

1-1-2 工作管理部門

工作技術の管理に関する部門は生産技術に関連する業務を主に担当する工芸課、及び治工具の管理を担当する工具課がある。この二つの課について、その現状と問題点、改善策を述べる。

(1) 工作技術管理部門の現状

1) 工芸課

(a) 工芸課の業務概要及び人員

工芸課は技師長の指揮下にあり、その業務は全工場の加工プロセスや生産技術の管理を主として行っている。製作図面にもとづき、加工方法や加工手順を定め、治工具の設計を担当している。加工方法に関しては、切削工具の選定、新しい切削工具の試験、研究も行う。また、生産設備の導入に関して、加工技術面から検討を加え、その計画の立案を設備課との協力のもとに行っている。

工芸課の人員は25名で業務の各分野を担当している。

(b) 業務の個別内容

① 加工手順の検討

工芸課は、それぞれの部品の製作図にもとづいて、工作方法、使用工作機械、治工具、検査治具などの加工手順の検討を行う。

検討の結果、加工工程数の多い部品、加工手順が複雑な部品、要求精度が高く、加工に注意を要する部品などは、加工工程表ならびに加工手順書が作成され、作業時に製作図とともに加工者に渡される。

図IV-1-32に加工工程表の一例を、また図IV-1-33に加工手順書の一例を示す。

编号 NZ2000-66-025

水泵厂		零件典型工艺过程卡片		零件号		图号		零件连续号		件数	
产品名称	NZ-2000	零件名称	N型轴	零件图号	材料名称	规格	数量	工序	毛胚形式	工时	件数
工序号	工序名称及工序简略内容	工序名称	工序内容	工序名称	工序内容	工序名称	工序内容	准备	准备	准备	准备
工种	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣
工具	车	车	车	车	车	车	车	车	车	车	车
21	精铣键槽	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣	精铣
22	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺	去键槽毛刺
23	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴	卸车斜轴
24	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆	磨料粗外圆
25	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)	探伤 (探中45处)
26	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火	车中45及中45-B端面 切齿 倒角 敲火
27	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角	钻中22孔倒角
28	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6	研磨两端中心孔V6
29	合计	合计	合计	合计	合计	合计	合计	合计	合计	合计	合计

图IV-1-32 加工工程表

加工工程表には、該当部品が使用される製品型番、部品名称、部品番号、材質、素材の種類が見出し項目となっており、次に加工手順の項ごとに、加工順番号、加工の種類、加工内容、加工する工場、設備の種別番号、治具、検査器具の名称とその番号、及び標準の段取時間と加工時間が記入されるフォームとなっている。

加工手順書は、上記の加工工程表の加工順に加工する箇所の詳細図とチャッキング方法などが書かれる。

作業者は製作図とともに加工の時に受け取り、これらの加工工程表と加工手順書に従って作業を行う。

② 治工具の設計

治工具の設計は設計課からの要求と、各工場からの依頼要求とによって設計される。設計完了した製作図は、工具課に送られ、治工具工場によって製作される。

治工具の設計には、工作機械治具標準、部品設計ハンドブック、表面あらさ標準などの基準類が基本となり、これらは国家標準にもとづいてそれぞれ作成されている。

③ 作業標準書等の作成

工芸課は工場の製造技術に関する標準を作成している。

現在、制定されている作業標準書の主なものを以下に示す。

- a) 生産設備の許容摩耗標準
- b) ボール盤用穴明け治具および取付け治具の許容摩耗標準
- c) 刃先摩耗標準
- d) 鋼材の切断長さ、切断傾きの許容公差標準
- e) 部品の機械加工の標準
- f) 組立作業標準
- g) 塗装作業標準
- h) 生産設備番号取得規定

④ 新規設備の導入

新規設備の導入は、年次計画により予算措置を伴って行われるが、導入計画の過程は工芸課、および設備課が加工技術要求や製品年生産量の増加、あるいは

は設備の計画にもとづいて導入計画を立案する。また国家よりの最新設備導入計画もこれに含まれて処理されていく。実際の導入、据付などは設備課が担当する。

⑤ 新工作技術の導入

工芸課の重要な業務として新工作技術の導入がある。

調査時点では、汎用旋盤に西安微電機研究所で製作されたマイクロコンピュータを使用したNC装置およびサーボモータを取付け改造して、ウォームシャフトの仕上加工を実施、調整中であった。また数は少ないが、スローアウェイ方式のバイト、フライスカッターなどによる試作も行われていた。

⑥ 加工技能指導

加工技能の指導は操作員、および職場の技術員を対象として実施される。

この指導は工芸課、職場担当者、教育課が担当している。指導目的別に担当課が区別されており、職場の日常指導は工芸課が現場で直接指導を行い、教育課は生産工程の混み具合を勘案しながら、不定期訓練と試験で教育指導を実施している。

2) 工具課

(a) 工具課の業務概要および人員

工具課は生産副工場長の指揮下にあり、治工具工場をその管轄下にもつ。工芸課で設計された治工具の製造、検査、管理までを担当している。

人員を下記に示す。

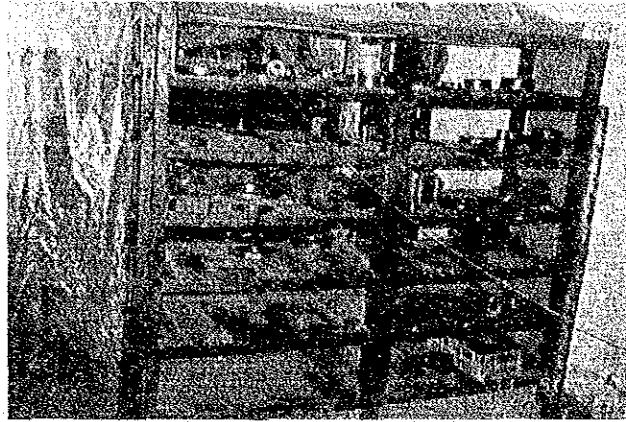
工具課 (86名) (治工具工場)	計測工具庫	2名
	工具室	5名
	工具倉庫	6名
	総合係	7名
	仕上げ係	14名
	機械加工係	40名
	事務室	12名

以下、主に治工具の管理に関連する現状について述べるものとする。

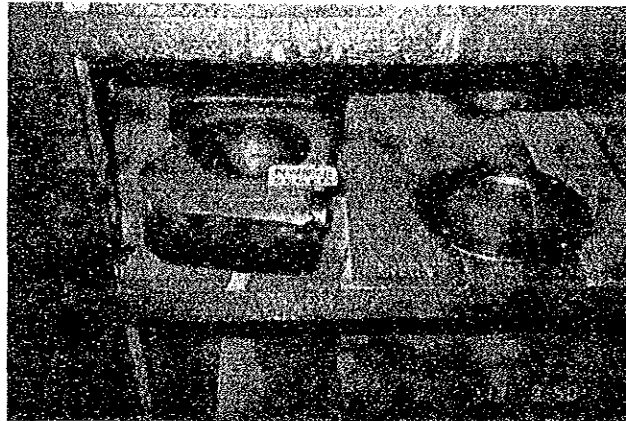
① 治具の保管管理

治具は工具倉庫に治具管理台帳をもとに集中管理されている。保管方法は、

小物治具は木わくの棚に、大物治具は木の台に、ペンキで記載された治具番号札を取り付けて保管されている。図IV-1-34に保管棚の一部を、また治具番号札が取り付けられている写真を図IV-1-35に示す。



図IV-1-34 治具保管棚



図IV-1-35 治具番号札を取付けた治具

② 治具の貸出し、返却

治具の貸出し、返却は全て加工者が、必要な時に自分で行う。加工者は加工工程表などで治具番号を調べ借用に行く。借用は借用チッキを治具管理者に渡し、必要な治具番号を伝え、貸出し担当者は台帳にて治具の保管場所を調べて貸出す。貸出した後には、借用チッキを治具のあった所に置いておく。治具の返却は貸出しと逆のルートにて行われる。したがって貸出し、返却はチッキを用いて行われ、貸出し台帳は作成されていない。

③ 治工具の検査

新規に製作された治工具の検査は、工具課と検査部署が設計図にもとづいて検査場で実施される。検査場では検査できない高精度の治工具は検定室で検査される。

定期検査は、治工具倉庫にて行われ治工具許容磨耗規定にしたがって実施される。

(2) 工作技術管理の問題点と改善策

1) 工作技術管理の問題点

現状の工作技術の問題点と改善策はIV章1-1の項にて、部品別に取り上げ、それに関連する事項を具体的に述べている。これらの工作技術の問題点を改善する一つの方策は、改善された技術の一つ一つを作業標準として文章化し、標準体系の中に組み込んで、工場自体の固有技術——つまりノウハウとして積み重ね、それらを作業者に守らせ、かつその標準に従った作業の実施を習慣化せざる必要がある。

工作技術管理は、これらの作業標準を作成し、実施させ、その実施状況を確認し、不具合を是正しながら諸資料を統計的に集約し、日常的にこれらの活動を通じて、品質向上と生産性向上に寄与することといえる。

以上の観点から工作技術管理の問題点を考察し、次に述べる。

工作技術の面で作業者にとって、もっとも寄り所となることは、加工に対して工具の選択と工具に適合する切削条件の選定が考えられる。

既に述べてあるように、加工に注意を要する部品については加工手順書が作成され、加工箇所の詳細図により誰れでも加工可能な状態にしてあり、生産に寄与する効果は大きい。しかし、この手順書の項目に工具の名称、番号や切削条件を記入する欄があるが、それらが記入されていない。これは工具の標準化や、切削条件の標準化がなされていないためと考えられる。特に多品種少量生産形態では工具の標準化は大変困難である。

一般にその理由として

- a) 使用する工具の種類が多い。
- b) 時々しか使わない工具があるが、これを整理するわけにいかない。
- c) 新しい図面が出るたびに特殊な工具を必要とする。
- d) 加工条件（使用工具）は現場まかせである。

e) 設計の標準化、部品の標準化、加工の標準化が困難である。

などが上げられる。

しかし、これらの問題に対して、手をこまねいては解決等は見い出せないし、良い管理とは言い難い。

ここで、工具の標準化の方策の一例を述べると、集中研磨技術者が中心となって、加工者側の技術者やその監督者と十分検討し、かつ実際に切削試験を行って決定していく必要がある。この場合、1年以内に工具の形状に変更がないと思われるものを標準工具とし、1年以内に変更されと思われるものは特殊工具として登録しておく。標準工具と特殊工具は管理方式、借出し方法、集中研磨手段も何らかの方法で別々にしておく。そして、できる限り標準工具を使用し、特殊工具を減らしていく。特殊工具を標準工具へ格上げする基準を規定し、その規定に従った管理をきちんと行っていく。また標準工具台帳を図解入で整備し、各作業者に配布して、意思統一を図っておくことも重要である。

さらに、標準工具による切削条件を決定するため、種々切削試験を行い、標準工具選定とともに、切削条件のデータベースを作り上げる。

これをもとに加工手順書に追加し、整備していく必要がある。

以上のように工作技術の管理は、身近な所から問題を掘り下げ、作成効果の大きい順に従って標準書を作成していかなければならない。

2) 工作技術管理の改善策

工作技術に関連する問題点を改善するには、既に述べたように工場に現在保有されている作業標準について、作業者に守らせ、作成されていないものは効果の度合いを検討して、順次作成して作業者に説明し、教育して守らせることが大事である。

また各作業場には作業標準を準備し、作業者自身がそれを見たい時はいつでも見れる状態に整備しておくことが必要である。

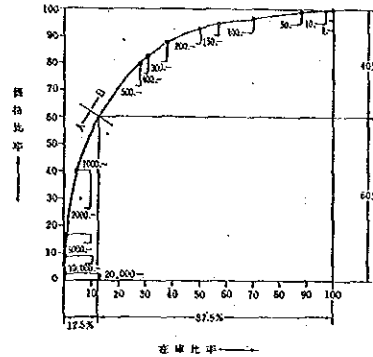
一般に目で見える管理といわれるが、代表的な切削条件、標準工具類、および重要な項目、注意を促したい事項については、看板等に記入し、工場の壁などに掲示すると良い。

次に、すべての管理に共通していえることであるが、管理の内容はできるだけ具体的に、定量的につかむように日常的に習慣づける必要がある。

その手段としては統計手法を多いに活用することが望ましい。

例えば、標準工具の管理を管理費用の面から考察してみる。

工具管理の問題点は非常に広範囲であるがまず「管理の重点をどこにおくか」ということを決めることが大切で、ここでA、B、C分析が効を奏する。その一例を図IV-1-36に示す。



図IV-1-36 標準工具管理のA、B、C分析例

この例にみるように、1,000円以上の工具（これをA類とする）は、金額面では60%を占めているが、数量的には12.5%しか占めていなく、1,000円未満の工具（これをB類とする）は、金額面では40%であるが、数量的には87.5%であることが分かる。故に、管理費用の点から言えば、低価格なものでも数量の多いものは経費がそれ相応にかかっているのであるから、B類は事務機械化により管理費用の節約を行い、A類は、管理精度向上のため、現状以上に経費をかけてもよいと解釈される。このように管理重点の合理的な把握により、効果をあげていくものである。

工作技術管理の中心の担当課は工芸課であるが、工芸課はまた、工作技術管理のみならず、工場全般の生産技術部門としての役割を果している。故にマクロ的にみて、今後の生産技術部門としての管理の改善策を論ずるならば、ひとりひとりの生産技術者のレベルだけでなく、集団活動、分業化の現実も考慮して、生産技術部門としてどうあるべきかの方針を決める必要がある。

これにもとづいて展開される各種業務を標準化する。すなわち、“技術管理システム”として確立しておくことが重要である。生産技術という幅広い活動においては、関連する部門を含めた思想統一も大切である。それだけに、断片的でない体系化された業務を目指し、このため今後、技術管理に力点を置いた業務が必要であると考える。

1-2 組立工程

1-2-1 組立部門の概要

(1) 工場規模

組立工場は、重慶水泵廠敷地の最北端に位置し、組立及び塗装工場と運転試験場が一つの工場建屋の中にある。すなわちこれらは図Ⅲ-1-1の符号28、29、30に示す。

建屋の総面積は 4,037㎡あり、その内訳は次の通りである。

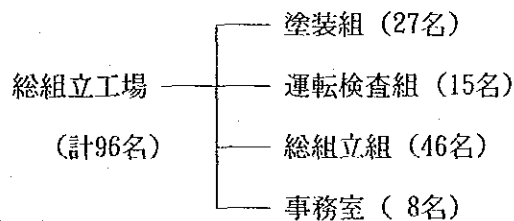
組立及び塗装作業占有面積	1,715㎡
組立事務所及び倉庫	140㎡
運転検査占有面積	243㎡
運転検査事務所及び倉庫	602㎡
合計	2,700㎡

組立作業場の製品別占有面積は、およそ下記の通りである。

計量ポンプ関係	1,499㎡
舶用往復動ポンプ	34㎡
電動往復動ポンプ	150㎡
薬液注入装置	56㎡
油田用多段遠心ポンプ	260㎡
合計	1,999㎡

(2) 人員概要

組立部門の組織配置は次の通りである。

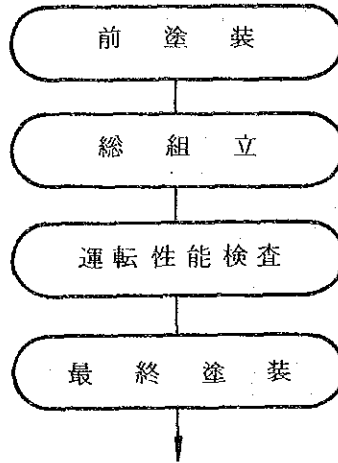


(3) 生産状況

この組立工場で、全製品の組立作業を行っており、その生産台数は表Ⅱ-1-1および表Ⅲ-6-1に示す。組立作業完了後、製品は同じ建屋にある運転検査場へ移される。

(4) 組立作業工程

月間作業計画にもとづき、組立系統図に従って組立作業が行われる。その作業工程を図IV-1-37に示す。この図に示されているように、作業工程は、前塗装工程、組立工程、運転性能検査工程、最終塗装工程の4工程に分けられる。



図IV-1-37 組立作業工程

前塗装工程とは、炭素鋼材および鋳鉄部品の外表面の下塗りおよび光潔と称するツヤ出しの為のパテの塗布作業、ならびにポンプフレーム内面の防錆塗装作業のことをいう。

組立工程とは、倉庫から出庫された各々の部品を組立系統図に従って、ポンプを組み上げる作業をいう。この工程は3班にわかれて作業を進めている。すなわち

- 1) コネクティング・ロッドの仕上及びブッシュやベアリングを圧入する班。
- 2) 接液部まわりの組立てをする班
- 3) ポンプフレームを中心とした駆動部の組立、および接液部を取付けポンプを完成する班。

性能検査工程については別項にて述べることとする。

最終塗装工程とは、検査完了したポンプを塗装工程へ回送し、外表面の手直しをして、仕上げ作業を完了した後、客先指定または重慶水泵廠規定の標準色を塗装する工程のことをいう。

1-2-2 組立作業

組立作業場はその生産工場の縮図と言われており、組立工程の管理が正しく、効率よく実施されていれば、その工場の運営がスムーズに行われていると言っても過言ではない。逆に組立工程に於いて、製品の品質や納期などのトラブルが絶えなければ、改善すべき問題点が多いことになる。

図IV-1-40(次項)に組立工場内の配置を示す。

作業台①-1~①-7は計量ポンプのポンプフレームの組み立て作業に使われている。

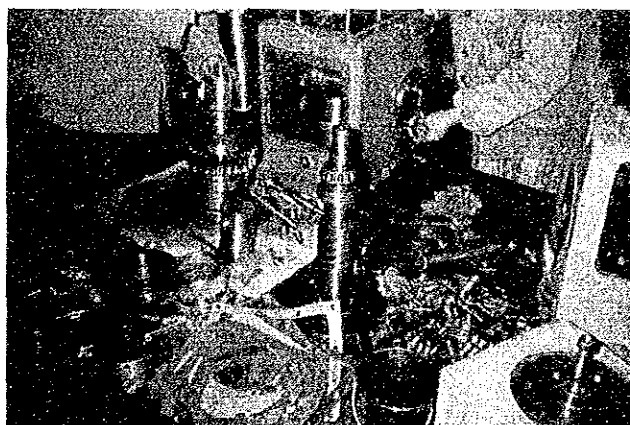
作業台②は三連式往復動ポンプのコネクティング・ロッドの仕上げ、組立、圧入作業、並びに大型部品の中間組立(セミアッセンブリ)に使われている。

作業台③および③'は接液部用部品の洗浄、仕上げおよび組立作業に使われている。

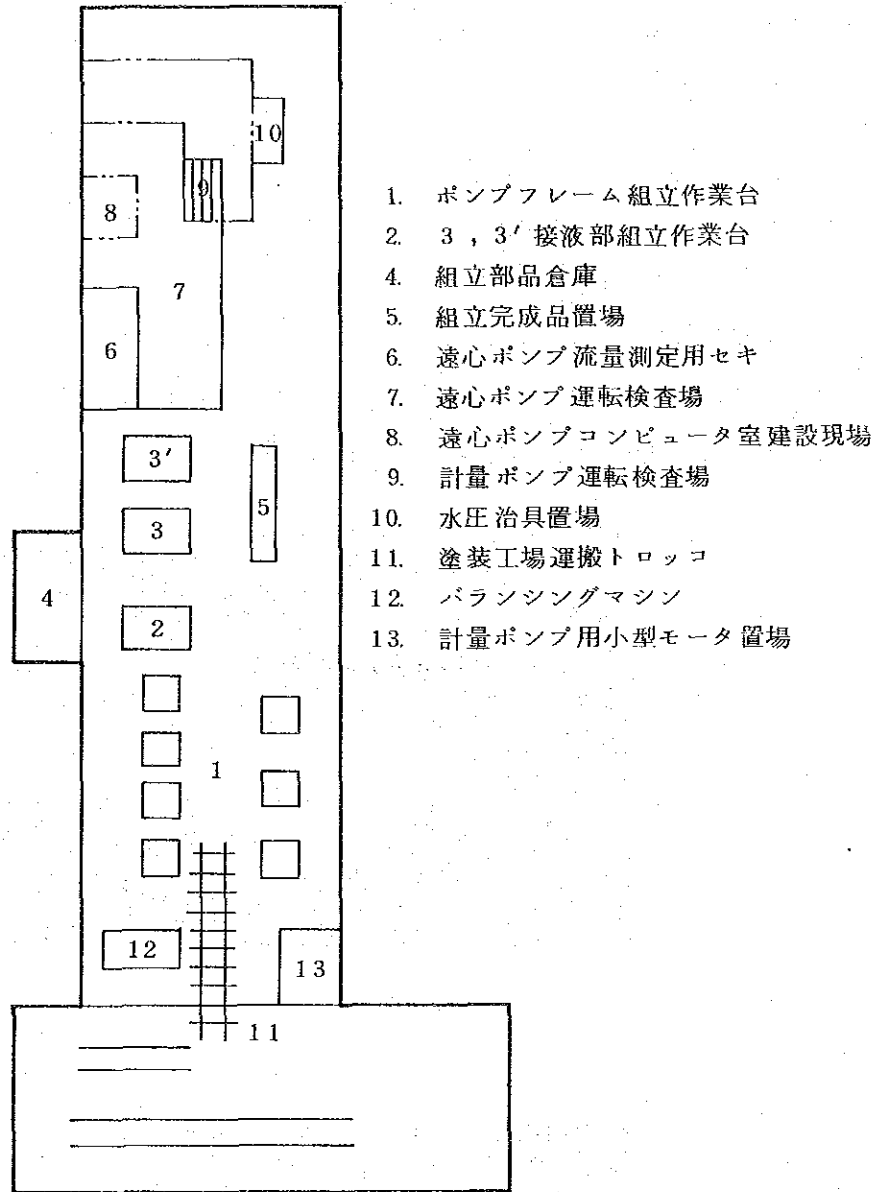
図IV-1-38、図IV-1-39は組立作業状況を示す。



図IV-1-38 作業状況



図IV-1-39 作業状況



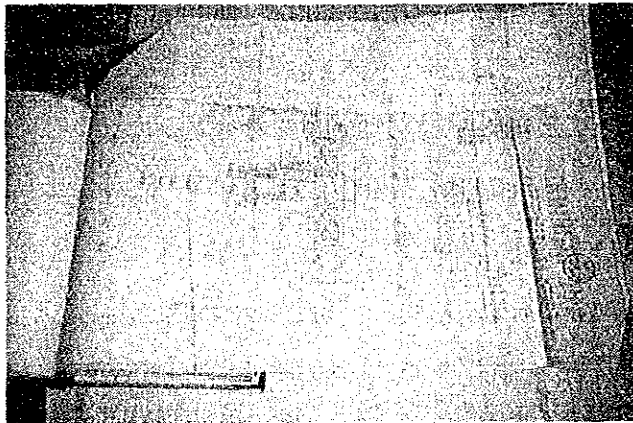
図IV-1-40 組立工場の配置

機械加工の終了した部品は検査合格後、全て部品倉庫に保管される。部品倉庫から出庫された部品は、一旦組立工場内の倉庫に入れられ、そこから各作業台に分配され、組立てられる。

部品倉庫からの出庫は下記手順により行われる。すなわち、生産課が毎月発行する“生産計画表”に従って組立課が“部品出庫表”を作成し、部品倉庫係に提出し、部品を受け取る。“部品出庫表”は設計課が作成した組立図の部品リストに基づき作成される。

組立作業に必要な部品は、その都度組立作業員自身で近くにある洗浄容器にて手作業で洗浄する。部品にバリや小さな傷があるときは、サンドペーパーまたはやすりをかけたり、砥石による研磨作業を行い、必要に応じて再洗浄をする。

総組立工程用として、組立系統図が工芸課（生産技術課）から発行されている。図IV-1-41はその一例を示す。この組立系統図は、部分組立工程ごとの組立図、図番、組立に必要な工具およびその組立に必要な重要事項の記入をされた組立図から構成され、工程順に詳細な記述および編集がされている。



図IV-1-41 組立系統図

1-2-3 組立作業の問題点

組立工程に関する特徴を要約すると、次の通りである。

- (1) 全製造工程の最終端にあって、工場各部門の生産活動が集約実現される。従って組立作業の管理の改善・向上は重要課題である。

- (2) 主に手作業により、作業の機械化、自動化が困難で、遅れている。
- (3) 全工程の最終段階なので、納期的にしわ寄せを受けやすい。
- (4) 品質上の諸問題がしわ寄せされやすい。

などが挙げられる。さらに受注生産、多品種少量生産という条件下では、上記の傾向は更に増大し、問題は複雑となる。

重慶水泵廠の場合、上記で述べたような組立工程における問題点と似たような問題をかかえている。たとえば生産の実態が月末集中型となっており、組立工場では、月の前半 2/3ヶ月はほとんど仕事らしい仕事が無く、月末10日間で約 100台の計量ポンプを組立、運転性能検査をして、出荷しているのが実状である。

特に納期を重視する受注生産においては、日程管理が混乱すると、その結果品質管理もおろそかになりやすく、その上工数（原価）管理も無視される傾向になりがちである。

従って、全生産工程それぞれの管理面にバランスがとれ、効率よく運営されてこそ、はじめて真の意味で組立工程が正しく管理され则认为。

重慶水泵廠の組立工場では、二人一組でポンプフレームの組立作業を行っている。インロー部（部品のはめあい部）の組立作業中、頻繁にシャフトやベアリングハウジングを銅棒で叩いて入れたり、抜いたりするのを見かけた。またウォームホイールとウォームシャフトの歯当り検査工程において、ウォームシャフトの分解組立のくり返しを3～5回も行ってた。更にストローク調整機構についても、ポンプフレームに組込む際、分解組立作業をくり返し、何度もシム調整を行っている。

これらの作業は1回で終了することを目標とすべきである。これらの部品はあらかじめ各部の寸法が基準寸法内にあれば、ある範囲内におさまるので、どの程度の厚さのシム調整をすればよいか決まってくる。従って一回のシム調整で作業を完了させることが出来るはずである。

重慶水泵廠では、7班（14名）がポンプ駆動部の組立作業を行っている。現在の生産台数は毎月約 100台になるので一班当りの組立台数は1ヶ月約14台となる。

組立作業を進めるための技術資料として、前述した通り“組立系統図”として整備されており、そこには作業手順が示されている。しかし、各班ともまちまちの作業手順で組立を行っており、この点の改善は今後の課題といえる。

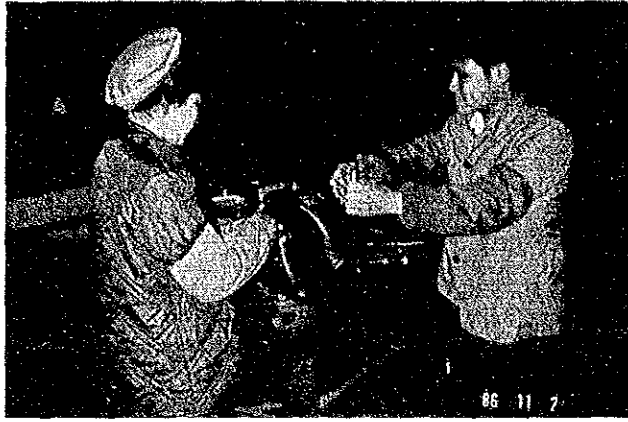
組立工程においては、カンやコツをできるだけ排除し、機械化、計量化することが

大切である。仕上げ作業と組立て作業を分離し、現場合せ作業を少なくしなくてはならない。

重慶水泵廠の組立工程は、機械化、計量化を推進し、並びに流れ作業の考え方を導入することにより、品質の改善と生産効率の向上を図ることが出来ると考えられる。現場の作業状況の中から、具体的に改善すべき問題点を列挙すれば、次のとおりである。

- 1) コンロッドにブッシュをはめ込む作業工程では万力を使って圧入している。
(図IV-1-42. 参照)
- 2) ウォームシャフトとベアリングハウジングのインロー部の作業中、銅棒を頻繁に使っている。(組立系統図の中に銅棒使用の事と明記されている工程もある)
- 3) ベアリングハウジングのシム調整の為、取付け取りはずし作業をくり返している。
- 4) Nクランク上部のスリーブのシム調整のときの分解・再組立回数が多い。
- 5) ポンプ接液部の部品で作業台をはみ出す大きい部品のときには地面の上で組立作業をしている。
- 6) ダイアフラムヘッド(ステンレス製)の鑄肌の仕上がりが悪いため、鑄こぶがある。また、その鑄こぶのグラインダなどによる除去作業がされていない。
- 7) ポンプフレームのボルト穴の清掃がよくないため、ボルトがスムーズに入らない。ネジ山がカジるときもある。ボルト穴にはバリや切粉が残っている。
- 8) 組立系統図に従った作業が行われていない。(組立工場には7台のポンプフレーム組立作業台がある。)実際の作業手順は、作業者まかせになっておりそれぞれのグループのやりやすい様に行われている。

そのために、グループごとにまちまちの作業手順で部品の組み込みが行われている。



図IV-1-42 プッシュはめ込み作業

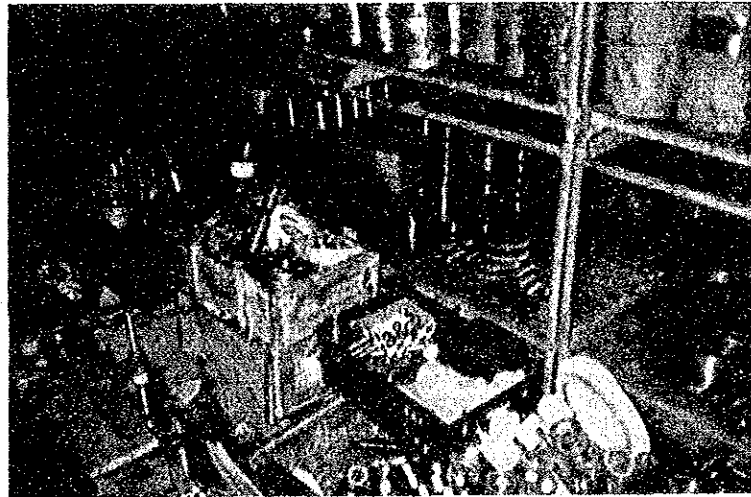
例えば、ある班は、まず、ポンプフレームのスタットボルトの組み込み作業を行う。別の班はスタットボルトの組み込み作業を途中でやめて、Nクランクの組立作業に着手するといった状況である。

- 9) 多種類のボルトやカップリングがごちゃまぜになって一台のリヤカーで一度に搬入されてくる。(図IV-1-43. 参照)
- 10) 組立手順を間違えたり、バリのある部品を組み込んだりして、やり直し作業も目立つ。
- 11) 専用工具、特殊工具があまり使われていない。また、空気工具や電動工具は全く利用されていない。
- 12) 部品の整理棚が少なく、整理整頓の悪いのが目立つ。(図IV-1-44. 参照)
- 13) サブ・アセンブリや部品の置場が無いため、地面に直接置いているものもある。(図IV-1-45および図IV-1-46参照)

組立作業において、部品の取扱いの悪いのが目につく。部品の外面に疵がつきやすく、整理が悪いため、材質の違った部品を組立てる恐れもある。このような管理不備は製品の性能や品質に悪い影響を与えることになり、たとえ直接的に影響が無くとも、重慶水泵廠の製品としてのイメージを悪くしているように思われる。



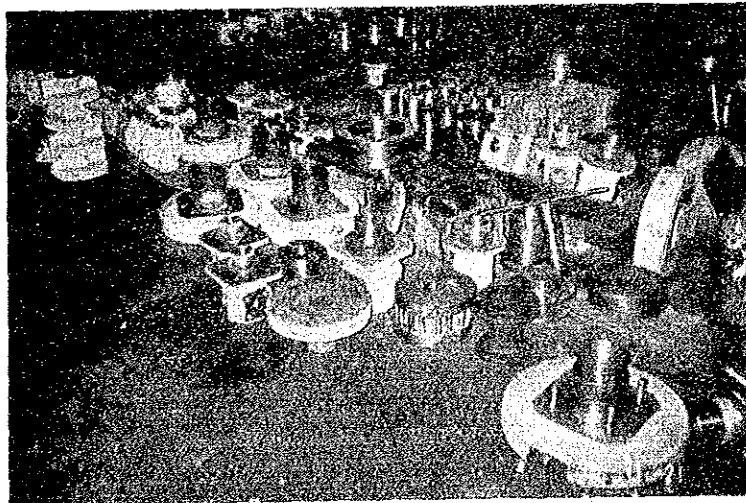
図IV-1-43 ボルト類の搬入



図IV-1-44 組立・部品倉庫



図IV-1-45 地面に置いた部品



図IV-1-46 地面に置いた部品

14) 前塗装

(a) 光潔と称して、鑄肌外表面にパテ塗りをしてその上に塗料を塗っている。組立工場の作業中の部品の塗装のはく離の不具合が目立つ。

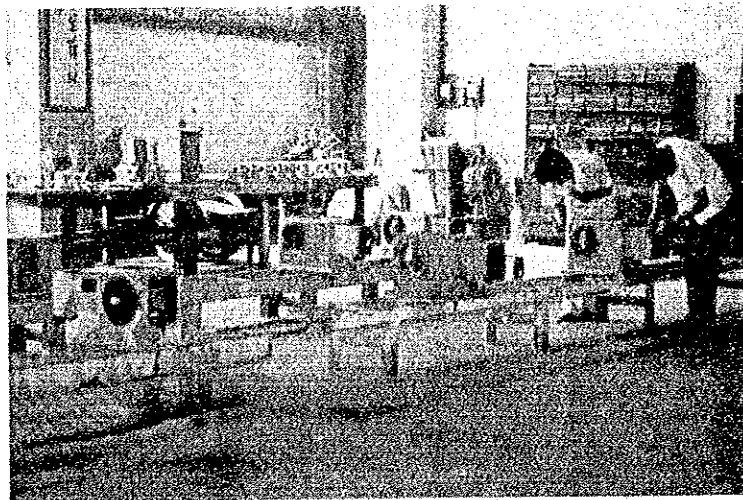
(b) ポンプフレームの内部には防錆塗料を塗っている。しかし、砂、鑄バリなどの鑄肌の清浄不良が目立つ。

清浄不良のまま、その上に塗料を塗った場合には、その部分の塗料のはく離を生じ易い。またフレームの中の砂は、ポンプ運転中に潤滑油の中に混入し、部品を損傷することもある。塗装作業及びフレームの塗装の状況については図IV-1-47および図IV-1-48に示す

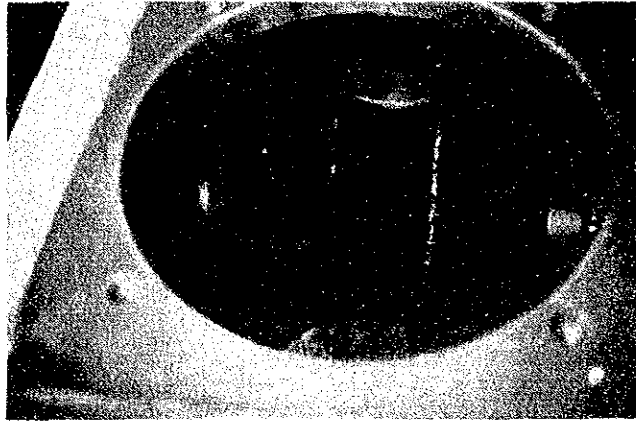
以上は組立作業の中で発見された問題点である。現在既に整備されている“組立系統図”の見直しとその徹底を図る必要があり、その他に組立作業に関する標準化を具体的に推進しなくてはならないと考える。すなわち

- (1) 作業標準を作成実施する。
- (2) 仕上工程と組立工程を分離する。
- (3) 部分組立（サブアッセンブリ）を実施し、流れ作業の考え方を導入する。
- (4) 作業環境を改善する。

などを実施することにより、組立技術と作業方法の改善を図る。また、組立作業の標準化、数値化を進める中で各作業者の技術と品質意識の高揚を図る必要がある。

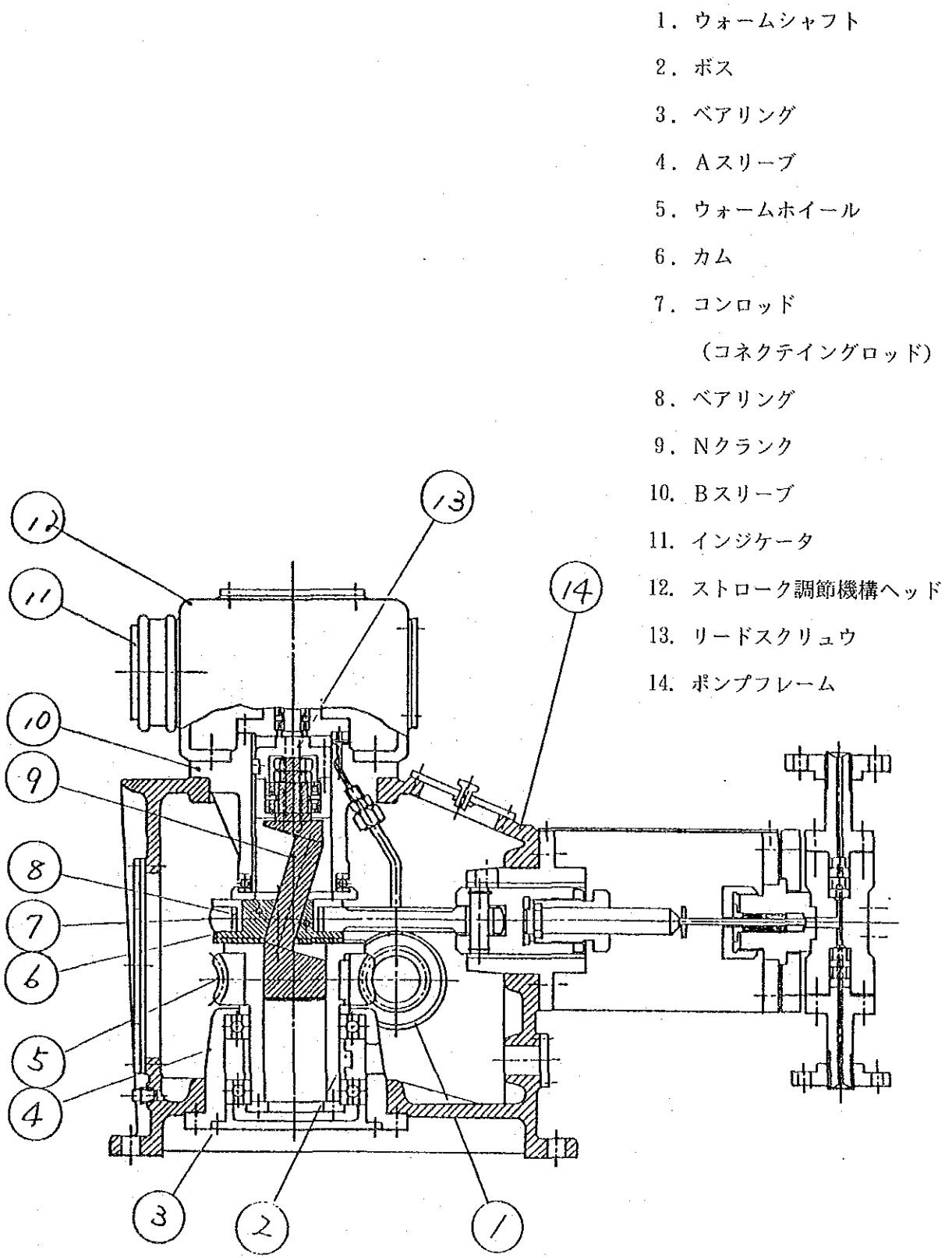


図IV-1-47 塗装作業



図IV-1-48 フレームの塗装

主要なポンプ部品の名称は図IV-1-49のポンプ断面図の中に示す。また上述の組立工程における問題点を特性要因図にしたものが図IV-1-50である。本図に関する詳しい説明は後述する。



- 1. ウォームシャフト
- 2. ボス
- 3. ベアリング
- 4. Aスリーブ
- 5. ウォームホイール
- 6. カム
- 7. コンロッド
(コネクティングロッド)
- 8. ベアリング
- 9. Nクランク
- 10. Bスリーブ
- 11. インジケータ
- 12. ストローク調節機構ヘッド
- 13. リードスクリュー
- 14. ポンプフレーム

図IV-1-49 計量ポンプ断面図の一例

1-3 検査工程

1-3-1 検査部門の概要

検査部門は現場検査と総合検査の2部門に分類される。現場検査部門は、第一機械工場と第二機械工場の2つにわかれて、それぞれが、現場巡回検査と入庫検査にわかれて

いる。

第一機械工場組織には、機械補修工場内の現場巡回検査も含まれている。機械加工工場は2交替制で生産をしているため、現場巡回検査にも2交替制方式がとり入れられている。

総合検査部門は特徴的な検査部門の集合体である。具体的には、材料・材質検査担当、標準品の抜取検査担当、外注品検査担当、鍛造品の検査担当、熱処理検査担当および完成品検査担当の6部門にわかれている。表IV-1-8はその組織図である。

1-3-2 現場検査部門

(1) 三検制

工場内の検査は“三検制”体制になっている。すなわち、加工者自らが行なう自主検査、加工者グループ同志が相互に検査しあう相互検査、そして、加工現場を巡回検査する専門検査の三段階検査体制になっている。

部品の加工においては、各加工工程ごとに専用の図面が発行されていて、加工者はそれぞれの工程用の図面に基づいて作業をする。加工が終了すると、加工者本人がその加工品の検査をする。検査として限界ゲージが数多く使われている。

現場巡回検査員は各加工者の加工品の合否の判定を行なう。この場合、加工品が検査判定基準を満たしていたら“赤”マークをし、判定基準を満たさないときには、加工品を不良品とみなし、次のマークをする。

加工品がステンレス鋼の時 : “H” マークを刻印する。

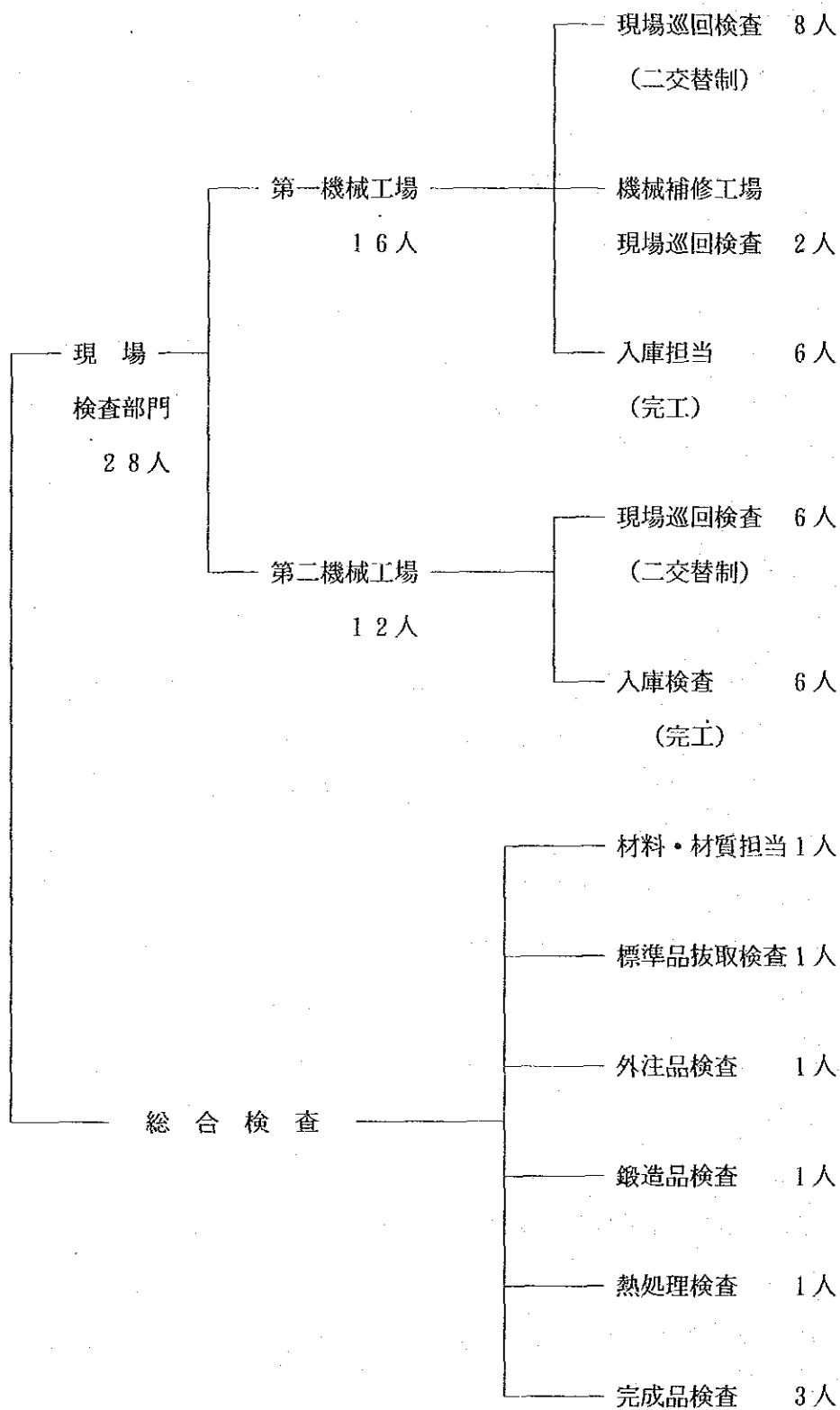
その他の部品 : “HY” スタンプを現品に押す。

“HY” とは中国語で回用 (HUY YONG) の発音の頭文字である。

(2) 回用

全ての工程で加工が終了すると、検査が行なわれ、合格品は次工程に流れていく。

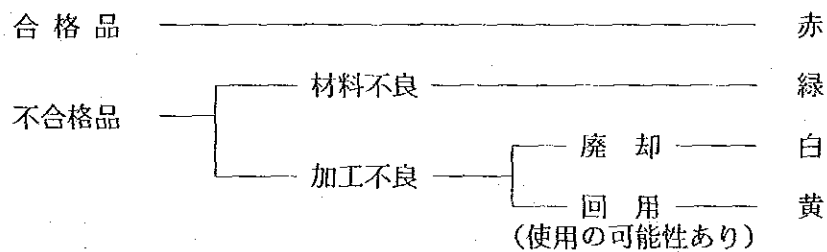
表IV-1-8 検査部門の組織図



中間工程における巡回検査や入庫（完工）検査の中で発見された不合格品の中で、部品のどこかを補修、追加工をしたり、あるいは技術的検討をしたうえで、特別採用することにより、使用できる可能性のある場合、その手続を回用といい、その部品を回用部品という。技術的検討をするための申請を回用申請という。回用部品が使用可能になるためには、責任部署の承認のうえ、設計課、工芸課及び検査課の合意を必要とする。

(3) 入庫（完工）検査

全ての加工工程を終了した部品は、機械工場中央にある検査専用区域に搬入される。入庫検査担当の専門検査員により合否の判定がされて、入庫手続きがふまれる。合格品と不合格品の区別は次のように行なわれる。



検査台帳には、検査日、図番、形式、部品名称、検査個数、合格個数、返却個数、廃却個数、回用数を記入する（表IV-1-9）

表IV-1-9 部品入庫登録カード

另件入庫登記卡

厂统一编号1-7-45

日期	产品型号和图纸	另件名称	交验数	合格数	返工数	报废数	回用数	备注

検査結果、不合格になったときの手続きには、次の2つの方法がある。

- 1) 回用申請
- 2) 廃却手続き

回用申請用紙（表IV-1-10）及び廃却手続き用紙（表IV-1-12）参照のこと。

図IV-1-51は、回用・廃却申請に至るまでの検査工程をフローチャート化したものである。

表IV-1-10 回用申請用紙

重庆水泵厂不合格品申请回用单 工艺科 编号

产品型号	另件名称	另件图号	数量	責任者
不合格原因				
申请单位意见	设计科意见	工艺科意见	检验科意见	
年月日	年月日	年月日	年月日	
备注				

過去5年間の部品の不良品は、表IV-1-11の通りである。

表IV-1-11 過去5年間の部品の不良率

単位 %

年	81	82	83	84	85	5年間の平均	備考
工場内 中間検査	0.99	0.89	0.92	1.00	0.91	0.942	
受入検査	3.65	2.19	2.40	3.29	1.21	2.55 (12.74)	() 鋳物含み
製品の検査	0	0	0	0	0		

鋳造品のうち、鋳物巣、砂かみ、割れなどによる不良率は25%となりその内訳は次の通りである。

- 鋳鉄鋳物 (HT20-40, HT25-47)20%
- ステンレス鋳物 (2cr13, 1cr18Ni9Ti)30%

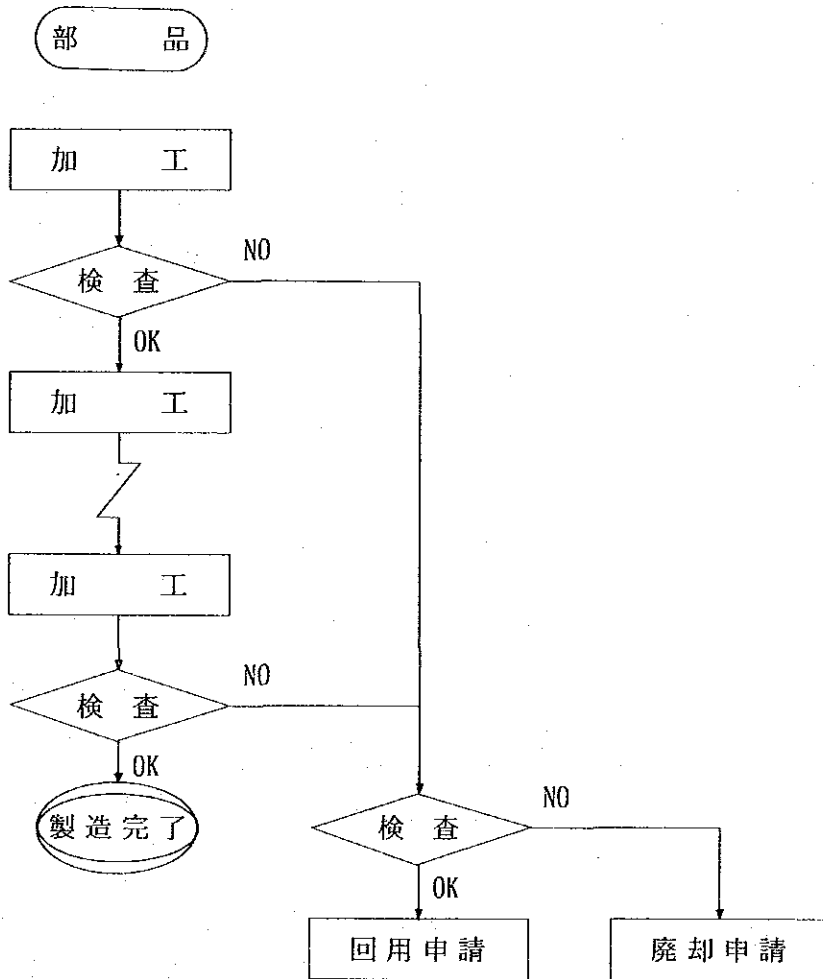
表IV-1-12 廃却手続き用紙

重庆水泵厂废品证明单 (選庫)

车间 _____ 班组 19 ____ 年 ____ 月 ____ 日 编号 _____

产品令号	另件图号	另件名称																		
原材名称	废品件数	工序名称	本序工时																	
废品现象及原因:			损失工时																	
			工作者																	
			单价 重量																	
废品分类	工人	车行	同致	技 术 部 门	技 检 科	动 力 科	其 它 车 间	其 它												
	粗心大意	违反工程	不正确地	指导工作	图木条件及技	正 确	图 纸 修 改	管 理 不 当	工 艺 规 程	不 正 确	工 夹 具 设	正 结 构 不 确	错 漏 检 查	设 备 不 良	铸 件 半 成	品 不 良	设 件 半 成	品 不 良	熟 处 理 半	成 品 不 良

检验员



図IV-1-51 回用廃却申請フローチャート

(4) 中間検査の問題点

1) 材料管理

(a) 材料の識別

異材の混入を防止するために、色別および記号表示方式が採用されている。図IV-1-52及び表IV-1-13参照のこと。加工工程の途中で、現場巡回検査を受け、合格すると赤ペンキが塗られる。しかし材質表示のペンキ塗布部は既に加工、除去されて、何の表示も残っていない。材質証明は現品について加工伝票で行なわれている。異材の混入を防止するためには、素材には色別表示を行ない、粗形材および加工途中のものについては、記号表示をすることをすすめる。この場合、記号表示部分が加工されて、記号がなくなったら、必ず、その工程で再刻印することが大事である。

さらに、識別表示を徹底するために、工場内の見やすい位置に上記、材質記号表や色別一覧表を掲示することが望ましい。

(b) 異材混入防止

素材の切出しは、識別表示の反対方向の端面からおこない、切断後は直ちに材質表示の写しかえを行うことが望ましい。重慶水泵廠においては、切断された粗材にも色別表示がされ、さらに合格表示の赤ペンキが塗布されるため、まぎらわしい。材質表示を記号表示に切り替えることが望ましい。

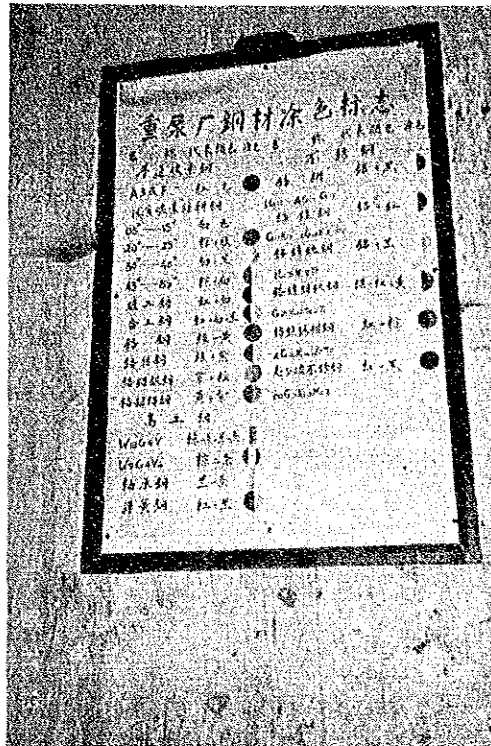
(c) 良品と不良品の区別

良品と不良品の分類は、回用及び入庫（完工）検査においてのべたように、主に色別表示方法によりおこなわれている。不良品置場は検査作業台や定盤とは区別されてはいるが“不良品置場”の表示がない。作業員全員が、いつも同じ職場で、同じ仕事をしている期間中は、表示がなくても意味が通じるかもしれないが、従業員にも多様化が求められ、配置転換がすすんだり、作業環境が変わり、“不良品置場”の位置も変わったときには、区別がつかなくなると思われる。

“不良品置場”の表示をすすめる理由の一つである。

2) バリとりの励行

総組立の段階でひんぱんにバリとりや洗浄をしている光景が見受けられた。部品の完工検査段階では、本来ゴミやバリが付着しては、正確な測定ができない。



图IV-1-52 材質色別管理

表IV-1-13 材質識別管理

接液部材質	色別	記号
1Cr ₁₃ -4Cr ₁₃ Cr ₁₇ (JIS-SUS420J2相当)	白+黒	I
1Cr ₁₈ Ni ₉ Ti (JIS-SUS304相当)	白+青	II
1Cr ₁₈ Ni ₁₂ Mo ₂ Ti (JIS-SUS316相当)	白+赤 +黄	III

またネジ穴の中の切粉も除去されていなければならない。検査員は、寸法、材質および傷の判定の他に、このようなバリ、ゴミ、切粉などの問題にも着目して欲しい。

3) 硬すぎる検査

「検査は品質管理の一手段」といわれるが、重慶水泵廠の場合は、徹底した検査による品質管理をしようとしていると見受けられる。余り厳しい検査づけをやると、加工者と検査員との間に感情的な摩擦も生じ兼ねない。全加工工程の検査方式から、2工程ごと、あるいは数工程ごとの検査方式に変更することはできないだろうか。それには、不良品の発生率と、経済的損失の兼ねあいの問題である。

経済的損失が小さければ数ステップごとの検査方式にしてもよいことになる。

4) 不良率統計の分析と応用

不良率の低減のためには、月間の不良率統計の集計にとどまらず、“なぜ、不良品が発生するのか？”の要因分析をし、原因をつきとめ、そこを改良することにより不良品の再発は防ぐことができる。

重慶水泵廠においては、既にのべたように回用制度があり、回用申請の段階で不合格の原因が判明している。この場合、不良品一品一品の原因調査も必要であるが、全体的に、どういう傾向で不良品が発生しているかを見い出すことが大切である。

不良品発生の原因が例えば

- 材料が悪い問題
- 図面が悪い問題
- 加工者の問題

などがあるとする。加工者に問題があるとしたら、さらに“なぜ？”と考えを進めていくことによって本当の原因が明らかにされていく。

例えば、知識不足なら、教育をすることが必要になる。

円筒物の加工のときには、どちらかという、内径を小さめに切削することが統計的に判ったら、加工者指導をすることが必要になる。

検査に従事する者は、各加工者の制作したもののデータを基礎に、加工者を教育することを実施に移したら、さらに良い部品ができ上がる。

5) 統計手法とその利用例

(a) 正規分布の利用

分布法則の利用例として、材料加工のさいに公差に対しどの点をネラッて加工

すればよいかを調査し、実施した例をのべる。

昔から軸は太めに、穴は小さめに加工していた。これは規格値よりも軸を細く加工すれば廃品となり、後で少々の手直しをしても軸は太めに加工しておいたほうが安全だという作業者の心理からきている。穴についても同様である。

しかしながら大きめあるいは小さめといってもそれぞれ最大寸法あるいは最小寸法の限界いっぱい加工していて、その過程には本来ならば1回の切削ですむべきもきを2回あるいは3回と手をかけていることが多い。

この軸あるいは穴の加工は、図面公差のどの寸法のところをねらえば一番経済的に加工できるかということを考える必要がある。そうすれば作業者は気楽に加工できるであろうし、また手をかける回数も少なく、早く作業ができるわけである。また、さらに加工工程を変更して、少ない工程で良品を得ることができるようになる。図IV-1-53のような品物の 25 ± 0.1 の部分加工する場合どこをネラうべきかは

$$X_{min} = \frac{\sigma^2}{H} \log_e r$$

を利用する。

H : 0.1 (公差)

σ : 0.02 (過去70個のデータから)

W_2 : 追加工に要する費用 ¥ 150.-

W_1 : 材料廃却による損失 ¥ 33,000.-

$$r = \frac{W_1}{W_2} = \frac{33,000}{150}$$

$$\begin{aligned} \therefore X_{min} &= \frac{0.02}{0.1} \log_e \frac{33,000}{150} = \frac{0.0004}{0.1} \times 5.3936 \\ &= 0.022 \end{aligned}$$

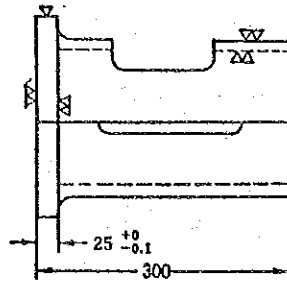
公差中心値は $25 - 0.05$ であるから $25 - 0.05 + 0.02 = 25 - 0.03$ すなわち $25 - 0.03$ をねらって加工するのが 25 ± 0.1 の規格の場合もっとも経済的である。

(b) P-Dダイアグラム (Position-Dimension Diagram)

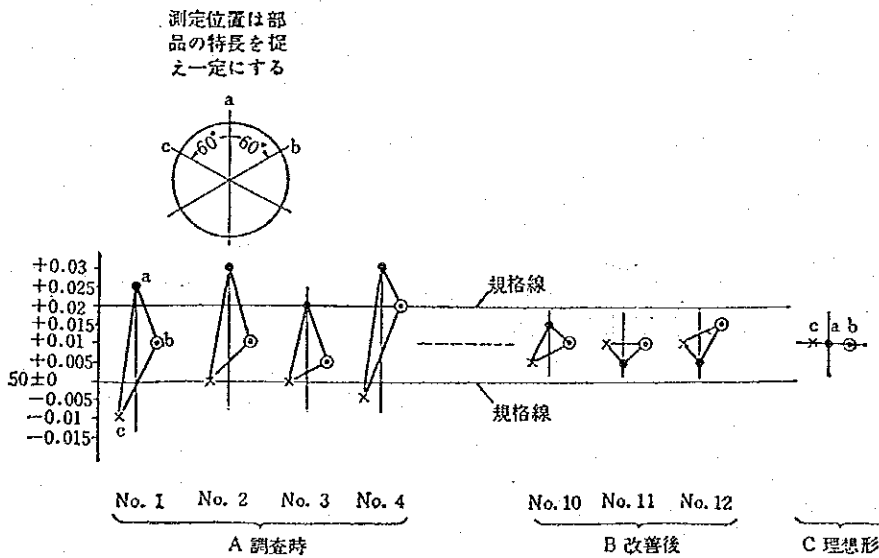
例えば1枚の板厚の位置による変動を見たいとか、シリンダー内径の位置による変動を見たいとかいった個体内の変動を見たい場合に使用する。

例、シリンダー内径の精度を見る場合

三方チャックで咬え内径を旋削すると加工後変形して精度が変化するときがあり、この原因を探し改善しようとするときなどに利用する。



図IV-1-53 部品加工図



図IV-1-54 P-D ダイアグラム

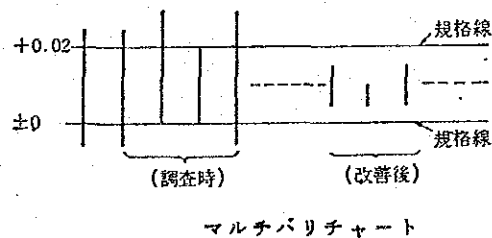
- ① 調査の結果図IV-1-54Aのような分布図が得られた。aは常に大きめでありcは常に小さめであることがわかる。このようにAとかCとかが一方にのみ偏るのは何かさけられない変動があるところになる。これからヒントを得て検討した結果a部は図面上シリンダーが薄肉でいつも締めすぎ、機械からはずすと、その部分が大きくなるということがわかった。
- ② そこで各部の締付力を平均にする方法をとったところ図IV-1-54Bが得られた。これらは全部規格内にあり、しかもa, b, cが平均値の上下にランダムに分布するのでさけられないバラツキであることがわかる。
- ③ なお、a, b, cらが完全に同一寸法ならば分布は図IV-1-54Cになる。

C) マルチバリチャート (Multi-Vari Chart)

P-Dダイヤグラムは主として個体内部のバラツキを見ることになるが、短時間内の個体間の変動および長時間にあらわれる変動を調べるにはマルチバリチャートが便利である。

図IV-1-55 内の棒はシリンダー3ヶ所測定値の範囲を表わしたもので上端は最大値、下端は最小値を表す。

以上、統計手法についてのべたが、いずれも初歩的なものである。ともかく統計が技術者の常識となり、統計的な考察なしでは心配だというような気運になり、それぞれの職場で活用されてゆけば、今後の発展は約束されたものに等しいと考える。重慶水泵廠においては“三検制”が実施されており、データ類はいつでもとれる状況にある。



図IV-1-55 マルチバリチャート

1-3-3 受入れ検査

1985年の主な購入調達品とその数量は表Ⅲ-5-1に既に示した通りである。

(1) 原材料の検査

主に棒鋼（炭素鋼およびステンレス鋼が中心）で、二次加工はされていない状態での材料検査となる。材料の受入検査のときには、メーカーの提出する合格証が必要である。規格と比較し、合格後入庫手続きをとっている。

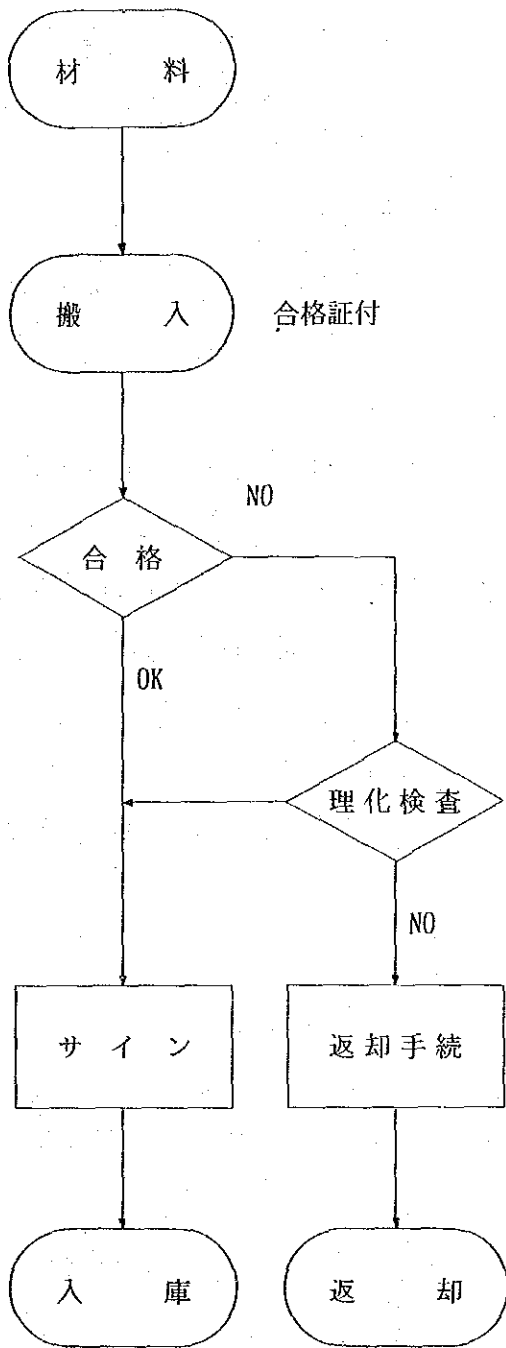
通常、丸棒等の棒鋼は鋼材倉庫（建屋No.13）に入庫、保管される。倉庫に入りきれない一部の太径の棒鋼は、部品倉庫（建屋No.12）の屋外・壁ぎわに置かれている。図Ⅳ-1-56に原材料検査のフローを示す。

(2) 外注品および購入品の検査

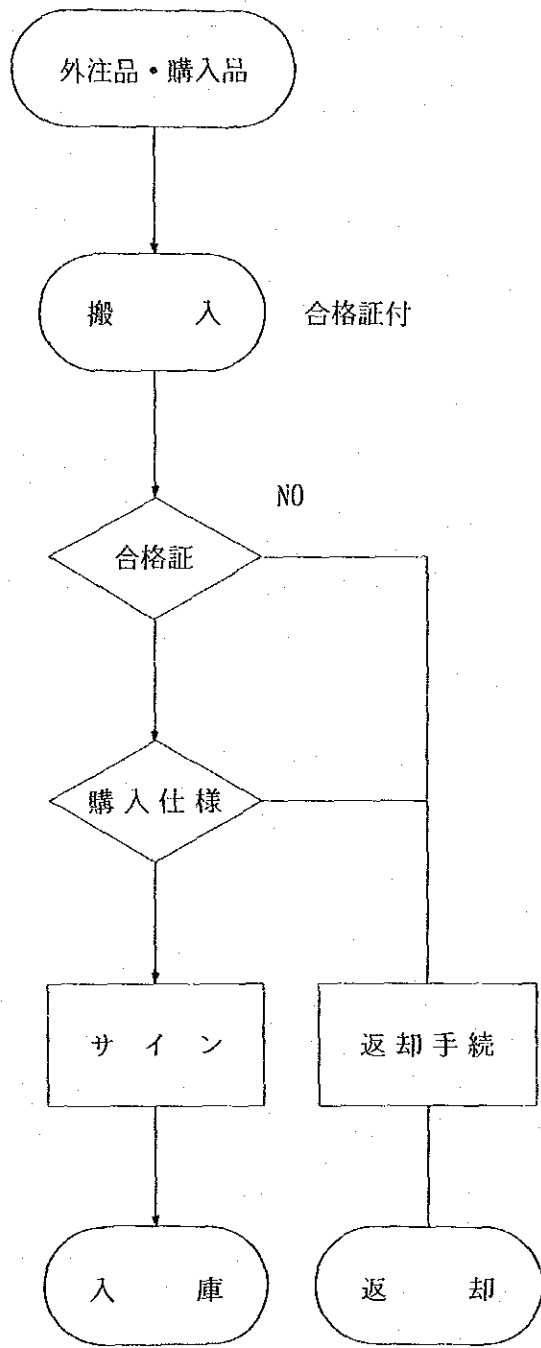
外注品とは生産工程の一部を他企業に依頼した加工品のことをいい、中国では外協件といっている。

購入品とは、ボルト、ガスケットなどの他に、モータやバルブのような、単独で機能を発揮するように組み立てられた機器のことをいい、中国では前者のことを外購件、後者のことを配套品といっている。

外注品、購入品のいずれも受入検査のときには、メーカーの提出する合格証が必要である。合否の判定は、重慶水泵廠の提出した購入仕様を満足しているか否かで行なわれ、回転機器の場合には、回転具合、ハンドルの動き具合、サビ、および傷などのチェックも実施される。図Ⅳ-1-57に外注品および購入品検査のフローを示す。



図IV-1-56
原材料検査フロー



図IV-1-57
外注品および購入品検査フロー

(3) 棒鋼の保管状態について

棒材倉庫の中の棒鋼類は、棚の上に整然と並び、管理されている。長尺太径で倉庫に入りきれない棒鋼は屋外で保管されているが、その一部や鋳物類の屋外保管については、次のことを考える必要がある。

- 1) 地べたに置かれているため、材料の一部が土に接触している。
- 2) 屋根もシートカバーもないため、風雨にさらされている（図IV-1-58及び図IV-1-59）。材料の品質保管のために、日本では通常、次のような対策がされている。
 - 1) 材料置場は整理整頓し、毀損、摩滅、発錆および変質することがないようにする。
 - 2) 保管・運搬中にステンレス鋼と炭素鋼が直接接触することがないようにする。
 - 3) 保管、運搬、加工、組立、検査の全工程を通じて、材料の毀損、摩滅、発錆および変質することがないようにする。
 - 4) 全工程を通じて、材料に有害物質が付着しないよう注意する。有害物質が付着した場合には、適切な洗浄をして、有害物質が除去されたことを確認して、次工程に渡す。

有害物質とは次のようなものをいう。

例、重金属、低融点金属、ハロゲン等

1-3-4 鋳物の検査

重慶市の郊外で重慶水泵廠鋳鉄品の鋳造をしている。その他にステンレス鋳造品を含め、数社に発注をしている。

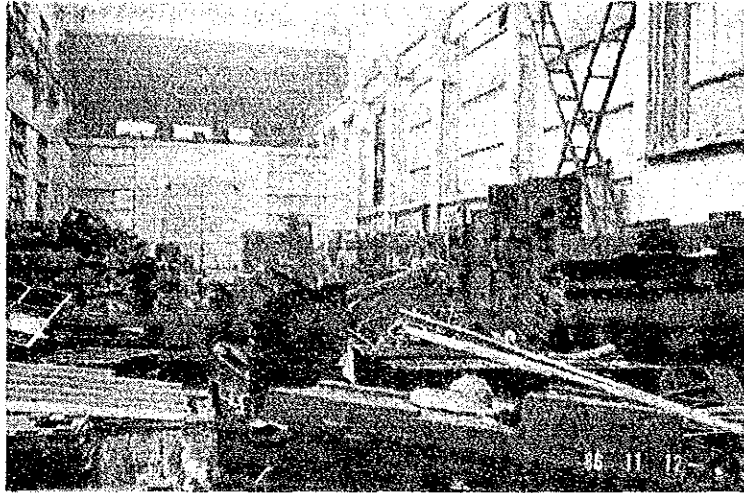
現在、重慶水泵廠内に、ステンレス鋳造工場を建設しているが、これは、ステンレス鋳物の納期短縮と鋳物の品質向上をねらったものである。

ポンプフレーム、アダプタ、接液部などの鋳物部品の検査は、鋳物メーカーへ出張して行なわれる。これは鋳物の歩留りが悪いため、重慶水泵廠へ納入後、検査をしても不良品が多過ぎ、搬入、返却などの経済効率が悪いためである。

(1) 検査方法

1) 外観検査

目視により、鋳肌の状態、欠陥の有無、大きさなどについて行なわれている。



図IV-1-58 鋳物保管



図IV-1-59 ポンプフレーム保管（寸法検査前）

2) 材質検査

ステンレス鋳物のときには、材質合格証明書を鋳造メーカーが準備をし、合格後、鋳物本体に赤ペンキを塗布し、重慶水泵廠へ搬入する。

3) 寸法検査

ポンプフレームは、部品倉庫（建屋No.12）の屋外通路傍の仮置場に搬入され、寸法検査は、その一部を抜き取り、開発品試験工場（建屋No.11）の中で行なっている。フレームに白ペンキを塗り、製作図に従って、ケビキ作業をしながら実施している。

(2) 鋳物検査および品質の問題点

工場内で加工中の部品や組立に搬入された鋳物部品には、次の改善項目がある。

- 1) 鋳物砂の付着が一部見受けられる。
- 2) 鋳バリ及びスラグが残っている。
- 3) 鋳肌の凹凸が見受けられる（ポンプフレームの鋳肌には凹凸は少ない。ダイヤフラムポンプの接液部に多く見受けられる。）

これらは鋳造工程の鋳込み前の管理及び出来上がった鋳物部品の仕上作業の管理を改善すれば解決する。

(3) 鋳物の品質管理

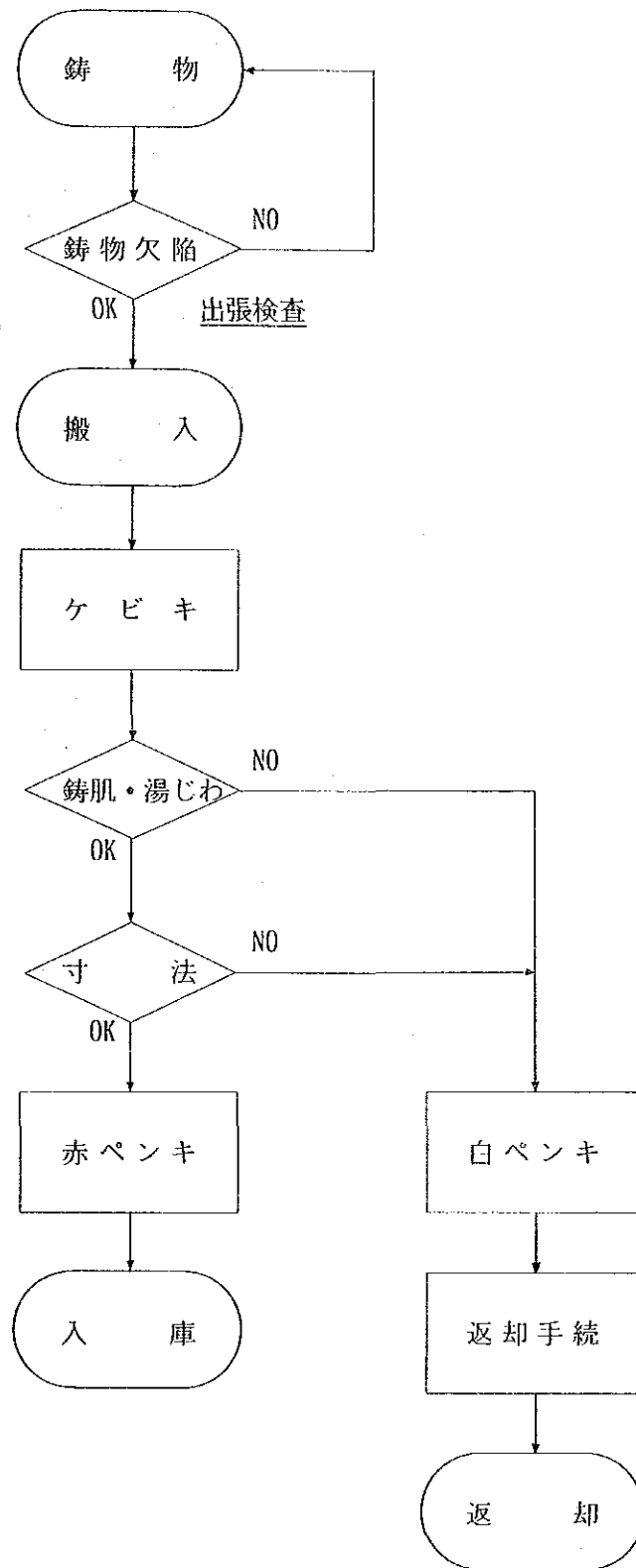
鋳物の品質管理活動で基本になるのが、溶湯管理（温度、材料）鋳物砂管理および造型の管理である。

1) 鋳造技術の問題点

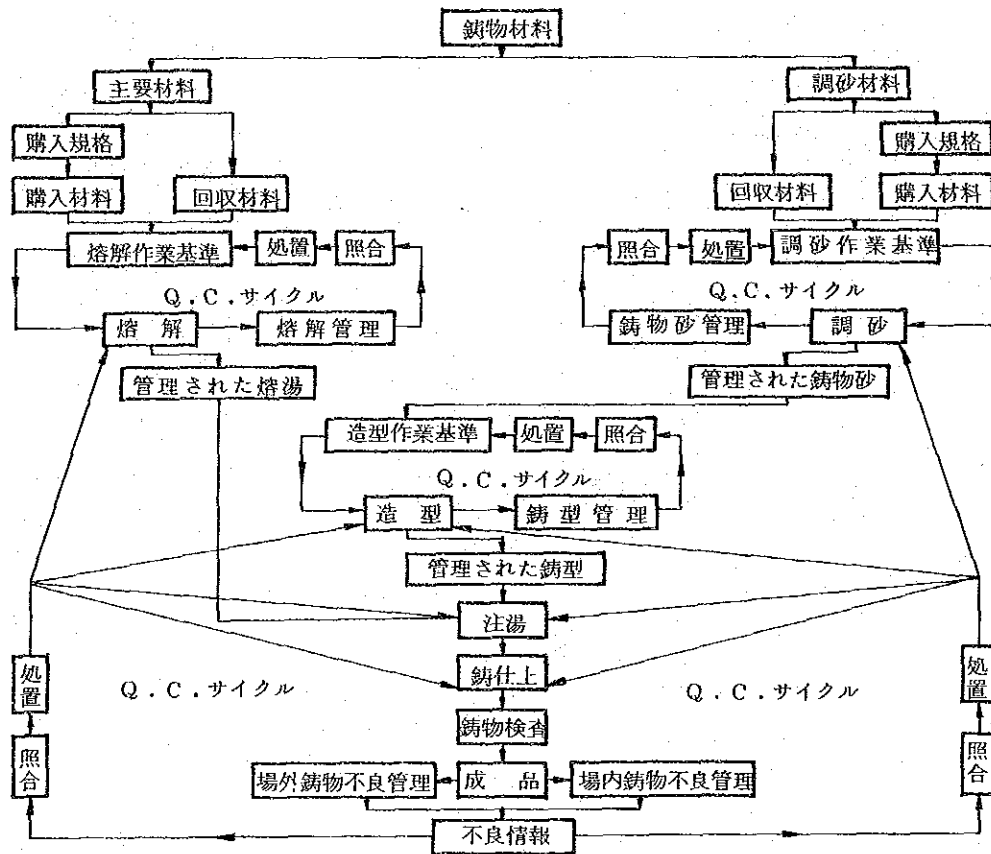
重慶水泵廠鋳造廠の場合、次の問題点があげられる。

- (a) キュボラの温度管理は作業者の経験で実施している。
- (b) 鋳型の乾燥には、石炭炉を使用している。
- (c) 鋳造不良は、自社製故銑を多く使うときに比べ、外部から新しい銑鉄を購入し使用したときに、多く発生する。
- (d) 鋳物砂の練結性不足
- (e) 手込め造型のため、局所的な砂こめ不足

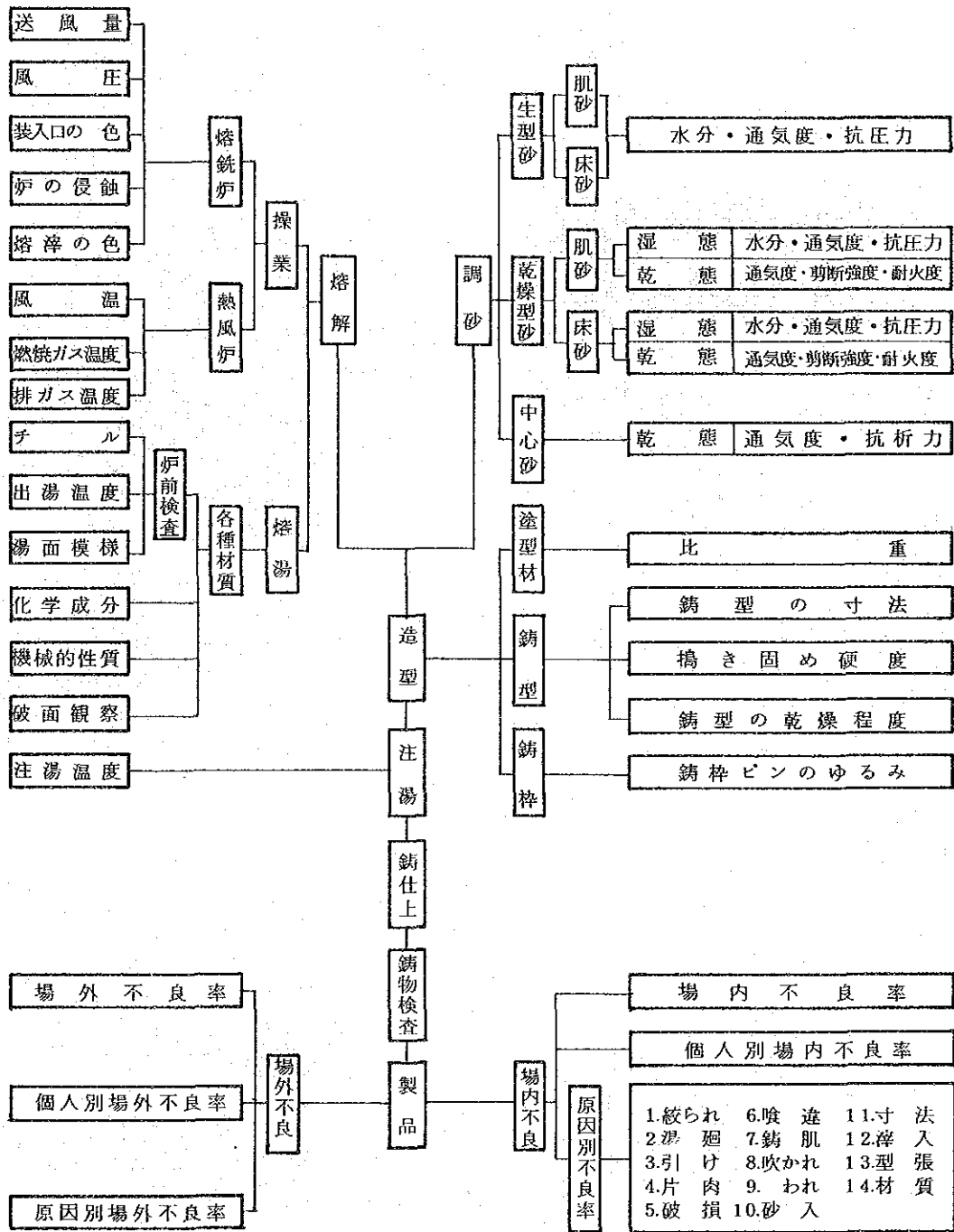
鋳物の品質管理活動のサイクル（図IV-1-61）ならびに鋳物の品質管理系統図解（図IV-1-62）を参照のこと。



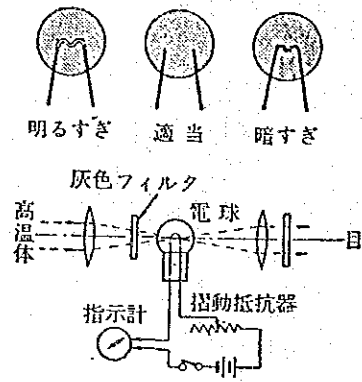
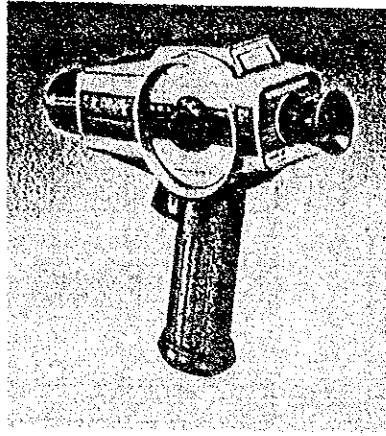
図IV-1-60 鑄物検査フローシート



図IV-1-61 鋳物の品質管理活動のサイクル



図IV-1-62 鑄物の品質管理系統図解



図IV-1-63 光高温計

2) 改善方法

1)-(a)については、光高温計を使用して管理をする(図IV-1-63)。

1)-(b)については、重油炉に切り換え、燃料により発生する水分を減らす。

1)-(c)については、一般的に次のことがいえる。すなわち溶解管理においては、高温度で成分規格に適合する均質な溶製ができるようキュボラおよび熱風炉の炉況を推察しうる項目を管理特性に選び、比較的小さな試料をしばしば抜きとって管理進行した方がよい。特に装入地金中の故鉄は、成分分析、破面の観察、肉厚の大小、さびの程度、形状および技術的経験などにより分類して、一定使用量を常時蓄積し、使用すごとに管理するようにすればよい。表IV-1-14に管理図の一例を示す。

1)-(d)の鋳物砂の管理については、次のことがいえる。

鋳物砂には、耐火性、通気性、および成型性という相矛盾する条件が要求される。鋳物砂の管理は床砂、肌砂、中子砂などを対象とする。生型砂は調砂後の湿態の性質を管理し、乾燥型砂および中子砂は調砂後の湿態並びに乾燥後の乾燥の性質を管理する。表IV-1-15, -16はその例を示す。

1)-(e) 造型管理については次のことがいえる。

造型管理は鋳型の寸法および性状を管理して、鋳放し寸法のバラツキを少なくし図面寸法を満足するよい鋳物を鋳造するために適用される。鋳型の性状は鋳物砂や溶湯の特性の一部と関連して、鋳物のでき栄えに影響する場合と、鋳型の寸法のごとく単独要因として直接鋳物不良となる場合とがある。

3) 不良管理

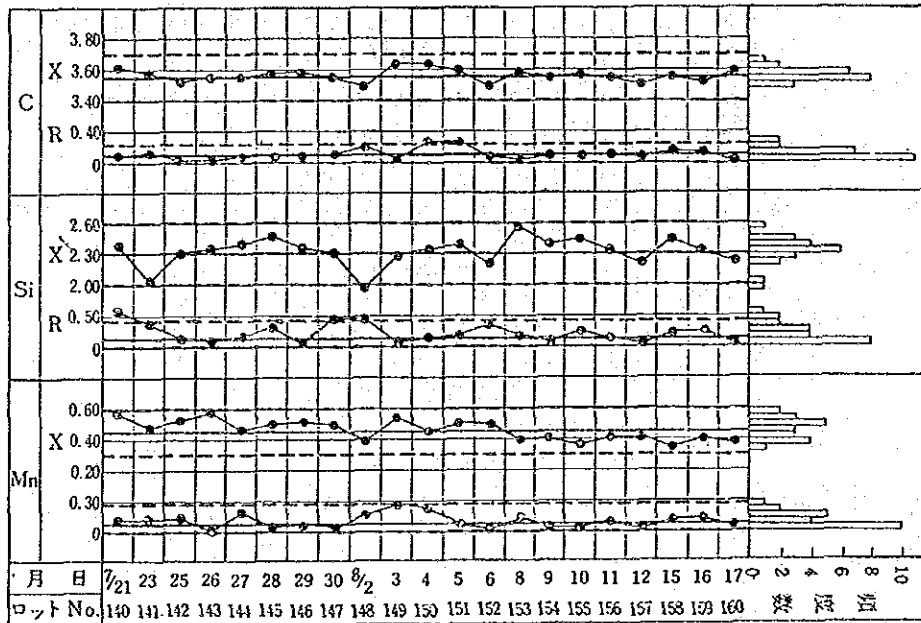
溶解、調砂、造型のそれぞれの作業工程内では、Q, C活動のサイクルに従って品質が調整されている。

これらの作業工程内の管理結果が、最終工程の鋳物のでき栄えに対していかなる影響を及ぼしたかを常に検討して、鋳物不良との相関性を求めて特性の変動を解析的に観察し、必要があれば基準の修正処置をとる。すなわち、前者は管理図を品質の調整用に、後者は不良の解析用として使い分けたのである。

鋳物不良の原因を把握し、その減少を図るため不良の管理計画をたてる必要がある。このためには不良管理の対象を場内外不良に分類し、さらにこれを不良原因で層別して不良管理図を作る。

表IV-1-14 溶湯成分管理図

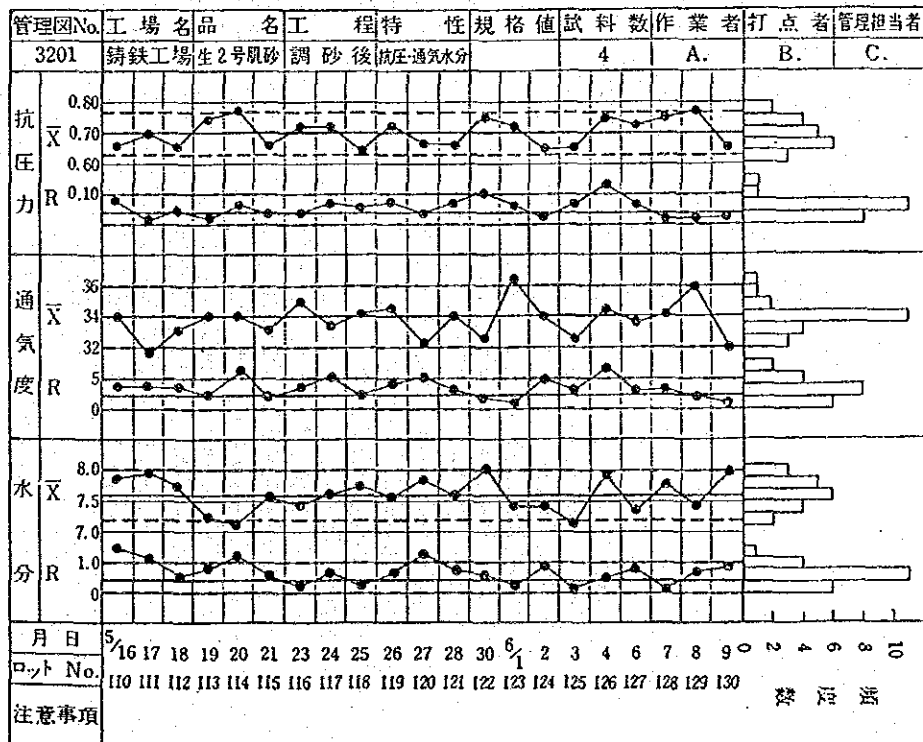
対象	管理特性	測定単位	試料の大きさ	管理図の種類
溶鉄炉	1. 送風量 2. 送風圧 3. 装入口の焰の色 4. 溶滓の色 5. 炉壁の侵食程度	1. m ³ /min 2. mmAq 3. 色別 4. 同上 5. mm	1. 一定時間内の測定値の最大および最小値 2. 同上 3. — 4. 出滓ごと 5. 炉修ごと	1. L, S 2. 同上 3. — 4. — 5. X, R
熱風炉	1. 風温 2. 燃焼ガス温度 3. 排ガス温度	1. °C 2. " 3. "	1. 一定時間内の測定値の最大および最小値 2. 同上 3. 同上	1. X, R 2. 同上 3. 同上
溶湯	1. 出湯温度 2. チネル 3. 湯面模様 4. 化学成分 5. 機械的性質	1. °C 2. mm 3. 分類 4. % 5. kg/mm ² HB	1. 出湯ごと 2. 同上 3. 同上 4. 炉修ごと 5. 同上	1. X, R 2. X 3. — 4. X, R 5. 同上
故鉄	1. 化学成分 2. 破面観察 3. 肉厚 4. 形状 5. 技術的経緯	(故鉄の分類)		



表IV-1-15 鑄物砂の管理

対 象		管 理 特 性		測 定 単 位	試料の大きさ	管理図の種類
生型砂	肌砂	湿 態	1. 水 分 2. 通 気 度 3. 抗 圧 力	1. % 2. A. F. S. 3. kg/cm ²	4~5	\bar{X}, R または \bar{X}, R
	床砂					
乾燥型砂	肌砂	湿態および乾態	(湿 態) 1. 水 分 2. 通 気 度 3. 抗 圧 力	1. % 2. A. F. S. 3. kg/cm ²	"	"
	床砂		(乾 態) 1. 通 気 度 2. 剪断強度 3. 耐 火 度			
中 子 砂		乾 態	1. 通 気 度 2. 抗 折 力	1. A. F. S. 2. kg/cm ²	"	"

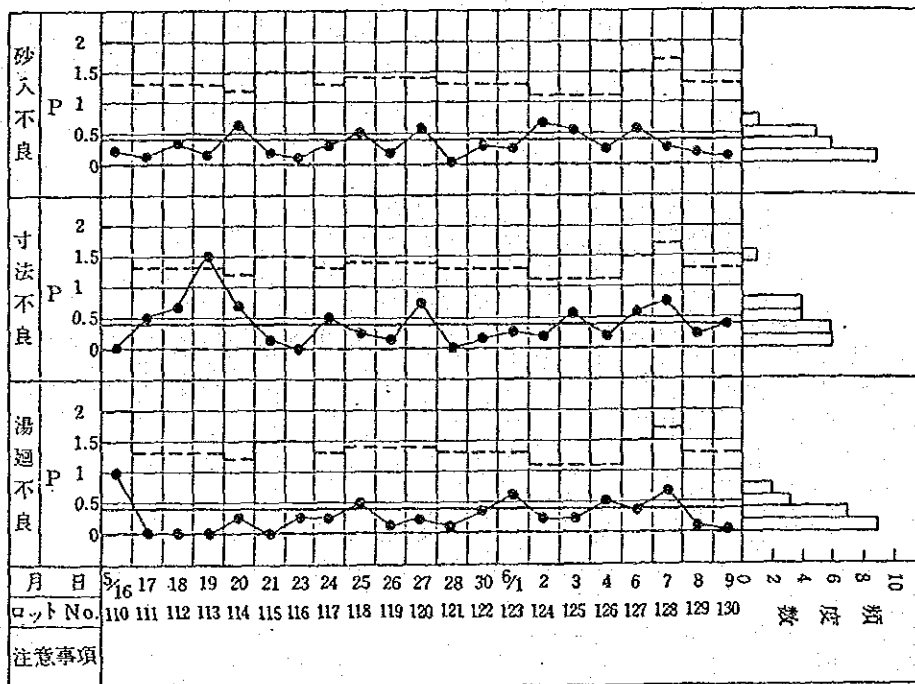
表IV-1-16 鑄物砂の管理



原因別不良管理図（表Ⅳ－１－１７）により得た不良情報は、ただちに溶解、調砂、造型の各作業工程における管理状況と照合して、適確かつ迅速に処置されなければならない。

不良管理には作業者を対象とした個人別不良管理を実施すると、不良率低減に寄与することが大きい、個人別不良管理図は、作業者個人の不良率を打点することによって、作業者の不良のくせを矯正し、また作業者の技術の程度に適応した作業を与えるにも有効である。これらの不良管理図は作業現場へ掲示して、不良の状況を作業者に知らせた方がよい。

表Ⅳ－１－１７ 原因別不良管理図

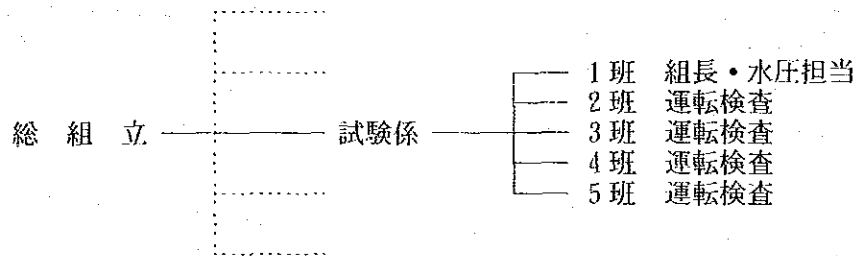


1-3-5 運転（性能）検査工程

(1) 運転検査の現状

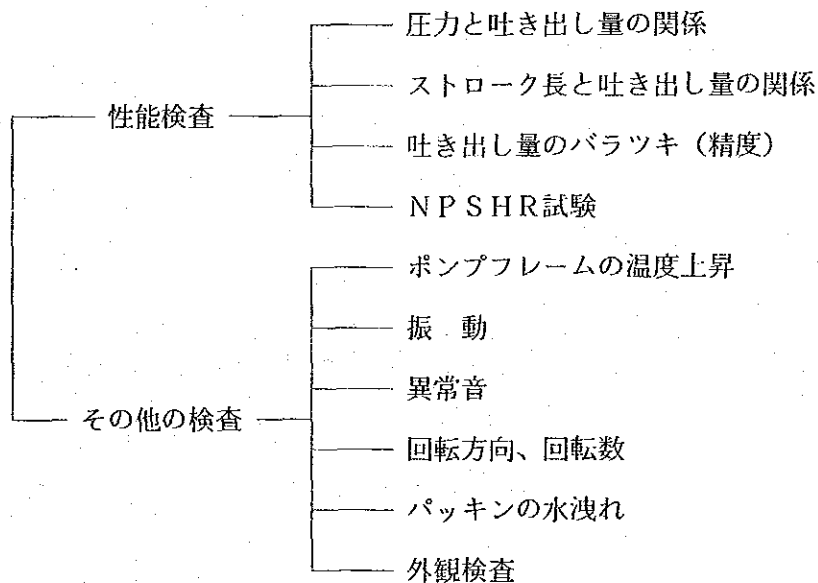
組立完成品の運転検査場は、組立工場の東端にある。総組立の完了したポンプはクレーンで運転検査場に移動する。小型・微小流量のポンプは、作業台の上に載せ運転検査をし、フレームの大きい重量もののポンプの時にはレール若しくは鋼板の上で、運転検査をする。

運転検査部門は総組立に属し、試験係として15名配属されている。この人員はそれぞれ3人/班の5班制にわかれ、第1班は、組長と水圧担当の班になり、その他の班は、配線、配管などの運転準備から、流量測定および、その記録までの運転・性能検査の実務を遂行している。



検査項目は表IV-1-18の通りである。

表IV-1-18 運転検査項目



計量ポンプは、その特性上、必然的に吐出配管、吸込配管いづれにおいても脈動を発生する。重慶水泵廠においては、吐出管の脈動を消す目的でエアチャンバ（中国では空気室といっている）をポンプ出口に設置している。

流量測定は重量法により実施している。

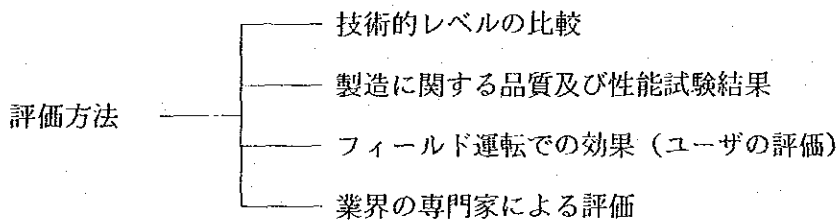
ポンプの運転時間は慣らし運転の時間を含めて3時間は必要となるが、生産上どうしても約1時間より運転することができない。

流量測定方法、バラツキ（精度）の測定・計算方法および容積効率の計算方法などは、「計量ポンプ試験方法」（中華人民共和國・機械工業部発行）および審陽水泵廠が中心になり作成した「計量ポンプ行業規定」という業界指導基準があり、実際の運転検査は後者に基づいて実施されている。

中国では、計量ポンプメーカーが技術向上を目ざし、世界の先進技術に早く到達するための手段の一つとして、企業間の競争をさせている。

その具体的例が次のポンプの等級分類という考え方である。ポンプが生産されると、必ず合格品、1等品、優等品の各等級に分けられ、その等級別の検査が実施される。この等級分類は、企業のある一定の期間内の製品の品質水準を評定することによってその企業が品質向上のための不断の努力をすることをねらって、制定されたものである。

等級分類の評価方法は次の通りである。



重慶水泵廠のポンプの場合、型式「ZJ-800/30」に関しては、全生産量の80%が優等品に評定されている。

重慶水泵廠の1985年度の製品・部品の品質状況は表IV-1-19に示す通りである。

表IV-1-19 製品・部品の品質状況

製品型番 項目	中 型	小 型
	ZJ-800/30 等 533台	ZJ-50/20 等 354台
製品抜取検査合格率%	100	100
製品一等品 %	64.48	55.08
主要部品主要項目抜取検査合格率%	94.02	92.87
製品組立・一次試験合格率%	96.81	98.87
機械加工廃品率(計画目標)	0.91	

また、各等級ごとに流量測定点が異なり、表IV-1-20の通りである。

表IV-1-20 等級別流量測定ストローク長

	測 定 点	ストローク長%
合 格 品	3	50, 80, 100
1 等 品	4	30, 50, 80, 100
優 等 品	5	10, 30, 50, 80, 100

(2) 運転検査の問題点

次章にてのべるように、検査装置がないこと、および現在の検査方法にはいくつかの問題がある。

- 1) 同一条件で、安定した一定の運転検査ができない。
- 2) 吐出圧力を一定に保つことができない。
- 3) 検査マニュアル類がない。

機械工業部の「計量ポンプ試験方法」や「行業規定」を遵守し、さらにそれ以

上の内容の品質管理を目標にしたときには、作業内容を標準化する必要がある。

4) 流量の測定が検査の中心の仕事になってしまい、他の検査（例えば、電流の測定は実施されない）は手薄になっている。

1)については、「生産、設備の現状と問題点」において述べる。

2)については、次の通りである。

吐出側の圧力が一定に保たれた場合と、変化した場合では、運転上、次の違いがある。

(a) バルブシートの洩れ量が異なる。圧力が高い時に差が顕著になる。

(b) シリンダ内の液の圧縮量がちがう、高圧の時、流量の違いが顕著になる。

(c) 吐出圧力が一定の場合、負荷が客先運転条件と同じになる。そのため、次の問題点をより確実に発見できる。

- パッキンの液洩れ
- ポンプフレーム内の油温の上昇
- バックラッシュ音とシム調整
- リードスクリューの突き上げとシム調整
- 電流計を取り付け電流を測定することにより、電動機の定格オーバを発見する。

さらに電動機の定格オーバする要因としては次の項目が考えられる。

- パッキンの締め過ぎ
- シム類の締め過ぎ
- 回転数がちがう
- プランジャ径がちがう
- 選定をまちがえた

3)については次の通りである。

検査マニュアルを作成し、作業を標準化することにより、個人差をなくし、さらに誤操作、誤まった判断を防ぐことができる。

例えば、吐出圧力100kg/cm²Gのポンプの昇圧ステップについて考えてみる。

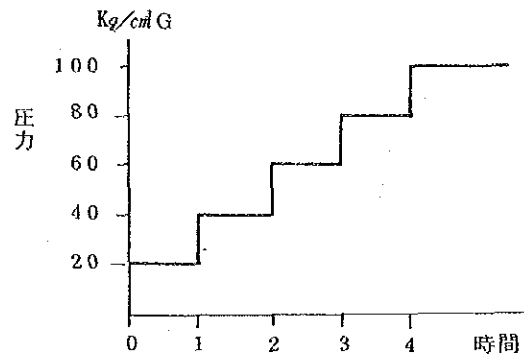
運転開始後間もなく、一挙に100kg/cm²Gに昇圧した場合には、

(a) パッキンとプランジャの“なじみ”不足のため液洩れを生じることがある。

(b) ウォームホイールとウォームシャフト、その他の機械的摺動面の“慣らし時

間”が短いため、異音を発したり、極端な場合には、焼損してしまうことがある。

などの事故が考えられる。昇圧ステップの例を図IV-1-64に示す。



図IV-1-64 上昇圧力ステップ

4)については次の通りである。

月末集中の検査のため、流量測定が仕事の大半を占め、その他の検査が手薄になっている。

異音について言えば、次のことがいえる。

型 式 JZ-320/10IV 回転数 102rpm

製 番 86-001

吐出圧力 P=10kg/cm²G 検査中の圧力 6.5~12.5kg/cm²G

プランジャ径 32mm

1ストロークごとに、吸込行程の終わりから吐出行程に移る瞬間、カッタン、カッタンという音を発生していたが、流量測定をしていた。

日本の一部企業では、このような異音が発見されると、原因をつきとめ、手直しをして、再確認をするまで流量測定はしない。

この場合の異音は、Nクランクが、プランジャの端面荷重を受けるために、リードスクリュウが突き上げられ、発生したと思われる。この場合Bスリーブのシム調整をすれば異音は消える。

シム材として、本来銅合金使用のところ、入手難、コスト高の問題のため、紙製品を使用しているのも一因と思われる。

また、組立段階で、シム調整における寸法管理をして、記録を残しさらに組立段階で、シム調整における寸法管理をして、記録を残しさらに、組立マニュアルや、検査マニュアルを作成し、個人差のない一定の作業ができるよう指導することも

必要である。

(3) 測定データの解析と対策

計量ポンプの吐出量 —— ストローク長特性を求めると一般的に図IV-1-65の②～⑤のポンプ特性になる。①のような容積効率 100%の性能を得ることは非常に難しい。理論特性と実際のポンプ特性を比較することにより、容積効率の低下する原因をつかむことができる。

1) バルブシートの液洩れ (図IV-1-65の②)

バルブシートのボールバルブの着座部分にバリがあったり、面取り不良で真円でない時に図IV-1-66のようにボールバルブとバルブシートの上に隙間ができて水洩れ現象を生じる。ポンプ特性においては、理論吐出量に平行な流量特性になる。対策としては、バルブシートとボールバルブのすり合わせをして、干渉縞が出ない程度に仕上げる。

2) バルブの閉じ遅れ現象 (図IV-1-65の③)

バルブガイドの寸法が不適當なときや、ボールバルブのリフト押えの寸法が不適當な時は、バルブがプランジャの上死点および下死点での運動の切替わりに追従できず、閉じ遅れてしまい、シリンダ内へ液が逆流したり、シリンダから吸込側へ逆流する。ポンプ特性においては、ストローク長最大の時に流量損失が一番大きく、ストローク長が小さくなると流量損失も小さくなる。吐出量 —— ストローク長の直線は原点を通る。

対策としては、ボールバルブがプランジャに追従して、早く閉じるようリフトやバルブガイドの寸法を決めることが上げられる。

3) バルブシートの液洩れとバルブの閉じ遅れの合成 (図IV-1-65の④)

一般的には現象として一番生じやすく、ポンプ特性においても上記1)と2)の合成された特性になる。対策も1)と2)の対策と同じである。

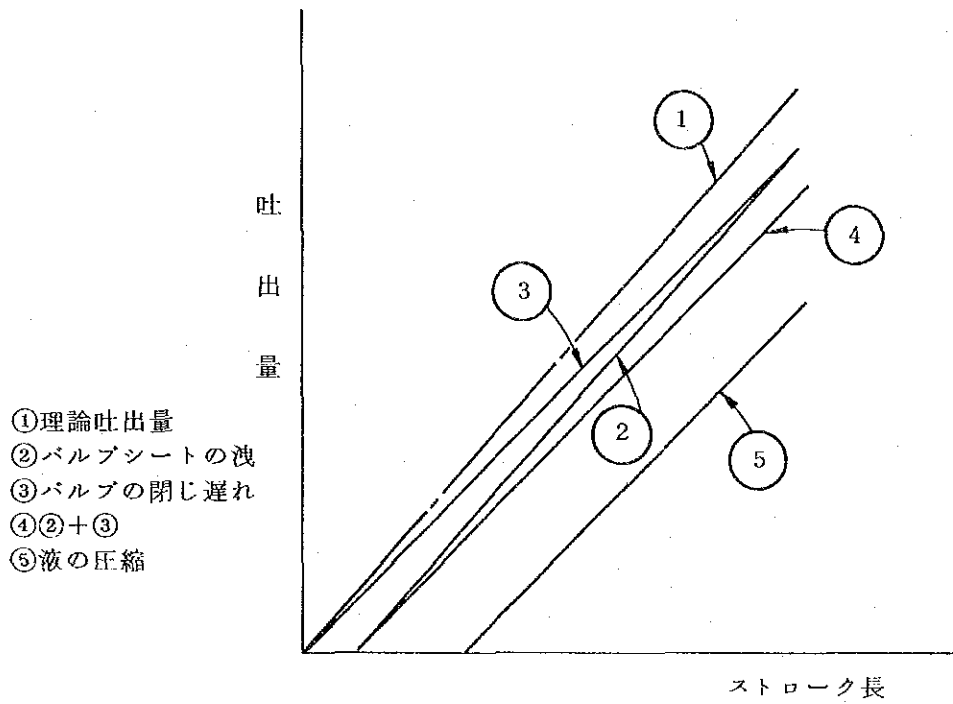
4) 液の圧縮 (図IV-1-65の⑤)

吐出圧力が高い時や、ポンプシリンダ内に空気が残っている時は液が圧縮され容積効率が低下する。(図IV-1-6-67参照)

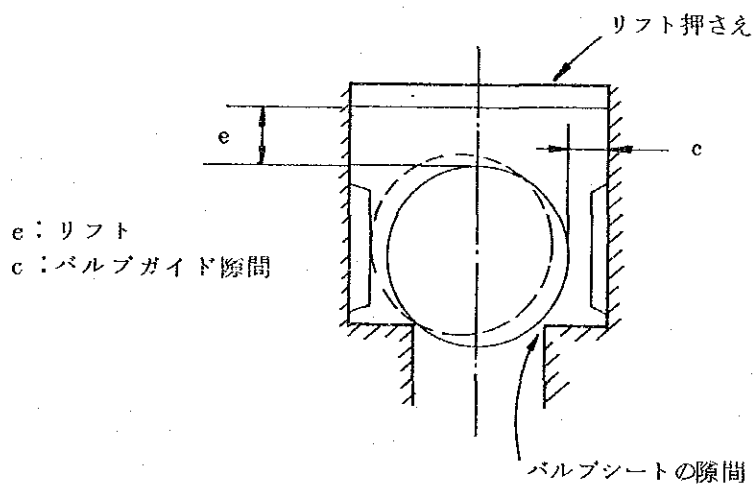
V_o : プランジャが下死点 (吐出行程開始時) にあるときのシリンダ容積

V_s : プランジャ1行程の容積

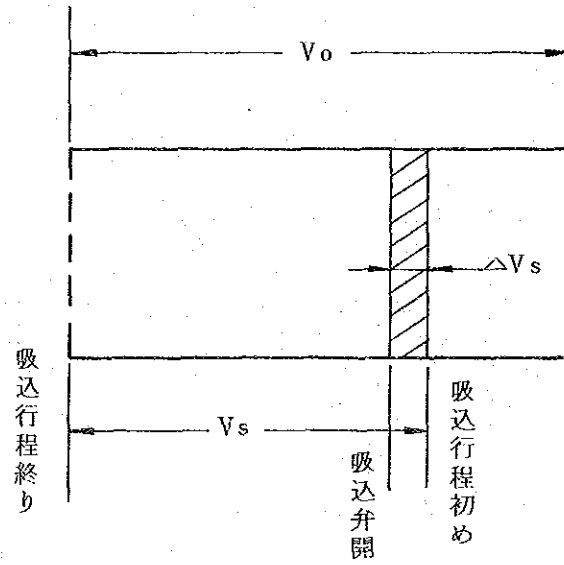
$V_o - V_s$: プランジャが上死点にあるときのシリンダ容積



図IV-1-65 計量ポンプの性能特性



図IV-1-66 バルブシートおよびバルブガイドの隙間



図IV-1-67 シリンダ室内の吸込初めの膨脹量

P_d : 吐出圧力

P_s : 吸込圧力

β : 液の圧縮率

ΔV_s : 吸込損失量

とする。

$$\Delta V_s = (V_o - V_s) \beta (P_d - P_s)$$

$$\Delta \eta = \frac{\Delta V_s}{V_s}$$

となる。これはシリンダの無駄容積 ($V_o - V_s$) が $\Delta \eta$ に正比例するので、圧縮率 β の大きな液体 (ポンプ室内に空気が残っている場合を含む) では $\Delta \eta$ の減少は著しい。重慶水泵廠のポンプ接液部は、一般的に無駄容積が大きく、より容積効率のよいポンプに改造する余地があると考ええる。

また、重慶水泵廠の計量ポンプのデータを分析してみると次のようになる。

表IV-1-21, IV-1-22は試験記録となり、その結果をグラフにしたものが表IV-1-23~IV-1-26である。

表IV-1-23はバルブシートの洩れを意味している。

表IV-1-24は上記シート洩れのポンプMJ-2000/20-VⅢをストローク長 100%にて圧力を変えて流量測定した結果を示す。このデータで特徴的なのは吐出圧力 0 kg/cm²で吐出量が急に増加していることである。これはオーバーフィーディングと考えられる。オーバーフィーディングとは、理論吐出量よりも多い液が吐出配管に流れる現象をいう。すなわちこのポンプの場合には吐出量は理論吐出量以下ではあるが、バルブシートの洩れ量の影響を受け、これ程吐出量は増えないはずである。このように不自然に吐出量が多いのはオーバーフィーディング現象を起しているのではないかと考えられる。

5) ポンプ吐出量のバラツキについて

重慶水泵廠においては、バラツキについては「計量ポンプ試験方法JB2919-81」(第一機械工業部・部標準)に基づいて試験をしている。バラツキとは、“流量の復現性精度”と表現して次式で表わしている。

$$E = \frac{t_a}{Q_m} \sqrt{\sum_{i=1}^K (Q_i - Q_m)^2 / (K-1)} \times 100(\%) \quad (1)$$

E : 流量復現性精度 %

Q_i : 吐出流量 (各測定) ℓ/h

K : 測定回数 K ≥ 10

Q_m : 各測定の平均流量

$$Q_m = \sum_{i=1}^K (Q_i / K) \quad \ell/h$$

t_a : スチューデントの t 分布より求める (信頼係数99%)

t 分布は表IV-1-27を参照のこと。

表IV-1-27 t 分布表

t _a (K-1) P	9	10	11	12	13
0.99	3.25	3.17	3.11	3.06	3.01

(a) バラツキについての問題点

① 計算式について

ポンプ吐出量の変動の具合は未知のため、データは標準偏差σが未知の場合の正規母集団であると仮定する。よって

$$t_a = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{K-1}}$$

が自由度φ = K - 1の t 分布に従う。

ここで

$$\bar{x} : \text{大きさ} K \text{の標本から得られた標本平均値} \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^K x_i}{K}$$

μ : 母平均

S : 標本標準偏差

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{K}}$$

となる。

$$|\bar{x} - \mu| = \Delta Q$$

とすると

$$\Delta Q = \bar{x} - \mu = t_a \cdot S / \sqrt{K-1} = t_a \cdot \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{K(K-1)}}$$
$$E = \Delta Q / Q_m \times 100 (\%)$$

とおくと

$$E = \frac{t_a}{\sqrt{K} \cdot Q_m} \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(K-1)}} \times 100 (\%) \quad \text{---(2)}$$

となる。この(2)式の計算値E (%)は(1)式に比べて $1/\sqrt{k}$ だけ小さな値となる。

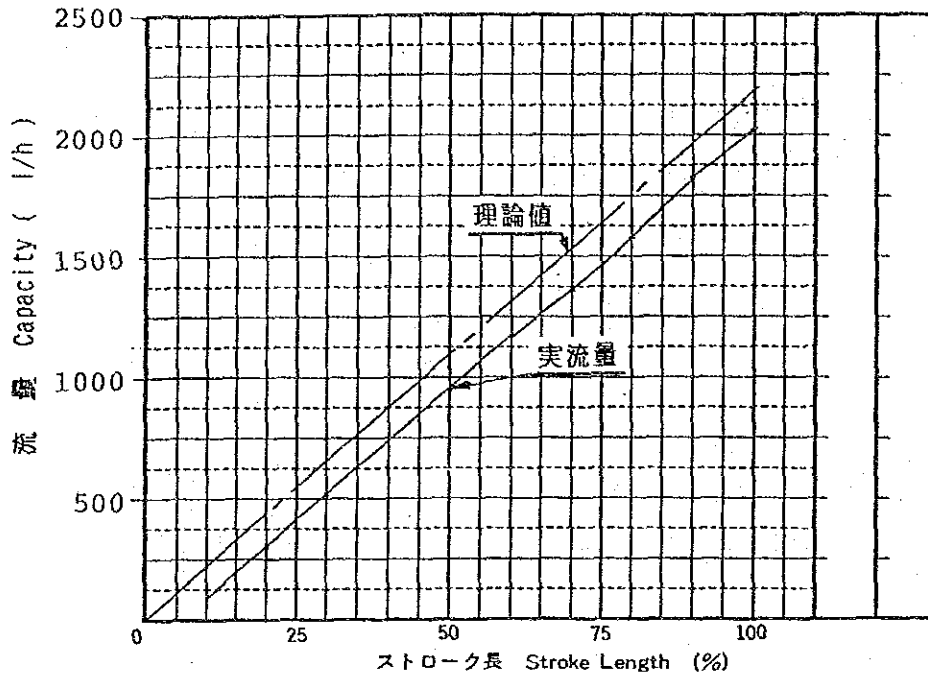
② 直線性とバラツキの関係について

重慶水泵廠においては、流量測定は、各ストローク長において、10回実施され、平均流量およびバラツキの算出が行なわれている。ところが、前述の表IV-1-23をみるとポンプ特性の重要項目の一つ、直線性が全体的に少し欠けていることがわかる。

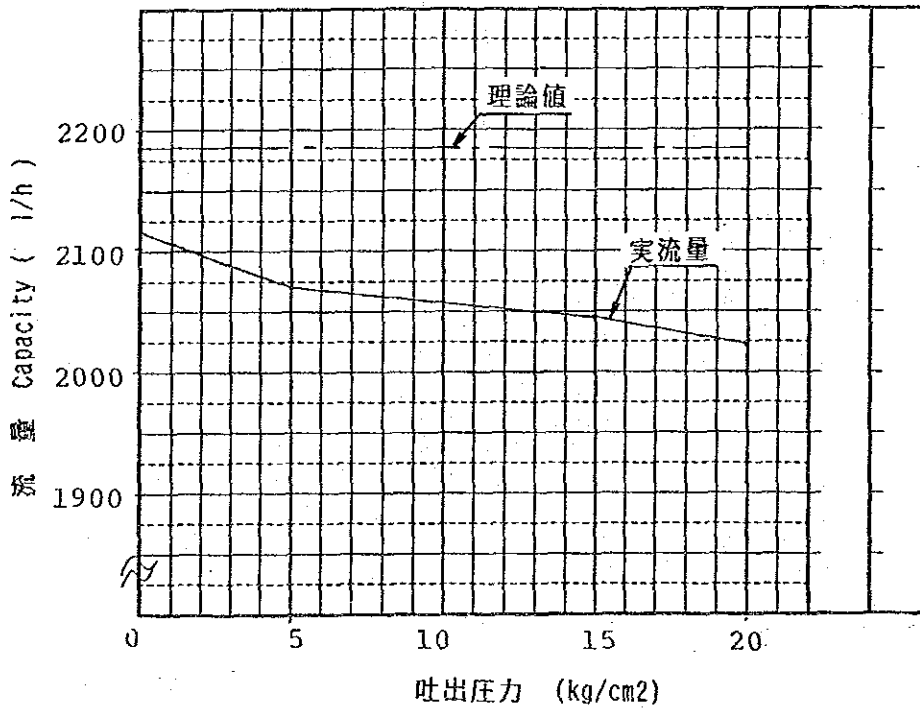
たとえば試験記録、表IV-1-21によると、バラツキは1.0%以下(ストローク長30%以上)になっているが直線性に問題がある。すなわち、ストローク長90%において、直線性があったと仮定すると吐出量は、表IV-1-28に示す通り1810 l/hになる。実測結果は1836 l/hであるため1836-1810=26 (l/h)の差がある。(ポンプ吐出精度(バラツキ)は記録によると0.21%で、そのバラツキ量は $1,836 \times 0.0021 = 3.9$ l/hとなる。この値は実測結果との差26 l/hと比較した場合、かなり小さな量である。)

運転検査の段階でポンプ特性の直線性の有無を確認し、直線性がない場合には、ストローク長やプランジャ、パッキンのゆるみなどをチェックの後、再試験を実施すべきであると考える。

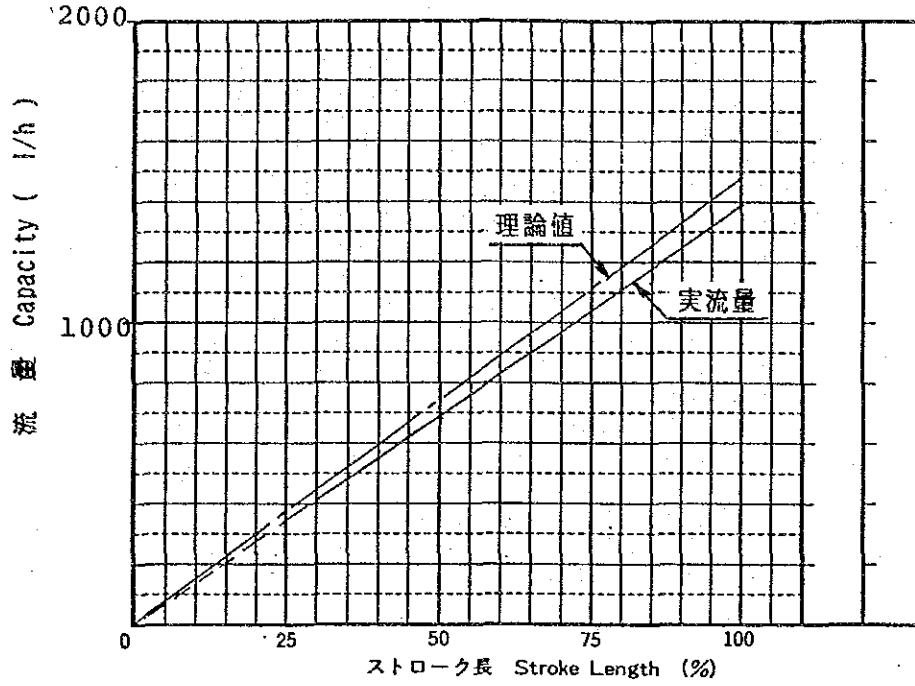
表IV-1-23 ポンプ特性



表IV-1-24 ポンプ特性

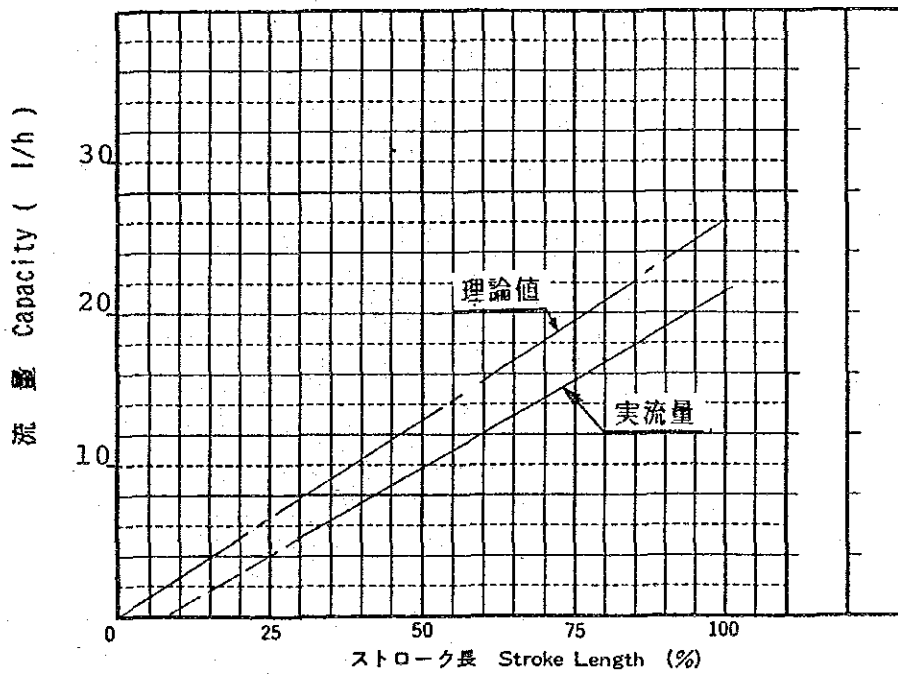


表IV-1-25 ポンプ特性



型式 MJ-1250/8-II
 製番 86-00b
 検査日 86.10.28

表IV-1-26 ポンプ特性



型式 J-Z-
 20/320-V
 製番 86-001
 検査日 86.10.31

表IV-1-28 ポンプの直線性

MJ-2000/20-VII

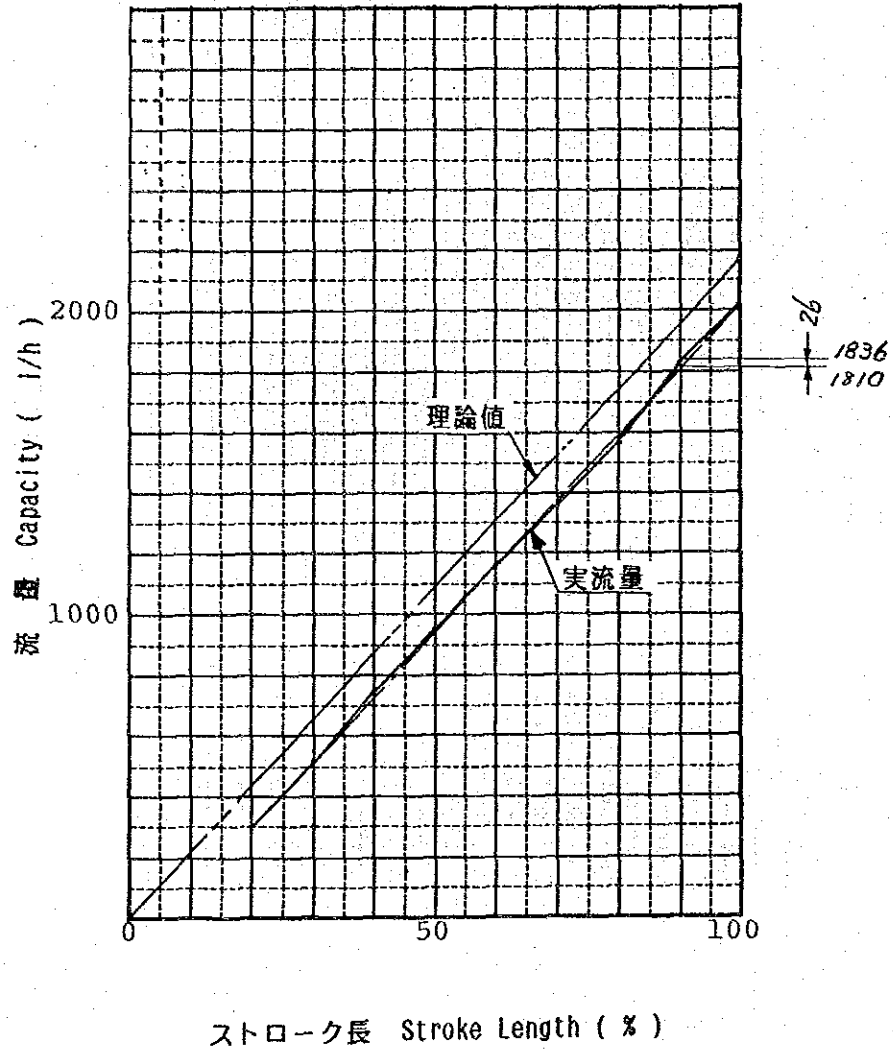


表 IV-1-22 試驗記錄

重庆水泵厂水泵试验记录

水泵型号 MJ-1250/8-II 大气压 毫米 水银柱 毫米 水柱 米 量器种类 3升量桶 记录编号 01 出水口径 25 毫米 安 装 陈珂舒
 产品编号 86-006 介质名称 清水 介质比重 1000 公斤/米³ 压力表 0-16kg²/cm² 配用功率 2.2 瓩 进水口径 25 毫米 试验计算 陈珂舒
 电机转速 转/分 介质温度 18.5 °C 室 温 15.5 °C 表 差 距 0 往复次数 130 次/分 最大行程 50 毫米 校 核 陈
 电机编号 日期 86.10.28

序号	相对行程 S %	压力 P 公斤/厘米 ²	吸程 H _s 米	实 测 流 量 QJ 升/时												理论流量 Q 升/时	往复次数 RPM 次/分	柱赛直径 am 分米	行程长度 am 分米	柱赛面积 am ² 平方分米	一次行程容积 am ³ 立方分米	容积效率 η ₀ %	计量精度 EP %	额定流量 Q 升/时	机座油温 °C	流量复现 Q 升/时
				t ₁ Q ₁	t ₂ Q ₂	t ₃ Q ₃	t ₄ Q ₄	t ₅ Q ₅	t ₆ Q ₆	t ₇ Q ₇	t ₈ Q ₈	t ₉ Q ₉	t ₁₀ Q ₁₀	Q _{CP}												
1	100	8		7.7° 1402.60	7.7° 1402.60	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	7.7° 1385.35	1386.80	1470.83	135	0.68	0.50	0.362168	0.181584	84.87	0.71	1385.07	3	7.7° 1402.60
2	80	-		8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	8.7° 1113.4	1112.26	1176.67	-	-	-	0.181584	0.181584	84.87	0.70	1071.06		7.7° 1402.60
3	50	-		15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	15.8° 683.54	687.03	735.42	-	-	-	0.090792	0.090792	84.87	0.87	661.58		7.7° 1402.60
4	30	-		26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	26.8° 402.88	403.89	441.25	-	-	-	0.045144	0.045144	84.87	0.62	388.83		
Z. 318 kg ² /cm ² 安全代改批																					漏液量: 克/时					

重庆水泵厂水泵试验记录

水泵型号 J-Z²⁰/320-V 产品编号 86-001 记录号 01 配带功率 1.5 瓩 进水口径 8 毫米 出水口径 8 毫米 日期 86.10.31
 试验计算 秦许王

序号	相对行程 S %	压力 P 公斤/厘米 ²	吸程 H _s 米	实 测 流 量 QJ 升/时												理论流量 Q 升/时	往复次数 RPM 次/分	柱赛直径 am 分米	行程长度 am 分米	柱赛面积 am ² 平方分米	一次行程容积 am ³ 立方分米	容积效率 η ₀ %	计量精度 EP %	额定流量 Q 升/时	机座油温 °C	流量复现 Q 升/时
				t ₁ Q ₁	t ₂ Q ₂	t ₃ Q ₃	t ₄ Q ₄	t ₅ Q ₅	t ₆ Q ₆	t ₇ Q ₇	t ₈ Q ₈	t ₉ Q ₉	t ₁₀ Q ₁₀	Q _{CP}												
1	100	320	15.8	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	8.8° 21.36	21.36	24.99	102	0.13	0.32	0.0132732	0.00422774	82.19	0.10	21.36	4	8.8° 21.36
2	80	-	-	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	7° 16.8	16.81	20.80	-	-	-	0.0331772	0.0331772	80.83	0.73	16.81		8.8° 21.36
3	50	-	-	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	4.1° 8.84	8.85	13.00	-	-	-	0.0212177	0.0212177	75.75	0.74	8.85		8.8° 21.36
4	30	-	-	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	2.3° 5.52	5.53	7.80	-	-	-	0.0121422	0.0121422	70.83	0.78	5.53		
Z. 318 kg ² /cm ² 安全代改批																					漏液量: 克/时					

2. 生産設備の現状と問題点

2-1 機械加工工程

機械加工工程に係わる生産設備は非常に広範囲にわたる。その主体は工作機械であるが、生産を効率的に滞りなく推進していくには、工作機械回りの工具、治具、部品を移動させるための運搬設備、そして種々補助機器等が、生産のためのバックアップツールとして有効に投入されることが必要条件である。

生産設備に関しては、工作機械関連項目と、その周辺設備関連項目とに分けて述べる。

2-1-1 工作機械関連項目

(1) 工作機械に関する現状

1) 工作機械の種類

重慶水泵廠の工作機械は、5つの工場に分散している。主としては機械第1工場、機械第2工場であるが、その他に治工具工場、機械修理工場および開発品試作工場がある。これらの工場が保有している工作機械の種類および能力別台数等についてはⅢ章の「工場概要」の表Ⅲ-3-1で述べているとおりである。ポンプの多品種少量生産形態の工場として保有すべき工作機械の種類としては、十分であり、しかも中、大型ポンプを製作することが可能な能力をもった機種も設備されているものと思われる。

2) 工作機械のレイアウト

現状調査は機械第1工場および第2工場を主に実施された。ポンプ部品の生産は両機械工場が主体であるが、調査時点では機械修理工場で機械の修理品の仕事がない旋盤、フライス盤を使用してポンプ部品の加工が行なわれていた。ここでは、機械第1、第2工場の工作機械のレイアウトについて述べる。

図Ⅳ-2-1に機械第1工場の工作機械の配置図を、図Ⅳ-2-2に機械第2工場のそれを、また図Ⅳ-2-3に近い将来レイアウトを変更する予定である機械第2工場の予定配置図を示す。

この図では工作機械の設備番号をそれぞれの機械に記入しているが、この設備番号の取り方は上3桁が機種を表わし、下3桁がそれぞれの機種による連番を意味する。上3桁の主な番号の機種は以下のとおりである。

0 1 3 ; ターレット旋盤

0 3 4 ; クランク研削盤

0 1 5 ; 立旋盤

0 6 3 ; 万能フライス盤

0 1 6 ; 普通旋盤	0 6 5 ; 立フライス盤
0 2 1 ; ボール盤	0 6 6 ; プラノミラー
0 2 5 ; ラジアルボール盤	0 6 7 ; 横フライス盤
0 2 6 ; 横中ぐり盤	0 7 3 ; 形削り盤
0 3 1 ; 円筒研削盤	0 7 4 ; スロッター
0 3 2 ; 内面研削盤	

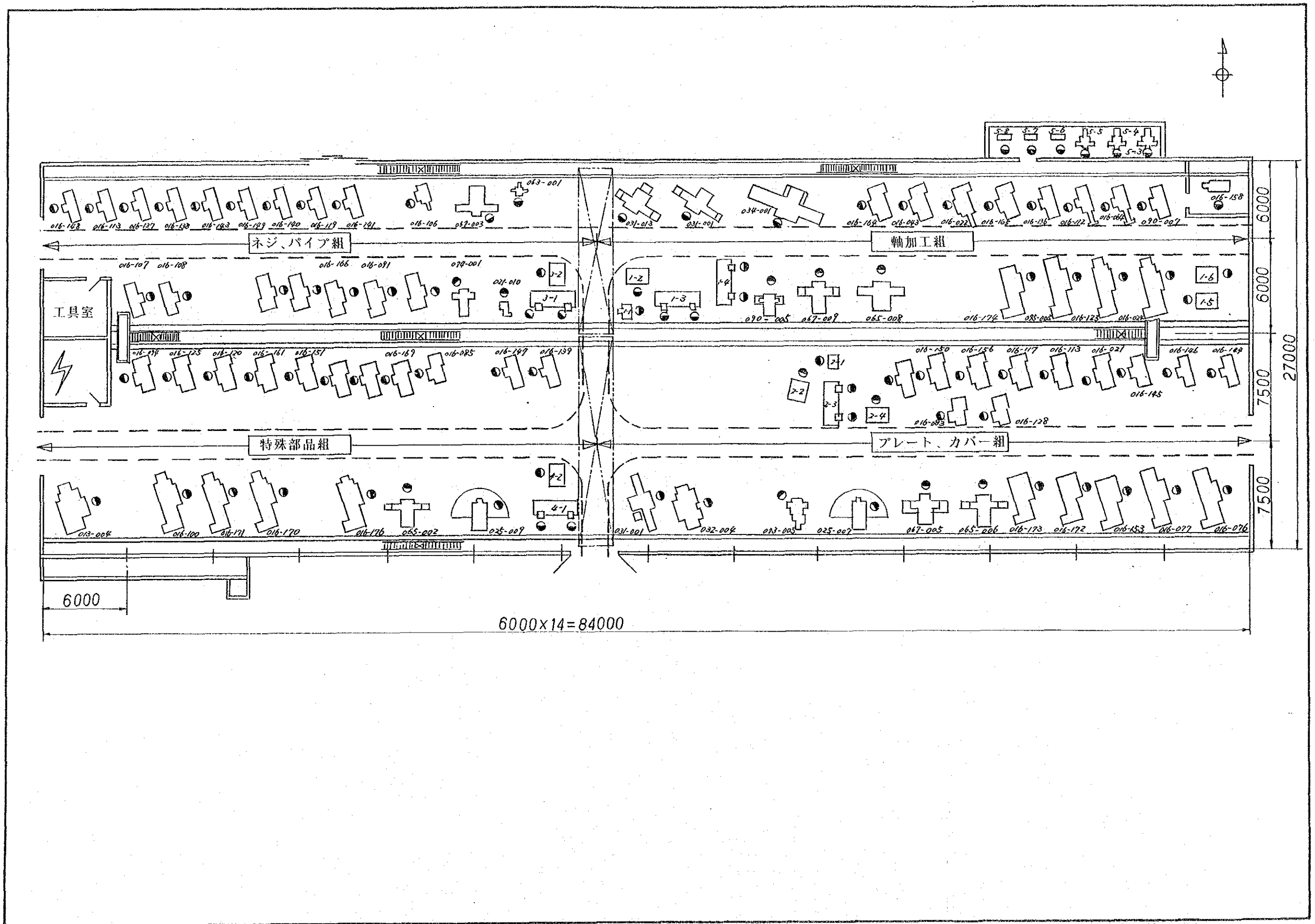
配置図とともに設備明細表が作成されている。その一例を表Ⅳ-2-1に示す。表には配置図に記入されている設備番号、設備名称と設備の固有番号、主要な技術規格（仕様、能力）、製造メーカ、重量、購入価格および購入年月日が記載されている。

3) レイアウトの方法

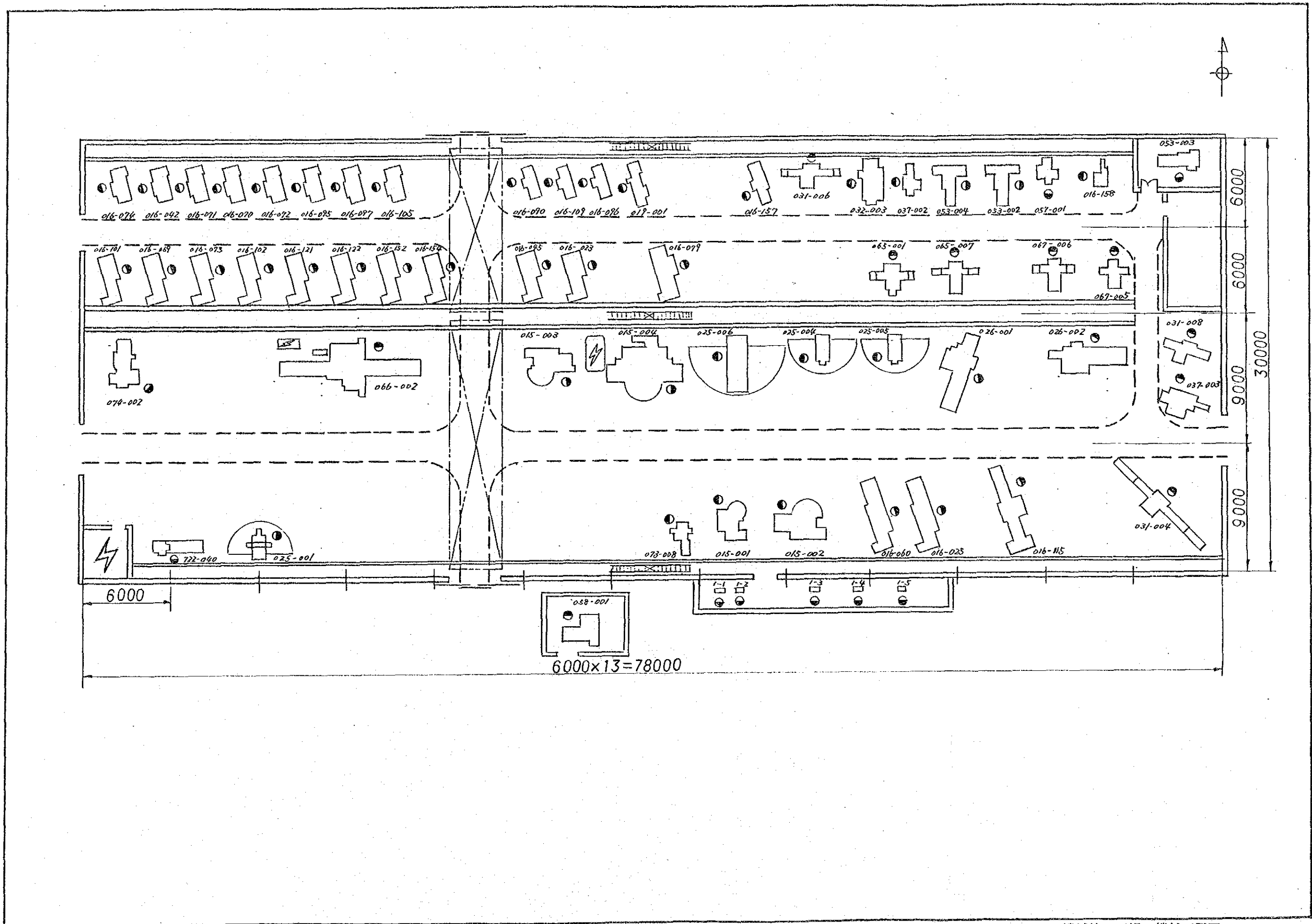
Ⅳ章の1-1項でも述べたが、機械第1工場の工作機械のレイアウトはGT手法による配列となっている。このGT手法は加工段階で大別するならば、全工程型GTといえる。すなわち、部品加工工程中の主要初工程について、類似のものを大グループとし、主要工程を受けもつ工作機械を中心として構成された混成機械グループ内で全加工を終るのを原則としている。部品によって経由機械に差異はあるが、個別加工がグループ内で行なわれるようになっている。一般にはこの手法は、多品種中、少量生産に適用されることが多い方式である。

図Ⅳ-2-1で機械第1工場のレイアウト図を示しているが、グループは4つに分けられ、ネジ・パイプ組、軸加工組、プレート・カバー組、特殊部品組がある。類似形状部品が1つの機械グループ内で加工完了するよう配列されている例をNクランク加工の移動経路図（図Ⅳ-1-20）で見ると、Nクランクは形状的に軸ものであり、軸加工が主要工程と判断されるところから、グループの1つである軸加工組内で加工が完了するよう工程が組まれていることが分かる。

一方、このNクランク加工とは対照的な移動経路を示しているのが、カムの加工である。カムは、主に機械第2工場加工され、ここはまだGT配列になっておらず、図Ⅳ-1-27のカムの移動経路図を見ても明確なように、移動線が機械第2工場の全体に伸びており、また移動線の錯綜度合が激しく、移動距離も相当長くなっている。



図IV-2-1 機械第1工場 機械配置図



图IV-2-2 机械第2工場 机械配置图

表IV-2-1 工作機械設備明細表

JGB-04		設備明細表				齒輪軸件組		共5頁		第1頁
序 號	平面圖 編 號	設備名稱 及型號	主要 技術規格	制 造 者	台 數	功 力(瓩)		價 格(元)		備 注
						每 台	合 計	單 價	總 價	
1	053-003Y38A	滾齒機	Φ800×M8	重機	1	3.925			35217.74	66年4月
2	058-001Y7131	齒輪磨床	Φ320×M6	上海	1	4.025			38159.78	65年1月
3	057-001Y4230	剃齒機	Φ300×M8	重機	1	3.95			20389.64	65年1月
4	053-010YBA3112	滾齒機	Φ125×M2	重機	1	2.025			16053.33	82年1月
5	053-002Y38	滾齒機	Φ800×M8	重機	1	3.925			25000	64年9月
6	055-004Y38	滾齒機	Φ800×M8	北京	1	3.925			21524.89	74年2月
7	031-005M1432B	外磨	520×1000	北京	1	7.8			25158.60	65年8月
8	034-004Y7712	齒輪磨床	125	青海	1	2.05			34010.64	86年5月
9	019-001E8955	銑齒車床	290×15	大楚	1	4.6			16550.63	65年9月
10	031-008M1420	外磨	200×1000	重慶	1	5.50			13030	79年12月
11	018-092C620	車床	400×1000	維修	1	4.125			6535	71年3月
12	065-001X53K	立銑	400×1000	北京	1	13.125			22030.23	65年12月
13	016-109C616	車床	320×700	三機	1	4.025			6600	75年8月
14	016-096C616	車床	320×700	三機	1	4.025			5700	71年9月

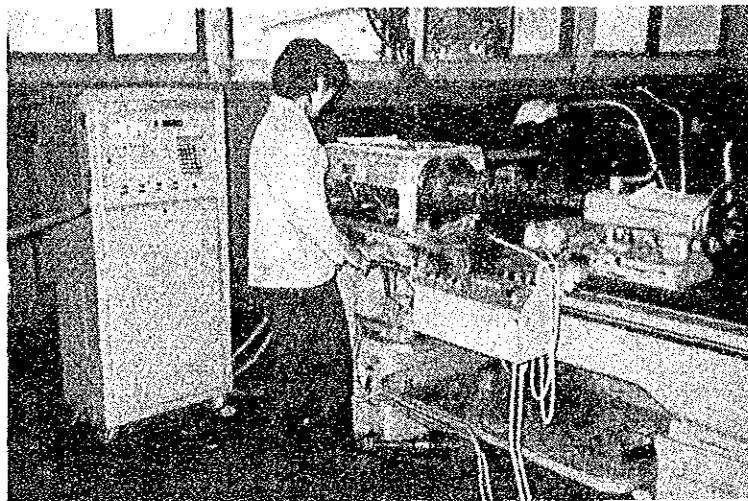
これらの例で見ると、GT手法による機械配列と、部品のGT分類による最適加工は、生産設備の能率的な使用や、工程管理を容易にする効果的な手段となっている。

4) 工作機械の自動化

多品種少量生産に適応する工作機械は生産の柔軟性の面から考えると、いわゆる汎用的な工作機械が主流となる。この汎用という意味は一般には専用と対照的に使用される言葉であるが、専用と自動化とはまた意味が異なる。多品種少量生産であっても、標準部品の場合、ある程度の在庫を必要とし、それには1ロットサイズを大きくして、加工能率を高める方策が用いられる。このような生産管理には、工作機械の自動化による、より一層の能率化が必要となる。

重慶水泵廠では、工作機械の自動化は遅れており今後、改善の余地が多くある。調査ではIV章の1-1-2の項でも既に述べているが、汎用旋盤にマイクロコンピュータを使用したNC装置およびサーボモータが取り付けられ、ウォームシャフトの仕上加工の試削中であつた。その全景を、図IV-2-4に示す。

また、小型治具ポラーにマグネスケールを取りつけ、デジタル位置読み取り装置を装備した機械があつた。これも工場独自で改造されたものであり、自動化への意欲をうかがわせるものである。



図IV-2-4 NC工作機械試運転

5) 工作機械の稼働状態

調査期間中の工作機械の稼働状態は、仕事量の波があり、日によって異っていた。また電力事情により、全機械を同時に稼働させることができないという不可抗力も手伝っているが、日本国内の一般機械工場のデータと比較するならば、それ程良い状態とは言い難い。

重慶水泵廠の資料によるところの計量ポンプ製作についての負荷率は、1985年1年間の能力工数（在籍人員×1人当りの年平均実働日数）が、機械加工工程に関して、66,708日/年であり、負荷は60,892日/年で、負荷率は91.3%である。ちなみに溶接工程関連では能力工数が1530日/年で、負荷は269日/年で負荷率18%と非常に低い値となっている。負荷は計量ポンプを制作するために、それを構成する部品を加工するに必要な総日数を意味しているが、この値から察するならば、重慶水泵廠の機械の稼働状態は良いことになる。ただし、各部品の標準工数を大きくとれば、総負荷も大きくなるので、機械の稼働状態とは、一概に同じとは言えない。

機械故障により停止していた時間は、全機械の稼働時間に対して、1985年一年間で2.2%であった。設備の管理の項目で詳細を述べるが、重慶水泵廠の保守管理は大変良く、上記の数値がそれを表わしているものといえる。

(2) 工作機械に関する問題点と改善策

1) GT手法とその周辺技術について

多品種少量生産でも、ロットサイズあるいはくり返し数の比較的大きい場合は治具、取付具の使用、工具の多刃化、設備の自動化などの手段を積極的にとり入れてコストの低減を計ることは、従来からも行なわれてきた。一方、ロットサイズが小さく、形状、寸法、材質、加工工程などが類似した工作物を集約したグループを考えると、ロットサイズが大きくなるので、ある程度の融通性をもった治工具類や自動化設備の採用によってコストの低減が可能となる。このような目的を達するため、組織的な方法で類似加工物を集約して、ロット当りの生産個数を増大したと同様の効果を上げ、より能率化され自動化された加工方法をとり入れるようにする手法としてGTが導入されてる。

重慶水泵廠ではGT手法による工作機械のレイアウトで効果を上げている。今後、類似工作物のグループ化を系統的に行い、多様化に向けて電算機の導入を試みる場合には、部品の分類システムが必要となってくる。電算機の利用による部品分類シ

システムは数字や文字を用いて表示された部品分類を用いるのが普通で、その手法は種々ありここではそれらは専門書に譲るとして、GT実施上の問題点としてGTの周辺技術について述べるものとする。

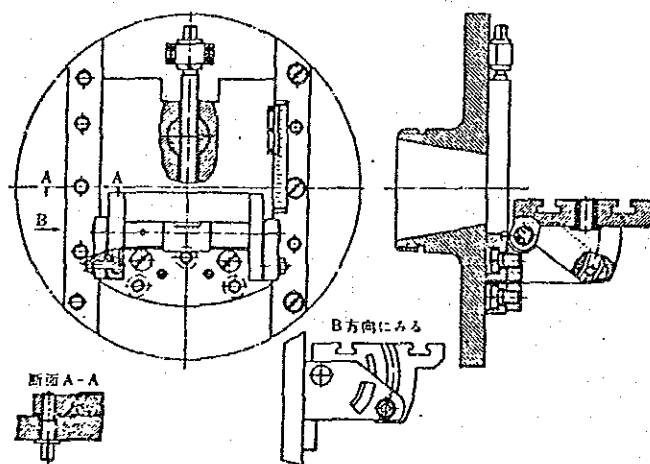
(a) GT導入の目的として類似部品を集約して加工することによる段取り時間の短縮、治具、取付具の節約などが上げられるが、これには共用治具や取付具、GT治具が必要となる。重慶水泵廠の工作機械は混成グループによるGT配列の為GT治具の管理が多少めんどうになるが、GT手法推進のためにはGT治具は効果的な手段と言える。これらのGT治具の設計に於いては以下の点に留意する必要がある。

① 段取替えが容易であること

類似の形状、寸法をもつ何種類もの工作物を加工するのに1個の治具を使用することになる。したがって加工物が変わり、治具の段取り替えの際、一部の段取部品の交換、または調整個所の取扱いが容易であり、簡単に次の工作物に切り換えできるようにすることが重要である。

② 誤った取付の防止策を考慮する。

類似した多くの部品を一つの共通治具で加工するので、間違いやすい工作物に対しては、誰が使用しても誤った取付ができないよう取付穴の寸法や、ネジのピッチなどを対象部品別に分けたりして設計することが大切である。GT治具の一例として旋削用GT治具図を図IV-2-5に示す。



図IV-2-5 旋削用GT治具

(b) GT用工具

治具、取付具と同様にGT手法の周辺技術として重要なことは、GT用工具の開発が上げられる。これは類似部品グループに共通に能率よく使用される工具群とプリセッターの開発を主眼とする。GT用工具は、次項で述べるGT的設計標準の推進を強力に行うことによって、工具数の節減にも役立つ。

(c) GT的設計の標準化

次に設備の面から多少それるが、部品設計の標準化について言及する。

一般には加工主体のGTの場合にも、部品設計の標準は重要であり、GTを成功させるためには設計者の正しい認識と協力が必要となる。以下に一般に留意すべき点を述べる。

- ① 治具、取付具の共通化をはかるため、工作物取付部の形状寸法を標準化すること。ときには、部品の機能には必要のない基準ボスや締付座を設定することもある。
- ② 工具の共通化をはかるため、穴の直径やタップ寸法、すみ肉半径などの標準化を行う。
- ③ 専用機の共通化をはかるため、穴の直径や間隔、穴の方向や数、保持部の形状寸法などの統一あるいは調整をはかる。
- ④ 切削方法や切削条件の統一をはかるため、仕上程度の統一、形状の統一、段数の整理などを行う。
- ⑤ 図面の表示方法を、NC工作機械の機能をプログラミングの便を考慮して、標準化することも重要である。

2) 工作機械の改善と有効利用

設備機械は、使用目的に最も適合したものを経済的に使用するのが原則といえる。一般に生産工程の乱れなどから、部品の要求精度に不釣り合いな高級精密機械を使用したり、低能力機械を使用しているため切削条件が低下している例が多くある。

以下に、機械の有効利用を主に置いた改善例を示す。

(a) 老朽機械の活用

① 専用化

汎用的使用をやめ特定部品の加工専用とする。これには機械部品の多少の改造が伴うが、加工方法を特定することにより汎用機より大きな効果を発揮する。

例えば最終部品形状がリング状のもので素材が丸棒切断品を使用する場合、中心に大きな穴が必要となるが、この穴の荒削加工を老朽旋盤を利用して心押台に大きな径のドリルを取付け、ドリルによる穴加工だけを行なわせ、以後の工程は別の機械に回す。

② 治具の併用

例えば中ぐり盤が老朽化した場合、中ぐり棒のサポート付き治具を取り付け、精度は治具で補う。スピンドルにユニバーサルジョイントを付けて機械は伝達のみを使用する方法などがある。

③ 精度劣化の補正

機械精度の低下を補うため、精密割出し盤や、マグネスケールなどを取りつける。

④ 各種加工ユニットの装着

平削り盤や中ぐり盤にフライスユニットを取付け、刃物駆動軸関係を更新し、切削条件を向上させる方策が考えられる。

(b) 機械の改良、自動化

汎用工作機械は一般的な使用目的で製作されているため加工品の加工仕様、使用条件などによっては部分的改良が必要となってくる。また、改良を行うことによって、生産技術も向上し、自動化への足がかりともなり積極的にとりくむ必要がある。改良の目的としては加工容量の増大、機能の向上、安全性の改善などがある。また自動化については、常に生産管理的、生産技術的観点に立ち、自動化の可能性についての問題意識をもつよう心がけることが大事である。

自動化に対しては以下の経済的条件を把握し、自動化の前と後との効果について調査し、今後に役立たせる。

- ① 生産する製品のライフ・サイクル
- ② 投資最高限度
- ③ 機械維持費
- ④ 年間利益

2-1-2 周辺設備

周辺生産設備に関しては、個々の生産設備の現状と問題点及び改善策をまとめて以下に述べるものとする。

(1) 潤滑油管理

〈現状と問題点〉

潤滑油の管理は、生産保全活動の一環として重要な位置にある。

重慶水泵廠での調査では、工場内で使われている潤滑油の種類、成分は表IV-2-2のとおりである。

潤滑油の貯蔵所は、工場が一番北側の組立検査工場の横の倉庫であり、機械工場からおおよそ150m離れた場所にある。払出しは各作業員または補助員が必要な時に容器を持参して受領する。以上の現状より、潤滑油の管理の面から検討した改善策を以下に述べる。

表IV-2-2 工場で使用する潤滑油一覧表

名 称		粘度 (50°C)	成 分	添加剤	適用機械
機 械 油	20 #	17~23	8%非炭化水素類		小型旋盤
	30 #	27~33			中、小型旋盤
	40 #	37~43	1.4% "		大型旋盤
	50 #	47~53			
油 圧 、 潤 滑 油		17~23	8% "		研 削 盤
主 軸 油		1.2~2	5% "		研 削 盤
コンプレッサ用機械油		11~14	8% "		コンプレッサー

〈改善策〉

潤滑油管理の目的は、簡単に言うならば「機械に正しい潤滑を行い、潤滑に起因する故障や性能の低下を極力防止し、完全運転を目ざし生産性を向上」させるための活動といえることができる。潤滑油を正しく管理することにより、経済的効果は予想以上に大きいことを表IV-2-3は裏づけている。このデータは、1966年当時の英国と日本に於ける調査であるが、「摩擦、ころがり、すべり」などによる効率低下損失を防止することにより得られた経済効果の一例である。

表IV-2-3 潤滑の経済効果（1966年の調査データ）

節 減 の 内 容	日 本	英 国
摩擦の減少によるエネルギー消費の節減	700億円	280億円
労働力の節減	1,200	100
潤滑油経費の節減	100	100
修繕費、部品交換費の節減	7,500	2,300
破損（故障）による波及効果の節減	3,800	1,150
稼働率、機械効率の向上による設備投資の節減	1,100	220
耐用年数の延長による設備投資の節減	5,500	1,100
合 計	19,900	5,250

潤滑油管理の進め方として管理項目とその業務内容を一覧表にして表IV-2-4に示す。以下に管理項目にそって若干の要点を述べる。

表IV-2-4 潤滑油管理項目と業務内容

項 目	業 務 の 内 容
潤 滑 剤	<ul style="list-style-type: none"> 各設備の実態調査（適正油種その他） 油種の整理統合 潤滑油使用量の把握 購入、貯蔵、払出、および廃油の処理
給 油 法	<ul style="list-style-type: none"> 給油器具、機材の整備 給油方法の確立と改善
給油作業の実施	<ul style="list-style-type: none"> 給油、更油の計画化と実施 給油系統、タンク、フィルタの定期点検、清掃 潤滑部分の異常、漏れ等の調査と対策
記 録 ・ 評 価 そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> 各設備毎の潤滑履歴 潤滑費用管理 潤滑技術の向上

1) 潤滑油の選定と対象設備の検討

重慶水泵廠には、工作機械は約 190台保有し、その内約半分が普通旋盤である。工作機械台数から言うと中規模の工場であり、全ての機械を管理するには相当の時間を要する。故に管理対象の設備を設備保全要員との兼ね合いから決めなければならない。対象設備の選定はその設備の生産工程に占める重要性、稼働状況、管理体制などを関係部署と協議の上決定する。

油種の選定は表Ⅳ-2-2で示すように7種類に決められている。表では添加剤の有無が不明であるが、日本では基油に酸化防止剤、錆止め剤、油性向上剤などを添加し、油の性能を向上させた工業用多用途潤滑剤が使用されており、これらの油種の選定を研究する必要がある。

2) 油種の整理統合

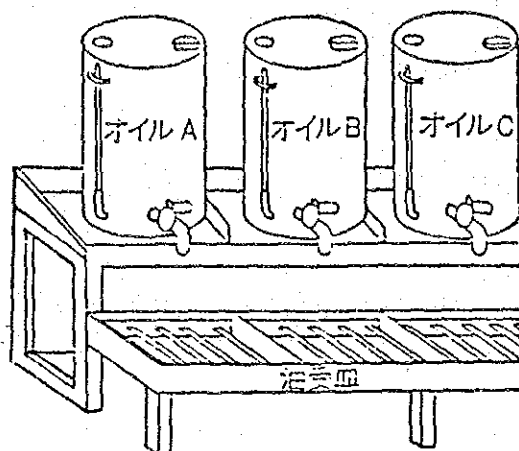
油種はできる限り整理統合して、最少の種類に抑える必要がある。これによるメリットは、

- ① 潤滑油の貯蔵、払出し、給油など、すべての段階で簡素化、合理化ができる。
- ② 油種の誤用による事故防止
- ③ 少品種、多量一括購入により単価低減につながる。
- ④ 使用油の回収、再使用などの面からも効率化が進められる。

などがあげられるが、油種選定と同時に潤滑油メーカーと十分協議して決めていく必要がある。

3) 機械工場内に給油所を設置

油の受領は各作業者が油貯蔵所まで取りに行く方法になっているが機械工場と貯蔵所まで約150m程もあり、大変不便である。しかも雨天の時の雨水や、砂やホコリが運搬途中で入る事も考えられ、潤滑油の品質管理としては好ましくない。そこで各機械工場に図Ⅳ-2-6のような給油タンクを設置するとよい。この場合油種は使用量の多いものから2~3種類とし、また油性切削油及び水溶性切削油の原油を置くのもよい。水溶性切削油を置く場合は、近くに水道水の蛇口を設置し、水溶性切削油が手軽に作れるよう配慮する。タンクにはそれぞれ、油種名、油番号等を記したラベルをはっておく。油の補給は担当者を決め、使用量に応じ、1日に一回程度巡回して補給を行う。



図IV-2-6 給油タンクの一例

4) 給油管理

油種の選定、管理対象機械などが決まると、次には実際に機械の給油個所に、決められた油を、決められた方法と量で確実に給油する管理が必要となる。これには表IV-2-5のような給油指示票を作成し管理していく。また油の耐用期間を明確にし、定期的に油の交換を実行する。

表IV-2-5 給油指示票

設備名	給油指示票		設備課工場名				
型式							
No.	給油個所	給油法	油種	油量	個数	更油周期	備考
A	ヘッドストック	油溶	添加タービンNo.1	30 ℓ	1	3000Hr	
B	ヘッドスベリ面	手差	稼働面油No.2	一条流し	2	毎朝	
C	親ねじ	手差	マシン油No.1	一条流し	1	毎朝	
D							
E							
No.	油種	周期	更油記録	備考		検印	
1							
2							
3							
4							

(2) エアーツールの活用

〈現状と問題点〉

バリ取りや切粉の除去などの補助作業には、エアーの力を利用したエアーツールが一般には使用されるが、重慶水泵廠ではエアーツールはほとんど見当らなかつた。製品の品質向上や作業の合理化には、現在欠かすことのできないツールである。

次に各種作業に適したエアーツールの紹介、エアーツール使用のための配管工事についての留意点などを、改善策として述べるものとする。

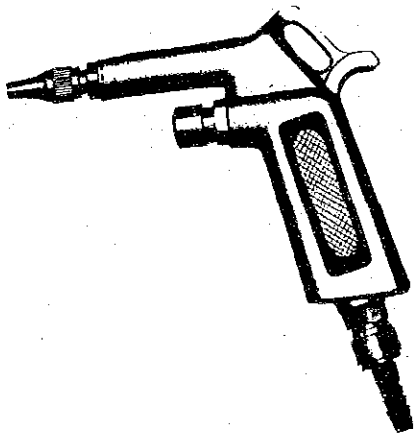
〈改善策〉

各種作業に適したエアーツールを図IV-2-7に示す。

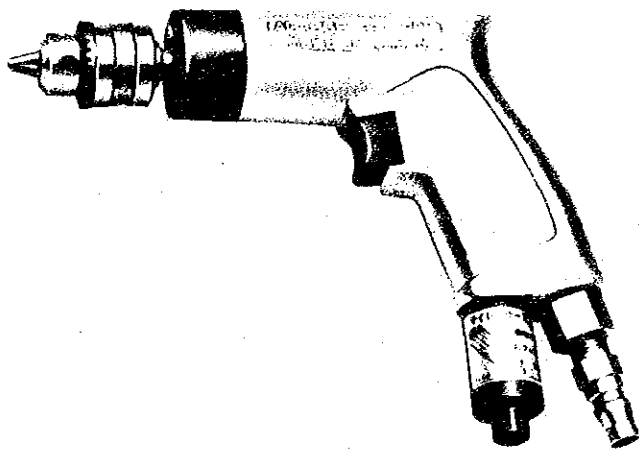
ポンプフレームなどの鋳物素材のバリ取り作業には、エアーグラインダの使用が適

している。タップ下穴の切粉や、機械加工時の切粉の除去などには、エアガンにより、圧縮空気を吹きつけて除去する方法が能率的である。また工作機械に取りつかない部品の穴あけや、修理等で穴加工が必要な場合には、エアドリルにて手軽に穴を明けることができる。その他作業に適したさまざまなエアーツールがあり、工場としてはこれらのエアーツールを選択し、作業能率を上げるよう改善すべきである。

重慶水泵廠には大型コンプレッサーがあり、工場への配管工事を行えばよい。



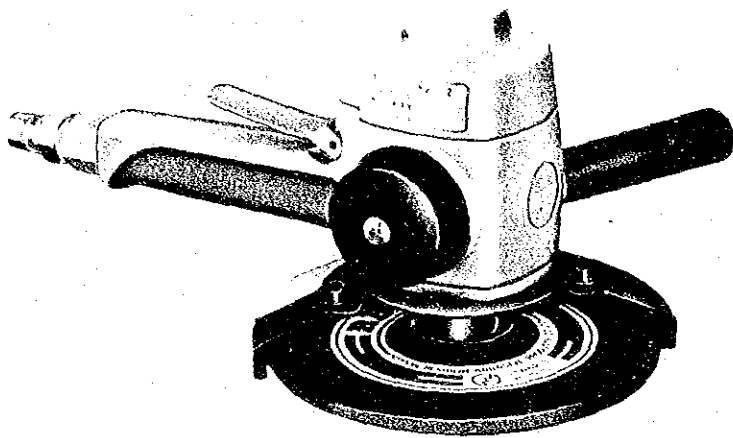
エアガン



エアドリル



使用例



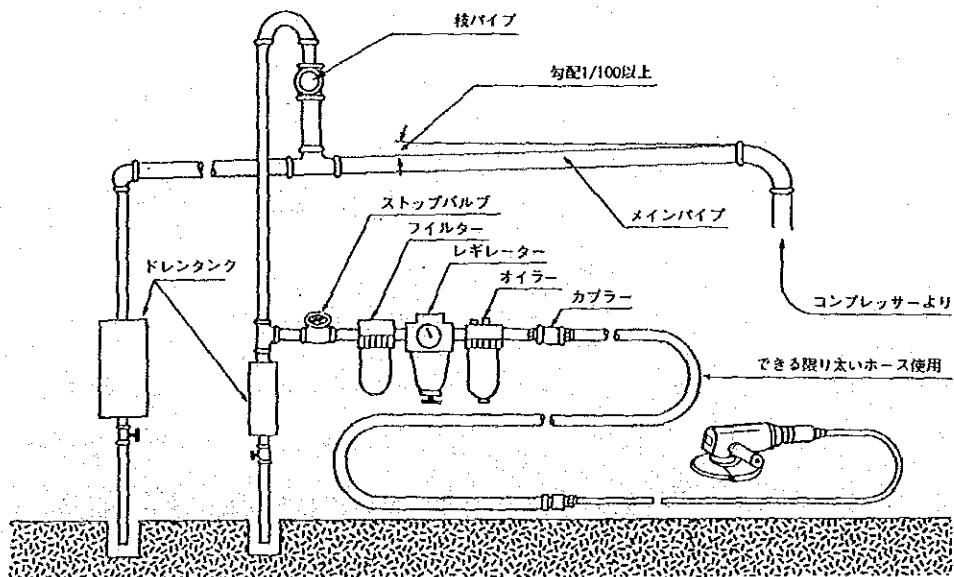
エアークラインダ



使用例

図IV-2-7 作業に適したエアーツール

ここで配管工事をする場合の留意点について述べる。重慶市は一年を通じ、湿気の多い地理的条件にあり、エア配管には特に湿気除去に注意しなければならない。その配管の一例を図IV-2-8に示す。



図IV-2-8 エア配管図

配管は清浄で乾燥した冷たい圧縮空気を送るよう実施する。いかに圧縮機を合理的に設置しても配管に注意を怠ると、圧力降下やドレンなどの悪影響により、出力低下や工具の早期破損を生ずる結果となる。図に見るように、コンプレッサーからの配管は底面から十分に高い位置に設け、コンプレッサー側から水分が管に流入するのを防ぐ必要がある。またすべての配管は、水分の流出を容易にするため1/100程度以上の勾配を設けて設置する。メインパイプや枝管にはドレンタンクを設けてドレンなどの侵入を防ぐ。コンプレッサーからの圧力の低下を防ぐため主管や枝管は太めのパイプを使用する。

エアーツールのホースとオイラー出口との接続はワンタッチ式のコネクターを使用し、このコネクターは一種類に統一してエアーツールが全工場のどこでも使えるようにしておくことが大切である。

エアーツールは手軽に使用できる一方、回転数などが高速であり、安全面で作業には特に注意しなければならない。エアーツールによって削り取られた鉄くずや、砥石の粉が飛散して目に入らないよう、作業時には必ず防じん目がねを着用する必要がある。

(3) 運搬設備と部品の取扱い作業

〈現状及び問題点〉

重慶水泵廠の運搬設備はⅢ章の表Ⅲ-3-2のとおりである。これらの運搬設備によって運搬される物はおおよそ次の通りである。

- ① 車 ; 1トン以上の重量物あるいは設備
- ② 蓄電気車 ; 鋳物および部品運搬
- ③ 手直し車 ; 倉庫から部品材料をうけとる場合に使用
- ④ ハンドリフター ; 設備の移動

工場の生産形態と生産規模から察すると、運搬設備が非常に少ない。

生産効率を総合的に考える時、単に加工能率のみならず、運搬の能率化は欠かせないものと言える。また加工工程間の加工物の取扱い作業がスムーズに行なわれないと、加工者の疲労が増大し、能率低化と加工品質面に於いても大きな障害をきたす。さらに重慶水泵廠が問題としている完成部品の傷の発生も取扱い作業の不備によるところが大きいと言える。図Ⅳ-2-9は工場内で加工前の鋳物素材の置き方を示し、図Ⅳ-2-10は加工工程途中の加工物の置き方を示している。

このような現状および問題点を考察し、以下に改善策を述べる。



図IV-2-9 工場内の鋳物素材の置き方



図IV-2-10 工場内の加工物の置き方

〈改善策〉

工場内の運搬設備が少ないとういことは、手運搬が多い事を意味する。ボルト・ナット類の非常に小物部品であれば簡単な箱に入れて手運びも可能だが、ポンプ部品ともなると手運びでは1回の運搬量も少なく労力のみ消費することとなり効率は悪い。一般に運搬の改善は運搬距離の短縮、取扱作業、運搬作業の改善と、それを可能とする運搬機器、運搬設備の改善をさすが、従来ともすれば機械間、工程間の運搬距離の短縮化の方に目がうばわれて、品物を持ち上げたり降ろしたりといった取扱作業の改善が軽視されがちである。しかし工場内の運搬は距離の短縮化はさほど問題ではなく、それよりも取扱作業、すなわち再取扱いや潜在運搬をなくすことに重点をおいた方が効果的でありメリットが大きい。特に作業者が再取扱いをすることはできる限りさけなければならない。そのための方策として、パレット、台車、コンベアなどを利用して活性の高い物の置き方をし、取扱い作業の減少を図ることが必要である。活性とは物の運び出しやすさのことをいい、その程度を活性指数で表わすことによって、取扱いの難易の判定に役立たせることができる。運搬の活性指数表を表IV-2-6に示す。

表IV-2-6 運搬活性指数表

状 態	取扱いの手間				活性指数
	まとめる	おこす	上げる	動かす	
床にバラ置き	要	要	要	要	0
容器または束	不	要	要	要	1
パレットまたはスキッド	不	要	要	要	2
車	不	不	不	要	3
動いているコンベア	不	不	不	不	4

表のように、物が置かれている状態によって、次に行う取扱い作業の手間が違ってくるので、活性指数の大きい置き方をする。特に極力、床にじか置きすることは避けるべきである。

具体的な運搬設備は運搬する物の大きさ、重量、形状や生産方式によっても違ってくる。大物の部品はパレットなどが良く、特にポンプフレームなどの箱物で重量のあるものはパレットに積みハンドリフターにて移動させる。1ロットサイズが小さく小物別品には、部品形状に合った箱を用意し、それを台車に積んで工程間を移動させる。日本に於ける運搬設備の例を図IV-2-11、図IV-2-12に示す。尚、近代化に向けて運搬設備の詳細については、V部の工場近代化計画で述べるものとする。