目標値を
 求める

代用特性	特性値	設計値	保証値
揚程・吐出量	一許容揚程差	~	△
入力、効率	許容効率差	~	△
	許容振動値	~	△
	許容騒音値	~	△
硬度	表面硬度	~	△
検出精度	検出精度	~	△
材質構成	材質構成	~	△
		△	
耐気候性	(気密性) 耐気候性	~	△
耐水性	耐水性	~	△
下地処理・勝厚	(塗装勝厚) 下地処理	~	△
		△	
塗装色、塗料	(塗料の種類) 塗装色	~	△
		△	

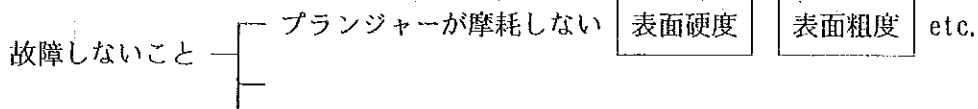
図V-3-222 要求品質展開表

このようにして要求品質情報を機能系統図としてまとめると要求品質展開表ができる。

3-5-3 品質特性展開

要求品質展開表の下位項目について、それらを定量的に表わすことのできる特性値を列記し、それをもとに品質特性展開表を作成する。

先の例では、

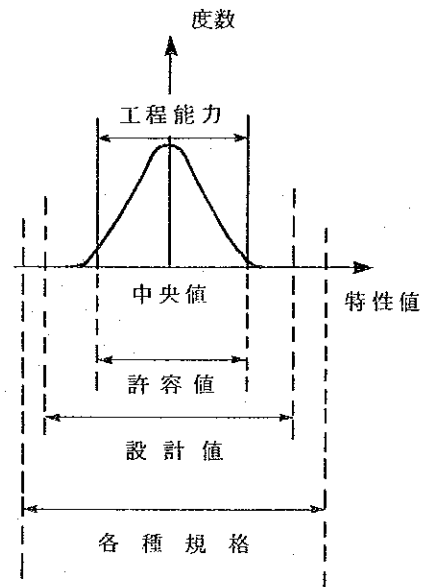


などである。

これらの代用特性に対して特性値をどのように設定して行くかということが重要になってくるが、国際的水準とか自社の工程能力、各種規格類、部品の重要度、それにコストとの比較によって決まってくる。

一般に設計値より製造上の許容値は厳しく定められ、また許容値は工程能力を満足するもので定められた場合には、製造コストが最適化される。

許容値を工程能力より厳しく定めた場合には、サイクルタイムが長くなったり、工数が増加して、結果としてコストが上昇する。また各種規格類の寸法精度を、製品を構成する個々の部品に適要することは、品質保証の立場から積極的な意味がなく、メーカー固有の技術として決められるべきであるが、設計値もしくは許容値が各種規格類の精度よりあまい場合には、その根拠を明確しておく必要がある。



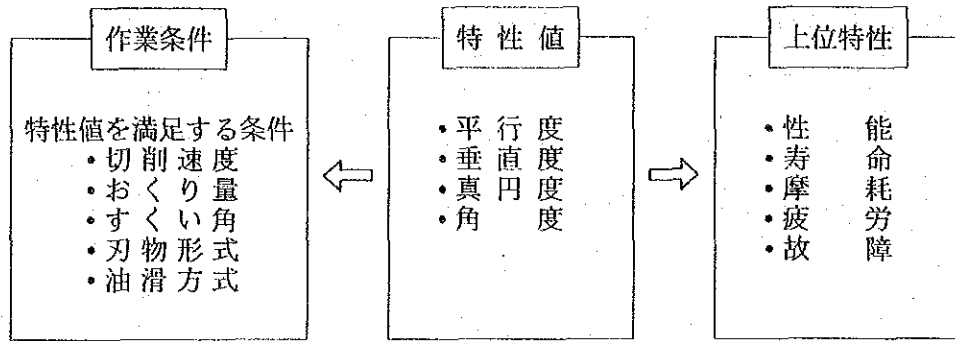
図V-3-223 特性値の比較

3-5-4 品質表と生産管理

要求品質展開表と品質特性展開表をマトリックス的に組み合わせることにより、特性値の相互関係が解る。

そこで製造過程に対して、特性値を展開し、作業条件の定量化を図ることができる。

図V-3-223 は、ある部品の加工内容を解析する例として示す。

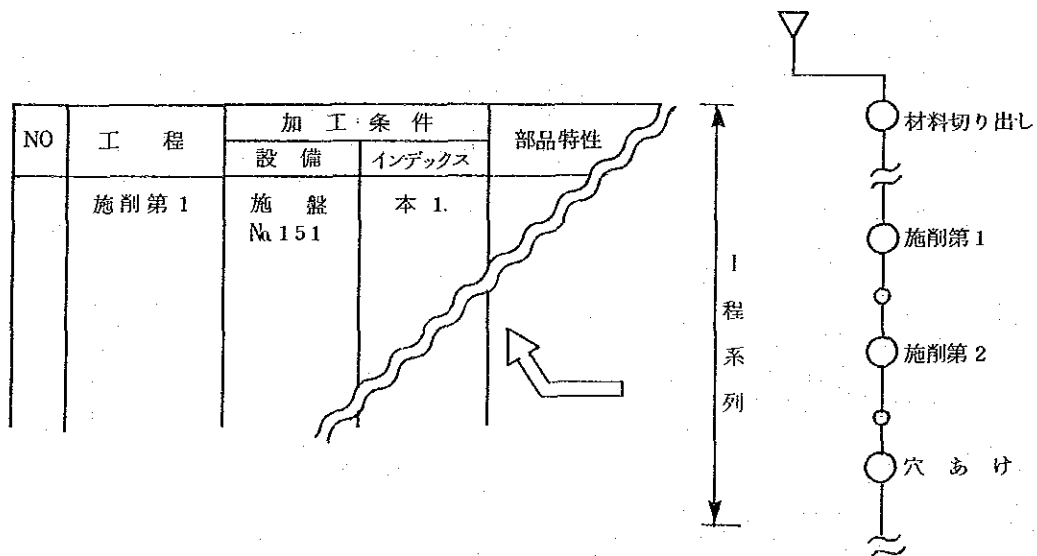


図V-3-224 特性値の展開

品質特性展開表から得られた特性値と作業条件の関係が、はっきりすると、その上位特性である、製品の要求品質特性の関係がはっきりしてくる。

このように従来の品質管理では使用品質と代用特性との関係がはっきりしなかったが、品質特性展開表を用いることによって、関係を明確にすることができる。

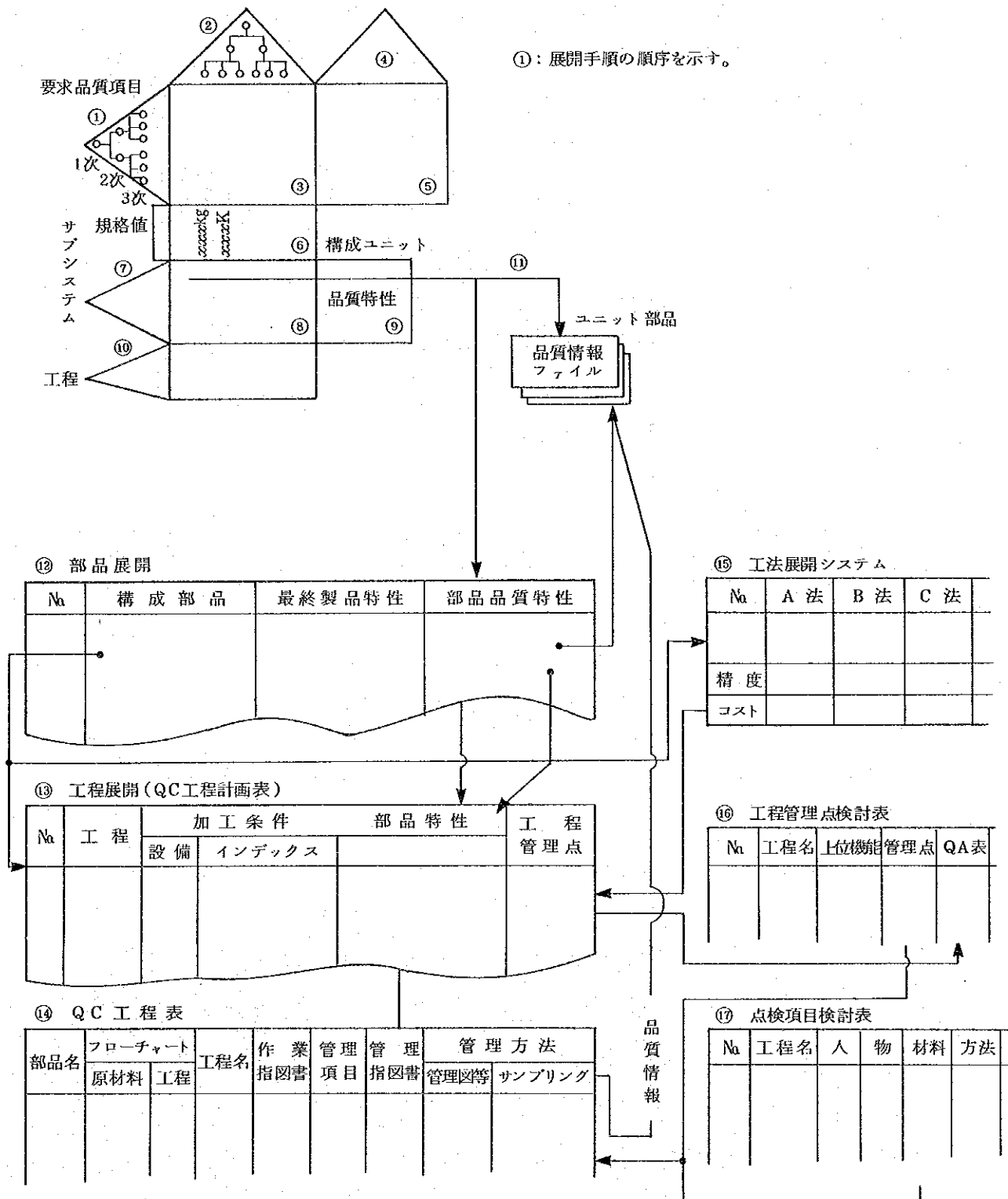
また部品の工程系列また製造全体の作業系列が設定されると、工程毎に作業条件、特性値を明確にすることが可能であり、QC工程計画表として作成することができると同時に、V部3-3-6で述べている製造技術基準情報として用いることができる。



図V-3-224 工程図からQC工程計画表への展開

また品質表を基準にして展開する品質展開の概念を示す。

最終製品品質特性 機能展開



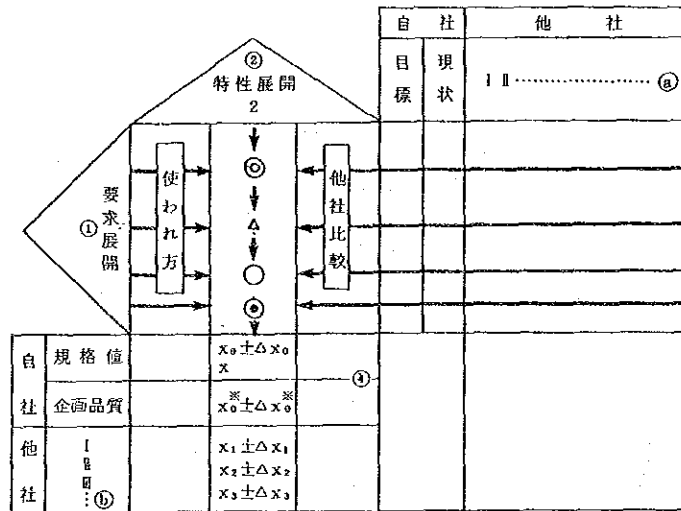
図V-3-225 品質展開システム

3-5-5 品質表と新製品開発

(1) 企画品質の設定

品質表において、各特性ごとに対応する全要求項目を通して、すなわち使われ方をふまえて、それらを保証する品質特性値の限界を表の下欄に記入する。

さらに突込んで検討するには、要求品質展開表および品質特性展開表について他社との比較を図V-3-226のように結合させて考えてみる。



図V-3-226 企画品質展開表

企画値 $x_0, \Delta x_0$ の妥当性を次のように検討する。

- ① 仮に設定した図中④の $x_0, \Delta x_0$ と、自社の規格値を比較する。および図中bで示されている他社の $x_1 \pm \Delta x_1$ と比較する。
- ② 要求品質展開表①と他社との比較aによって得られた自社の現状と目標からみて表中の矢印をたどり、 $x_0 \pm \Delta x_0$ の妥当性を検討する。
- ③ 特性値 x に対する従来製品の実績値、工程能力、工程能力指数を参照する。
- ④ クレーム分析により再発防止の立場から検討する。

以上を総合して規格値 $x_0 \pm \Delta x_0$ を設定し、これを規格値とする。

以上のような手順を踏んで、企画品質を設定して行くと競合条件が明確になり、自社技術の有利性・不利性がはっきりしてくる。

(2) 初物流動管理への利用

本報告書は多様化に対して、どのように取り組むかを首尾一貫して検討してきた。

その結果、標準設計品以外のものも受注し、生産して行かなければならない。この場合に製造上の問題点は標準品以外の部品または製品が、製造オーダーとして流されるので、それに対してどう対応して行くかということになる。

設計面では編集設計を行う事によって、個々の製造オーダーの特殊部分を軽減して行く事が必要であるが、その極く一部の特殊な部品が、製品の最終品質に対して決定的な意味を持つ場合がある。

例えば外見上は標準部品と全く変わらないものであっても、穴の数が標準より1ヶ多いとか、テーパの角度を変えた、あるいは嵌合いを少しゆるくする、などの処理を考えている場合に、標準通りの物ができてしまうという例が多い。

標準と異なった部分の指示が不完全であったり、指示はされていたが、作業者が見落した、等の理由で発生するものであるが、多様化が進むと、こういうケースのような種類の部品が益々増加してくる。

前に述べたようなミスは、例えば図面だけを提示してあとは作業者まかせというような、工程機能のはっきりしていない工場で発生する。

そこで工程機能を明確にして、初物流管理という手法がとられる訳であるが、品質表を使用することによって、その部品の管理特性を明確にすることができる。

計量ポンプの新製品開発は全くの新シリーズを開発するという場合を除いて部分設計変更品を使用するが多い。従って、このような研究開発用の部分設計変更部品や特殊仕様製品なども製造にとっては同じ扱いとなり工程機能の明確化が重要になり、その事によっても開発目標、開発期間などに影響を与えることなく処理することが可能になる。

3-6 新製品開発と製品構成

3-6-1 新製品開発と近代化

新技術・新製品の開発、性能向上、コストダウンは工場製品メーカーにとって共通の命題であり、企業成長の原動力として最も重要な課題であることは、IV-3-1-3において既に述べた。とりわけ重慶水泵廠のように多品種少量生産で且つ受注生産形態をとる企業においては、常に需要の動向に着目し、新技術・新製品の開発に力を入れ、すべての生産活動を抜本的に見直し、革新を進めなければならない。部品を加工し組立て販売する、いわゆる製品中心の企業においては、独自の製品を売り物とし、その製品（商品）の品質・価格・デザインなどで他企業をひきはなし、製作販売の独自性を確立しなければならない。従って研究・開発、設計、生産技術・マーケティング、アフターサービスなど総合技術力の向上、並びに企業戦略として、新製品開発および製品改造は極めて重要課題といえる。

重慶水泵廠の近代化は、最終的には工場全体を対象とする近代化であり、単に本調査業務が対象とする製造工程のみの近代化でないことは言うまでもない。すなわち、工場の全ての機能と能力の向上とそれらが互に効率よく機能し、工場の総合能力が向上することによる近代化計画でなければならない。

さらに、生産システム、生産設備、生産技術などの近代化は実現されなければならないが、これら生産体制の改革と共に、製品そのものの近代化を図ることもまた重要である。

工場近代化とは、すなわち新設備導入とする傾向が見られるが、極めて危険な考え方である。金属・化学・繊維・木材・ガラス・セメントなどの素材産業のように設備中心の装置産業においては、生産自体が設備能力によって規制されることが多く、これらの企業の近代化は生産設備の近代化が中心課題となるケースが多い。しかし製品中心の加工組立工場においては、生産設備の生産システムの近代化と共に、製品そのものの近代化を推進する必要がある。すなわち高度化・多様化するマーケットの要請の対応し得る高品質・高信頼性を持った商品を作り出す必要がある。

陳腐化した技術で時代遅れの“商品”をいくら大量に生産しても、市場のニーズに適合しなければ、それは資源のムダ使いとならざるを得ない。

また、IV-3-1-3にて指摘したとおり、技術革新を“数多く製作する”という面でのみとらえられる傾向が見られるが、商品の需要動向、製品モデルの改良、合理化技

術、コストダウンなどの指標を忘れてはならない。すなわち工場近代化は生産設備、生産システム、生産技術の近代化を推進することであるが、製品モデルの近代化も含め総合的に推進されなければならないと考える。

3-6-2 製品機種 of 整理・総合

新しい商品を開発しようとすることは、商品の種類を増やすことであるが、他方では既存商品を厳しく検討し、整理すべきものは整理する必要があることは前述した通りである。

現在流れている既存の製品と新製品との関係を明確にしなければならない、言い換えると今までの商品の位置づけと、新商品をどのように位置づけるかを明確にすることである。

重慶水泵廠では表Ⅱ-1-1“計量ポンプの形式と製作台数”に示すごとく、現在11種類のポンプ駆動部の形式が採用されている。この一覧表はポンプ駆動部の大・小および機能により分類されており、この他に大小さまざまな接液部機構が組合わされ、一台の計量ポンプが製品として完成される。この駆動部の機種 of 整理について検討した結果、次の通りである。

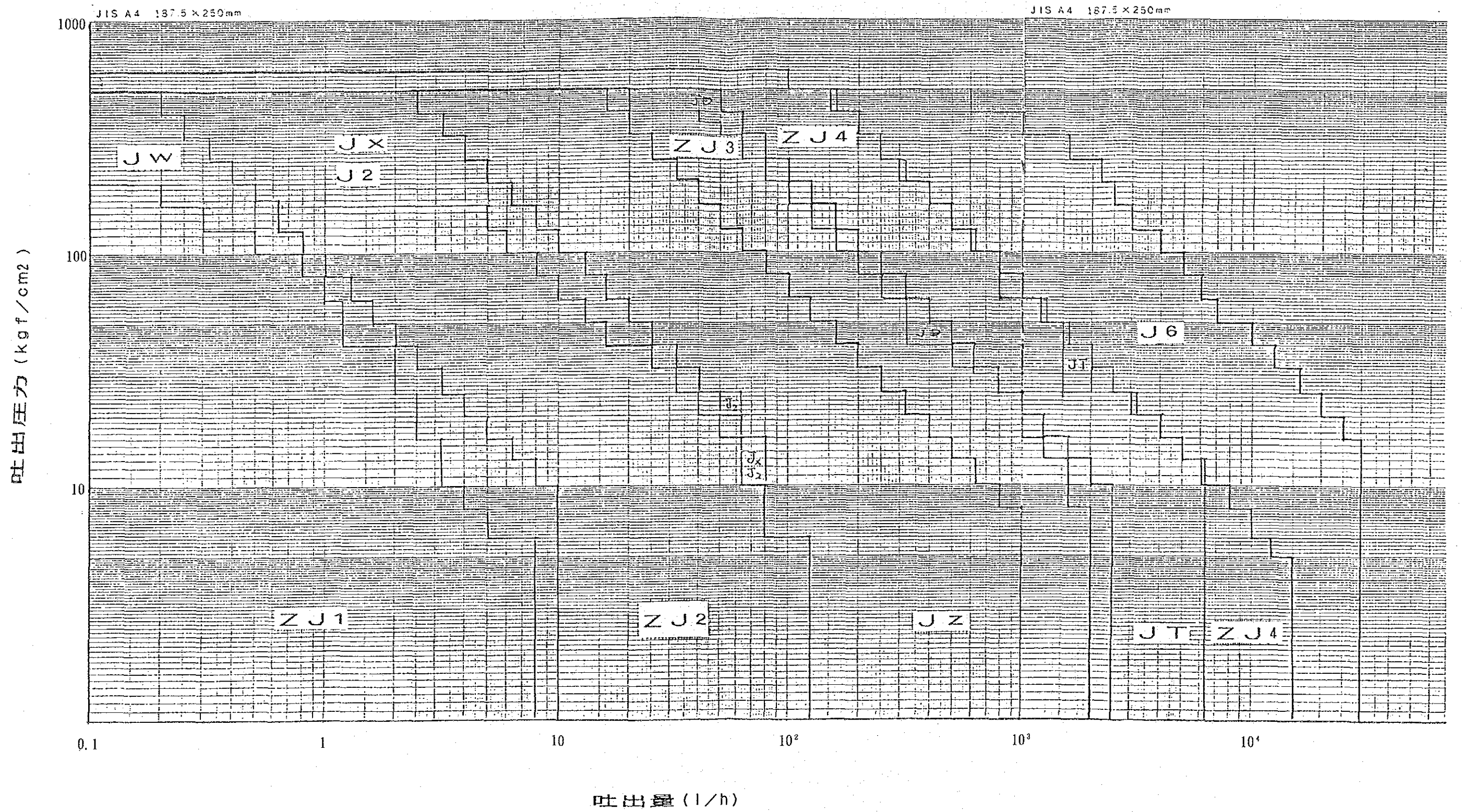
重慶水泵廠においては、1990年の計量ポンプの生産台数を現在の3倍にあたる3600台を予定している。表Ⅱ-1-1に示す通りポンプ機種が11種あり、このうち圧力-流量特性の似通う機種も幾つかあることがわかる。これは現在重慶水泵廠において、新旧2種類のモデルのポンプが生産されている為の現象である。1990年の生産機種 of 予定は、新旧機種別に分類すると表V-3-18の通りとなる。

	ポンプ形式	生産台数	比率 %
旧型	ZJ ₁ , ZJ ₂ , ZJ ₃ , ZJ ₄	750	20.8
新型	ZW, ZX, ZZ, ZT, J ₂ , J ₆	2850	79.2

表V-3-18 新・旧 台数比率

旧型機種 of 比率を高く予想している理由として、客先で長期間使用実績があり、且つその評判がよく、再注文を受けた場合、製作せざるを得ないことを挙げている。

しかし、既に述べたようにポンプ特性表表V-3-19を見る限り新旧機種 of 重複範囲が広いので、積極的に新機種 of 特徴、旧型と新型機種 of ちがいを宣伝の前面に打ち出し、



表V-3-19 ポンプ吐出圧力-吐出量特性

生産機種を新型に切り換えるように努めることが必要と考える。

例えば、全機種にサーボ機構を取付けることができ、遠隔操作や自動制御ができるとか耐久性が旧型に比べて、飛躍的に向上したとかである。

機種の統一の可能な形式を分類すると表V-3-20の通りとなる。

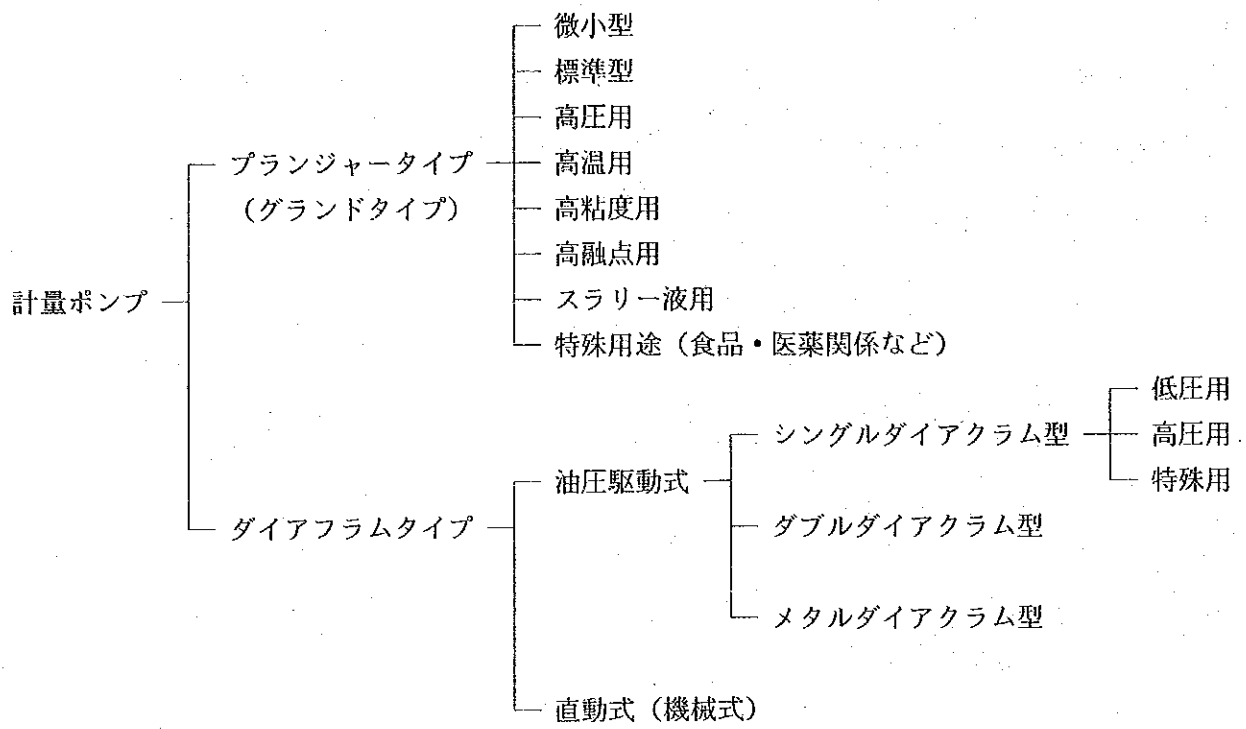
表V-3-20 機種の一

統一後の機種	吸収される機種	生産予定台数	比率
JW	ZJ ₁	150	4.2
J ₂	ZJ ₂ , JX	1,150	31.9
JZ	—	1,100	30.6
JD	ZJ ₃	700	19.4
JT	ZJ ₄	300	8.3
J ₆	—	200	5.6

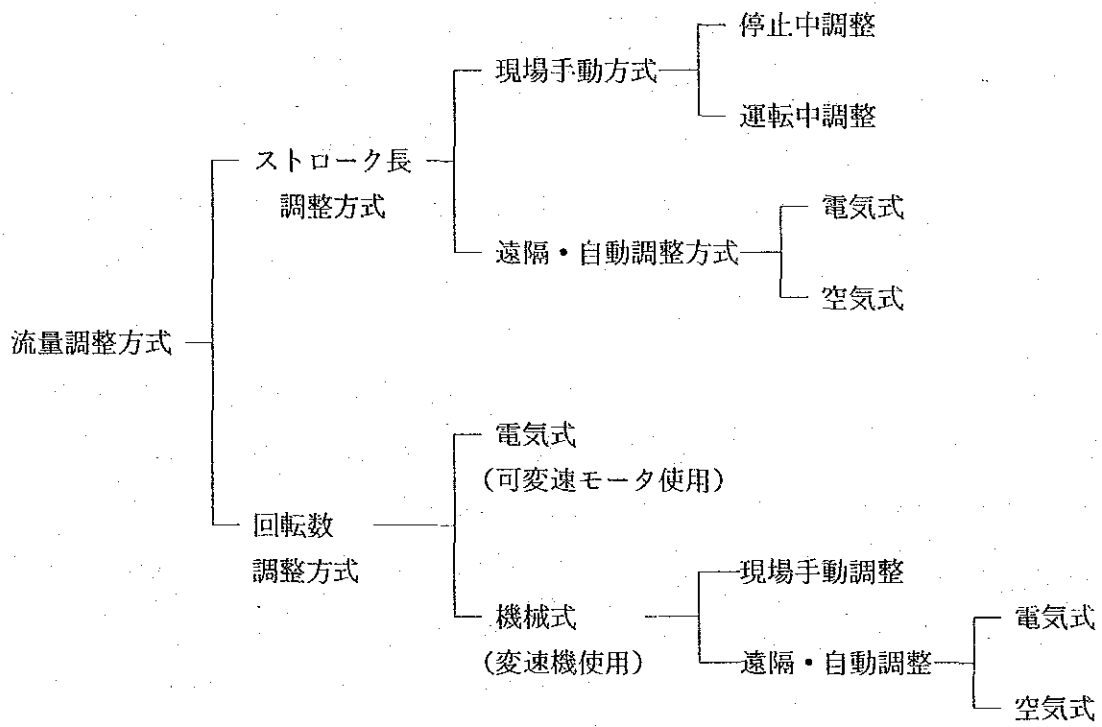
すなわち、11種類から6種類に減少することになる。

つぎに、前述した駆動部に大小さまざまな接液部機構が組合わされるわけであるが、現状の重慶水泵廠の接液部分の製品構成ではまだ不充分であり、今後製品構成を豊富にしシリーズ化を積極的に推進する必要がある。とくに接液部に関しては、開発を進める上で、シリーズ化とともに、部品のモジュール化、ユニット化に留意すべきである。部品あるいは組立品の段階で少数の基幹モジュールの集合体に仕立てておくことが必要である。つまり部品の規格化、共通化を徹底して推進し、そこから多様化した最終製品を生み出すようにしなくてはならない。重慶水泵廠の計量ポンプは、駆動部、接液部共にモジュール化、ユニット化について配慮されているが、今後新モデルが開発された場合、新旧部品の構成の総合統制に充分留意しなくてはならない。

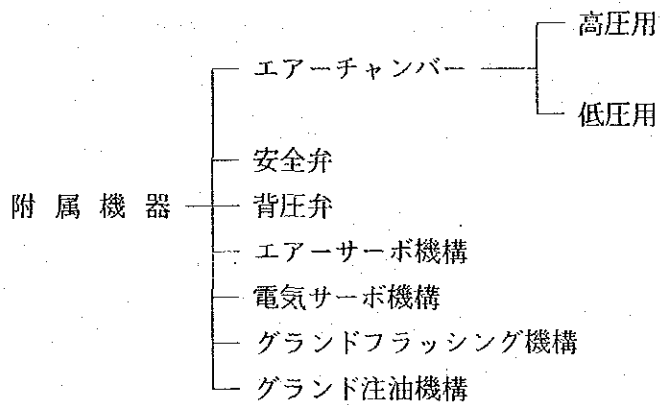
現在、マーケットに供給されている計量ポンプ一般について、接液部構造によって分類すると概略図V-3-227となる。さらに流量調整方式による分類、周辺機器の分類を図V-3-228、図V-3-229に示す。これらの市場の動向を出来るだけ定量的に調査し製品構成の方向づけに反映させることは極めて重要なことである。



図V-3-227 接液部機構による分類



図V-3-228 流量調整方式による分類



図V-3-229 附属機器の分類

3-6-3 技術情報の管理と標準化

需要の変化に対し企業としては、かなりフレキシブルに対応出来るように、製品の標準化を推進しておかなくてはならないことは言うまでもない。また、製品そのものの標準化のみでなく、いろいろな要請に対応出来るよう設計方法、試験・検査方法、取扱説明書、サービスマニュアルなど広い意味でのソフトウェアの標準化を推進・整備しなくてはならない。

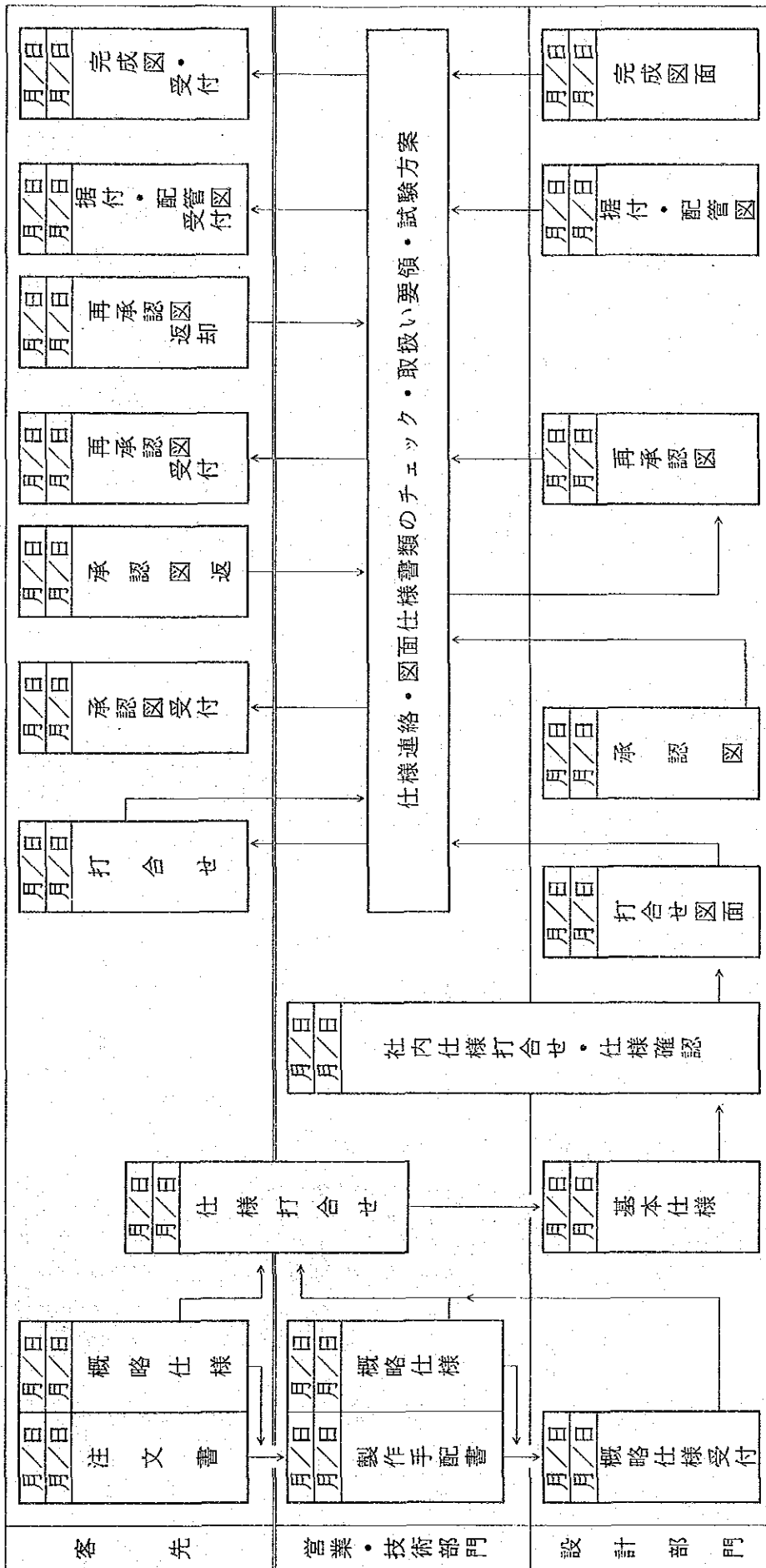
重慶水泵廠のこの方面での対応は遅れており、これら技術資料の整備ならびに標準化を積極的に推進する必要がある。とくに、受注生産型の工場では受注から検査、納品、据付、運転までその情報の流れは複雑で、客先との密接なコンタクトを必要とする。仕様内容の確認、製作の基本方針の協議、仕様不明事項の摘出、処理方法の決定など、仕様書や図面を中心に実施される。

客先の注文に応じ、個別生産が主体になると言っても、その都度、図面や技術資料を作成していたのでは企業としては成り立たない。従ってこれらの図面、仕様書などの技術資料の標準化を推進する必要がある。

客先に提出する技術文書としては、一般には、仕様書、図面が中心であるが、この場合、客先の承認を得るために発行するため、承認用図面として一般には製作用図面と区別して管理される。

この承認用図面には、対象製品によって、さまざまな目的の図面があり、その主なるものは、外形図、断面図、据付寸法図、配管・配線図などである。

仕様書・承認図面のフローの一例について図V-3-230に示す。その他、企業の規模や業種によって差はあるが、一般には表V-3-21に示すような技術情報が管理されている。重慶水泵廠においても、今後この種の業務がますます増大するものと考えられ、技術情報の標準化を推進・整備すること、並びにその体制を確立することが必要と考える。



月/日
月/日

..... 決定月日
..... 予定月日
..... JOB内容

図V-3-230 仕様書・承認図面の流れ

表V-3-21 技術情報の例

・社外技術情報

情報の種類	情報の内容
法律	国内外の法律、国の政令・省令・告示、都道府県の条例等
規格	国際規格、国内外の国家規格、官公庁規格、国内外の団体規格等
工業所有権	国内外の特許・実用新案・意匠・商標等
カタログ	国内外各社の概要・製品・機器・素材等
技術文献	国内外の学位論文・特定研究機関の研究成果報告、学会の発表論文集等
技術情報	国内外各社の技術説明書（テクニカルレポート）等
専門図書・雑誌	国内外の専門図書・雑誌

・社内技術情報

情報の種類	情報の内容	情報作成部門の例
図画	製品別図面集、類似図面集、納入先別図面集等 見積り図面、計画図、製造図、重量表等	設計部門
生産情報	外注先を含む生産技術情報、資材情報、外注先を含むコスト情報生産量情報（在庫を含む）	製造部門
品質情報	製品・部品ごとの製造品質情報（出荷試験成績書、試運転成績書、検査成績書等） 製品・部品ごとの市場品質情報 クレーム情報等	製造部門
標準類 （規格類）	設計標準、設計基準、部品標準、生産技術標準、 製造標準、計画標準、試験標準等	設計部門 製造部門
特許	提案情報・出願情報・公告情報・活用情報	特許部門
技術情報	研究・試験報告書（データも含む、社内技術会議記録技術資料、社内製品のカタログ、取扱説明書、社内製品の技術情報（設計計画書、設計仕様書、運転要領書、据付要領書、購入仕様書、契約仕様書等） 他社製品の調査報告書	研究・開発・ 設計部門

3-7 安全管理

3-7-1 安全管理の必要性

安全を守ることの重要性は、人間尊重の精神から生まれている。経済的損失その他はさておき、まず大切なものは人間である。工場で人々が働く目的はさまざまである。しかし共通する点は、まず生活を支えるための収入をうることである。さらにその収入により満ち足りた生活をしたいという願いをだれしももっている。また働くことにより、技術を身につけたい、才能を伸ばしたい、あるいは社会のために役立ちたいなどいろいろな目的がある。

しかし、働くために怪我をしたり、命を落とすことがあってはならない。幸福を求めて、私たちの日常の工場での生活や社会での生活から怪我や病気をなくすことが「安全確保」である。いいかえれば「人間の行動や建物・機械などの設備を危険のない状態にすること」が安全確保であり「従業員一人一人の幸福のため」に推進されるものである。

(1) 事故の影響

仮に事故が発生すると、次のように本人はもちろんのこと、家族、職場および生産に及ぼす影響は大きい。

1) 本人は肉体的苦痛をうけるばかりでなく、一生不自由な身体になることさえある。また精神的苦痛も大きく、将来への希望も断たれることもある。怪我をする、生命を落とすことは金にはかえられるものではない。

2) 怪我による妻子、両親など家族の心配や苦労は筆舌に尽しがたいものがある。殉職されて残された奥さんの非痛はいたましいものがある。残された子供さんの将来も暗い一生となる。

3) 怪我をした場合、上司に、同僚に、部下に迷惑や心配をかけることはもちろんであるが、最もたいせつなことは、災害の発生により職場を暗くし、士気に影響を与えることである。

4) 産業人として十分考えなければならないことであるが、有能な人を一時的あるいは永久的に失うことは、仕事の遂行に大きな損失をもたらす。また、災害発生による生産量の低下、建物・機械・工具の破損などもともなってくる。

(2) 現場の5大任務

現場には数多くの達成しなければならない問題がある。これを整理してみると、次の5つに分けられる。

- 1) 安全を確保する (安全)
- 2) 品質を維持・向上する (品質)
- 3) 生産量を達成し、納期を守る (生産量)
- 4) 原価を低減する (原価)
- 5) 良好な人間関係を作る (人間性)

この現場の「5大任務」の中で特に優先しなければならないのが、「安全を確保する」ことである。

3-7-2 安全管理の考え方

安全管理についての基本的な考え方は次の通りである。

(1) 安全の責任者

従業員の安全の最高責任者は、その会社・工場を代表する長である。安全に関する責任は、社長、工場長から、フォアマン（交替勤務の直長）に至るラインマネージャにある。

(2) 管理と改善による安全の確保

安全確保の進め方には2つのやり方がある。

ひとつは、事故や災害を起こさない、すなわち無災害の状態を維持していく「管理」であり、もうひとつは事故を起こす原因を取り除くための「改善」である。「管理」と「改善」はそれぞれ単独に行なわれるのではなく、車の両輪のごとく管理と改善が並行して一体となって進められて、安全の確保が達成できる。すなわち安全とQCは目的も進め方も同じであることがわかる（図V-3-231 頁610 参照）。

1) 計画

(a) 目標を決める。

- ① 安全に対する会社としての基本理念を明示する。
- ② 会社の安全目標を明確にし、さらにこれを達成するための職場の目標、個人一人一人の目標を設定する。

例

- a) 死亡災害及び重大災害の絶滅
- b) 災害発生度数率3.0以下の達成

(注)
$$\text{度数率} = \frac{\text{災害発生件数}}{\text{述べ労働時間数}} \times 100\text{万時間}$$

(b) 目標を達成する方法を決める。

- ① 工場における推進方針を定める。
- ② 管理項目を決める。
- ③ 重点実施項目を決める。
- ④ 実施項目について、各職場の具体的実施計画を定める。

(工場推進方針と重点実施項目の例)

< 推進方針 >	< 重点実施項目 >
1. 不安全行動の撲滅	④ 安全教育訓練と個人指導の充実 ⑤ “無災害事故申告”運動の推進 ⑥ 安全サークル活動の推進 ⑦ “呼称確認”運動の促進 ⑧ “相互忠告”運動の促進 ⑨ 安全防具の完全着用
2. 職場環境の改善	① 設備の点検整備の強化 ② 詰所・食堂の環境整備 ③ 作業場の環境整備
3. 総合安全管理体制の強化	④ 協力会社に対する安全指導の強化 ⑤ 協調態勢の促進

2) 実施

部下の安全を守るのが職組長の使命である。事故や災害を起こす原因または起こすかもしれない原因のすべてを取り除くことが事故防止の秘訣である。そのために、職場の安全実施計画を強力に実施するとともに、たえず安全に留意し、職場における人的・物的な潜在危険の排除に努めなければならない。

日常、次の点に留意する。

- a) 安全意識の高揚
- b) 整理・整頓
- c) 安全点検
- d) 安全服装と安全防具
- e) 安全確認の習慣化
- f) 安全作業標準の徹底

g) 良好な人間関係の育成

h) 安全教育の徹底

3) 検討

a) 安全目標および安全実施計画の達成状況をたえずチェックする。

b) 無災害事故の検討。

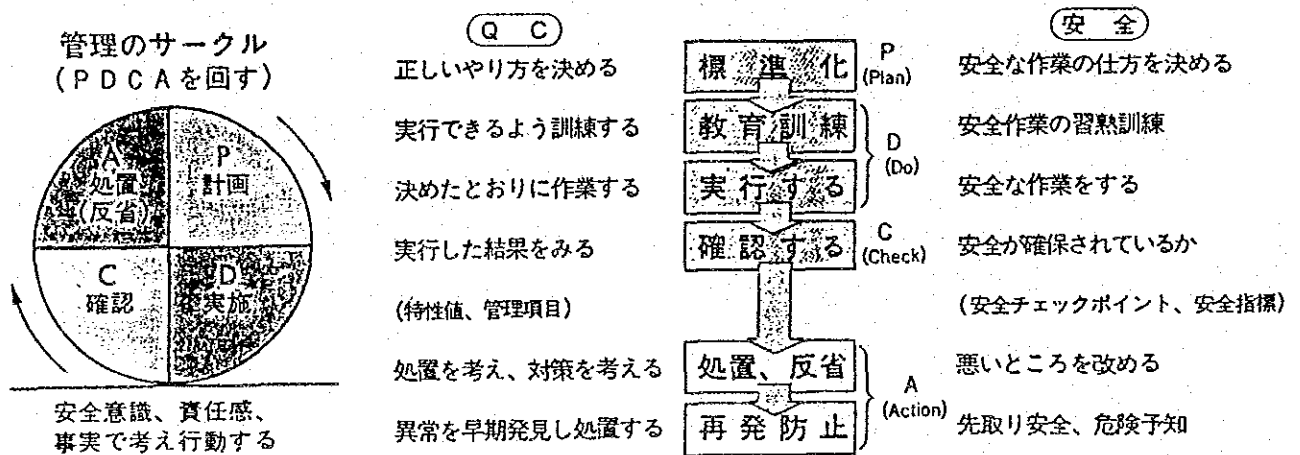
c) 怪我をともなわなかった事故を見逃さず、原因を調査し、除去する。

d) 災害分析を行ない対策を考える。

4) 処置

a) 安全目標および安全実施計画の達成状況のチェック結果により、不十分な点、未達成の問題に対する処置を取るとともに、よりレベルの高い安全目標をめざして、次の計画へ結びつける。

b) 不安全行動、不安全設備を発見したらただちに是正の処置を取る。



図V-3-231 安全管理のサークル

3-7-3 予防処置

職場で起こる事故や災害は、突然天から降ってくるものではなく、必ず何らかの原因がある。その中で最も多いのは、機械や設備、治工具など物の不安全な状態と、作業者の危険な行動や無理な行動など不安全な行動（行為）が重なり合って起こることが多い。つまり事故の多くは、作業動作や作業態度によって起こるのである。

(1) 不安全行動（危険のシグナル）

不安全行動というと、何か特別なことのように思われるが、

- 1) 小さな事故をもみ消した
- 2) 決められたことを守らなかった
- 3) うっかり、ぼんやりしていた
- 4) 見逃した、見すごした
- 5) 作業法を知らなかった
- 6) 無理だと思ったが、やってしまった
- 7) 忙がしい、間に合わない

など、誰でも犯しやすい、ごく普通の行動や動作から生じる。それだけに日ごろからの安全に対する関心・注意が大切となる。

(2) 災害の起きるしくみ

1) 家庭的・社会的欠陥

家庭での不和・粗暴・無謀・強情などの好ましくない性質の遺伝、社会の悪い生活環境など。

2) 個人的欠陥

悪い態度、足りない知識、心配ごと、精神上・肉体上の欠陥など。

3) 不安全状態と不安全行動

職場の中の危険な状態、あぶない作業のやり方や態度など。

以上の原因が事故や災害につながるとされている。

これについて、アメリカの傷害保険会社のハインリッヒという統計技師は近接して並べられた将棋の駒にたとえて説明している（図V-3-232）。

将棋の駒が倒れたということは、その悲しむべき現象が現実起こったことであるが、この場合

- (a) 駒は一方のみに倒れる

- (b) 前の駒が倒れなければ後の駒は倒れない
 - (c) 前の駒が倒れても後の駒が倒れるとはかぎらない
- という条件がある。

図に示すように、第一の駒および第二の駒の要因を除くことは安全を確保するための最も積極的な予防策である。根本原因である家庭的環境の欠陥や個人的欠陥は指導しだいで除去できるものが多い。

そのためには

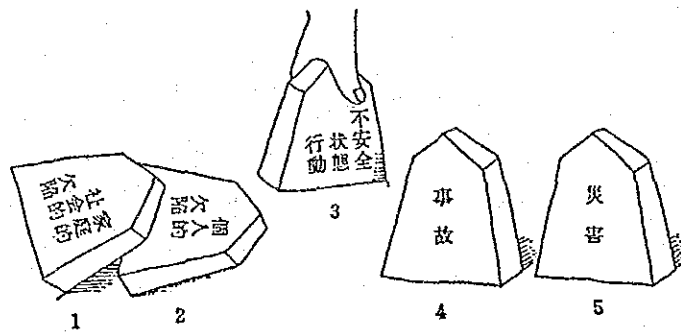
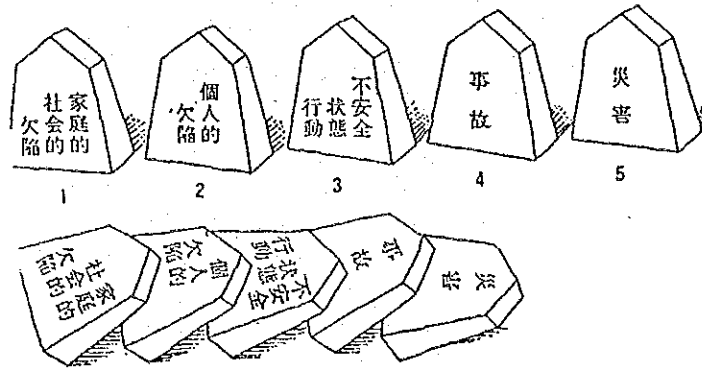
- ① 自分の短所を反省させる
- ② 動揺する心をおさえさせる
- ③ 私生活を自粛させる

などの手をうつことが必要である。しかし、この第一の駒および第二の駒の要因を完全に除くことはできない。

そこで図のように第三の駒（不安全状態行動）をなくしてしまえば、たとえ第一の駒、第二の駒は倒れても、駒のつながりは切れているので事故や災害は起こらない。すなわち、災害の防止ができるわけである。

第三の駒（不安全状態や不安全行動）をなくしてしまうためには

- ① 職組長は不安全状態をどのようにして取り除くか
- ② 部下の不安全行動をなくすために、どのように指導をするかが重要となってくる。



図V-3-232 安全の予防処置

(3) ヒヤリ事故の対策

ヒヤリ事故体験は安全先取りのための価値ある情報である。ところが、一般にこの体験は隠されがちなのが実情であり、表に出てこなければ対策も後手に回ってしまふ。

この活動のポイントは、ヒヤリ事故体験を包み隠さずに上司や職場の会合で報告することである。おこられるとか、自分の不注意だからと隠していると、いつかは隠せない重大事故につながるおそれがある。

別のいい方をすると、ヒヤリ事故体験を包み隠さずに報告できる職場の雰囲気づくりをし、相互注意、相互協力の精神をもたなければいけない。ヒヤリ事故対策を表に示す。

(4) 標準化

1) 標準化・安全基準の重要性

人間は本来、型にはめられたり画一化されたり強制されたりすることを嫌う一面をもっている。人間のもつこのような性質が、ともすれば安全を確保するために定められた法規・安全基準その他標準類さえも軽視し無視する行動をとらせる。

安全に関するかぎり、標準類・安全基準の軽視は、事故・災害に直結するものと覚悟しなければならない。たとえ、少々手間がかかるようにみえても、安全に関する標準類の遵守は絶対に行なわなければならない。

- ・安全に関する標準類や安全基準を作らない
- ・安全に関する標準類や安全基準を知らない
- ・安全に関する標準類や安全基準を教えない
- ・安全に関する標準類や安全基準を守らない

この4つの恐ろしさを十分に知らなければならない。特に、現場の管理者・リーダーは、この4つのことに主要な責任をもっているのである。

2) 標準化とは

標準化は、それが本当に“有効かどうか”が問われなければならない。

- ・必要なところに決め（安全標準類・安全基準）がない。
- ・効果のないことがうるさく決められている。
- ・決めはあるが、全然理解されていない。
- ・決めはあるが、守られていない。

- ・決めは守ったが、それでも災害が起こる。

このような状況は日常よくあるケースであるが、安全を確保するために真に有効な標準化はどうあるべきか、そしてまた、各自の職場の実際ははたしてどのような状況にあるかをよく検討してみよう。

標準化とは、ただ単に標準を決めるだけのことではない。

- ・標準を定め
- ・標準を受け入れ（理解・納得）
- ・標準を守り、守らせ
- ・標準を改訂・新設する

この一連の過程をいうのである。この過程を日常でいねいにくり返し、積み重ねていくことが、安全確保には必要である。安全確保のためには一時的なはなばなし活動はあまり必要ではなく、ここにいう標準化の地道な活動こそが必要である。特に、実際の現場では標準などの取り決めを定めることよりは、それを守り、守らせることのほうがむずかしく、うまくいかない場合が多い。

3) 標準類を定める前にやるべきこと

国の労働法規・安全法規や会社の就業規則などによって規制されていることについてはいままでもないが、社内・職場内で新たに安全確保のために作業標準、安全標準、管理標準などの取り決めをする場合、絶対に省略してはならないことがある。

それはまず第一に、実際に職場の不安全要素・不安全状態・不安全動作などをよく実地に点検し、問題点を具体的につかむことである。想像や抽象的考えや机上の議論だけでは、いくら厳密に定めたつもりでも、標準類や規則などが有効であるという保証はない。

各職場・各工程ごとにそれぞれ、作業内容・使用設備・環境条件・取扱い物品・レイアウト・従業員構成と経歴・経験度・勤務形態などすべてが異なっている。したがって、職場・工場の性質をよくつかんでおくことがたいせつである。

事故や災害の発生しやすい性質の職場・工程は特に重点をおいた効果的な管理をしなければならないので、精細にチェックして選び出しておく必要がある。

3-7-4 安全教育と工場査察（パトロール）

安全保持のために、高度の教育訓練が必要である。安全の教育訓練とは、従業員が工場の安全運転を心掛けるように仕向けることである。この場合、「安全は仕事の一部」と

いうこともあり、安全を守らない者には仕事を与えないとの強い態度も必要である。

(1) 基本教育

新入社員教育： 安全に関する考え方を明確に教える

基本業務教育： 仕事をする上に必要な操作方法および安全全般についての教育
教材には運転マニュアルおよび安全マニュアルを用いる。

(2) 安全教育

新しい機械を導入した時、マンネリ化している時、災害の起った時、全国安全週間などの催しのあるときなど、時期を見計らって、従業員対象の安全訓練をする。

特にNC機械やマシニングセンタのような自動機械が多く導入されるようになると、従来考えられなかったような安全面での危険な現象が現われてくる。高速加工のときは、従来とは切粉の発生速度も速く、機械には近寄れなくなる。その為には、防護カバーを取付けなければいけないし、そもそもは、切削が小間切れになるよう切削工具の改良の研究も必要である。

安全教育の内容はそれが実践されてはじめて災害防止に役立つものであるから、受講者に身近な、しかも具体的なものでなければならない。たとえば、生産技術者に対する教育においては、生産計画をたてる場合に、どんな見地から安全を検討すれば良いかを具体的事例を引用しながら教えることがたいせつである。生産計画が適切でなかったために発生した災害事例を用いれば一層効果的である。

安全教育はくり返して根気よく何回も行なわなければいけない。

聞く人は話の一部しか聞き取らないのが普通である。また、理解してもすぐ実行に移すとはかぎらない。したがって、同じことを何回もくり返して教えることが必要である。この場合、同じ方法でなく、たとえば一回は話をして聞かせたら、次はスライドをみせるなど、手を変え品を変えて教えることがたいせつである。

耳から聞き、あるいは目でみただけの知識はすぐに忘れやすい。耳や目から受け入れた知識は頭を使って消化することによってみずからの血となり肉となるものである。このため、講義や実地指導の場合には、ときおり問題を与えて、「この場合、あなたはどうするか」を考えさせ、討論させることが効果的である。この思考や討論の過程をへて、受講者はその結論を本当に自分のものとして理解するからである。頭を使って体得した知識は容易に忘れないものであり、また応用がきくものである。

教育は相手に物ごとを教えることであるから、受講者の理解力にペースを合わせな

ければならない。いくら自分がわかっているからといって、早いペースで講義を進めたり、たいせつなことを省略したりしてはならない。また、やたらにむずかしい言葉や英語をふりまわすのも良くない。現場の作業者にはやはり現場に合った表現が最も親しみがもて、理解も早いようである。ときどき質問をして、相手がどの程度理解したかを確認しながら進めていくこともぜひ実行してほしい事柄である。

(3) 工場査察 (パトロール)

査察も安全保持の重要な手法であり、工場の安全、管理、安全活動計画がうまくいっているかどうか、従業員が安全のルールを守っているかどうかの点検を行ない評価する。査察が終わるとその結果を工場長および関係者に報告し討議し、討議結果から得られた必要事項を工場内に提示し、改善をはかるようにする。

重慶水泵廠内で見かけられた安全上の問題とその改善策は次の通りである。

- 女子のハイヒール、サンダルばきでの現場作業の禁止

- 山積の部品保管と改善

- 高さの低い作業台の改善

- 電気火災及び感電事故の防止

(ケーブルの絶縁向上、油汚れの防止)

- ポンプフレームの不安全な逆さ置き

- クレーンの吊りバンドとして旋盤のVベルトの転用

(専用のポリエステルリングを用いる)

- クレーンのフックにピンがない

- 通路と作業場の区別を明確にする

(機械工場の通路には白のタイルを埋めている)

- 砥石の前には受台が備えられ、受台と砥石の間隙間は2～3mmになるよう調整しなければならない。また、作業上の注意点をまとめ、砥石の前に掲示する。

(表V-3-21)

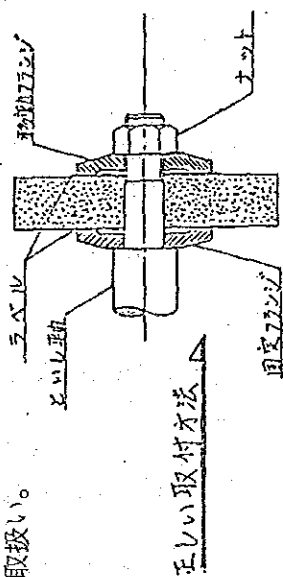
- プレーナーの先端には柵を設ける

- 旋盤類にはつい立てを設ける

表V-3-2I トイシの取扱い上の注意点

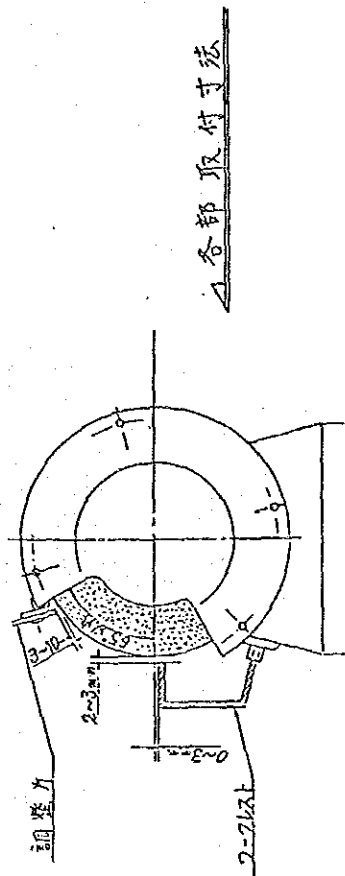
必ず守るべきこと

- トイシに衝撃を加えないこと。
- 乾燥した工具室に保管すること。
- 取付前に外観検査すること。
- 打音検査を行うこと。 • 正しいフランジを使用すること。
- 安全使用速度を守ること。
- トイシに貼ってあるパッキングを使用すること。(ラベル)
- ワークレストを正しく調整すること。 • 安全カバーを必ず施すこと。
- トイシ取りかえ時3分間以上、使用前に1分間以上試運転すること。
- 防塵メガネを着用すること。
- 研削液停止後にトイシの回転を止めること。
- 両頭グラインダーのバランスを取ること。
- 決められた使用面以外は使用しないこと。



してはいけないこと

- 落したトイシは使わないこと。
- 無理に軸に取付けたり、トイシの穴の修正は絶対にやらないこと。
- 検査表に記載された最高使用周速度をこえないこと。
- 取付用ナットを締付けすぎないこと。
- 決められた使用面以外は使用しないこと。
- 安全カバーなしに機械を動かさないこと。
- トイシとレストの間に工作物を差しはさまないこと。
- 機械の始動時にトイシの正面に立たないこと。
- その作業に決められたトイシ以外は使用しないこと。
- トイシを野ざらしにしたり急熱しないこと。



4. 実施のスケジュールおよび経費

4-1 スケジュール

本報告書で取りあげた近代化の項目は、スケジュール表にまとめて表V-4-1として掲載した。期間は着手日より5年間とし、第1期から第3期までの3段階で推進するという前提で検討を行った。

3段階の進め方については、第Ⅱ部工場近代化計画策定方針で述べている通りであるが、第1期は近代化の目標および方策決定などの方針策定と現状の諸管理機能の見直しと問題点の洗い出しなどが主要な課題となる。

また電子計算機システム（EDP）の導入については、第1期の最優先課題となり、導入するか否かの意志決定は最も早い時期に行う必要がある。

本報告書ではEDPを導入するという前提で検討を進めてきたので、スケジュール表についても、導入することを前提としてまとめた。

工場近代化計画は、経済情勢、需要動向、技術開発の動向、資金調達などを勘案して、最適案を選択し遂次実施して行くべきものであるが、報告者は工場診断結果に基づき、技術的な面での可能性を主体にまとめた。

従って資金調達等の事情は検討範囲外としたので、資金事情などを加味して、計画の前倒し、または後倒しなどは工場自身で決定し、実情に即して運用することを推奨する。

表V-4-1 実施のスケジュール表

		第 1 期		第 2 期	第 3 期		注 記		
		初 年 度	2 年	3 年	4 年	5 年			
機 械 加 工 お よ び 組 立 工 程	M C 機 械	機種決定 製作期間 据付・試運転稼動				加工データ EDP化	コントローラ調整	<ul style="list-style-type: none"> ・センタリングマシン ・ジブクレーン ・ショットブラスト機 ・洗浄設備 	
	その他の設備	加工ロジック	基本プログラム			加工データロード			
		ツールングシステム	ツール製作期間			ツールングシステム EDP化	ツールングデータロード		
		詳細設計	製作期間						
		設計	製作期間	据付 稼動					
			基礎工事	据付 稼動					
試 験 検 査 設 備		パネル詳細設計 測定機具製作			パソコン検討	データ処理	試験成績書打出し		
			付属機具製作						
			水槽ラック等基礎工事	据付 稼動					
機 械 加 工 工 程 管 理 入 出 庫 シ ス テ ム 組 立 工 程 管 理 原 価 計 算 シ ス テ ム	高 層 倉 庫 運 搬 機 具 組 立 ラ イ ン テ ー プ ル	生産ストラテジー	機械加工管理システム	帳票設計	加工ロジック		EDP化	機械加工伝票打出し	
					負荷計画				発注伝票打出し
		MRPシステム	入出庫システム	帳票設計	高層倉庫製作		据付調整		入出庫伝票打出し
			部品編成システム	セミアセンブリライン設計	運搬具製作		稼動		
					設備製作		据付調整		
					組立ライン設備製作		据付調整		組立指示書打出し
			原価計算システム		工数計算システム		EDP化		給与計算実施
					発注単価計算システム		EDP化		
				見積積算システム	見積フォーマット設計	マニュアル運用		EDP化	EDP打出し
				技術計算システム	仕様書フォーマット設計	マニュアル運用		EDP化	EDP打出し
		付属機器設計 (サーボ・安圧弁・背圧弁など)							
E D P シ ス テ ム	E D P 本 体	設計検討・機種決定			据付試運転	調整	稼動		
	周辺機器	詳細設計	システムプログラム開発		据付試運転	調整	稼動		
要 員 養 成 お よ び 教 育 ・ 訓 練	E D P 関 係	システムエンジニア 15名		オペレータ 15名					
	M C 機 械	生産管理システムエンジニア 5名		システムエンジニア 2名, オペレータ 5名					

