

3-4 品質管理

3-4-1 検査業務全般

検査業務全般（狭義の品質管理）としては検査科長以下28名が担当している。

その内訳は

科長 1人、 スタッフ 3人、 化学分析 3人、 物理試験 1人
計測技術 1人、 外注品検査 1人、 各製造ショップ付 18人

であり、そのうち各製造ショップ付18人の内訳は

鑄造工場 3人、 第1機械加工工場 4人、 第2機械加工工場 2人、
第3機械加工工場 1人、 組立工場（完成試験を含む） 4人、
整備工場 1人、 製造ショップ全般 3人

である。当廠では検査科員と技術科員を総称して技術系従業員としている。

生産工程に組込まれている日常業務は図IV-3-4-1品質管理システムフロー図に要約した。
これは次の如く要約される。

1) 原料と材料

i) 受入検査

銑鉄、鋼材、非鉄金属、他購入品

（通常ミルシートが付いてくるが、自工場でも分析する）

ii) 資材の配布管理

iii) 代替品の管理

不合格品が発生した時にどう処理するかを技術科へ許可申請する。

2) 製造プロセス上の品質管理

i) 鋳物の品質管理

ii) 機械加工の品質管理

iii) 最終組立品の品質管理

iv) 外注品、購入品の品質管理

不良品の返品手続きあり

v) 製品の完成検査と性能試験、合格証の発行

vi) 不合格製品の処理手続き

手直し再生品、廃却品

試験マニュアル、試験検査記入表など一通り揃っている。計測器具の検定は検査科員により定期的に行う自主検定と、市および県から検定機関の係員が来て行う検定があるとのことであった。

当廠では完成合格して出荷する製品に対して3つのグレード分けをして表現している。

優等品、1等品、合格品 というランクである。

合格品とは本来なれば規格外品で廃却品になるところであるが、勿体無いということで、手直しをして実用上は差し支えないとして出荷するものである。

当廠としては品質確保の面で最も力を入れたいとしているが、技能向上もさることな

がら製造設備や計測機器、分析機器等の近代的改善を伴う必要がある。

ここで検査業務全般の共通問題を列記してみる。

(1) 検査記録の収集と保管

これらの記録用紙は良否を判断し、仕分ける為にのみ存在している様な扱い方で、整然と編集され保管しているという姿ではなかった。製品完成時の検査、性能試験の記録は残されている様であるが、途中工程での検査記録は用済後は廃却しているらしい。

この問題は何も検査記録に限ったことではなく、生産管理上の帳票や統計についても同様のことが言える。これは文書や帳票の扱い方が体系付けられていないことに起因しているが、全てがコード化されていないので、仮りに保管したとしても索引が極めて困難であろうと想像がつく。

(2) 検査記録データの活用

データの採取をしてもそのデータを生かして使う、つまり改善への糸口にしていないことである。そのデータやデータの集りが良くても悪くても、その傾向がどこから発生しているのか源泉をさぐっていない。作業員Aさん、Bさん、Cさん……の特性が入って来るのか、設備a、b、c……のどれが原因なのかが分れば手の打ち方もある筈。こういう品質管理（統計的品質管理）の基本へアプローチする方向転換をせねばならないと痛感した。

(3) 不良発生の再発防止対策

当廠では製造途中での問題発生を検査科が吸い上げて、技術科が検討するフィードバックシステムになっている。しかし、これを記録したりフォローアップしている紙片は見られなかった。同一の問題を2度3度くり返す無駄を無くす為には、製造マニュアルや基準があるものは修正し、無いものは作るとか、治具を新しく考えとか、製造設備を直すとか色々な再発防止手段を講ずる必要がある。又、決められた事を守らせその結果がどうなのかをフォローアップしなければならない。この辺がアイマイになっている

様であった。

(4) 自主検査の重み付け

検査をいくつか厳格にしたり、検査員の数を増したりすることは必ずしも解決策にはならない。検査科員が各製造現場に入り込んで検査業務をこなしている。直接製造を担当する部門が品質の確保は検査科まかせであるとしたら、何時までたっても改善が進まないどころか、検査部門から何か言われると反発の一つもしたくなる。製造ラインが責任を持って自主検査し記録、統計を行い、問題点を洗い出し自部門で改善を計る様にして、製造部門が1ランクも2ランクも高い仕事の質に改めなければと思われる。従って製造ラインに張り着く現在の検査員は検査科所属でなく、製造ライン所属の方がメリットがあるだろう。それには教育も仕事の動機付けも必要であろう。そうなれば検査科自身の業務体質も、単に追いかける検査が主たる業務ではなく、品質向上の前向き体制作りが主業務となる筈である。

(5) 型類、治工具、ゲージ、計測機器の精度管理

この辺がいま一つはっきりしない。メンテナンスしているというが、書いたものが見られなかったので十分な実態把握は短期間では不可能であった。

原材料管理

(1) 受入検査：品目：鉄鉄、鋼材、非鉄金属、他購入品

申告

技術科へ
検査科へ
鑄造工場へ

→合格品入庫→不合格時の代替策
→生産材として使用

原材料入荷→仕様確認→化学分析→報告書→保管員が報告書受付→

(2) 材料供給

工場より出庫票→出庫→運搬→製造工場着

(3) 代替材の管理
製品および規格品の代替
供給料より申請→技術科で検討→生産材として工場へ投入

製造途中の品質管理

- (1) 鑄造品の品質管理
技術員による材料配合表→材料の配合→溶湯精錬→目視検査→化学分析→分析報告書→不合格時の修正→注湯→鑄物検査→記録集計→不合格品廃却→廃却票集計→鑄物部品の入庫
- (2) 機械加工の品質管理
作業者自主検査→検査員による検査→中間巡回検査→最終検収→廃却票起票→検収票起票→部品庫へ入庫→検査員へ届出
- (3) 最終検査員による品質管理
部品庫から出庫→書面上の検査→合格品入庫→不合格品の廃却起票→手直し品の修正→修正品の再検査
- (4) 外注品と購入部品の品質検査
部品を工場へ投入する→生産科と供給科へ10%の品を渡す→検査科が検査→不合格品を返品→合格品検収起票→入庫
- (5) 組立・試験の品質管理
孔精度により
精度決定
弁体の孔加工→全数孔の計測→弁スプール寸法→弁体研削仕上→弁体の計測→組立→性能試験→不良品の修正→合格証起票→包装入庫

(6) 不合格品の管理

生産科
供給科
倉庫

不合格品→廃品の廃却→
→再使用品票交付→最終検査員による検査→部品の入庫
→材料を添付→手直し票→3日間で工場より検査科→開発事務室、技術科、検査科、工場
起票→手直し修正→再使用申請
→長のサインが無ければ再使用不可

3-4-2 鑄造

鑄造部門に於ては生産設備・検査試験用設備の充実度、作業技能上の良否、これらを運用していく管理上の質という3つの面で品質が大きく左右される。又不良品質を発生した場合、特に材質的問題での損害度は他の製造部門の比ではない。その様な観点からすれば品質を向上するためにやらねばならない要素が多く、またその期待される成果も大きいと言える。

当鑄造部門における品質に関わる設備上の問題については1-1項にて、製造技術上の問題については2-1項にて詳述した。また当廠に共通する検査業務全般の問題は前記3-4-1で取り上げた。従ってここでは品質管理の“管理”という面を重視して問題点を整理してみる。

(1) 基準およびマニュアルの整備と活用

鑄造方案があるにはあるが、実行し、改良し、発展していく姿が見られない。また方案そのものが鑄造工程の前後まで含める一貫プロセスとして整備されていない。

型製作、鑄砂その他添加材の品質、造形作業、鑄物原料の品質、燃料コークスの品質、キューボラの運転管理、注湯作業、素形材取出し後処理作業、設備の保守管理、直接作業員が行う自主検査と検査科員が行う専門検査（分析、試験を含む）、それら検査の記録を取る場合の用紙フォーム、そのデータのまとめ方。

等に分解した項目で、自分達の保有する設備や器具と技能で可能なる方法で、なるべく数字を伴って規定しておかなければならない。又それは、担当する直接作業員レベルの人々が容易に理解し、判断出来る表現で書かねば活用出来ない。そして、いくら基準を設けても事実上守れなくては困るのでその数値の範囲（公差）も決めておかねばならないし、その範囲から逸脱した場合にはどうするかの対策（是正処置方法）を何通りか決めておかねばならない。

こういった基準やマニュアルは頭初自企業外から導入したものであっても、項目が細

部に至る程自企業の置かれた環境や実力に合った方法に置き換えないと実用化し難いのが通例である。そうでないと鑄造方案があるといっても誰も見なくなり、ファイルの底に保管されるだけの姿になってしまう。

現実には作業主務者の経験と勘に頼って操業しているのが実態である。そしてマニュアルにしても検査計測値にしても紙に書いたものがほとんど残されないという現実である。これらは鑄造部門だけでなく他の製造部門でも同様である。しかし鑄造部門が他の製造部門と大きく異なるのは、製造プロセス（途中の過程）にメスを入れなくしては、出来上った素形材の姿（結果）からはその不良の原因を直接把握し難いからこそ、ここで強調したいのである。

しからば、経験と勘に頼る姿からそのノウハウを図式化したり、計数化し、基準やマニュアルを作るには、その種を現業の第一線（作業主務者）から吸い上げ、それを紙上にまとめるのはショップ長なりそのスタッフであろう。又そのまとめるテクニックや体制作りは検査科や技術科が指導しなければ自然発生的には作れないであろう。

そしてそれらの基準やマニュアル類は管理者や作業主務者のみが保有するのみでなく、第一線作業員に持たせ使わさなければ効果が無い。日本では作業重点項目とか、要領のポイントを図解して作業現場に大きく張り出してあるのが多い。未熟練者に熟練者が口頭で伝えるだけでは上達が遅い。

さらに、基準やマニュアルを前進させるには、その内容をより充実する為に改訂や増補をしていかねばならない。それは、作業をより確実なものにして、かつやり易くするには第一線作業員に意見やアイデアを出させる、つまり作業方法について改善提案を出させることである。マニュアル通り働く、上司の指示通りに働いていけばよい、という時代は終わった。こういう改革をこまめに積上げていく方針を立てたり、フォローアップするのが管理者の役割である。

(2) 検査や試験データの活用

この点については前 3-4-1項の問題点 (1) と (2) で取り上げた。例えば、「溶湯の温度測定器具が無いから温度管理出来ない」という人が居るならば、その計測器具入手までは間接的溫度測定方法を考えるとか、サンプル湯の灼熱色度やねばり度で比較判断する方法にするとかの便宜を考えるべきではなかろうか。

製造途中のプロセスからの物質データ、検査・試験データから、結果として製造に及ぼす影響を統計的に把握する習慣をつけてほしい。データをその場限りで捨ててしまわないこと。結果に対する原因が判れば、自ずと対策が容易になる。それには1回や2回のデータでは判らないからこそ継続的データを集めてグラフを作ったりするのである。

(3) 品質に対するプロセスの重点管理法

2-1項に記述した様に、当工廠の主鑄物製品である弁体の鑄造は、高油圧が掛るので均質な鑄鉄であること、油通路孔の出入口の寸法精度を確保することの2点に集約される。品質管理を強化するとしても全てに渡って一気に手を付けるのではなく、結果としてこの点に到る要因は前工程の何が大きく影響しているかを分類し、その影響の強さのランク付けをしなければならない。これも数的量的に要因をさがさねばならない。これには問題解決に対する執念とか情熱も必要であるし、技術的な分析能力も必要である。検査科、技術科のエンジニアも参加して、鑄造部門の経験者も加えて一時期品質追跡のプロジェクトチームを作っても良い位である。

そして、その成果（品質確保の方法）を基準やマニュアルに折込むべきである。

(4) 問題解決のフィードバックと再発防止対策

当鑄造部門でも問題の異常発生時に部門内外の関係者が集まって対策会議を行った記録がある。図IV-3-4-8品質問題提起書事例、図IV-3-4-9品質分析会議記録事例を参照。しかしその記録内容を見ると定性的記述内容に終始し、数的量的な現象で論議している形跡はない。また、何時までに誰が何処で何をどの様にする……（いわゆる5W1H）

廠 内 通 知 書

発行日	88年7月×日	発行元	検査科
製品型番	150-10-10003	図 番	150-10-13110
		名 称	プースター本体
<p>通知内容、原因分析：</p> <p style="margin-left: 40px;">検査過程にてプースター本体鋳物の一部に亀裂が発生しているのを発見した。</p> <p>初歩的分析結果</p> <p style="margin-left: 40px;">(1) 熱的亀裂である。</p> <p style="margin-left: 40px;">(2) 電解洗浄液による砂落とし工程での冷却プロセスで発生する。</p> <p>詳細な原因究明はさらに調査、試験、分析を行って証明すること。</p> <p style="text-align: right; margin-right: 100px;">発信者：××× 受信者：×××</p>			
No.	88-7-02	分類	A
		宛 先	技 術 科
要求期限	88年7月×日	受 付	× × × ×
注 記	現場調査、分析を行い解決すること。		

3部作成（1部：自控、2部品質管理室へ提出、内1部は保管用、1部は受信者へ）

図Ⅳ-3-4-8 品質問題提起書事例

（出所：工場提供資料、インセプションレポートへの回答集による）

第〇回 品質分析会議記録

開催日：1988年7月×日

場所：××会議室

主催者：×××

出席者：××以下5名

討 議 内 容

ブースター本体鋳物亀裂発生分析の件

1. 主催者提言

検査科よりの報告によれば、最近ブースター本体鋳物に関して電解質洗浄液工程1ロット分に亀裂が発生した物があり、緊急解決を必要とする。分担して分析し、対策を立てたい。

2. 討議要旨

- (1) 鋳造技術員の調査（理化学分析）では、材質成分は要求仕様に入っていて、現場の操作誤りでの熱的亀裂とは考えられない。
- (2) ブースター本体が薄肉厚で、他の鋳物材とは違いがある。電解液による砂落とし中の冷却温度が不適だと亀裂の発生あり。これが主な原因と考えられる。
- (3) 温度計による冷却温度制御に誤差がある。
- (4) 肉厚の異なる鋳物部品は、冬と夏ではその冷却時間を同一に出来ないので区別して決めた方がよい。

3. 対策案

- (1) 技術科は文献資料を調査し、温度測定に使用する正確な測定具を選定し廠長へ報告のこと。
- (2) 技術科は生産工程テストを行い合理的な冷却温度勾配（時間）を決定し、工程改善を行うこと。
- (3) 作業場の管理強化

図IV-3-4-9 品質分析会議記録事例

(出所：工場提供資料、インセプションレポートへの回答集による)

と決めたわけでもなさそうである。そしてこういう記録さえも数は極めて少ない。従って不良発生の再発防止対策には至らず、安定した操業を続けているとは言い難く、当工場の永続的問題になっている。そこには多分に設備上の問題もからむので、新分工場（新鑄造工場）の設立に期待しているわけである。

3-4-3 加工・組立

加工工程における自工程での品質管理上の主たる問題は下記3点に集約される。

- i) 弁スプールの外径仕上精度
- ii) 弁体の孔径仕上精度（弁スプールが挿入され滑動する部分）

上記i)とii)は1対になって滑動する弁であり、その隙間管理がポイントになる。隙間が大き過ぎると高油圧に対して、油のリーク量が大きくなり弁機能が低下する。隙間が小さ過ぎると温度変化（弁スプールと弁体の膨張と収縮、通過油の粘度変化）や油の清浄度（ごみ、アカ）の影響を受けてスプールの滑動がスティッキィ（固着）になる。

その隙間は、例えば40mmφクラスの弁体孔径（弁スプールの外径）では常温で0.015～0.019mmとか0.015～0.021mmとかにしなければならない。つまり15ミクロン～21ミクロンの組合せ隙間にする基準になっている。

それに対してスプール外径も弁体の孔径も仕上精度に4ミクロン程度の誤差があるという。そしてその誤差はスプール外径も孔内径の仕上表面精度と言うよりも、真円度が出ない（ゆがみ、ひずみ）ことが問題になっている。

そこで弁体の機械加工上リーマー仕上げでは限度があるので、一旦計測の上組立工場の手仕上げによるラッピング（研磨）にて若干の修正を行った上で再計測をしている。一方弁スプールの方は、機械加工工場にて仕上げをせず削り代を残しておいて、組立工場にて相手弁体の穴径に合わせて、一品一品円筒研削盤で仕上げている。つまり弁体穴精度に合わせた規定隙間となる様にスプール側の外径を融通効かせた仕上加工としている。

これらは多分に仕上げ工程の工作機械の能力に起因する問題であり、作業者の技能

限界を越えている。これらは近代化計画によって新鋭設備を投入すれば、或る程度は楽になるかもしれない。しかしそれ迄は現状通り手仕上げのみに依存するかどうか再考する必要がある。それには、対象となる仕上げ加工工作機械と研削工具の固有精度を把握していなければならない。弁スプールについて言えば、スプール長さ（X軸）に対応する直角方向（R）の振れ分布のデータが取られていない。その振れは工作機械の回転軸受ベアリングの影響なのか、工具保持側のガタなのか、工具のたわみか……という具合に現工作機械の固有特性を知った上で、処理出来るかどうかの問題である。孔加工にしてもラジアルボール盤の剛性不足がある様に見受けられる。これらの固有精度のデータがほしいところである。

また止むを得ず手仕上げを行うにしても、その一步手前の弁体穴径の精度分布をエアマイクロメーターを使用して測定し、データを採取している。しかしそのデータを加工プロセスの動作に返映させるのに利用しているとは思えないふしがある。これらは統計的品質管理の格好の追跡材料となるであろう。

ii) 鋼板製油タンクプレス加工とその後の工程

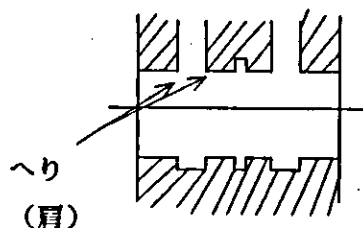
これは当工廠より鋼板材料支給で瀋陽の外注先へ外注加工に出している品物である。しかし入荷品は割れ、ひずみ、端部（へり）の寸法精度不良がかなりあり、まだ安定した生産品とは言えない。油タンクのプレス加工は量産スタートして1年未満なので、これからということであるが、外注先を含めて材料の材質の問題、プレス金型の問題、プレス機械の問題、保持治具の問題、作業の前の素材切断の問題など系統的に早期につぶしていかなければならない。

これらはさらにプレス加工後、当工廠でタンクフランジ端部の歪を直したり、ガス切断したり、シャーリングで切り落とす作業、孔あけ、ボス金物の溶接等々スムーズに行かない問題が多々ある。これらは品質管理というよりも工程の合理化問題を多分に含んでいる。また設計的にも付着品の取付方（フランジのタップ用金物付）に不合理な構造になっているので、許される範囲で生産設計の見直しを必要とする。

以上は主たる問題であるが、二次的問題を下記する。

iv) 弁体の内部孔

当工廠では内視鏡計測器具を切望している。これは
は鑄造部門での品質管理と連携することになる。つ
まり弁機能として弁体孔加工部に直角にあげられて
いる鑄物自体の油流通路の位置寸法精度である。



また、機械加工ではこの内部孔の出入口のへ
り（肩）の加工位置と精度が弁切換機能上の生命である。加工工具のたわみによる影
響がある様だ。工作方法と検査方法について近代化設備投資を待っている。

v) 組立前の部品洗浄と作業環境

油圧機器の組立作業現場と被組立部品の清浄度、試験に使用する作動油の清浄度は、
他の一般機械組立に比して厳しい管理が必要である。これは弁組立だけでなく油タン
クユニットも歯車ポンプユニットについても同様である。この辺はあまり厳格に規制
してもいないし、作業責任者であるショップ長もこの程度で実用上可としている様で
ある。ブルドーザー用油圧機器が他の用途の油圧機器（例えば工作機器用とか航空機
用等）に比して、用途から言えばラフであってもよいかもしれないし、現状では問題
を起していないかもしれない。しかし国際レベルの感覚からは管理のグレードが低い
とみなされる。さらには将来はグレードの高い油機器の製品を手掛けるかもしれな
いし、製品その物がモデルチェンジしさらに小形で高油圧化されるとなれば清浄度環
境改善と作業員意識を変えねばならないと危惧する。

3-4-4 全社的運動

(1) 全体的情況

当廠ではTQC活動を導入している。事務局は元企業管理事務室の一つの係であったのを分離独立し、工場長直結とし、科長1人とスタッフ2人の計3名で企画しフォローアップしている。TQCの考え方の導入は1985年頃より取り組み、他企業の進め方を参考にしながら導入を計ったとのことである。又国家からもTQC活動の体系を作る様にとの指導があった。東溝県としてもTQC訓練班を編成し、各企業の関係者を集めて指導している。当廠より副工場長や科長クラスがそこへ出席した。又、丹東市としてもTQC訓練班を編成したので、当廠より人を派遣し勉強会に参加している。導入に係る幹部教育の主なる経過を列記すると下記の如くである。

- ・1976年 ・東溝県庁技術科の人による当廠内での講義。
- ・1979年 ・副工場長2名が遼寧省で作ったTQC訓練班へ出掛けて勉強会に参加。
- ・1983年 ・科長2名が同上勉強会に参加。
- ・1984年 ・丹東市主催で工場長クラスのTQC訓練あり。
- ・1986年 ・丹東市TQC協会より5人の講師を招いて当廠にて講義。
・丹東市内の直流電動機製造工場や自動車工場へ出向いて勉強、そして各企業にTQC事務局を作ることになった。

当廠より提供された取組体制の資料を次に掲げる。

- | | | |
|----------|-----|-------------------|
| 図IV-3-4- | 1 | TQC体系図 |
| | - 2 | TQC保証体系図 |
| | - 3 | 品質保証体系 |
| | - 4 | TQC教育統計 |
| | - 5 | 品質管理点 |
| | - 6 | QCサークル活動の流れ |
| | - 7 | 品質情報伝達フィードバックシステム |

これらを要約すると、原材料の品質確保（ミルシートの徹底）、生産プロセス管理の充実、作業手順の明確化、製品検査のあり方、測定器具検定、効果的治具設計、販売後のアフターサービス等のカテゴリーでの取組みであり、これらを基盤に製品品質の保証能力を高めたい、とのTQC事務局責任者の発言があった。

当廠内にはQCサークルが25チームあり、1988年中にそのうち10チームが成果の発表をしたという。チームの編成は工場長の指示により行い、製造現場ではそのショップ内の班で1つのチームを編成している。チームリーダーは今のところ班長ということになっている。例えば第1機械加工工場（1つのショップ）では8チームあり、作業職種別にチーム編成がなされ、1チームは5人ないし7人程度となる。旋盤チーム、フライス盤チーム、仕上チーム、熱処理チーム……という分れ方をしている。

工場幹部や各ショップ長が1ないし2ヶ月に1回位集って会議を行う。これを「品質調整会議」と称している。そのほかショップ長や労働組合の幹部、その他関係者が集る不定期会議がある。これを「品質分析会議」と称し、具体的な問題点が発生したらその都度集って協議するのが主目的である。平均1ヶ月～1回位はある様だ。

TQC成果の発表会は年に2回位開催の予定である。しかし最近は発表会が開ける程の成果がなく、苦しくなって延び延びになっている様であった。そこでQCサークルに目標を与え成果を出させるのに事務局としてもかなり無理をしているのが実情である。

(2) 個別の事情

次に各QCサークルの活動の実態を聞くためにチームリーダーにインタビューをしてみた。そのいくつかの事例を以下に述べる。

- 1) 某QCサークルにて、このチームは機械加工職でチーム員6名。1988年4月に取組んだテーマは孔あけ寸法37mmで+0.3～+0.15の公差内の精度に仕上げること。その時は77ヶの加工中37ヶしか公差内に入らなかった。つまり合格率48%で問題になっていた。これをその年の第4四半期までに95%にする目標を立て、結果的には

目標を達成した。要点は荒加工を大型工作機で行い、精密加工を小型工作機で行うという仕分け方をしたのが効果的であった。現在は取組むテーマに適當なのがなく迷っている。QCサークルには新入社員を参加させていない。準熟練工以上でチームメンバーを編成しているとのこと。（全員参加ではない）

- 2) 熱処理を担当するQCサークル。テーマとしては熱処理硬度が高く出過ぎる、浸炭部品に割れが発生する、等に取り組んでいる。
- 3) 鑄造を担当するQCサークル。油タンク鑄物の不良率が36%にもなって問題になった。この不良率を10%までにするという目標を立てた。弁体鑄物の要部の公差が0.5 mmを越えていて、この不良率が27%であるので先ず20%位にしたいとの目標を立てた。原因としては鑄型の中子がうまくない。主型の上部と下部が合わない等が分っている。等々。

以上は製造部門の事例である。当廠としてはトップである工場長より完成製品として出荷する品質の上から優等品、1等品、合格品（前の項3-4-1で述べた様に）とある中で1989年は1等品以上を80%にせよ、その先々では95%以上にせよとの目標が出されている。下位職場では、これをどの様に改善すれば目標を達成出来るか、相互に協議して進めることになっているという。

次に間接部門、つまりホワイトカラーの職場の事例として販売・供給科の販売グループに当たってみた。TQC活動テーマの選定に困っているという。主に当廠のトップの指示に基づいて具体的な活動方針があるにはある。しかしまだ具体的には成果を発表する程ではないとのこと。

具体的活動方針は、

- ① 売上高をとりあえず年間 800万元以上にする。

現在の大口ユーザー以外の市場を調査し、年間 100万元は注文を取るということ。つまりローカルユーザーを開拓し、加工品外注の注文を取って来いということである。

- ② 売上代金の回収を確保すること。例えば月当り70万元は回収して入金せよということ。
- ③ 販売納品後のユーザーの意見を聞いて、製造現場へフィードバックする体制作りをせよということ。

(3) 問題点

以上の様な実態から問題点を集約すると下記の如くなる。

1) TQC活動が重荷になって来た。

形の上では体制を敷いたことになっているが、時間が経過すると共に、報告や発表の為に何かやらなければ、書かなくてはということだけになり自主的な活動が停滞してしまうことが現実に現れて来ている。テーマの決め方、問題点の見付け方、洗い方、解決の方法にもっと上層部自身が手を差しのべ相談に乗らねばならないだろう。その中に従業員への動機付けも必要である。

2) あまり書いたものがない。

唯一あるのはTQC事務局に保管されているQCサークル登録台帳(メンバー氏名やテーマとその問題解決方策を記入するカード)と成果を発表可能なチームの実績評価カードのみ。しかしそれ等も年月が過ぎ去っていて、最近のものは見当らない。実際に現場へ直接行ってインタビューしても現在活動の姿を示す書いたものが無い。QCに関わる張紙も無いし黒板にも書いていない。ましてやQCの為に統計をしている形跡もない、作業注意書もない。この辺は、やり易い分り易い手法をQCリーダーに教育し、リーダーはQCメンバーに教育しなければならない。統計の取り方、グラフの書き方まで手取り足取り指導するしかない。

3) 中間管理職の熱意と活動が弱い。

トップ(工場長)から一応の方針や目標の数字が出ているのだから、それをブレイクダウンして自担当部門はどうあるべきかを決めて部下へ指示しなければならない。QC活動を言い換えるなら、管理職自身の行動の品質から云々しなければ、部下のQC活動は止ってしまう。

4) 意志の疎通が十分とは見えない。

下から上へ物が言える、上層部は下層部の意見を出し易くし、吸い上げ、それを活用する雰囲気作りをすること。

下から或いは横から意見を言えば攻撃されたり、非難されたり、その言ったことに責任を取らされるとしたら、たまったものではない。上から指令しても、衆人は聞いたふりをして沈黙するのみにになってしまう。前向きの意見を出させ、出たら評価する方向にしたい。企業集団が内部改革（つまり近代化すること）するには、このことが絶対に不可欠である。これ無くして専門家をいくら動員しても成果は上りにくい。現業系にしても管理・事務系の職場であっても、彼等が担当している業務そのものは、その企業にあってはその担当者が専門家なのであるから、具体的改善策は彼等に考えてもらった方がベターである。だから彼等が考え易く、実行しやすくするのが上司の役割である。

5) Q C活動や検査を堅苦しくない様にする。

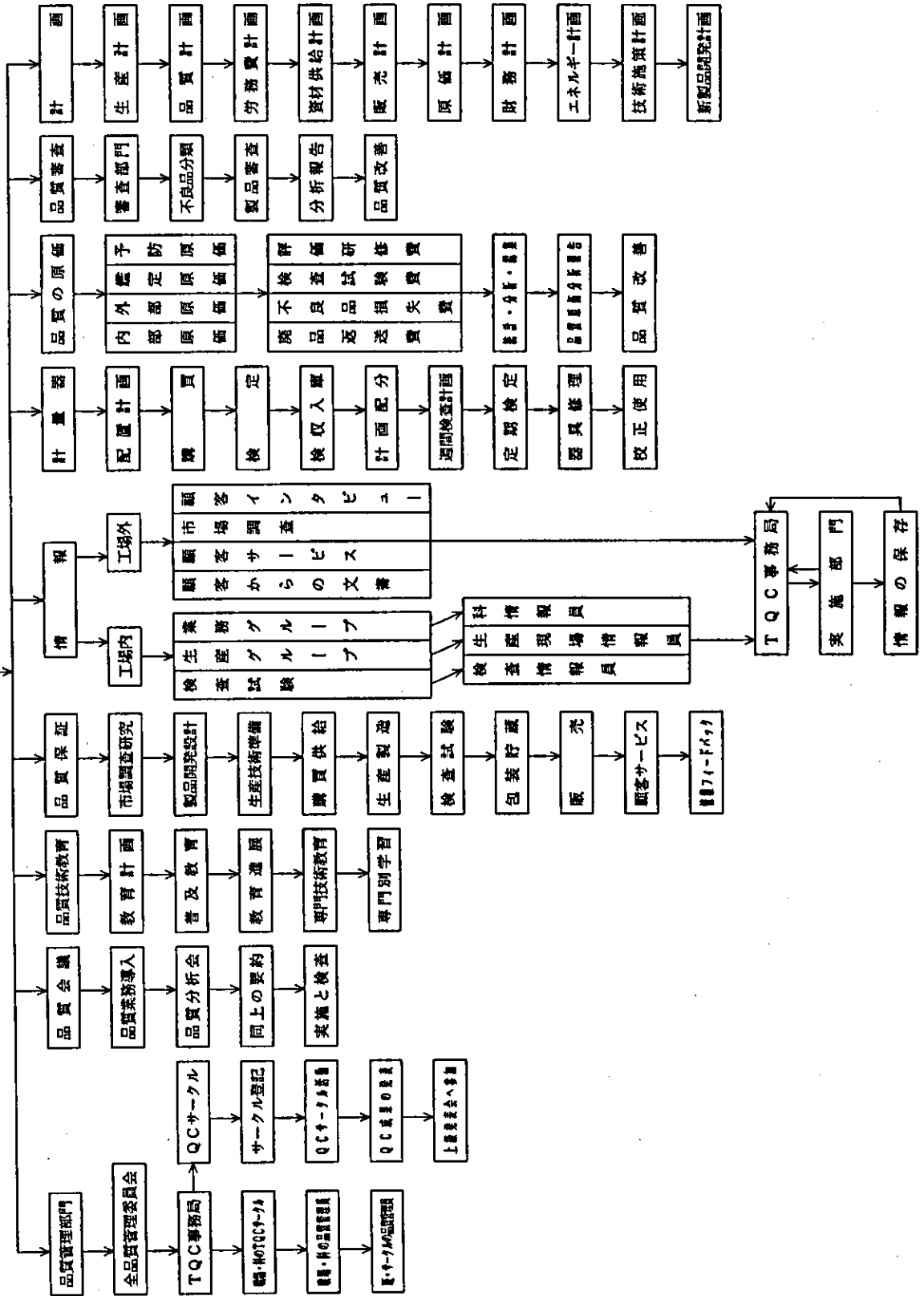
事を急ぐあまり、厳格にし過ぎると逆効果になる。「ムリ」、「ムダ」、「ムラ」を無くして精度の高い製品を製造出来る様にする。例えば製造現場の人々に集団で治具やゲージを考案させる。日本では「バカ避け」と称し、未熟練工が操作しても一定の精度を維持して加工出来る装置や治工具を考案しているケースが多い。ここに至るまでには上司の熱意や専門家を含めての技術的指導も必要であろう。TQCは労働強化にならない様にして、楽しく生きがいのある職場作りがポイントである。

6) 近隣でのTQC先進企業を見習う。

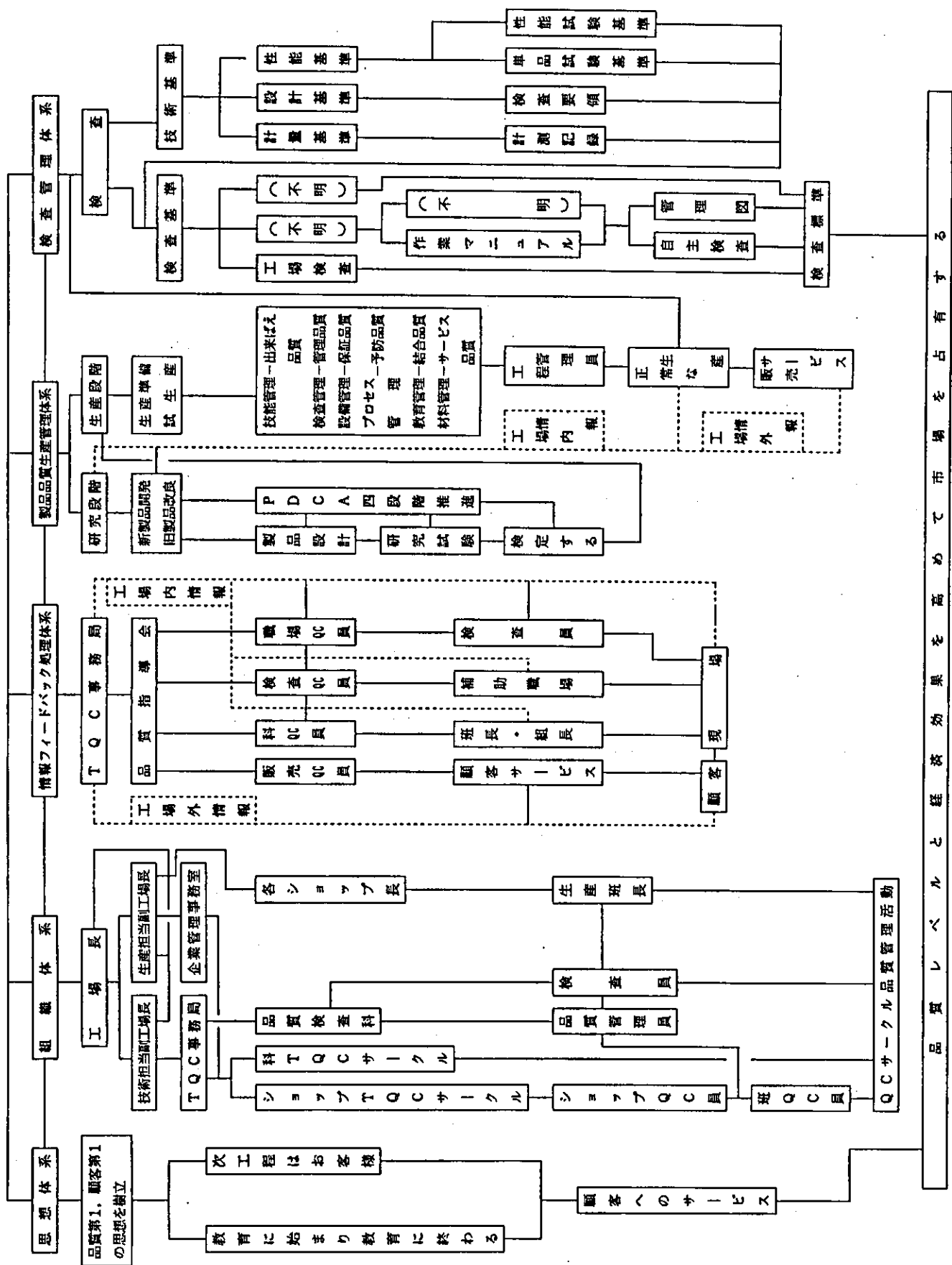
当廠の幹部のみでなく、QCサークルリーダーにも先進企業を見させて当廠で生かせるアイディアのヒントの一つや二つは握んで来てもらうこと。それにはただ漫然と見学に送り出すのではなく、当方で困っている点を他企業ではどう解決しているかなどの要点を指示して送り出し、ヒントを握んで来るように仕向けなければならない。

工場経営方針と総目標

品質管理體系

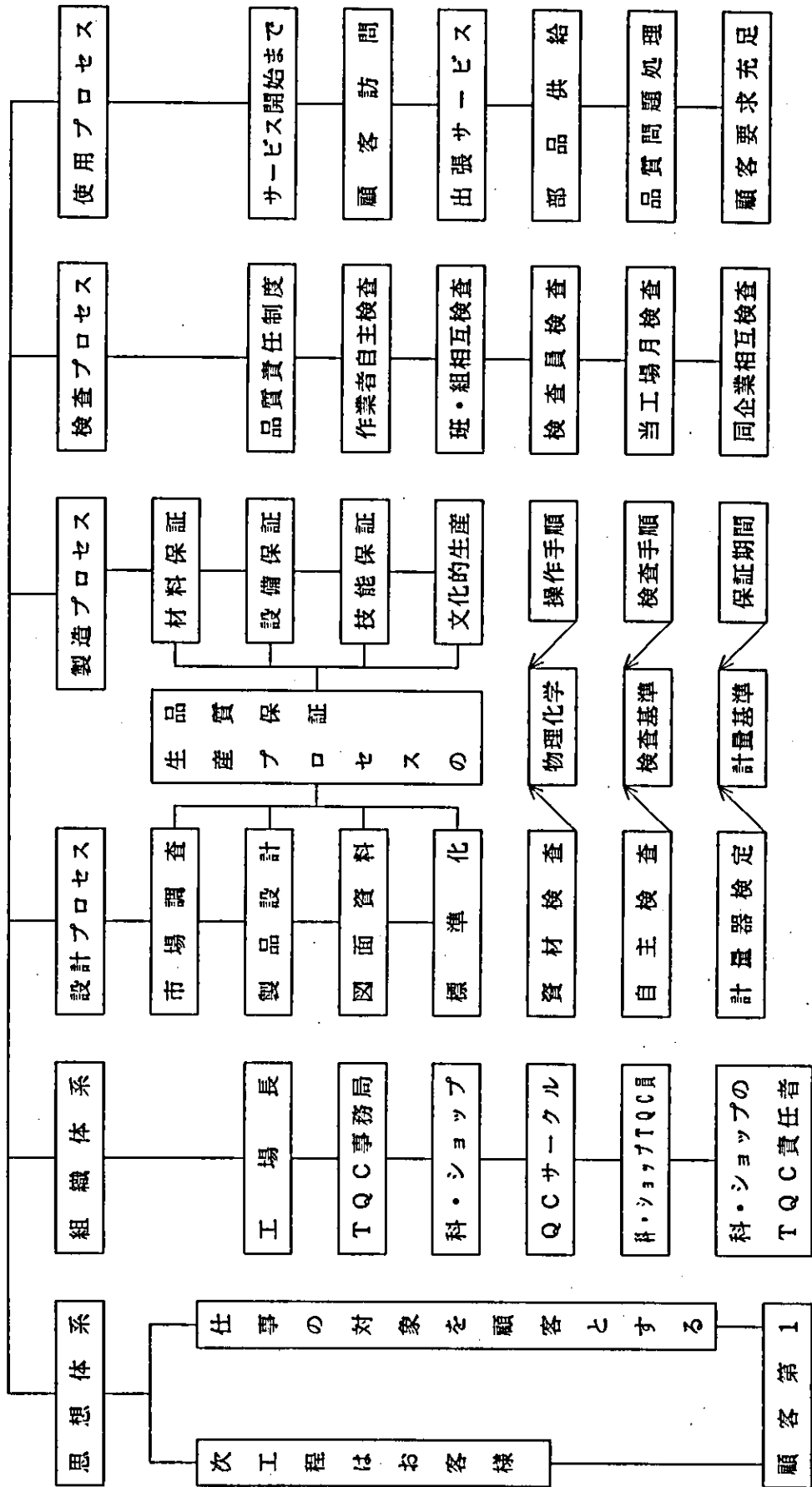


図IV-3-4-1 TQC体系図 (出所:工場提供資料A-21による)



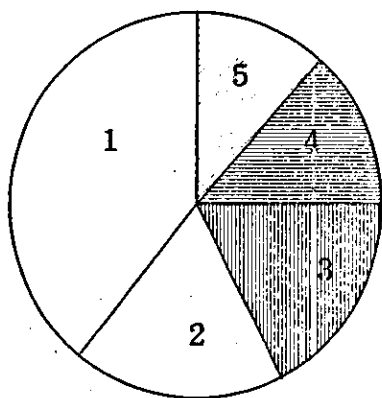
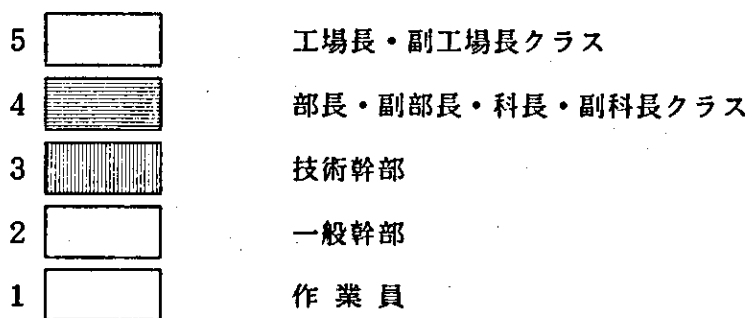
図IV-3-4-2 TQC保証体系図 (出所:工場提供資料A-18による)

《D Y》品質保証体系

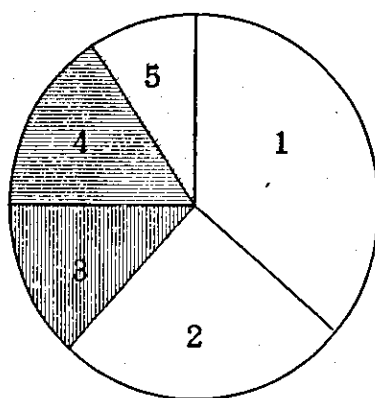


図IV-3-4-3 品質保証体系 (出所: 工場提供資料A-28による)

T Q C 教育



1986年



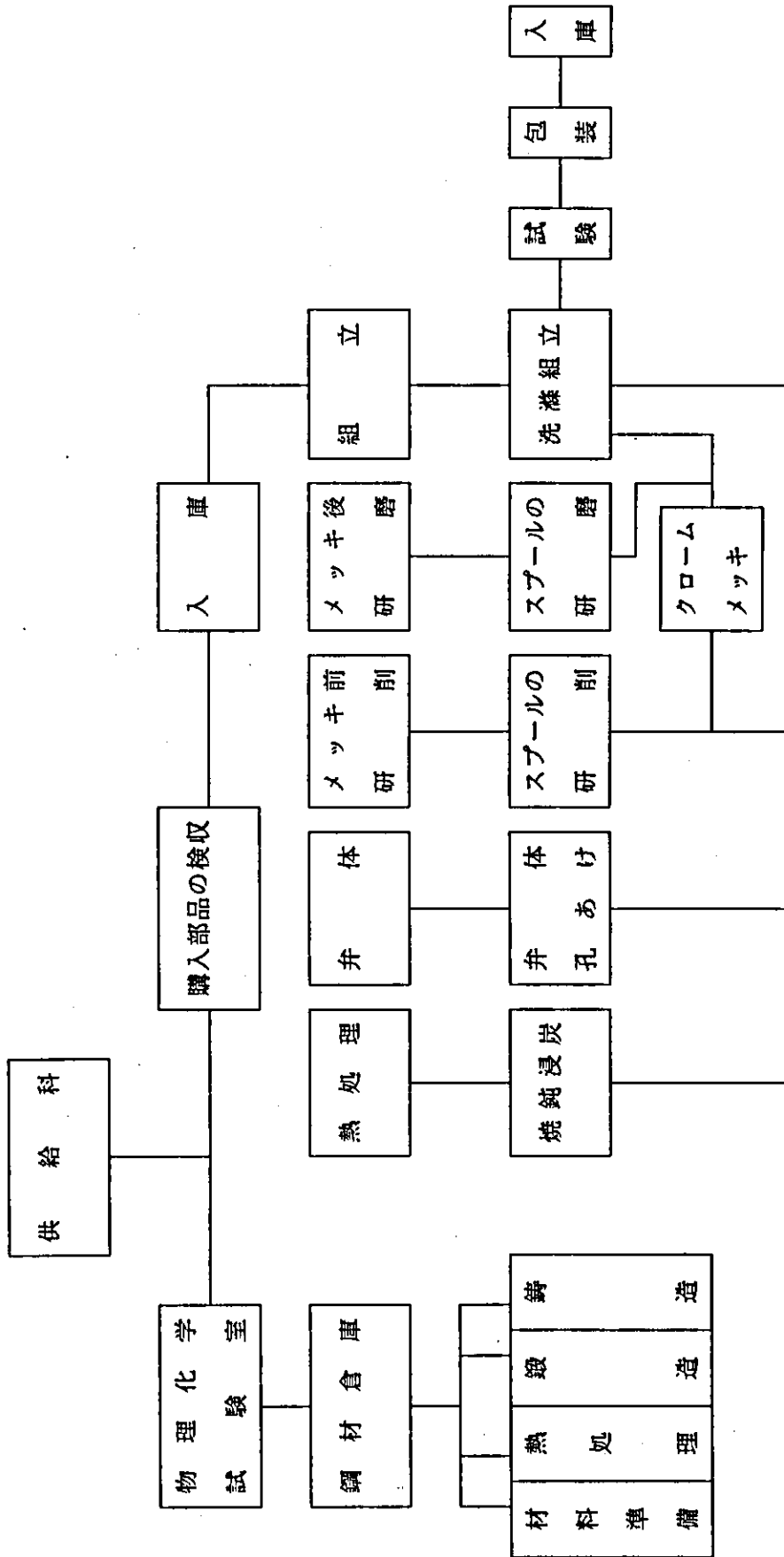
1987年

クラス	計 画	実 績	%
正副工場長			
部・科長			
技術幹部			
一般幹部			
作業員			

クラス	計 画	実 績	%
正副工場長			
部・科長			
技術幹部			
一般幹部			
作業員			

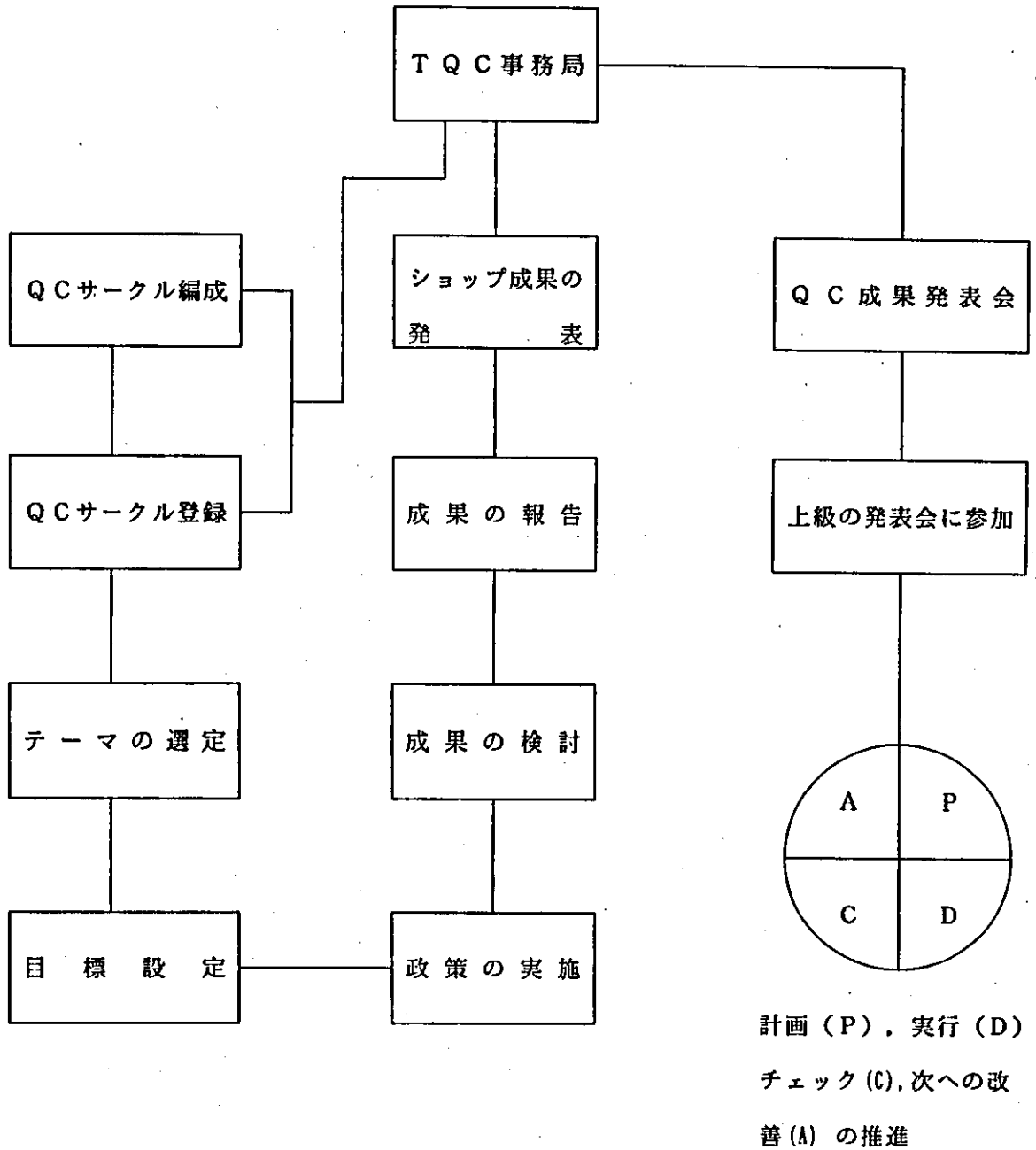
図IV-3-4-4 TQC教育統計 (出所: 工場提供資料A-28による)

優秀な製品の為の品質管理点



図IV-3-4-5 品質管理点 (出所：工場提供資料A-28による)

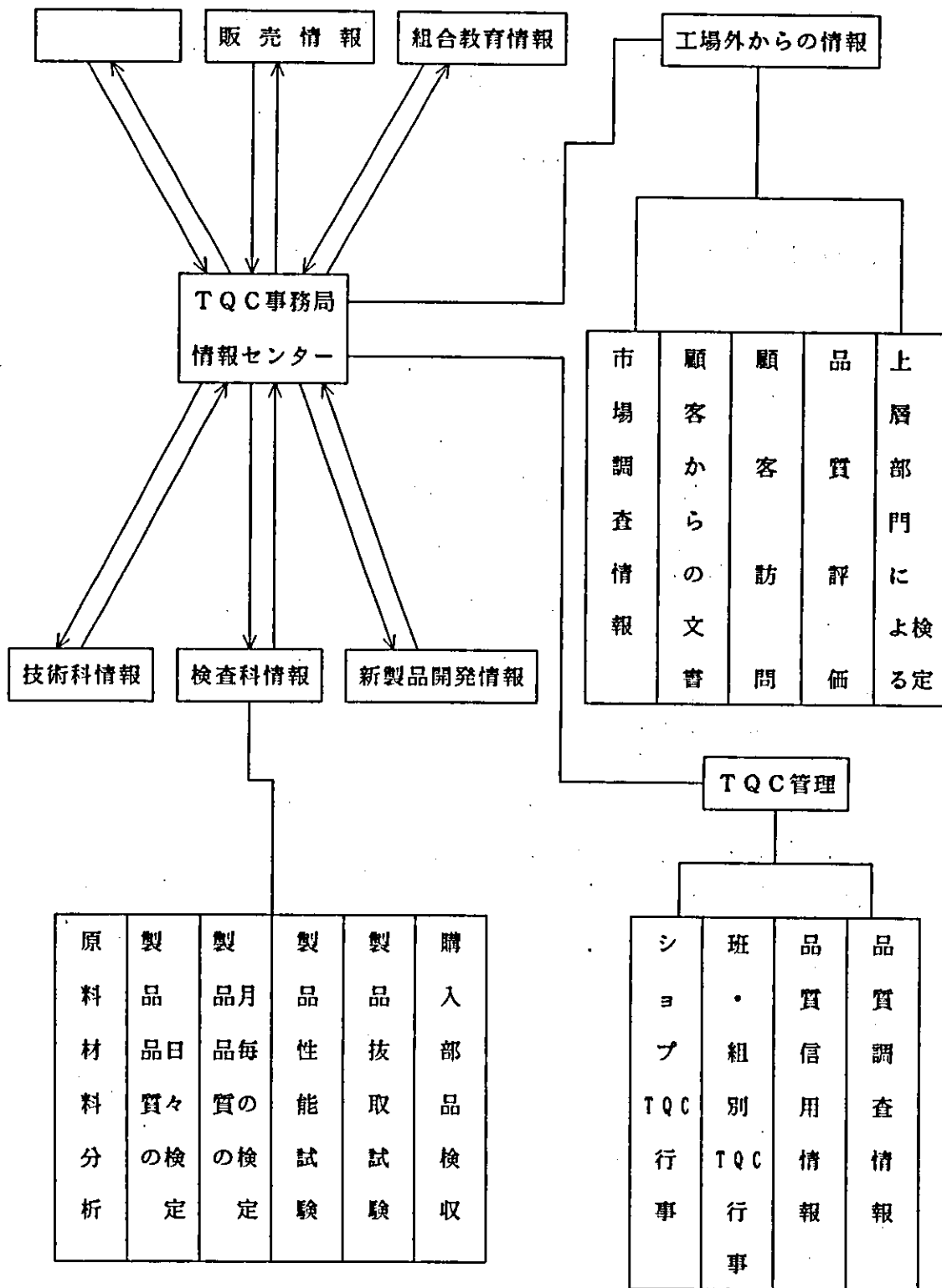
Q C 活動流れ図



図IV-3-4-6 QCサークル活動の流れ

(出所：工場提供資料A-28による)

品質情報伝達フィードバックシステム



図IV-3-4-7 品質情報伝達フィードバックシステム

(出所：工場提供資料A-28による)

3-5 工程管理

ここでは製造工場各ショップにおける日程計画とその推進方法、実績把握の面についてショップ長へのインタビューを実施したことを含めて調査した結果を述べる。その実態と問題点の概要については、すでに本編 3-1生産計画と生産統制の中でふれた。それは3-1-1(3)各製造ショップ、3-1-2問題点(4)生産計画での平準化、(5)進捗管理に目で見分ける方法を取り入れる、(6)標準作業時間の設定と改善の目標、という項目にて集約してある。そこでも強調している通り、鑄造部門、機械加工・組立部門、整備工場部門のどの部門をとっても週単位や日単位で紙に書いたり、黒板に記入したりという文字や図表で表現した計画なり実績なり問題のアップीलなどというやり方をほとんどしていない。

唯一鑄造部門ではその事務所の黒板に当月の出来高製品の種目名と累計個数を記入してあった。工場内ラインではメモ用紙くらいはあるかもしれないが、各工程のロット毎に付随する生産伝票の様なものはない。生産の流れを示す公的な書類としては前掲の図Ⅲ-7-2-4月別生産計画、消費資材の出庫払い出し伝票、各製造部門(ショップ)が仕上げた部品を帳票上「入庫」という形式での入庫伝票、図Ⅳ-3-1-2月生産日報表(但しこれは日々記入するのではなく月末に1回記入するのみ)、図Ⅳ-3-1-3職場記録カード(個人別作業時間数と手掛けた部品種目と個数を毎日記入)がある。あとは全てショップ長、作業班長の頭の中であって、情報の伝達は口頭ですませている。問題はここから出発しなければならないと痛感した。

(1) 管理する姿を作ること

これは近代化策定以前の問題である。そしてこれは製造部門のみの問題とか責務では無い。企業上層部がどうやって現業末端まで生産の流れを計画的に進めさせ、実績を報告させ、問題点をつかませ報告させ、その解決を推進させるかの公的方法を決めて実行させるかにかかっている。それには企業管理事務室なり生産科(いわゆるスタッフ部門)にその体制作りを具体的に立案させることから始まる。フローチャートやスローガンのみでは効果がない。

その管理の方法が分らなければ、地元の先進的企業が行っている方法を参考にして、

自企業に合ったやり易い方法に変更して手を加え使える様にしなければならない。これなら今すぐにでも取掛れる筈である。

ここで考え違いをしてもらってはいけない。現業部門に生産の流し方の管理体制を敷いたからといって、現業部門以外の部門がこれを管理するとか命令するとか監視するという立場を取ってはいけない。あくまで管理実行は自部門にやらせ、帳票なり統計表を第三者が見てもサマリーが把握出来る様にしたい。それ故に体制の企画にはショップ長を参加させその意見を折り込むことが不可欠である。工程管理についてだけでなく品質管理面でも全く同様である。

(2) 部門長とスタッフの役割

現実には製造部門のスタッフは事務スタッフであって、技術スタッフは技術科と検査科に在席する。管理スタッフは事務スタッフが行うこともあるが専門的には生産科が統括している。部門長はショップ長だけでなく作業職種別の班長が居る。これらの部門長とスタッフは生産技術にしても工程管理にしても現状維持にのみ追われている。特に工程管理については前後関係にある部門との協調や連携も必要である。現状では成り行きまかせであっても、さして大きな問題を起していないから良しとしている。しかし近代化計画での多種多量生産では現状の延長、つまり頭の中での考えと勘に頼る方法ではついていけない。これら部門長とスタッフに工程管理の近代化のあり方、そのメリット、自部門の作業員末端までどう動いてもらうか、外部知識をも導入して最初は簡単な方法を立案し、検討し、試行してもらわねばならない。彼等に課題テーマを与え、勉強させるのは企業上層部の役割である。彼等を起用して改革の原動力とするのが進め方のポイントである。

(3) 日々行う作業日程を計画通り守る

現状では工程の遅延よりも進み過ぎとか、作り過ぎでアイドル（時間待ち）という無駄を生じている。近代化増産に入ると逆に日程の遅延の集積で悩むのではないかと危惧する。それは作り過ぎ、進み過ぎを現状では可とする錯覚である。それは工程管理が出来ていないからであり、人が多過ぎるからであり、その人に見合う作業機械や工具

に余裕があったからである。成り行きでそうなったとしか言い様がない。人が遊ぶ人件費の無駄、中間仕掛品の滞貨の無駄（運転資金が寝る、保管運搬の費用が掛る、置き方での品質悪化）である。

逆に多種多量生産になった場合どうなるかを予想すると、職種によっては「アイドル」、職種によっては「オーバーフロー」、職種によって前工程から品物が来ないので「待ち」、中間仕掛品の山での置場や運搬の問題も出る。それには月別計画だけでなく1日1日の工程計画がキチッと生まれ、企業内総合工程と整合が取れていなければならない。日本のトヨタ自動車が開発した生産方式「ジャストインタイム」の考え方そっくり真似るのは無理としても、いささかそれに近くなる様にしたい。それには、

i) 生産計画は

年間予測→4半期計画→月別計画→週間日程→日々の予定というブレイクダウンが整然と組まれていること。

長期計画になる程変更訂正があり得る。その時に工程の組み替えが即座に出来るかどうかは現在走っている工程の実態が把握されているかどうかで決まる。無理に押し込むと現場は混乱する。

ii) 適正な人員と設備、用品の計画

作業職種別、機種別のタクトタイム、段取りタイムが標準化されていないと計画出来ない。

iii) 資材投入計画

日程に余裕を取り過ぎたり、数量を多くすることではない。

iv) 職種別作業員と主要設備に対する作業量山積が出来ているか。（表やグラフを描かないと分りにくい）

ピークとアイドルを少なくした平準化にしないと工程を流しにくい。

v) 職種や部門を越えての応援の可能性

i) を可能にするには応被援で作業量を平準化する。それには多能工（1人で多職種をこなせる訓練や資格）制度の導入が必要である。

vi) 外注体制の整備

オーバーフローする作業職種で技能的にも生産付加価値からしても外注にした方がメリットがある物は外注に出す。逆にアイドルの出そうな時は自工場に取込む。自工場では付加価値の高い作業で、品質確保上自工場でこなした方がよい作業に専念する。

などの生産環境が整っていないなければならない。他力依存の言い訳をしない、させない。

そしてその日に済ませる仕事は、どの職場でも守る。これがくずれるとジャストインタイムで生産が流れない。

或る種の製品ユニットの製造工程を完成から逆に上流へたどって行くと部品や素材に枝分れする日程的フローチャート（バーチャート；Bar Chartとも言う）が描ける。その中で或る部品の1つか2つだけは日程的に1日でも半日でも遅延すると完成がその分だけ遅れてしまうクリティカルパス（Critical Pass）がある。言い替ると、その部品を製造するのに手間と時間が最も掛る第1位とか第2位のものに注意することである。1機種生産工程（全日程）を圧縮して最短納期で作るとした場合、このクリティカルパスの部品の製造の流れを中心として他の部品の製造工程が余裕をもって追従してくる。弁ユニットは弁体であり、弁スプールであり、油タンクユニットでは油タンク単品であり歯車ポンプサブユニットである。この様な考え方で日程や作業量山積や資材投入計画がなされるべきである。

長々と述べたが、その日に行うべき作業はこの様な成り立ちから決められるべきであり、このシステムの確立と、それを運用し実際に担当する作業員レベル迄がその予定線に沿って走れなければシステムを実行したことになるのである。

以上の様な問題点は1つずつ片付けるわけにはいかない。各々が相互関係にあって、全

体として調和しながら積み上げていって機能するわけである。システム作りは言うは易い
が行うは難しであって、強力なリーダーシップの人も必要だろうし、従業員個人の働き甲
斐や動機付けも必要だろうし、集団の結束力も必要だろう。企業の瞬発力よりも持続力に
期待したい。

3-6 製造・検査設備管理

当廠で一括設備管理を担当しているのは企業管理事務室の設備係であり、科長1人、スタッフ2名が専任している。ここでの担当範囲は生産に直接係わる加工設備に限定される。但し、治工具、ゲージ類、計測器類はそれを使用する職場で自主管理している。この設備係では予備品の発注要求と保管管理、担当設備の技術的問題、取扱い方法についてもセンター的役割をしている。消耗品（工具、刃物、潤滑油等）はここでは取扱わず、使用する職場が要求票を販売・供給科へ出して調達してもらっている。

設備をかかえて、年間に必要な保守予算（予備品や補修の為の費用）を組むという様なことはしていない。特に財務会計上の予算枠も無いので工場長の許可さえ得られれば発注制限は無いに等しい。当係では予備部品を購入するに当り、自工場で内製した方がよいか、代理店購入がよいか、製造元へ直接注文するのがよいかの判別をして、内製の場合は整備工場へ指示する。

新規導入の加工設備を購入するに当っては、その仕様や型式の選定に、当係の担当科長が参加する。生産技術を担当する技術科の技術者とも協議をする。導入設置した設備の台帳はある。設備の取扱い説明書は使用する職場の事務所で保管している。

生産設備の稼働率の統計は採取していないし、当係でも把握していない。設備機器の保守点検は、大ざっぱに言って、毎月1回程度は各部門から人を選び当設備係の担当者と共同で巡回総合点検をしている。外観から判断することと、作業現場の設備オペレーターにインタビューして問題のある無しを把握し、作業現場の稼働の切れ目に修理したり、オーバーホールを行っている。小修理の場合は設備オペレーターの手で実施し、大きな修理の場合は作業依頼票を発行し、生産科経由で整備工場に行き、そこから熟練工を派遣してもらっている。電気関係修理のみ生産科に11人所属しているので、そこから専門作業員を出してもらっている。（内訳は電動機修理1人、電力系統保全1人、その他は一般電工）この場合はその伝票で費用発生（作業工数共）が財務科へ計上される。

保全修理活動はどちらかといえば予防保全（悪くなっていなくても定期的にオーバーホ

ールしたり部品を取替る等すること)というよりも事後保全(悪くなっていそうな設備とか、故障してしまったという設備の修理)に追従しているといった様子である。保守・点検・修理をした実績の簡単な記録をするが、大福帳式になっていて整理分類出来る姿になっていない。

試験・検査・計測設備器具の検定や維持管理は検査科の担当になっている。

将来NC工作機やマシニングセンターなどのエレクトロニクスのハードウェアやソフトウェアを伴う設備が増加した場合のオペレーションやメンテナンスの問題については、未だ明確な方針を決めていないとのことであった。さし当りオペレーターを訓練する為にメーカーへ派遣するであろうという。

問題点を列記すると下記の如し。

(1) 事後保全の域を出ない。

上記の通り事が起ってから追い掛けるといった姿である。だから何か起ったら生産が止まるということになる。予防保全から予知保全(設備が使われて行くに従って変化するファクターを把握し、それにより打つべきタイミングを予測して保守する方式)への近代的システム化が望まれる。

(2) 保全記録が役に立たない。

単なる大福帳記録でそれも曖昧であり、ただ関係者の頭の中にだけ印象が残るのみである。まず設備の種類なり、生産ラインなりの分類コード番号を付け、稼動時間、頻度の記録、補修・点検の記録、費用の掛り高の記録も整然と一目見て分る帳票にしたい。それにはヒストリーカード(来歴票とも言うが医者のカルテを思えばよい)が設備1台に1葉は必要である。全設備をそれにするにはかなり手間暇が掛るなら、主要設備から、又はよく故障して問題になる設備や稼動の高い設備から手を付けるのがよい。

(3) 設備に掛けるコスト追及がない。

良い設備があれば生産に寄与して便利でもあるし、品質確保やコストダウンを可能に

する。その反面設備償却費負担と維持管理費用の負担がのしかかる。これを財務的にとらえて企業合理化の追及やバランスも考えねば生産性総合効果が上らない。近代化設備投資が目前にせまっている。高価な設備が増加する。その時になって今のやり方を改革するのでは遅い。今からそのシステムを作り準備すべきであろう。設備稼働率を高めて生産のアウトプットに寄与させ、タイムリーでミニマムの費用で保守管理する。その保守要因やオペレーター訓練をどうするかなどは今の延長ではなく、根本的対策を考えることになる。それにはもっと計数的管理を導入せねばならない。

3-7 設計管理

設計部門は技術科の担当である。この機能と実態については2-6開発、試作の項で記述した。ここでは見方を変えて“管理”という面から取り上げてみたい。端的にその問題点を将来性を含めてここに列記する。

(1) 設計作業のスケジュール管理と実績管理

各設計者には上司より口頭で作業指示が伝達される。工程表も無ければ作業の期限もはっきりしない。ただ何となく仕事が行われている様であった。また設計作業を終了した設計者の設計工数も記録されていない。日本では通常設計作業には予定工数と期限が定まっており、個人でもグループでも設計部門全体でもスケジュールというものがあり予定山積表がある。そして消化した設計工数（設計時間数）がその内容の分類まで含めて製造原価に反映されるのである。従ってその設計部門でも設計者個人でも業務の消化、つまり設計能率を追求されるし、成果としての設計内容に不良やミスがあれば設計ミスとしての企業の損失まで追求され、部門長や個人の成績に影響する。近代化を旨とするには、現状はかなり甘く、管理する姿にするには多大の努力を要するものと思われる。

(2) 設計に直結する資料管理

設計を進めるための基準やマニュアル類が充足されていない。国家の工業規格やハンドブックからの抜すいは全てでは無いがある程度存在する。企業としてそれに掛かる費用はさして高価にならないので取り揃えて置くのがよい。それでないと設計者が不便で困るし、良い品質の設計が出来ない。参考図書はほとんど無かった。

(3) 共通利用の図書・文書の整理整頓とファイリングシステム

資料室というのが存在してはいるが、物置き倉庫という姿で整理されていない。図面や資料を束ねて積み上げており、乱雑に見える。何も技術科のみでなく他の事務所でも似た様な傾向にある。そしてファイリングというのをほとんどしていないに等しい。この辺は企業として根本から普通のレベルへ改革しなければならない。しかし習慣というのは恐ろしいもので、一旦乱れてしまうといくら制度を決めても守れなくなってしまう。幹部自身が身を正し、厳しく指導する必要がある。書棚やファイルなどの文具品は不便をしない様に購入して与えてほしい。ファイルや資料分類をし、保管する制度を作って

その通りに並べ、必要な時に容易に索引出来る様にする事が大切である。

個人では容易に図書を購入出来ないし、外部からのカタログも入手し難い国の事情は理解出来る。しかし技術の進歩発展を願うなら、図書を購入し外部カタログや技術資料を企業でとり揃え、図書資料室を充実し、管理人を置いて共同利用を計るべきであろう。技術科には出図係の女性が何人かいて、青焼図面の作成、折り込み配布を行っている。整理整頓をこの集団の役割にすればその日から片付くことも可能である。

(4) コード番号の見直しと体制作り

生産管理でも近代化へ向ってその必要性を述べたが、技術科で発行する図面番号はすなわち部品やユニットの番号と同一になっている。しかしながら丹東工程液圧機械廠として体系付けられた分類に適した番号符号では無い。これからの機種増加と生産数量増加に適した番号符号にする必要がある。そうしなければ分類や索引にも困るし、共通品や類似部分品を集計するにも不便である。これは企業管理事務室、技術科、財務科、生産科にまたがって改善すべき問題である。

(5) コンピューターシステムへのアプローチ

当廠では未だどの部門へも小型コンピューターといえども導入されていない。しかし大学卒、専門学校卒の新入社員の中にはコンピューターシステムを専攻したか、或いは教科の中にコンピューターシステムが入っていてそれを履修した人物がいる。今当廠では技術計算にコンピューターを利用するニーズが無いと思われるが、管理システムにこれを利用するニーズはいくらでもある。これには技術科の技術者の力も借り、財務、生産管理方面の実務者が主になって勉強するのがよい。それには近隣の他企業で着手して実績を上げているシステムを導入するのが手っとり早い。こういった意味では技術科が原動力になって他の職場を引っ張り上げるのも効果的と思われる。さし当りパーソナルコンピューターを利用して事務管理、例えば給与計算、生産管理の一部分、例えば在庫管理を手掛るのが手取り早く導入出来る道筋であろう。

3-8 管理指標

以下の数値は当工廠の現生産能力と生産効率を示す数値であり、これをベースにして近代化計画の人的実行可能性を占う数値として引用されることになる。

3-8-1 総合的指標

前述のⅢ、4-3従業員の構成および配置を再度見渡してみると次のことが言える。

(1988年末の人員統計より)

(1) 当工場全体の直間人員比率

生産を直接担当する生産工場部門の全体に対する比率は、その部門内の管理者、技術者、間接員を含めての直接率として

$$\frac{339人}{511人} \times 100\% = 66.3\%$$

純作業員のみ全体の直接率は

$$\frac{275人}{511人} \times 100\% = 53.8\% \quad \text{となる。}$$

逆に経営・生産管理部門(73人)とその他(51人)の全体に対する間接比率は

$$\frac{73人+51人}{511人} \times 100\% = 24.3\% \quad \text{となる。}$$

当廠の現状製品の主体が標準品の量産物であることを考え合せば、上記の比率は良いとは言えない。

管理者は32人（副科長、生産工場部門のショップ長以上）となっている。これは管理者の業務内容の問題であって、現状の様に定型業務に追尾するのみで日々を送るならば多過ぎるし、将来に向って改善・改革を伴う近代化計画を推進する核になるとすれば多くはない。

(2) 技術者

前述した様に当丹東工程液圧機械廠では技術系従業員とは技術科と検査科を総称しており、48人となっているが、庶務・雑用係である間接員（女性）23人を差し引くと25人が純技術系要員ということになる。生産技術主体ということで、機能設計や開発研究機能が無いということでそうなっていると解釈し得る。そしてその25人中に占める学歴は大学卒と短大・高専卒を合せても、わずか7人である。これからの近代化計画では生産技術主体だけとしても不足する

(3) 1人当り生産量（1988年実績）

ユニット生産台数につき

$$\frac{4,871 \text{台}}{511 \text{人} \cdot \text{年}} = 9.5 \text{台} / \text{人} \cdot \text{年}$$

売上高につき

$$\frac{7,016,000 \text{元}}{511 \text{人} \cdot \text{年}} = 13,730 \text{元} / \text{人} \cdot \text{年}$$

これを仮りに従業員平均1人当りの年収を1,500元/人・年と仮定すると

$$\frac{\text{売上高} \quad 13,730 \text{元} / \text{人} \cdot \text{年}}{\text{従業員年収} \quad 1,500 \text{元} / \text{人} \cdot \text{年}} = 9.2 \text{倍} / \text{人} \cdot \text{年収} \quad \text{となる。}$$

(4) 1人当り生産量と利益(1989年予想値)

ユニット生産台数4,580台/年,売上高800万元/年,粗利益140万元となっていて、年末の従業員数612人(計算上はその年の中央値560人とする)と発表されているので、試算してみると

ユニット生産台数につき

$$\frac{4,580 \text{ ユニット}}{560 \text{ 人} \cdot \text{年}} = 8.2 \text{ 台} / \text{人} \cdot \text{年}$$

売上高につき

$$\frac{8,000,000 \text{ 元}}{560 \text{ 人} \cdot \text{年}} = 14,286 \text{ 元} / \text{人} \cdot \text{年}$$

粗利益につき

$$\frac{1,400,000 \text{ 元}}{560 \text{ 人} \cdot \text{年}} = 2,500 \text{ 元} / \text{人} \cdot \text{年}$$

となる。

以上の如き指標数値は、現状のマクロな生産性を示すものとして、近代化計画を策定するに当たっての生産性と対比すべきベースとなろう。

3-8-2 個別生産上の指標

1989年の1年間における生産ユニット見込数は4,580台であった。しかし当年度は11月初旬にはほぼこの生産数を達成しており、あとはアイドルになっていた。工場側は、現在の生産能力を現有設備と人員で年間8,000台はこなせると見ており、この能力で個別生産性を算出してみる。それには生産工程を逆にたどってみることにする。そして年間

稼働日数を306日、1日の稼働時間を8時間として試算する。(残業は考慮しない)

(1) 油タンクユニットの生産力

i) 組立と完成検査

国産ブルドーザー向 1,250台 + 外国技携ブルドーザー向80台 = 1,330台/'89実績

$$\text{現工場能力は } 1,330 \text{ 台/'89 年} \times \frac{8,000 \text{ 台/年} \cdot \text{能力}}{4,580 \text{ 台/'89 実績}} = 2,323 \text{ 台/年}$$

$$\text{1日当り } 2,323 \text{ 台} / 306 \text{ 日} = 7.59 \text{ 台/日}$$

$$\text{1時間当り } 7.59 \text{ 台} / 8 \text{ 時} = 0.95 \text{ 台/時}$$

ii) 鑄鉄製油タンクの機械加工

$$1,250 \text{ 台} \times \frac{8,000}{4,580} = 2,183 \text{ 台/年}$$

$$\text{1日当り } 2,183 \text{ 台} / 306 \text{ 日} = 7.13 \text{ 台/日}$$

$$\text{1時間当り } 7.13 \text{ 台} / 8 \text{ 時} = 0.89 \text{ 台/時}$$

iii) 鋼板プレス製油タンクの穴あけ、その他付着品熔接加工

1989年時点で年間80台とプレス物の台数が少く、将来は増加するので現状能力評価はベースとならない。

(2) 弁ユニットの生産力

i) 組立と完成検査・試験

国産ブルドーザー向 480台 + 外国技携ブルドーザー向 2,270台 = 2,750台/'89実績

$$\text{現工場能力は } 2,750\text{台/'89年} \times \frac{8,000}{4,580} = 4,803\text{台/年}$$

$$\text{1日当り } 4,803\text{台} / 306\text{日} = 15.7\text{台/日}$$

$$\text{1時間当り } 15.7\text{台} / 8\text{時} = \text{約}2\text{台/時}$$

組立工場で観察したところ、組立は2～3チーム、油圧弁の通油テストベンチ1チームの編成であった。

ii) 弁スプールの機械加工

弁の種類によりスプールの数は弁ユニット1台当り1～5本と色々あるが、平均3本/台と大ざっぱに想定すると

$$\text{機械加工能力は } 4,803\text{台/年} \times 3\text{本/台} = 14,409\text{本/年}$$

$$\text{1日当り } 14,409\text{本} / 306\text{日} = 47\text{本/日}$$

$$\text{1時間当り } 47\text{本} / 8\text{時} = \text{約}6\text{本/時}$$

III) 弁体の機械加工

弁体はほぼユニット1台に付1ヶとして1)と同数の

1日当り 15.7ヶ/日

1時間当り 約2ヶ/時 となる。

(3) 鋳物工場の生産力

当廠では1989年における鋳物製品生産重量は810tと称しており、注湯量に対する製品歩留り（無駄注湯分、不良品廃却分を含め）を65%と仮定して、年間注湯量を推定すると

$$\frac{810\text{t/年}}{0.65} = 1,246\text{t/年}$$

$$\text{工場能力としては } 1,246\text{t/89年} \times \frac{8,000}{4,580} = 2,176\text{t/年}$$

の最大能力を保有しているとみなされる。

鋳物工場の場合は間欠的な操業の為、年間有効45週として週間平均生産能力を求めてみると

$$\frac{2,176\text{t/年}}{45\text{週/年}} = 48.4\text{t/週}$$

キューボラ能力は公称3t/Hなので、週平均実効注湯操業は

$$\frac{48.4\text{t/週}}{3\text{t/H}} = 16.1\text{H/週が現能力である。}$$

但し実動前後の段取り後始末の時間を入れるとこれ以上の作業時間が必要なことは当然である。

次に年間1人当りの鋳物業型材としての産品生産能力を求めてみる。その場合注湯量に対する歩留り（無駄分と不良品を除く）予測65%と仮定して、かつ鋳物部門の総人員75人+検査科、技術科の人員と管理部門の人員を15人=90人として試算する。

$$\frac{\text{注湯量} 2,176\text{t}/\text{年} \times 0.65}{90\text{人}} = 15.7\text{t産品}/\text{人}\cdot\text{年}$$

ちなみに1986年の日本における全国統計（出所：通商産業省機械統計年報、同月報）によれば鋳鉄、鋳物工場の生産性平均（20人以上の工場で、鋳鉄管、可鍛鋳鉄、鋳鋼品、ダイカスト等の産品を除く、いわゆるネズミ鋳鉄品のみ）は

$$97.4\text{t}/\text{人}\cdot\text{年} \quad \text{である。}$$

従って丹東工程液圧機械廠の鋳物部門の生産性（実績ではなく工場能力で）は日本の平均生産性の

$$\frac{15.7\text{t}/\text{人}\cdot\text{年}}{97.4\text{t}/\text{人}\cdot\text{年}} = \frac{1}{6.2} \quad \text{である。}$$

ちなみに日本でのねずみ鋳物生産工場は中小工場が多く、他の機械工場に比して自動化はそれ程普及していない。

3-9 教育訓練と安全管理

3-9-1 教育・訓練制度

1985年5月に採択された「教育体制改革に関する中国共産党中央の決定」により次の各項の任務を推進することが確認された。

- ① 義務教育9年制の実施。
- ② 中等教育における職業教育、技術教育の拡充。
- ③ 大学運営の自治権の拡大。
- ④ 今世紀末までに教育体制を経済力の近代化にふさわしいものにする。

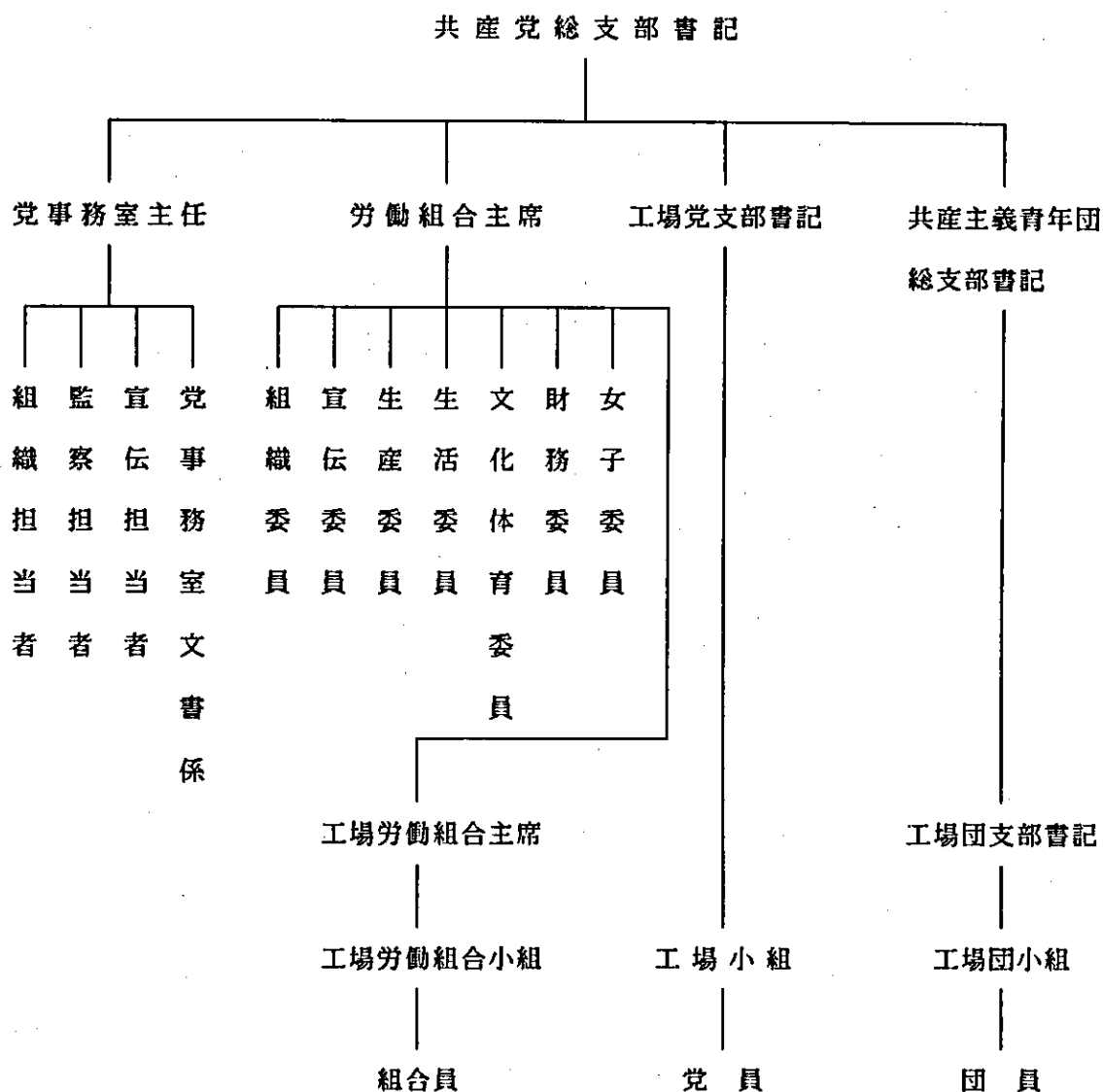
即ち、文革時代の知識的人材無視に起因する教育水準の低下、経済建設支障などの諸問題を解決するには、人材の養成が必要であることを国家として認め、教育における後進国よりの脱出を計ることとした。しかし言うは易く実現は難い。

先ず教育財政が立ちはだかる。小学校から大学に至るまで約2億人の就学者の各層別教育を拡充するための膨大な教育費用の調達さえ容易でないのに、全人口の1/4を占める「文盲・半文盲」も含めれば、国民の半分を教育対象としなければならない。教師の質の向上も急務である。解放経済政策は農業生産を伸ばしたが、反面で中学校入学者の減少という重大問題を招来した。農業は小学校卒業でもなんとかなるかも知れぬが、工業では中学校卒業後3年制の技工学校を卒業したものでないと無理である。丹東工程液圧機械廠の技能従業員は東溝県の技工学校卒業生を採用するのが原則であり、技工学校の卒業生の就業は国家によって保証されている。

中国で最も不足している人材は中等レベルの技術者で、需要は各生産分野で高等教育卒業生の5倍にも達している。この需要に対して中等専門学校、初級職業学校、技工学校が対応しているが、文革時代に技術学校を閉鎖して普通中学に吸収轉換した^{とが}咎で思うにまかせない。再び「紅」が第一で「專」を走資派として糾弾することは起らないという保証もないので大変なことである。上級学校としては職業高級中学、専門大学もある

が、大学卒業者も含めて、丹東工程液圧機械廠では、これらの卒業者の採用は中々できないとのことであった。

さて、この工場では教育・訓練の計画・実施は従来通り共産党総支部に属している労働組合（工会）によって行われている。Ⅲ-4-1で省略したこの組織は図Ⅳ-3-9-1の如くであり、労働組合主席の下の宣伝委員（つい最近教育委員が分離された）がこれを総括しているとのことである。尤も工場内には教育委員会があり、会長は工場長、委員は工場幹部責任者の兼任になっているとのことの方針はこの委員会で確認されている。



図Ⅳ-3-9-1 共産党総支部組織図

（出所：工場提供資料A-10による）

3-9-2 教育訓練の実績

(1) 1988年度の実績

予備調査時に提出された2文書（工場提供資料A-30 1988年教育計画）の翻訳を掲げる。

1) 学習制度（1988年 3月25日付）

- ① 本期訓練に参加する者は全て、時間を遵守し、教師を敬い、真剣に授業および補導を受けること。無届欠席はいけない。
- ② 生徒は授業に私事で休んではならない。特別の場合は必ず欠席届を出すこと。生産又は病気で出席できない者は、工場指導者の証明書と診断書を持参して学習委員会指導者の承認を得ること。これがない場合は無届欠席とする。
- ③ 故なく無届欠席したり、教室内で談笑したり、さわいだりして規律を守らないときは、一回目は批判教育を行い、二回目は始末書をかかせる。三回目以上の者はボーナスの30%を削除する（二回目の始末書を拒否したものはこれに準ずる。ボーナスのない者は給与の中から基本ボーナスの30%を引く）。
- ④ 学習終了時には、生徒に対して評価を行い、出席率98%以上、成績96点以上の者は優等生として褒章、奨金を与える。態度のよくない者、成績の劣る者を批判又は経済的処罰を行う。

2) 1988年従業員教育計画（1988年 4月14日付）

1988年は党の基本路線を貫徹し、経済体制改革ならびに政治体制改革を展開する重要な時期である。現在の新しい情勢と本工場ならびに生産の需要にすみやかに応えるために管理部門の職務能力と従業員の技術を向上させることに力を入れなければなら

ない。精神・物質両文明を強化することを目的とし、本工場の生産実情と結びつけて、仕事に必要なことを学び、不足していることを補うという原則に基づき、業務外での自己学習を主として、短期的に成果を上げる。ポイントとなる職場を主とし、必要性の高いものから行う。工場内に一般従業員技術訓練班と管理部門業務知識学習班を設ける。

〔訓練対象〕

機械加工第一工場；旋盤工13人、ボール盤工 8人、フライス盤工 5人 計26人

組立工場 ；組立工 8人、洗浄工 3人 計11人

管理部門 ；50人

鑄造工場と機械加工第三工場は具体的状況に基づき決定する。

〔訓練内容〕

機械加工第一工場；旋盤工単体部品技能 5工程

旋盤工刀具刃研磨 2工程

フライス盤工単体部品図面読み加工技能 6単位

フライス盤工刀具刃研磨 3工程

ボール盤工はフライス盤工と同時に行う。

組立工場；組立技能 6単位

洗浄技能 2単位

D60 ブルドーザーのステアリング操作弁、サーボ弁を主要教材（新製品）とし、理論と実技の結合型教授方式を講師を招いて行う。

管理部門；企業管理 6単位

品質コスト 4単位

資材管理 4単位

講師を少くとも3名招く。

〔訓練経費〕

授業料 1単位4元×38単位 = 152元

褒章、獎金 = 100元

教材資料費1人平均4元×87人 = 348元

合計 600元

〔訓練時期・場所〕

時期；1988年5月～8月

場所；工場内大小会議室、機械加工第一工場、組立工場、工場事務室

〔組織・指導機構〕

工場教育委员会主任；曲天禄工場長

工場教育委員会副主任；李樹徳副工場長（その他は省略）

各工場、各科の人員と組織作りは、工場主任と書記が責任を持ち、労働組合主席は協力して訓練活動を行う。

〔訓練班学習制度〕

本期訓練に参加する者は全て、工場が定めた集中時間に授業を受け、尊師愛生を實行すること。その他 1) 学習制度を適用する。

以上が1988年教育計画で、この通りに実行された。

(2) 1989年度の実績

1989年度の教育・訓練は、1988年度のような重点主義ではなく全員参加式となった。

これは行政幹部の等級制度ができて今年度より試験が行われること、および技能専門職等級制度が30年振りに県労働局従業員教育課によって復活されたことによる。技能等級は初級、中級、高級の3段階で表Ⅲ-4-4-1作業員等級一覧表の1～3級が初級、4～7級が中級、8級以上が高級免状取得に挑戦できる。試験は学科試験と実技試験が課される。機械基礎、金属材料、機械製図と熱処理の4教科が共通科目で、この他にそれぞれの専門関連知識が課される。各専門科目には旋盤、フライス盤、中ぐり盤、ボール盤、研磨盤、組立、試験、検査、鋳造、電気、溶接、化鉄の12種類があり、機械加工工場より117名、鋳造工場より62名、組立工場より34名、整備工場より29名、電気関係より11名、ポンプ工場より10名の合計263名が本年度の資格試験受験を指名され、これらに対して7月4日から9月26日まで合計97時間の講義が行われた。各専門科目の受験者数は

旋盤55名、フライス盤22名、中ぐり盤4名、ボール盤11名、研磨盤23名、組立46名、試験4名、検査11名、鋳造41名、電気9名、溶接11名、化鉄4名とのことであった。

(出所；工場提供資料C-9 1989年技能職資格取得訓練計画)

(3) その他の教育・訓練

以上は毎年行われる特別計画であるが、この他、新入社員教育、日常の安全教育が行われている。新製品導入の場合は全従業員に対して、一般的商品知識の他、守るべき基準等の教育を行っている。新規購入機械に対しては、試運転時に操作員を集めて使用知識を教えている。

新しい治具を開発した場合には検査科が事前チェックし、その後技術科、検査科共同で作業員教育を行っている。この教育はしっかりやられているように見受けられ、この工場の基礎を支えている柱の一つであり、基本に忠実に行った結果、現在の名声を博したものと思われる。又先端技術を装備した機械も続々導入される。数値制御旋盤の導入に際しては、南京の制御盤製造所に2名の技能職従業員を訓練計画に基づき3ヵ月派遣した。このような訓練は今後も続行するが、輸入品にまで適用する考えは持っていない。しかし近代化計画実施のネックになりはしないかとの危惧を工場幹部は持っており、教育・訓練まで含んだ近代化計画であって欲しいとの要望があった。

(4) QC運動

IV-3-4-4に現状と問題点を詳述した通り、導入はしたが、中だるみの状態である。最大の問題は中間管理職が問題を発見できないでいることである。現状認識も甘いし、他と比較しようにも自由に他国の現状を見たり聞いたりできないので無理もない。ある中間管理職に「あなたの職務は何ですか」と尋ねたが即座には答えがなかった。又職場の問題は何ですかと聞いた所、「別に問題はありません」との返事があった。調査団は問題だらけで一体どこから手をつけたらよいか迷っているからこそ、問題解決の指揮官にならなければならない中間管理職に問題意識がないことが最大の問題であると指摘した訳である。調査団が本格調査を実施したのは11月中旬であったが、「今年の目標は達成した。今製造しているのは次年度出荷用の貯蔵品です。もう年末ですから仕事はあまり投入していません。工場を見るなら前もって言って下さい。工場主任に仕事をさせるように言うておきます」とのことであった。調査団はこの説明の中にQC活動が地につかない根本原因を発見した。

(5) 改善提案制度

年に一回工場改善のための従業員代表大会が開かれる。この前に全従業員に対して意見具申が求められる。集められた提案は書面又は口答にて代表が大会に提出し、工場長が回答する。本年は代表74人が選出され、35件の提案がなされ、工場長より回答されたとのことであった。いわゆる改善提案制度ではないが工場運営のシステムの一環として記録しておく。

工場内2ヶ所に意見箱があって、定期的集めることにしているが、QC活動同様不活発である。

(6) 評価制度

給与は国家の規定により、評価に基づいて決められた等級によって支給されることはⅢ-4-4に述べた。全従業員は基準に基づき年一回評価を受ける。評価は班毎に行われ、班員全員が出席して行う。全員の30%が一等賞および二等賞に選ばれ、一等賞は先進工

作者（管理員の場合）又は先進生産者（作業員の場合）と称され、二等賞は〇〇標兵と称される。受賞者には栄誉賞と物質賞が与えられ①新築された住宅を優先的に配分される、②給料昇進の時優先的に考慮されるという優遇策が受けられる。

3-9-3 安全管理

安全管理についてとくに制度的なことは外観からは見受けられなかった。組織上は企業管理事務室の中に労働保護係、安全係という職種がある。過去5年間の災害統計では、下記の通りであった。

項 目	単位	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年
損 傷 事 故 件 数	件	16	15	14	12	9
受 傷 人 数	人	16	15	14	12	9
1,000人に対する負傷率	%。	3.3	2.8	2.6	2.2	1.5
年 間 平 均 従 業 員 数	人	400	441	442	464	508
受 傷 者 延 休 業 日 数	日	186	129	125	132	113

（出所：工場提供資料B-12による）

安全教育は新入時および日常の安全教育によって行われている。

新入社員は工場全体の安全教育を受け、工場配属後は各工場および班単位の日常安全教育を受ける。日常安全教育は安全管理制度規則に基づいて行われる他、会合の度に安全点検が行われている。又安全技術操作規定に従って機械操作、点検が行われているとの説明であった。設備（特に電力関係）の安全検査は省／市／県の上層機関の安全専門職によって年間3～4回行われて、採点され、企業のクラスに分けて公表される。工場長は上層機関に対して保証書を入れて安全生産を誓っているので、組織の中に労働保護係、安全係をおいて管理している。

V 工場近代化計画

V 工場近代計画

1 製造設備の近代化

1-1 鑄造工場

1-1-1 鑄造品製造計画

(1) 鑄造品生産計画

当丹東工程液圧機械廠はブルドーザーを主体とする建設機械用油圧ユニットの専門工場を目指し、先に示した1995年度、60,500ユニットの生産体制に入る。この5年間の年度別生産ユニット数は既に表Ⅱ-1-3-1に示された通りである。

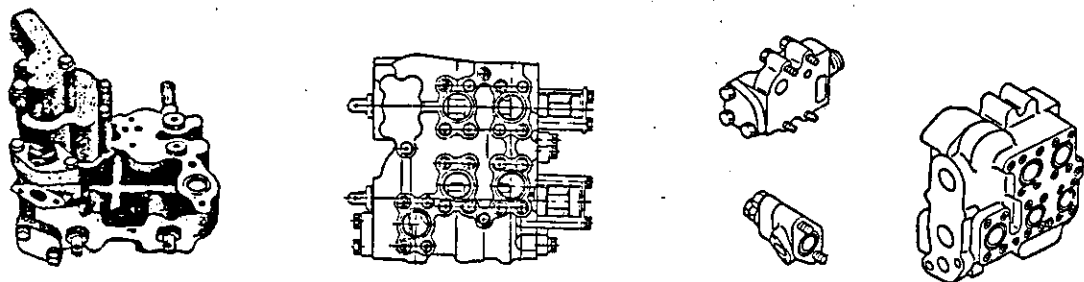
1) 主要生産品目

油圧ユニットの鑄物品は主として弁本体である。その他に関連部品としてポンプ部品、作動油タンク付属品等がある。国産ブルドーザーの機種の中では、作動油タンク自体が鑄物で作られているものがある。外国との技術提携機種では作動油タンクは鋼板製であり、1部付属品のみ鑄物である。これら代表的な鑄物部品について図V-1-1-1に示す。

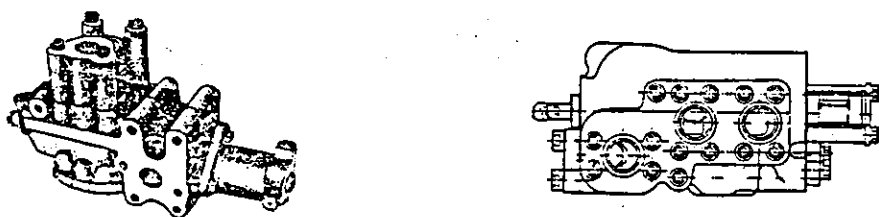
2) 鑄造品の生産計画

表Ⅱ-1-3-1の年度別生産ユニットに基づき、各ユニット毎の鑄造品重量を設定し、各年度の生産量(Ton)を算出した。これを表V-1-1-2に示す。

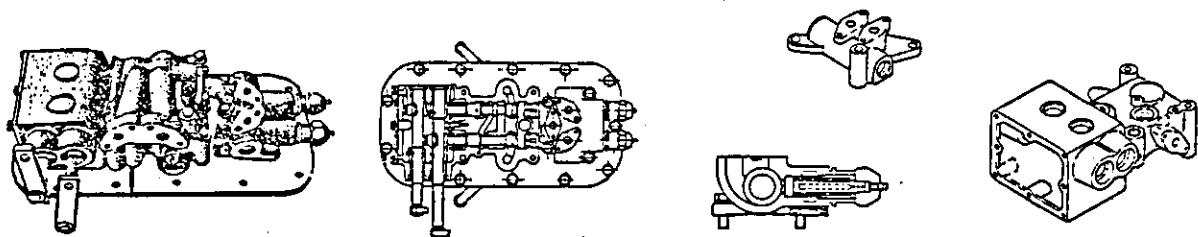
ブレード操作弁（サクション弁、安全弁含む）



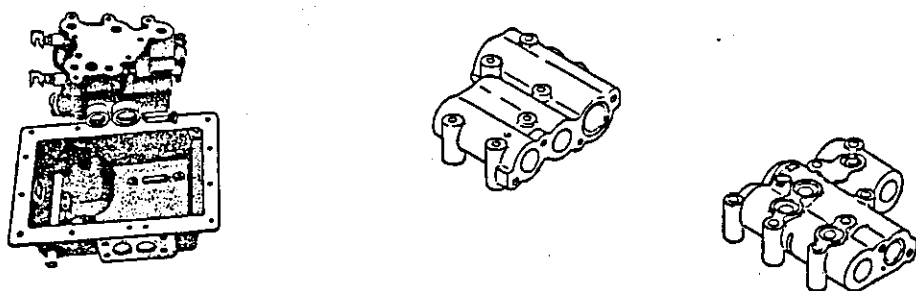
リッパ操作弁（サクション弁、安全弁含む）



ステアリング操作弁（メインリリーフバルブ、ブレーキリリーフバルブを含む）

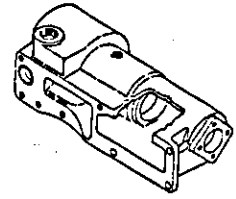
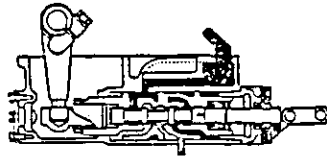
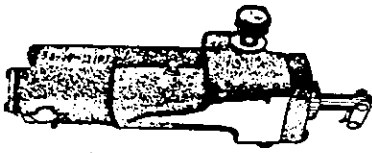


トランスミッション操作弁

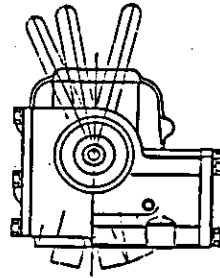
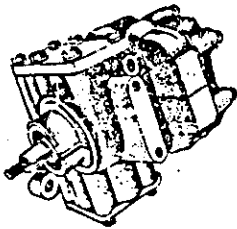


図V-1-1-1 (1/3) 油圧弁鑄物製品例

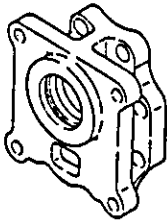
メインクラッチ操作弁



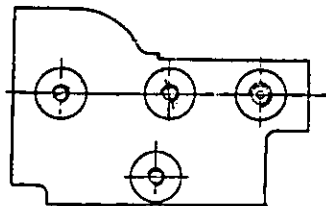
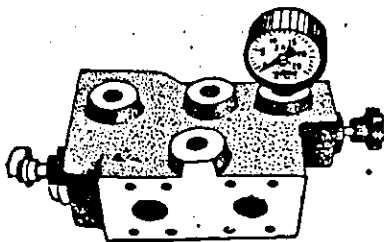
サーボ弁



歯車ポンプ (側面カバーのみ)

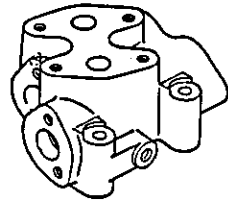
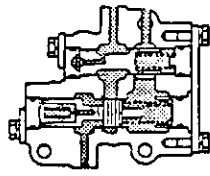
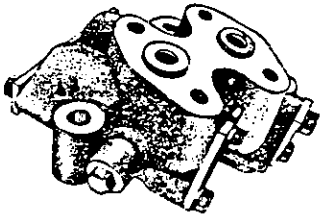


油田用弁

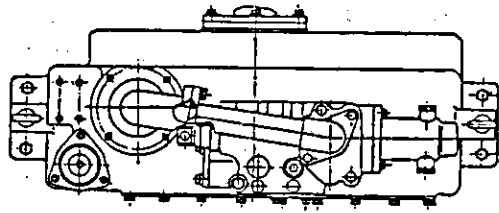
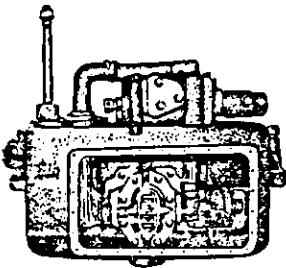


図V-1-1-1 (2/3) 油圧弁鋳物製品例

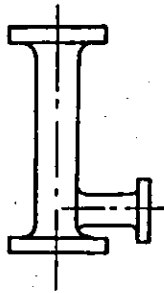
安全バルブ (ステアリング用)



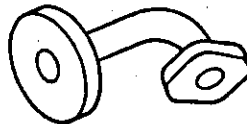
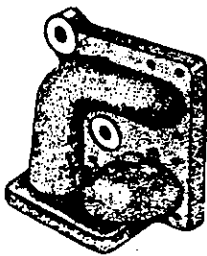
作動油タンク (T100/120用)



フィルター外筒



その他 (座、パイプ)

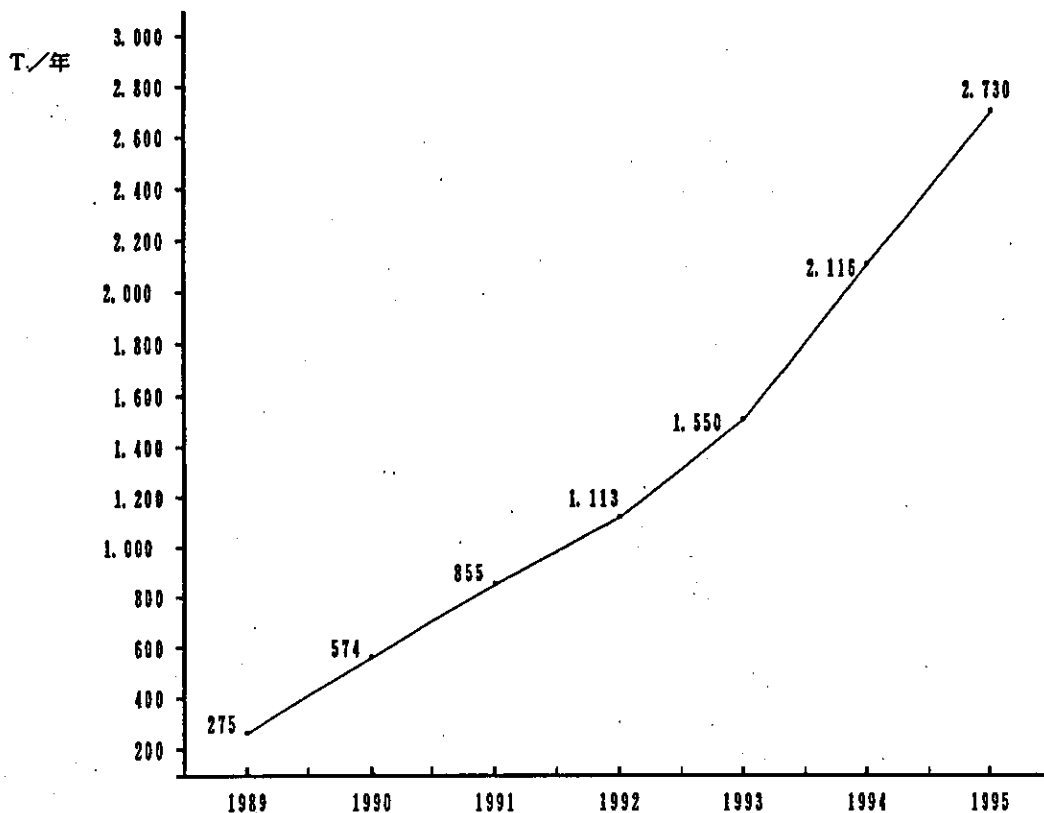


図V-1-1-1 (3/3) 油圧弁铸件製品例

表V-1-1-2 油圧ユニット、鋳造品生産計画(重量)

No.	機種	品名	ユニット 学重	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	紅旗	油圧タンク(YA001)	130 [㏞]	208.0 ^T	260.0 ^T	299.0 ^T	338.0 ^T	1390.0 ^T	455.0 ^T
2	T100	分配弁(YA050)	38	15.2	26.6	38.0	76.0	114.0	152.0
3	T120	リリース弁	10	4.0	7.0	10.0	20.0	30.0	40.0
4	T150	ステアリング操作弁	18	5.4	9.0	14.4	27.0	56.7	72.0
5		歯車ポンプ(D85-18)	16	32.0	48.0	64.0	80.0	120.0	160.0
6		分配弁(YDF-250)-2V	40	8.0	30.0	40.0	80.0	120.0	160.0
7		クラッチ操作弁	28	9.8	14.0	16.8	28.0	42.0	56.0
8	D60/65	油圧タンク	15	(試作)	1.5	3.0	4.5	9.0	15.0
9		ステアリング操作弁	15	1.5	3.0	4.5	6.0	9.0	12.0
10	D60	ブレード操作弁	84	8.4	16.8	25.2	33.6	50.4	67.2
11		リッパ操作弁	48	4.8	9.6	14.4	19.2	28.8	38.4
12		安全弁	5	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
13		クラッチ操作弁	23	2.3	4.6	6.9	9.2	13.8	18.4
14		歯車ポンプ	15	(試作)	1.5	3.0	4.5	9.0	15.0
15	D80/85	油圧タンク	20	4.4	6.0	10.0	16.0	22.0	30.0
16		ステアリング操作弁	67	26.8	33.5	40.2	67.0	100.5	134.0
17	D80	ブレード操作弁	97	38.8	48.5	58.2	97.0	145.5	194.0
18		リッパ操作弁	48	19.2	24.0	28.8	48.0	72.0	96.0
19		クラッチ操作弁	26	7.8	7.8	10.4	13.0	19.5	26.0
20		D85	ミッション操作弁	36	10.8	10.8	14.4	18.0	27.0
21		サーボ弁	16	12.8	16.0	22.4	32.0	48.0	64.0
22	ZL30	ミッション操作弁	36	10.8	21.6	32.4	54.0	72.0	108.0
23	D155	ステアリング操作弁	87	2.2	2.6	3.5	4.4	6.1	8.7
24		ブレード操作弁	126	3.2	3.8	5.0	6.3	8.8	12.6
25		リッパ操作弁	62	1.6	1.9	2.5	3.1	4.3	6.2
26		サーボ弁	21	0.5	0.6	0.8	1.1	1.5	2.1
27		ミッション操作弁	47	1.2	1.4	1.9	2.4	3.3	4.7
28	TY140	ステアリング操作弁	18	5.4	5.4	7.2	11.7	19.8	27.0
29		ブレード操作弁	38	7.6	11.4	11.4	19.0	26.6	38.0
30		リッパ操作弁	38	7.6	11.4	11.4	19.0	26.6	38.0
31		クラッチ操作弁	28	8.4	8.4	11.2	16.8	28.0	42.0
32	油田用	切替弁	27	5.4	8.1	10.8	13.5	18.9	27.0
	トラクター	クラッチケース	140	70.0	140.0	210.0	280.0	350.0	420.0
	その他	建設機械部品	-	30.0	60.0	80.0	100.0	120.0	150.0
		計		574.4	885.8	1,113.2	1,550.3	2,116.1	2,729.3

又、年度別の鑄造品生産計画 (Ton/年) をグラフで示すと、図V-1-1-3の如くである。この図に於て1989年度は調査時点が年度の途中であるため、推定値とした。1991年以降は計画値である。



図V-1-1-3 鑄造品生産計画の推移

油圧部品ユニット数の伸び率は1989年をベースにしたときの1995年は12倍であるが、鑄造品、生産量でみると10倍である。これは機種別の伸び率の違いと、鑄鉄製作動油タンクの伸びが低いことなどの要因がある。又、この中にはクラッチケースや、若干のその他小物部品も含んでいるので、これを除くと実質8倍程度となる。

3) 鋳造品の寸法、重量

油圧ユニット鋳物の寸法、重量はさまざまであるが1つの目安として表V-1-1-4の如く区分した。

表V-1-1-4 鋳造品の寸法、重量

鋳造品 (単体)	寸法 (mm)	重量 (kg)
・大物品 (ケース類)	巾 長さ 高さ 950 × 850 × 200 以下	150 kg 以下
・弁 類 (本体)	230 × 350 × 160 以下 (将来 : 300 × 450 × 200 以下)	60 kg 以下 (80kg 以下)
・小 物 類	160 × 160 × 160 以下	15 kg 以下

4) 鋳造品の材質

油圧弁ユニットに使用される材質は普通鋳鉄である。そのグレードは、表V-1-1-5に示すようなものでFC25相当 (HT250) が圧倒的に多い。油圧弁鋳物に球状黒鉛鋳鉄を使うことは考えていないということを確認しているので、今回の近代化計画においては考慮しない。

表V-1-1-5 油圧弁鋳物に使われる材質

材質記号	抗張力kg/mm ²	適用部品例
HT200	20	プースター弁用蓋
HT250	25	リップ弁本体、ステアリング弁本体
HT300	30	T220、ブレード弁本体

(2) 鑄造工場設備計画の概要

1) 鑄造工場の立地

今回の油圧部品鑄物の増産計画に対しては、現在、丹東工程液圧機械廠内にある鑄造工場の改造、増設では、下記の理由から対応しきれないと判断する。

- ① 増産計画を遂行するには工場建屋がせますぎる。
- ② 建物があちらこちらに分散しており機能的でない。又建物そのものが老朽化している。
- ③ 同敷地内に増産をふまえた新工場を建てる余裕がない。又将来2次拡張をすることは不可能である。
- ④ 機械加工工場の新設工場としては、現在の鑄造工場の場所が適切である。
- ⑤ 現、鑄造工場は東溝県の市街区内にあり、粉塵、煤煙、廃液などの公害の問題が今後顕著になる恐れが多い。

従って、現在すでに確保されている小寺地区（旧れんが工場跡地、敷地面積69,000㎡）に新設するのが望ましい。

このような観点から、鑄造工場の設備計画は現工場地区での増設、改造は考慮せず、小寺地区において新工場建設をするという前提で計画する。

現在の東溝地区工場と小寺地区工場は約5kmほど離れてるが幹線道路沿いであり、東溝地区の機械工場への鑄物品供給は容易である。

2) 新鑄造工場設備計画構想の概要

丹東工程液圧機械廠の近代化計画による油圧ユニットの生産計画に基づくと、鑄造品の生産量は1995年に於て、約2,730Ton/年である。これらの鑄造部品は大きくわけて、比較的數量のある油圧弁類及び付屬小物品（1,855Ton/年）と、比較的數量の少ない、油圧タンク及びクラッチケースなどの大型品に分けられる（875Ton/年）。したがって、これらに適した造型方法を選択する必要があるが、作られる製品の品質確保を重点に考慮する。又、溶解、鑄仕上げ、など各プロセスの設備も、まず第1に製品の品質向上（保証）を考える点に重点をおく。結果としては生産性向上につながるものとするが、信頼される製品作りを目指し、最終目標としては、国際的に通用する製品の製造を目指す。そのためには旧来の設備、材料にこだわるということは考慮しない。

例えば、中子の製造について、油砂の適用に固執するとすれば、寸法精度、生産性、品質など抜本的な改善は期待できない。したがって、本計画ではこの方法は採用しない。

以下に主要な設備の導入について、その考え方を述べる。

a) 造型方式の選定

① 油圧弁铸件及び小物品については生型砂による自動造型ラインで生産する。

生型砂の混練、再生砂の回収ラインも一連のラインとして計画する。このラインで使う中子はシェルモールドによるシェル中子とする。従って、シェルモールドマシンの導入を計画する。

② 油タンクやクラッチケースなどの大物品（铸件として1,000 × 1,000 程度）は数量もそれほど多くなく、この程度の铸件を生型で機械込め造型しようとする、かなり大型の造型機となり、設備投資額も大きくなり、適切でない。又、品質的にも生型では問題が出やすい。ましてこれらを生型手込めで行うことは品質上、又生産性の上からも不可と考えてよい。従って、これら大型品に対しては、自硬性砂（フラン砂造型法）を推奨する。この自硬性砂造型ラインは基本的に生型造型とは別に独立した別ラインとし、砂の混練、造型、铸込み、砂の回収を1つのサイクルとして計画する。これら大型铸件の中子に対しても同じ自硬性砂を適用する。この自硬性砂は、放置時間と共に硬化し铸型強度は大となる（抗压強度は40kg/cm²以上になる）。このフラン砂は铸型強度が大であるので、製品の寸法精度も良く、铸込後の砂の崩壊性も良好である。

b) 溶解設備の選定

油圧部品铸件用に溶解される材質は普通铸铁でその大部分は拡張力25kg/mm²程度（日本のJIS規格FC25、中国規格TH250）である。現地（中国）事情での溶解に関する問題点は、キューボラ操業の場合、熱源として良質なコークスが得られないため、溶解温度が上らないことである。このことは溶解操業に於ては致命的なことであり、特に油圧弁铸件のような複雑な铸件の铸込みでは適切な铸込温度を得るために大きな問題である。この解決のためにはキューボラ溶解と昇温保持用電

気炉（低周波炉）の併用が最も現実的で、安定した溶湯を確保出来ると判断し、この方法の採用を計画する。これに要する電力は確保出来るとの中国側の見解を得ている。又、溶解に関しては材料の配合をきちんとする必要があり、キューボラへの材料投入前の溶解材料切り出し装置、計量器の設置をすると共にキューボラ自体の操業コントロールとして風量制御装置を付帯する。又溶湯の炉前管理（溶湯の材質判定）として、C. Eメーターを導入する。

c) 鑄込設備の選定

生型自動造型ラインは、モノレールホイストをラインに組み込んで専用の鑄込用取鍋を使う。

自硬性砂造型ラインの鑄込みはクレーン（又はホイスト）吊りにより取鍋を鑄込み場まで運ぶ。取鍋は全て傾動ハンドル付きのものとする。

d) 鑄仕上げ設備の選定

鑄バリや突起部などの除去にはフロアスタンドグラインダーや高周波グラインダー、ベビーグラインダー（ポータブルタイプ）等を準備する。鑄肌の清浄化のためにはハンガー式ショットブラストマシンを導入する。油圧弁穴内部の砂除去のためには現状設備が老朽化しているので電解洗浄装置を新設する。

e) 模型製作設備の選定

① 金型製作設備は現状の整備工場の設備を流用する。但し、ならいフライス盤（NC付）を新に導入して金型の製作を容易にする。

② 木型工場は現有の設備だけでは不十分なので、最低限必要な設備、すなわち、帯ノコ盤、木工旋盤など基本的なものを追加する。

これにより金型を作る前の試作模型、金型の母型（マザーモデル）は作れる能力を備えておく。又、木型工場は、新鑄造工場に付随させる。

f) 検査設備の選定

油圧弁铸件については、スプールの入る穴や、油の流路などに欠陥や、砂付着のないことが大切である。又圧力がかかるので内部欠陥があってはならない。又寸法的な取り合の精度も大切である。このような点から、穴内部の状況を検査するためにファイバースコープ式の内視鏡を導入する。寸法、形状的な検査は必要に応じ、機械加工部門用に導入する三次元測定器を使用する。表面からの欠陥判定にはダイチェック法（浸透液検査法）を導入する。（これは消耗材のみで設備は特に必要としない）

g) 化学成分・分析設備の選定

現有している分析装置は湿式分析装置、レコ分析器、分光分析器であり、結果が判明するまでに1～1.5時間かかり、出湯してから鑄込みまでに成分の判定が出来ない。今回炉前にC、Eメーターを導入することにより、ある程度管理出来る体制となるが、迅速化学成分分析法として、真空形発光分光分析装置の導入を推奨する。

b) 工場建屋

新鑄造工場建設にあたっては、次の建屋を新しく建てる。

- ① 生型自動造型ライン
- ② 自硬性鑄型造型ライン
- ③ 鑄仕上げ作業場
- ④ 木型作業場
- ⑤ 製品検査場
- ⑥ 分析室
- ⑦ 溶解材料ヤード
- ⑧ 原料砂貯蔵ヤード

i) 将来の拡張のための敷地確保

21世紀を見通した第2次増産計画があっても、それに耐えられるよう必要であれば第2鑄造工場が建てられるよう敷地の確保が必要である。その規模は、今回計画に要する敷地と同等のものを確保しておく。

1-1-2 各プロセス別設備計画

(1) 溶解設備

溶解設備の設定にあたっては前述の如く、安定した出湯温度を確保出来ることを第1の目標とし、キューボラと電気炉の併用を計画した。

主要な設備は、投入材料の切り出し装置、秤量計付台車、風量制御装置付冷風キューボラ、昇温用低周波炉、及び炉前管理用 C.I.メーター等である。

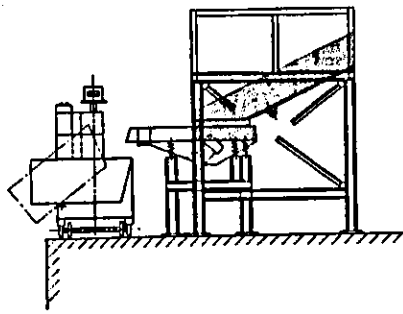
表V1-1-6 溶解設備一覧表

No.	設備項目	数量	仕様
1	キューボラ本体	2	冷風式 2.5t/h 湯留式 羽口面内径 800mm, 溶解帯最内径 960mm 羽口断面積 0.5m ² , 羽口個数 6 有効高さ 4,000mm, 有効高さ比 5 溶接処理: フロントスラッキング方式 除塵: 炉預散水式
	1) 投入機	2	スキップ反転方式(固定式) バケット容量0.25m ³ , 減速機及び電動機: 2.2KW 炉内に於ける材料投入時間: 3秒 1行程所要時間: 1分30秒 操作盤: 全自動押ボタンを含む
	2) 送風機	2	直結型ターボブロー、電動機: 22KW スターデルタスイッチ付
	3) 風量自動制御装置	1	風量、風圧記録計付

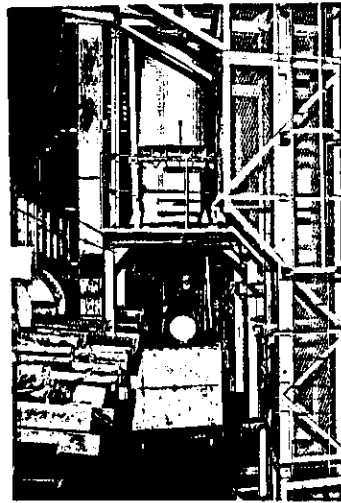
No.	設備項目	数量	仕様
2	材料切出し装置 1) 材料棚 2) 材料切出し用 振動フィーダ 3) 石灰石用振動 フィーダ 4) 自走スケール カー	1式 4台 1台 1台	コークス用：1槽 2,800W×2,350L×3,300H 3 m ³ 1.5T 石灰石用：1槽 1,500 ×2,350 ×3,300 2 m ³ 2.4T 戻し材用：1槽 1,500 ×2,350 ×3,300 2 m ³ 3.0T 新銑用：1槽 1,500 ×2,350 ×3,300 2 m ³ 6.0T 鋼屑用：1槽 2,700 ×2,350 ×3,300 2 m ³ 4.0T 700W×2,100L 電動機：0.75KW×8P×2 500W×2,100L 電動機：0.5KW×4P×2 秤量 1,000kg. デジタル表示式 量小表示 1 kg. ロードセル方式 計量ホッパー：有効容量 0.3m ³ 電動機：0.75KW 付属装置：コンプレッサー搭載 圧力開閉スイッチ付 制御盤及び操作ボタン（5台分）

No.	設備項目	数量	仕様
3	低周波誘導電気炉	1	<p>形式：るつぼ式、容量：3,000kg</p> <p>昇温：1,350～1,500℃の150℃</p> <p>電気容量：550KW（焼結用熱量も含む）</p> <p>昇温能力：約7T/H</p> <p>昇温用電力単位：約75KWH/T</p> <p>傾動方式：油圧式、傾動速度：最高2分</p> <p>相数：単2相</p> <p>電圧：800V</p> <p>炉コイル：角形水冷式コイル</p> <p style="padding-left: 40px;">（サーモスタット保護付き）</p> <p>付属品：耐火材料（電融シリカ系）</p> <p style="padding-left: 40px;">築炉用工具、シリンダー、炉蓋</p> <p>電源設備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 炉力率改善用コンデンサ装置：総容量3,500KVA 電圧850V • 三相平衡化装置：コンデンサー350KVA, 800V リアクトル 350KVA, 800V • 三相変圧器：容量650KVA 1次：10,000V 2次：800～400V（7点） • 高圧受電盤（VCB方式）及び低圧分電盤 • 制御盤一式 • 冷却水循環装置は含まず
3	C.Eメーター装置	1	<p>C%、Si%、C.E値測定</p> <p>球状化判定表示</p> <p>配合計算表示</p> <p>温度測定</p>

No.	設備項目	数量	仕様
			<p>システム構成：</p> <p>メインユニット…パーソナルコンピューター</p> <p>表示ユニット …14インチカラーモニター</p> <p>印字ユニット …10インチドットプリンター</p> <p>入力ユニット …2チャンネル温度ユニット</p> <p>シリアルインターフェース</p> <p>機能切替ユニット…検量録</p> <p>目標設定・切替</p> <p>過不足量計算設定・切替</p> <p>測定範囲（鑄鉄の場合）</p> <p>CE値 3.20～4.83%</p> <p>C値 2.80～4.20%</p> <p>Si値 0.90～3.00%</p> <p>温度測定範囲</p> <p>温度測定時：32～2,550° F</p> <p>成分測定時：1,900～2,550° F</p> <p>温度計精度：±0.1% + 2° F</p> <p>許容周囲温度：0～45℃（動作時）</p> <p> -10～75℃（保存時）</p> <p>電 源 100V±15% (50/60Hz)</p> <p>（消耗用として別途購入する必要あり）</p> <p>熱電対：アルメル クロメル線</p> <p>保護管：石英管</p>
4	温度計		ポータブル デジタル式、浸漬式 0～1700℃
5	吊秤り	1	耐熱用 5 Ton



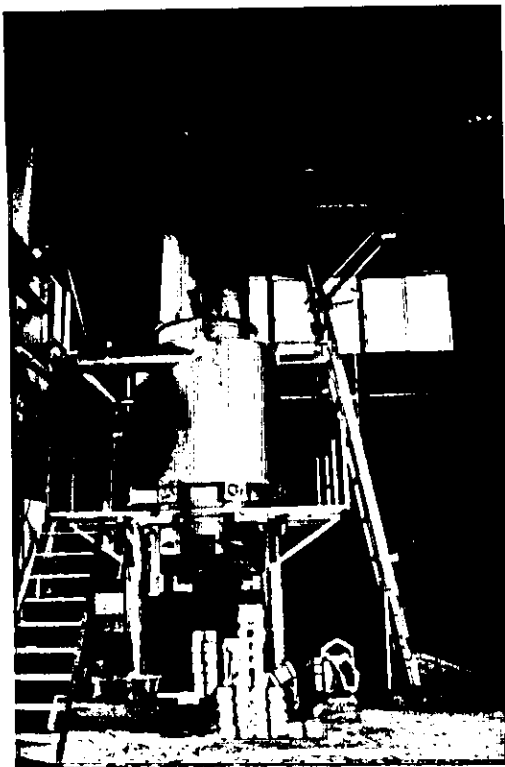
材料切出し振動テーブル



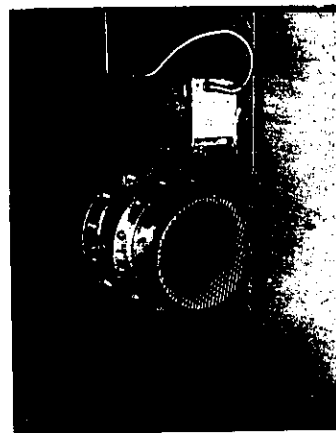
溶解材料切出し装置



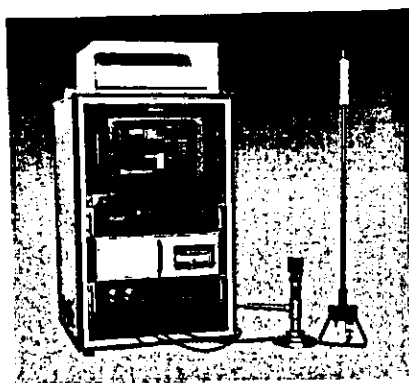
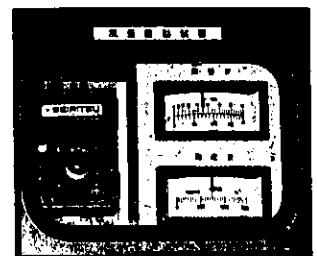
スケールカー



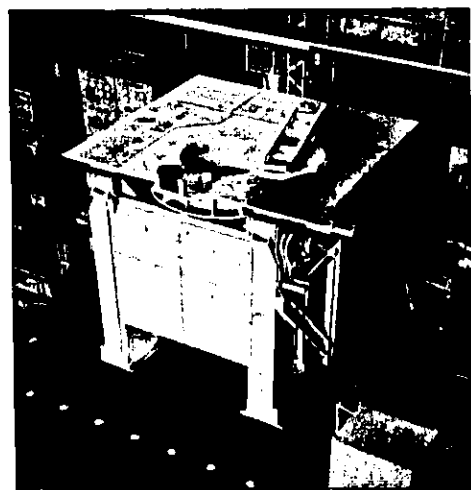
キューボラ



風量制御装置



C. E.メーター



低周波炉（昇温保持用）

図V-1-1-7 溶解設備例

1) キューボラの能力算出

近代化計画に基づく鋳造品生産量は表V-1-1-2に示すごとく、1995年に於いて2,730TON/年である。

条件として以下の項を設定した。

- ① 不良率（重量不良率）… 6%
- ② 方案歩留り … 70%
- ③ 年間稼働日数 … 288日（24日/月×12ヶ月）
- ④ 1日の稼働日数 … 6時間（8時間/日×0.75）

よって、

$$\text{年間溶解重量} = \frac{2,730}{(1-0.06) \times 0.70} \approx 4,150 \text{ (Ton/年)}$$

$$\text{キューボラ能力 (Ton/H)} = \frac{4,150}{6 \times 24 \times 12} = 2.4 \text{ (Ton/H)}$$

約4%の余裕率を見込んで $2.4 \times 1.04 = 2.5 \text{ Ton/H}$

キューボラは毎日操業するので2基設置し交互に使用する。

キューボラの形状については図V-1-1-7にその1例を示す。

尚、溶解は電気炉と併用するため、普通の冷風キューボラとする。

当キューボラ寸法諸元については、日本における標準型より大きく設計されている。これは中国産コークスの品質が良くないことを考慮したものである。コークス粒度は80mm塊以上を85%以上確保するよう、必要なら、ふるい選別して使用することが条件である。今回の計画では媒煙の集塵機（乾式バグ方式）はつけなかったが将来は必要となろう。

キューボラに付随する設備としての投入機はスキップ反転式とし、これは現状キューボラと同方式である。操作は、全自動操作及びマニュアル操作が出来るものとする。送風機はターボ形（遠心形）ブロワーがキューボラ用送風機として便利な面が多く、広く用いられているのでこのタイプを使用する。（ルーツタイプは、日本ではほとんど用いられていない）。

風量制御装置はこのターボブローにセットして使用する。風量、風圧は計器に指示されると同時に計録計を設置し、データが記録されるような方式とした。

2) 材料切出し装置 (材料運搬装置)

溶解に使われる主材料は、鋼屑、鑄鉄戻し材、銑鉄であり、燃料として、コークスを使用し、造滓剤として石灰石を使用する。このため各々の材料を貯蔵するホッパー (材料棚) を設け、その下部から振動フィーダーにより材料が出てくる方式となっている。自走スケール・カーが次々に材料を計量しながらスケールカー内のホッパーにためてゆき、投入機バケットのところで傾動し、材料をバケットに移す。これらの操作は1人で行う。

尚、各材料貯蔵ホッパーへは別に設けた材料ヤードから、バケットローダーなどで運搬し補給する。

3) 昇温用電気炉 (低周波誘導電気炉)

キューボラで溶解された溶湯は取りべによって保持炉へ移される。

昇温用としての電気炉は3Ton低周波誘導炉を採用した。高周波炉 (中口では中周波という表現も使われている) は、コストが高く、電力も低周波より大きく、その割には1350から1500℃の150℃アップでは、あまりメリットがない。高周波炉は保全部品の調達や技術者確保などに問題があると判断し低周波炉 (ルツボ形) を選定した。昇温に要する電力は150℃昇温場合概略75KWH/lとしてキューボラよりの出湯量2.5Tに対しては約188KWである。これに1500℃に保持する電力として約150KW要するとすればこの両方で338KWであるが、炉の電力としてはこれでは不足である。炉のライニングは一定期間毎に張り替え補修が必要であり、このライニング材を焼結するのに約550KWの電力が必要である。この点に注意を要する。低周波炉の出湯は3Ton炉で約半分の1.5Tonを残す必要があるが、1.5Tonを補充して昇温した場合、キューボラの能力 (2.5T/H) に追従可能である。図V-1-1-7全体図を示した。

4) C.E.メーター（カーボン、シリコン、C.E.値、分析）

最近のC.E.メーターは単なるC.E.値（炭素当量）だけでなく、C%、やSi%の分析値が出て来るようになっている。デジタル数字のみ表示するものや、ディスプレイ付きで冷却曲線を表示するものもある。図V-1-1-7に示すものは、ディスプレイ付きで、ユニット、ソフト等の組み合わせにより、溶湯管理（C%、Si%、C.E.値等）、温度の総合管理、作業日報の作成、キューボラ管理、データ転送、操業記録など使用範囲を広げることが出来る。溶湯を注入するカップは熱電対部分が石英管でカバーされており、セラミックのものよりも感度がよい。このカップはメーカーから買う（中国としては輸入する）必要があり、別メーカーのものや、中国産、又は自家製のものを使用した場合、冷却曲線がシャープに出ない恐れがある。

(2) 造型設備及び砂処理設備計画

造型ラインは前述の如く、弁類鋳物を主とした生型砂自動造型ラインと、油タンク、クラッチケースを主体とした大型品を作る自硬性造型ラインに分ける。

1) 生型自動造型ライン（主型用）設備、生型砂処理設備、砂試験設備

生型自動造型ライン及び関連する生型砂混練設備、砂回収設備、を含めて下記に示す。

① 生型自動造型ラインを構成する主要設備は以下に示すようなものである。

- a. 造型機
- b. 下型反転装置
- c. 定盤セット装置
- d. 鑄型合わせ装置
- e. おもり乗せかえ装置
- f. 鑄型移しかえ装置
- g. 鑄型バラシ装置
- h. シェイクアウトマシン

- i. 铸枠分離装置
- j. ローラーコンベアー
- k. オシレーティングコンベアー
- l. 模型交換装置
- m. 铸込みライン

② 生型砂混練練設備、砂回収設備は1つのシステムとして構成され、その主要設備は以下に示すようなものである。

- a. 砂混練機
- b. ボンドフィーダー
- c. 混練砂供給コンベアー
- d. 回収砂コンベアー
- e. マグネティックセパレーター
- f. ロータリースクリーン
- g. サンドクーラー
- h. マルチマル（連続式）
- i. サンドビン（回収砂）
- j. サンドビン（新砂）
- k. バケットエレベーター、コンベアー類
- l. 砂試験設備

表V-1-1-8 生型自動造型ライン設備一覧表

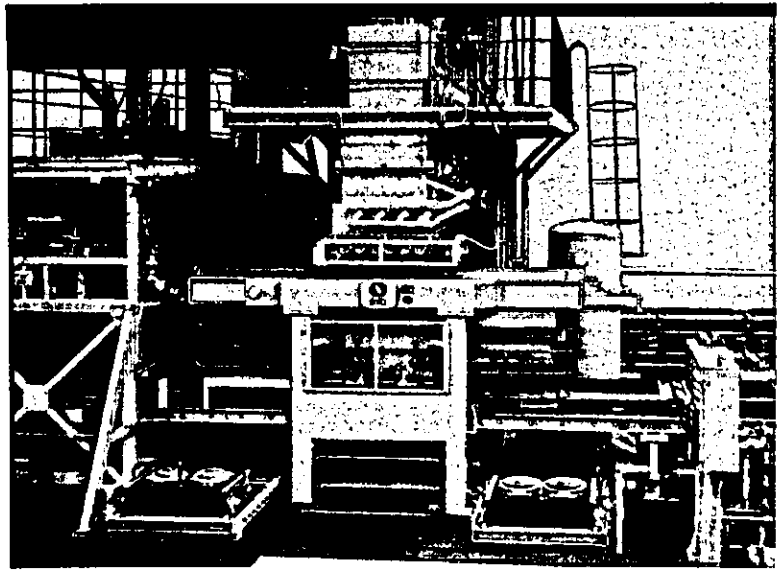
No.	設備項目	数量	仕様
1	造型機	1台	上型、下型造型交互使用、横型交換装置付き テーブル: 1,000 × 700 mm ジョルト: 1,500 kg スキーズ: 30,000kg (パイプレーション併用) 造型能力: 150 鑄型セット/時間 (中子なし)
2	鑄型反転機	1	空圧駆動式、鑄型進行方向反転式
3	定盤セット装置	1	自動気動式定盤リフト返し方式
4	鑄型合わせ装置	1	自動気動式上型リフトフリー機構ガイドピン方式
5	鑄りのせかえ装置	1	自動気動式重り吊り上げドラバーサ・移行式
6	鑄型移しかえ装置	1	気動式走行トラバーサ方式
7	鑄型バラシ装置	1	自動気動式鑄型パンチアウト鑄枠内面同時清掃式
8	シェイク アウトマシン	1	格子目長さ 250×巾50mm モーター: 1.8KW×6P×2台
9	鑄枠分離装置	1	自動起動式枠リフト上枠クランプ方式、上枠先行
10	混練砂フィーダー	1	ベルト巾600、輸送量80T/H、モーター: 2.2KW
11	サンドホッパー	1	容量2 m ³ 、モーター: 6.15KW×2P
12	グレートホッパー	1	こぼれ砂受けシュート、巾2,000 ×長さ13,000
13	オシレーティング コンベアー	1	トラフ巾1,100、長さ4,350、 輸送量20T/H 3.7KW
14	プロペラファン	1	風量 330m ³ /min、排風ダクト5,000mm
15	鑄 枠	1式	800 × 600 × (250+250)、59セット (グライル鑄鉄)
16	定 盤	1式	66枚
17	お も り	1式	28個、(300kg)
18	各種コンバ- 他	1式	—

表V-1-1-9 生型砂処理ライン（生型砂混練、砂回収）及び砂試験設備一覧表

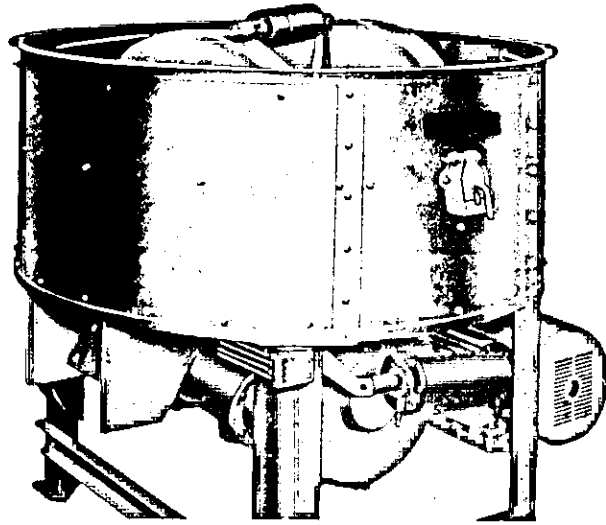
No	設備項目	数量	仕様
1	砂混練機	1	バッチ式混練機、混練能力1,350 kg/バッチ 1バッチ…6分 サンドホッパー：1.8m ³ ボンドホッパー：0.3m ³ 水タンク：80ℓ 排風量：30m ³ /min 主軸回転数：25rpm 本体内径：2,540mm モーター：75KW×6P マラー圧縮範囲：1,000～1,800kg 容量：1,130～1,520kg/バッチ
2	ボンドフィーダー	1式	スクリュー径：160φ×長さ1,600×1本 スクリュー径：130φ×長さ1,600×2本
3	混練砂供給 コンベアー	1	オーバーヘッドコンベアー ベルト巾400mm
4	回収砂コンベアー	1	ベルト巾400mm
5	マグネティック セパレーター		電磁名式吊り下げエンドレスベルト 鉄片自動排出方式
6	ロータリースクリーン	1	1重調節、21φ打抜穴
7	回収砂散水装置	1	リレー制御方式、砂温度比例散水攪拌式
8	サンドクーラー	1	篩目5×25開き目
9	マルチマル	1	連結式 予備混練
10	サンドビン	1	容量30m ³ 、上部ダストフード
11	サンドビン（新砂）	1	容量10m ³
12	集じん機	2	ファン静圧 300mmAg（砂冷却まで及び砂冷却後用）
13	バケットエレベーター コンベアー類	1式	

No.	設備項目	数量	仕様
13	砂試験設備		
	a) サンドランマー	1	<p>試験片サイズ 径：50mm高さ50±1mm</p> <p>ランニングハンマー重量：6.5±0.1kg</p> <p>稼動部全重量：8.5±0.12kg</p> <p>ハンマー落下距離：50±0.5mm</p> <p>付属品：チューブ、他1式</p>
	b) 通気度試験機	1	<p>通気度測定範囲：0～10,000cc/min</p> <p>圧力：0～100Ag</p> <p>砂試験：50φ×高250±1mm</p> <p>ドラムの容圧：100Ag</p> <p>オリフィス径 { 0.5mm { 1.5mm</p> <p>脱空気速度 270±5.4cc/l 30±0.6cc/l</p>
	c) ふるい機	1	<p>モーター：100V×200W単相</p> <p>回転速度：250(50Hg)、287(60Hg)</p> <p>ハンマリング回数：120(50Hg)、143(60Hg)</p> <p>ふるい1式(13段)</p>
	d) 水分測定器	1	<p>インフレアード・ランプ：185W×3、100V</p> <p>試験片サイズ：175φ×18mm厚さ</p> <p>試験片重量：50gr</p>
	e) ユニバーサル 抗圧力試験機	1	<p>生型抗圧力：1.32kg/cm² (測定範囲)</p> <p>乾燥型抗圧力：6.6 "</p> <p>生型剪断力：1.04 "</p> <p>乾燥型剪断力：5.2 "</p> <p>高抗圧力、高剪断力、乾燥型抗断力、中子抗張力、 中子結合力測定可能のこと</p> <p>モーター：30W 単相×100V</p> <p>標準アクセサリ-付属のこと</p>

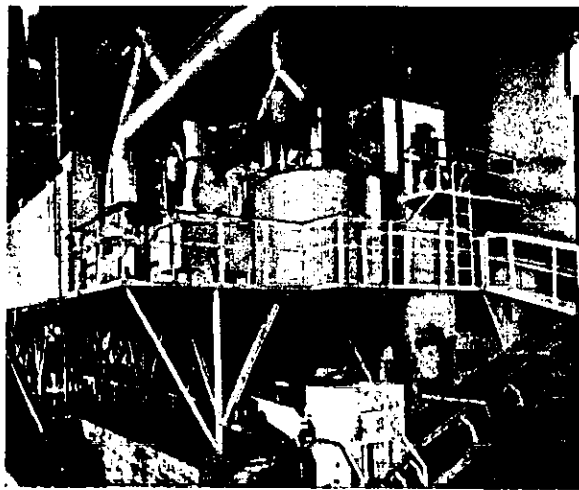
No	設備項目	数量	仕様
	l) 砂試験用 砂温練機	1	混練容量：22.6kg モーター：200V、0.75KW、4P-3相 回転速度：44rpm 内径：φ610mm ローラー：φ254×57mm
	g) 引張り試験機	1	10T
	h) 生型硬度計	1	ポータブル
	i) 乾燥型硬度計	1	ポータブル
	j) 活性粘土分 測定器具	1式	フラスコ、アジテーター、ヒーター 試薬、ろ紙
	k) 加熱炉	1	燃焼減量測定用150℃~300℃
	l) 精密天秤	1	最少 0.01 gr



造型機

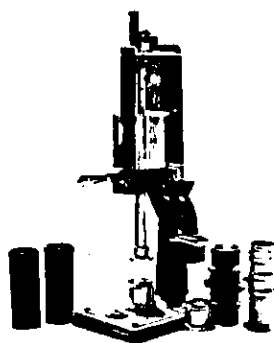


生型砂混練機

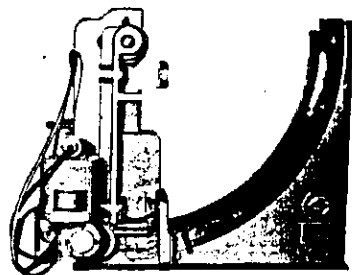


砂処理設備

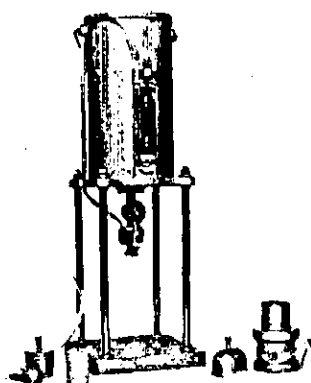
図V-1-1-10 生型自動造型ライン設備例



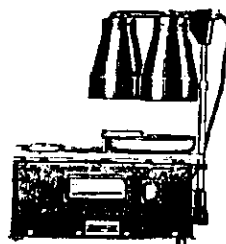
サンドランマー



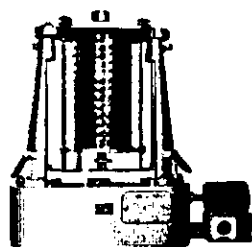
万能抗圧力試験機



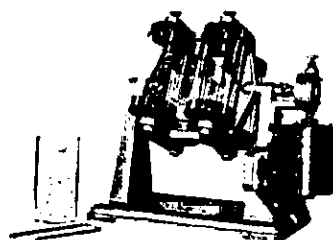
通気度測定器



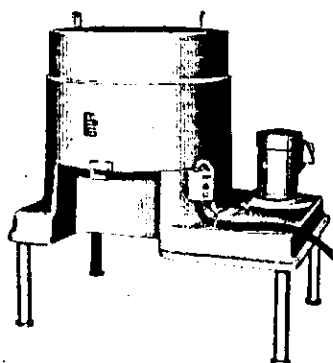
水分測定器



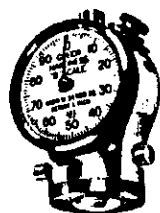
ふるい試験機



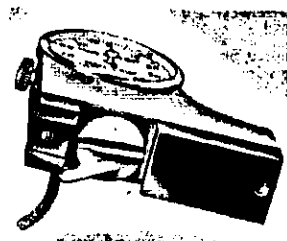
粘土測定器（水洗器）



試験用砂混練機



生型硬度計



乾燥型鑄型硬度計

図V-1-1-1-1 砂試験設備例

a) 生型自動造型ラインの造型能力算出

生型自動造型ラインの設備能力算出にあたっては下記の設定条件に基くものとする。

- ・生産機種はブルドーザ油圧弁铸件及びその他建機の小物類。
- ・年間計画生産両：1,850 (Ton/年)
- ・製品単重は数kg～64kg程度であるが1枠については1個込み
あるいは数個合い込みとし、1枠あたりの製品重量は30kgとする。
- ・操業時間：2,304H/年 (8H/直×1直/日×24日/月×12月/年)
- ・鑄枠寸法：800×600×(250+250)H mm
- ・必要生産枠数(延べ)：60,500枠(小物は合い込みとする)
- ・設備稼働率：65%
- ・製品不良率：6%

1時間当り必要造型能力の算出

$$\frac{\frac{60,500 \text{ (枠/年)}}{(1-0.06)}}{2,304 \text{ H/年} \times 0.65} = 43 \text{ 枠/Hr}$$

1時間当り43枠の造型能力を持つ造型機を選定する必要がある。カタログ等にある造型速度は、中子等をセットせず、理想的な状態での型込み送り出しを想定したものであるから、当工場の铸件のように複雑な中子をセットする場合は、中子セット時間のマージンを見込む必要がある。

造型速度43枠/時間程度では量産としては少ない。よって造型機は1台で交互造型する方式で十分追従出来るので、この方式を選定した。パイプレートスクィーズ圧力は30,000kgで、800×600 鑄枠に対してはその面圧力は6.25kg/cm²となる。

中子セットのための鑄枠プール数は油圧弁中子のような複雑なものであることを考慮し5枠を設定した。注湯用の鑄枠プール数は10枠を設定した。鑄込後の冷却時間は、30枠をとり、約60分間とする。

鑄込後はトラバーサーで冷却ラインに移す方式とし、半円ローラーによる連続式はとらない。これは将来状況によって冷却ラインの増設が可能に出来るので、現在はこの方式が標準である。

b) 生型砂混練能力の算出

1 枠（上型+下型）セット鑄型に必要な砂重量は時間当り造型数43セット、砂の密度を1.5（ g/cm^3 ）、鑄枠の内のり寸法800×600（250+250）として、次のようになる。

$$1 \text{ 枠に要する砂 (kg) : } 360 \text{ kg } (80 \times 60 \times 25 \times 2 \times 1.5)$$

従って、時間当り必要砂供給量は、砂のこぼれ損失を10%と想定し

$$\text{必要砂量 (Ton / 時間) : 約 } 17 \text{ Ton/H } (360 \times 43 \times 1.1)$$

サンドミルの1回混練時間サイクルを6分/回として、1時間に10回の混練すると、1回の混練量は1,700 kg/回となり、この能力のサルドミルを設定する。

c) 砂回収能力

砂回収能力は20Ton/Hとし、回収された砂は砂温管理のためサンドクーラーを通す。その能力は夏期室温32℃、湿度60%で砂温は約40℃を目標として管理する。

生型自動造型ラインは、造型機ラインと、砂混練、砂回収設備は密接な関係があるので、これらを1つのシステムとして設計することが大切である。このラインで生産する鑄造品は、多種中量という性格を持っているので模型の変更回数が多い。そのため模型交換装置をつける必要がある。これがないと模型交換に時間を要し、度々ラインがストップし、生産性を著しく阻害することになる。

d) 砂試験設備

生型砂造型では常に一定した鑄物砂の状態を保つことが大切である。実際の操業では諸条件が一定でないため、かなり変動を起こすことがあり得る。この状態をある目標値の巾の中でコントロールするために常時砂の特性値を把握し、異常があれば、す早く対応する必要がある。このため最低必要な設備を導入することを計画した。その主なものは次のような試験が出来るものである。(この試験設備は自硬性砂の試験用も含まれる)

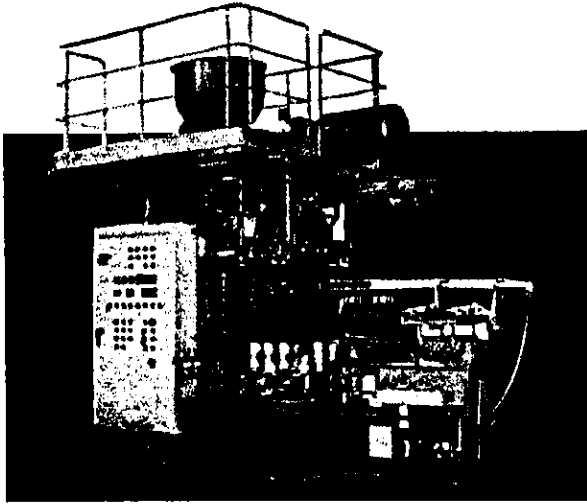
- 抗圧力試験 (抗折も含む)
- 通気度試験
- 水分計測
- 活性粘土分測定
- コンパクトビリティ試験
- 灼熱減量
- 表面安定度試験
- 鑄型硬度試験

2) 中子造型設備（生型造型用）計画

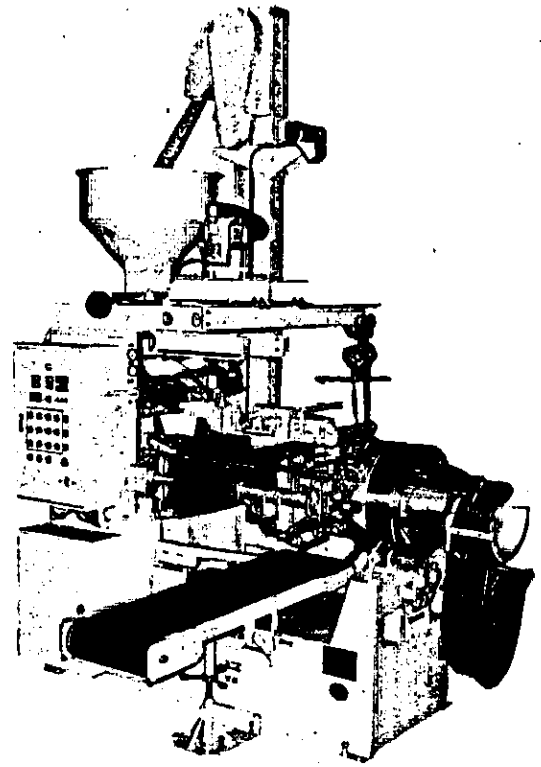
生造型ラインと自硬性造型ラインの2つのラインに供給する中子は数量、大きさとも、それぞれ性格が異なるので生型造型ラインに対してはシェル中子を適用し、自硬性ライン（フラン鑄型）に対しては同じ自硬性砂を使用する。自硬性砂中子用設備は主型用と共用出来、小中子については、小型混練機を導入して対処する。これは既に自硬性造型ライン設備の項で述べたので割合する。よって、この項に於ては生型造型ラインに対処する中子製造設備について言及する。

表V-1-1-12 生型造型ライン用中子製造設備一覧表

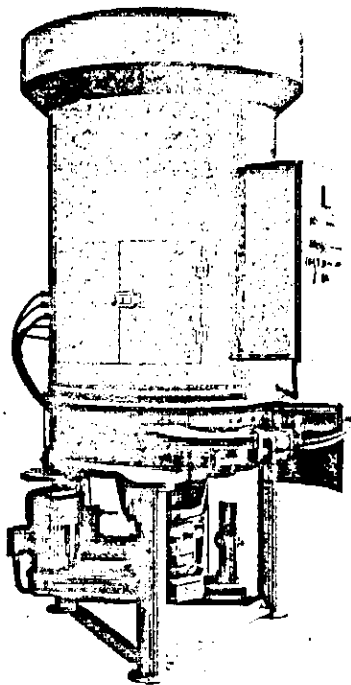
No	設備項目	数量	仕様
1	シェルモール ディングマシン	2	方式：垂直割、フローイング方式 金型最大寸法：500 × 550 × (130 + 130) 加熱方式：電気又はガス 造型能力：60秒/サイクル (キュアリング35秒のとき)
2	シェルモール ディングマシン	1	方式：水平割、フローイング方式 金型最大寸法：580 × 480 × 180 加熱方式：電気又はガス 造型方式：80秒/サイクル (キュアリング40秒のとき)
3	砂混練機	1	レジン混練用 能力：100 kg/バッチ
4	砂加温機	1	能力：2Ton/H
5	オシレーティング、 バケットエレベーター	1式	能力：2Ton/H



水平割りシェルモーディングマシン



垂直割りシェルモーディングマシン



コーテッドサンド混練機

図V-1-1-13 シェル中子製造設備例

a) 生型造型ライン用シェルモーディング中子用設備能力

シェルモーディング設備能力算出にあたっては、下記の条件に基づく。

- 弁類の生産ユニット数：43,500ユニット／年
- タンク、ポンプ等生産ユニット数：17,000ユニット／年
- 操業時間：2,304 H／年（8 H／直×1直×24日／月×12ヶ月）
- 不良率：铸件不良率：6%・砂中子欠損率：0.5%、計6.50%
- 稼働率：65%
- 中子吹込み方式：弁類は垂直ブロー方式、その他は水平ブロー方式とする。
- 中子数：弁類及びその他共にユニット数×2 とする。
- 中子造型サイクル：2分／サイクル

b) 中子造型機台数の算出

1台のシェルマシンの中子製造能力（中子数／年）：

$$45,000 \text{個} (60 \text{分} / 2 \text{分} \times 8 \text{H} \times 24 \text{日} / \text{月} \times 12 \text{ヶ月} \times 0.65 = 44,928)$$

$$\text{弁類中子用：2台} \left(\frac{43,500 \times 2}{(1-0.065) \times 45,000} = 2.07 \text{台} \right)$$

$$\text{その他の中子用：1台} \left(\frac{17,000 \times 2}{(1-0.065) \times 45,000} = 0.81 \text{台} \right)$$

c) シェルサンド混練機能力（ユートッドサンド）

- 弁中子砂重量／個：6 kg（製品30kg×1.5 / 7.24）
- その他の中子砂重量／個：2 kg（製品10kg×1.5 / 7.24）
- 必要砂重量：635Ton／年（6×43,500×2 + 17,000×2）

- 1日に必要な砂量：2.5Ton/日 (635T/24日×12ヶ月×1.10)

(1.10：こぼれ等損失余裕)

- 砂混練機容量：100 kg/バッチ

(使用量からみると、これより少量でよいが砂の混練条件等から考えて最低限必要な容量を設定した)

- 1日に混練可能な量：

$$100 \text{ kg/バッチ} \times 60/3 \text{ 回/H} \times 8 \text{ H} \times 0.65 = 10,400 \text{ kg/日}$$

- 1日の混練で供給できる消費日数：

$$\text{約4日分：} (10.4/2.4 = 4.3 \text{ 日分})$$

- 1ヶ月の消費分を混練するための日数

$$6 \text{ 日：} (2.40 \times 24 / 10.4 = 5.5 \text{ 日})$$

したがって、100 kg/バッチ混練機を設置した場合

- ① 4日おきに1日操業する (この場合30kg袋詰めとして347袋となる)

- ② 6日間連続操業して1ヶ月をストックする

(この場合30kg袋詰めとして1,933袋となる。これだけのストックヤードが必要となる)

シェル中子に用いられる樹脂混合砂はコーテッドサンドが一般的に使われており、その製造法はホット法が容易であるので、この方法が一般的に採用されている。中国、国内でコーテッドサンドが供給される場合は、この設備はいらぬ。装置としては砂を加熱する装置 (130℃前後) 及び砂の搬送コンベアー、バケットエレベーター、砂冷却用オシレーティングコンベアー等の設備が必要となる。一方成型されたシェル中子はベルトコンベアーで搬送し、砂バリを除去して棚、あるいはバスケットに保管する方法とする。

(3) 自硬性砂造型ライン設備（フラン砂：主型、中子共）計画

自硬性砂（フラン砂）造型ラインは連続混練機による造型をはじめとして、シェークアウトマシンによる型バラシ、古砂の回収再生装置を含めて、1つのラインとする。このラインを構成する主要設備は以下に示すようなものである。

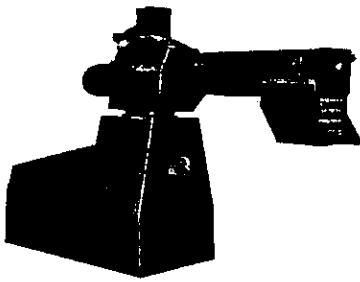
- a. 連続混練機（主型用）
- b. 小物用バッチ、ミキサー（中子用）
- c. 振動テーブル（造型用）
- d. ローラーコンベアー（造型枠搬送）
- e. シェークアウトマシン
- f. サンドクラッシャー
- g. 磁選機
- h. バイブレーションスクリーン
- i. サンドリクレーマー
- j. サンドホッパー
- k. オーバヘッドコンベアー（又は、空気転送装置）
- l. 集じん機
- m. ホイスト（造型枠運搬、他）

表V-1-1-14 自硬性砂造型ライン設備一覧表

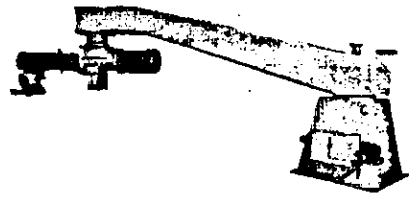
No.	設備項目	数量	仕様
1	連続砂混練機	1	砂混練能力 5Ton/H、中速度 軸回転数 435rpm 付属品：薬液供給ポンプ（2液用）1式 モーター：5.5KW × 1台、0.2KW × 1台 0.1KW × 1台
2	バッチミキサー	1	混練能力：30kg/バッチ
3	ローラー コンベアー	2式	最大荷重：500 kg/メートル、200kg/M ローラー：300 × 2列、全巾1,000mm、800mm 90°カーブローラー：4ヶ、4ヶ

No	設 備 項 目	数 量	仕 様
4	振動コンベアー	2	テーブルサイズ1,000 × 1,200、1,000 × 1,000 最大積載荷重：500 kg、200 kg モーター：0.25KW × 2台、0.020KW × 2台
5	シェークアウトマシン	1	1,500 × 1,500mm、5 Ton
6	サンド クラッシャー	1	処 理 能 力：5 Ton/H ホッパー容量：1 m ³ 集じん用フード付き、ゴムノレン付き 集じん能力：30m ³ /min
7	磁 選 機	1	分 離 方 式：半磁外輪型ドラム方式 処 理 能 力：5 Ton/H ドラム径：φ300 × 400 mm 表 面 磁 力：約600 ガウス ドラム駆動：チェーン sprocket 式 モーター：0.2KW × 1台
8	サンド リクレーマー	1	処 理 量：5 Ton/H セル数：4セル × 2列 ブロワー：104 m ³ /min、風圧：1,200 mmHg
9	サンドホッパー	1	容 量：19m ³ 寸 法：2,200 × 2,200 × 6,800 mm 付 属 品：上、下限レベル計

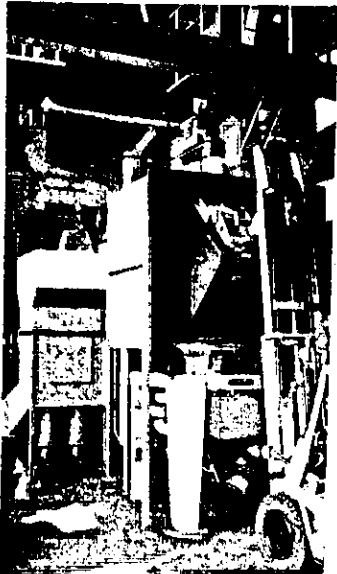
No	設 備 項 目	数 量	仕 様
10	砂 冷 却 装 置	1	<p>冷却方式：水冷パイプによる堅型ホッパー式 熱交換器</p> <p>処理能力：5Ton/H</p> <p>外気湿球温度 27℃</p> <p>ただし入口砂温 80℃</p> <p>出口砂温 35℃</p> <p>付 属 品：ゲート用開閉コントロール装置 上、下限レベル計 冷却水の給排水管 冷却水循環ポンプ クーリングタワー</p>
11	砂搬送コンベア バケット エレベーター 又は (空気輸送装置)	1式 (1)	5T/H 搬送能力 400mm 巾 輸送速度 30M/min (5T/H、タンク容量：0.5 m ³) (パイプライン1式)
12	集 じ ん 機	1	バグフィルターによる乾式集じん機 フィルター清掃方式 集じん能力：300 mmHg 400 m ³ /min モ ー タ ー：30KW×1台、0.4KW ×1台



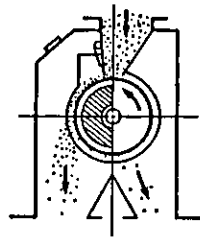
連続砂混練機



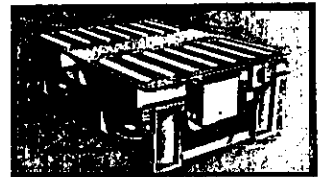
ダブルアーム式 連続砂混練機



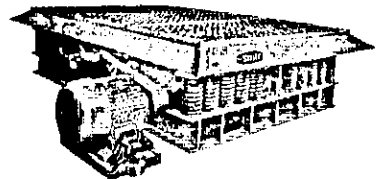
サンドクラッシャー



磁選機



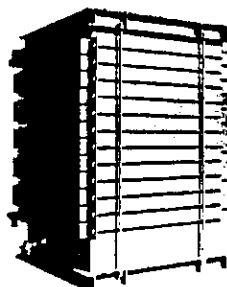
振動テーブル



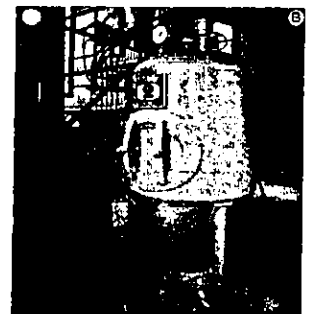
シェークアウトマシン



サンドリクレーマー



砂冷却装置



空気輸送装置

図V-1-1-15 自硬性砂造型ライン主要設備例

自硬性砂造型ラインの設備能力

自硬性砂造型ラインの設備能力算出にあたっては下記の条件を設定する。

- 生産機種：油圧タンク（T100 /120 用：120kg/個）、クラッチケース
140kg/個等
- 生産量：840 T/年（油圧タンク：420T/T、クラッチケース：420T/T）
- 操業時間：2,304 H（8H/直×1直×24日/月×12ヶ月）
- 必要枠数：6,500 セット枠（3,500 +3,000）
- 铸枠サイズ：
$$\left[\begin{array}{l} 1,030 \times 630 \times (250 + 250) \\ 1,100 \times 1,050 \times (300 + 150) \end{array} \right.$$
- 不良率：6%
- 稼働率：65%
- 砂比重：1.5

a) サンドメタル比（砂重量/製品重量）

油圧タンク

$$\left[\begin{array}{l} \text{主型：} 2.73 \text{ T/T } \left(\frac{103 \times 63 \times 25 \times 2 \times 1.5}{120} \right) \\ \text{中子：} 0.80 \text{ T/T } \left(\frac{43 \times 83 \times 30 \times 1.5}{120} \right) \end{array} \right.$$

クラッチケース

$$\left[\begin{array}{l} \text{主型：} 3.42 \text{ T/T } \left(\frac{110 \times 105 \times (3 + 1.5) \times 1.5}{140} \right) \\ \text{中子：} 1.28 \text{ T/T } \left(\frac{90 \times 85 \times 25 \times 1.5}{140} \right) \end{array} \right.$$

$$\text{主型（計）：} 3.27 \text{ T/T } \left(\frac{420 \times 2.73 + 420 \times 3.42}{840 \times (1 - 0.06)} \right)$$

$$\text{中子 (計)} : 1.10 \text{ T/T } \left(\frac{420 \times 0.8 + 420 \times 1.28}{840 \times (1-0.06)} \right)$$

1 枠 (セット) 製品Ton 当り砂の使用量 (サンドメタル比) : 4.37 T/T

b) 時間当り必要混練砂量 :

$$2.6 \text{ T/時間 } \left(\frac{\frac{840}{1-0.06}}{2,304 \times 0.65} \times 4.37 \right)$$

平均時間当りでは 3 Ton/H でもよいが、実際造型では短時間に込めるので余裕をとって 5 Ton/H 能力の連続混練機を選定する。

連続混練機 5 Ton/H は、主型及び大型中子用に使用するが、これとは別に小型中子 (寄せ中子など) 造型のために 30kg/パッチ程度の砂混練機を別途導入する。

c) 砂回収、砂再生能力

造型用連続混練機の能力を 5 Ton/H に設定したので、砂回収ラインもこれとマッチングさせるため、サンドクラッシャー、サンドリクレーマー、砂冷却装置など一連の設備は 5 Ton/H の能力を設定する。

(4) 鋳込み設備

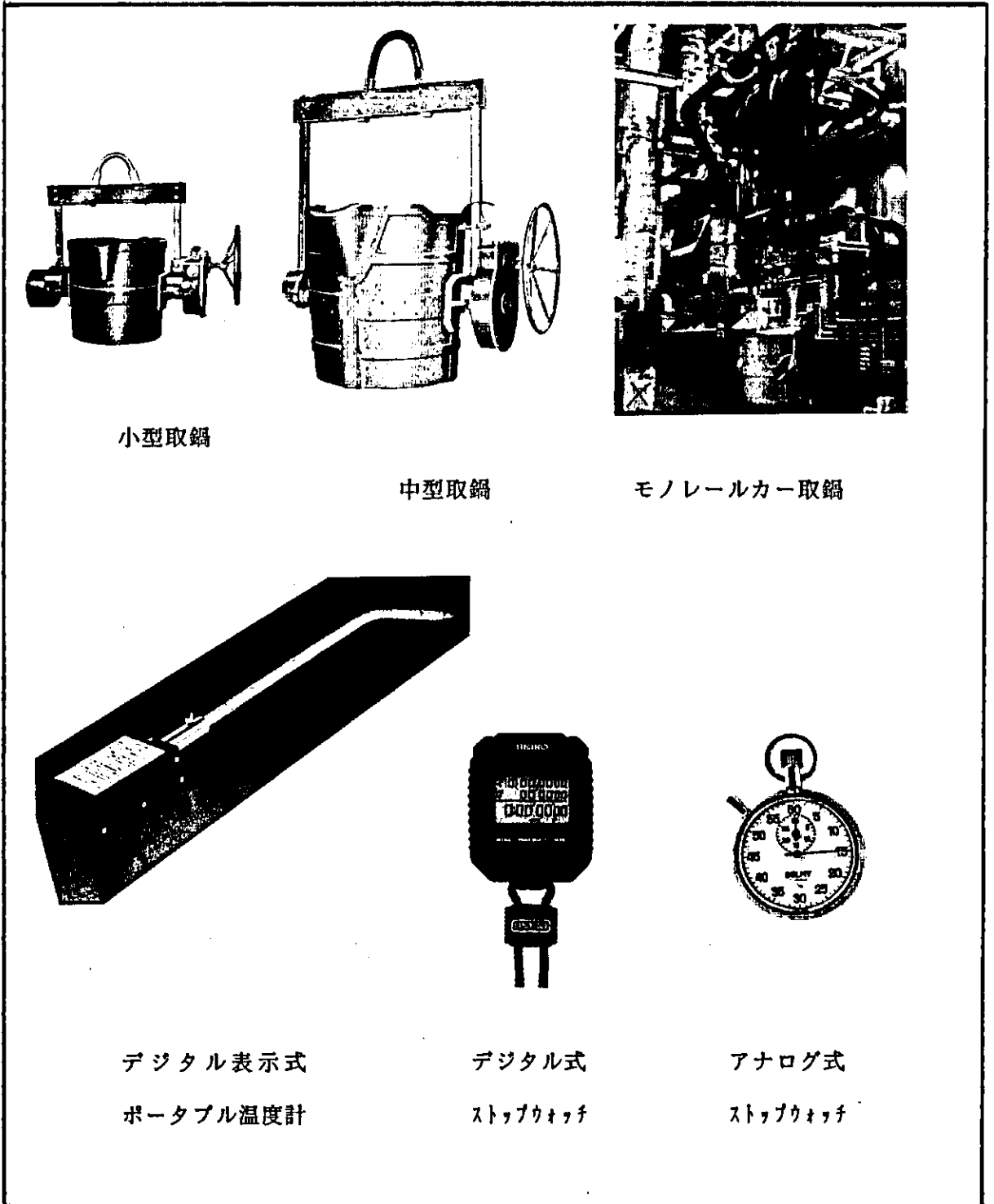
鋳込み設備は生型造型ラインと自硬性造型ラインに別々に必要であり、それぞれのラインに合った容量の取鍋を設定する。鋳込温度測定用の温度計、鋳込時間測定用のストップウォッチをそれぞれの職場に置く。

表V-1-1-16 鋳込み設備一覧表

No.	設備項目	数量	仕様
1	取鍋	4	生型造型ライン、容量300 kg
		3	自硬性砂造型ライン、容量：1,000 kg ギヤー傾動式
		2	自硬性砂造型ライン、容量：500 kg ギヤー傾動式
		2	自硬性砂造型ライン、容量：200 kg
2	温度計	2	生型造型ライン用、自硬性砂造型ライン用 測温範囲：0～1,700℃ 熱電対：アルメル、クロメル線 デジタル式：(石英管保護付き)
3	鋳込速度測定用 ストップウォッチ	2	生型造型ライン用、自硬性砂造型ライン用 積算式

生型造型ラインはmax注湯量の場合で75kg/個/枠の場合300 kg取鍋で4ヶ鋳込みとなる。平均30kgとすれば300 kg取鍋10枠の鋳込みとなる。鋳込みラインは10枠分がセットされている。生型鋳込みラインは溶解場から自動走行モノレールホイスト式とする。自硬性砂鋳造ラインは、型かぶせ鋳込場で注湯されるのでクレーン吊り(ホイスト)で取鍋を運搬する。

自硬性砂造型ラインでの鑄込みはmax200kg/個の鑄込重量とした場合、1Ton取鍋持込みで5個連続鑄込みが可能である。160kg程度の鑄込の場合は1Ton取鍋で6ヶ鑄込みが可能である。500kg取鍋ではそれぞれ2ヶ、3ヶの鑄込みとなる。中物鑄込み用として、200kg取鍋準備してある。小型取鍋はレバー傾動式（又はギヤ式）とし、中型取鍋以上は、ギヤ傾動式とする。



小型取鍋

中型取鍋

モノレールカー取鍋

デジタル表示式
ポータブル温度計

デジタル式
ストップウォッチ

アナログ式
ストップウォッチ

図V-1-1-17 鑄込設備例

(5) 鋳仕上げ設備

鋳仕上げ設備としては、型ばらし後の製品の砂落とし鋳肌清浄のためにショットブラストをかけるが、弁鋳物本体には4点吊りのハンガープラストを導入する。

又、大型鋳物（タンク、クラッチケース）などはモノレールブラスト（ハンガー式）を適用する。小物は従来からあるターンブラストを使う。押湯、堰跡を削るには削り量が多い場合には、フロアスタンド・グラインダー、高周波グラインダー、ターニングマシンなどにより処理する。表面の凹凸やバリ跡のならしにはポータブルエアグラインダー各種を使って仕上げる。弁体の穴内部は、必要に応じてタガネを工夫する必要もある。又内部をのぞくのにポータブル式の内視鏡（直管、フレキシブル）を補助的に使って、砂付着の具合や、欠陥状況の有無をある程度調べることが出来る。（ファイバースコープ形式の内視鏡は検査科に備える予定。）弁本体穴内部の清浄のためにはコーリン処理設備を更新し、設置する。

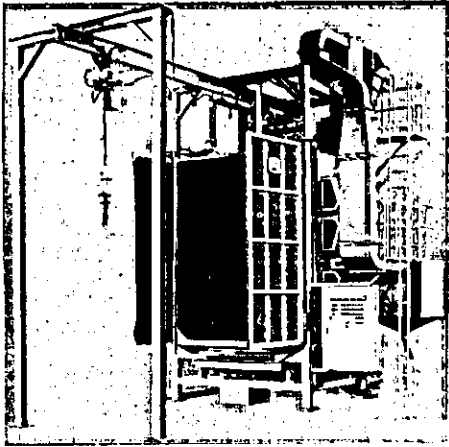
表V-1-1-18 鋳仕上げ設備一覧表

No.	設備項目	数量	仕様
1	ハンガープラスト	1	4本吊り 生型製品用 最大製品寸法：500 φ×1,100 H 製品最大吊荷重：150 kg 毎時処理能力（7ヶ/日）：17～53（14～44） モーター：11×4P×2台 付帯設備：集じん機付き
2	モノレールブラスト	1	1本吊り 自硬性砂製品用 最大製品寸法：1,200 φ×1,500 H 製品最大吊荷重：1,000 kg インペラー：360 φ×64×2基 モーター：7.5KW×1、11KW×1 集じん機付き：50m ³ /min

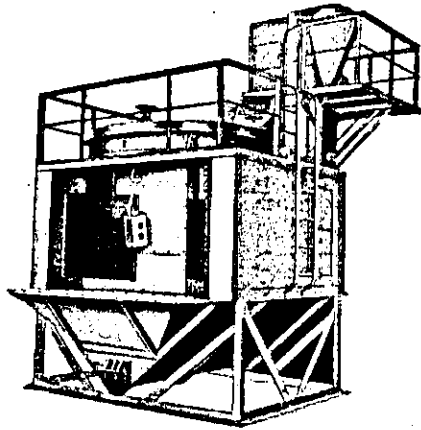
No.	設備項目	数量	仕様
3	高周波グラインダー	1	<p>最高使用速度：3,000m/min (無負荷回転速度) 6,000rpm</p> <p>と石：150×25×15.88mm (専用)</p> <p>電源：400Hg、3相交流200V</p> <p>電動機：3相かご型誘導電動機</p> <p>全負荷電流：9.5A、最大出力：4.3KW</p>
4	フロアスタンド グラインダー	4	<p>定周速、定位置研削方式</p> <p>周速：3,000m/min</p> <p>と石：510φ×50×50.8mm (専用)</p> <p>モーター：7.5KW×4P、3相200/220V、50/60Hz</p>
5	ポータブル グラインダー	3	<p>ストレートグラインダー</p> <p>エア式：と石：65×13×9.35、100×19×12.7、 150×25×15.88mm</p> <p>周速度：3,000m/min</p> <p>電気式：と石：100×19×12.7</p> <p>回転数：5,800rpm</p> <p>電源：100/200V、325W</p> <p>アングルグラインダー (ディスクグラインダー)</p> <p>エア式：と石：100×6×15mm</p> <p>周速度：4,300m/min</p> <p>ヘッド高さ：85mm</p> <p>電気式：と石：100φmm</p> <p>回転数：12,000rpm</p> <p>電源：100/200V、430W</p>

No.	設備項目	数量	仕様
6	ポータブル内視鏡	3	ベビーグラインダー エア式：と石：13×13、25×13mm 回転数：30,000m/rpm、20,000m/rpm と石周速度：2,000m/min、2,000m/min
		3	電気式：と石：18mm 回転数：30,000rpm 電源：100V×1.5A、145W
		1	直管直視タイプ パイプ径：8φmm 有効長さ：440mm 視野角：55° 観察深度：5mm～∞
		1	直管側視タイプ パイプ径：8φmm 有効長さ：340mm 視野角：55° 観察深度：5mm～∞
		2	電圧 200V 交流、入力電力 200VA 周波数 50/60HZ、150W光輝度ハロゲン光源
		内視鏡用光源装置	
7	電解液洗浄設備	1式	1,100 × 1,100 mm × 3 槽（電解槽、水洗槽、温水槽） 使用温度：450℃～550℃ 電気加熱方式

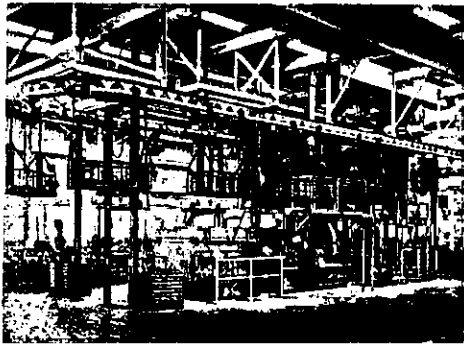
No	設備項目	数量	仕様
8	フライス盤 (ターニングマシン)	1 (1)	テーブル寸法1,000 mm (現有 機械第二工場のを流用)
9	堰折機	2	最高使用圧力：700 kg/cm ² 破壊力：19Ton、ウェッジ速度115 cm/秒 ウェッジ有効長さ：100 mm、巾：16×29 油圧ポンプ： 吐出量：抵圧5 ℓ/min、高圧：1.2 ℓ/min 最高圧力：850 kg/cm ² 電圧：200/220V、出力：1.5KW
10	ペイント装置	2組	エア吹きつけ及びどぶ漬け方法
11	検査定盤	2	1,500 × 1,000mm 及び 2,000 × 1,500mm
12	コンベア	1式	600mm 幅



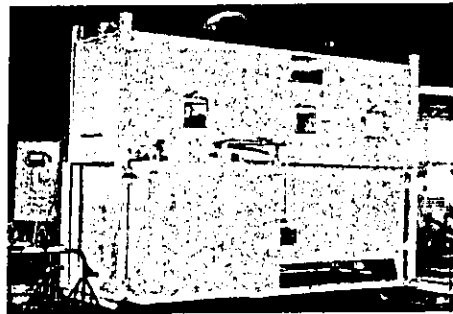
クレーンブラスト



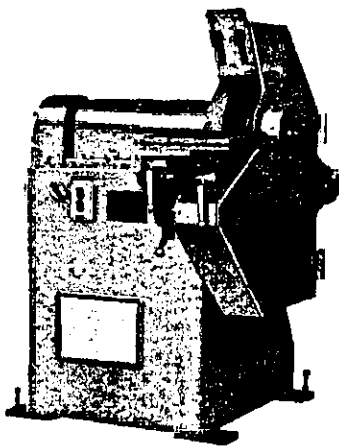
ハンガーブラスト



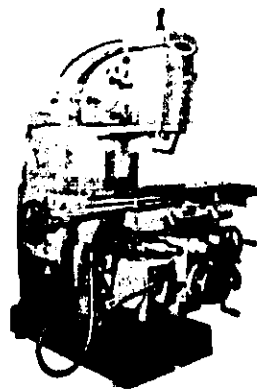
電解洗浄装置ライン



電解洗浄装置



定周速フロアスタンドグライダー



フライス盤



ベビーグラインダー (エア)



ベビーグラインダー (電気)



ストレートグラインダー (エア)



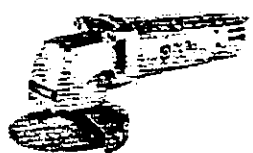
ストレートグラインダー (電気)



アングルグラインダー (エア)



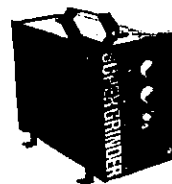
アングルグラインダー (電気)



アングルグラインダー (高回転)



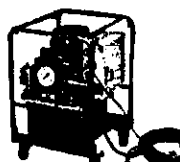
ストレートグラインダー (高回転)



発電機

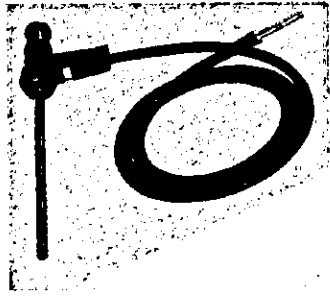


堰・湯口折機
(油圧式)

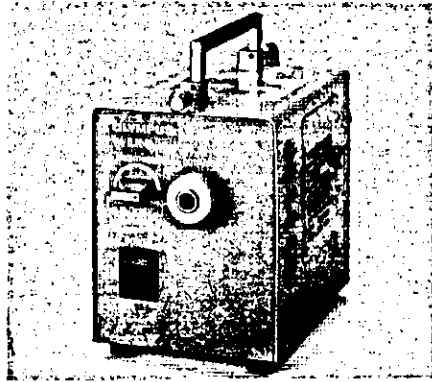


電動油圧ポンプ

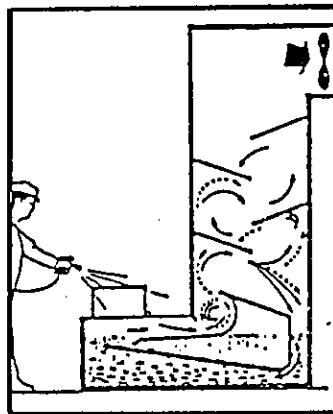
図V-1-1-19 (2/3) 鋳仕上設備例



ポータブル内視鏡
(直管タイプ)



光源



エア-吹きつけペイント装置

a) ハンガーブラスト設備能力算出

ハンガーブラストは弁類本体のショットブラストに使用する。生産ユニット数は43,500/年を処理するものとする。算出にあたっては下記の条件を設定する。

$$\bullet \text{必要生産ユニット数 (不良含み)} \dots 46,277 \left(43,500 \times \frac{1}{1-0.06} \right)$$

- ハンガーブラストの吊り…4本、各1本につき2ヶ吊り下げる
- 稼動時間…2,304 H/年 (8 H/直×24日/月×12ヶ月×0.65)
- 稼動率…0.65
- 不良率…6%
- ハンガー回転…15分/回転

年間処理可能数

$$73,728 \text{個} : \left(4 \text{本} \times 2 \text{ヶ} \times \frac{60}{15} \text{回数/時間} \times 2,304 \text{ H/年} \right)$$

$$\text{余裕率} : 37\% \left(100 - \frac{46,277}{73,728} \times 100 \right)$$

したがって、ハンガーブラスト1台を導入する。

b) モノレールブラスト

モノレールブラストは大型鋳物 (油タンク、クラッチケースなど) に適用する。生産数は6,500 個数/年とする。算出にあたっては下記の条件を設定する。

$$\bullet \text{必要生産数 (不良含み)} \dots 6,915 \text{ 個} \left(6,900 \times \frac{1}{1-0.06} \right)$$

- ハンガー数 … 1本吊り、1ヶ吊り
- 稼動時間 … 2,304 H/年 (8 H/直×24日/月×12ヶ月×0.05)
- 稼動率 … 0.65

・不良率 … 6%

・ハンガー回転引き出し … 15分/回

年間処理可能数：

$$9,216 \text{ 個} \left(1 \text{ 本} \times 1 \text{ ヶ} \times \frac{60}{15} \text{ 回/時間} \times 2,304 \text{ H/年} \right)$$

$$\text{稼働余裕率} : 25\% \left(100 - \frac{6,915}{9,216} \times 100 \right)$$

よって、モノレールプラスト1台を導入する。

c) その他の小物は既存のターンプラストを使う。

その他の小物は370Ton/年程度である。ターンプラストの処理能力を200 kg/回とした場合の処理能力は次のようである。

$$200 \text{ kg/回} \times 60 \text{ 分/15分} \text{ 回数/時} \times 2,304 \text{ H} = 1,843 \text{ Ton/年}$$

タンブラー1台で十分処理能力はある。

d) 電解洗滌装置

処理条件を下記の如く設定する。

$$\text{・処理数} \dots 46,277 \left(43,500 \times \frac{1}{1-0.06} \right), \text{ (不良率: 6\%)}$$

・処理数 … 6個×2段積/回

・処理サイクル … 35分/回 (初回は50分かかるが平均35分として設定)

年間処理数：

$$47,400 \left(6 \times 2 \times 60/35 \times 2,304 \text{ H/年} \right)$$

よって、1台で処理可能である。

e) フロアースタンドグラインダー

フロアースタンドグラインダーは弁類鋳物及びその他の小物のグラインダーに使用する。処理条件としては、

・平均処理時間：8分/個

・処理数 : 64,362個 (60,500/1-0.06)

1台の処理能力：17,280個/年 ($\frac{60}{8} \times 2,304 \text{ H/年}$)

必要台数 : 3.75台 64,302/17,280

よって、フロアースタンドグラインダーを4台導入する。

又、複雑な曲面や、せまいところ、など機械で出来ない部分はハンドグラインダーによって処理する。又堰跡押湯跡の大きなものはターニング（フライス）によって削り取る手段もとる。

(6) 模型設備

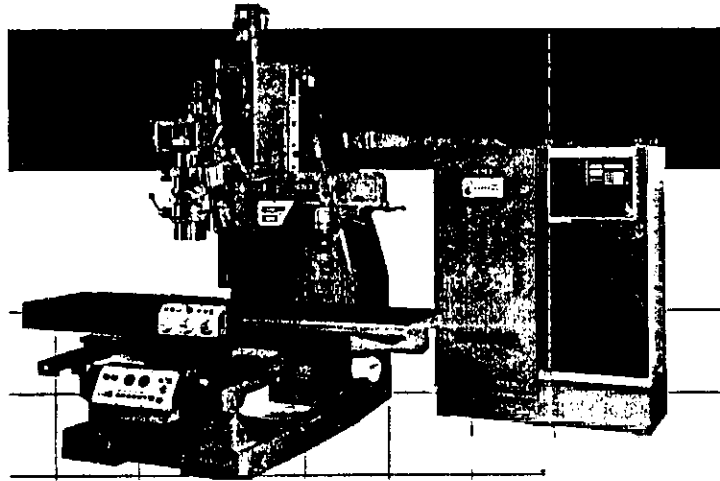
模型には金型と木型があるが、金型は生産用に使い、木型は試作用が主となる。金型製作の設備は整備工場の設備を流用するが、不足設備として、ならいフライス盤（NC付）を導入する。木型製作設備は、現状不足しているもので基本的なものを1通りそろえる。木型であっても金型のマザーモデルを作る必要があるので、精度のよい、きちんとした木型を作る必要がある。

表V-1-1-20 模型製作設備一覧表

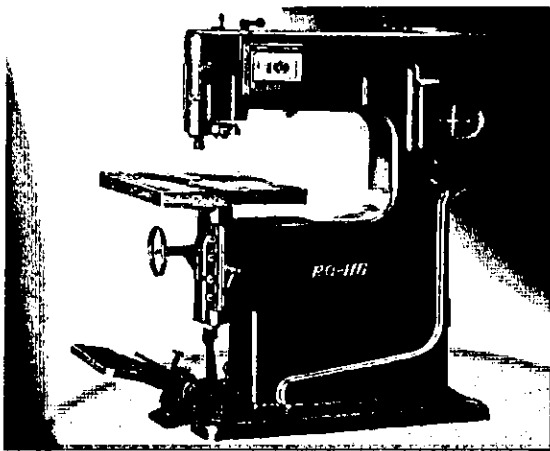
No.	設備項目	数量	仕様
1	金型設備： 1) ならいフライス盤 (NC付)	1	<p>テーブル寸法：1,350 × 500</p> <p>運動範囲 X：850、Y：500、Z：400 mm</p> <p>切削送り： テーブルラム・ニー：1～2,500 mm/min</p> <p>早送り：テーブルラム・ニー：6,000 mm/min ニー：3,000 mm/min</p> <p>モーター：テーブル送り：1.8KW /サーボ ラム送り：1.8KW /サーボ ニー送り：3.5KW /サーボ クーラントポンプ：0.1KW/AC ラム冷却装置ポンプ：0.1KW/AC</p> <p>テーブル積載重量：500 kg</p> <p>主軸頭仕様</p> <p>旋回角度：±90°</p> <p>クイルの動き：100 mm</p> <p>変速方法：S4桁自動変速</p> <p>主軸回転数：低速：10～525rpm 高速：526～2,200rpm</p>

No	設備項目	数量	仕 様
2	<p data-bbox="289 645 489 683">木型製作設備</p> <p data-bbox="274 712 511 750">1) ルーターマシン</p> <p data-bbox="274 1348 460 1386">2) バンドソー</p>	<p data-bbox="563 712 586 750">1</p> <p data-bbox="563 1348 586 1386">1</p>	<p data-bbox="690 398 994 436">主軸電動機：5.5/3.7KW</p> <p data-bbox="690 459 1179 497">テーブルより主軸端まで：50～525 mm</p> <p data-bbox="690 519 1239 557">コラム面より主軸中心まで：120～620 mm</p> <p data-bbox="660 712 949 750">加工最大厚さ：145 mm</p> <p data-bbox="660 772 1150 810">定盤より主軸までの最大距離：195 mm</p> <p data-bbox="660 833 1298 871">主軸中心よりフレームまで（スイング）：670 mm</p> <p data-bbox="660 896 1001 934">定盤上、下可動距離：95mm</p> <p data-bbox="660 956 972 994">定盤面積：810 × 510 mm</p> <p data-bbox="660 1016 957 1055">主軸回転数：20,000rpm</p> <p data-bbox="660 1077 882 1115">刃物シャンク：12</p> <p data-bbox="660 1137 972 1176">ベルト：38×2,235 mm</p> <p data-bbox="660 1198 927 1236">モーター：1.5KW(2P)</p> <p data-bbox="660 1348 1001 1386">最大引き割り寸法：390 mm</p> <p data-bbox="660 1408 1298 1447">帯のこの大きさ：S/102^φ × 4,450^{長さ} × 0.7^{厚さ} mm</p> <p data-bbox="660 1469 1239 1507">ホ イ ー ル：650 φ、回転数750/720rpm</p> <p data-bbox="660 1529 1090 1568">テーブルの大きさ：825 × 715 mm</p> <p data-bbox="660 1590 1061 1628">テーブルのふところ巾：620 mm</p> <p data-bbox="660 1650 1090 1688">モーター（帯のこ用）：3.7KW-4P</p> <p data-bbox="660 1711 942 1749">電 源：200V、3相</p>

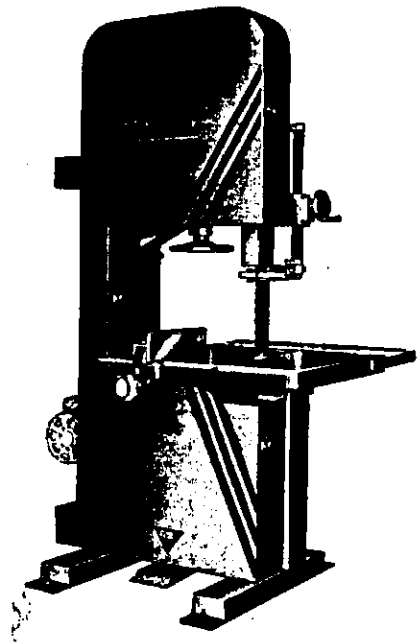
No.	設備項目	数量	仕様
	3) ベルトサンダー	1	作業面有効長さ : 910 mm サンディングベルト巾×長さ : 180 mm×2,950 mm ベルト速度 : 50Hg : 150m/min モーター : 3.7KW ×4P 排風機モーター : 0.4KW ×2P
	4) 木工旋盤	1	ベット長さ : 1,880 mm スイング (ベッド上) : 250 mm スイング (刃物台上) : 180 mm 主軸回転 : 500-2,000rpm (50Hg) モーター : 1.0KW ×4P
	5) ケガキ定盤	1	1,000 × 1,500 mm (1級) 鋳鉄製
	6) ハイトゲージ	1	600 mm
	7) イケール	1	400 × 300 mm
	8) やげん台	1	250 × 250 mm
	9) トースカン	1	300mm
	10) ノギス	1	300mm



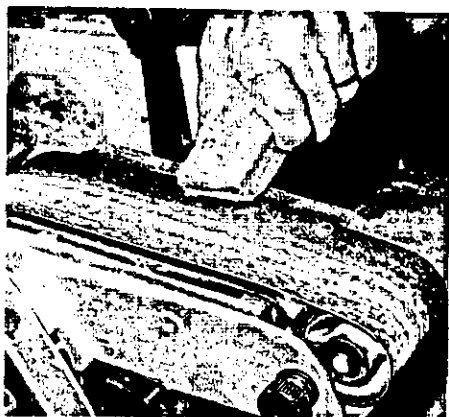
ならいフライス (NC付)



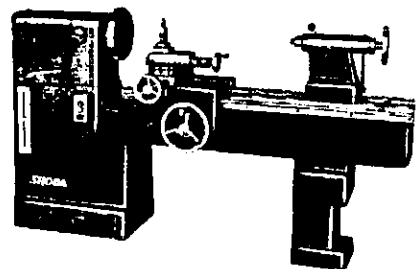
木エルータマシン



帯のご盤

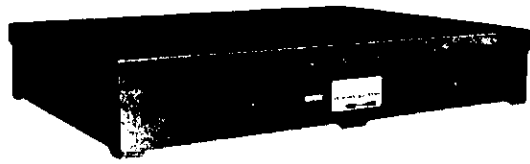


ベルトサンダー

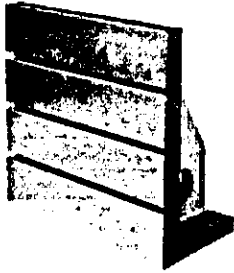


木工旋盤

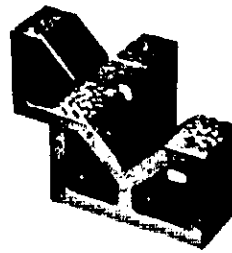
図V-1-1-21 (1/2) 模型設備例



ケガキ定盤 (鋳鉄)



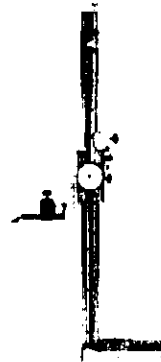
イケール



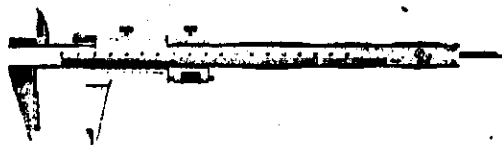
やげん台



トースカン



ハイトゲージ



ノギス

図V-1-1-21(2/2) 模型設備例

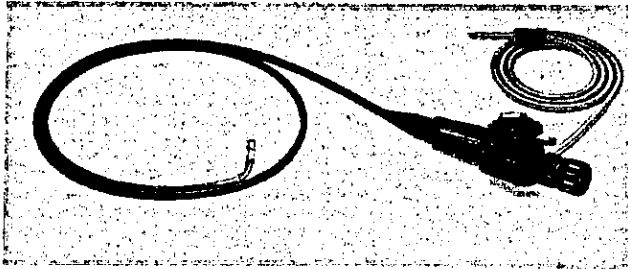
(7) 検査設備

検査部門の設備としては、油圧弁類、穴部の検査用として、内視鏡を導入する。又、引張り試験片加工用として旋盤を設置する。肉厚計測の簡易法として肉厚計（ポータブル）を備える。複雑形状測定のための三次元測定機は、機械加工部門の近代化計画の中で考慮するので鋳造としては取り上げない。製品の切断試験のために弓のこ盤を設定する。

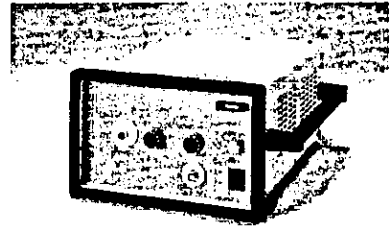
表V-1-1-22 鋳造検査設備一覧表

No	設備項目	数量	仕様
1	内 視 鏡 (ファイバースコープ式)	1	グラスファイバー管及び光学アダプター式 先端部：φ8.4 mm わん曲角：上120°、下120°、左右100° 挿入部最大径：φ8.4 mm 有効長：720 mm 全長：1,020 mm ライトガイドケーブル：2,000 mm 視野角：39°（光学アダプターにより視野角 変更可能） 視野方向：直視（光学アダプターにより、 側視に変更可能） 観察深度：8mm～∞（対物焦点調整方式） 照明方式：ライトガイド式
	光源装置	1	電圧：200V/220V、入力電圧 200VA 周波数 50/60 Hz 150W光輝度 ハロゲン光源装置

No	設備項目	数量	仕様
2	切断機	1	切断径：410 φ 切断大きさ：380H×410W 鋸刃サイズ：4,770 × 32 × 1.1 mm モーター：鋸刃用：5 HP 切割用：1/6 HP コンプレッサー：2 HP
3	超音波厚さ計	1	液晶デジタル方式 測定範囲：1.2 ～ 100 mm 表示桁数：最少単位：4桁、0.1 mm 測定方式：パルス反射方式 使用周波数：5MHz 精度：0.1 mm、誤差0.1 mm 表示回数：-2個/秒 電源：単3アルカリ電池 始動時間：約5秒 動作時間：連続300時間以上 本体他、付属品1式
4	旋盤	1	スイング（ベッド上）：360 mm センター距離：500 mm ベッド長さ：800 mm 主軸速度：80～1,800rpm（6段） 縦送り量：0.05～3.78mm/rev 横送り量：縦送りの1/2 モーター：2.2KW



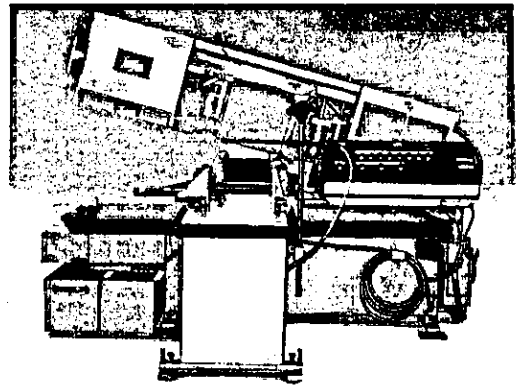
内視鏡 (ファイバースコープ)



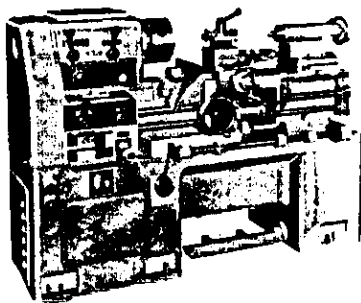
電源



肉厚計 (超音波式)



切断機



旋盤 (T.P 加工用)

(8) 分析設備

分析設備としては金属顕微鏡が老朽化しているので、代替品をいれる。同時に顕微鏡写真を自分で現像し適切な倍率に拡大出来るよう現像拡大、焼付け設備を備える。成分分析は現在温式分析であるが迅速分析装置を備えるのが望ましいので一応真空発光型分光分析装置を計画に入れる。

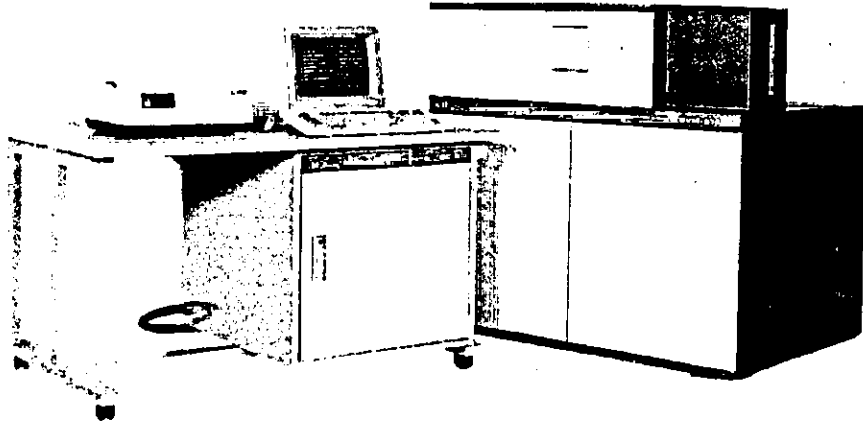
表V-1-1-24 分析設備一覧表

No	設備項目	数量	仕様
1	金属顕微鏡 (カメラ付き)	1	<p>本体部：明視野本体</p> <p>カメラ光路固定 (Bi 50%、カメラ50%)</p> <p>リレーレンズ2群4枚構成</p> <p>ステージ中座2枚付 (シズク穴と長穴)</p> <p>ステージ：共軸右下ハンドル</p> <p>ステージストローク X方向30mm Y方向30mm</p> <p>3枚重ねクロスステージ</p> <p>レボルバ：PMEB本体固定式 明視野用5ヶ穴</p> <p>鏡筒：双眼鏡筒 傾斜角30° 鏡筒長定常装置付</p> <p>眼幅調節範囲53~75mm</p> <p>片側ヘリコイドによる視角補正付</p> <p style="text-align: right;">視野数20</p> <p>準焦部：ステージ上下動式</p> <p>ラックピニオン式上下動ストローク</p> <p style="text-align: center;">上方30mm 下方2mm</p> <p>ローラガイド、バネバランス機構付</p> <p>ステージ上下動量36.8mm/ハンドル1回転</p> <p>粗動ハンドル重さ調整機構付</p>

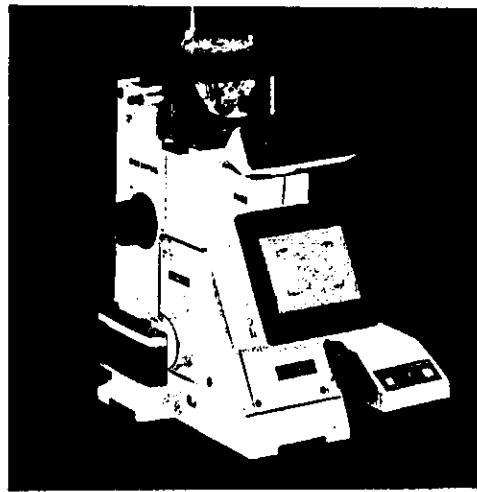
No.	設備項目	数量	仕様
			<p>照明装置：12V、50W 長寿命ハロゲンランプ内臓</p> <p>投光管：本体固定式</p> <p>明視野専用視野絞り</p> <p>開口絞り付</p> <p>フィルタポケット付ポライザポケット付</p> <p>NDスライドポケット付 ポライザポケット付</p> <p>電装部：本体部内臓型定格入力電圧100/120V、 220/240V</p> <p>連続調光式二次側過電流保護回路付</p> <p>フォトユニット：自動露出写真装置内臓</p> <p>30% 平均測光（35mmフィルム面）</p> <p>自動露出範囲 1/125sec ~4min</p> <p>ISO 感度35mm：6 ~6,400、</p> <p>大版：50~50,000</p> <p>35mm、大版カメラ同時取付可</p> <p>3段ターレット式撮影レンズ内臓</p> <p>（35mm：3.3×、5×、6.7×</p> <p>大版：10×、15×、20×）</p> <p>マイクロメータ内臓 テレビカメラ装着可</p> <p>マニュアルアタッチメント：大版カメラ胴、35mmカメラ兼用型</p> <p>撮影レンズ倍率3.3×（35mm）10×（大版）</p> <p>OM7アタッチメント：OM一眼レフカメラ専用アタッチメント</p> <p>撮影レンズ倍率 5×</p>

No.	設備項目	数量	仕 様
2	写真現像引伸し設備	1式	現像バット、フィルム乾燥機（現像薬品） 引伸し機、プリント乾燥機、切断機等一式
3	真空型発光分光 分析装置	1式	<p>鑄鉄分析用 15元素セット</p> <p>1. 分光部：</p> <p>回折格子：凹面曲率半径500 mm 溝数2,700 本/mm</p> <p>波長範囲：165.0 ～415.0</p> <p>分 散：0.7 mm/mm</p> <p>ホトマル収容数：量大44本</p> <p>発光スタンド：アルゴン容器気中</p> <p>2. 発光部：</p> <p>形 式：低スパーク</p> <p>放電回数：400 回/秒</p> <p>イグナイタ：15KV_p</p> <p>主放電：低圧コンデンサ放電・電圧300V_p</p> <p>3. 測光部：</p> <p>測定方式：全元素同時積分方式</p> <p>測光精度：変動率 (CV) 0.1 %以内</p> <p>内標準法：マルチインターナル方式</p> <p>各分析条件において元素毎に 任意設定</p> <p>定時間法：元素毎に任意設定可</p> <p>測定シーケンス：2シーケンス</p> <p>予備放電時間：最大99秒</p> <p>サンプリング時間：最大99秒</p> <p>容 量：45個まで可</p>

No.	設備項目	数量	仕様
			<p>4. データ処理部</p> <p>中央処理装置：16ビット</p> <p>マイクロプロセッサ</p> <p>記憶容量：512KB</p> <p>ソフトウェア：分析元素（最大32）</p> <p>分析グループ</p> <p>（最大5 検量線グループ/ 1分析条件）</p> <p>偏差測定：含有量レベルでの 2次式判定</p> <p>検量線数：2 又01次式、近似</p> <p>CRT：14インチ</p> <p>プリンタ：80文字/行</p> <p>その他付属</p> <p>a) グラインダー</p> <p>b) ベルター</p> <p>c) 電極成形器</p> <p>d) スペアパーツ1式</p>



真空發光分光分析裝置



金屬顯微鏡

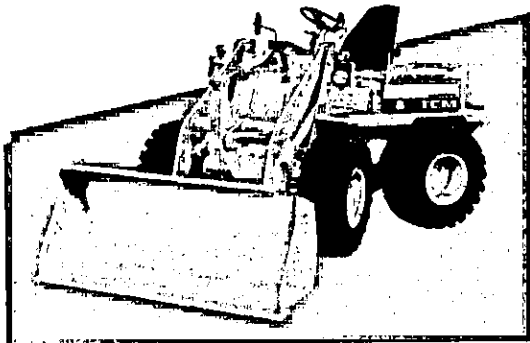
圖V-1-1-25 分析設備例

(9) その他

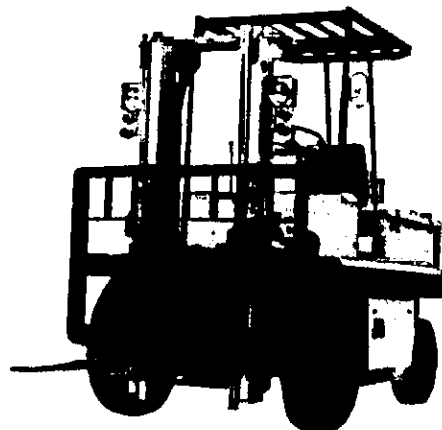
運搬、ユーティリティ等下記のような設備が必要となる。

表V-1-1-26 運搬、その他の設備一覧表

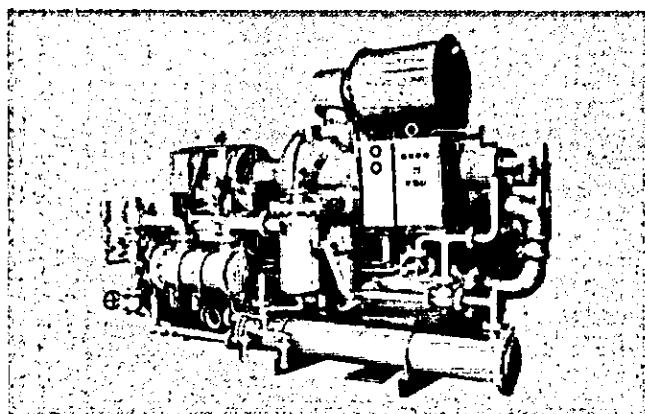
No.	設備項目	数量	仕様
	・ペイローダー (パケットローダー)	2	0.35m ³ (キューボラ材料運搬用、鋳物材料運搬用)
	・フォークリフト	1	3Ton
	・電動フォークリフト	1	1Ton (バッテリー式)
	・電動台車 (鋳枠出し用)	1	5T (バッテリー式、又はケーブル式) 自硬性 砂造型場への取鍋移動
	・ホイスト	5	生形造型仕上場 3T×1台 22m スパン 溶解場 5T×1台 自硬性砂造型場 3T×2台 24m スパン 自硬性砂造型仕上場 3T×1台 24m スパン
	・天井クレーン	2	自硬性砂造型場 5T×1台 24m スパン
	・緊急用発電機	1式	現有 (200KW×1、80KW×1) + α 電気炉冷却水循環ポンプ用、溶湯処理用クレーン 稼働、キューボラ送風、材料処理用などに緊急用 送電設備を準備すること
	・コンプレッサー	1式	生型造型ライン: 5.4±0.2kg/cm ² 、20N/m ² /分 及びその他の設備、工場エア用
	・変電所	1式	
	・ガス	1式	
	・水道	1式	
	・変電所	1式	



バケットローダー



フォークリフト



コンプレッサー（スクルータイプ）

図V-1-1-27 運搬設備例他

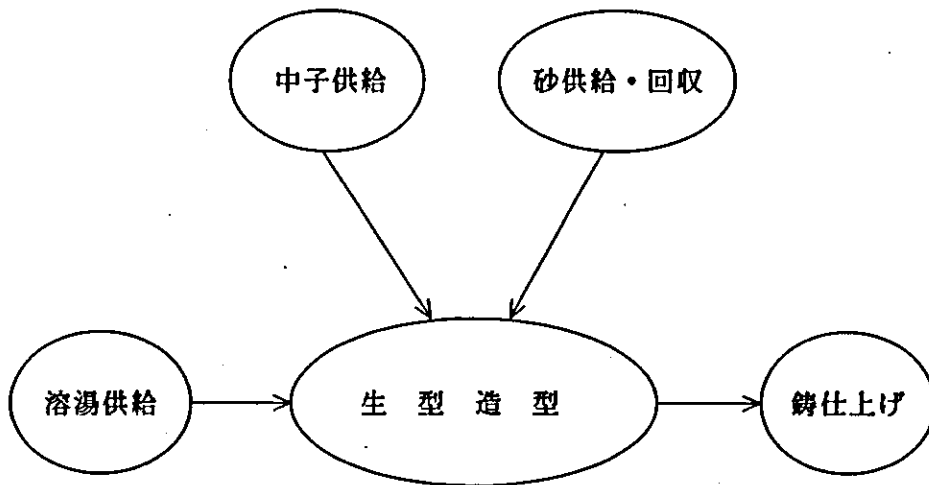
1-1-3 新鑄造工場レイアウト

(1) 生型自動造型ライン鑄造工場

設備の配置に対する基本的考えは、造型ラインを主に考え、

- 砂の供給、回収砂の処理を極力短いラインで行う。
- 鑄込場と溶解場は極力短くする。生型砂造型による生産量は自硬性砂によるものより生産量が多く、頻繁に出湯するので溶解場は生型砂造型へ移設する。
- 中子模型は常時使用するものは工場内へストックする。
- 鑄込まれたものは、ただちに鑄仕上げ場に運ばれるようにする。
- 鑄仕上げ場の電解洗浄槽は工場内へ設置したが、排気装置を必ずつける必要がある。

図V-1-1-28 に生型鑄造工場レイアウトの概念図を示す。



図V-1-1-28 生型鑄造工場レイアウトの概念

図V-1-1-29 に生型鑄造工場レイアウトを示す。

主要設備は下記番号で示す。

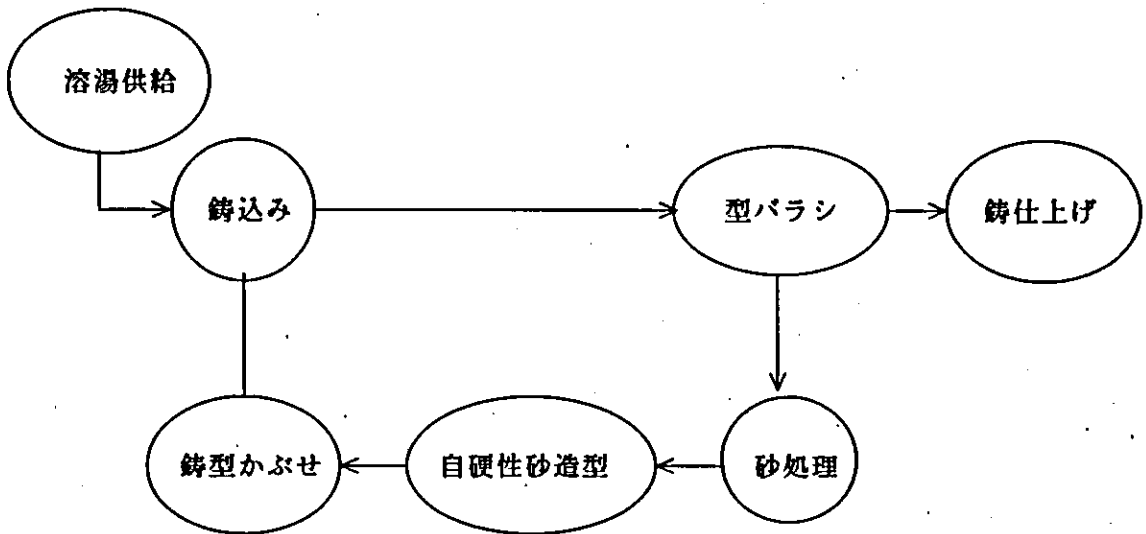
- | | |
|------------|-------|
| 1. 生型造型場 | ① ~ ⑨ |
| 2. 砂処理 | ⑩ ~ ⑱ |
| 3. シェル中子造型 | ⑳ ~ ㉓ |
| 4. 溶解分析 | ㉔ ~ ㉗ |
| 5. 鑄仕上げ・検査 | ㉘ ~ ㉙ |

(2) 自硬性砂造型ライン鑄造工場

設備配置の基本的考えは生型の場合と同様である。

- 工場は生型鑄造工場のわきへ、並列に作る。これは生型場よりの溶湯の配給を最短にするためである。
- 鑄込場は、溶解場から台車運搬されたものが、最短で鑄込める場所をとる。
- 造型と砂処理は最短距離に設置する。
- 造型→型かぶせ→鑄込→型ばらし 作業が流れるようにする。
- 生型、中子の造型は同じ混練機で供給できるようにする。
- 鑄込後の品物は鑄仕上げ場へ直結するようにする。

図V-1-1-30 に自硬性鑄物工場のレイアウト概念図を示す。



図V-1-1-30 自硬性砂鑄造工場

図V-1-1-31 に自硬性砂鑄造工場のレイアウトを示す。

主要な設備及び作業区分は下記番号で示す。

- | | |
|-------------------|-------|
| 1. 自硬性砂造型場（生型、中子） | ① ~ ⑦ |
| 2. 型かぶせ場 | ⑧ ~ ⑩ |
| 3. 中子（小物）造型場 | ⑪ ~ ⑫ |
| 4. 鑄込場 | ⑬ |
| 5. 鑄枠置場 | ⑭ |
| 6. 鑄込品一時置場 | ⑮ |
| 7. 型ばらし一時置場 | ⑯ |
| 8. 砂処理 | ⑰ ~ ㉕ |
| 9. 鑄仕上げ | ㉖ ~ ㉑ |

図V-1-1-32 に鑄造工場全体図を示す。

(3) 模型工場

模型工場は木型工場のレイアウトを図V-1-1-33に示す。金型製作については、現在の整備工場で行うものとし、ならいフライス盤を導入するので、機械工場の近代化を参照されたい。

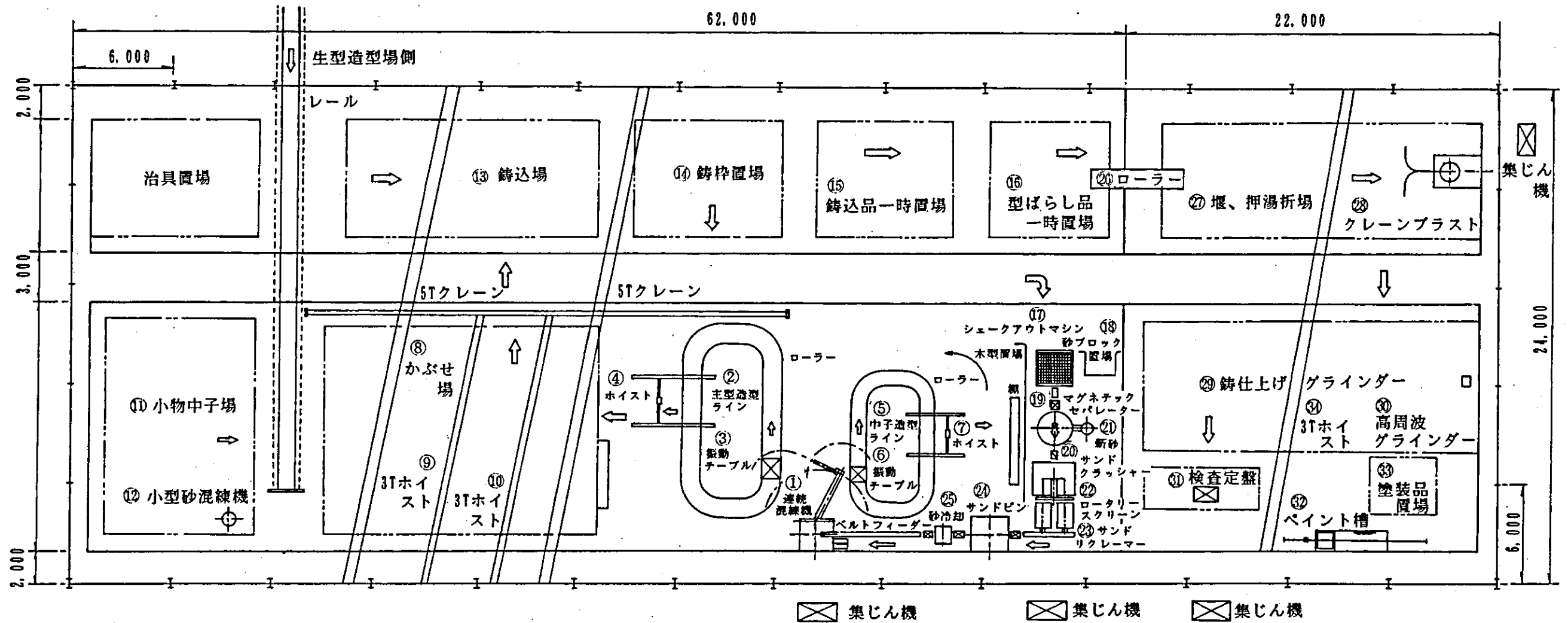
(4) 分 析

分析室（真空型発光分光分析装置）は生型溶解場のわきに付設する。

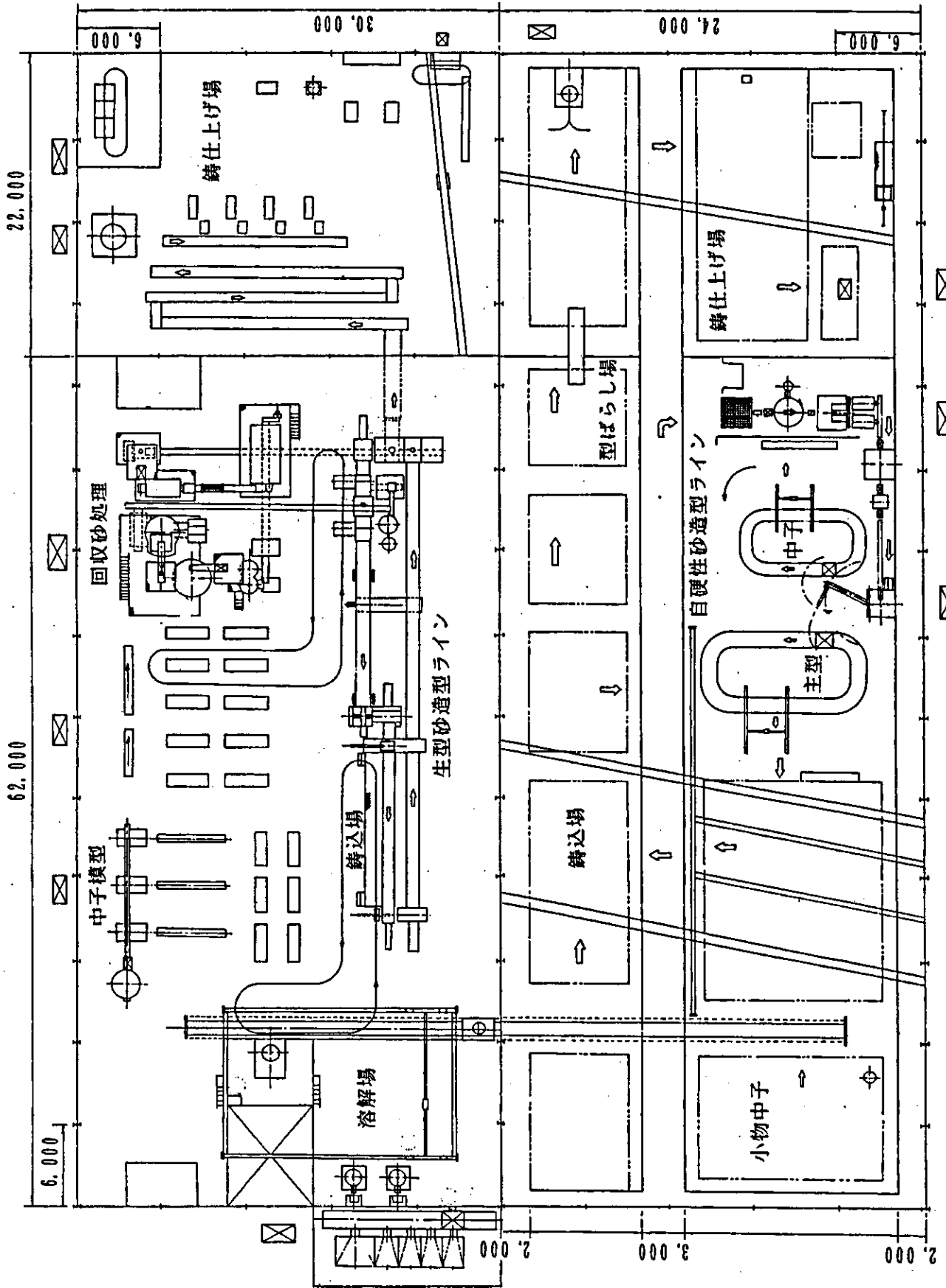
(5) 検 査

検査設備は旋盤、切断機などは、新検査科室のわきの機械工場のうち検査科に最も近い場所に設置する。

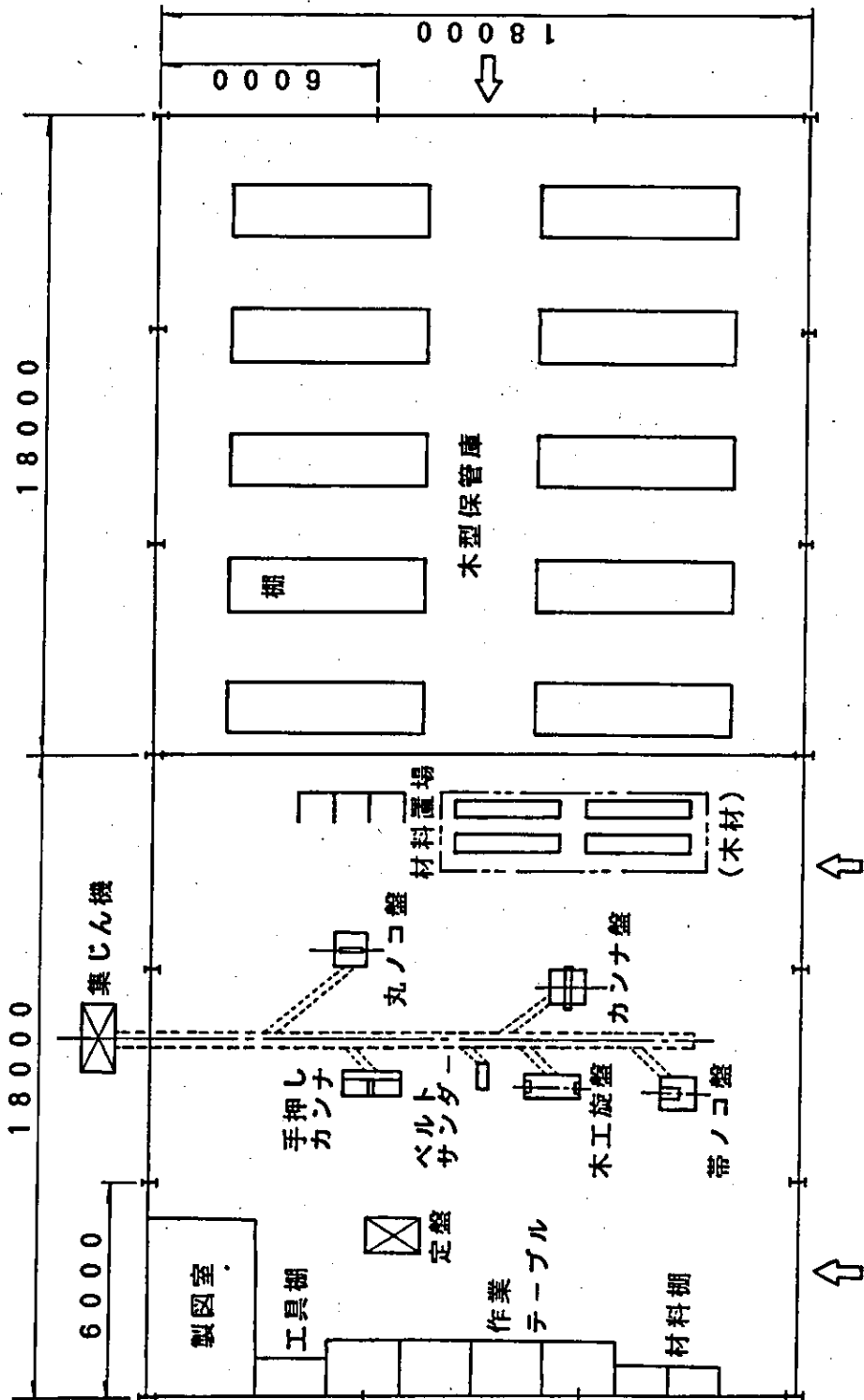
レイアウトは機械工場近代化を参照されたい。



図V-1-1-31 自硬性砂 鑄造工場レイアウト



図V-1-1-32 鑄造工場全体図



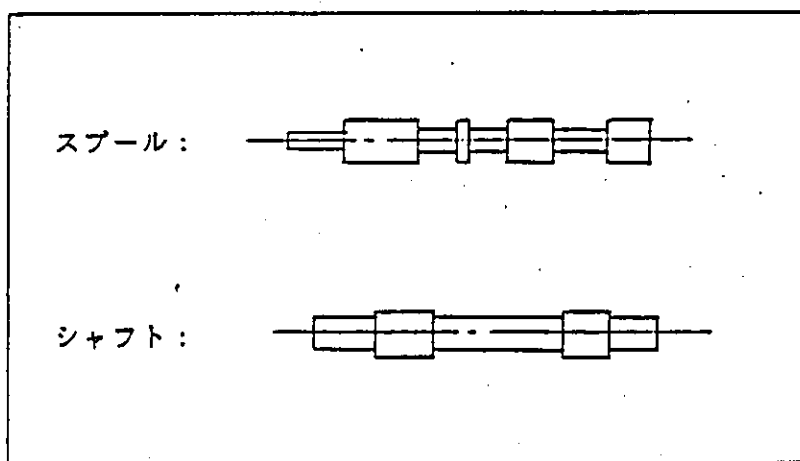
図V-1-1-33 模型(木型)工場レイアウト

1-2 熱処理工場

丹東工程液圧機械廠の熱処理工場はIV章現状分析で述べた如く、設備としては比較的新しく、老朽化による更新の必要はない。しかし今後の増産計画に対しては能力に不足を生じるので1部設備の増設が必要である。

(1) 熱処理主要部品の生産計画

油圧ユニットにおける熱処理部品の主たるものは図V-1-2-1に示すようなスプール及びシャフト類でありその他はごく小さな品物品である。各油圧ユニットの生産計画(表II-1-3-1)からこれらのスプール、シャフト類の本数を算出すると1995年において表V-1-2-2に示す如く総数で122,700本/年となる。



図V-1-2-1 スプール、シャフト略図

表V-1-2-2 油圧弁スプール、シャフト類の生産本数

油圧ユニット名	スプール/ ユニット	計画 油圧 ユニット数	スプール 本数/年	材 質 別 内 訳		
				20CrMo	45#	50Mn
1. ブレード操作弁	2	11,900	23,800	23,800		
2. ステアリング操作弁	6	8,400	50,400		42,000	8,400
3. クラッチブースター	1	5,300	5,300	5,300		
4. リッパ操作弁	1	3,900	3,900	3,900		
5. ミッション操作弁	6	4,100	24,600	4,100	20,500	
6. 安全弁	2	4,800	9,600			
7. サーボ弁	1	4,100	4,100		4,100	
8. 石油掘削用弁	1	1,000	1,000		1,000	
計		43,500	122,700	37,100	77,200	8,400

(注：上記表の中でステアリング操作弁ユニットの中には安全弁も含まれている。
又各油圧ユニットのスプール（シャフト）数は代表的なものを選んでそれを
平均的な数として設定した。)

(2) 長さ別、棒径別、生産計画数（本数）

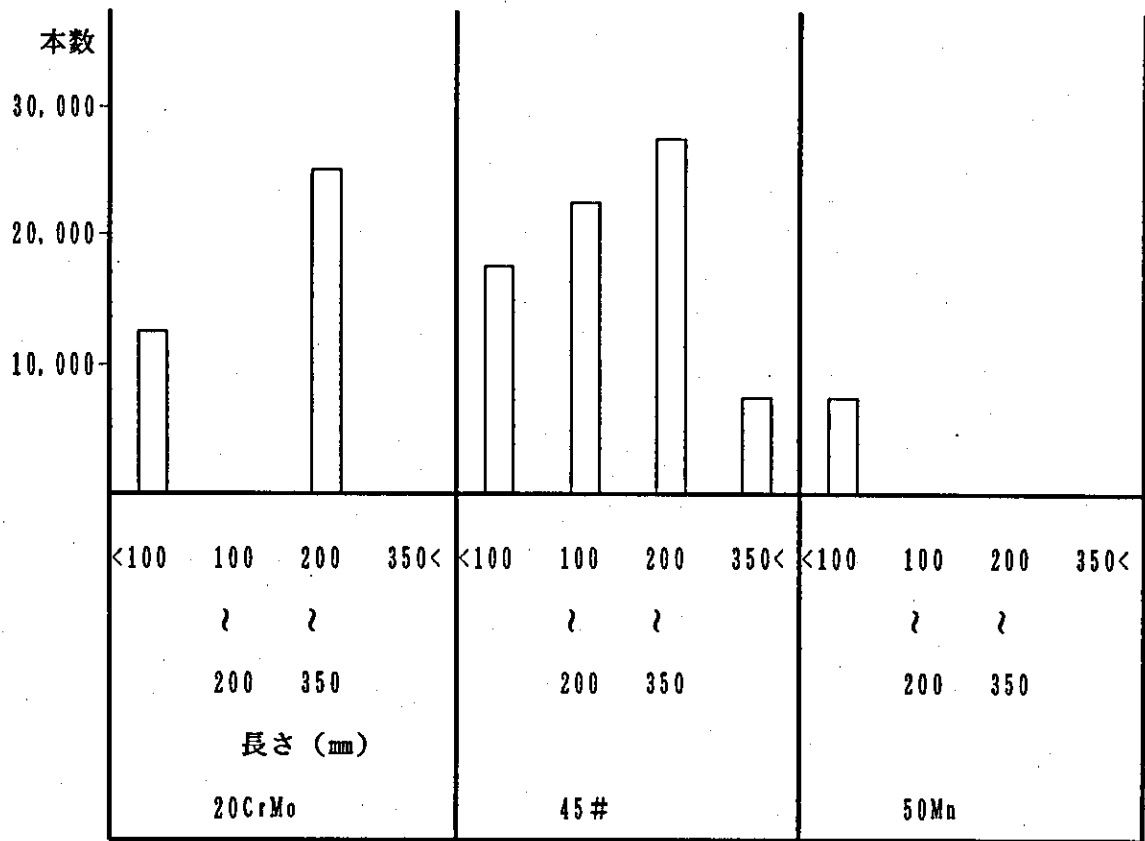
上記表1-2-2 にもとずき材質毎の長さ区分、棒径区分の本数を表V-1-2-3に示す。
これは熱処理炉容量選定のデータとするためである。

表V-1-2-3 材質別、長さ別、棒径別、生産本数

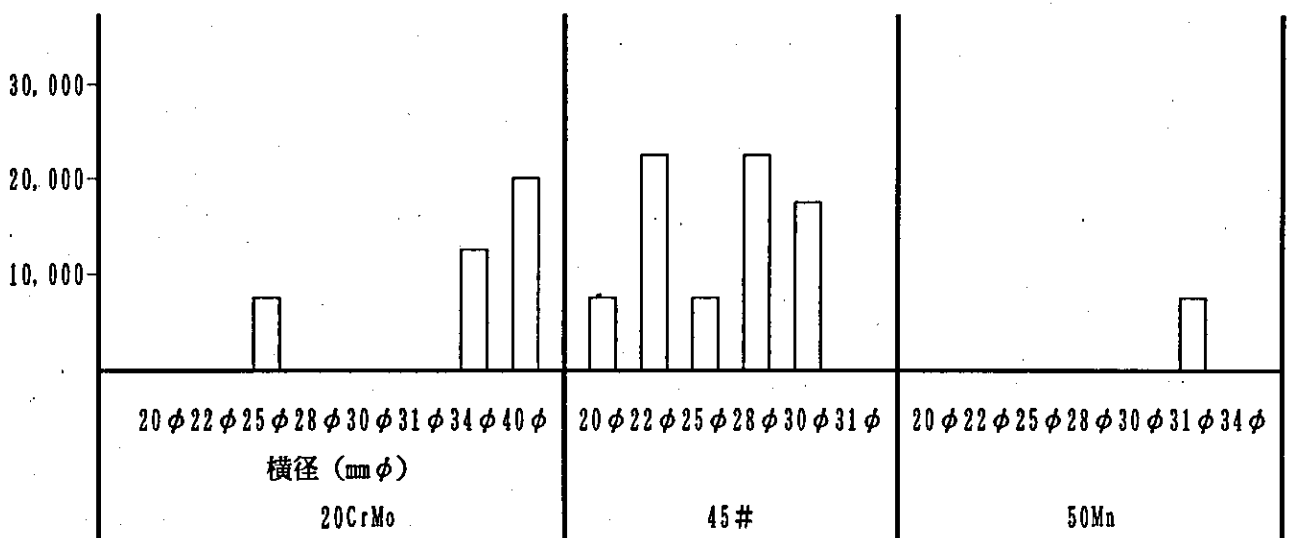
材質	材質別 本数(計)	長さ区分		棒径区分	
		長さ(mm)	スプール数	棒径(φmm)	スプール数
20CrMo	37,100	100mm以下	11,900	25φ	5,300
		200～350	25,200	34φ	11,900
45#	77,200	100mm以下	18,000	40φ	19,900
		100～200	24,800	20φ	8,900
		200～350	26,000	22φ	21,600
		350以上	8,400	25φ	8,200
50Mn	8,400	100mm以下	8,400	28φ	21,700
				30φ	16,800
計	122,700		122,700(本)		122,700(本)

(注：34φはスプールではないが(スリーブ)熱処理材として入れている。)

上記表について棒グラフで示すと図V-1-2-4、図V-1-2-5のようになり材質別では45#が多く長さの区分でも、棒径の区分でも45#のものがバラエティーに富んでいる。



図V-1-2-4 長さ区分による本数頻度



図V-1-2-5 棒径区分による本数頻度

(3) 熱処理設備計画概要

当工場で行なわれる熱処理は前述したスプール、シャフト関連では20CrMo鋼については浸炭焼入れ焼もどしが行われる。45#材は炭素鋼で焼入れ焼戻し、50Mn鋼は低炭素鋼であり浸炭処理する。その他調質処理など一般熱処理も行なわれる。これらのうちで大きなものは前述のスプール、シャフト類で、これらは棒状で長いため、縦置きで熱処理を行なわないと曲りを生ずるおそれがある。小物類の一般熱処理は現有する4基のバッチ式抵抗電気炉で処理可能であるが浸炭炉は現在1基しか保有しておらず、スプールの増産、又ギヤ材の増産に対しては能力に不足を生じるので1セット増設をはかる。しかし、これでは歯車のフル生産をした場合、不足を生じるが、これは数年先きであるので、その時点では、ミッションギヤ生産計画と合わせて、必要な規模の熱処理設備を計画するとよい。スプールの熱処理設備は現有の熱処理工場に設置するが場所的にせまいので9m延長する。従来の熱処理に加えて増設する設備は表V-1-2-6に示す如くである。

又図V-1-2-7に浸炭炉と付帯設備を含めた例を示す。

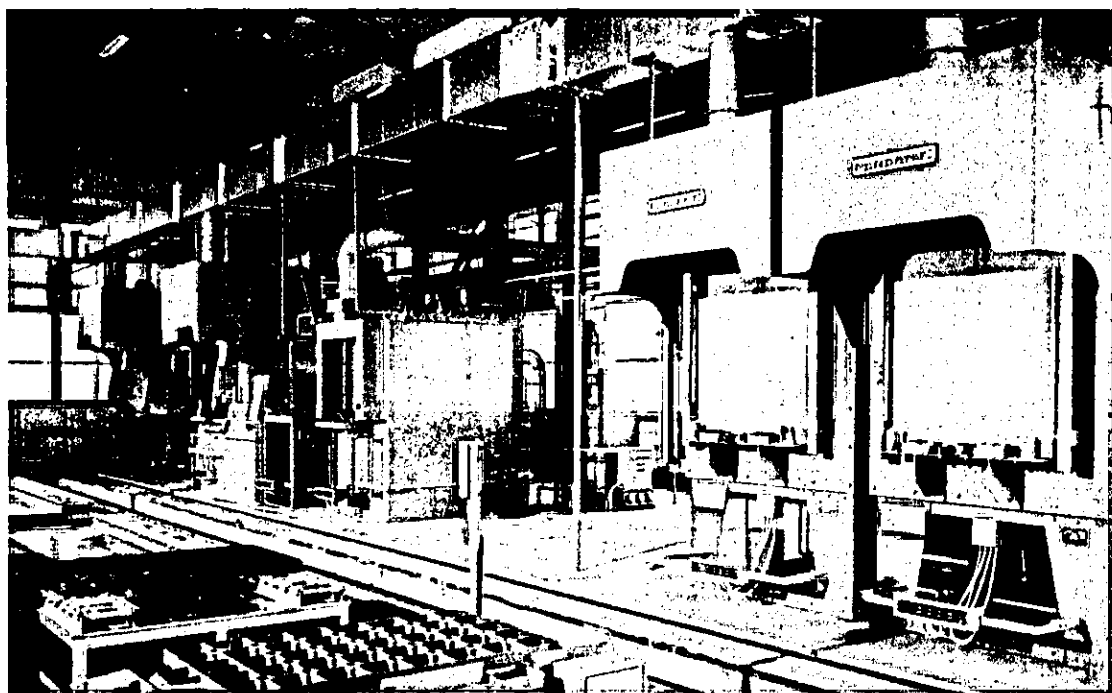
表V-1-2-6 熱処理関係増設設備一覧表

設備項目	数量	仕様
1. 浸炭炉	1基	ユニケース型ガス雰囲気炉（横型バッチ式 油槽付き） 有機液剤滴注式、プロパンガスエンリッチ方式
1) 加熱炉本体	1	最大処理能力：600kg（バスケット、トレイ含む） 加熱室有効寸法：600巾×1,200奥行×600mm高さ （高さはトレイ含む） 加熱方式：ラジアントヒーター80KW 仕様温度：常用 800～930℃ 最高 950℃

設備項目	数量	仕様
2) 雰囲気制御装置	1	<p>昇温速度：空炉 900℃まで3.5時間 実炉 900℃まで1.5時間 (回復時間)</p> <p>雰囲気攪拌モーター：1.5KW 安全機構一式付き</p> <p>CO₂ 赤外線炉気制御方式 (カーボンセンサー) 測定範囲：1~10⁻²³ atm 応答速度：90%応答にて10秒以下 (950℃に於いて)</p> <p>分析可能炉内温度：800~950℃</p>
3) 滴注方式	1	<p>処理能力：600kg 液槽数：2槽 液槽内寸法：φ300×1,000mm (高さ) タンク容量：60ℓ 二次減圧弁，圧力計，液面計付き</p>
4) 油槽	1	<p>使用温度：最高150℃ 加熱方式：電気抵抗加熱 30MKW 油槽 (使用)：4,900ℓ 冷却：熱交換式による水冷式 油槽攪拌：側面取付 プロペラ強制攪拌方式</p>
5) 制御盤	1	<p>プログラムコントロール式 (昇温…バージ…浸炭…拡散…降温…焼入)</p>

設備項目	数量	仕様
2. 焼戻炉	1	<p>温度制御機構付き 自動始動装置付き 安全警報装置付き</p> <p>最大処理能力：600kg（バスケット，トレイ付き） 使用温度：150℃～600℃ 加熱ヒーター：昇温時，55KW 保温時，21.5KW 有効室内寸法：600巾×1,200奥行×600mm高さ （バスケット，トレイ付き） 炉内攪拌モーター：3.7KW 築炉：耐火断熱れんが，断熱れんがセラミックファイバー 水：圧力1～2kg/cm²，使用量70ℓ/H 空気：圧力6～10kg/cm²，使用量0.15Nm³/lot</p>
3. 洗浄機	1	<p>処理能力：600kg（バスケット，トレイ含み） 有効寸法：600巾×1,200奥行×600mm高さ 洗浄液量（仕込量）：600kg 加熱ヒーター：アルカリ槽 36KW 湯槽 18KW 熱風発生機 30KW ポンプモーター，シャワー：2.2KW ジェットストリーム：1.5KW 水：圧力1～2kg/cm²，使用量約800ℓ/lot 空気：圧力5～6kg/cm²，使用量0.15Nm³/lot 油回収装置，掃除口付き</p>

設 備 項 目	数 量	仕 様
4. 準備台	1	熱処理材をトレイ、バスケット内に準備するテーブル 寸 法：750巾×1,900奥行×1,230mm高さ 構 造：形鋼及びローラー組み合わせ
5. 運搬台車	1	浸炭炉への搬入搬出を制御指令により自動的に行う。 寸 法：1,020巾×2,010長さ×1,225mm高さ 搬出入方法：プッシュプルチェーン方式, 2.2KW 搬出入用フック反転装置：リバーシブルモーター方式, 0.04KW 横移動装置：モーター, 0.4KW
6. その他	1式	治具, トレー (5セット), スペアパーツ1式



図V-1-2-7 浸炭炉と付帯設備例

1) 浸炭、焼入れ炉の能力算出

熱処理材は表V-1-2-2に示す如く浸炭するものと焼入れするスプール、シャフト類である。これらを熱処理するために次の条件を設定する。

設定条件

- スプール、シャフト類の平均単重を0.55kg/100mm長さとする。
- 生産量は表V-1-2-2の本数と平均単重から下記の重量とする。

○ 20CrMo	浸炭	48.125kg/年
○ 45#	焼入	96.250kg/年
○ 50Mn	焼入	4.620kg/年
		計 148.995kg/年

- ヒートサイクル

- 浸炭 6時間/日

- 焼入 3.5時間/日

- 稼動日数/年 288日 (24日/月×12ヶ月×0.94)

- 1回の熱処理重量 正味積み込み360kg

a) 熱処理に必要な時間

- 浸炭 $\frac{48.125 \text{ kg}}{360 \text{ kg/日}} \times 6 \text{ 時間/日} = 804 \text{ 時間 (134日)}$

- 焼入 $\frac{100.870}{360} \times 3.5 = 980 \text{ 時間 (280日)}$

所要時間 計 274日

よって1台で可能である。

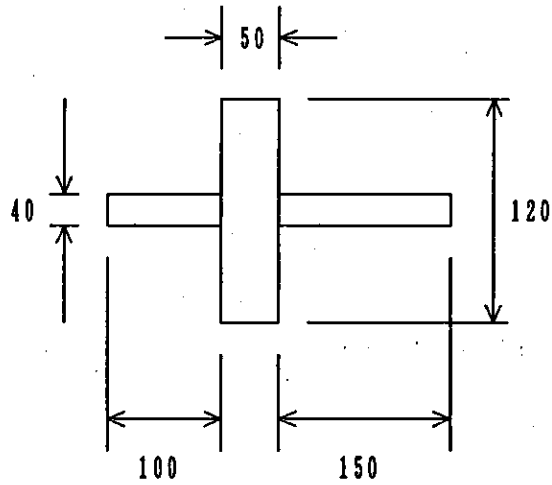
b) ポンプ歯車熱処理能力算出

ポンプ歯車材の熱処理は現在外注で行われているがこれを社内に取り入れた場合の必要熱処理能力は次の如くである。

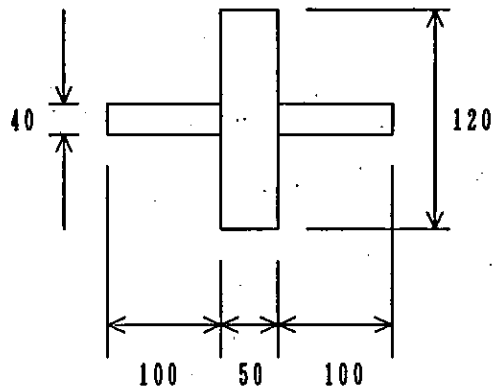
設定条件

- 歯車の平均寸法・重量は下記とする。

○ ドライブ側



○ ドリブン側



○ 生産量

○ ドライブ側	11,000本/年	}	計22,000本/年
○ ドリブン側	11,000本/年		

○ ヒートサイクル : 稼働日数はスプールの場合と同じ

ドライブ側 36本

ドリブン側 36本

計 72本

年間処理本数 : $72本 \times 288 = 20,736本$

これでは22,000本/年に達しないが既存のピット炉の能力は次の如くである。

ピット炉 : $6本/日 \times 288 = 1,728本$

よって $20,736+1,728=22,464$ 本となり達成可能である。

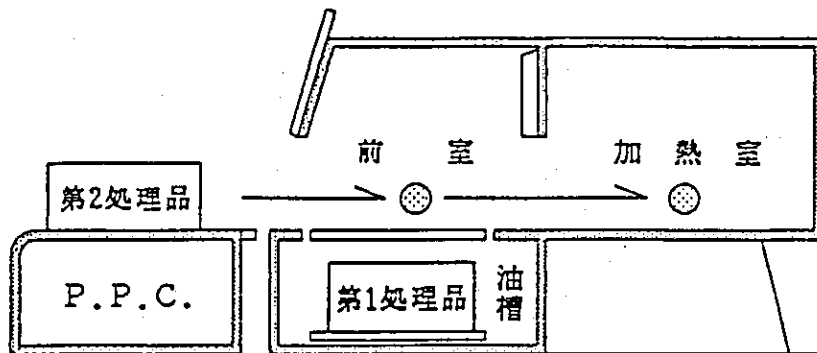
このためには浸炭炉をもう1基設けるか、生産量が増加してきたら2直操業を行うようにする方法が考えられる。当面は新設の浸炭炉は1基でよい。歯車については生産量が増えミッションギヤの歯車の生産が計画される時点で総合的に検討した方がよい。

2) 浸炭炉形式選定

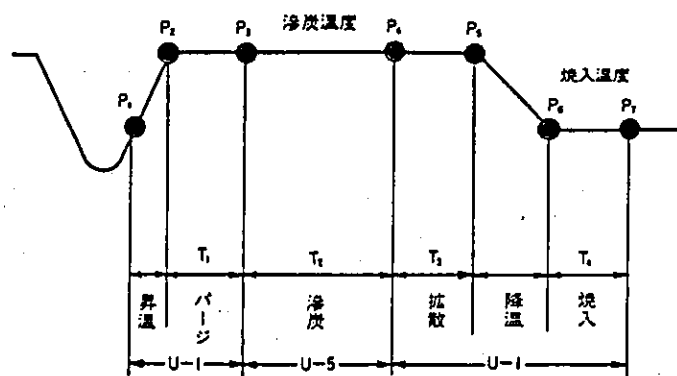
今回導入しようとするガス雰囲気炉は滲炭、滲炭窒化、光輝焼入れが出来るものである。浸炭はC-H-O系の低沸点有機液剤を直接炉内に滴注させ熱分解して所定のカーボンポテンシャルの滲炭ガスを作り滲炭させる方式で、現在丹東工程液圧機械廠に導入されているものと原理は同じである。

今回導入する炉の特徴は、

- ① 滴注式は変成炉式と違い断続操業が可能（夜間を止めるなど）なので中小量生産向きである。
- ② 浸炭（窒化）室と油焼入槽が1体となっており、外気にふれず焼入れが出来る（光輝焼入れ）。
- ③ 普通の滴注式で有機液剤のみでは炉内雰囲気を迅速にコントロールするのにやや難点があるが、この方式はエンリッチガスとしてプロパンガスなどの炭化水素を適時炉内に送り炉内雰囲気を制御できる。
- ④ 炉気制御はCO₂赤外線ガス分析によって自動制御される。これによって作業の個人差をなくし、品質の安定をはかれる。
- ⑤ さまざまな材質熱処理条件のものを実施するためにプログラム制御が開発されている。これは3位置温度調節計と各タイミングリレーにより、パージ時間、滲炭時間、拡散時間、焼入時間と滲炭温度、焼入温度、および滴注剤の完全自動プログラミングが出来る。図V-1-2-8に浸炭炉の構造を、図V-1-2-9に熱処理プログラム制御を示す。



図V-1-2-8 浸炭炉の構造



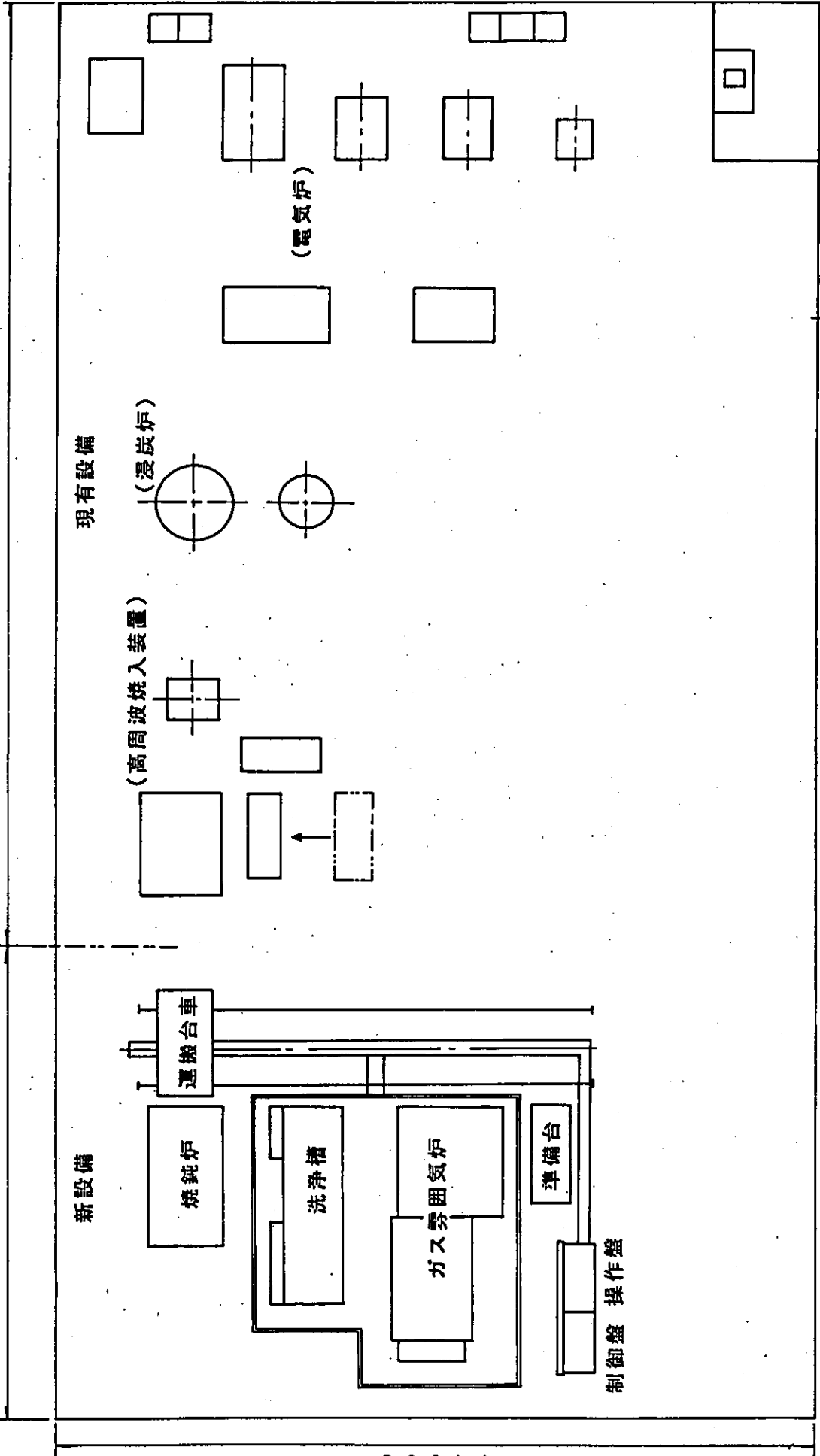
図V-1-2-9 熱処理プログラム制御

(4) 熱処理工場レイアウト

熱処理工場への浸炭炉設備は現有工場内に設置するが、場所的にせまいので9 m延長した工場とする。その配置は図V-1-2-10 に示す。

18000

9000



入口

図V-1-2-10 熱処理工場レイアウト

1-3 鍛造工場

1-3-1 鍛造製品

丹東工程液圧機械廠で行なわれている鍛造作業は前章(IV)の工場分析で述べた如く、小物単純部品に限られており、かつ油圧ユニット部品の鍛造品は、バルブ栓のような丸ものや、レバーなどの角、板もの等が多い。現在保有しているハンマーは150 kgのものであるが、現状でも稼働に対しては相当余裕がある。当工場の鍛造設備は整備工場に附属し、工場の保全部品の鍛造に主用途がある。したがって今回の設備近代化にあたっては特にハンマーを更新したり能力アップのための設備は考慮しないこととする。油圧ユニットの鍛造品については現状のハンマーの稼働が可能なかぎり(場合によっては2直も行う)投入し、それでも不足の場合は、外注に廻す手段をとる。

1-3-2 治工具類の補填

当鍛造工場のハンマーは自由鍛造であるので、治工具については、いろいろ取りそろえる必要がある。工場を見たかぎりでは、金敷やはし類がある程度である。又加熱、温度測定用の湿度計も用意しておく必要がある。計測具としても、パス類、スケール、当も必要であろう。

表V-1-3-1 鍛造工場補填治工具・計測具一覧表

項目	数量	仕様
1. ダイス ヘシ類	1式	20φ~50φ (自家製)
2. タップ類	1式	20φ~50φ (自家製)
3. 温度計	1	0℃~1600℃ (ポータブル)
4. パス (内、外)	各1	150 mm
5. スケール	1	600 mm

1-3-3 現状鍛造工場移転に伴う設備

現在の鍛造工場位置は新しく機械加工工場を計画するので、同敷地内の別の場所へ移転する必要がある。その場合現在の加熱炉（コークス炉）はレンガ造りであり、当然再築しなければならない。加熱炉については熱源としてガス、重油、電気を検討したが、現状のハンマー能力に見合うものでは炉の容量が小さく、その割りには設備費、ランニングコスト共に高くなるので、現状と同じくコークス炉とするのが得策である。

表V-1-3-2 鍛造工場移転に伴う新設設備

項目	数量	仕様
加熱炉	1	現状と同じものとする。

1-3-4 将来の鍛造設備

今回の近代化計画には含まれていないが、鍛造品としては油圧ポンプのギヤーがある。これは現在外注しており、「鍛造-熱処理-荒加工」されて納入されている。このギヤーを鍛造しようとするれば、かなり大きな設備となる。

現在の油圧ポンプ生産計画では、このギヤーは1995年に於て年間22,000個（2個/ユニット）であるが、これだけのために新しく設備を導入するのは得策でない。丹東工程液圧機械廠としては将来ミッションギヤーの製造も考えているようであるので、この計画が明確になった時点でこれらの両者を合わせて、最も有効な設備を選定すべきと考える。

そのためギヤーの鍛造については引きつづき外注すべきであろう。

現在は外注に依存するとして、将来、新鍛造工場を造るための必要な設備を参考として、下記に示す。

表V-1-3-3 新鍛造工場主要設備<参考>

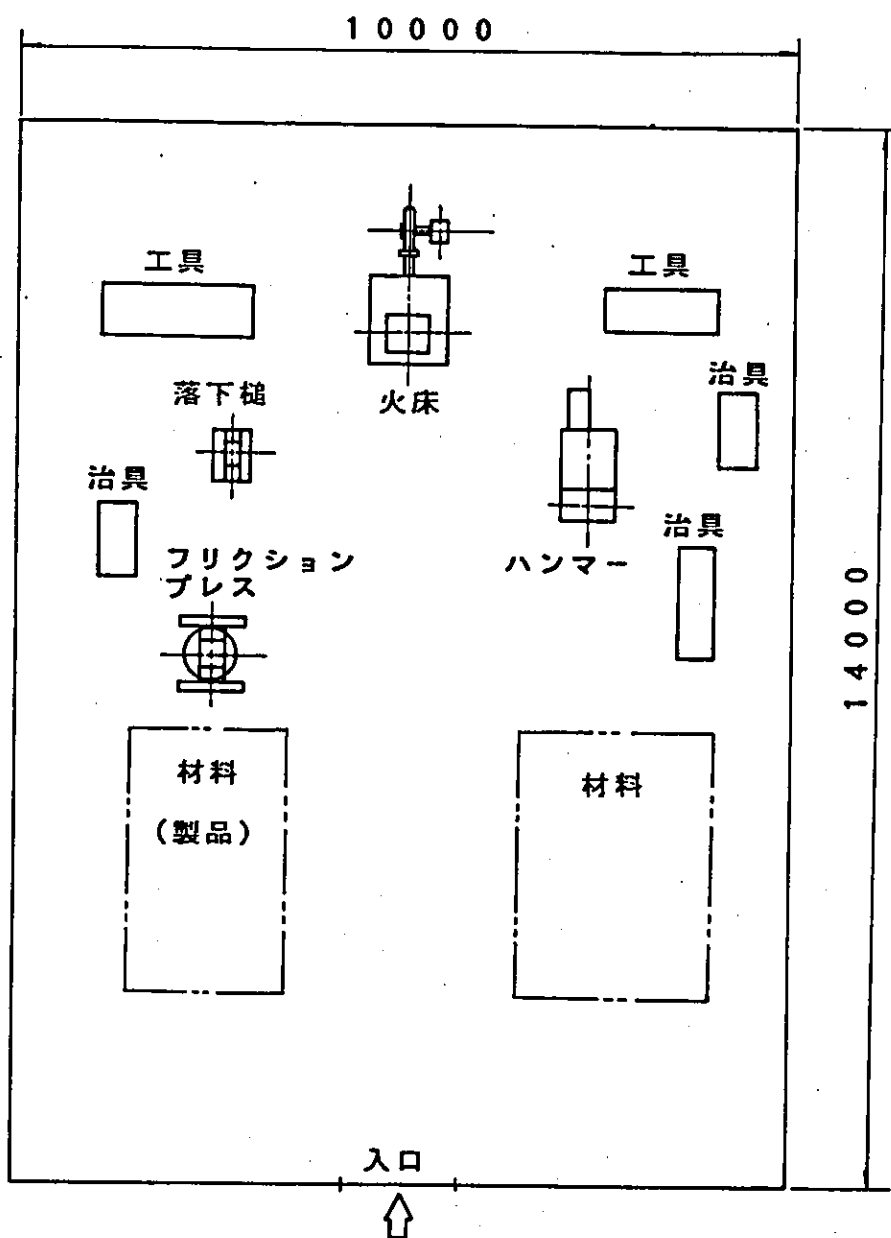
主要設備	備考
1. 材料ストックヤード 及び材料保管棚	○材料ヤードは工場内に設け次工程への運搬経路を短くすると共に、棚から材料を取り出しやすい方法を考慮すること。
2. 材料切断機	○材料供給に見合う切断機（高速切断機）の選定及び材料切断機までの運搬が合理的であるレイアウト、運搬方式をとること。
3. 材料加熱炉	○ガス加熱炉が望ましいが、熱源について供給体制を考慮して選定すること。加熱炉の装入口と取り出し口を別にすること。切断機から加熱炉まで搬送する方法を合理的に行うこと。
4. 鍛造機	○鍛造は型鍛造で行う。鍛造機にはプレスとエアハンマーがあるが騒音、振動の点からプレスが使われることが多い。又、荒地を必要とする場合で、必要ならハンマーも導入する。 ○加熱炉から型鍛造機までの加熱材の搬送がすみやかに行われるよう搬送方法を考慮する。
5. 金型予熱設備	○金型を予熱する設備を設けること。
6. 金型保管	○金型がきちんと保管されると共に、すぐ取り出せるラック（棚）を設けること。

主要設備	備考
7. 金型取付け	○鍛造機への金型取り付けが容易な方法をとること。
8. 防熱装置	○鍛造作業はかなり熱を被爆するので冷風送風装置、熱遮断板など考慮すること。
9. トリミング	○鍛造後のバリ取りのためにトリミングプレスを設置すること。鍛造後ただちにトリミングプレスに流れるよう搬送を計画すること。
10. ショットブラスト	○鍛造後のスケール落しのため適切なタイプ容量のショットブラストを選定設置すること。
11. 検査設備	○鍛造品の割れ、内部欠陥などの判定のために超音波探傷機、浸透検査液などを準備すること。 磁粉探傷の場合は、脱磁装置も導入すること。
13. 熱処理設備	○他に設備がなければ熱処理方法に応じた設備を導入すること。

1-3-5 鍛造工場レイアウト

鍛造工場は今回の計画では設備はそのままであるが、現有場所は、機械加工工場を新設するので移転する必要がある。設置場所は機械工場や熱処理工場の近くなど振動をきらうところはさける必要がある。

図V-1-3-4に必要な配置図を示した。



図V-1-3-4 鍛造工場移設レイアウト

1-4 溶接工場

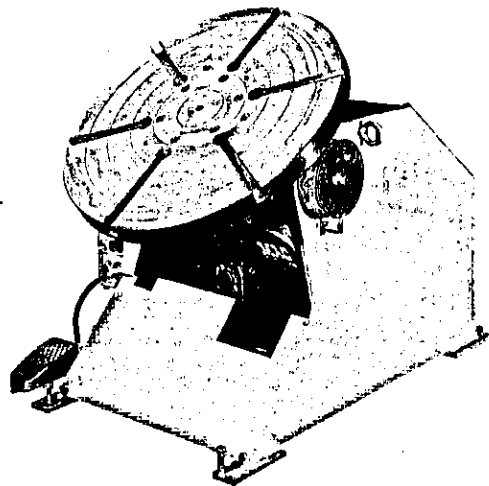
IV章1-4 で述べた問題点について、以下の改善案を提示する。

1) 位置決め治具と運搬設備

重量物の鋼板プレス製油圧タンク本体を扱う工場だが、吊り上げ運搬装置がない。その為数人で段取りを行うので床上に位置決め治具が置かれている。運搬装置を設置し、適正な高さの作業台上に治具類を工程順にならべて、正しい姿勢で決められた順に作業することを推奨する。運搬装置の設置は1人作業化が計れ、生産性の向上に寄与する。

2) 溶接補助具

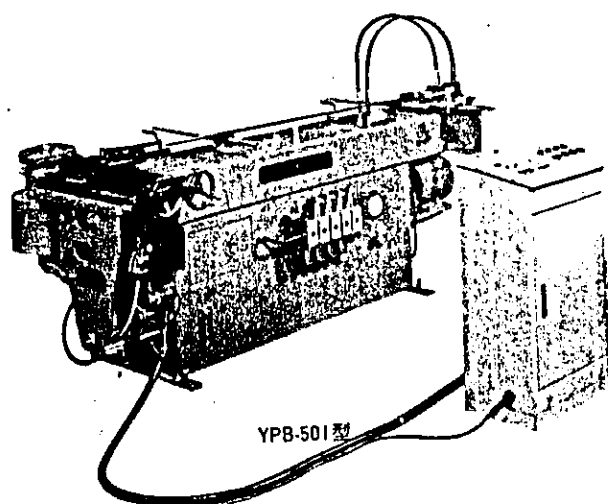
溶接作業の作業姿勢は可能な限り下向き溶接にすることが原則である。図V-1-4-1に示すポジショナーを採用することにより、任意の位置に被溶接物を固定でき、下向き溶接姿勢が簡単に得られる。作業者は無理な姿勢も高度な熟練技術も必要なく、安定した作業を継続出来る。又、反転する際に数人がかりで行うこともなく、1人作業化が計れる。



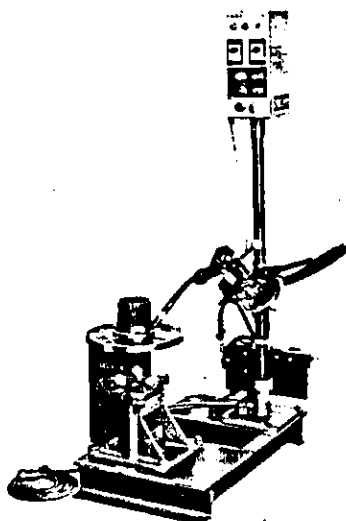
図V-1-4-1 回転ポジショナーの一例

3) 自動溶接の促進

油圧タンクユニットの関係部品として、サクションパイプ・フィルターケース等のパイプに継手・ケースを円周溶接した部品がある。パイプ類は、焼き曲げを行っているとのことである。図V-1-4-2に示す油圧ベンダーでパイプ曲げを行うことを提案する。又、図V-1-4-3に示す、円周溶接の自動化を促進することを提案する。溶接の自動化は、その工場の溶接技術の確立と深くかかわっている。溶接条件として、電流・電圧・溶接速度が設定されて始めて、自動溶接が可能となるからである。自動溶接化が成れば、誰でも使えて生産することが可能となり、自動化出来ない部分に熟練工を注力することが出来る。



図V-1-4-2 油圧ベンダーの一例



図V-1-4-3 円周溶接の自動化の一例

勿論、トーチスタンドの代りに溶接工がポジショナーを使って溶接することも出来る。

図V-1-4-4に、その一例を示す。



図V-1-4-4 パイプ継手溶接の一例

4) 作業環境改善

溶接作業により発生する溶接ヒューム対策として換気装置の設置を提案する。

IV章でも述べた通り、この場所のままで同じ作業方法では、1991年に能力をオーバーしてしまう。後で述べるスポット溶接の本格稼働やCO₂半自動溶接機の採用を行い計画を達成するにしても、作業環境の改善は、人にたよる所の多い溶接工場にとって重要な課題である。

部屋の必要換気係数（表V-1-4-5参照）から必要換気量を求める方法を提示し、換気装置設置の参考とする。

$$\text{換気量 (m}^3/\text{min)} = \frac{\text{部屋の容積 (m}^3\text{)}}{\text{換気係数}}$$

$$\text{換気扇台数} = \frac{\text{換気量 (m}^3/\text{min)}}{\text{換気扇 1 台の風量 (m}^3/\text{min)}}$$

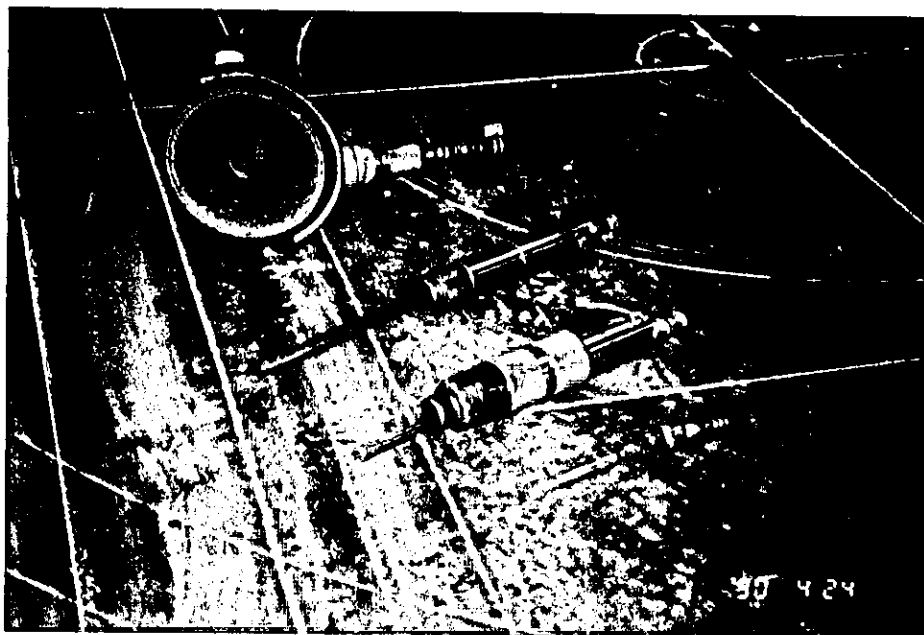
表V-1-4-5 換気係数の表

換 気 場 所	換気係数
一般工場	5～10
熱処理, 鋳造, 鍛造工場	2～6
倉 庫	15～30
事 務 所	4～6
有害ガスの発生する部屋	2 以下

5) エアーツールの導入

エアーツールの導入は、丹東工程液圧機械廠の夫々の工場について必要である。

溶接スラグやスパッタ落しに、エアーチッパーやディスクグラインダーを採用し、作業効率を上げることを提案する。勿論エアースourceを必要とするが、作業側側のエアーツール取り扱いを容易にする為、エアースource末端にクイックジョイントをつけ、各種エアーツールを、容易に交換出来るようにしておくことも必要である。図V-1-4-6に各種エアーツールとクイックジョイントを示す。



図V-1-4-6 エアーツールの使用例

1-5 加工工場

丹東工程液圧機械廠で製造される製品系列を、機械加工の立場から見ると以下の分類になる。加工物の形状から、丸物と称する旋盤加工が主体の部品と角物と称する面削り・穴加工が主体の部品に分けられる。前者は、スプール・ピストン等が該当し、後者はバルブ本体が主な部品である。丹東工程液圧機械廠から示された標準工数表（表IV-1-7-2参照）により、YA050 分配弁の工数配分を、設備機械毎に集計した単位で、表V-1-5-1に示す。

表V-1-5-1 YA050分配弁機械毎工数表

機 械 名 称	バルブ本体	メインスプール	そ の 他 部 品
普通旋盤	138分	155分	62分
ボール盤		6分	20分
ラジアルボール盤	230分		
フライス盤	74分	47分	
円筒研削盤		47分	4分
平面研削盤	52分		
超硬ドリル専用機	33分		
(組立)リーマ仕上	30分		
(組立)円筒研削盤		24分	
その他手仕事	61分	2分	
合 計	618分	281分	86分

ここで、その他部品として示したものは、参照出来た組立図より調査団が見積りを行った付属部品である。表V-1-5-1の合計は、約16.5時間であるが、丹東工程液圧機械廠より示された、1989年実績工数ではYA050 分配弁の機械加工工数が約22時間となっている。工数削減が成ったのか、その他部品の標準工数が調査団の見積りと大きく違っているのか確定は出来ないが、表IV-1-7-2での標準工数とサンプリング実測工数の比較から推測すると、かなりの余裕率を見ているようである。

表V-1-5-1の工数表から、バルブ本体の機械毎工数で目立つものは、ラジアルボール盤の230分である。このうち186分は、表IV-1-7-2の工程記号②③~③⑩までのドリル・タップ

・溝入れ加工である。章IV-1-7でも述べたように、段取り換え・取付け取外し・工具交換の回数が多い。このような工程の集約に効果を発揮するマシニングセンタについて、検討を行う。丹東工程液圧機械廠から、支給された図面は全体の1割程度なので、加工部品全体の詳細な把握は出来ないが、全体としての傾向を調査団として判断し、以下に近代化目標を達成するのに必要な新設備について述べる。

1-5-1 バルブ本体の加工改善—マシニングセンタの導入計画

マシニングセンタは単能機械と違い、多数の工具を使用し、多面加工が出来る複合自動制御機械である。これを効率的に稼働していく過程で、新しい工作技術の開発や、段取り等の補助作業の見直し、又、加工をシステムとしてとらえていく考え方など、従来にはない工作技術の分野が必要となり、生産技術の進歩にとっても、大きな効果が期待出来る。導入にあたっては、投資額が大きい為、経営の圧迫にならない為にも十分使いこなす必要がある。丹東工程液圧機械廠では、普通旋盤に数値制御装置を付加した機械が1台ある。現在は使われていないが、この数値制御旋盤を十分に使いこなす努力を続けて、数値制御機械の生産技術をマスターする必要がある。

1) 油圧バルブ本体の概略寸法

マシニングセンタを選定する際に、加工部品の大きさは第一に検討しなければならない条件である。油圧バルブ本体の概略寸法と、メインスプール・サブスプールの数を表V-1-5-2に示す。油圧バルブの大まかな分類としては、下記のように分類することが出来る。

- ① ケーシングがある油圧バルブ—油圧タンクユニットのタンク本体のように、ミッション操作弁はケーシング内におさまっている。
- ② メインスプールの穴数による分類—メインスプールが1本である油圧バルブとしては、YA050 分配弁・リッパ操作弁・クラッチ操作弁がある。メインスプールが2本になると、ブレード操作弁等がある。又、ステアリング操作弁は、複数のバルブを積みあげた形式になっている。
- ③ その他のバルブとして、上記油圧バルブ本体に付属して、油圧バルブユニットとなるサクション弁・リリーフ弁・安全弁等がある。

この表には参考までに丹東工程液圧機械廠の製品系列でマシニングセンタの加工対象

部品として検討の対象になる、油圧タンク本体（鋳物製）及び歯車ポンプケーシングがあるので追記しておいた。

以上の分類の代表例のいくつかを、表V-1-5-2に示す。

表V-1-5-2 油圧バルブ本体概略寸法と重量

No.	品名	縦	横	高さ	重量	主	副
		mm	mm	mm	kg	スプール	スプール
①	D80 ミッションカバー	290	420	135	5		
② (一連)	YA050 分配弁	165	290	145	32	1	1
	D80 リッパ操作弁	190	270	135	38	1	1
	D80 クラッチ操作弁	140	370	125	16	1	1
② (多連)	D80 ブレード操作弁	310	260	135	64	2	2
	D80 ステアリング操作弁	225	340	155	25	2	2
		170	190	120	12		2
	D80 ミッション操作弁	205	185	60	8		3
210		210	60	11	3		
③	D60 安全弁	125	130	70	5		2
	サクション弁	150	150	90	5		2
その他	鋳物製油圧タンク	400	800	310	120		
	歯車ポンプケーシング	(200)	(250)	(150)	-		

() 寸法は推定、-線は不明

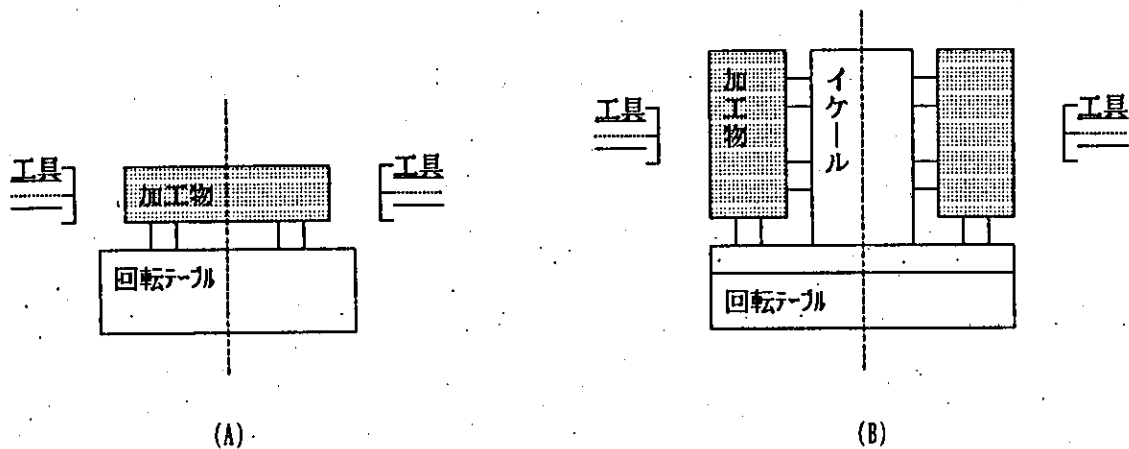
2) マシニングセンタ概略仕様

一般にマシニングセンタの仕様を決定する場合、対象部品の大きさ、形状、加工箇所、要求精度、加工所要時間などを調査し、対象部品に適応する仕様のマシニングセンタを選定する。ここで、横型マシニングセンタの基本的な概略仕様を表V-1-5-3に示す。

表V-1-5-3 マシニングセンタの概要仕様

回転パレットサイズ	400□	500□	630□	800□	1000□
X軸移動量	550～600	630～800	800～1000	1000～1500	1300～1600
Y軸移動量	400～450	600～700	630～800	800～1200	1000～1400
Z軸移動量	450～500	500～600	630～750	700～850	860～1000

上表のようにマシニングセンタの仕様は、メーカーによりさまざまであるが、機種選定の基準として使うことが出来る。基本的には、回転パレットサイズで各軸の移動量が決定されている。但し、回転パレットサイズと比例する各軸移動量だけで、加工対象部品をあてはめるわけにはいかない。回転パレット上にどのように段取りをして加工するかによって、機種選定の基準が違ってくる。図V-1-5-4に、2通りの段取り方法を示す。



図V-1-5-4 マシニングセンタ段取り方法

回転パレット中央に加工対象部品を置く場合は、各軸移動量に見合った機種選定が良いが、(B)のように中央にイケールを立て側面に加工対象部品を取り付けて加工する場合は、イケールの大きさ、積載重量、最長工具長等を考慮に入れて機種選定をする必要がある。マシニングセンタの概略構造は、図V-1-5-12に示す。

3) 油圧バルブ本体の生産計画数量

表V-1-5-2による分類に従って、生産計画数の推移を表V-1-5-5に示す。

表V-1-5-5 生産計画数量の分類（油圧バルブ本体等）

No	項目	対象部品名称	1990年	1995年
①	大型 バルブ部品	トランスミッション操作弁の箱 ステアリング操作弁のベースプレート	700台	3,000台
②	中型 2連バルブ	ステアリング操作弁、ブレード操作弁 トランスミッション操作弁	2,460	16,400
③	中型 1連バルブ	YA050 分配弁、リッパ操作弁 クラッチ操作弁	2,170	13,200
④	小型バルブ	D60 安全弁、サーボ弁、リリーフ弁他 YDF250分配弁	1,520	13,900
⑤	油圧タンク	鋳物タンク、鋼板タンク	1,820	6,000
⑥	歯車ポンプ	ポンプケーシング（アルミ）	2,000	11,000

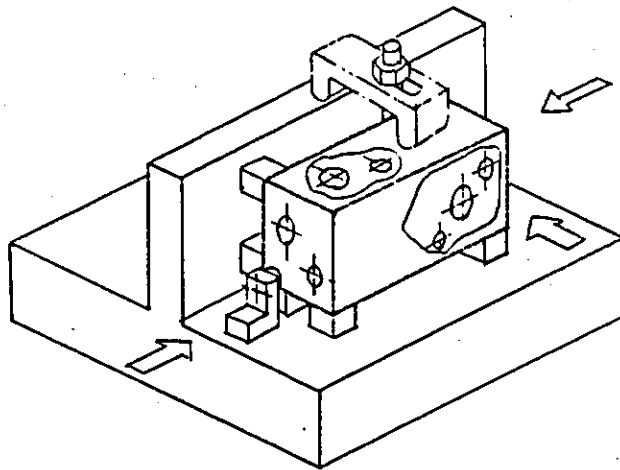
②～④が油圧バルブユニットの主要構成部品であり、1990年は合計 6,300台、1995年は合計43,500台となっている。生産数で約7倍の増産になる。

4) マシニングセンタ加工工程案

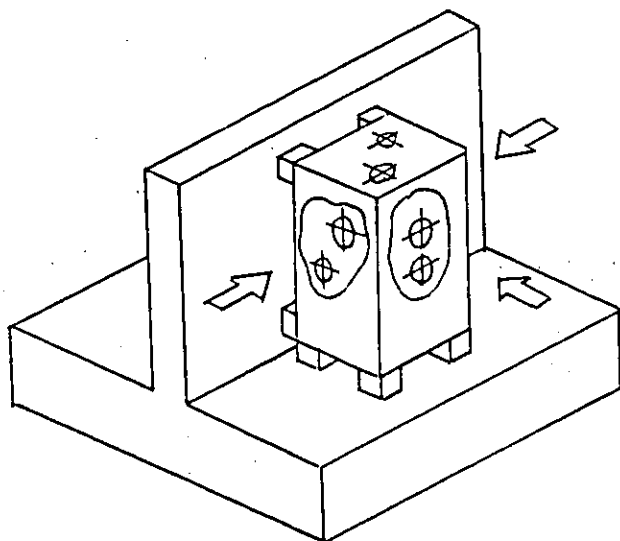
一般に加工工程を組む場合、最終目的が加工時間の短縮であっても、その手段は使用する機械群や加工技術力によってさまざまである。マシニングセンタを使用する場合、加工は出来るだけ集約した方が能率的であるとの考え方があるが、対象加工部品によっては一概に言い切れない。油圧バルブ本体についても、全加工をマシニングセンタ1台で数工程に分けて加工することも可能だが、鋳物素材のバラツキが考えられ、そのバラツキを平均化する段取り治具は形状が複雑になり、しかも取り付け時の位置決めに時間がかかる。油圧バルブ本体は、ほぼ六面加工が必要であるので、前工程で取付基準面を作っておくと、取り付け治具が簡単になり、かつ基準面があることで取り付け作業も容易になる。又、部品の流れから見ても、全加工をマシニングセンタで加工することは、停滞を生んで好ましくない。このような考え方で、油圧バルブ本体加工に於いて、マシニングセンタが加工する部分を表IV-1-7-2の工程記号②3～③0までとする。この工程は主に油圧作動油の通路やフランジ等の取り付け用のネジ及びOリング溝用の座ぐり加工等

がある。先にも述べたように、六面加工もあるが、2連バルブでは四面加工のものもある。

マシニングセンタ加工は2工程に分けて加工する。1工程目は、図V-1-5-6に示すように取りつけて、2～3面分を加工する。2工程目は、図V-1-5-7に示すように取りつけて、2～3面分を加工する。マシニングセンタの加工をスムーズに行うには、工程毎の段取り基準が重要である。



図V-1-5-6 1工程目の取付状態図



図V-1-5-7 2工程目の取付状態図

5) 年度別マシニングセンタ必要台数計画

丹東工程液圧機械廠の生産計画にそって、計画達成年度までの必要台数の算定を行う。ここでは、マシニングセンタに限って焦点を当てるが、その他の工程の改善案は、以降に述べるものとする。YA050 分配弁での標準計画工数（図IV-1-7-2参照）から推測して、その他の油圧バルブ本体の加工時間の見積りを部品系列別に表わしたのが表V-1-5-8である。

表V-1-5-8 マシニングセンタ見積り加工時間

部品系列	見積り加工時間
中型 2 連バルブ	60分
中型 1 連バルブ	30分
小型 バルブ	15分

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、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。しかもマシニングセンタ等数値制御機械の場合、固有の問題が加わる。すなわち、数値制御機械の操作の習熟度、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固有な要因が付加され、これらが特に大きなウェイトを占めてくる。

次に高価な機械であるマシニングセンタの稼働計画を、所謂一直・二直・三直という形態の中から選んでおかねばならない。本来これらは、丹東工程液圧機械廠のポリシーの範疇であるが、有効稼働時間の決定に大きな影響を及ぼすので、当報告書では、2交代制（16時間/日）とすることとした。丹東工程液圧機械廠の資料より、年間稼働日数は288日となっていた。よって、年間稼働時間は4,608時間とし、これを算定の基礎とする。勿論、3交代制の場合は、この1.5倍の6,912時間となる。表V-1-5-9に年度別マシニングセンタ有効稼働時間の算定表を示す。

表V-1-5-9 年度別マシニングセンタ有効稼働時間

項目	年度				
	1991	1992	1993	1994	1995
推定稼働率(%)	50	60	70	80	80
有効稼働時間(Hr)	2,304	2,765	3,226	3,686	3,686

次に、年度別生産計画に対するマシニングセンタ必要加工時間を算出し表V-1-5-10に示す。

表V1-5-10 年度別マシニングセンタ必要加工時間

	年度				
	1991	1992	1993	1994	1995
中型2連バルブ	3,490	4,720	7,600	12,110	16,400
生産計画数	3,490	4,720	7,600	12,110	16,400
中型1連バルブ	1,515	1,970	3,225	4,860	6,600
生産計画数	3,030	3,940	6,450	9,720	13,200
小型バルブ	745	1,035	1,738	2,593	3,475
生産計画数	2,980	4,140	6,950	10,370	13,900
合計時間	5,750	7,725	12,563	19,563	26,475
合計	9,500	12,800	21,000	32,300	43,500

次に、表V-1-5-9の有効稼働時間と、表V-1-5-10の必要加工時間から年度別マシニングセンタ必要台数を算出し、表V-1-5-11に示す。

表V-1-5-11 年度別マシニングセンタ必要台数

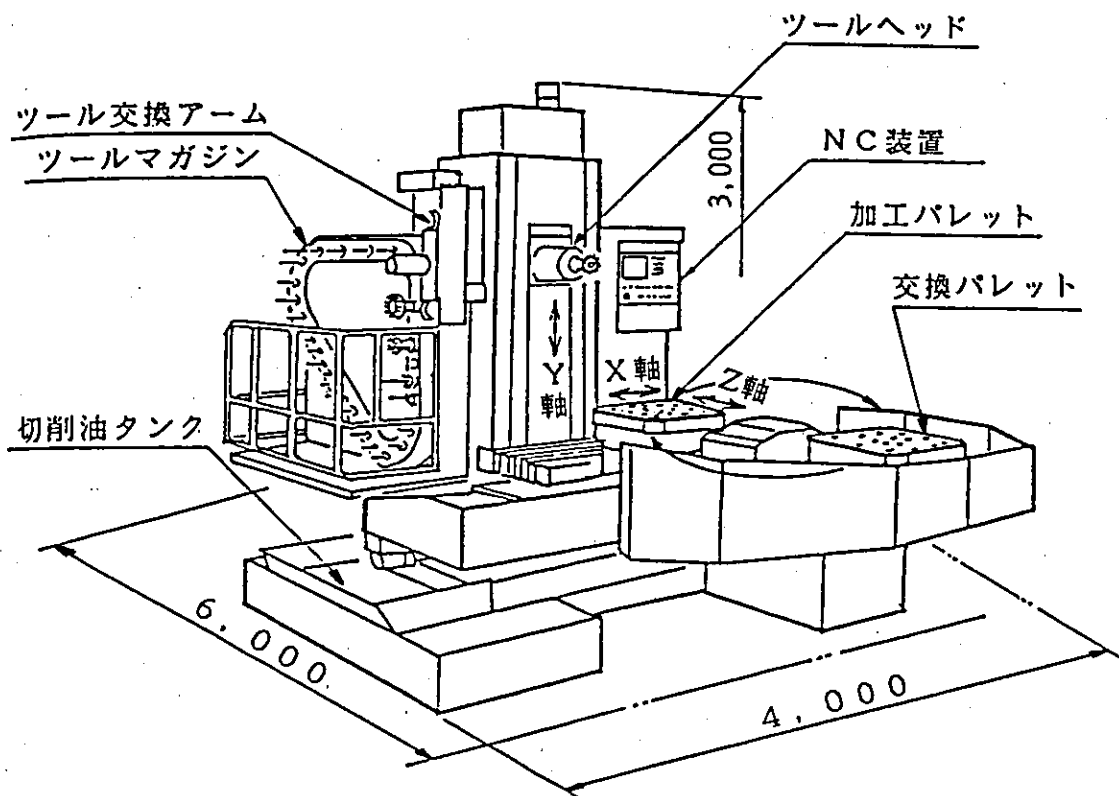
年度	1991	1992	1993	1994	1995
必要加工時間	5,750	7,735	12,563	19,563	26,475
有効稼働時間	2,304	2,765	3,226	3,686	3,686
必要台数	2.5	2.8	3.9	5.3	7.2
1993年から3交代にした場合			2.6	3.5	4.8

尚、前述の表V-1-5-11で示したものは、生産計画に対する達成率を100%とした数値である。丹東工程液圧機械廠では、鑄造工場が移転した跡地に油圧バルブ一貫生産工場を計画している。現工場から新工場への移転のステップを順次行うとして、1991年は2台のマシニングセンタを導入し稼働率の向上を計り、以後1992年に追加1台を導入、1993年から3交代制を実施し、1994年、1995年と各1台を追加導入し、生産計画の達成を計ることを提案する。

6) マシニングセンタの概略構造

中型の横型マシニングセンタの概略図を図V-1-5-12に示す。

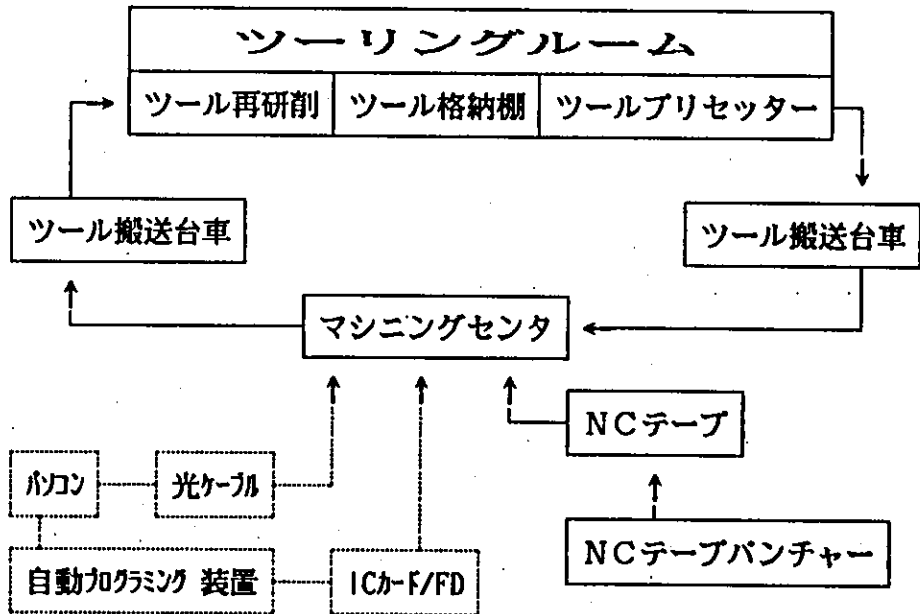
当提案では、回転テーブル630[□]のマシニングセンタを推薦する。又、取付け取外し時間の削減を目的として、自動パレット交換方式(APC)のパレットが2つついたものであり、油圧バルブ本体加工の2工程が連続して行えるものとなっている。X、Y、Z軸の位置関係は図示の通りであり、その移動量は当項2)の表V-1-5-3に示したとおりである。



図V-1-5-12 中型の横型マシニングセンタの概略構造図

7) マシニングセンタの周辺機器と施設

マシニングセンタといえば、自動工具交換（ATC）方式のことだといっても過言でない程、工具の管理が重要である。マシニングセンタのツールマガジンは数十本の単位であるが、様々な加工部品に対処するにはその数倍から時には十数倍の工具が必要になる。マシニングセンタに使用する工具を効率的に管理するシステムをツーリングシステムと呼ぶ。このシステムを構成する機器類がマシニングセンタの主な周辺機器である。又、マシニングセンタを稼働させるには、動作を指令する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、マシニングセンタの数値制御装置にプログラムを読みこませなければならない。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。近年このNCテープのかわりに、ICカードやフロッピーディスクを使ったり、光ケーブルで直接指令のやりとりを行うDNC等が行われている。これら周辺機器の適正な選定と管理の良し悪しが、マシニングセンタの稼働率に与える影響は非常に大きい。図V-1-5-13に、周辺機器のフローを示す。

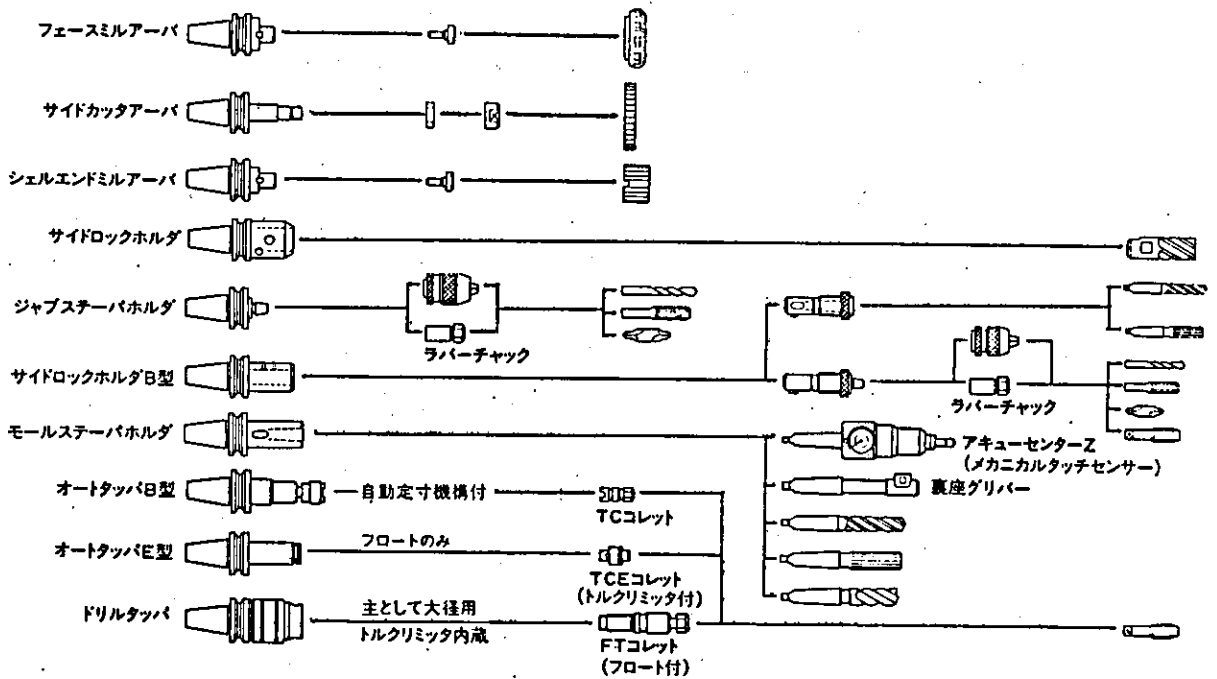


図V-1-5-13 マシニングセンタ周辺機器

① ツーリング

ツーリングとは、部品を加工する刃具とそれを保持するホルダー及び刃具とホルダーのつなぎの役目のコレットチャックやスリーブ等を組み合わせて使用可能な状態に構成したものをいう。刃具は、ドリル・タップ・リーマ・フライスカッター・ボーリングヘッド等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。図V-1-5-14 にツーリング構成の一例を示す。

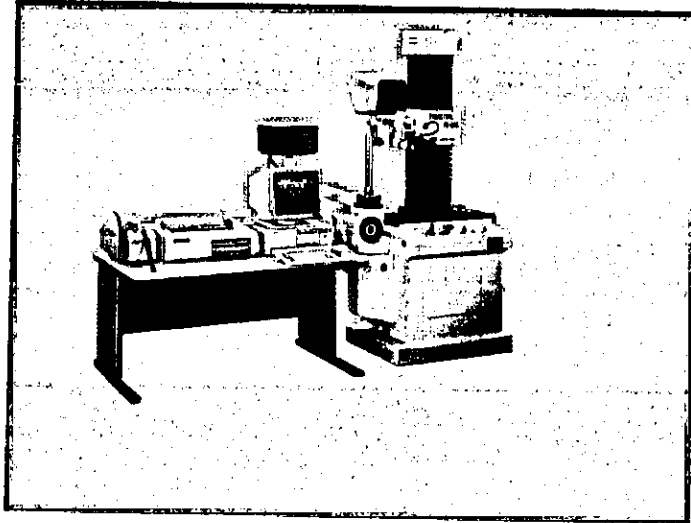
尚、スローアウェイチップについては、後で述べるものとする。



図V-1-5-14 ツーリング構成の一例

② ツールプリセッター

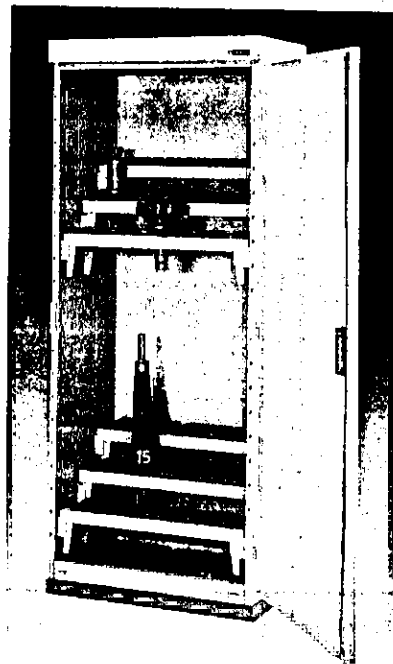
マシニングセンタの工具は、プログラム上必要な工具長さや工具径にセットしておく必要がある。工具長さは、マシニングセンタ側の工具長補正機能により衝突防止や深さの公差を管理する役目をになっている。工具径は、ボーリングの場合はそのまま切削径となり、エンドミル等は工具径補正機能により径方向の公差を管理する役目になっている。近年、多数の工具を管理する困難を克服する為パーソナルコンピュータと連携して工具情報を管理するシステムも使われている。(図V-1-5-15 参照)



図V-1-5-15 ツールプリセッターと工具情報管理システム

③ ツール格納棚

工具は、ツール格納棚に入れて保管する。ツールホルダー・コレット・スリーブ等は、ほこりや異物が付着すると、正しいプリセットが出来ないばかりでなく、ホルダーのテーパ部はマシニングセンタのスピンドルとの接触部を傷つける原因にもなる。又、格納棚に番地をつけて、工具の出入れを容易にするとともに、専用化してツーリングシステムの中の保管システムを形づくるものという考え方で設備する必要がある。



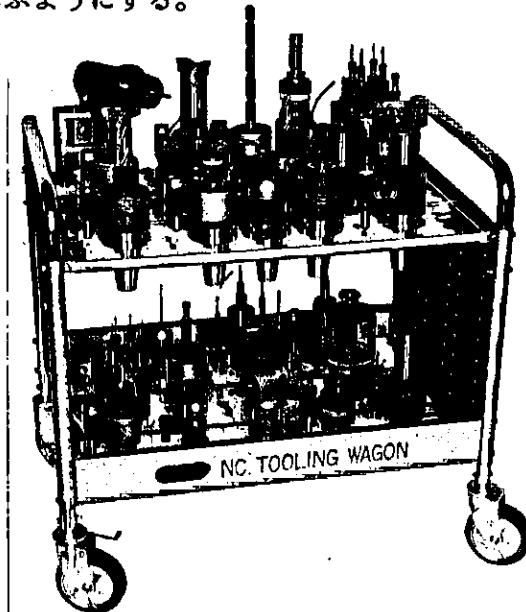
図V-1-5-16 ツール格納棚の一例

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部屋で行われることが望ましい。特にツールプリセッターは、一種の精密機器であるので油・ほこり・切粉をきらう。後で述べる工具の集中管理ともかかわってくるが、ツーリングルームの設置が必要である。

⑤ ツール搬送台車

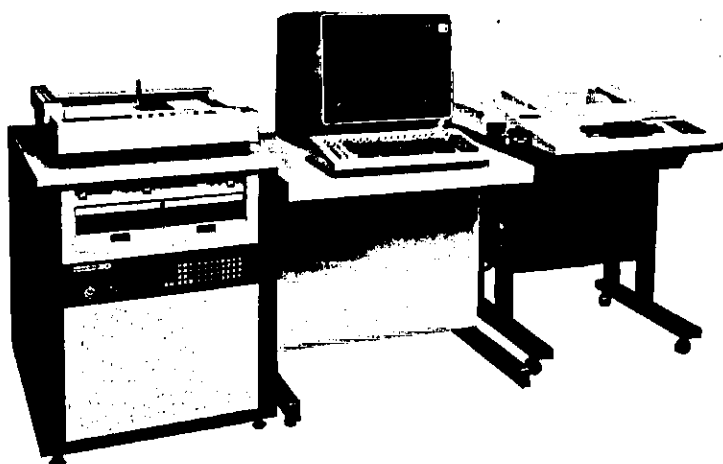
セットしたツーリングをツーリングルームからマシニングセンタの所まで運ぶツーリングを格納しやすい搬送台車が必要である。ツーリングは横に寝かせると運搬途中の振動で互いにぶつかり傷つきやすいので図V-1-5-17にあるような、ホルダー部に穴に差し込んで立てて運ぶようにする。



図V-1-5-17 ツール運搬台車の一例

⑥ NCテープパンチャー

マシニングセンタの場合、加工工程が多く、プログラムが長くなるので、NC装置に直接キーインすることは、時間もかかり、機能停止にもなるのですすめられない。NC旋盤等の対話式プログラミング装置はかなりの効果を発揮するが、マシニングセンタの場合は、生産技術員などが事務室で図面を見ながらプログラムを作成し、NCテープパンチャーを使ってNCテープをつくり、NC装置に読みこませる方法が第1歩であろう。尚、NCテープパンチャーもツールプリセッターと同じく精密機器として扱うべきものである。図V-1-5-18に、NCテープパンチャーを示す。



図V-1-5-18 NCテープパンチャーの一例

1-5-2 パルプ本体の加工改善—旋盤の自動化

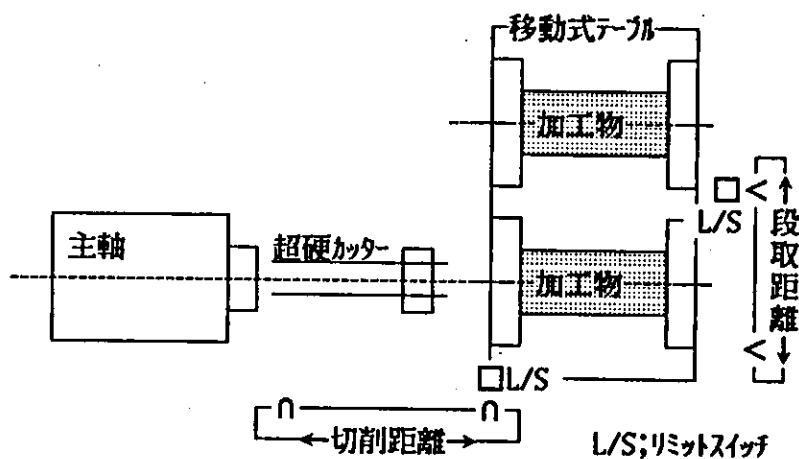
丹東工程液圧機械廠保有機械設備のうち、旋盤は約3割を占め、フライス盤は約2割を占めている。比較的小型のものが多く、1台の数値制御旋盤を除いて手動操作の汎用機である。汎用機の操作については、レベルの差があるものの水準は高い。しかし、このレベルの差が生産量の増大によって、生産性に対する大きなネックになってくる。調査団のサンプリングでも、ほぼ倍近くの動作スピードの差を見ることがあった。生産量の増大は、実際の切削時間以外の面でも追求していくことが望まれる。つまり、準備時間の削減はもとより、工具及び加工部品の取り付け取り外し、工作機械のハンドル・スイッチなどの操作、加工部品の寸法計測や余裕時間等を削減することである。その為には機械を自動化し、締付具・運搬具・計測器具等を完備することが必要である。

先に機械設備の自動化には3つの段階があると述べた。その第1段階であるL. C. A (Low Cost Automation) を実施することを提案する。油圧パルプ本体の加工工程の中で、2つの工程がネック工程となっている。1つは、超硬ドリル専用機でメインスプール穴加工を行っている工程。もう1つは、メインスプールの溝巾決め加工を行っている旋盤工程である。調査団がサンプリングした超硬ドリル専用機加工の作業内容を表V-1-5-19に示す。

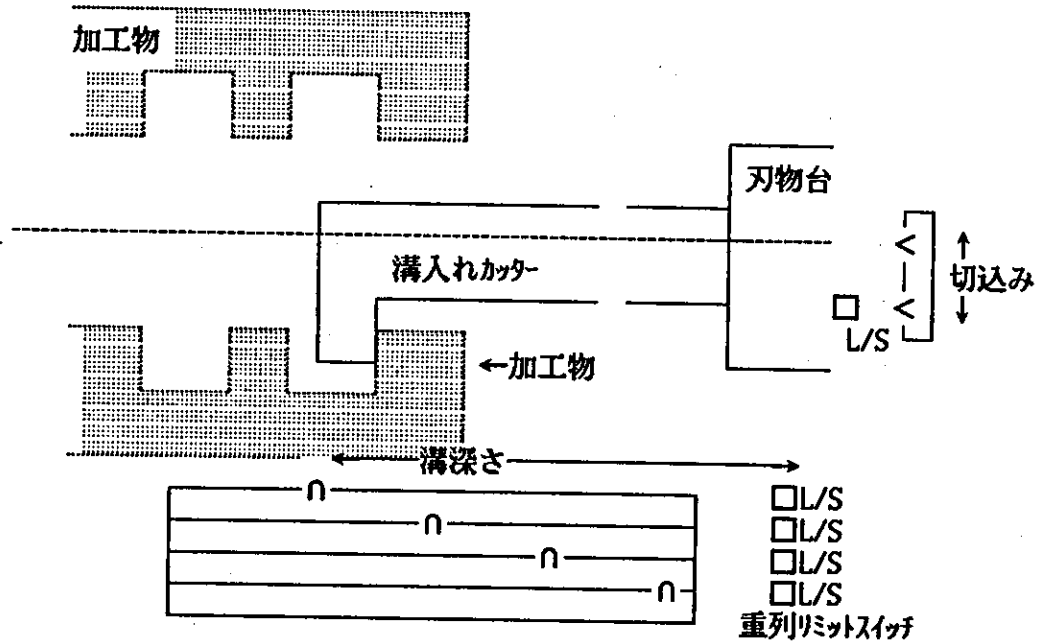
表V-1-5-19 超硬ドリル専用機の作業分析

作業内容	作業時間	割合
加工部品の取り付け	1分30秒	10%
切削加工時間	12分0秒	80%
加工部品の取り外し	1分30秒	10%
合計	15分0秒	

約2割が取り付け・取り外しに使われている。又、この油圧バルブ本体はメインスプール穴が1個であったが、2連～3連のバルブもある。これらの作業を連続的に行わせる為には、パレットチェンジャーの考え方を使い、位置決めにはカセット化したリミットスイッチ用のドックを使い、自動化を計ることが出来る。図V-1-5-20 に超硬ドリル加工自動化の概念図を示す。又、図V-1-5-21 にメインスプール溝巾加工自動化の概念図を示す。



図V-1-5-20 超硬ドリル専用機の自動化概念図



図V-1-5-21 メインプール溝巾加工の自動化概念図

これらの改造を実施すれば、作業員ひとりで多数台の機械の操作が可能になり、大幅な合理化とコスト削減が計れる。又、作業員の技術程度に左右されることなく、加工精度が確保され品質の安定も計れる。

1-5-3 油圧バルブ本体の加工改善-補助装置の改善

機械を自動化していく段階で並行して実施しなければならないのが、正味手扱い作業の改善である。正味手扱い作業とは、工具の着脱、加工部品の着脱、計測作業などをさす。こうした手扱い作業を迅速に行うことが機械の自動化による生産性向上を更に押し進める役目をはたす。

1) クイックチェンジホルダー及びスローアウェイチップの導入

丹東工程液圧機械廠では、バイト類を自製している。又、刃先の再研削を作業員自身が行っている等、刃先管理を個々の作業員にたよっている。自動機は、刃具・刃先の再現性が保証されていないと、段取り交換の際に無用な調整を行わなければなら

い。ホルダーに於ける再現性を保証するクイックチェンジホルダーと、刃先の再現性を保証するスローアウェイチップの導入を提案する。

2) 吊り上げ装置の導入拡大

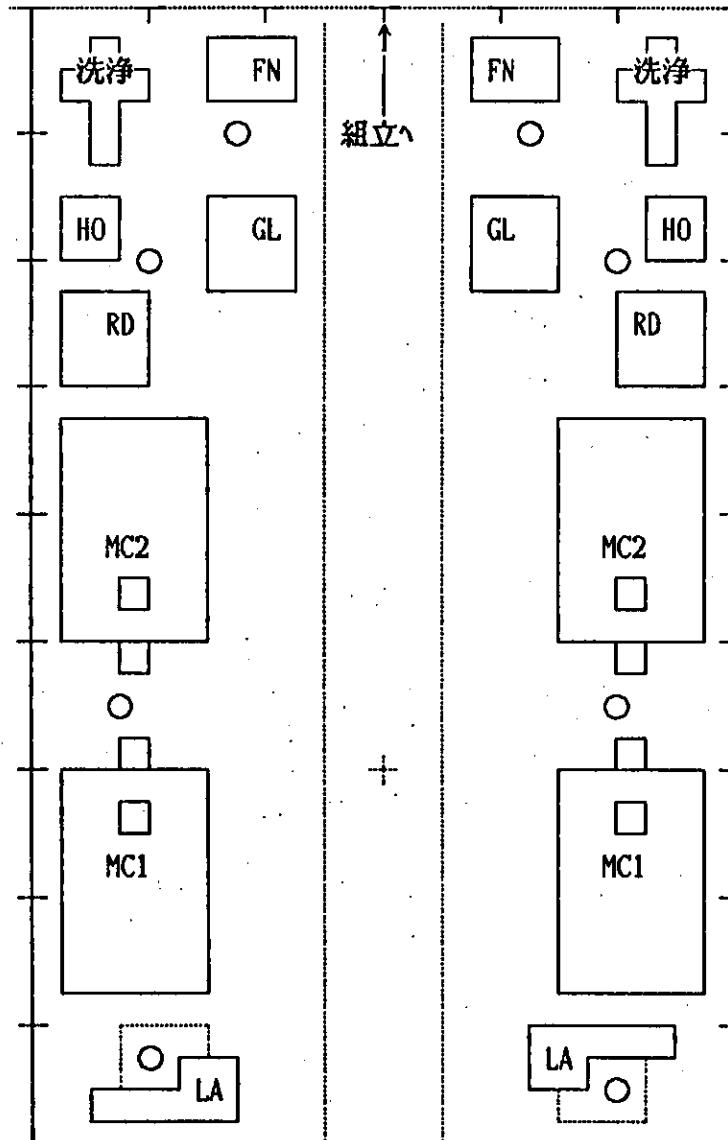
加工部品の持ち上げ、取り下げについてかなりの重量物を人力で行っている。作業者の繰り返しによる疲労は相当なものとなっている。最高10kgまでを人力による限度とし、それ以上の加工部品は吊り上げ装置を設置する方が良い。丹東工程液圧機械廠では、一部導入しているアーム型ホイストがあるので、対象加工部品に対処する治具等を検討し、改善をかさねる努力を続ける必要がある。繰り返しによる疲労は、作業スピードのレベルを低位安定させる要因である。

3) バリ取り、ながら洗浄の実施

組立工程に送る前に、機械加工で発生したバリは完全に除去し、機械で面取りが出来ない部分は簡単な面取り工具を製作して面取りを行う。又、ワイヤーブラシや特殊なカエリ取りブラシを出し入れすることにより、簡単な装置で工程を“待ちながら”カエリ取りを行うことも出来る。更にタップ穴やバルブ内部の切粉を除去した後、洗浄剤にて洗浄する。これらのことは、一般に組立工程で行う慣習が強いが、機械加工工程で完了させ、組立には完全な部品を送り、組立工程は手をかけずに組立作業が行えるようにしておくことが、工程管理をスムーズに進めていく上でも望ましい。

1-5-4 油圧バルブ本体の加工改善-機械配置

油圧バルブ本体の加工工程は、基本的には現状通りだが、ラジアルボール盤の工程と一部旋盤工程を、マシニングセンタに置きかえた。又、最終仕上げを機械工場で行うこととし、メインスプール穴仕上げを購入済のホーニング盤によって行うこととした。油圧バルブ本体加工のマシニングセンタ前後工程の機械配置を図V-1-5-22に示す。



図V-1-5-22 マシニングセンタ前後工程レイアウト

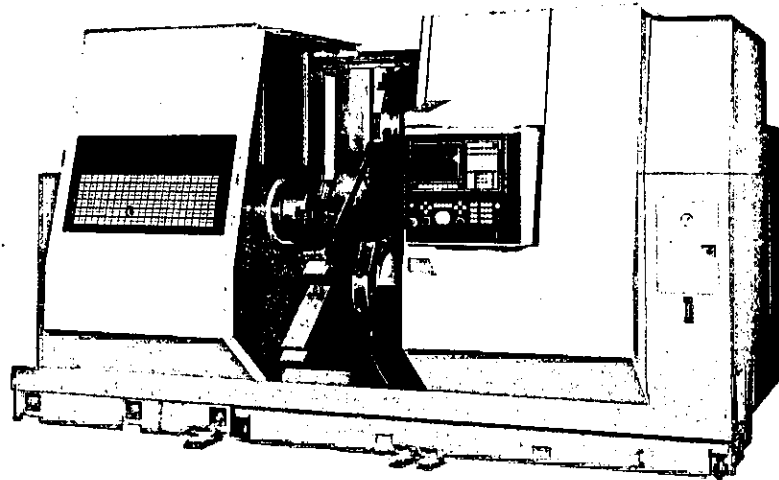
1-5-5 その他の改善

1) 数値制御旋盤の導入

油圧バルブユニットのもう一つの主要構成部品であるメインスプールについて、以下検討する。表V-1-5-1による機械毎工数表であきらかなとおり、合計281分のうち普通旋盤の工数が155分で約55%を占める。このうち、ラビリンス溝入れが38分、溝部面取りが58分となっていて、合計96分で旋削工数の約62%、全工数の約34%を占めている。約10ヶ所程のラビリンス溝と面取りは、操作ハンドルの単純なくりかえしだが、熟練度によりかなりの個人差が出るものと思われる。その為このような余裕率を見過ぎた標準計画工数となったようだ。1995年時点の弁棒類の生産計画で、長さ

200mm以上と限って数量を出すと、59,600本/年となる。数値制御旋盤での旋削工程見積り工数は、45分である（調質前加工 9分と調質後加工19分を除く）。

次に、数値制御旋盤の推定稼働率を80%とすると、2交代制で有効稼働時間は 3,686時間となる。又、必要加工時間は44,700時間/年となる。これらから、必要台数を見ると12台となる。尚、3交代制をしくと 8台となる。ほぼ、マシニングセンタ必要台数の 1.5倍となる。図V-1-5-23 に、数値制御旋盤を示す。



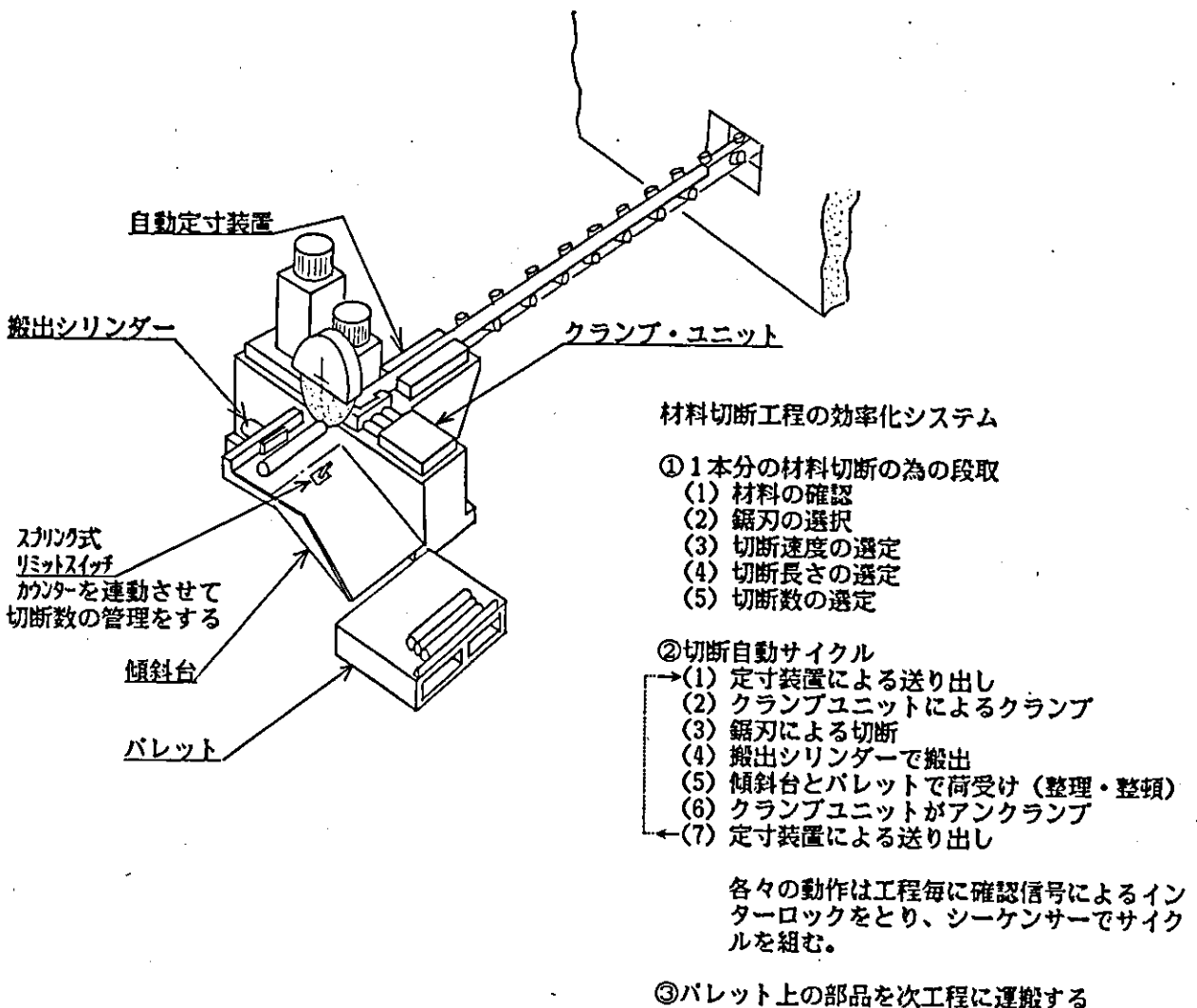
図V-1-5-23 数値制御旋盤の一例

2) 軸加工前工程の改善

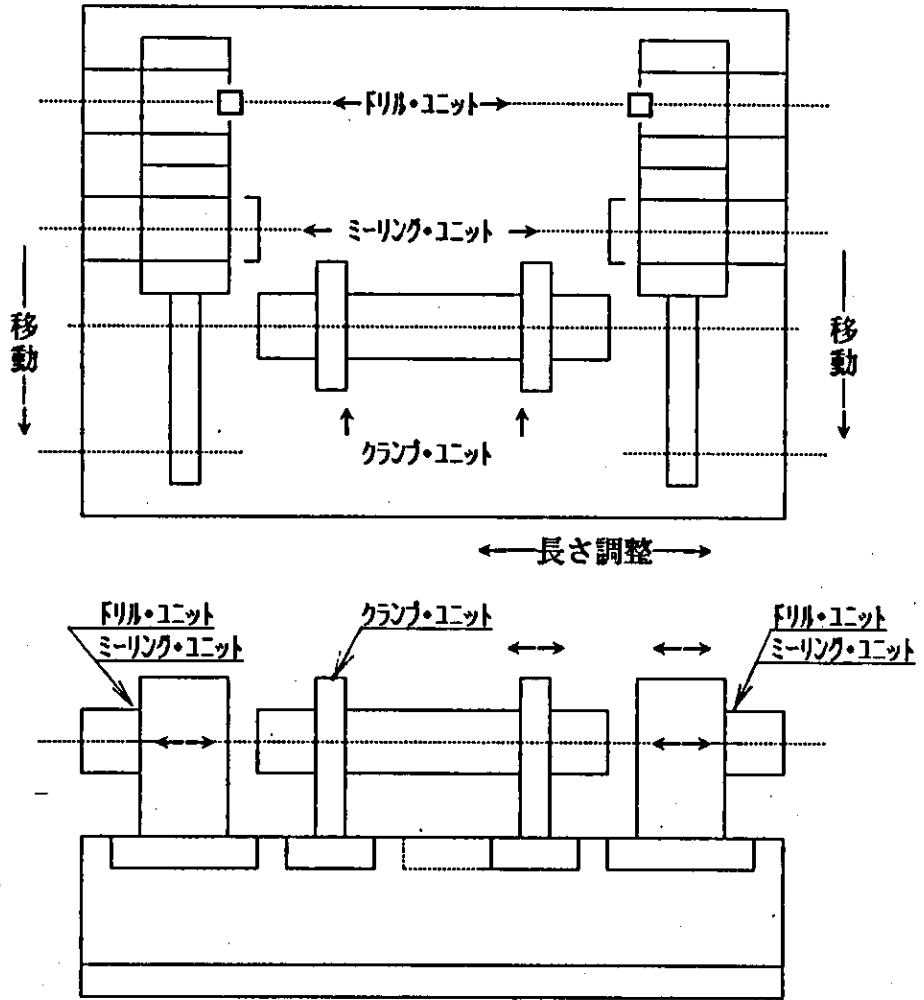
1995年生産計画に於いて、弁棒類の総数は年間122,700本となる。これは、8時間稼働で約1分間に1本の弁棒類を生産することとなる。軸加工前工程の材料切断からセンター穴モミツケまでを、下記設備を導入することによって効率化し、計画達成を計るものとする。

図V-1-5-24に定寸装置付丸鋸盤を示す。この機械で段取りするのは、①切断長さ
と径②切断速度③必要な切断数であり、定尺1本分は自動送りとなって、セットした
数だけ切断される。

図V-1-5-25に弁棒のセンター穴モミツケと、端面同時加工機を示す。現状は旋盤
でセンター穴をモミツケて、荒加工を行っているが、両端面・両センターが加工され
ている弁棒があれば、機械工場では、トンボせずに1工程で調質前加工が完了する。



図V-1-5-24 定寸装置付丸鋸盤



図V-1-5-25 センター・端面同時加工機

1-6 組立工場

組立工場の本来の作業は“組立”である。その他の作業、たとえばバリ取り仕上げ・洗浄・部品の仮置きは、“組立”と切り離すべき作業である。組立作業者は“組立”に専念してはじめて品質や工数で効果を上げられるのである。丹東工程液圧機械廠の組立作業場には、必ず洗浄槽がある。組立前や工程の途中で、洗浄作業を行う。設備的にも欠陥がある洗浄槽で洗浄しては、汚れを更新しているようなものである。組立工程の部品は、洗浄を必要としないきれいな部品でなければならない。このような基本的な考え方にたつて、組立工場本来の作業工程である“組立”で品質や工数を満足する製品をつくり上げねばならない。

組立工場の設備の近代化を以下に示す

1) 組立室の設置 (図V-1-6-12 参照)

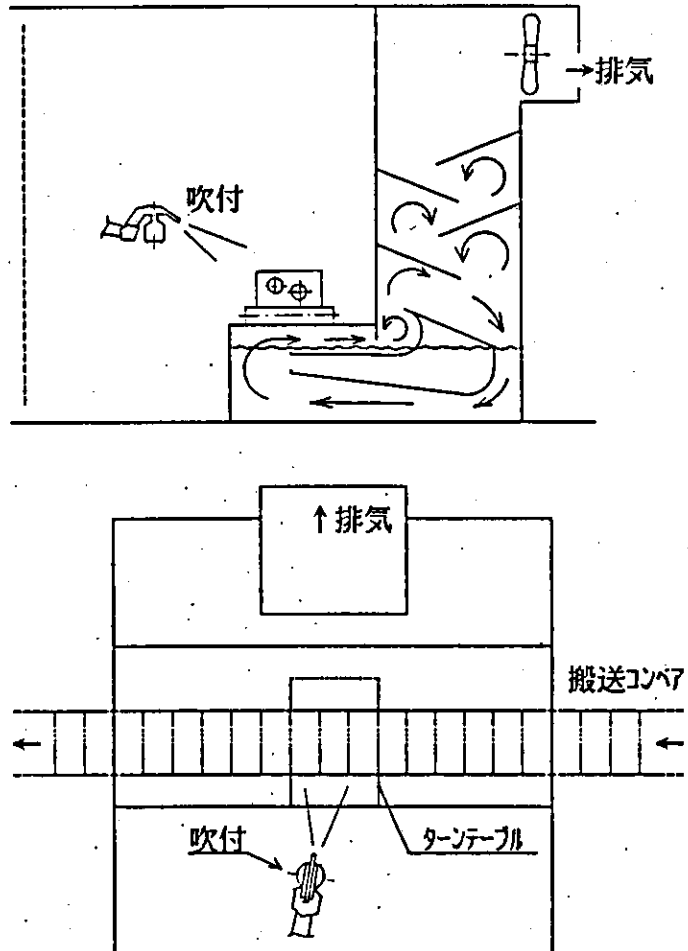
鑄造工場跡地での油圧バルブユニット一貫生産工場では、機械加工ラインと組立ラインが同居するはずである。組立ラインで汚れを更新させない為には、組立室をもうけて、作業環境の管理区分を明確にすべきである。

2) 精密測定室の設置 (図V-1-6-13 参照)

油圧バルブ本体やメインスプールは、どうしても隙間管理を行わなければならない。加工精度の向上と併せて測定精度の向上の為に、ある程度年間を通して均質な作業環境が必要になってくる。油圧バルブユニットや歯車ポンプ等の高圧化が迫ってくると、必然的により一層の精度向上が課題になる。次のステップである恒温室を目標に掲げておくべきだ。

3) 塗装設備

工場内部の環境とともに、工場外部に対する環境改善も必要である。丹東工程液圧機械廠には塗装設備がない。油圧タンクユニットは、仕上塗装を屋外でエアガンで行っている。特に、技提品の鋼板プレス製油圧タンクユニットは、タンク表面がブルドーザーの外装の一部になっている。屋外の不安定な環境条件の中で仕上げ塗装を行うと、十分な仕上げ面をえられないばかりか、塗装微粒子の飛散で公害発生の原因にもなる。現状は問題視していないようだが、生産量の増加とともに、ネック工程のひとつになりかねない。図V-1-6-11 に局所排気装置の一種である塗装ブースを示し、設備導入を提案する。

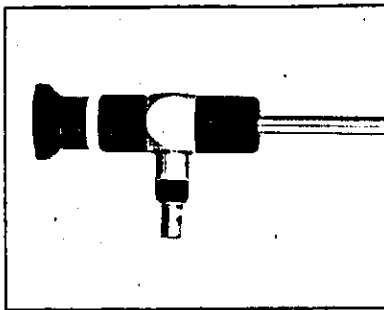


図V-1-6-1 塗装用ブース概略図

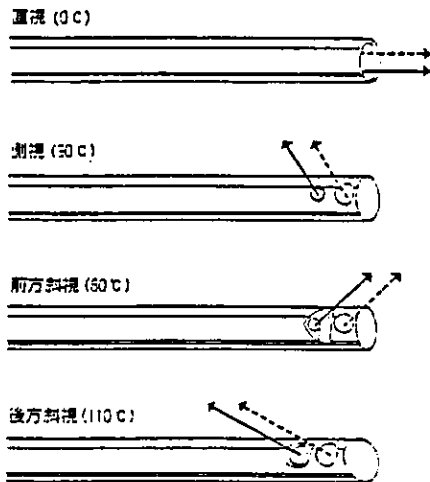
4) 内視鏡

油圧バルブ本体の内部状態を検査するのに、内視鏡を備えることを提案する。勿論、組立ラインでは不要だが、前工程の仕上げ作業にはかかせないものである。図V-1-6-2に内視鏡を示す。

図 スタンダード内視鏡(ESタイプ)



全タイプが焦点装置つきになり、従来より更に質の高い解像力を発揮。又デザインも堅牢性を増した上に、メカニクなシャープさを持っています。

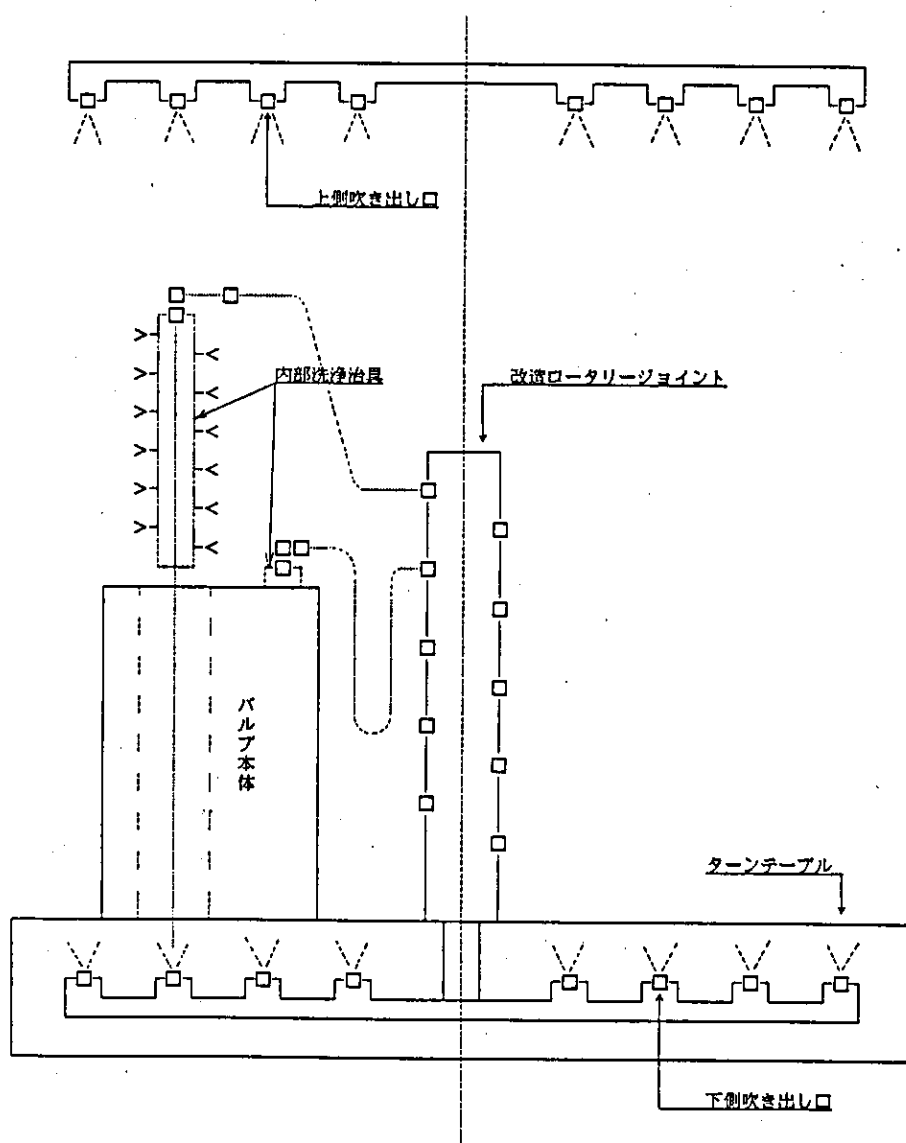


視角 (d°)	0° 直視		60° 前方斜視		90° 側視		110° 後方斜視	
視野角 (d°)	10°		30°		40°		60°	
直径 (mm)	4	5.5	6.5	8	10	11		
有効長 (cm)	19 30 39	24 32 41 49 74	24 32 41 49 74 82	27 33 40 46 52 71 90 109 128 147 166	27 33 40 46 52 71 90 109 128 147 166 185 204	27 33 40 46 52 71 90 109 128 147 166 185 204	34 48 82 115 148 181 214 247 280	

図V-1-6-2 内視鏡の一例

5) 内部洗浄治具の製作

組立前工程にて完全な洗浄を行う為、バルブ内部の洗浄治具を製作する。丹東工程液圧機械廠組立工場には、噴射ノズルの付いた回転テーブル式洗浄槽があるが、これはあくまで外部洗浄装置でしかない。図V-1-6-3の概念図に示すような、内部洗浄治具で、改造するよう提案する。



図V-1-6-3 内部洗浄治具の概念図

6) 洗浄装置のライン化

小物部品に対しても、組立ライン投入前に洗浄は必要である。図V-1-6-4に連続式洗浄ラインを示す。



図V-1-6-4 小物部品洗浄ライン

7) 工場の照明

産業照明の目的には、生産性の向上、品質の向上、安全の確保、快適な職場の四つがある。従来、照明が生産量や品質の確保、向上に直接寄与しなければ、生産原価を圧迫するものとしてとらえられていた。しかし、災害事故の減少や疲労の軽減に照明の効果が見直され、快適な職場環境による勤労意欲の喚起、ひいては企業のイメージアップの手段として、照明が有効であると考えられはじめている。

照明技術的には照度が基本であり、これが満足されて他の質的要素の検討が意味をもつ。それと同時に、照明設備としての器具、照明方式などに対する総合的な経済性の検討が必要になる。表V-1-6-5に照明一般の最低基準を示す。

表V-1-6-5 照明一般の基本

項 目		基 準	備 考
照 度	精密作業	300 ルックス<	
	一般作業	150 ルックス<	
	粗な作業	70 ルックス<	
採光・照明の方法		①明暗の対比を少なくする (局部照明と全体照明を併用) ②まぶしさをなくす	局部照明に対する全体照明の比は10%以上 光源と眼を結ぶ線と視線とがなす角度は30° 以上
照明設備の点検		6ヶ月以内毎に 1回以上	

しかし、これは最低基準であって、これで十分な照明が出来るとはいえない。表V-1-6-6に示すように、もっと細かい作業内容別に照度基準を設ける必要がある。丹東工程液圧機械廠でも、各工場・各工程・各作業内容の分析を行って、工場照明のあり方を再考すべきである。

表V-1-6-6 工場の照度基準

(JIS Z9110-1979付表2 より)

照度 ルクス	場 所	作 業
3,000	制御室などの計器盤 および制御盤 (局部照明併用可)	精密機械、電子部品の製造、印刷工場での 極めて細かい視作業、例えば 組立a、検査a、試験a、選別a、設計a、製図
2,000		
1,500	設計室、製図室	繊維工場での選別、検査、印刷工場での植字、校 正、化学工場での分析等の細かい視作業、例えば 組立b、検査b、試験b、選別b
1,000		
750	制御室	一般の製造工程等での普通の視作業、例えば 組立c、検査c、試験c、選別c、包装a、倉庫 内の事務
500		
300	電気室、空調機械室	粗な視作業、例えば 限定された作業、 包装b、荷造a
200		
150	出入口、廊下、通路、 階段、洗面所、便所、 作業を伴う倉庫	ごく粗な視作業、例えば 限定された作業、 包装c、荷造b、c
100		
75	屋内非常階段、倉庫、 屋外動力設備	荷積み、荷降し、荷の移動等の作業
50		
30	屋外 (通路、構内警備用)	
20		
10		

備考1.同種作業名について、見る対象物及び作業の性質に応じ次の三つに分ける。
 (1) 付表中のaは細かいもの、暗色のもの、対比の弱いもの、衛生に関係ある場合、精度の高いことを要求される場合、作業の長い場合等を表す。
 (2) 付表中のbは(1)と(2)の中間のものを表す。
 (3) 付表中のcは粗いもの、明色のもの、対比の強いもの、がんじょうなもの、さほど高価でないものを表す。
 2.危険作業のときは、2倍の照度とする。

8) 組立作業の流れ改善－組立工場のライン化

作業の連続化、整流化をはかることは、工場近代化を図るための手段の1つである。その為には、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・標準化を図ることが必要になってくる。先にも述べたように、組立作業者は“組立”が本来の仕事である。更に工場は、“物を作る場”であって“物を置く場”ではない。極端にいうと、1台の製品を作るためには、それに必要な最少限度、すなわち1台分の部品だけあれば良いということになる。この考え方を基本にして、1個送りの製造方法をとっている企業もある。但し、この1個送りの製造方法は、さまざまな条件と企業総体の努力を必要とする。丹東工程液圧機械廠では、その条件整備と企業革新を、この近代化計画の中でつちかっていくべきであろう。

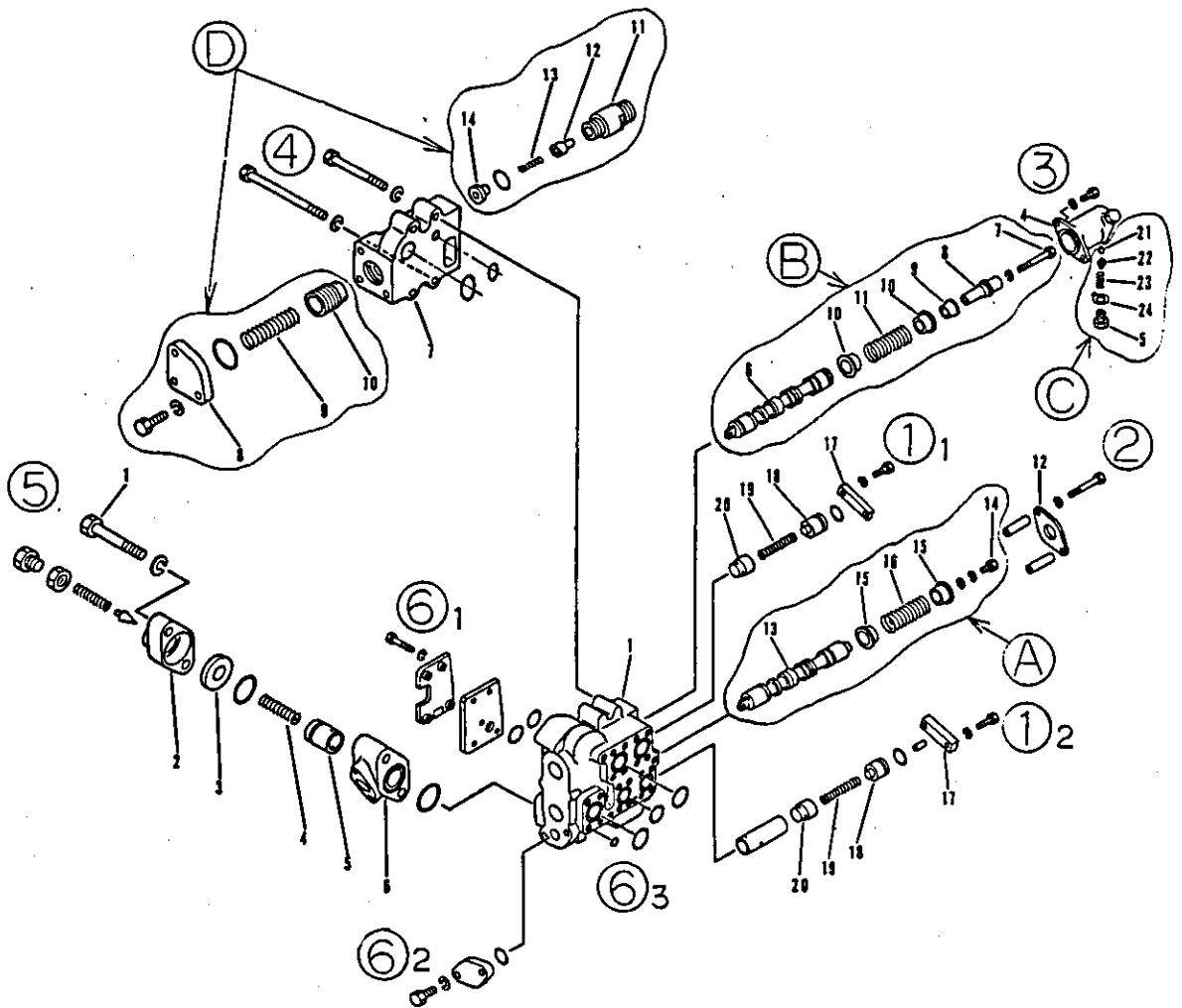
a) 部分組立化の促進

図V-1-6-7の操作弁概略図の中で、㊸～㊾が部分組立が可能な部品である。丹東工程液圧機械廠でも部分組立は行われていたが、本体総組立と各々の部分組立を同じ作業台で行っている。部品の錯綜が起こり、工程が混乱する。本体総組立と部分組立を分離し、作業場を固定すれば、それだけで管理点数が減り、作業自体も簡略化出来る。(図V-1-6-8に部分組立系統図、図V-1-6-9に総組立系統図を示す)

b) 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・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。

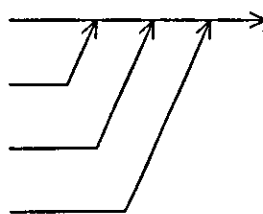
丹東工程液圧機械廠では、組立作業者が部品を捜しまわり、組立作業に専念していない。



図V-1-6-7 操作弁の概略図

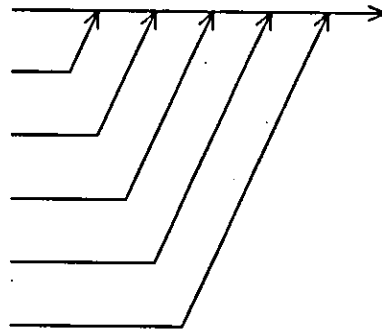
① 3ポートスプール組立 () 内は数量、B=ボルト、SW=バネ座金、FW=平座金

- 3ポートスプール (1)
- リテーナ (2)
- スプリング (1)
- B, SW, FW (1)



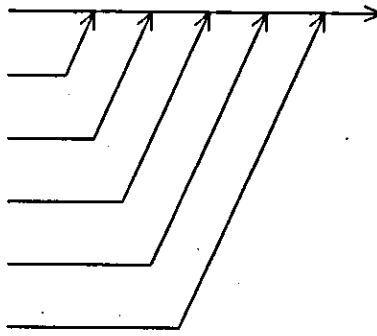
④ 4ポートスプール組立

- 4ポートスプール (1)
- リテーナ (2)
- スプリング (1)
- カラー (1)
- デテント (1)
- B, SW (1)



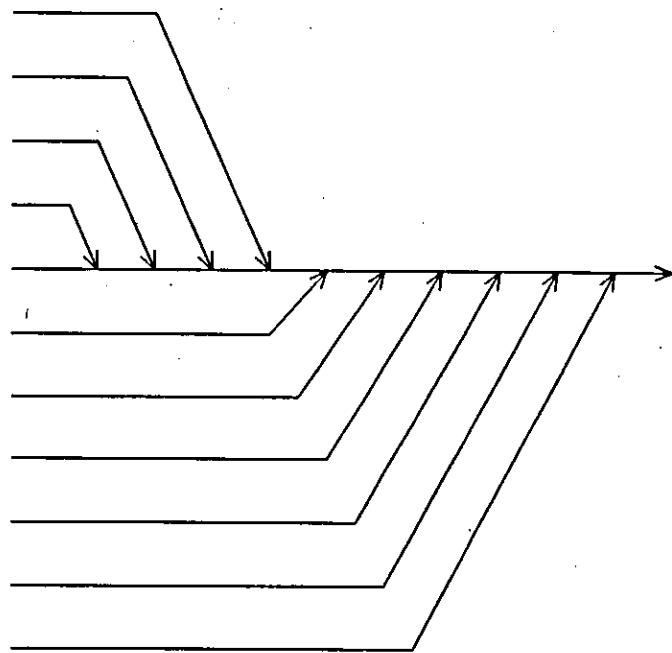
⑤ ケース組立

- ケース (1)
- ボール (1)
- ガイド (1)
- スプリング (1)
- ロックワッシャ (1)
- プラグ (1)



⑥ サクションバルブ組立

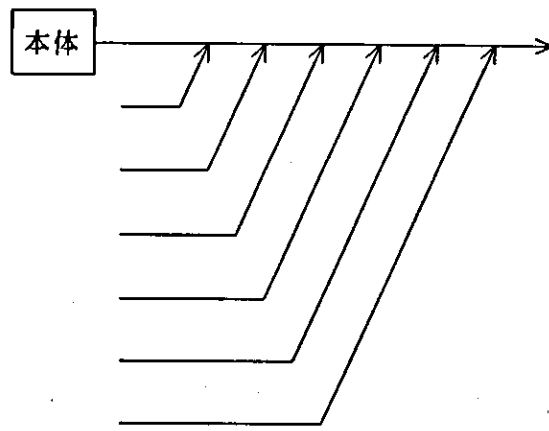
- プレート (1)
- スプリング (1)
- O・リング (1)
- バルブ (1)
- B, SW (3)
- バルブケース (1)
- シート (1)
- O・リング (1)
- スプリング (1)
- バルブ (1)
- ボディ (1)



図V-1-6-8 部分組立系統図

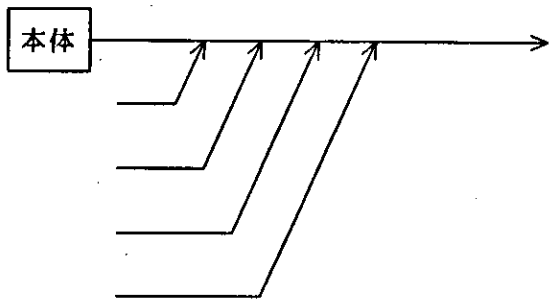
① 1～2安全弁組付

- バルブ (1)
- スプリング (1)
- シート (1)
- O・リング (1)
- プレート (1)
- B, SW (2)



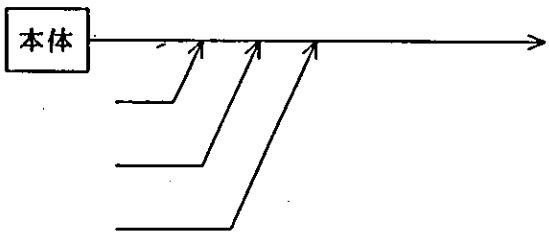
② 3ポートスプール組付

- Ⓐ部分組立品 (1)
- カラー (2)
- プレート (1)
- B, SW (2)



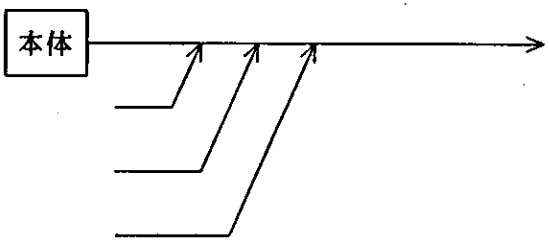
③ 4ポートスプール組付

- Ⓐ部分組立品 (1)
- Ⓑ部分組立品 (1)
- B, SW (2)

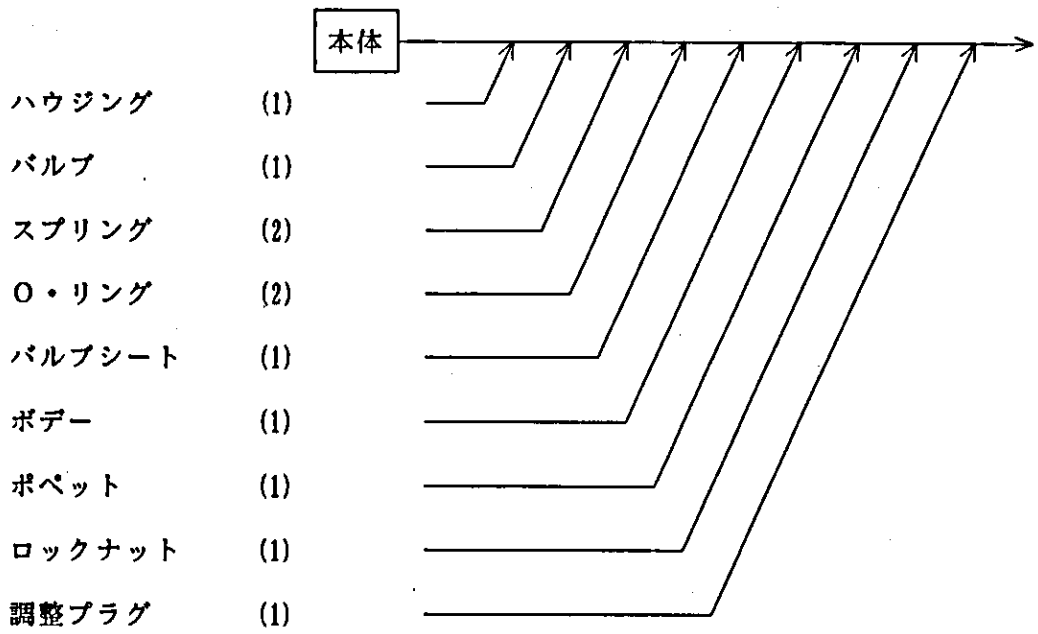


④ サクションバルブ組付

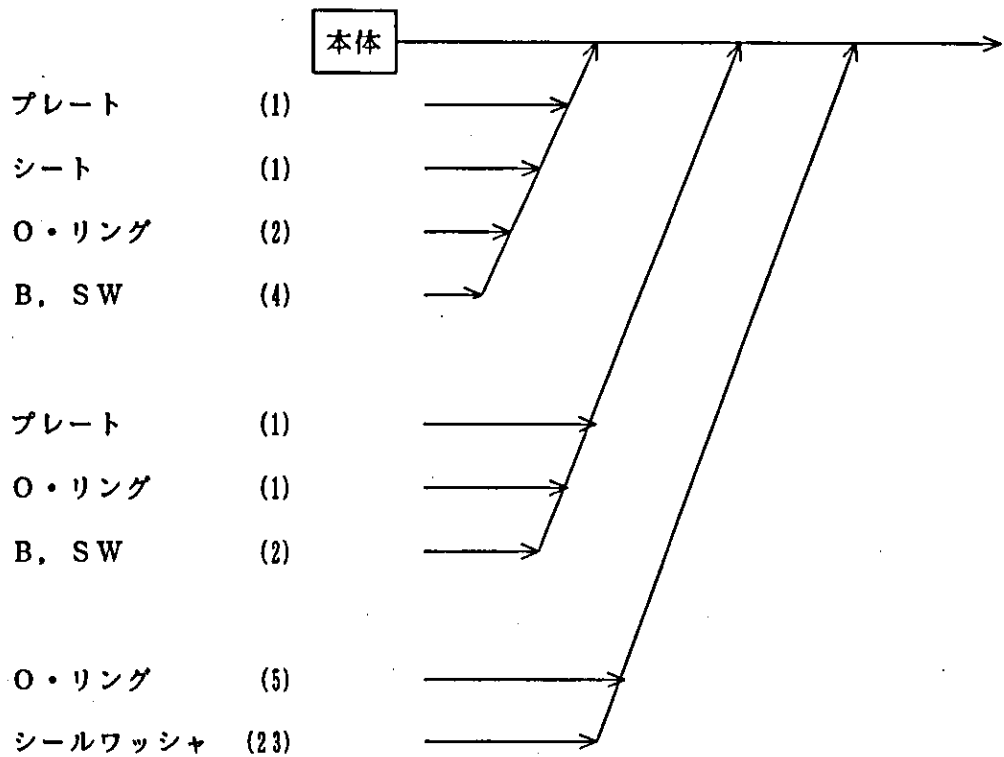
- Ⓐ部分組立品 (1)
- O・リング (2)
- B, SW (4)



⑤メインリリーフバルブ組付



⑥1～3その他組付

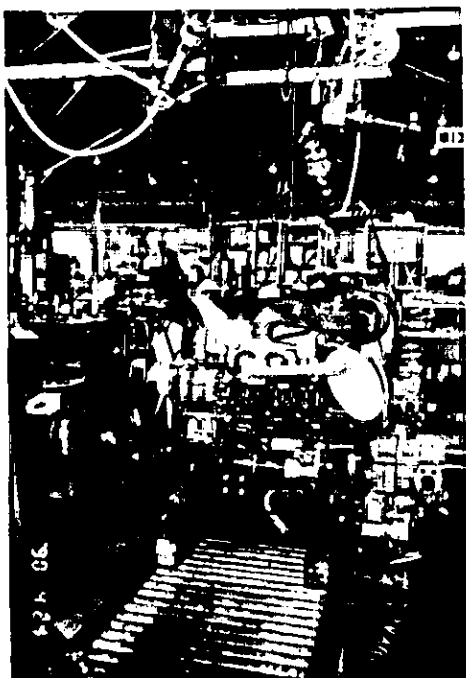


図V-1-6-9 総組立系統図

c) ライン化設備

① コンベアライン

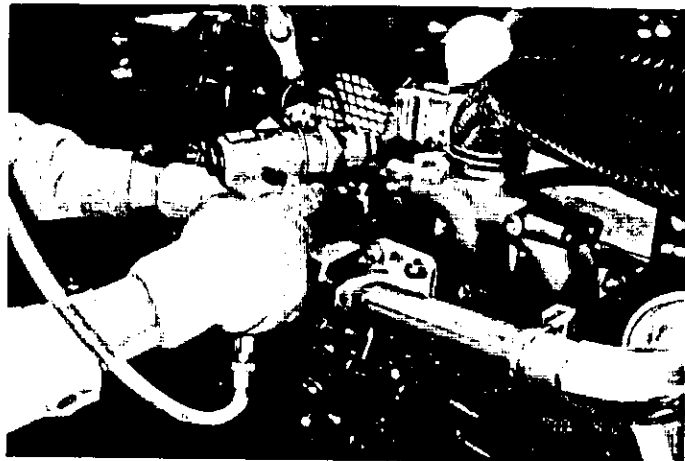
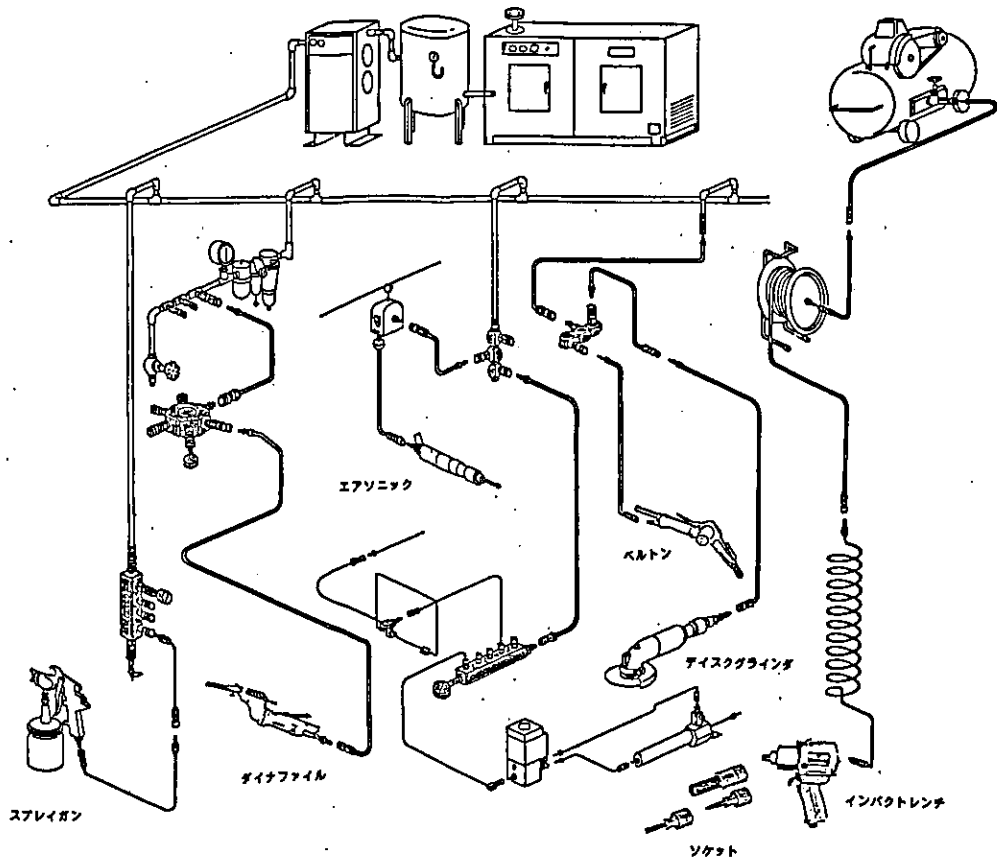
総組立ラインでは、ほとんど取り付け作業ですむように部分組立化を促進する。当初は間欠移動で流されるだろうが、将来は連続移動に移行することも考慮に入れて、駆動ローラー式のコンベアを提案する。図V-1-6-10 に駆動ローラー式コンベアを示す。



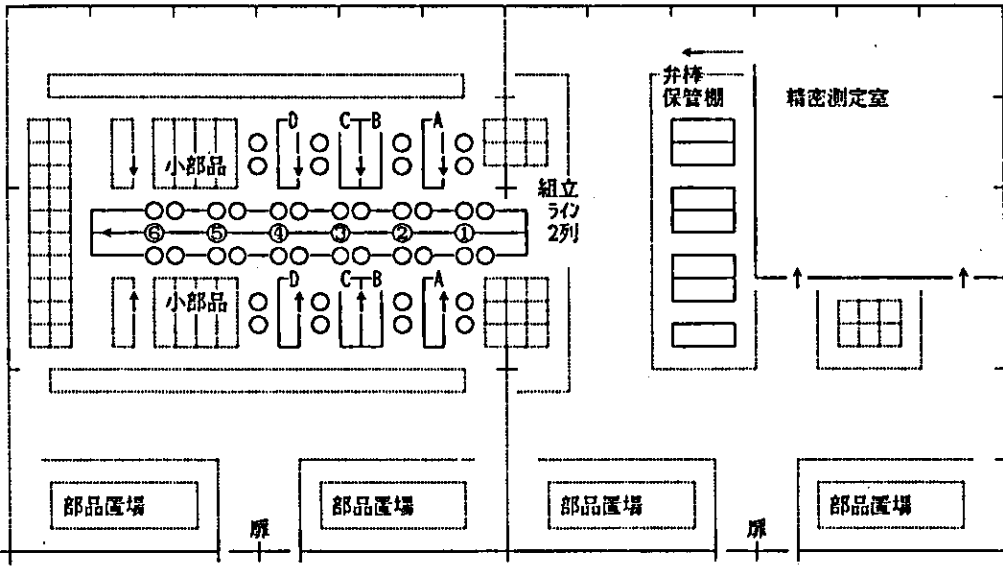
図V-1-6-10 駆動ローラー式コンベアの一例

② エアー工具類

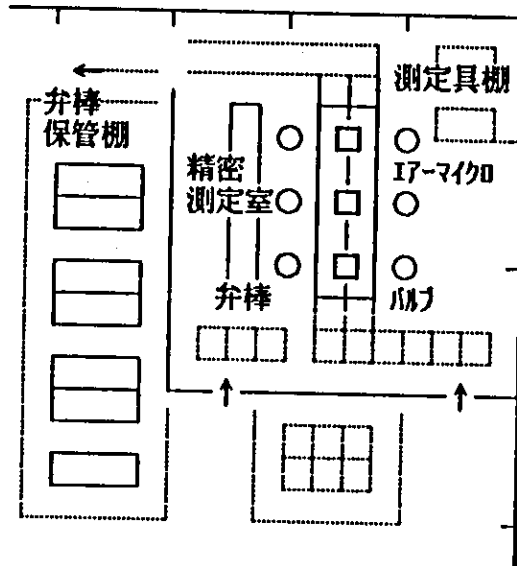
組立作業を分業化して、誰でも同じように組める標準化をすすめて、人力にたよらないエアー工具や治具を採用することを提案する。図V-1-6-11 にエアー工具類を示す。



図V-1-6-11 エアー工具・治具類



図V-1-6-12 組立室



図V-1-6-13 精密測定室

9) 試験設備

次に、各組立工程の最終工程にあたる試験設備について検討する。先にも述べたとおり、4種類の試験設備があるが、技提品のタンクユニットはエア-漏れチェックの為の槽だけなので現状のままとする。又、鋳鉄製タンクユニットも、1995年生産計画が3,500台/年であり(タクトタイム=40分/台)、現状のままで可とする。次に、歯車ポンプユニットは、現在テスト時間が2時間かかっているとのことである。1995年生産計画数11,000台を達成するには、このテスト時間の削減を図る必要がある。取り付け・取り外しの合理化・油温管理の向上等で、目標40分タクトをめざし、計3台の設備で計画を達成できる。最後に、油圧バルブユニットの一貫生産工場のテストスタンドは、現在も平行にテスト出来るはずだが、スペース的に3ユニットでいっばいのようなのである。油圧バルブユニットのテスト時間が20分であることから、2ユニットが同時にテスト出来るテストスタンドを2ヶ追加し、計3台のテストスタンドで計画を達成することが出来る。以上の試験設備の設置を提案する。

1-7 整備工場

整備工場の担当職務のうち、次の2項目を推進することによって、工場近代化に寄与することを提案する。

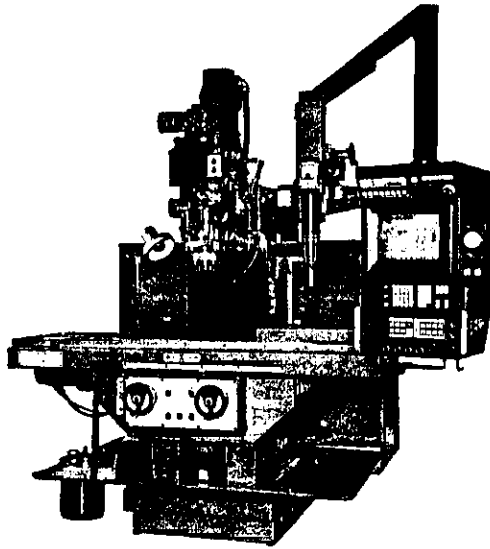
- 1) 金型製作に倣いフライス盤を導入し、金型精度の向上と試作期間の短縮を計る。又、完成品精度の向上の為に、3次元測定機の導入を検討する。3次元測定機は、金型形状測定だけでなく、穴・軸・平面などの位置や寸法の測定にも使える為、機械加工精度の向上にも役立つものである。一般に図面指示のある公差の中で、内外径の寸法測定は容易になされるが、位置度・直角度・平行度・平面度等は確認されないことが多い。機械加工レベルの確認と維持・向上の為に導入検討に値する設備である。図V-1-7-1に倣いフライス盤を示し、図V-1-7-2に3次元測定機を示す。

3次元測定機を導入する際は、測定機自体が精密機械であるという認識だけでなく、被測定物も測定精度誤差を出さないようにする対策が必要である。ゴミ・ほこり・汚れは勿論、温度変化による影響をなるべく少なくする対策をこぎずる為、一般の作業スペースとは分離した精密測定室の設置も併せて検討しておくべきである。

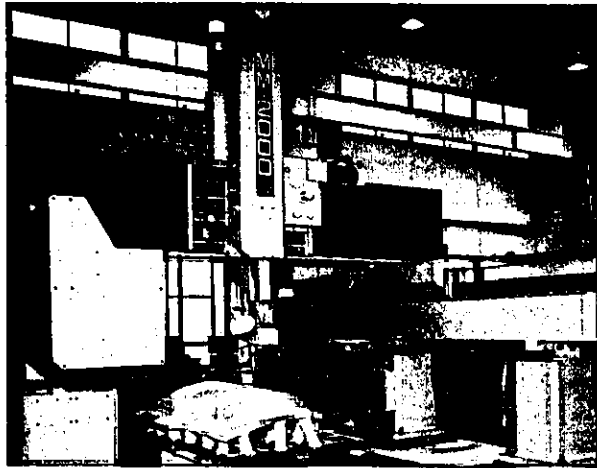
- 2) 工具の集中管理・集中研削・集配制の導入

各工場で工具を保管し、各作業者が独自に刃具の再研削を行っている。工場単位の保管は、どうしても余剰在庫を発生させ、直接作業者が再研削をしている間は機械停止が起き、生産性低下の要因になる。又、個人差による刃具精度差は品質のパラツキや刃具の寿命を短くする。自動化等の近代化計画を達成させる為にも工具の集中管理・集中研削方式の導入を提案する。

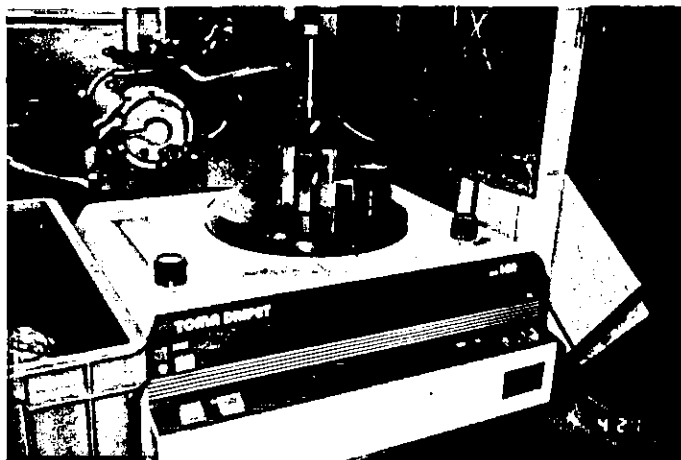
集中管理方式を採用すると、作業者が工具交換の為、長距離を歩くことが必要になり、作業効率を著しく低下させる。この対応策としてツールボーイによる集配制の導入を提案する。これは、ツールボーイが作業から要求されたツールを定間隔に集配する方式である。方法は、工具台の上に交換を必要とする工具とチッキを添えて置いておき、これをツールボーイが集配するものである。先にも述べたように設備の自動化の過程でスローアウェイ化が進むと、集配対象工具がドリル・リーマー等に片寄ってくる。ここで、ドリル研削の効率アップの為に手軽で熟練を要しない、ドリル研削機を参考までに、図V-1-7-3に示す。



図V-1-7-1 倣いフライス盤



図V-1-7-2 3次元測定機



図V-1-7-3 ドリル研削機

1-8 運搬設備

丹東工程液圧機械廠は、その生産規模に比べて運搬設備が極めて少ない。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、重要な位置を占めている。運搬設備の不足や不適合は、物の移動の遅れや労力の大きなむだを生んでいる。したがって、工場近代化を計る上で、運搬設備の近代化も重要な役割を担っている。

運搬設備のもつ機能を大きく分類すると、水平（横）運搬、上下運搬、ユニットロードならびに単体の積み卸しに分けることが出来る。主要な運搬設備をこのような3つの機能でみると、それぞれの運搬設備の特徴が明確になる。表V-1-8-1に、主要な運搬設備の機能比較を示す。

表V-1-8-1 主要な運搬設備の機能比較

	ベルトコンベア	台車	ハンドリフト	フォークリフト	天井クレーン	スタッククレーン	ホイスト
水平（横）運搬	○	○	○	○	○	○	○
上下運搬	○			○	○	○	○
ユニット・ロード			○	○		○	

又、表V-1-8-2に代表的な運搬設備であるフォークリフト、コンベア、天井クレーンについての長所・短所の比較表を示す。これらを通じて、それぞれの設備の特徴を把握し、どの設備でも必ずなんらかの利点・欠点があるので、十分な評価のもとに、荷姿や保管方式との組合せで最適方法を選択しなければならない。

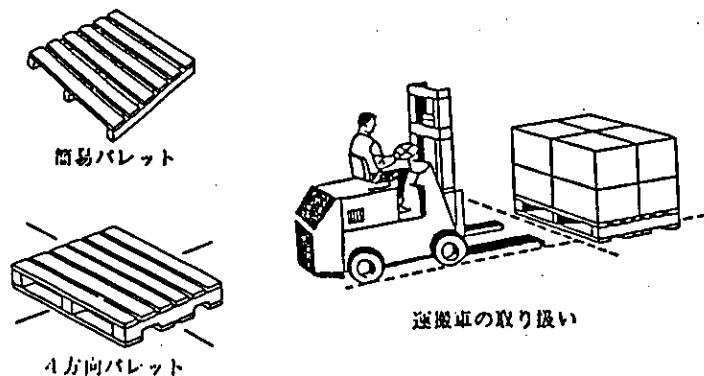
表V-1-8-2 代表的な運搬設備の長所・短所比較

	フォークリフト	コンベア	天井走行クレーン
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・機動性がある ・他フォークリフトとの互換性がある ・パレット積載品の多段積 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続運搬ができる ・1個扱いができる —加工、検査、運搬の統合が容易である 	<ul style="list-style-type: none"> ・揚程を高くすることができる ・通路が少なくすむ —障害物を避けて運べる

長	<ul style="list-style-type: none"> • みにより高積み保管が可能 • 一貫パレッチゼーションにより積卸し（手扱い）工数が少なくすむ 	<ul style="list-style-type: none"> • 場内の整理、整頓がしやすい 	<ul style="list-style-type: none"> • 大型品も運搬可能 - 荷姿の制約がない • つったままで、取付けや加工をすることができる • 指定品を「ゴボウ抜き」で取り出しやすい
短所	<ul style="list-style-type: none"> • 超重量品、超大物は運べない • フォークリフト通路が必要 • 運転免許が必要 • 1回当り運搬量に制約がある • パレットが必要 	<ul style="list-style-type: none"> • 2点間の運搬のみに制約される • コンベアへの「のせ」「卸し」作業が必要 • 故障時に代替がない • 停電時使用不能 • 通路の交差に工夫を要す 	<ul style="list-style-type: none"> • 玉掛け、玉はずし作業が必要 • 棟内運搬のみで、棟間運搬はできない • 安全上の注意を要す • 建屋建設単価がやや高くなる • 運転免許が必要 • 故障、停電時にトラブル

1) パレット化

パレット化とは「品物の取り扱いにパレットを使用する」ということであり、手扱いの重複を極力少なくし、運搬回数の削減や大物の部品移動に有効である。パレットを運搬する手段としては、エンジン駆動や電気駆動のフォークリフトや手動式ハンドリフト等が使われている。図V-1-8-1に、パレットの例とフォークリフトでの取り扱い図を示す。



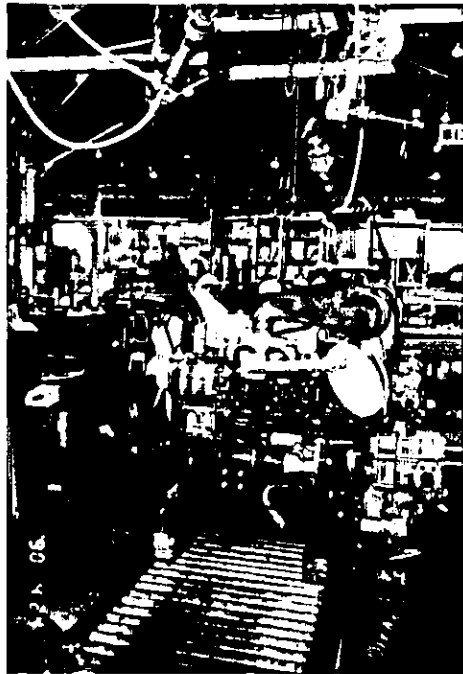
図V-1-8-3 パレットの例とその取り扱い図

丹東工程液圧機械廠では、油圧バルブ本体の工場間移動や、油圧タンク等大物部品の移動に有効である。現在は、各機械設備の前の床の上に低い木枠がもうけられているが、それは運搬に関わるものではない。よって、“ある工程での加工後、床に一時置きしたものを手で運搬車にのせた後、次工程に運び、次工程の加工機械の横に再び手扱いでおろすというきわめて工数のかかるもの”になっている。この取り扱いを無視せず、なくす方法の一つがパレット化である。運搬では、移動よりもむしろ“取り扱い”の方が頻度・時間・労力を多く要するものである。“取り扱い”に注目して分析する必要がある。

2) ローラーコンベア

機械加工工場でも、組立工場でも隣の工程への移動にローラーコンベアを採用することを提案する。特に、機械加工第2工場はすぐにでも組立台上にローラーコンベアを敷いて、作業を流すことが出来る。組付作業時にローラー上では不安定とするならば、簡単なストッパーで解決出来る。重量物がホイストを使わずに移動出来れば、作業空間が自由に使えることになる。

ボルトの締めつけにエアインパクトレンチを吊り下げて、手のとどく所ですぐに作業にかかるように出来る。図V-1-8-4にローラーコンベアラインの一例を示す。



図V-1-8-4 ローラーコンベアラインの一例

1-9 機械加工・組立工場の新配置図集

1-5 項から1-8 項に述べてきたバルブユニットの機械加工・組立工場、タンクユニットの機械加工・組立工場、ポンプユニットの機械加工・組立工場および整備工場の新しいレイアウト（案）を以下にまとめて示す。

図V-1-9-1 本工場全体配置図

図V-1-9-2 バルブユニット工場全体配置図

図V-1-9-3 鋳鉄製タンク工場全体配置図

図V-1-9-4 鋼板製タンク工場全体配置図

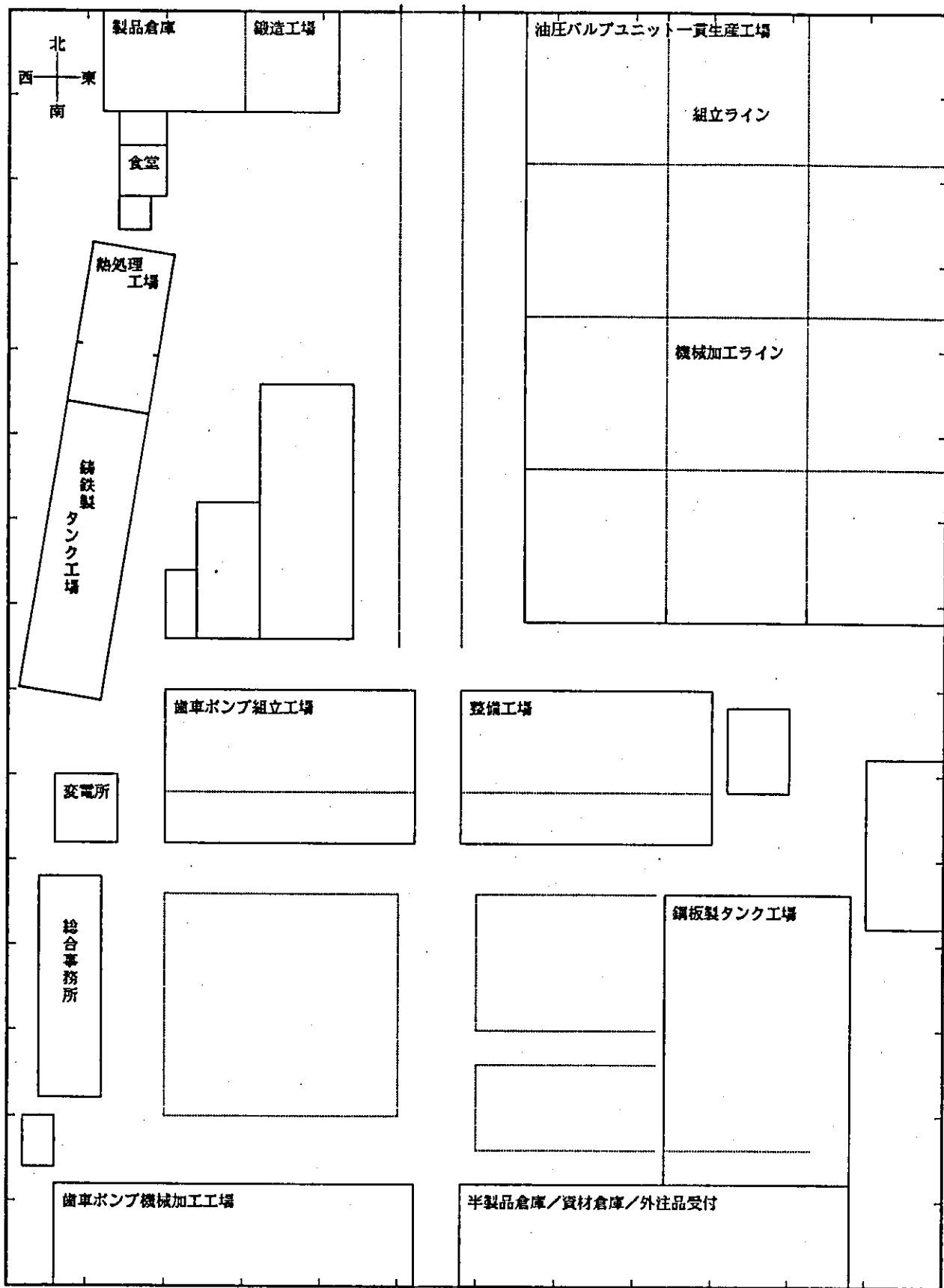
図V-1-9-5 歯車ポンプ組立工場配置図

図V-1-9-6 歯車ポンプ機械加工工場配置図

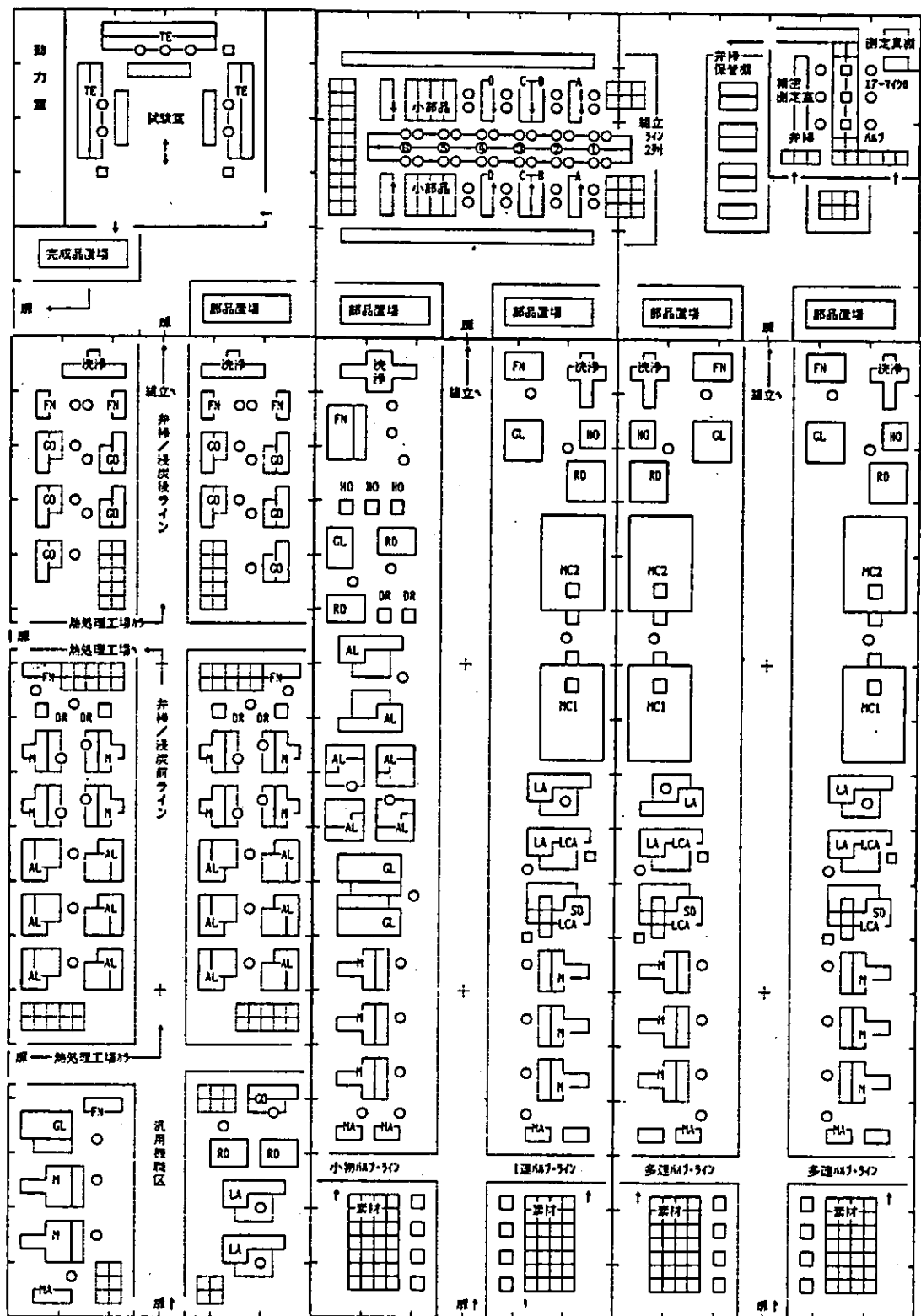
図V-1-9-7 整備工場配置図

配置図に記入されている記号は下記の通りである。

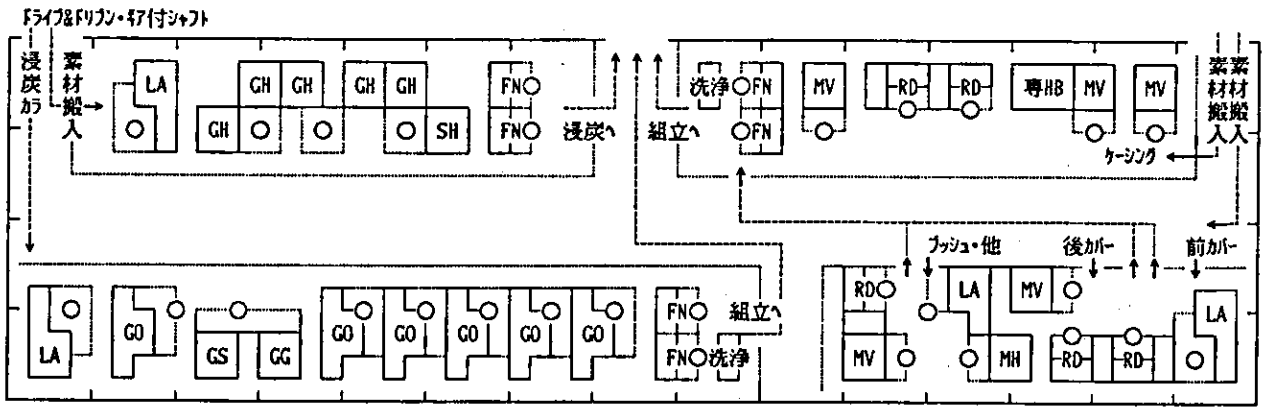
MA:マーキング定盤	HB:横中割盤
M:フライス盤	PG:プラズマ切断機
GL:平面研削盤	SU:組付
FN:仕上げ	WE:溶接
AL:NC旋盤	GH:ホブ盤
DR:ボール盤	GS:歯面シェービング盤
GO:円筒研削盤	GG:歯面ホーニング盤
LA:普通旋盤	SH:スプラインホブ盤
RD:ラジアルボール盤	MH:横型フライス盤
HO:ホーニング盤	SP:セーパー
SD:超硬ドリル専用機	CG:工具研削盤
LCA:自動化設備	
MC:マシニングセンター	
TE:試験設備	
MV:立型フライス盤	



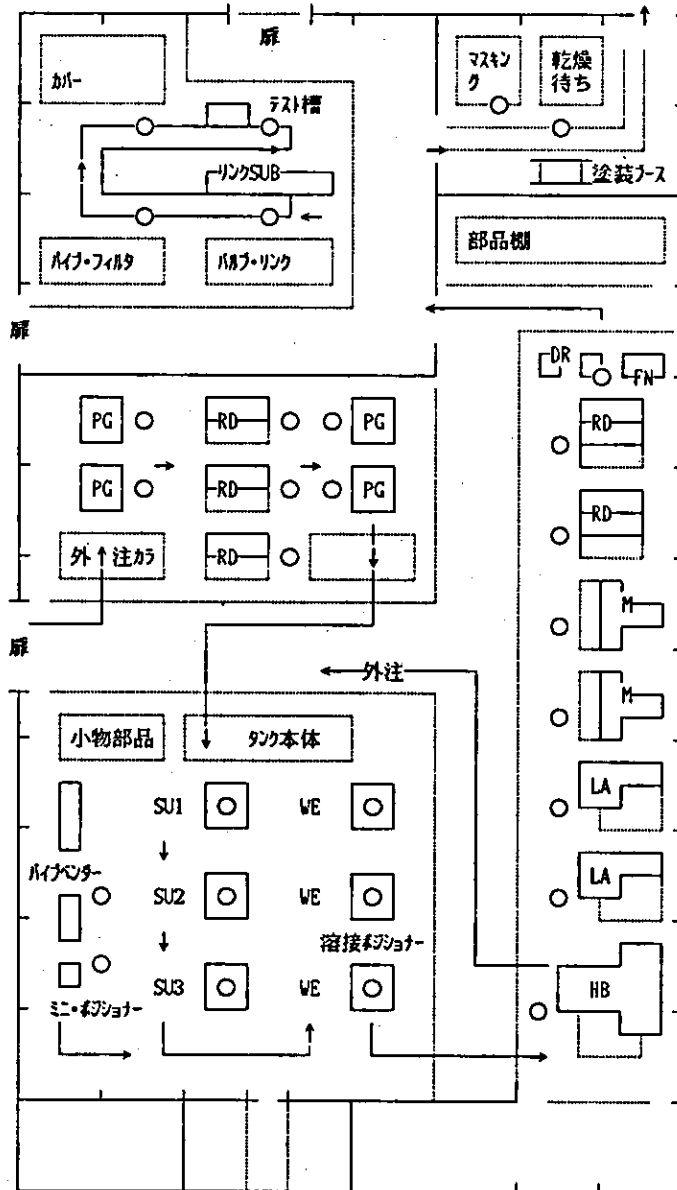
図V-1-9-1 本工場全体配置図



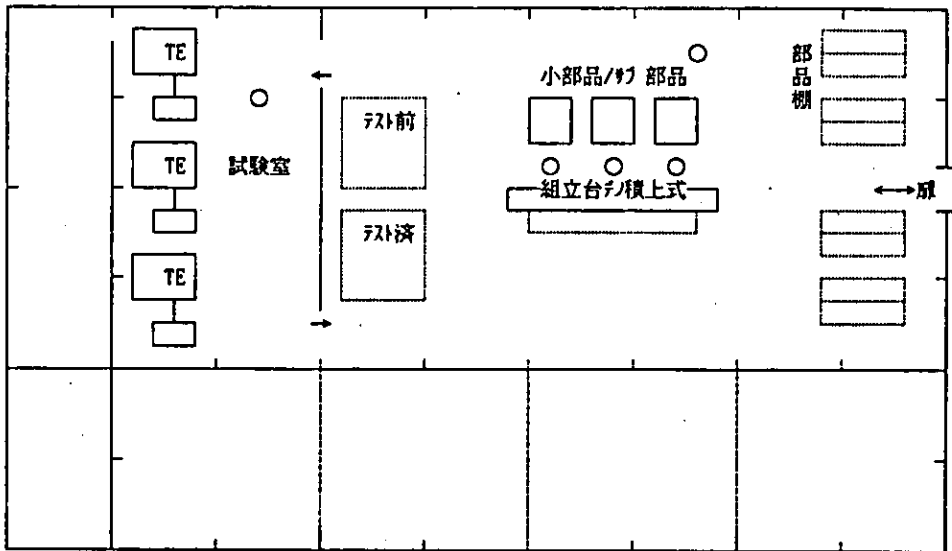
図V-1-9-2 パルプユニット工場全体配置図



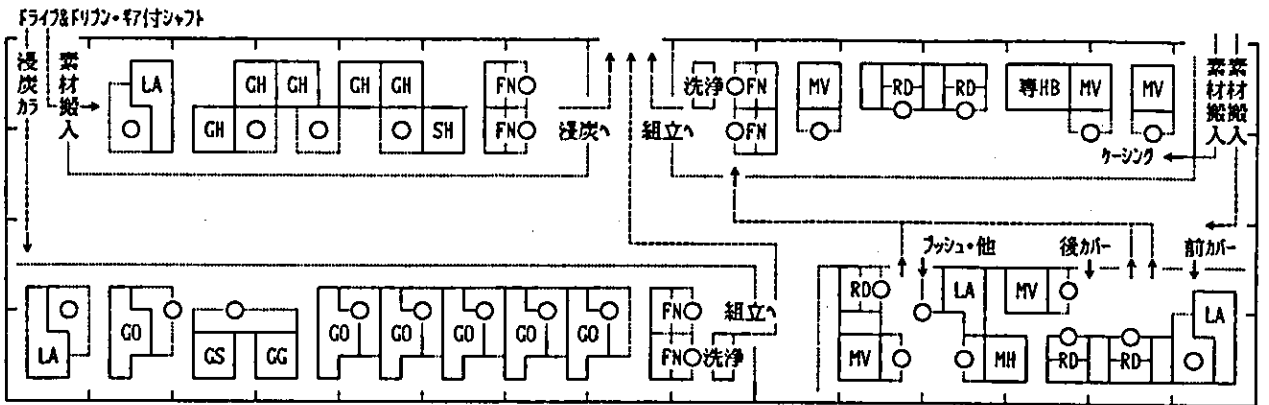
図V-1-9-3 鑄鉄製タンク工場配置図



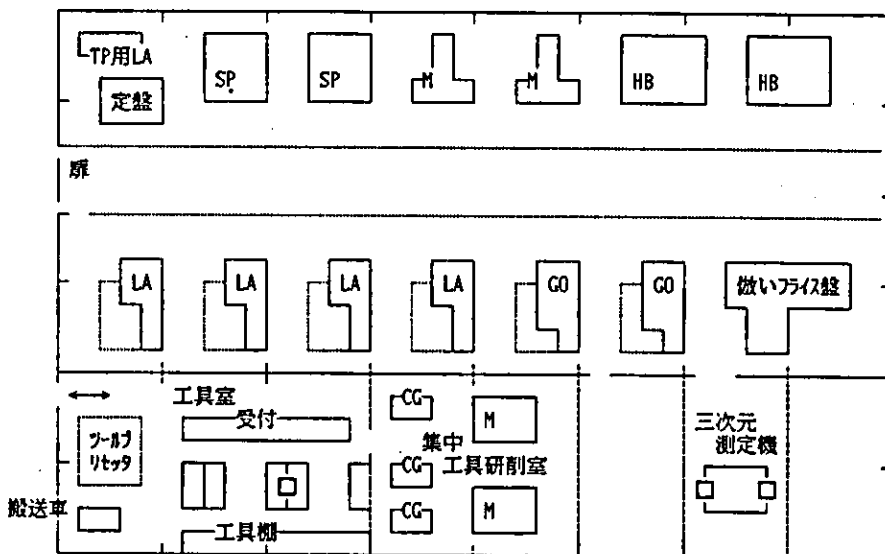
図V-1-9-4 鋼板製タンク工場配置図



図V-1-9-5 歯車ポンプ組立工場配置図



図V-1-9-6 歯車ポンプ機械加工工場配置図



図V-1-9-7 整備工場配置図

2 製造技術の近代化

2-1 鑄造技術

丹東工程液圧機械廠で作る油圧ユニット部品の鑄物は鑄鉄鑄物の中でも、かなり複雑なもので高度の技術を要するものである。油圧機器鑄物は一般に緻密であると同時に、繰返し荷重に対する耐圧疲れ強さと耐摩耗を要求されるものが多く、一般にはFC25~35程度の強靱鑄鉄や一部にダクタイト鑄鉄が使われる。当工場に於てはFC25相当（HT-250）が多く使われている。油圧弁鑄物は構造的にも複雑で寸法精度を保つためにスプール穴や油流路などの中子には精度のよい中子を作る必要がある。この種の鑄物はこのような多数の複雑な中子を使用するものが多く、フローホール等の欠陥が発生しやすいので、中子のガス抜きにも十分注意を払う必要がある。又、鑄込みは一般に高温鑄込みが必要である。したがって要求される品質の鑄物を作るためには各製造プロセスが技術的にしっかり確立されており、又よく管理されている必要がある。又いろいろな不具合の発生に対しても迅速に対処し、解決改善される体勢となっていなければならない。

鑄物の良し悪しを決めるのは、模型製作から始めて、溶解、造形、鑄込みまでの各プロセスが大きく影響し、大半はここまでに品質が決まってしまうと言っても過言ではない。従って、このような点を主体にして又、今回新しく導入する製造法を中心にして以下に各プロセス毎に言及する。

2-1-1 模型製作

鑄造品を作るに際しては、鑄型を作るための模型が必要である。製品の形状、寸法に関しては、これがすべての基本となるものであるから、図面に要求される形状寸法を満足させるものを作らねばならない。しかし図面に忠実に作っても、必ずしもその通り鑄物が出来ない場合もある。これは造型法や鑄物砂、溶湯の性状など、変動する要因があるからである。

従って模型製造は鑄物技術者と密接な連携を持って最終的に設計の要求を満足するものを作る必要がある。

(1) 模型材料の選択

丹東工程液圧機械廠で生産される鑄物は、油圧弁本体鑄物が主体でありその生産量は中規模生産である。この油圧弁鑄物の鑄造は生型自動造型ラインで行うことを計画している。この場合中子はシエル中子を使用する。

又、油圧タンクやクラッチケースのような当工場にとって比較的大型で少量生産のものに対しては、自硬性鑄造型法を適用する。

模型は材料によって木型、金型、樹脂型、石膏その他、等があるが模型材料は上記造型法や生産量に見合ったものを選定する必要がある。

1) 金型用模型材料

金型用模型材料としては、鑄鉄（ダクタイル鑄鉄も含む）、銅合金、アルミ合金などがあるが、当工場の生型自動造型ラインの主型用金型、及びシエル中子用金型には表V-2-1-1に示す如く鑄鉄が適切である。

表V-2-1-1 金型材料選択

鑄物	金型材料
生造型用主型	鑄鉄（又はアルミ合金）
シエル中子	鑄鉄（部分的に銅合金）
自硬性主型中子	アルミ合金

a) 鋳鉄

金型製作で最も多く使用されている材質は鋳鉄である。これは鋳造性、加工性に優れていて安価であり強さ、耐磨耗性が高い。但し欠点としてアルミ合金等とくらべて重いので取扱いに難があることと、長期的に使用しない場合錆が発生することである。しかしコストが安い、耐磨耗性が大きいというのは魅力があり特に高圧造型、多量生産では鋳鉄が多く使用されており、生型自動造型のパターン・プレートとしては最適な構成材料である。

当工場の鋳造品の生産計画は中量生産であるが自工場で鋳鉄を生産しているのだから適用にあたっては有利である。

一方シェルモールド中子は金型を 200～300℃に加熱して製造するので金型は耐熱性に富み熱容量が大きく加熱による膨脹とひずみの少いことが必要である。

このほか砂との摩擦に対する耐磨耗性、加工性、コストの点などから判断して鋳鉄が多く用いられている。金型を長期間繰返し加熱使用する間に金型の伸びによる寸法精度が問題となるものに対しては、耐熱性にすぐれ、成長の少ないダクタイル鋳鉄の採用が好ましい。しかし通常は一般鋳鉄で何ら問題はない。但し、内部応力除去焼鈍をする必要がある。

b) 銅合金

銅合金はシェルモールド用砂を金型に吹き込むときに空気を逃すためにはめ込込であるベントプラグ等に対して使われる。このベントプラグにはきわめて細かいすきまが設けてあるのでその加工性の点から銅合金が使われる。

c) アルミ合金

アルミ合金は鋳鉄にくらべて比重が軽く（鋳鉄の37%の重量）取扱いが容易であり、材料の溶解も温度が低く簡単な設備で出来、金型の長期保存でも錆が出ない（保管管状況によっては腐蝕粉がでることもある）のが大きな魅力である。

特にマッチプレートを使い、人力で鋳型を反転するような場合にはアルミ合金金型が必ず使われる。しかし一般の砂型造型や中量造型ラインにも用いられるので当工場に於ては従来からアルミ合金金型が多く用いられており、生型造型ラインにアルミ合金金型を使用することは問題ない。但し、前述の如く鋳鉄の方が取扱いで重

いというハンディはあるものの、耐磨耗性がよくコストが安いので、鋳鉄を推奨するわけである。

一方、自硬性鋳型を使う模型としては、耐磨耗性は生型機械造型にくらべてそれほど要求されないのもむしろ取扱いの便利なアルミ合金の方がよい。

(自硬性鋳型に対しては、木型もちろん使用出来る)。

アルミ合金金型を作る場合、材料としてのアルミ合金を自製する場合がある。これは前述の如く簡単に溶解できるからである。

アルミ合金を作る場合往往にして素性のわからないアルミ合金(又はアルミ材)を外部から買ってきてそれを適当な鍋で溶かし金型材料として使われていることがある。ここで問題となるのは次のようなことである。

- ・材質が不明である。特にアルミ延伸材のようなスクラップを溶かしたもので、非常にやわらかいものを使っていることがある。
- ・溶解がたゞ単に溶かすだけであり、脱ガス処理をしないので出来た製品がピンホールだらけである。
- ・材質の組織改善処理も行わないので強度、硬度共に不安定である。

このようなアルミ型でも、手込め少量生産では使用に耐えることが出来るが高、中圧造型では磨耗が早いとか、金型のピンホールに砂が突きささってその結果造型した鋳型肌がザラザラになったり、砂の突起部が出来たりし鋳型不良を引き起すことになる。

従ってアルミ合金を自工場で作るのであれば、正しいアルミ鋳物溶解法で作らねばならない。もしそれが出来なければ専門のアルミ鋳物工場に外注する必要がある。

アルミ合金は金型用としては一般的にラウタル系(Al-Si-Cu系)が使われる。JIS規格で云えばJIS H 5202に規定されているもので表V-2-1-2に示すように、化学成分としてはアルミの他にCu: 2~4.5%、Si: 4~7%を含むものであり、ブリネル硬さは表V-2-1-3に示す如くH_B: 60~90程度のものである。

表V-2-1-2 金型に適するアルミ鋳物(例)

記号	化 学 成 分 %											
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr	Al
AC2A	0.3 ~4.5	4.0 ~6.0	0.25 以下	0.55 以下	0.8 以下	0.55 以下	0.30 以下	0.20 以下	0.15 以下	0.05 以下	0.15 以下	残部
AC2B	2.3 ~4.0	5.0 ~7.0	0.50 以下	1.0 以下	1.0 以下	0.50 以下	0.35 以下	0.20 以下	0.20 以下	0.10 以下	0.20 以下	残部

表V-2-1-3 アルミ鋳物の機械的性質

種類	質 別	記 号	引張試験		参 考							
			引張強さ kg/mm ² (N/mm ²)	伸 び %	74H硬度 HB(10/ 500/30)	熱 処 理						
						焼 な ま し		溶 体 化		焼 戻 し		
温度℃	時間h	温度℃	時間h	温度℃	時間h							
金型試験片	2種A	鋳造のまま	14以上 (116以上)	2以上	約75							
		溶体化焼入れ・焼戻し	24以上 (215以上)	1以上	約80			約510	約8	約160	約9	
	2種B	鋳造のまま	16以上 (137以上)	1以上	約70							
		溶体化焼入れ・焼戻し	25以上 (215以上)	1以上	約90			約500	約10	約160	約5	
金型試験片	2種A	鋳造のまま	14以上 (117以上)	—	約70							
		溶体化焼入れ・焼戻し	24以上 (215以上)	—	約90			約510	約8	約160	約10	
	2種B	鋳造のまま	14以上 (117以上)	—	約60							
		溶体化焼入れ・焼戻し	24以上 (196以上)	—	約80			約500	約10	約160	約5	

2) 木型材料

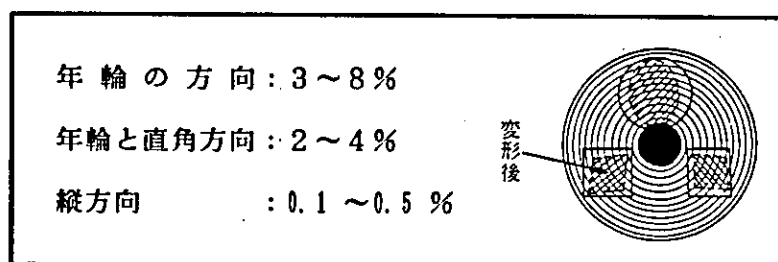
木型は非量産鑄物用の模型として一般的に使われている。当工場に於ても使われているが、主たる模型は生産用としては金型であり、単品ものや、金型を作る前の試作用として木型が使われている程度であるので量的には少ない。しかし、金型を作る場合のマザーモデルも作るわけであるから、きちんとした精度のものを作る設備を整え、技術を確立しておかねばならない。

木型材料としては、松、杉、ひのき、ほう、かば、マホガニー、チークなどがある。その選択にあたっては材質の硬軟、加工のしやすさ、変形のしにくさ、価格などによるが、日本に於ては松材が全体の80%程度使われている。これは木質について春材部と秋材部との硬軟の差が小さく、加工性もよく、相当の粘性もあるので、細工がしやすく、価格も適切であるからである。このほかにラワン材を加工したベニヤ板も使用されている。

丹東工程液圧機械廠に於ては地域的に松材の入手が容易であるので、これを使用すればよいと考える。

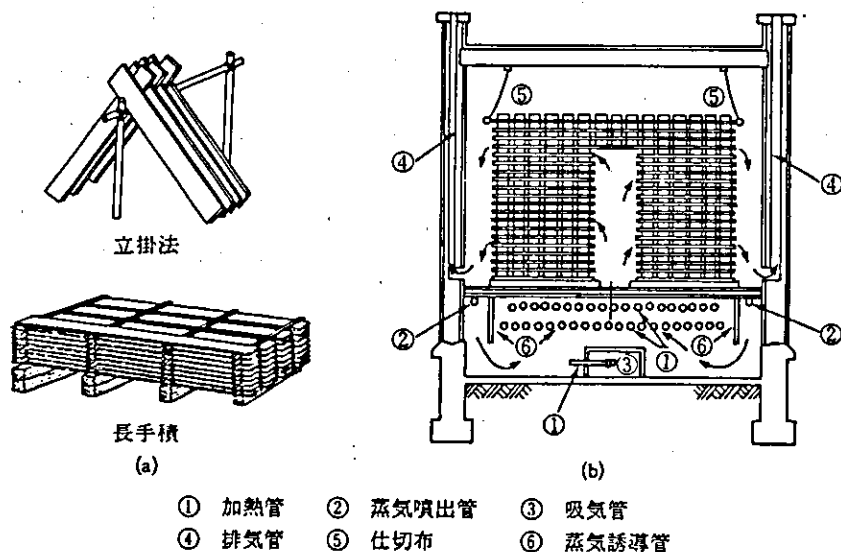
木材は一般に多量の水を含んでいるので使用するまでに適当な含水率まで乾燥させる必要がある。木材が水分を発散する場合、あるいは吸湿する場合、収縮、膨脹をくり返す。これは年輪の方向が最も多く普通の自然乾燥においてその変形割合は表V-2-1-4に示す如くである。

表V-2-1-4 木材の変形率



木型用として使用するためには、木材の水分含有率を10~15%にするのが望ましくその乾燥方法には天然乾燥法と人工乾燥法がある。当工場は木材の使用量が少ないので、天然乾燥法でよい。天然乾燥法は屋外で空気の流通のよい場所に図V-2-1-5に示す如く立掛法又は平積法によって乾燥し含水率が10%程度になった時点で屋

内に収容するのが望ましい。このように使用する木材の水分管理をきちんとすることは大切である。



図V-2-1-5 木材乾燥法

3) 樹脂型用模型材料

模型に使われる材料には、合成樹脂材料があり、これは今後ますます利用が期待できるものである。樹脂はさまざまあるが模型用として主に使われているものを下記に示す。

a) エポキシ樹脂

エポキシ樹脂の特性としては次のような点があげられる。

- ① 長期保存による寸法狂いが生じにくい。
- ② 耐久性にすぐれている、耐化学薬品性もよい。
- ③ 機械的強さもすぐれている。

- ④ 金属との接着性がよい。
- ⑤ 金型にくらべ製作期間が短い。コストも安い。

このような特性から木型と金型の間間的な量産品に適する。型製作工程においてはそれぞれの目的に応じて希釈剤、可塑剤、充填剤を加えて3種類のエポキシ樹脂が一般的に使われている。

- a ゲルコート樹脂—樹脂型表面層に要求される特性（強さ、耐摩耗性、化学的性質など）をもたせるよう変成して使用する。
- b 積層用樹脂—補強剤として、ガラス・クロスを積み重ねそれに対する含浸用樹脂として高い強さの積層殻を作るための樹脂
- c 注型用樹脂—型への流し込み用として使用される。注型用樹脂は積層法用のものに比べて寸法精度では劣る。

このエポキシ樹脂による模型は造機材を使う模型として使用可能であるから材料の入手が可能であれば、今後1部の金型のかわりとして、又、金型の1部分として使用してゆくようにすべきである。

b) 発泡ポリスチレン

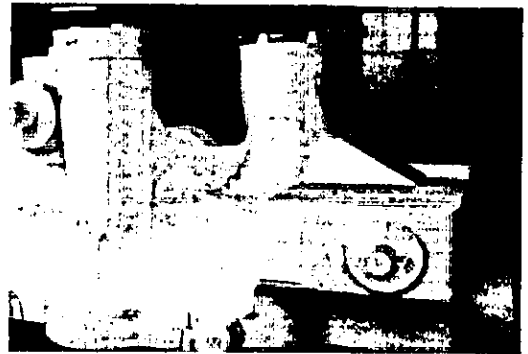
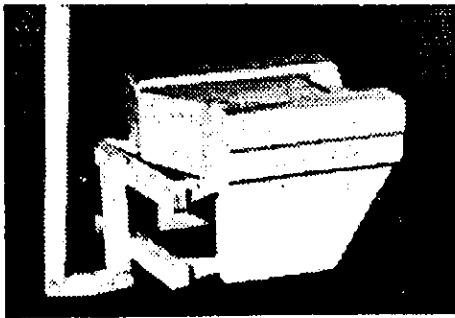
① 発泡ポリスチレン（フォーム）

発泡ポリスチレンは発泡剤と添加剤を配合して、スチロビーズを製造しこれを成形発泡させ適当な形状物を作る。現在は、模型1個で鋳物を1個製作する場合に多く用いられている。この場合発泡体のブロックを適宜切削加工して模型が作られる。発泡ポリスチレンは比重が非常に軽く（0.02～0.04）取扱いが容易である。しかし、この模型はやわらかいため造型の際に変形したりきずがつく。又、発泡ポリスチレンの切断面はざらざらとなる。これらに対しては、硬質樹脂塗料を塗るとよい。

発泡ポリスチレンは、市販されているものを利用することも出来るが、発泡の倍率が大きいので強度も弱く模型には良くない。適切なサイズの発泡を得るべくビーズを選択し、自家で製造するのが望ましい。又、この発泡ポリスチレン

より強いウレタン樹脂があるが有機自硬性砂以外の砂、特に生型砂に対してはしみつき性が高いので実用化に至っていない。

図V-2-1-6に発泡ポリスチレンで作った模型を示す。



図V-2-1-6 フルモールド法による発泡ポリスチレン使用模型
(湯口、湯道、堰も同材使用)

丹東工程液圧機械廠の模型工場としては1個ないし数個のみ製品を作る場合、特に保全部品（修理部品）を作る場合などでは、この発泡ポリスチロール材を使用した模型の製作は有効であろうから、今後は積極的に利用するよう努めるべきであろう。

② 消失模型に使われる発泡ポリスチロール

これは前述したと同じ発泡ポリスチロールを金型内に入れて発泡させて作った模型である。前述のものと違うのは、前述のものは発泡材を切り張りして加工して模型を作り上げるが、この場合はあらかじめ模型の雌型の金型を用意しておいて、直接発泡ポリスチロールの模型を作ってしまうことである。この模型を鑄型にうめ込んで注湯するので1回かぎりである。金型があるのでくり返し模型を簡単に製作出来る。しかし金型が高価であるから自動車部品のような量産品が対象となる。この方法での問題点は鑄物の製品の鑄肌をきれいに作るの

がむずかしい点である。今後この面での一層の開発が望まれる。

この方法を油圧弁鑄物に適用出来れば中子と主型は1体となり中子を作る必要はなくなり、鑄ばりも発生しない。この方法は油圧弁鑄物製造にとって理想的な方法の1つであるので今後の開発を期待すると共に注目してゆく価値がある。

(2) 模型製作

1) 金型製作

金型製作としてはシエルモールド用金型とパターン・プレート（主型造型用）用金型がある。シエルモールドは丹東工程液圧機械廠では今まで使用していないのでこの金型製作の要点について主として述べる。

a) シエルモールド中子用金型

シエルモールド金型はダンプ式と吹き込み式があるがシエル中子用としては吹き込み式が使われる。この吹き込み式は金型の分割方式によって垂直割りと水平割りがある。

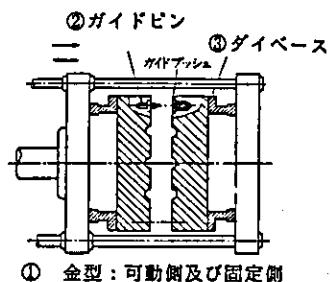
(a) 金型の構造と各部の名称

金型の構造と各部の名称の1例を図V-2-1-7に示す。

① 金型：可動側及び固定側

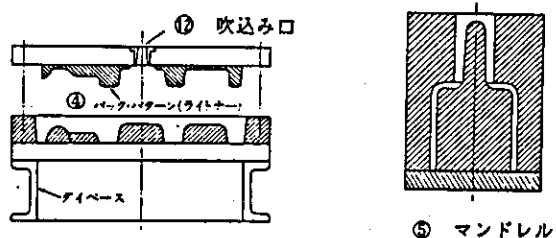
② ダイベース

③ 型合わせピン、ブッシュ



④ バックパターン（ライトナー）

⑤ マンドレル

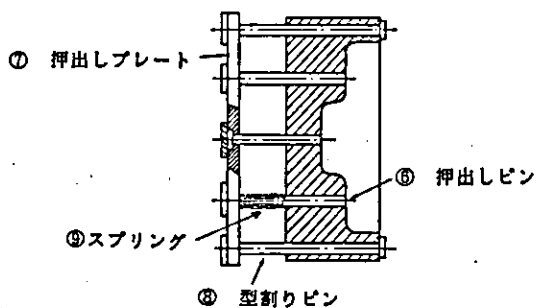


⑥ 押しピン (S45C, SKS)

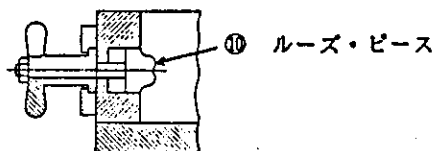
⑦ 押しプレート

⑧ 型割りピン

⑨ 押しスプリング (SUS27)



⑩ ルーズ・ピース



⑪ 合わせダボ（2枚のシエル鑄型を合わせるための位置決めダボ）

(S45C、SK)

⑫ 吹込み口（シエル砂を吹き込む穴）

⑬ ガス針（シエル中にガス抜き穴を設けるために金型に挿入するガス抜き棒）

⑭ ベント（砂を吹き込み時に金型内の空気を逃がす穴又はすきま）

図V-2-1-7 シエル金型構造と各部名称

(b) シエル金型設計と製作の要点

① シエル金型の構造と機構

シエル金型の構造と機構は大別して次の3つの機械より構成されている。すなわち、金型成形面の構造、金型加熱構造、焼成シエル取出し機構である。完全なシエル造型作業を行うためにはシエル金型は次のような構造を確保していることが必要である。

- a 金型面は均一な温度分布を保てるような構造であること。
- b シエル金型は、加熱により熱膨脹を生ずるがこの際寸法精度の維持、エアークラットの排気、押出し機構の作動などが完全に確保出来ること。

② シエル金型の加熱

シエル金型の加熱方法には、固定炉加熱法、電気熱板加熱法、電気ヒーター内蔵加熱法、ガス直接加熱法等があるが現在日本では電気ヒーター内蔵加熱がもっと最も多く用いられ、次にガス加熱が使われている。したがってここでは電気ヒーター内蔵加熱法と、ガス加熱法の要点について述べる。

A 電気ヒーター内蔵による加熱方法

内蔵ヒーターとして普通使用されているのはシーズヒーターとカートリッジヒーターである。(特殊な例としてフレキシブルワイヤーヒーターを使うこともある。)

a ヒーター

・シーズヒーター:

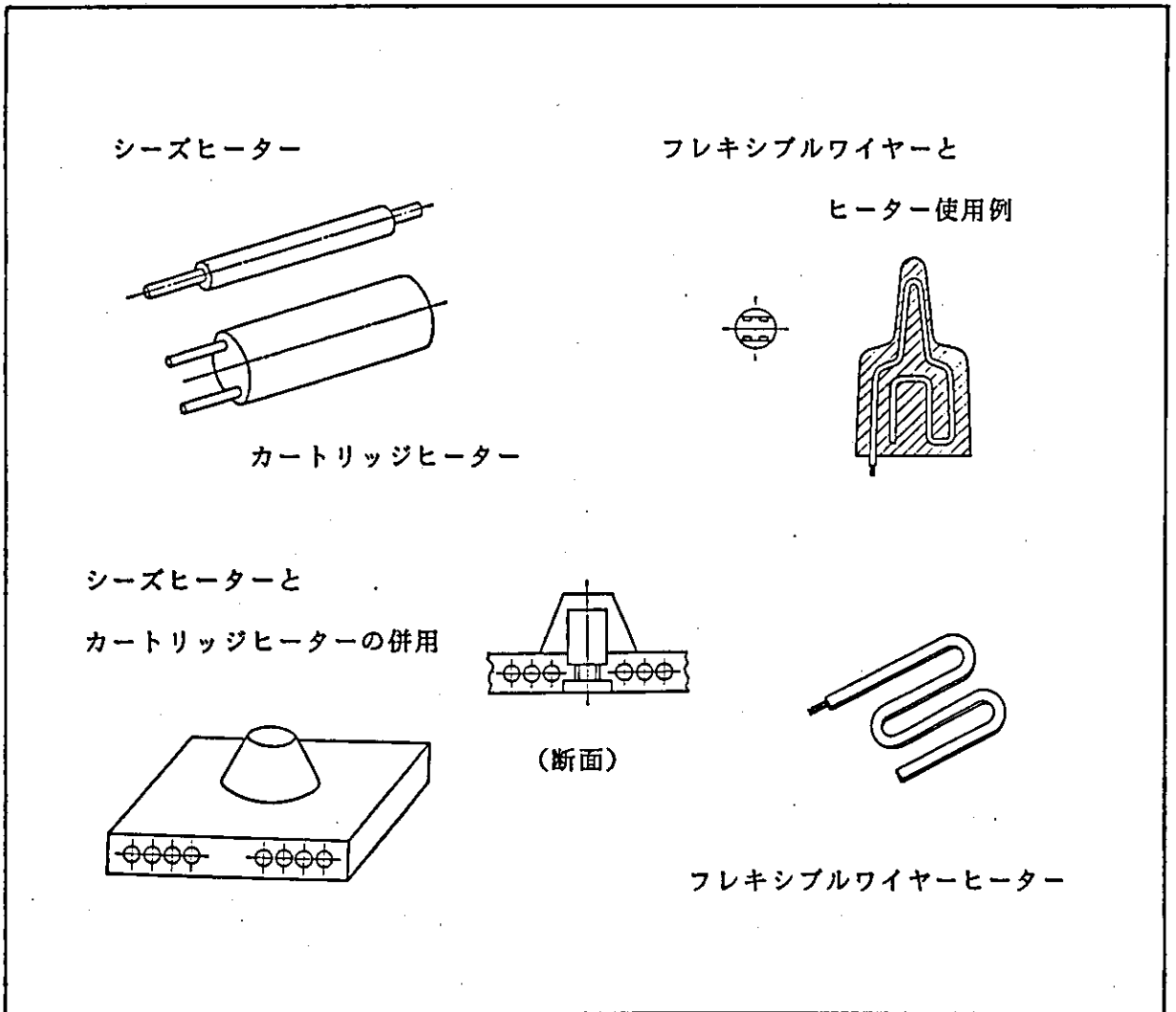
- 13φ、18φ程度が使用され、金型の肉厚は40mm以上が望ましい。
- ヒーターの穴寸法: +0.5 ~ +0.6 mmのアロウアンス

・カートリッジヒーター：

○シースヒーターより短く、直径が大きく、ワット密度が高い。片端子のため金型への埋め込みには適している。

○カートリッジヒーターのアロウアンスは $+0.1 \sim +0.2$ 程度であるがヒーター穴とヒーターは完全に密着している必要があり、すきまがあるとヒーターが過熱し焼損する結果となる。

図V-2-1-8に各種電気ヒーターとその使用例を示す。



図V-2-1-8 電気ヒーターとその使用例

金型造型面の温度分布を均一にするために、金型の形状に応じ、この両者のヒーターを組み合わせて使う。又、この組み合わせではどうしてもコントロール出来ない場合にはフレキシブルワイヤーヒーターも使われる。

b 温度制御

シエル金型の温度制御には、熱電対と自動温度調整器を使用するがヒーター群のグループ化および、それに対する熱電対の設定位置の適正化がきわめて重要である。

c ヒーターの容量

ヒーターはシエル金型の容積と形状（構造）によってその総容量及び種類、数量を決める。

ヒーター容量：金型 1 cm^3 あたり $0.4\text{ W} \sim 0.8\text{ W}$

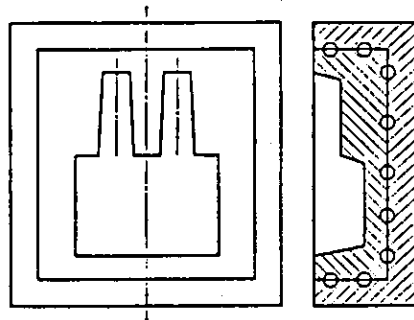
（シーズヒーター、カートリッジヒーター共）

ヒーターの設定にあたっては、できるかぎり有効発熱長さが大きく、ワット密度の低いものの使用ならびに配線も三相の場合はY結線の方が寿命の点で望ましい。

d 構造

小寸法の金型は通常一体構造とする。ヒーター穴により金型の強度低下と、温度の均一化をはかるため肉厚は必要以上に厚くする必要がある。

大寸法の金型では1体構造は工作上困難な場合があるので一般に分割加工の上組合わせる場合が多い。この場合、接合面の密着不良、ヒーターの埋め込み不適當などにより、温度差が生じ、変形、焼成むらが生ずることがあるので注意を要する。図V-2-1-9に分割埋込み例を示す。

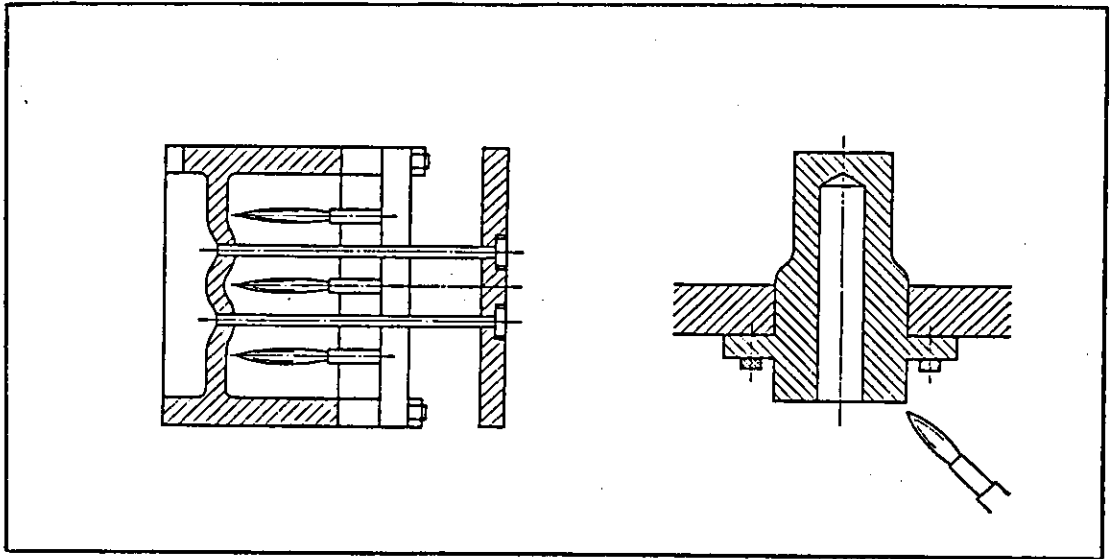


図V-2-1-9 シェル金型の分割ヒーター埋込み例

B ガス直接加熱

ガスによる加熱は金型背面および側面からガスバーナーによって直接加熱する。そのためガスフレームが直接触れる部分と触れない部分では温度差が大きいため金型の肉厚の差を設けたりして全体が均一な温度分布になるよう配慮することが大切である。加熱ガスの種類はプロパン、ブタン、都市ガス等いずれも可能である。ガス加熱の場合は温度分布不均一などにより熱ひずみが出やすいので金型は1体構造を原則とする。

多数込めのような場合は各々の金型に分割し、プレート又は1体構造枠内にはめ込んで固定する方法をとる。この際プレート又は枠にはめ込まず取り付けの場合はプレート又は枠を介しての間接加熱となり伝熱加熱することになり十分温度が上らないことがある。このような取付けの場合にはプレート又は取付け枠には開口部を設けて、この部分にフレームが当るよう設計する必要がある。図V-2-1-10 はガス加熱方法の例を示す。



図V-2-1-10 ガス加熱方法と金型取付け例

③ 金型寸法

金型の外側寸法は模型本体又は中子寸法に周辺20mm以上を確保した寸法とする必要がある。

④ 吹き込み口

シエル砂の吹き込み位置は砂の充填に大きく影響するので吹き込み時の砂の流れを考え適切な位置と数を決める。吹き込み口の大きさは10φ~20φmmが普通である。吹き込み口は非常に磨耗しやすいので水平割りの金型の場合は吹き込み口の取りかえが出来るよう設計しておくことが大切である。垂直割りの場合は吹き込み口が割り面になるので問題はない。

⑤ 伸尺と抜け勾配

伸尺は一般の模型と同じでよい。ただ油圧弁中子のように鑄ぐるまれる形状のものは試作の結果をよく検討して修正が必要な場合が出てくる。

抜け勾配は一般の砂型鑄型に比較して半分位でも抜けるが一般的には1° - 1° 30' 程度である。

⑥ 押出しピン穴寸法

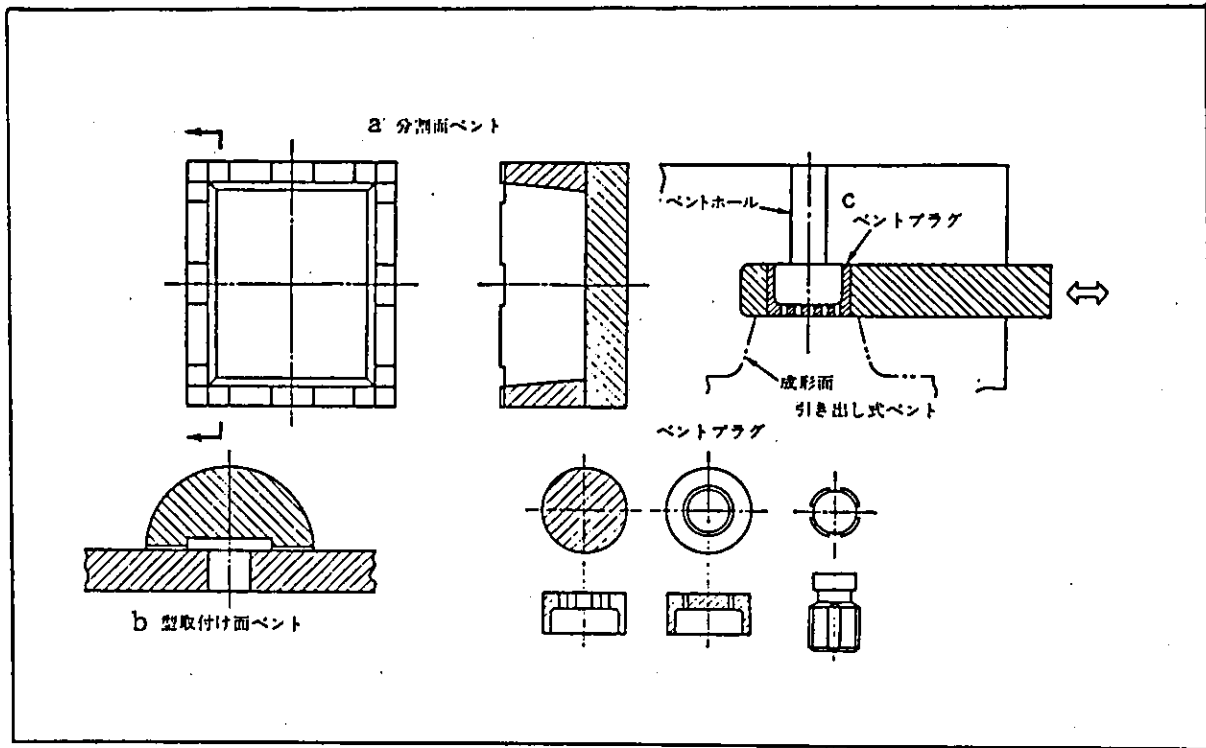
押出しピン穴寸法は通常+0.2 mm程度のアロウアンスを取る。これはエアイベントとしての効果もある。

⑦ エアイベント

エアイベントは砂の充填に大きな影響を与えるので適切な大きさ、位置の設定が大切である。この方法には次の3つの方法がある。

- a 金型の割り面にベントをつける。金型の割り面に 0.2mm程度の深さのスリットをつける。
- b プレートの模型取付部に溝を彫り、適当な位置にプレート背面までベントホールを貫通してエアイベントとする。これは水平割り主型の場合が多い。
- c ベントホールが不可能の場合は、ベントプラグを用いるが砂がつまるので、なるべく使用しない方がよい。

図V-2-1-11 にエアベントのつけ方の例を示す。



図V-2-1-11 エアベント方法の1例

⑧ ルーズピース

金型の離型方向と直角方向にある突出部分、くぼみ部分、逆勾配などのある場合にはその部分を別個にルーズピースとして製作し金型本体にはこのピースが入り出来る案内を設け離型前に手動、又は自動でルーズピースを抜き取るようにする。

ルーズピース設計時の注意としては、

- a ルーズピースは冷却が早いので成るべく容量を大きくする。
- b ルーズピースは側面に取り付けられるので固定方法をしっかりする。
- c シェル型を離型する際にルーズピースを抜き取る方法はなるべく自動とする。

⑨ マンドレル、バックパターン

シェル中子の中空部を得るためマンドレルを使う、このマンドレルには、ヒーターを内蔵させる。バックパターンは水平割りの場合の背面型でシェルの砂付きを少なくするためである。これもマンドレルと同じことである。

⑩ シェル金型の加工

シェル金型の製作には総加工金型と、みがき金型とがあり総加工金型の製作では多大な工数を要する。したがって小寸法で短時間に製作する必要がある場合には、みがき金型を利用する場合もある。又、ショウプロセス（粒状耐火物を使用した特殊精密鑄造法）を使う場合は収縮率の決定がむずかしいので小部分に分割して鑄造した方が無難である。

金型の寸法精度は一般的に複雑な成形面で $\pm 0.1 \text{ mm}$ 、巾木で $\pm 0.05 \text{ mm}$ 程度の仕上りが要求される。又基準となるダボ合わせなどのピッチは $\pm 0.03 \text{ mm}$ 程度に加工しなければならない。それ故工作機械も比較的高精度のものを必要とするが、特に成形面においては加工用モデルの精度も要求される。又、成形面のあらさについては10 S ~ 20 S程度で良いが抜け方向については3 S ~ 6 S程度に仕上げる必要があるため 100[#] 程度の砥石による仕上げ加工のほか、パフなどによるみがき加工が通常行われる。

b) パターンプレート

パターンプレートはマッチプレートによる軽量作業に対して、重量作業に適するように造型の生産性を高める模型方式である。その構成はプレート（定盤）の上にパターン（金型模型）を取り付け造型機にセットされる。

(i) プレート

プレートは強固な構造を必要とするので、鑄鉄（ダクタイル鑄鉄）製が多く使用され、その上に模型が取り付けられる。このプレートは多量生産用を使用されることはもちろんであるが多種少量生産の場合でも模型のみ交換することによって使用出来るよう工夫する必要がある。

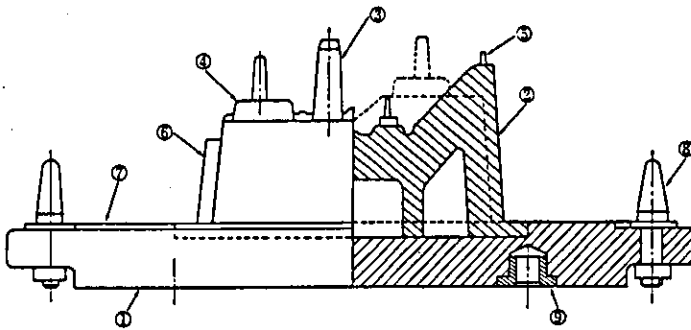
(b) パターン

模型（パターン）は耐摩耗性を考えて鋳鉄製が多い。特に高圧造型されるものは造型時に砂の流れにより突起部で角度のある形状部の磨耗が著しいのであらかじめその部分をインサート方式にして交換可能としている例が多い。

(c) 金型の設計と製作の要点

① 金型の構造

構造は模型（パターン）と定盤（プレート）、及び湯口系方案部品から構成され、造型では鑄枠を使用することから位置決め用ガイドピンが必要となる。



- | | | |
|----------------|-------|----------------|
| ①プレート | ④ライザー | ⑦プロテクター（鑄枠用） |
| ②パターン（インサート方式） | ⑤ガス針 | ⑧ガイドピン（鑄枠用） |
| ③スプレー | ⑥巾木 | ⑨ガイドプッシュ（M/C用） |

図V-2-1-12 パターンプレート

② 鑄造方案

金型を使用する造型機によってモールドの大きさ、湯口の位置など基本的な諸元が決まる。鑄造方案については次のような要領で設定される。

- 部品の個数

1 枠に何個込めるかは生産性を大きく左右する。そのため出来るだけ多く取れるよう設定する必要がある。しかし方案系やパターン及び鑄枠との間の砂つきは50mm以上とることが好ましい。

- 巾木

中子の位置決めとしてきわめて重要であるため、その大きさや形は、中子の強度、バランスなどを見て決められる。又、中子と巾木のクリアランスは片側0.2 mm程度とるのが通常であり、巾木部の機械加工精度を高めるために単純な面形状であることが好ましい。

- 湯口系システム

基本的には過去の経験をふまえて作った基準によるが品質や歩留りなどのからみから何度かのトライアルによって最適条件を見出す。

- 品質対策

砂かみ、フローホール、引け巣など鑄造欠陥への対応として、ガス針の設置、すみ部のR確保、ライザーの設置など対策が決まればこれを反映させる。

③ 金型の加工

金型の要求精度、製作方法はほぼ中子型の場合と同様であるが、磨耗による復元および更新などの頻度が高いために金型の互換性が要求される。

金型の製作方法は加工用モデルによる倣加工（又はデータによるNC加工）仕上げ、組立、調整、検査、の工程を経て行われる。これは中子製作の場合と同様である。

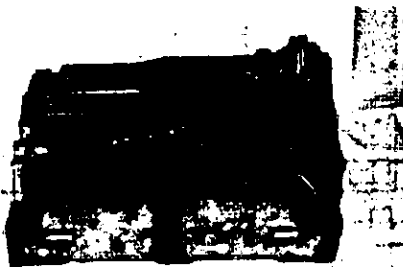
(d) 金型（主型）製作工程

パターンプレート（主型）の製作工程（写真）を図V-2-1-13に示す。

【金型製作工程】

① 加工用モデル製作

枠を組み、エポキシ樹脂を盛り上げて形状を加工（手仕上、機械加工）する。幅木部は木材等で加工代をつけて貼り付ける。



加工用のモデル

② NC データ作成

特に精度を要する幅木部を中心に、形状部以外の機械加工部位について、CAD/CAM、自動プロなどを使ってNCデータを作成する。



NCプログラミング中の作業風景

③ 吊り穴、基準面加工

吊りボルト用穴をラジアルボール盤で、外側の基準面（3面）および平面加工部を大型フライス盤（プラノミラー）で加工する。

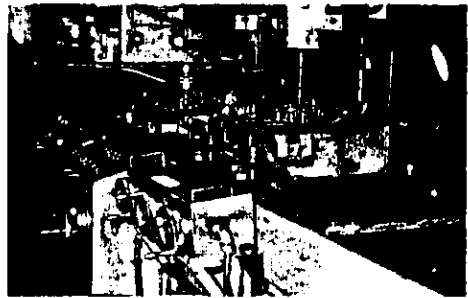
④ ケガキ加工

做加工に必要な基準線のケガキおよび加工代をチェックする。

⑤ 形状加工

形状部を荒→中→隅凹R→仕上の順に、做型彫盤にて加工する。

それぞれの工程に合った切削工具を選択し、形

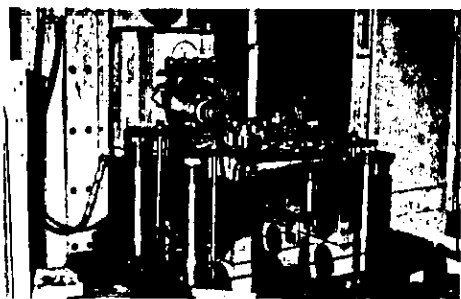


做型彫盤による做加工

状によって做方向を変える。

⑥ 幅木部加工

NCデータに基づきNC工作機（マシニングセンター）により幅木部、インロー部、穴などを加工する。



マシニングセンターによる加工

⑦ ケガキ加工

做加工、NC加工で残された部位をケガキする。

⑧ 残加工

形状部のマーク座、複合角となる幅木部などを万能フライス盤にて加工する。



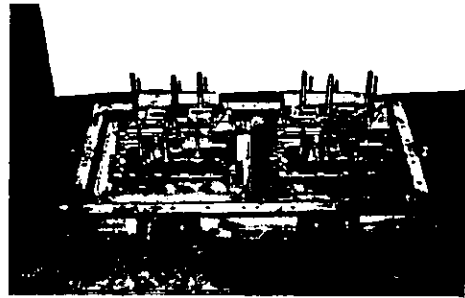
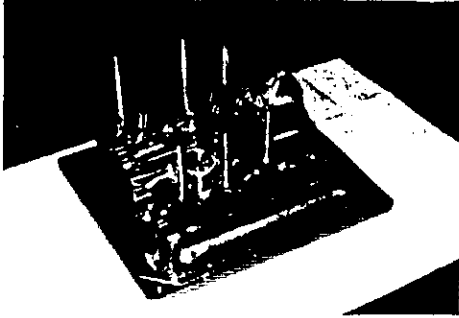
仕上加工中

⑨ 仕上加工

エアグラインダーにて形状面を仕上げる。仕上は定められた面粗度を確保するとともに、主要部のケガキやゲージを使用して精度保証する。また抜き方向については、パフにてミガキを施す。

パターンにスプルー、ゲート、フローオフなどをサブアッシーし、その後プレートに合せピン、ブッシュやプロテクターなどとともに組付ける。組付けは全てインロー合せないしはキー合せとし位置を決める。

⑩ 組付け



サブアッシーされた上型

図V-2-1-13(2/2) 金型(主型)製作工程

2) 樹脂型の製作

ここでは一般に定盤に取付けパターンプレート（又はマッチプレート）に取付けられ量産用に用いられるエポキシ樹脂型について述べる。この樹脂型の特徴は、

- 生産性（加工性）が高い。試作後量産に移る場合、試作型を原型として製作出来るので工期が短縮される。特に多数個の場合効果がある。
- 品質上優れている。試作で十分品質を確かめたものを写し取るので品質上のトラブルが少ない。多数個取りで同じものをコピーする場合特に有効である。
- 価格面で金型よりは安価である（日本の場合）したがって中量生産品の場合トータルコスト低減に効果がある。
- 1度作った模型は修正が困難であるので、たびたび設計変更などのあるものは適さない。したがって、変更が考えられる部分、あるいは湯口系部分などは木型などで作っておくとよい。

樹脂型製作の基本工程

図V-2-1-14 は樹脂型製作の基本工程を示す。原型模型（試作型など）から石膏鋳型が作られフェースコート、ガラス繊維材などを埋め込んだ積層、注型の順で樹脂型が出来上る。出来上った樹脂型の例を図V-2-1-15 に示す。

(3) 模型の検査と保管管理

鋳物を作るにあたってその母体となる模型の良否は鋳物の品質や生産性に大きく影響する。最近では鋳造技術の進歩により高精度高圧の造型が行われ、一方では自硬性鋳型など多様な造型法に対応しなければならない。又鋳造品の機械加工ではNC加工が進むにつれ、鋳物への品質精度の要求もますますきびしくなっている。このような状況に対し、模型は完璧なものが支給されなければならない。そのためには製作された模型が鋳造部門に引き渡される前に完全な最終検査がなされ、まちがいのない模型を支給する必要がある。又、くり返し使用される間に劣化した部分のチェック修理も行われ、常に正常な状況で保管管理されていることも大切である。

1) 模型検査

模型の検査には初期検査と定期検査（中間検査）がある。初期検査は、模型を新製したとき、定期検査は再使用の時又はくり返し使用される間に定期的に行われるもので補修整備を行いながら耐用回数に達するまで模型を満足すべき状態に保つ必要がある。またこのための検査法はおのずから異なっている。

a) 初期検査

模型が具備していなければならない第1条件は、製作図面の形状が正しく立体化され、図示寸法通りの鋳造品が作れるようになっているかどうかである。したがって検査においては模型と図面の照合が確実に行われなければならない。図面はたった1枚でも模型はいくつかに分かれていることが多く、図面上の1つの寸法を調べるにも外型と中子型の組み合わせによって決まる寸法もあり、いくつかの模型寸法を調べなければならないこともある。

(a) 初期検査の手順

- ① 図面をよく読み取って形状を十分に理解してから模型を見る。
- ② 鋳造方案の指示事項をよく理解しておく。
- ③ 模型の形状を確認し、寸法を検査する。チェックした寸法はチェック済みの印をつけておく。

- ④ 模型が仕様通りに作られているか確認する。
- ⑤ 検査結果を記入し、鑄造方案担当者にも確認させる。
- ⑥ 検査項目毎に判定を行い、不具合を修正させ、結果を確認する。

これらの検査の際、チェックシートを使用するとよい。その1例として、全項目チェックシート (A) を表V-2-1-16 に、主要部分のみの検査用チェックシート (R) を表V-2-1-17 に示す。この表のほかに各部品毎の主寸チェック表を作って計画値と実測値を記入出来る表を作るとよい。

表V-2-1-16 模型検査チェックシート(A検査用)

納期		/								
1	模型検査チェックシート(A)									
2										
3										
納入先		客先		検査日		年	月	日		
				検完日		年	月	日		
製番		品番		品名		検査員				
図番		種別		鋳数		区分 S.G.R.D. 材質				
手順	検査ポイント		確認事項				要補修事項		チェック	
									補修 検査	
模型を見る前に先ず確認	面法		三角法、一角法、ポンチ絵							
	図面の形状把		図面に断面線を朱記する(ヶ所) 図面の誤記および不明確箇所、有(ヶ所)無							
	特記事項		有(ヶ所)、無							
	方案事項		伸尺(1/1000)、割肌、古型参照(要、否)							
	製作仕様書		製作区分()、特記事項有(ヶ所)、無							
寸法測定の際に確認する	図面のチェック (模型に関係した部⊗) (関係しない部⊙)		寸法、度数、引出線、寸法表 鋳放部リミット、ネジ寸法、仕上記号~記号 寸法不明確箇所 有(ヶ所) 無							
	測定値記入		図面 模型							
	測定部位 (特に協同作業)		外型(巾木)、と中子取(良、否) 中子取と中子取(良、否)							
	合わせ面		測定、現図、ゲージ(生取り)、石膏							
	抜勾配		外型、中子取、附属品、付物							
形状確認	取付け		測定した、ゲージで確認した							
	図面と模型の照合		平面図、上面図、下面図、右側面図 左側面図、断面図(ヶ)、詳細図(ヶ) 肉モタン(ヶ)、仮想像(ヶ所)							
	外型と中子取の関係		中子納め(良、否)、合わせ面の違い(有、無) 反対止め要(ヶ所)、不要							
その他確認を要する事項	図示 鋳出し マーク		文字()、マーク() 刻印座()、矢印() 位置(手前側、向側)							
	強度		外型(良、否)、中子取(良、否)、附属品(良、否)							
	塗装		(要、不要)外型(良、否)中子取(良、否)押湯類(良、否)							
	型揚げ		(要、不要)孔、溝の大きさ(良、否)数と位置(良、否)							
	ダボ		(角、丸)大きさと数(良、否)反対に入らないか(良、否)							
	合印		外型(良、否)中子取(良、否)押湯類(良、否)							
	模数		外型(ヶ)中子取(ヶ)押湯(ヶ)その他(ヶ)							
	鋳出し文字		製番()、品番()、材質() パタン経歴()、社章()							
	製品番、図番等の記入		外型(良、否)割肌(良、否)プレート膏(良、否) 中子取(良、否)押湯類(良、否)定盤(良、否)							
	おいてこい		アリザン(良、否) 抜く方向(矢印) ダボ(良、否) 抜く順序(番号)							
方案担当者		模型の所在場所								
チェック		完品置場(番)、修品置場(番)								
鋳出しマーク		倉庫(号)検査場()屋外()								

表V-2-1-17 模型検査チェックシート (R検査用)

納期	<p style="margin: 0;">模型チェックシート (R)</p> <p style="margin: 0; text-align: right;">検査日 年 月 日</p> <p style="margin: 0; text-align: right;">検査担当者</p>											
ユーザ	製番	図番	品番									
品名	鋳数	材質	種別	S.G.D	1200 J ×1500P	□1500 J P	1050 ×2000					
模型種別	現型, 中子型, 円盤 (\$), □600P, 600 ×900P, □880 J, □1050 J, □1200 J P											
発行元	鋳管, 鋳管 (工程, 品質), 鋳検, 鋳二 (造型, 鋳仕), 本社.											
	点検ポイント	確認事項	チェック	要補修事項				チェック 作業	検査			
A	△訂正の場合	図面経歴欄	△× ()ヶ所									
		変更	△ 図中赤鉛筆で塗る									
		△印全部	図中一連番号記入									
		△部寸法	変更前と比較する									
		△部形状	変更前と比較する									
B	新図に変更の場合	図番・品番	() → ()									
		新図 照合	全寸法・形状線									
		旧図	図面経歴欄, 特記事項									
		変更寸法	赤 ○ で囲む									
		変更形状	赤 ○ で囲む									
C	書類変更	変更理由	内容を把握する									
		変更部	○ で囲む									
		変更部署	一連番号を記入									
D	手直し票	鋳検票添付	ケガキ基準 (芯出) 確認									
		測定基準	基準線を定める									
		単なる変更	内容を把握する									
E	口頭	調査理由	調査内容を把握する		(略図)				修理担当者			
		単なる変更	内容を把握する									
ABCDE共	補修指定番号	図面, 略図と合わせ						最終チェック				
	伸尺確認	() /1000						/				
	変更関連部分	幅木, 中子, 型抜, 造型, 等										
	鋳出文字	()										
修正後の確認		変更部の寸法検査										
		変更部の形状確認		模型の	修理品置場, 完成置場 ()							
		変更による関連部の確認		ある場所	倉庫 (号棚), 検査場, 屋外 ()							

(b) 定期検査

定期検査の対象はくり返し使用する模型であるから模型数が多い場合は膨大な工数が必要となる。そのため、あらかじめ造型計画の中に検査および補修期間を見込んでおくがよい。

定期検査の手順

- ① 変形、収縮、摩耗などによる寸法不具合の点検
- ② 外型と中子型の関連部の照合
- ③ 模型取付部のゆるみ、位置ずれ、脱落などの点検
- ④ 結果を記録紙、不具合は修理し、確認する。

2) 模型の保管と管理

a) 模型の保管分類

模型を保管する場合、所在がすぐわかり、迅速に出し入れが出来るよう分類別に保管するが、その分類方法として

- ① 造型ライン別
- ② 客先別
- ③ 機種別
- ④ 鋳物材質別

などがあるが、自工場に合った分類を選択するのがよい。

b) 模型の管理

分類した模型を管理するため、管理カードを作成する。子のカードは模型経歴表とも呼ばれる。例として表V-2-1-18 に多品種少量品の場合、表V-2-1-19、表V-2-1-20 に繰返し量産する場合の経歴表を示す。

カードには模型に関する一切のデータと定期検査、補修事項、保管場所などを表面

に記入し、裏面には模型を出し入れする毎に日付けや造型数を記入する。

このカードにより模型製作以降の経緯が判るので模型の種類や造型法による耐久度を解析し、模型製作寸法の改善や整備の管理にも活用出来る。

2-1-2 鑄鉄溶解

丹東工程液圧機械廠の鑄造工場における鑄鉄の溶解はキューボラが使用されている。中国他地区に於ても溶解炉としては、キューボラが多い。このキューボラに現在使用されているコークスは品質が劣り又、コークス比も低いため一般的に溶解温度は低い。このためキューボラの構造は羽口を多くしたり、多段羽口を採用したり、炉径も大きい。又、簡易式の熱風（200℃程度で低い）を採用したり努力しているが高温溶解にまで至らないのが現状である。

丹東工程液圧機械廠で製造される油圧弁ユニット用鑄物の生産にあたっては、比較的高温鑄込みであり、安定した高温の出湯温度を確保する必要がある。キューボラ単独溶解を採用するのであれば現状コークスでは不可であり、これを補うためには400~500℃の熱風を送る本格的な熱風キューボラが必要である。しかしながらコークスの品位が、かなり低いと粒度が比較的小さく、そろっていないことから、安定した高温操業が出来るかは疑問がある。このような観点から最も現実的な方法として、キューボラと電気炉併用のデュプレックス溶解法が好ましいと判断する。この方法でも日本ではキューボラ溶解は出来るだけ高温溶解を行うため、熱風キューボラを使い、電気炉は保持炉として使われている。このため保持炉はみぞ型誘導炉が使われるが、今回の計画では電気炉の使用は保持炉の性格よりも昇温であるのであるつぼ型の誘導炉とする。又、キューボラはコストやメンテナンスを考慮し、国産でも作りやすい通常の冷風キューボラとすることで計画した。

日本における鑄鉄溶解の変遷

日本における鑄鉄溶解の変遷についてふれることは今後の中国における鑄鉄溶解のあり方について参考になる点もあると思うので簡単に述べる。

日本における鑄鉄の溶解は1852年頃から始ったが、本格的な工業用製品としての素材供給は第2次世界大戦後である。キューボラ操業に使われるコークスについて1946年~1950年頃のもは表V2-1-21に示す如く灰分を20%近く含み粒度も細かいものであった。

表V2-1-21 コークス成分と粒度

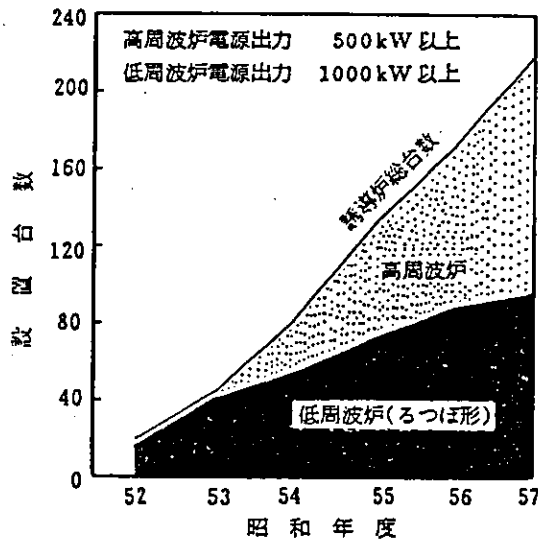
成 分 %					粒 度 %		
固定炭素	揮発分	灰 分	硫黄分	水 分	90以上	35以上	15以下
76.4	4	18.4	0.98	2.3	20	48	40

このため粉末コークスを変成乾留して使用したり、Mgの廃材を代用燃料として用いたり、排ガスの顕熱を利用した簡易熱風キューボラ（現在中国で使われている熱風方式と同じ）を考案するなど高温、良質の溶湯を得る工夫がなされ、ある程度の成果を納めた。鑄物協会キューボラ委員会は1949年に粗悪コークス対策として、羽口比10～35、有効高さ比4.5と、羽口比が大きく、有効高さの低いキューボラを標準寸法として提示した（これは後に改訂されている）。1955年頃になると石炭事情が好転したためコークス灰分は減少、粒度もキューボラの炉径に適した大塊コークスにそろえられたものが入手可能となった。その後種々のキューボラ内での反応機構が研究され、製造現場では炉況の安定をはかるため平衡送風に留意し、操業管理の必要性が提唱され、鋼材配合率を増し、炉内での吸炭と溶湯への接種による高級鑄鉄が普及した。又、キューボラの出湯、出滓は炉内ガス圧とスラグ層の厚さを平衡させて連続的に溶湯とスラグを分離、流出させる前方除滓樋が急速に普及した。キューボラ本体と直結した固定前炉にかわって出湯樋から溶湯を受けながら、必要に応じて回転させ、取鋼に溶湯を供給しうる回転炉を使用するようになった。1957年鑄物協会はキューボラ構造と作業基準を測定した。キューボラの羽口比は4～12と大きくし、有効高さ比も小形キューボラでは5倍程度に高くすることによって、地金の予熱を促進し熱効率の向上がはかられた。さらに1960年頃になるとコークスの落下強度が50mm 4回指数で80程度であったものが90程度まで向上した。これによって、炉高の高いキューボラや大型キューボラの出現を容易にした。1965年頃になると鑄鉄製品の多様化に対応して、出湯温度の上昇、吸炭の増加または減少、吸硫の減少、溶解速度の増大など、さまざまな要求に対してコークスが開発された。

一方、1960年後半になると大規模鑄造工場ではキューボラと低周波電気炉が併用され、鑄鉄品の材質に応じて溶解を分担して行うようになった。特にダクタイル鑄鉄やCV鑄鉄には低周波炉が用いられた。このほか1970年頃からキューボラ溶湯を誘導電気炉に入れて成分調整や昇温を行う二重溶解もとられるようになった。この方式では誘導炉に貯蔵されるため、溶湯の成分変動や組成の調整が容易に出来、かつ注湯温度も調整出来ること、余

剩の溶湯が発生した場合、キューボラを一時休風出来るため、後工程の整合に好都合など、多くの利点がある。

現在日本における鑄鉄溶解炉の方向はどのような方向に動いているかについて述べる。現在日本ではおおよそ、キューボラが2,800基誘導電気炉が1,000基程度あると言われてい
る。1980年代になると高周波誘導炉が台頭してきて最近では図V-2-1-22に示すように新
設台数は低周波炉をしのぐようになってきている。



図V-2-1-22 誘導炉設置台数の推移

これはもちろん従来から使用されてきたキューボラや低周波炉にとってかわる場合は少く、それと併用、共用で利用されている。いわば溶解炉は多様化の時代に入ったと見なせる。高周波炉の急速な普及は高率のサイリスタの開発、それに伴う大容量化、大電力化を可能とする絶縁技術と相まって、高速溶解が容易となってきたことである。そのほか大きな役割を果たしたのは耐火物及び、その高寿命化である。

一方キューボラは熱風キューボラ的发展によって、ますます大型化が進み、特に20t以上の大型キューボラに対する操業精度と自動化の向上が著しく、殆んど無人化操業に入ったと言ってよい。まず計測関係はガス、温度及び送風量、送風温度、湿度などの制御因子の自動計測ならびに制御が十分な精度で行われるようになっている。又材料の装入関係は自動化により無人化されている。秤量精度も補正計量機構を導入することによって誤差を2%以下に抑えることが可能とされている。中、大型キューボラの操業では連続操業が必然的に要求されるが、現在のところ5~8週間という例が多い。

中、小型キューボラではこれらの設備は経済性の面でなかなかむずかしい。いわゆるスケールデメリットである。中、小型キューボラに対しては次の4点で研究開発が進められた。

- ① 底開き式材料装入装置による材料装入の整層化
- ② 熱交換器付着ばいじん除去自動化
- ③ 酸素富化膜装置開発による出湯温度向上
- ④ 冷熱、熱風、酸素富化送風、及び除湿送風操業における効率化の精密判定

このような研究を通じて小型キューボラ熱効率の改善が目ざされている。その他溶解技術の新しい動向としては、材質として薄肉強靱化材の開発である。材質の判定では「熱分析によるチル化の判定」、「超音波音速測定による材質判定」、その他「溶解酸素量の迅速分析」等が研究されている。

(1) キューボラ操業に関する事項

丹東工程液圧機械廠に於ては現在冷風キューボラ操業を行っているのでキューボラ操業の一般論は割愛する。キューボラ操業に於ては、原材料の選定秤量、コークスの品質、送風量コントロール、ベッドコークスの安定化、溶解された材質の迅速判定、出湯温度、溶解記録など常に管理され、守らねばならない点について述べる。

1) 溶解材料

a) 地金類

キューボラに投入される地金類は銑鉄、鋼屑、鑄鉄戻し材料などである。

○大きさ … 炉径の1/3 以下にしないと操業中大きな棚・吊りなどを誘発するので必ず基準を守る必要がある。

今回の炉(800φ) に対しては260mm以下である、特に鑄鉄戻し材の湯口、湯道など異形のは基準値より小さくても曲りがあると引っかかりやすいから、さらに小さく破碎する必要がある。但し10mm以下の小片や1mm以下の鋼板はさける。

○成分 … 溶解される材料の成分をきちんと把握し正確な配合をすることは、きわめて大事である。従って、入荷した材料はロット毎に成分分析を行ない分別管理することが必要である。

①鉄 鉄 … 当工場では本溪産の鉄鉄を使用しているので問題はないと考えるが、ロット毎の違いについては常時ミルシートをもらうと同時に自工場でも分析して管理すべきである。

表V-2-1-23 に日本の鋳物鉄と中国産の成分表を示す。

表V-2-1-23 各種鋳物用鉄の化学組成% [%]

組成		C	Si	Mn	P	S	Ti	Cr	Ni	V	Cu	As	Sb	Mo	Pb	Zn	Sn
国内	普通鋳物鉄 F1A	4.39	1.71	0.52	0.087	0.029	0.067	0.021	0.013	0.008	0.01	0.001	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.
	普通鋳物鉄 F1B	4.36	1.98	0.57	0.091	0.031	0.068	0.023	0.013	0.008	0.01	0.001	0.001	tr.	0.001	0.001	tr.
	普通鋳物鉄 F1C	4.18	2.39	0.58	0.093	0.026	0.070	0.025	0.014	0.009	0.01	0.001	0.001	tr.	0.001	0.001	0.001
	普通鋳物鉄 F1D	4.04	2.77	0.58	0.088	0.029	0.072	0.026	0.014	0.008	0.01	0.001	0.002	tr.	0.001	0.001	0.001
	グクタイトル用鉄 Duc D	4.18	2.01	0.13	0.076	0.013	0.050	0.012	0.003	0.006	0.01	0.001	0.002	tr.	0.001	0.001	tr.
	低硫黄グクタイトル用鉄 IS Duc A	4.31	0.83	0.12	0.070	0.004	0.040	0.010	0.003	0.002	0.01	0.001	0.001	tr.	tr.	tr.	—
	高純度鉄 Duc S-1	1.10	0.14	0.04	0.004	0.006	0.003	0.005	0.004	0.002	0.01	0.001	0.002	tr.	tr.	—	—
	高純度鉄 Duc S-2	1.54	0.12	0.05	0.008	0.005	0.005	0.005	0.003	0.002	0.01	0.001	0.002	tr.	tr.	—	—
	カナダサレルメタル	4.02	1.15	0.02	0.029	0.005	0.048	0.021	0.002	0.026	0.02	0.001	0.001	tr.	tr.	tr.	tr.
本 国 産 鉄	4.07	2.26	0.19	0.049	0.018	0.075	0.009	0.009	0.009	<0.01	<0.001	0.006	tr.	0.001	0.002	0.001	

②鋳鉄戻し材 … 自家発生のもは比較的素性がわかるが購入したものは素性が不明であるから必ずいくつかサンプル分析を実施する必要がある。

③鋼 屑 … 普通鋼材の場合には特に問題はないが、製品の硬度を阻害する成分を含んでいる場合や、Znメッキ材などを含む場合があるから、成分チェックを行う必要がある。又成分に問題はなくても、はなはだしく腐蝕しているものは、さけるべきである。

○保管 … 各材料は材料切り出し装置に投入される前に一定の保管ヤードを作り、材質別に仕切りをつけて保管すべきである。

この保管ヤードは屋根をつけ雨のかからないように管理するのが望ましい。これは少しでも錆の発生を防ぐためである。

鑄鉄の返し材の保管は、大きなものと小さなものを分けて保管すること。

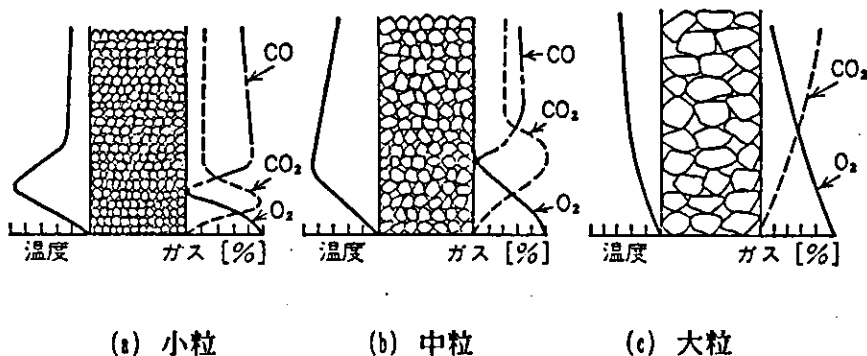
又、砂付着の多いものはショットブラストをかけるなどをして溶解時のスラッグの発生を少なくする努力が必要である。

b) コークス

中国産コークスは、灰分が多く、固定炭素量は少い、又強度も低い、粒度も小さく、そろっていないなど問題が多い。

現状の中で改善するとすれば必要な粒度のものをそろえることである。コークス粒度は炉径の $1/8 \sim 1/10$ が適切であり、今回の計画では $80 \phi \text{ mm}$ 以上が好ましい。細粒をさけるためには篩別機でふるい分けると良い。

図V-2-1-24はコークスの粒度によって炉内反応が、どう変わるか示したものである。



図V-2-1-24 キュボラ内の燃焼状況に及ぼすコークス粒度の影響

コークス粒が小さいほど酸素とコークスの反応（発熱反応）は羽口直上部に低下し、発生した CO_2 ガスとコークスの反応（吸熱反応）位置も低下する。これに対しコークスが大粒になると酸素との反応が遅れるため発熱反応は上方に移動し、集中して発熱しないため吸熱反応が進行しにくくなる。

コークス強度が弱く、あるいはコークス比が小さく、ベッドコークスが下ると地金がCO₂ガスの還元を阻害して地金は酸化性雰囲気さらされ溶滴の滴下距離も短くなって出湯温度も低下する。

このような点から中庸をとったコークス程度が望ましくその大きさは上記に示した如くである。

表V-2-1-25には中国製コークスの規格を示し、表V-2-1-26は瀋陽地区の鑄造工場で使用されていたものの分析結果の1例である。又表V-2-1-27は現在日本で使われている鑄物用コークスの種類の1例を示したものである。

表V-2-1-25 中国のコークス成分および性質の規格

灰分 (%)	発揮分 (%)	全硫黄 (%)	強度 (M ⁴⁰)	粒度 (1300φキュボラ)	
				床込 (mm)	追込 (mm)
16	1.5	1.2	70	>120	>70

表V-2-1-26 中国産コークスの分析例

発揮分 (%)	灰分 (%)	固定炭素 (%)	全硫黄 (%)	見掛比重	外観
0.8	14.9	84.3	0.49	1.14	ポーラス

表V-2-1-27 鑄物用コークス銘柄と品位の一例

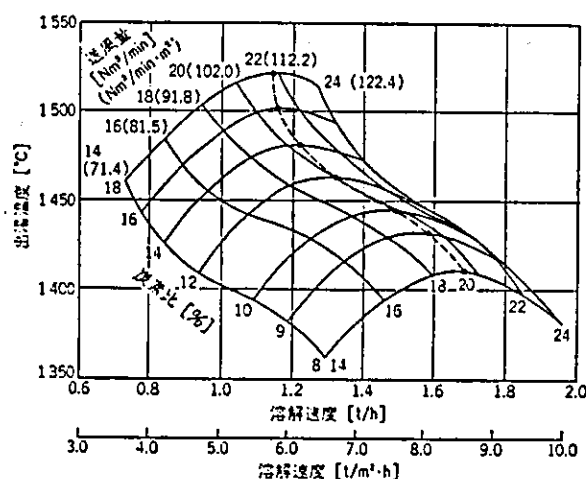
銘柄	灰分 (%)	全硫黄 (%)	強度 50mmS.1 (%)	粒度 (mm)	用途
特甲号大塊	6.5 ± 0.5	0.7 以下	93 以上	120 以上	高級鑄物用
特甲号塊				120 ~ 80	
特一号大塊	8.0 ± 0.6	0.7 以下	93 以上	120 以上	高級鑄物用
特一号塊				120 ~ 80	
特一号別選				80 ~ 60	
別一号	9.5 ± 0.7	0.7 以下	93 以上	80 以上	一般鑄物用
甲号中塊	8.0 ± 0.6	0.7 以下	—	60 ~ 30	一般鑄物用、合金用
小塊	12.0 以下	0.7 以下	—	40 ~ 20	火造用、鍛造用
小粉	12.0 以下	0.7 以下	—	20 ~ 13	還元加炭用、焼結用
粉	13.0 以下	0.7 以下	—	13 以下	

(注) 1 揮発分は1.5%以下とする。

2) 送風量

あるコークス比に対して送風量を任意に選定しても地金が溶けるかぎりにおいては溶解が継続されるが、送風量が過剰、過少であれば、コークス床の高さは低下して出湯温度も低下する。

図V-2-1-28は最高出湯温度を得たときの送風量をコークス比、溶解速度との関係のもとで示したものである。



図V-2-1-28

送風量、コークス比、溶解速度、出湯温度の関係（キューポラの
内径500 mm、酸性水冷操業、コークス粒度80~100 mm）

送風量の簡便な算出法としては次の式がある。

$$W = (90 \sim 110) \cdot A \quad (\text{Nm}^3/\text{min})$$

W : 送風量 (Nm³/min)

A : 炉の断面積 (m²)

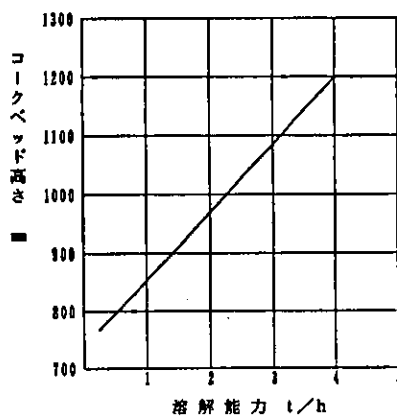
当工場のキューポラには風量計がついておらず、現在は盲操業である。今回の計画では、キューポラ炉内圧力が変動しても一定量の送風量が得られるよう送風量の自動制御装置および炉内圧を計測する風箱圧力計を設置する。又送風量の記録が残せるよう記録計の設置もする計画である。実際の操業にあたっては、原材料の状況、コークスの状況等により設定風量を補正してゆく必要がある。

3) ベッドコークス及び追込コークス比

a) ベッドコークス

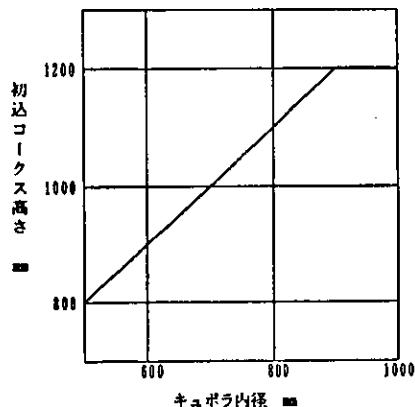
ベッドコークスは大塊コークスを選別し用いることにより、初湯の出湯温度を高くし、低温のために捨湯などを行う量を少なくすることが出来る。又、作業中に出湯口から小粒コークスの吹出しなどトラブルを防止するのにも有効な手段となる。初込めコークスは送風開始時に地金の予熱などにより消費され定常時には200~300mm低い位置で安定する。この高さをコークスベッドと呼び、これを高く保つことが高温溶解を行うための基本である。

図V-2-1-29は、1949年の日本鑄物協会が制定した基準で粗悪コークスで燃焼速度が速いのを考慮して、コークスベッド高さをやや高くしたものである。



図V-2-1-29 粗悪コークスの場合のコークスベッド高さ

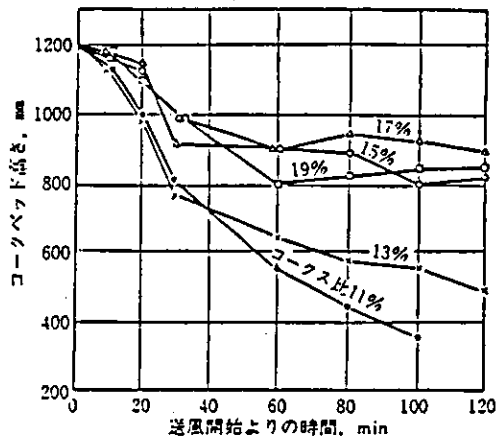
又、図V-2-1-30はコークス品質のよいもので日本における現状コークスでは、この表が参考になる。



表V-2-1-30 良質コークスの場合の初込めコークスの高さ

b) 追込コークス比 (コークス重量/地金重量)

前記のコークベッドを一定に保つためにコークスの補給を必要とする。コークスは溶解材料として投入された鋼スクラップ材にも若干吸収される。このコークベッドを一定に保つには追込め比の選定とそれに均衡する送風量を選定する必要がある。風量を一定にしてコークス比のみを変え、コークスベッドの高さの変動を調べたものが図V-2-1-31である。



送風量一定でコークス比を変化させた場合の
コークベッド高さの変動
(キューボラ内径450mm、送風量18m³/min)

図V-2-1-31 送風量一定でコークス比を変化させた場合のコークベッド高さの変動 (キューボラ内径450mm、送風量18m³/min)

上図からコークス比すなわち補給する追込コークス量が少ないとコークベッドは操業中次第に低下してゆくことがわかる。

追込コークス比は炉の大きさによって多少異なるが3~5t/h炉では表V-2-1-32に示すようになる。

表V-2-1-32 コークス比の標準値

品 種	目標出湯温度 [°C]	鋼材配合率 [%]	コークス中の灰分 [%]	コークス比 [%]
FC15	1.440~1.470	0	≠10	9~11
FC20	1.460~1.490	15~50	<10	11~13
FC25	1.480~1.550	30~50	<10	13~15
FC30	1.510~1.540	40~60	< 8	14~16
FC35	1.520~1.550	50~60	< 8	15~18

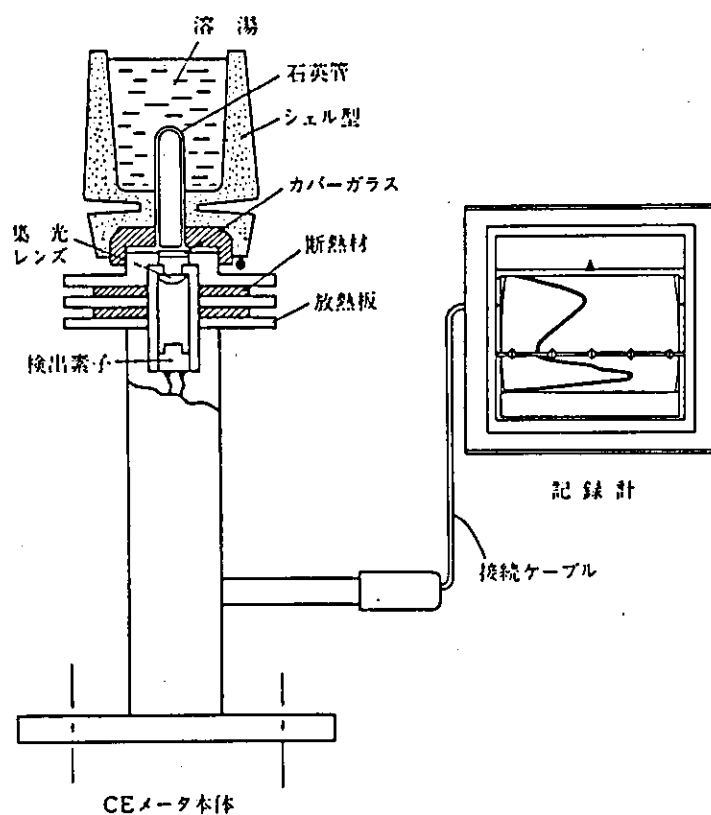
4) 炉前管理

出湯された溶湯の性状を鑄込前に知ることは非常に重要である。炉前管理としてはチル深さ、湯流れ、湯面模様などが行われてきたが日本では1960年代にCEメーターが使われるようになり、1970年代にはCE値の他にC%、Si%をデジタル表示する管理機器が使われるようになってきている。その他迅速分析装置が用いられている。

丹東工程液圧機械廠での炉前管理は楔値によるチル試験法のみでCEメーターは導入されていない。今回の計画ではデジタル表示式のCEメーターを導入する計画とした。

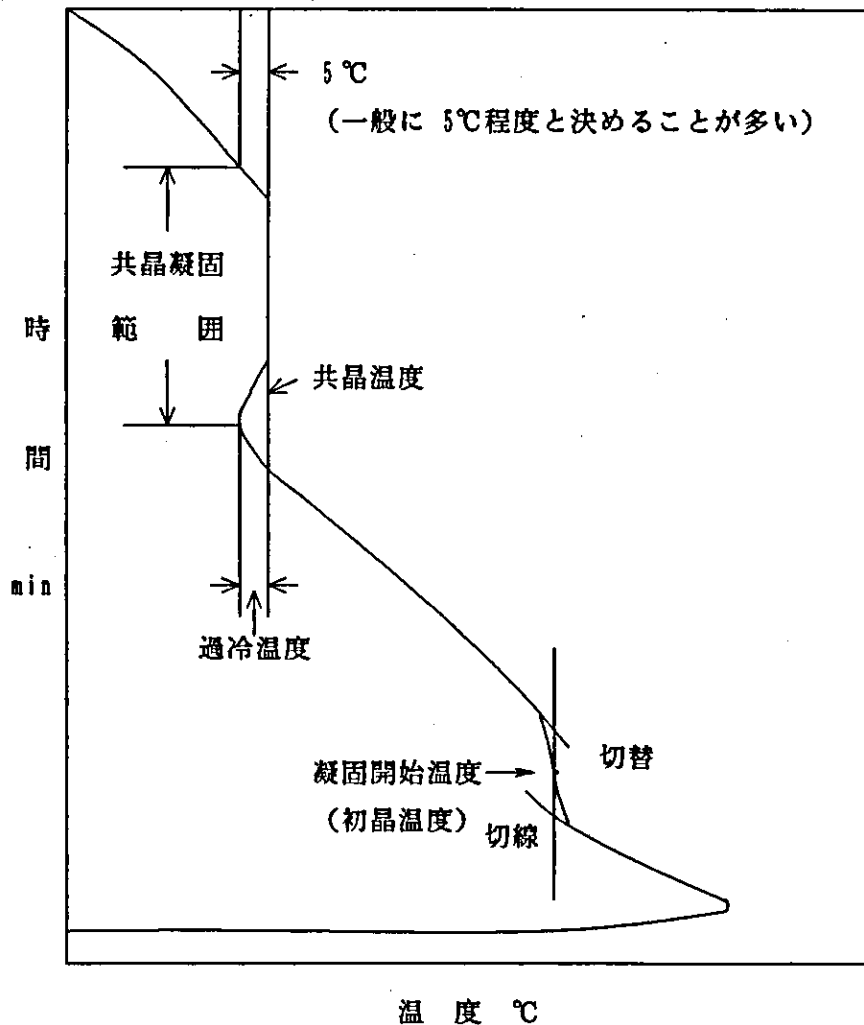
CEメーターの装置構造

CEメーターは溶湯を受湯するカップと計記録(表示計)より成っており、この構造原理例は図V-2-1-33に示す。



図V-2-1-33 放射エネルギー方式のCEメーター

このカップはシェルモールド砂で成型されており、1回使用毎に取りかえられるようになっている。CEメーターで得られた溶湯の冷却曲線から初晶温度（凝固開始温度）、共晶温度が読み取れ、初晶温度からCE値が判断できる。図V-2-1-34にCEメーターで得られた溶湯の冷却曲線例を示す。



図V-2-1-34 CEメーターで得られた溶湯の冷却曲線例

この初晶温度、共晶温度を読み取るには曲線の現れ方のシャープさにもよるが個人差が大きい。現在の機器は、この初晶温度、共晶温度の決定をコンピューター処理で行い、高精度で確実な測定が出来るようになっている。ディスプレイ付きの機器である場合は、サンプル溶湯をカップに注ぐと、上記の冷却曲線がカラーモニターディスプレイに表示され、日付、時間、初晶温度、共晶温度、CE値、C%、Si%も同時にモニターディスプレイに表示される。

これはただちにプリンターで記録される。この場合まず初晶温度を検知すると同時にCE値を表示して、その後共晶温度が検知されると同時にC%、Si%を算出する。C%、Si%の検出には検量線（初晶温度、共晶温度の函数式）が組み込まれていて、これにより算出表示される。場合によっては冷却曲線がすべて描き終るまで表示しない場合もあるが、これは初晶温度、共晶温度の曲線の描かれ方が不安定なために即時初晶温度、共晶温度としての判断をコンピューターが避け、全曲線が描き終って曲線の軌跡を再度コンピューターが自動解析することによって、初晶温度、共晶温度を確認出来た場合のみCE値、C%、Si%を表示する。又、プログラムの計算式は画一的なものではなく自社に合ったように組みかえられる。

従来のCEメーターでなく、新しいタイプのカーボン、シリコン、CE値分析計とも言うべきタイプを採用することによって、現場の溶湯管理は非常に向上すると判断する。この機器の採用にあたっては、サンプル溶湯を受けるカップの能力（温度検知能力）が大きく影響するから、機器メーカーの指定するものを使うことが大切である。

5) キューボラの操業管理

鑄鉄溶湯の品質を向上させ、均一化をはかるためにはキューボラ操業を十分管理することが必要である。1982年日本鑄物工業会は「鉄鉄鑄物標準的管理基準作成委員会」を組織し「溶解分析会」において下記のような管理基準をまとめた。

1. 管理項目

キューボラ操業で管理すべき項目を工程順に配記すると次のようである。

(a) 炉 修

(a). 侵食の状態チェック

異常侵食かどうかの判定を行なう。

①異常侵食の有無の点検

②侵食量の測定

b. 耐火材料の準備

① 銘柄、品質のチェック

② 調合作業

c. ライニング

ライニングに際しとくに注意すべき箇所と項目は次のとおりである。

羽口面内径、炉体形状、羽口・出湯口・出滓口・樋・炉底・前炉の形状と寸法など。

d. 乾燥

① 燃料の準備と調整

② 点火、燃焼（燃焼状況のチェック、燃焼時間の調整など）

③ 終了後の処理（燃焼残留物の処理、乾燥後の炉体保持に注意する）

b) 操業準備

a. 溶湯材質の決定

① 基準材質の選定

② 目標化学組成の設定

③ 配合材料の設定

④ 溶解量、溶解順序の設定

⑤ 送風条件の設定

b. 機器の点検

毎回点検すべき機器と項目は次のとおりである。

送風機回転体について損傷の有無、送風系統風洩れ、送風制御機器作動状況、秤量機器重量の正確さ表示、材料装入機作動状況、各種測定機器の正確さと精度。

c. 溶解プログラムの設定

c) 操業

a. ベッドコークスの積込み

① コークスの装入

② ベッドコークス高さの確認

b. 空吹き

- ①時 期
- ②時 間
- ③送風量
- ④ベッドコークス高さの再調整

c. 材料装入

- ①時 期
- ②装入順序
- ③予熱時間

d. 送風溶解開始

- ①送風開始時期の確認
- ②送 風 量
- ③初湯滴下時間の確認
- ④初出湯時期の判断

e. 定常操業時の確認事項

- ①送風温度
- ②出湯温度
- ③溶解速度
- ④冷却水の温度と量
- ⑤風 圧
- ⑥排ガスの組成と温度

f. 溶湯性状の迅速判断

炉前試験によるが、N I K法（1969年日本鑄物協会制定）を規準にして作業標準を作成する

g. スラグ性状の判定

h. 操業時の異常とその対応

- ①棚 吊 り
- ②羽口閉塞
- ③出湯、出滓口閉塞
- ④各種機器の故障（送風機、排風機、冷却水ポンプ、装入機器など）

d) 操業終了

a. 消火作業

- ① コークス（消火の確認、再使用の可否の検討など）
- ② 地金（類別、再使用の可否の検討など）
- ③ その他（火災防止および機器の損傷を防ぐ処置を明示しておく）

b. 点 検

- ① 残地金量
- ② 残コークス量
- ③ 炉内状況（残留物の点検と侵食状況の確認で操業の適否を判断する）
- ④ 操業記録の整備（材料使用量の確認、各種の記録に基づき総合判定をして
次回操業に対する注意事項を確認する）

e) 炉前試験

- a. チル試験（楔チル試験）
- b. 凝固熱分析（CEメーター）
- c. 迅速分析法
- d. そ の 他

f) 計測器・試験機

キューボラ操業に使用する計測器、試験機

a. 送風関係

風量計、風圧計、温度計、酸素分析計、炉頂ガス分析計など。

b. 温度測定

光高温計、浸漬型熱電温度計、放射温度計など。

c. 材料装入関係

秤量計など。

(b) 管理方法

管理項目で得られた特性値に対し「できるだけばらつきを少なくして目標値を維持するための、各工程で得られた溶湯材質の集団（ロット）からサンプルを

抜取って、試験や測定を行いデータをとることが、まず第1に必要である。次に得られたデータについて計算や管理図を作成し、その結果から工程やロット（母集団）を推理し、もし目標から離れている場合には工程の修正を施し、目標値に近づけば、その作業を標準化して常にその値を維持するように努める—統計的管理を行う。

品質管理の項で述べられているように、そのいくつかを示す。

- ・ 度物分析
- ・ パレート図
- ・ 管理図（ \bar{X} 管理図、 \bar{X} 管理図、 $\bar{X}-R$ 管理図など）

(2) 昇温用誘導電気炉

キューボラで溶解された溶湯は中国産コークスの場合、温度が十分でないことは前に述べた通りである。これを補うために電気炉を併用する方式をとるが、これを2重溶解という。

今回の計画の2重溶解は上述の如く温度上昇が主な目的であるので、るつぼ型低周波誘導炉を採用する。保温だけが目的で（例えば鑄込ラインとの調整のためとか、夜間鑄込みのための溶湯のプールなど）ある場合はチャンネル型低周波誘導炉が電力使用量が少いため有利である。

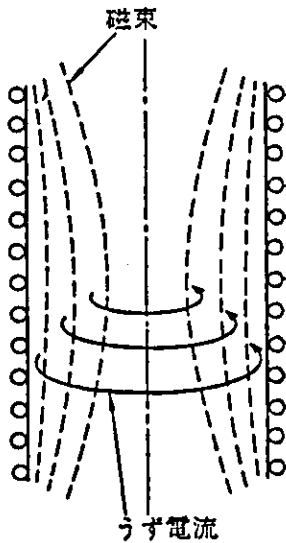
低周波炉を使う場合、次のような場合が有利である。

- ① 溶湯温度の調整が可能である。
- ② 溶湯成分の調整と均質化が出来る（チャンネル型は困難）
- ③ キューボラの休風前後の溶湯保持が可能である。
- ④ 材質変更が可能である。（普通鑄鉄から球状黒鉛鑄鉄への変更など）

この組合わせキューボラの効率的な連続溶解出湯という利点を生かし、溶解の熱効率が高いが過熱効率（高温出湯）が悪く、比較的成分変動が大きく成分調整に限界があるという欠点を、過熱効率が高く、成分調整が可能であるという利点を有する低周波誘導炉をキューボラの前炉として設置することによって相補い、目的とする均質な高温の湯を効率的に得られるという利点がある。

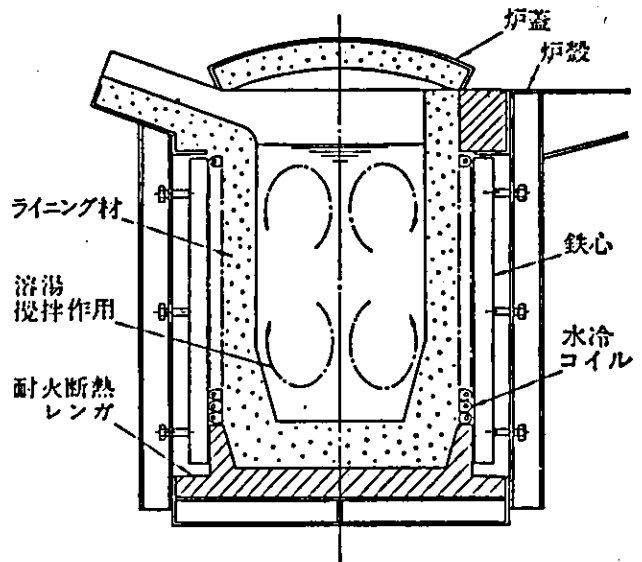
1) 誘導加熱の理論とスターティングブロックの必要性

図V-2-4-35 に示す如くコイルに交流電流を通じると、その内側に交番磁場が生ずる。この中に導電体が置かれると、電磁誘導作用により磁束と直角の方向にコイル電流と反対向きの渦電流が起り、そのジュール熱 $I^2 R$ によって導電帯は加熱される。この渦電流はコイルの内側の表面にもっとも強く発生し、内部に向かって指数極数的に低減する。この現象は表皮効果と言われている。図V-2-1-36 はるつぼ炉を示す。



図V-2-1-35

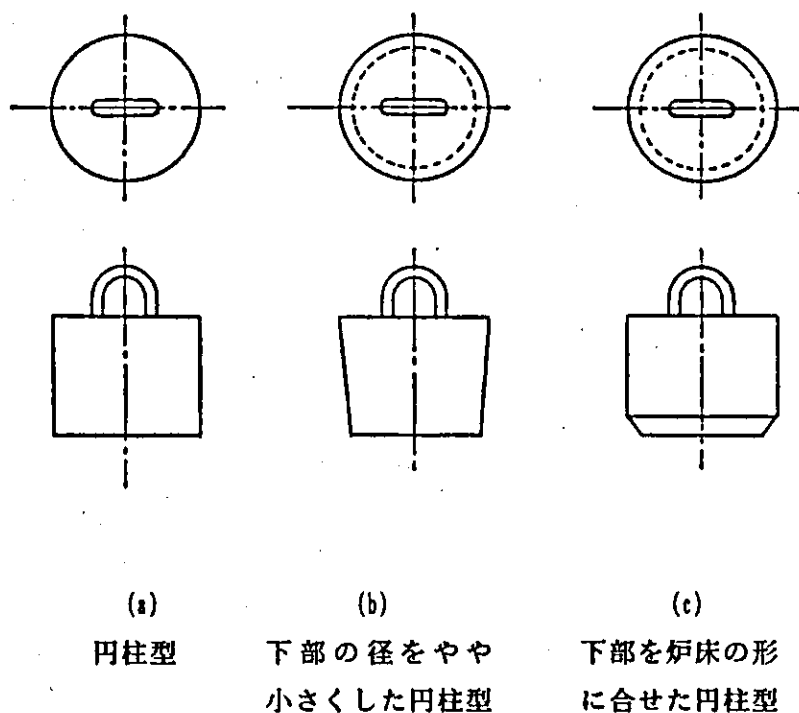
磁束と渦電流



図V-2-1-36

るつぼ形低周波誘導炉

したがって、この炉では炉の内部に導電体がなければ加熱は出来ない。又導電体はコイル近くまでないと強い渦電流が生じない。このため最初の溶解材料は塊状地金（スターティングブロックと言う）を装入し溶解する。このスターティングブロックの量は全溶解量の1/3以上を必要とする。3Ton炉であれば1Ton以上ということになる。このスターティングブロックは、あらかじめ所定の形状のものを作っておく必要がある。図V-2-1-37 にスターティングブロックの例を示す（キューボラ溶解の残湯で作ること可）。



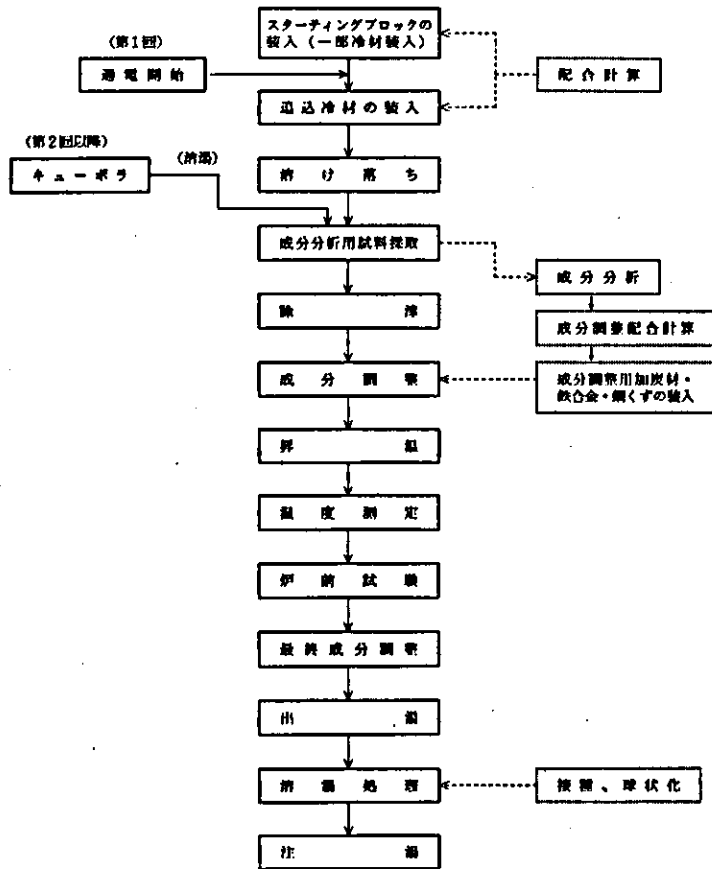
図V-2-1-37 スターティングブロックの形状

2) 出 湯

通常の溶解では出湯は炉容量の約1/2量を出湯し残湯を作る。これに新しく材料を装入して溶解する。いわゆる残湯法がとられる。今回の計画ではあらかじめキューボラで溶解された溶湯を受湯するのであるが、第1回の溶解は冷材（スターティングブロックなど）で行い、第2回目からキューボラの溶湯を受湯する。出湯も1/2を出湯し、そのあとキューボラからの湯を補給する方法が好ましい。

低周波誘導炉で昇温された溶湯の化学成分について炉中分析の結果、C%が高い場合は鋼くずを装入し、C%が低いときは電極くず、コークス粉等を添加する。Si%が高すぎる時は適当量のスケールと鋼くずを装入する。Si%が低いときはフェロシリコンを添加する。Mnは使用鋼くずのMn量を常にチェックしておけば、あまりばらつきはないが、迅速分析を行いMn量を調整する。

低周波誘導炉溶解の作業工程の概要を図V-2-1-38に示す。（この基本は冷材溶解のものである。）

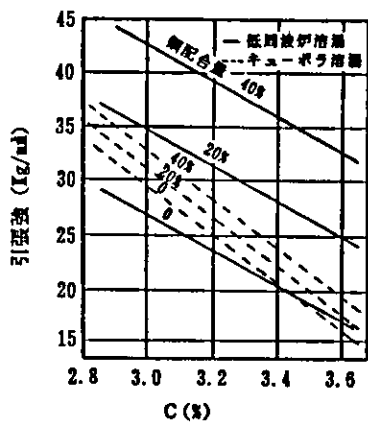


図V-2-1-38 るつば型低周波炉操業の作業工程

3) 溶湯の性状

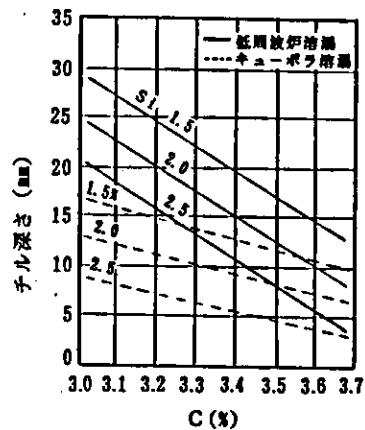
鑄鉄の低周波誘導炉溶解は成分調整が容易で目標成分が得やすいという利点はあるが低周波誘導炉特有の鑄造欠陥を発生することがあり、この点に留意して適正な操業を行うことが必要である。

低周波電気炉で溶解した鑄鉄はキューボラで溶解した鑄鉄とくらべると、概して、引張り強さは高くチル化の傾向は大きい。(図V-2-1-39、図V-2-1-40)



図V-2-1-39

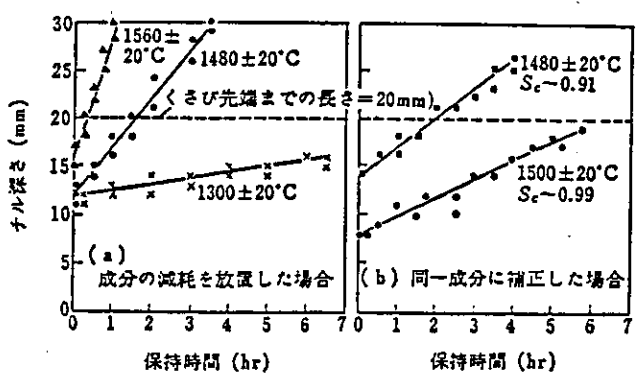
低周波電気炉、キューボラそれぞれで溶解した鑄鉄のひっぱり強さの比較



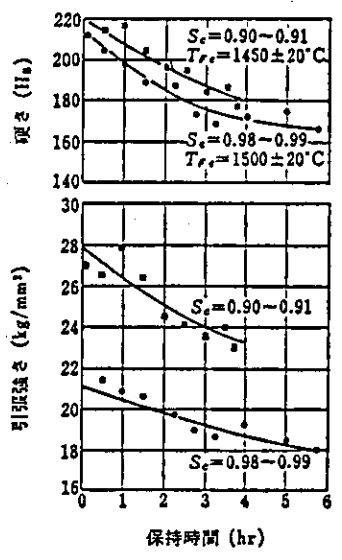
図V-2-1-40

低周波電気炉、キューボラそれぞれで溶解した鑄鉄のチル化傾向の比較

低周波誘導炉で、溶湯を高温に長時間保持すると、チル化傾向、機械的性質の低下が現れる。チルの深さの経時変化を図V-2-1-41に、又硬さと引張り強さの経時変化を図V-2-1-42に示す。



図V-2-1-41 チル深さの経時変化



図V-2-1-42 硬さ (H_B) と引張強さの経時変化

このほかキューボラ操業に比べて、引けが強い傾向が見られる。低周波炉溶湯の特有の性状は、現象的にはキューボラにおいて酸化されたと判断されたときの状況によく似ているが分析結果では正常なキューボラ溶湯の20~50ppmより低い結果が出ている。したがって、これら性状の劣化は現状では次のような原因によると考え

られている。

チル深さ、引けや強度の劣化も黒鉛が順調に生成、成長しないことによって起る。これは黒鉛の核生成難易の問題である。黒鉛の核生成のためには、そのための基礎物質 (Substrate) あるいは触媒 (Catalyst) が必要である。溶湯中に懸濁する未溶黒鉛 (カーボンマイクログループもその1つ) とか、介在物がそれに相当し、これらが溶解条件次第で増減するために黒鉛の核が促進されたり、阻止されたりする。これが直接チル深さ、引け強度に影響する。

キューボラ溶解の溶湯を受けて昇温する場合は、冷材からの溶解とちがうので、この影響は少いが、長時間高温保持はさけるべきである。以上の異常対策も含めて低周波誘導炉の適正操業については次の点があげられる。

① 出湯温度を上げすぎない。

脱酸反応の進み過ぎを避け、核生成物の消滅を防ぐ。

② 溶湯の高温炉内保持を避ける。

③ 溶湯の炉内保持を行なう必要のあるときは低温で保持する。

④ 残湯溶解、すなわち出湯と新しいキューボラからの溶湯補給をくりかえす操業を行う。

4) 溶解温度

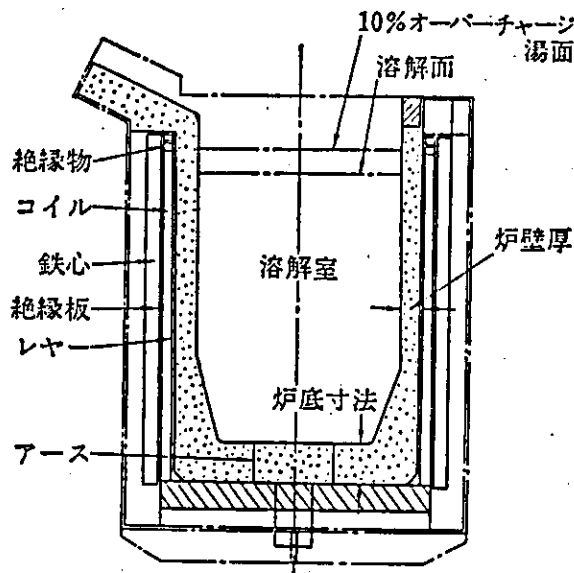
低周波誘導炉溶解においては1,450℃~1,530℃にするのが望ましい。温度測定は浸漬形温度計が正確なので、これを使用するのが望ましい。前述の如く、むやみに溶解温度を上げることは結晶核となるべき未溶解黒鉛粒子と懸濁 SiO₂ 微粒が減少するのでチルや引け巣を助長する結果になる。表V-2-1-43 に加熱温度、出湯温度、注湯温度の例を示す。

表V-2-1-43 最高加熱温度、出湯温度、注湯温度

	最高加熱温度	出湯温度	出湯温度
FC 10	約 1530℃	約 1510℃	約 1420℃
FC 20	1500~1530℃	1450~1510℃	1350~1400℃
FC 30	1500~1550℃	1480~1530℃	1370~1420℃
FCD	1500~1550℃	1500~1550℃	1350~1400℃

5) 炉の築炉、焼結、ライニングの補修

炉の耐火物の焼結、ライニングを完全に管理することは低周波炉操業に於て非常に大切である。るつぼ型低周波炉は図V-2-1-44に示す如くコイルの中は中空で冷却水が通っている。もし炉壁が亀裂、侵蝕によって、溶湯がコイルに達すれば爆発等の大事故を起しかねないので基準通りの作業を行い、決められた点検をし事故を未然に防がねばならない。



図V-2-1-44 るつぼ形低周波誘導炉の断面概要

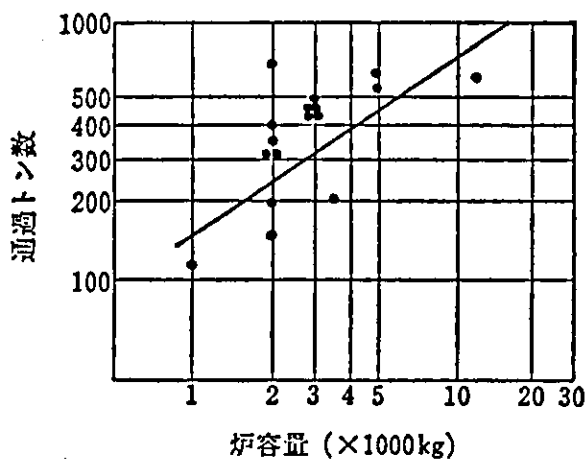
築炉に使われる材料としては天然珪石質と電離シリカがある。電離シリカは溶湯にふれる面から反応層-焼結層-半焼結層-粉体層となっていて、炉壁が浸蝕されるにしたがって、焼結されてゆく。天然シリカは水分を十分に除去し、焼結材として、ホウ酸を適宜添加し、綿密な焼結を行う。電離シリカはクラックが入っても炉材の未焼結部分が焼結を起こし、溶湯の侵入を止められる場合もある。天然シリカの方はクラックが深部までであると溶湯の侵入を止められない場合もある。今回の計画では電離シリカを選んである。いずれにしても誘導炉メーカーの指定する材質を選定するのが賢明である。又築炉焼結方法についてもメーカーのマニュアルに忠実に実施すべきである。

又、補修ライニングの方法についてもマニュアルがあるから、それを守るべきである。操業にあたっては毎日点検し、必要な補修部は入念に行う必要がある。

又、ライニングを張りかえる寿命の判定も大事である。判定にあたっては次の事項を考慮する。

- ① 経験的に予定していた通過Ton 数を超過した場合。
- ② 長期の溶解によりライニングが非常にもろくなってきた場合。
- ③ 定格電圧で通常運転中、電気入力定格より20%超過するようになった場合。
- ④ ライニング厚さが規定値より2/3 以下に浸蝕されたとき。
- ⑤ 湯洩れ検出リレーが働いたとき。

図V-2-1-45 はるつぼ型低周波誘導炉のライニングの寿命実結の1例として、通過Ton 数（延べ何Ton溶解したか—その量）と炉容量の関係を示す。



図V-2-1-45 通過Ton 数と炉容量の関係
(冷材スタート1回/1日の場合)

6) 突発事故に対する注意

低周波誘導炉の各設備の保守点検はマニュアルに従って確実に行うのはもちろんであるが、突発事故に対する作業者のとるべき処置、関係者への連絡など明確にし、訓練しておく必要がある。

1. 停電

- ・ 停電したならば直ちに非常用冷却水を給水する。
- ・ 停電した場合、おおよその停電時間を推定し、非常用の炉傾動装置に切りかえて、いつでも出湯できる状態にしておくこと。

2. 湯もれ警報

- ・ 警報箇所を確認する。
- ・ 警報指示がコイル、アンテナの場合は直ちに炉を傾動して炉中の溶湯を取鍋にあける。

3. 湯洩れ警報器の電流の増加

- ・ 冷却水の清浄を行う。
- ・ コイルの周辺を清浄にする
- ・ パワーを下げる

4. 冷却水の温度上昇

- ・ 水槽内の水を補給してその温度を下げる。
- ・ パワーを下げる。
- ・ 冷却水は65℃以下に保つ。

7) 操業記録

出湯作業の終了後、出来るだけ速やかにその日の操業の結果を記録整理することが必要である。

操業記録をとる目的として、

炉を管理する意味から、効率的で安全な操業をするためであり、溶湯材質の管理という意味から、その日の溶解サイクルにおける各品質要因のデータを記録し、また、その日の生産に対する原価を管理する意味から、溶解量、原材料の使用量、電力の使用量なども記録する。どのような様式にするにしても、毎溶解、必ず記録し残しておくことを習慣づける必要がある。表V-2-1-46 に操業記録の1例を示す。

表V-2-1-46 溶解記録の項目

回		数	
溶 解 開 始		時 電 力 計	
地金配合ならび に添加物	原 材 料 [t]	SBまたは残湯 返り材 鋼くず 銑鉄粉 ダライ	
	添 加 物 [kg]	加 炭 剤 Fe-Si Fe-Mn SiC	
成 分 調 整	目 標 値 [%]	C Si Mn	
	CE メ ー タ		
	分 析 値 [%]	C Si Mn	
	調 整 用 添 加 材 [kg]	加 炭 剤 Fe-Si 鋼 材	
溶 解 終 了		出 湯 時 刻 電 力 計 電 力 使 用 量 出 湯 量 [t] 出 湯 温 度 [°C]	

8) るつば型低周波誘導炉の標準定格

表V-2-1-47は日本工業炉協会標準として定められた鑄鉄用るつば型低周波誘導炉の標準定格シリーズである。表中に示されている能力および、電力単位は、電力が連続的に投入されたとした理論的な数値であるため実作業における非通電時間、例えば材料装入、温度測定、のろかきや出湯のための電源しゃ断時間を考慮した時の能力は、その時間の長短に応じて低減されることに注意すべきである。

表V-2-1-47 鑄鉄用低周波無鉄心誘導炉の標準定格（日本工業炉協会標準）

定 格			冷 材 溶 解				昇 温	
炉 容 量 [t]	電 気 容 量 [kW]	電 源 容 量 [kV・h/t]	残 湯 量 1/2		残 湯 量 1/3		電力原単位 [kW・h/t]	能 力 [t/h]
			電力原単位 [kW・h/t]	能 力 [t/h]	電力原単位 [kW・h/t]	能 力 [t/h]		
0.75	250	300	660	0.38	700	0.35	130	1.9
1.0	350	450	640	0.55	670	0.51	110	3.1
1.5	450	550	600	0.75	630	0.70	100	4.5
2.0	550	650	580	0.95	600	0.89	95	5.8
3.0	800	950	560	1.40	580	1.35	90	8.9
5.0	1,200	1,400	540	2.20	560	2.10	85	14.0
8.0	1,800	2,100	530	3.40	550	3.20	80	22.5
10.0	2,100	2,500	530	3.95	540	3.80	80	26.0
12.0	2,500	3,000	520	4.80	530	4.60	75	33.0
15.0	3,000	3,500	510	5.85	520	5.60	75	40.0
20.0	3,800	4,500	510	7.45	520	7.00	75	50.0
25.0	4,500	5,200	500	9.00	510	8.40	75	60.0
30.0	5,200	6,000	500	10.40	510	8.70	75	69.0

- 注1) 冷材溶解とは室温の材料を1,450℃まで溶解した場合とする。特性数値は1回当りの残湯量が炉容量の約1/2および1/3の場合とし、保持、除滓、出湯および鑄造などの操作は含まない。
- 注2) 昇温とは鑄鉄溶湯を1,350℃から1,550℃まで昇温（昇温温度200deg）とした場合とする。特性数値には保持、除滓、出湯および鑄造などの操作は含まない。
- 注3) 実際の作業では残湯量、投入材料および投入方法ならびに溶湯処理などの作業条件によって特性数値は変動する。
- 注4) オーバーチャージは定格容量の10%を限度とする。
- 注5) 特性数値はそれぞれJIPMAS 13-1967「鑄鉄用るつば型低周波誘導炉の試験方法」による。

2-1-3 造 型

鑄型製作の良し悪しは模型、溶解と共に鑄造品の品質に大きな影響を支えるものであり、いかに寸法精度を守り、鑄込時の欠陥発生を起らないような、鑄型を作るかが大きな課題である。又、造型工数やコスト面も考慮しなければならない。したがって、作られる鑄造品の生産量、形状、大きさ、材質、要求される精密度など様々な要求に最も合致したものでなければならない。鑄型自身は製品ではなく製造の1手段であり、鑄型材料の種類によって、それに適した造型法が必要であり、又、造型機の種類に適した鑄型材料が開発される必要もある。

丹東工程液圧機械廠で作られる鑄造品は再三述べてきたように鑄鉄の油圧ユニット部品であり、その主体は中量生産規模の比較的小物の油圧弁本体及び付属品と、当工場としては大型品であり、量的には少ない油圧タンク及びクラッチケース類である。従って、これらの量と大きさを考慮し、油圧弁類鑄物は生型機械込め造型ライン（中子はシェル型）で、又、油圧タンク類は自硬性鑄型造型ラインで造型することを計画したものである。

生型造型機の日本における変遷を見てみると昭和の初期のものはジョルトとスクイーズ機構を備え抜棒とマッチプレートを使用したもので、スクイズ面圧力も2~3kgf/cm²と低いものであった。その後幾多の改良を経て半自動式の造型機が使われるようになり造型能力は60秒/枠、程度であった。1957年頃になると全自動造型機が開発され、造型能力は1963年頃には30秒/枠、程になり、1965年には20秒/枠、さらにその後それ以上の高速の造型機が開発された。造型工程の制約から最高15秒/枠が限度であり、別の考えからマルチステーション造型機が開発され7.5秒/枠も作られた。その後開発が続けられ、高速化、高圧化、大型化へと発展してきた。高圧造型機（油圧式）は、1968年頃から作られスクイーズ面圧は15~30kgf/cm²を得ている。一方大型化は1965年頃、自動車用大型鑄物を製造するために枠サイズ1,200×1,000mm、1,350×1,350mm、2,100×2,100mmなどの大型機が作られ、このような大型でも造型能力は30秒/枠となった。一方多種少量生産への対応としては1978年頃から1基の造型機に2種のパターンを取りつけて、造型機を停止することなく、自由に切換えたり、交互に造型することの可能なパターンシャトル造型機が用いられるようになった。無枠の造型機も改良され、その中でもディサマティック造型機は造型

能力が240~300モールド/分の造型が可能で自動車部品、モーター部品（中子の入らないもの）に盛んに用いられた。現在はこれまで開発された各種の造型機がそれぞれの目的に応じて使われている。現在日本では公害・環境問題があり、旧来の造型機のジョルトの騒音は100デシベルを越えるため、採用されなくなった。新設の場合はジョルトスクィーズパイプレート式としては80デシベル以下のものを導入している。騒音が少く砂の固まりの良い造型機として静圧造型機が開発されている。これは圧縮空気を密閉された鋳型上面から吹き込み加圧造型するものである。造型能力は18秒/枠、程度である。又爆発造型機（ガス、又は圧縮空気）も欧州で開発されており、これらが主流となる傾向にある。

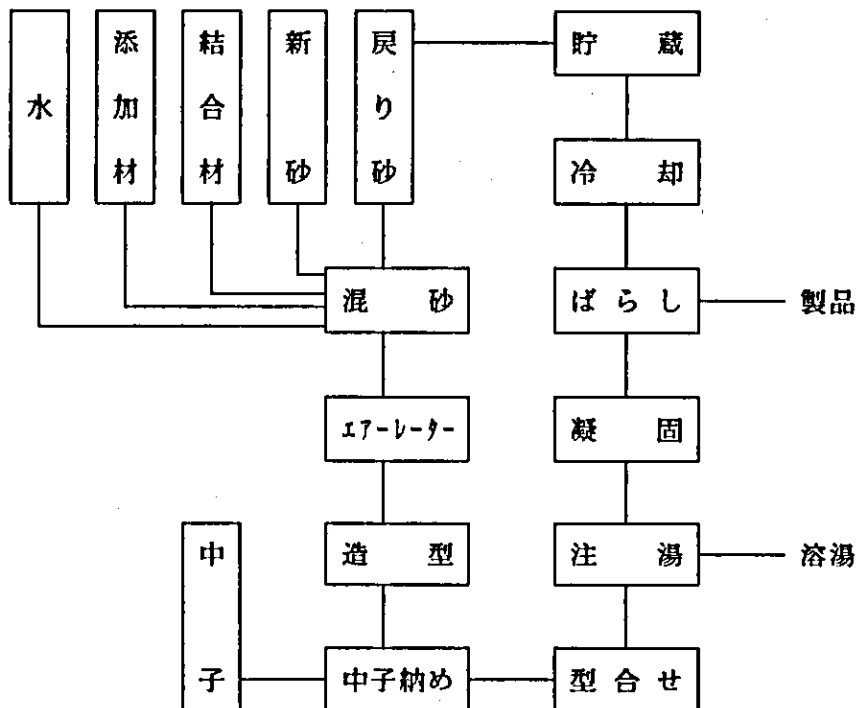
丹東工程液圧機械廠に新設する生型造型ラインに導入する計画の造型機はジョルトスクィーズパイプレート式の高速度造型機であり、これまで多数の実績のある造型機である。前述の如く当工場の生産が中量で多種であるからパターンチェンジ機構付きのものとする。又ラインの構成はこの造型機1台で上型、下型交互造型方式を設定した。この程度の規模では、これで充分である。最新の造型機を見ると、それに心を動かされがちであるが、使用目的、自社のおかれた環境をよく考慮し選定すべきであろう。要は模型の形状寸法に忠実な鋳型を高速安価に造型でき、しかもその鋳型が運搬時の振動や溶湯圧力に耐え得る十分な強度を持ち、また鑄造欠陥の原因とならないことが必要で、造型機としては、いたずらに機構が複雑で故障が生じた際のメンテナンスに困るようなものであってはならない。換言すれば造型機は故障や狂いが少く、保安性がよいものを選ぶことが肝要である。又高圧造型については、その定義は必ずしも明確でなく時代によっても違ふと考えられる。スクィーズ圧7kgf/cm²を1つの区切りと考える考え方もあり、15kgf/cm²以上を指す場合もあるが、いずれにしても、高いスクィーズ圧力のみでは均一な密度の鋳型を得るのは困難であり、必ずしも高圧が万能ではない（表V-2-1-48にスクィーズ圧分類を示す）。又一般に高圧造型機は設備が大規模なものとなり（静圧造型機も同じ）その投資額も多額となるため、生産規模等によっては従来からのジョルトスクィーズ式低中圧造型機も日本ではまだ多く使われている。

表V-2-2-48 スクイズ圧による分類

分類	スクイズ圧 (kg/cm ²)
軽圧造型	1.5以下
低圧造型	1.5～4.0
中圧造型	4.0～7.0
高圧造型	7.0～20.0
超高圧造型	25.0以上

(1) 生型造型

生型造型は鋳物を作る場合の最も一般的な造型方法で古くから粘土を含んだ山砂が使われてきた。現在の工業用鋳物の生型造型では鋳物砂は、珪砂、ベントナイト、水および各種添加材から構成され、合成砂とされている。自動車を始めとする工業用鋳物の量産時代に入って、この生型砂は機械込め造型によくマッチし、鋳造品の量産に最もすぐれた造型であることが広く認識された。図V-2-1-49に生型法の一般的なフローチャートを示す。生型砂は繰返使用することを原則にしているので、新砂、結合材、添加材だけでなく、中子砂、戻り砂の管理も充分行うことが必要である。



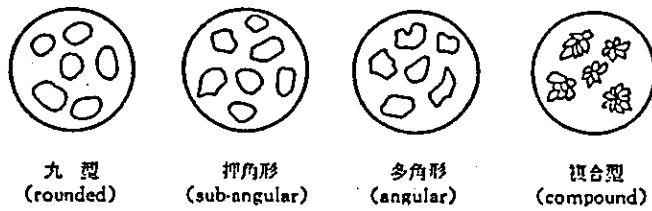
図V-2-1-49 生型のフローチャート例

1) 生型砂材料

a) 珪砂

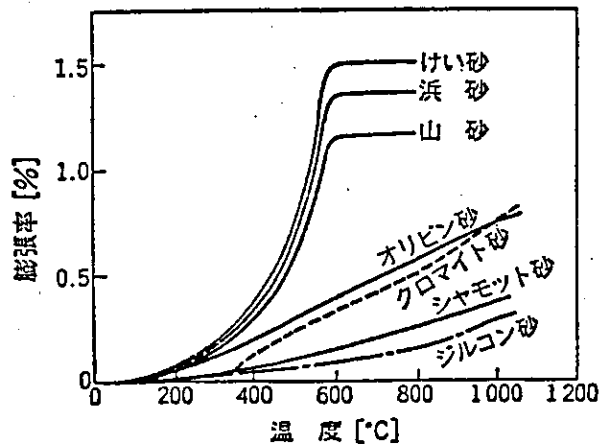
珪砂の粒形は鑄型の成型性、強さおよび通気度に影響するので妥当な粒形が必要である。粒形としては図V-2-1-50に示すもののうち、丸形又は押角形がよく、粒係数としては、1.3以下のものが好ましい。

又、粒度分布は3~4シープのものがよい。



図V-2-1-50 AFSの粒形分布

珪砂の物理的性質で注目すべきことは熱膨脹である。珪砂は575℃でα石英からβ石英に変る際に急激膨脹を示す(図V-2-1-51)。この性質はしぼられ、すくわれなどの表面欠陥発生の原因となるので好ましくない。この膨脹を緩衝するために適量のクッション材が使われる。これには炭素質、澱粉質、繊維質などが使われている。特に鑄物砂が鑄包まれるような状態になる場合(中子など)には、この膨脹の影響が大きいので、再生砂を混入するなど対処が必要である。



図V-2-1-51 各種砂粒の熱膨脹率

又、砂の強さについては、最近は砂の混練作業に関して短時間で均一な砂を多量に処理する混練機が使われるようになり、短時間で高いエネルギーが砂粒に与えられるため強度の弱い砂は圧壊されることがある。又高圧造型機が使われるようになってきたため鑄物砂の圧壊現象が生じてくるので、珪砂の選定には注意を要する。

鑄物砂の粒度は対象となる製品の大きさ、肉厚、材質、要求される鑄型精度など様々あるが、一般的に機械込め用生型砂では粒度指数(AFS)は60~100程度である。しかし高圧造型では、より鑄型精度を上げるために、細粒化の方向にある。

珪砂の化学成分(SiO_2)に関しJISでは70% SiO_2 以上で粘土分2%未満のものを珪砂と称している。図V-2-1-52はJIS区分鑄型用珪砂を示す。この中で鑄鉄には3~5種程度が使われる。

表V-2-1-52 JIS G 5901-1974 鑄型用けい砂

種類	化学成分%		不純物の化学成分%		
	SiO_2		Fe_2O_3	Al_2O_3	$CaO+MgO$
1種	98以上		0.5以下	1.0以下	1.0以下
2種	96以上	98未満	1.0以下	2.0以下	1.5以下
3種	93以上	96未満	1.5以下	4.5以下	2.0以下
4種	90以上	93未満	2.0以下	6.0以下	2.5以下
5種	85以上	90未満	3.0以下	8.0以下	3.0以下
6種	70以上	85未満	5.0以下	15.0以下	5.0以下

表V-2-1-53に日本における代表的な珪砂を示す。この中で人造珪砂というのは粒状の石英類が鉄質あるいは粘土類によって、こう着している堅固な岩石を適当な粉碎機で単結晶に破碎しふるい分けしたすぐれた粒形の単結晶の珪砂である。

表V-2-1-53 けい砂の区分と化学組成 [%]

区分	種類	産地	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	lg. loss
浜砂	弥生けい砂	下関市綾羅木町	94 ~ 96	2.5~4.0	<0.5	<0.5	<0.5	<1.0
	遠州砂	静岡県浜岡町	80.2	12.4	1.9	1.5	2.0	1.2
	ときわ砂	いわき市平	80.0	12.4	2.6	3.1	1.1	0.7
	掛津けい砂5号	京都市網野町	91.0	5.8				0.8
天然けい砂	土岐津けい砂5号	土岐市土岐津町	94 ~ 96	2.0~2.8	0.1~0.2			
	土岐津けい砂6号	"	94 ~ 96	2.0~3.0	0.1~0.2			
	石見けい砂6号	島根県温泉津町	93.2	3.8	0.3	0.08	0.03	0.5
	最上けい砂5号	山形県舟方	96.4	1.87	0.10			
	最上けい砂6号	"	91.9	4.75	0.13			
	飯豊けい砂	山形県飯豊	97.2	1.50	0.09			
コニカル けい砂	土岐津けい砂5号	土岐市土岐津町	98 ~ 99	0.5~1.0	0.05~0.1			
	土岐津けい砂6号	"	97 ~ 98	0.5~1.0	0.05~0.1			
	陣屋けい砂	瀬戸市陣屋	97.6	0.9	0.4	0.2	0.1	0.3
人造 けい砂	三河けい砂4号	愛知県額田町	98.9	0.2	0.2			
	三河けい砂6号	"	98.2	0.6	0.2			
	白銀けい砂4号	岡崎市鉢地町	99.0	0.2	0.5			0.2
	白銀けい砂6号	"	98.6	0.5	0.2			0.2
	日飄けい砂N-60	栃木県栗野	96.6	2.1				0.8
	日飄けい砂S-60	"	98.0	1.0				0.8
	日光けい砂5号	"	96.0	1.4	1.0			0.5
	日光けい砂浮選5号	"	96.5	1.3	0.9			0.4
	日光けい砂6号	"	96.0	1.4	1.0			0.5
	日光けい砂浮選6号	"	96.6	1.3	0.8			0.4
風化砂	篠岡風化けい砂	愛知県篠岡	97.65	1.45	0.28	0.31	0.21	
輸入 けい砂	フラタリけい砂	オーストラリア・ ケープフラタリー	99.8	0.03	0.01	<0.01	<0.01	
	フリマントルけい砂	オーストラリア・ フリマントル	99.8	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03

b) 特殊砂

① ジルコン砂

火成岩が風化崩壊し河床、海岸に運ばれ堆積したもので天然に粒状となっている。一般にオーストラリア東海岸に産出するものが使用され、粒形は丸型で粒度は100~200メッシュを主体としている。比重は4.7で重く、熱膨脹は小さく、熱伝導率は大きいので肉厚部や焼着部分などに使われる。

② クロマイト砂

クロマイト砂はスピネル族鉱物で、その化学組成は35~50%Cr₂O₃、15~30%FeO、である。主に南アフリカ産のものが使用され、粒形は角形ないし押角形、粒度指数は70~90ある。比重は4.5、耐火度は2,000±25℃程度であるが軟化温度は比較的低く1,180~1,400℃である。熱膨脹力は小さく、熱伝導度は大きい。又この砂は高温で焼結状になるので、湯のさし込みを 방지、チル効果もあり、砂の焼着やベージングの防止に効果がある。このような点から鋳鉄ではジルコン砂よりも適合しており、鋳ぐるまれて焼着を起こすような場合に局部的に使用すると効果がある。図V-2-1-54 にジルコン砂及びクロマイト砂の化学成分の例を示す。

表V-2-1-54 ジルコン砂、クロマイト砂の化学組成 [%]

成分 種類	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	ZrO ₂	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	C	S	lg. loss
ジルコン砂I	33.0	0.50	0.15				66.0	0.16				0.15
ジルコン砂II	33.6	0.25	0.05				65.8	0.26	<0.001			
クロマイト砂I	1.6	14.7		25.1	0.13	10.1		0.61	45.3			0.03
クロマイト砂II	1.6	13.1		21.3		9.6			50.3			
クロマイト砂III	2.0	16.7		25.9		9.9			44.9			

c) ベントナイト

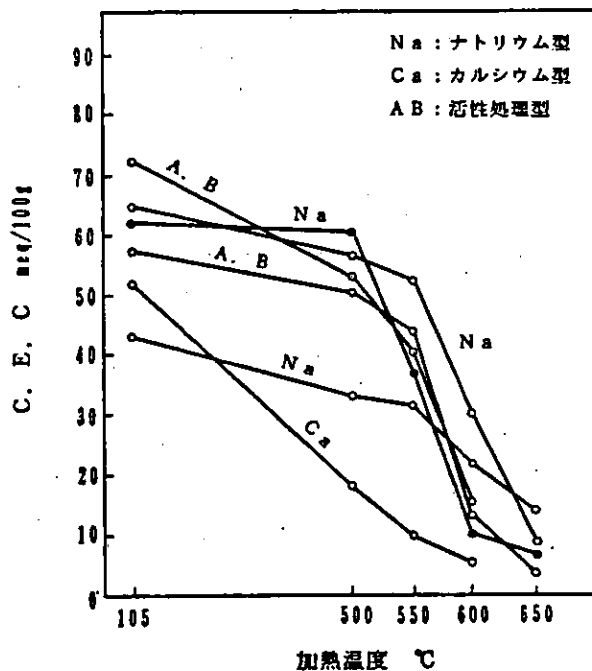
生型用ベントナイトには、Na系とCa系及びCa系をNa塩で活性化した3種類のもが使用される。これはそれぞれ特有の性質をそなえており、鑄型性状も異なる。したがってベントナイトの種類は選定にあたっては、注湯金属の種類、溶湯/砂比（サンドメタル比）、造型設備などを考慮する必要がある。

生型機械込め造型の循環砂（システムサンド）については、次の点に留意する必要がある。

① ベントナイトの加熱による劣化

ベントナイトは結晶水がなくなると粘結力を失い、不活性粘土（デッドクレイ）となり粘結力を失う。このデッドクレイが多くなると、鑄型強度や鑄造欠陥の原因となるので、砂処理設備で適宜除去し、コントロールする必要がある。

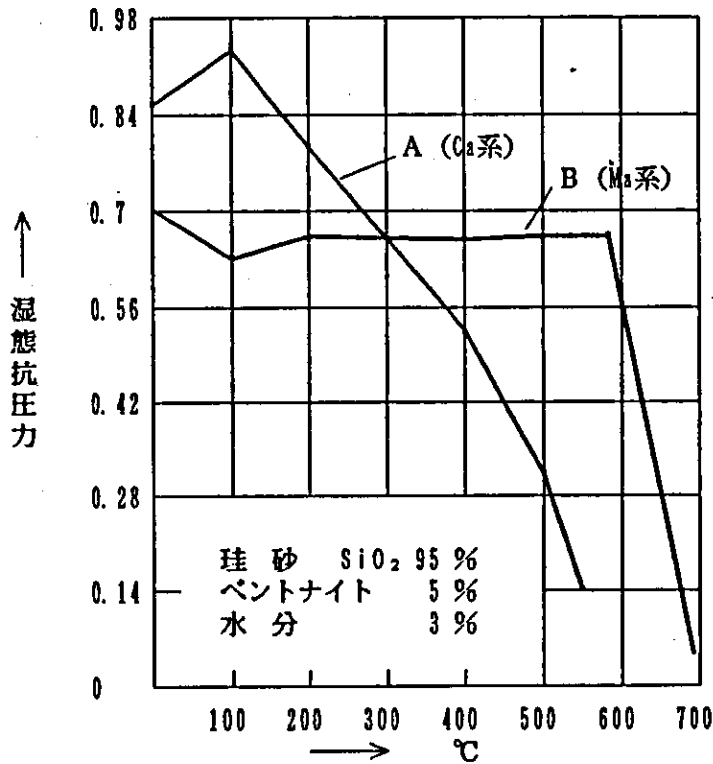
図V-2-1-55に加熱温度とC.E.C（塩基交換容量：生型砂の強度にほぼ比例）の関係を示す。



図V-2-1-55 ベントナイトの加熱によるC.E.Cの変化

② 注湯後の鑄型の崩壊性

注湯後の鑄型の崩壊性はNa系の方が悪く、砂ブロックを形成しやすい。そのため砂処理ではクラッシャーをかける必要も生じる。一方Ca系は乾燥強度が低いので崩壊性はよい。又Na塩活性型は中間である。崩壊性がよくない場合はNa系とCa系の併用が有効である。図V-2-1-56 温度と湿態抗圧力（Ca系、Na系）の関係を示す。



図V-2-1-56 温度と湿態抗圧力の関係

③ 砂かみ、すくわれ等の欠陥

砂かみ、すくわれ等に対するペントナイトのタイプの影響はきわめて大きく欠陥の発生は、加熱劣化の傾向とよく一致する。

すくわれ系統の鑄造欠陥には乾燥収縮および熱間変形量の大きいものがよい。又爆熱応力が小さく水分凝縮層抗張力の高いペントナイトが適している。この種のペントナイトは膨潤度が高く、軟化温度の低いものが多くCa系はこの点でやや劣る。表V-2-1-57 にペントナイトのタイプと欠陥に対する適用性を示す。

表V-2-1-57 ベントナイトのタイプと適用性

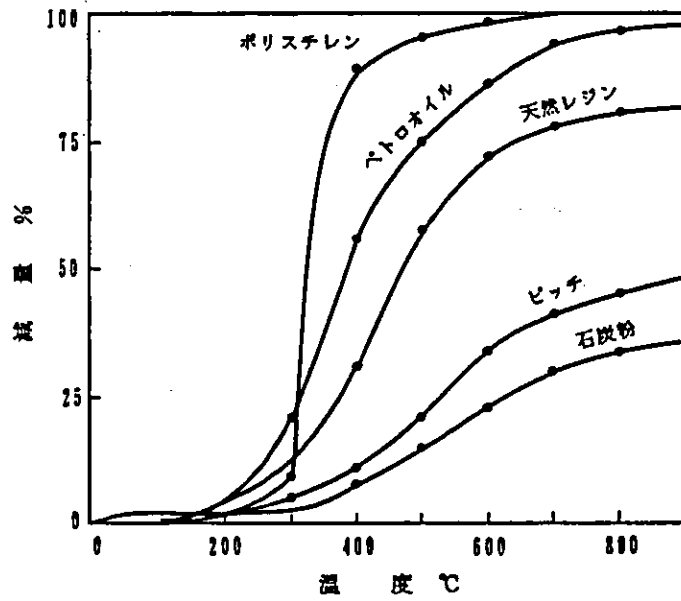
項目 \ タイプ	Na- ベントナイト	Ca ベントナイト	活性化 ベントナイト
加熱劣化	○	×	△
すくわれ	○	×	○
充てん性	△	×	△
鑄 肌	○	△	○
崩 壊 性	×	○	△
非 鉄 合 金	○	○	○
鑄 鉄	○	△	○
鑄 鋼	○	×	△

上記のようなベントナイトの性質をよく知って、造型性、崩壊性、欠陥の発生具合を見ながら適正なものを選定すべきである。

d) 添加材

① 炭素質

炭素系物質の添加は注湯時のガス被膜の形成、炭素被膜層による溶湯との濡れ防止などを目的としており、鑄肌の改良、砂落しの改善、すくわれ防止などに効果がある。主として石炭粉が使われ、その他にピッチ粉、コークス粉、黒鉛粉末、その他炭素含有物質（ギルソナイト、天然樹脂、ポリスチレン）などがある。図V-2-1-58 に各炭素質添加材の温度とガス発生量を示す。又表V-2-1-59 に一般的に使用されている石炭粉の粒度分布を示す。



図V-2-1-58 炭素物質の加熱減量曲線

表V-2-1-59 各種石炭粉の粒度構成 単位%

粒度 (メッシュ)	35	48	65	100	150	200	270	PA.V
品名								
A	0.4	0.6	0.9	1.9	7.5	13.2	18.9	56.6
B	4.4	4.6	9.1	12.0	15.7	16.4	11.4	24.0
C	3.8	5.7	10.3	11.3	12.1	12.7	11.4	31.3
D	0.8	2.5	7.5	10.0	14.0	16.0	23.0	20.0
E	0.3	0.5	1.0	6.5	17.0	18.0	38.0	20.0

表V-2-1-59 からわかるように、この中には粗粒度のものが相当に混入しているのがわかる。生型砂の中で、これらの粗粒石炭粉は熱影響を受けるとコークス化されて数倍に体積膨脹したポーラス状コークス粒子となる。このような場合著しく生型性質を劣化させるので使用にあたっては注意が必要である。

丹東工程液圧機械廠の鑄造工場では石炭粉を使用しているが上記のような観点から粒度を検討してみる必要がある。

② 澱粉質

澱粉は造型補助剤、鑄型の膨脹抑制剤として生型に広く用いられている。一般に澱粉を添加すると生型変形量が増大し造型が容易となる。鑄物用には、とうもろこし、小麦、ばれいしょなどの天然および α 化したものが用いられている。鑄物用は種類が非常に多いが、鑄型の造型性鑄造欠陥の内容によって使いわけの必要がある。

- ① 型落ち、しみつき …… α 澱粉、デキストリン、が離形抵抗を減少させるために有効であるが、砂の流動性を阻害することと注湯後の砂の崩壊性を悪くするので要注意。
- ② 圧縮強さの増加 …… コーンスターチなど β 澱粉が有効である。
- ③ 鑄型の表面安定 …… デキストリン、 α 澱粉が有効である。
しかし注湯時の安定は必ずしも、湿態と同一ではない。
- ④ しばられ、すくわれ …… α 化澱粉が最も効果があり、デキストリンはほとんど無効である。

表V-2-1-60に鋳物用澱粉の組成を示す。

表V-2-1-60 鋳物用澱粉の組成

No	水分	粗たん白	澱粉価	粗灰分	粗脂肪	pH	粘 度		α 化度	比容積	膨潤度	粒 度 分 布				
							冷時	加熱				~40	~60	~80	~250	250~
1	12.4	0.56		0.05		5.8	40	520	88.8	212	69.9		5.7	17.1	53.9	23.0
2	10.0	0.45	88.7	0.13		5.1	137	980	99.4	244	82.0	6.8	16.3	20.3	44.2	12.4
3	10.8	0.29		0.1		4.9	160	560		224	44		0.2	8.8	67.8	23.2
4	11.9	0.28		2.2		8.9	457	360			100	4.6	5.6	16.4	46.0	27.6
5	7.1	0.62	33.2	5.2		6.8	0	0	95.6		16		0.08	2.3	60.0	38.0
6	12.1	10.9	31.0	18.5	4.4	7.1	67	0		152	17		1.0	4.0	53.0	42.0
7	10.6	16.3	45.2	0.3	1.7	5.1	191	8		136	25	0.24	2.0	6.0	63.0	28.0
8	11.7	7.6	42.3	1.6	7.1	6.6	430	2		144	9	4.0	33.0	38.0	16.0	9.0
9	10.4	14.4	56.7	1.3	1.1	7.4	18	408	93.6	136	22		0.4	3.0	59.0	37.0
10	13.7	0.33		0.08		4.9	70	720		296	34	0.1	2.0	19.0	66.0	12.0

③ 繊維質、その他

繊維質添加剤として、100メッシュ程度の木粉が使用される。高温での鋳型の膨脹を防いで、すくわれ防止や鋳物の高温亀裂防止、型ばらし性を向上するが、多量に添加すると鋳型の強度や、表面安定性が低下するので注意を要する。そのほかリグニンスルホン酸、アルギン酸ソーダなども使われることがあるが、これらは基本的に添加を必要とするものでないので、鋳造欠陥の防止の意味から使われることがある程度である。

2) 鑄鉄用生型砂の配合

鑄鉄用生型砂の構成は骨材としての珪砂、粘結材としてのベントナイト、その他の補助添加剤から成り立っている。これらの配合は生産方式や生産される製品形状、砂処理ラインの特徴をつかんで選定されなければならない。表V-2-1-61 に一瞬の鑄鉄用生型砂の配合例を示す。

表V-2-1-61 鑄鉄用生型砂の配合と用途例

No												性 質		用 途 例
	古 砂	けい砂	山砂	粘土	ベント ナイト	石炭粉	スターチ		デキシ トリン	木粉	水	圧縮強さ [kg/cm ²]	通気度	
							α	β						
1	100				0.55	0.3	0.05				5.1	0.6	140	ディファレンシャルキャリア
2	100				1.0				0.1		5.0	1.05	200	シリンダライナ
3	100				0.6	0.5					4.9	0.75	120	鉄管継手
4	95	5.0			1.0	0.1	0.2				4.3	0.75	55	シリンダヘッド
5	100				2.0	1.0	1.0		0.8		5.5	0.70	70	トランスミッションケース
6	98.5	1.5			0.49	0.11					4.1			冷凍機部品
7	99	1.0			0.38	0.12					3.7			"
8	97				0.5	0.075					4.0	0.65	125	管 継 手
9	90	6.4			1.9						1.0		150	シリンダブロック

機械込め造型で使われるユニットサンド（循環砂）では回収された砂の特性をよく把握し回収砂特性が安定するように配合をコントロールしてゆくことが大切である。表V-2-1-62 機械込め造型砂の配合目安を示す。

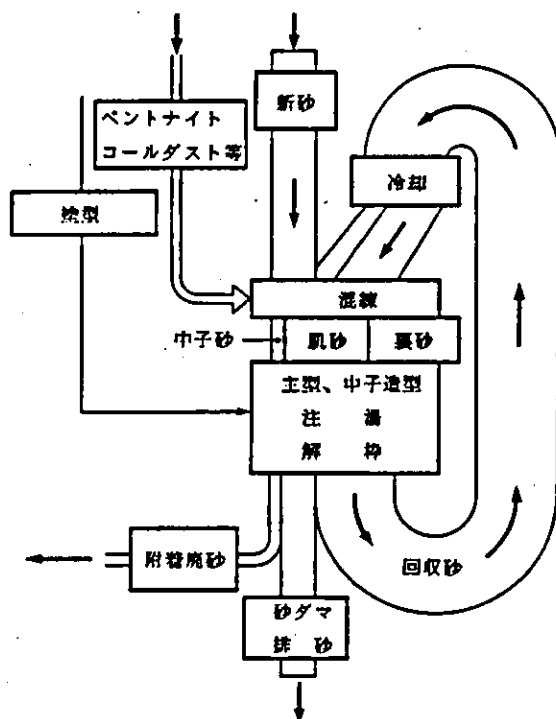
表V-2-1-62 機械込め造型砂の配合

古砂	新砂	ベントナイト	澱粉	石炭粉	水分	適用
98~100	1 ~ 2 %	0.01~0.2	0.05~0.2	0.1 ~ 0.4	3.0 ~ 5.0	小物品

3) システムサンドの管理

システムサンド（循環砂）の管理を考える場合、生産システムの特徴、あり方を十分把握することが必要であり、更に造型機、模型方案、注湯方式、砂処理装置などの仕様性能もふまえて、システム的な観点から管理を考えなければならない。

図V-2-1-63 に生型砂システムにおける砂サイクルを示す。



図V-2-1-63 生型砂システムにおける砂のサイクル

このシステムの中に混入されてくる物質は大きく分けて次の4つになる。

- ① 生型砂を構成する珪砂、粘結材、添加剤、水
- ② 中子を構成する珪砂、バインダー
- ③ 離型剤やストレーナー、保温剤などの異物
- ④ 注湯による熱エネルギー

これらの中で生型砂の劣化させるものは極力、除外するなり、ラインへの混入を防ぐ必要がある。

1) 生型砂の管理方法

生型砂のシステムと変動要因を十分把握して管理する必要がある。管理特性としては次のような2つに分けられる。

- ① 回収砂特性 … 有効ベントナイトの量（活性粘土分）、全粘土分、
粒度分布、揮発分、澱粉量、全炭素量
- ② 混練砂特性 … 水分、通気度、圧縮強さ、コンパクトビリティ、
表面安定性

従来は混練調合した後の砂の性質を測定し、再び次の混練へフィードバックする方法がとられてきた。これに対し回収砂特性を分析して生型砂混練にフィードバックする方法がとられるようになった。

(1) 生型混練砂特性及び回収砂の特性

生型砂の管理項目は上記に示したようなものであるが、日本に於て各社の平均的な管理値の例を示すと次のようである。

表V-2-1-64 生型砂の管理値と管理巾の例

項目	中 圧 造 型		高 圧 造 型	
	管 理 値	管 理 巾	管 理 値	管 理 巾
水 分	3.1 ~ 5.0 %	±0.3 ~ 0.5 %	2.6 ~ 3.5 %	±0.2 ~ 0.4 %
抗 圧 力	0.75 ~ 1.0 kgf/cm ²	±0.1 kgf/cm ²	1.25 ~ 1.50 kgf/cm ²	±0.1 kgf/cm ²
通 気 力	100 ~ 150	±5 ~ 20	100 ~ 150	±5 ~ 20
コンパクトビリティ	30 ~ 50%		30 ~ 40%	
表面安定度	80 ~ 90%		85 ~ 90%	
全 粘 土 分	10 ~ 15%	±1.0 %	8 ~ 10%	±1.0 %
活性粘土分	5 ~ 10%	±1.0 %	5 ~ 10%	±1.0 %
強 熱 減 量	2.5 ~ 5.0 %	±0.5 %	2.5 ~ 5.0 %	±0.5 %
粒 度 指 数	55 ~ 65		55 ~ 65	
	及び		及び	
	120 ~ 130		120 ~ 130	

これらの特性値の管理頻度は表V-2-1-65 に示すような工場が多い。

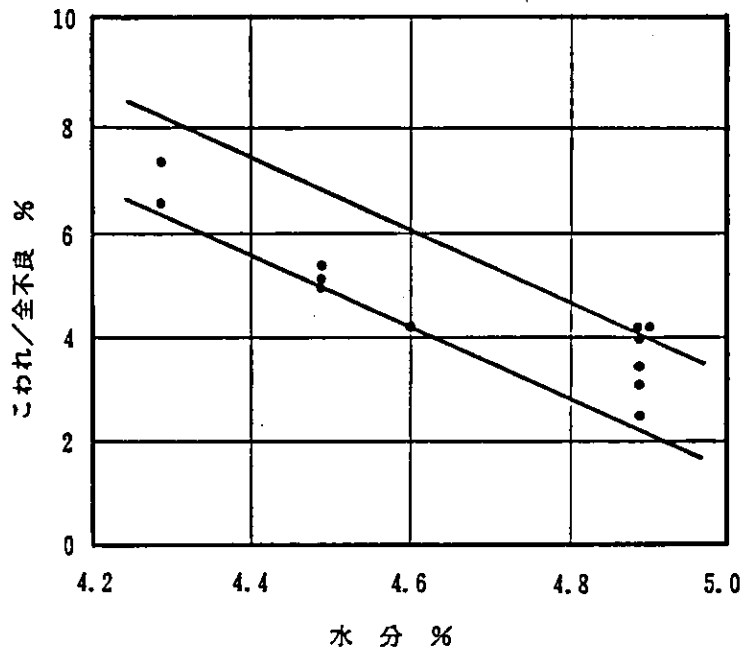
表V-2-1-65 特性値管理頻度

1 時間毎に管理	水分、強度、通気度
毎時又は2時間毎	コンパクタビリティ、表面安定度
週1回又は2週に1回	全粘土、活性粘土、粒度指数、強熱減量

(2) 生型砂の管理項目

① 水分管理

水分の管理は造型作業において重要なファクターである。図V-2-1-66 に水分と型こわれ関係の例を示す。



図V-2-1-66 型砂水分と型こわれ不良との関係

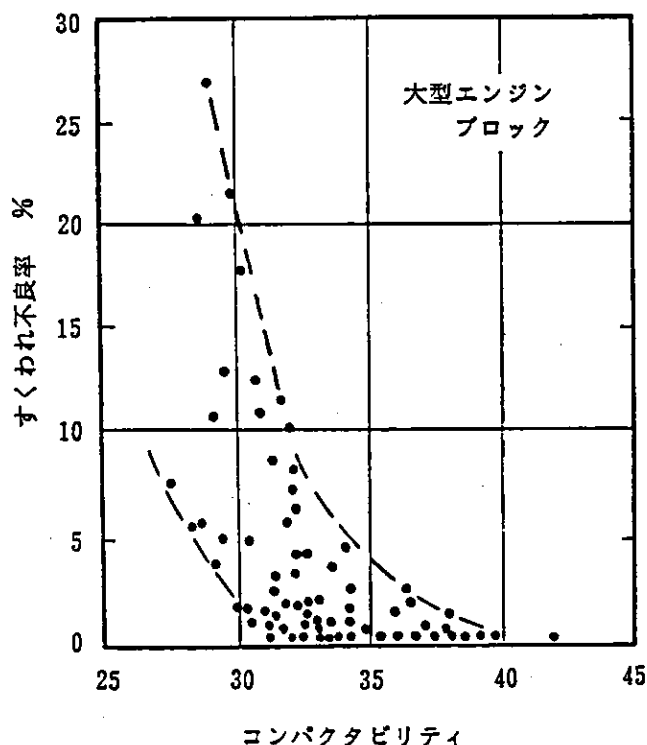
② コンパクトビリティー

コンパクトビリティーの試験方法は10kg/cm²の面圧で圧縮する方法と標準試験片作成用サンドランマーで1回ランニングする方法がある。このランニングする方法が簡便でありよく使われている。コンパクトビリティー値は、つき固め前の砂の高さで圧下した高さを割り、パーセントで表わす。このコンパクトビリティー値の高、低によって次のような欠陥が発生しやすい。

- ・コンパクトビリティーが低い場合 … 飛ばされ、洗われ、型こわれ、型おち、押込み、さし込み、焼きつき、すくわれ、など。
- ・コンパクトビリティーが高い場合 … 型張り、引け、吹かれ、ピンホール、鑄肌不良、崩壊性不良、型砂の流動性悪化

このような点からコンパクトビリティーを管理することは重要である。

図V-2-1-67 にコンパクトビリティーとすくわれ（鑄造欠陥）の関係を示す。



図V-2-1-67 コンパクトビリティーとすくわれとの関係

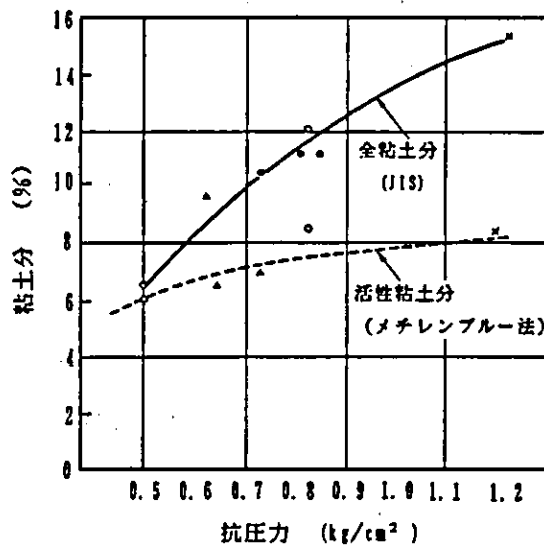
③ 生型圧縮強さ

生型圧縮強さは量も多く採用されている管理項目である。

- ・システムサンドの圧縮強さが高すぎる場合は、解砕時の崩壊性が悪くランブサンド（塊砂）が多く発生し循環砂を悪化する。
- ・システムサンドの強さが低い場合は、造型時の型落ち不良や型張り、押込み、すくわれ、砂かみなどの不良が多発する。

圧縮強さはシステムサンド中の全粘土分、又は活性粘土分によって決まる。

図V-2-1-68 に抗圧力と粘土分の関係を示す。



図V-2-1-68 再混練前の抵抗力と粘土分の関係

④ 通気度

鋳型の通気性は注湯時のガス発生に対して影響が大きく、通気性が悪ければブローホール等の欠陥が発生する。したがって型砂の通気性を管理することは重要であり一般に行われている。

又、通気度試験はシステムサンドの粒度構成の変化、特にデッドクレアの堆積量を管理するのに使われる。

⑤ 粘土分

全粘土分は活性粘土分+不活性粘土分+その他の微粉から成っており、水洗法で行う場合は全粘土分しかわからないが従来から行われてきた方法である。

この中で活性粘土分が鑄型強度に強い関係があり、不活性粘土が多いと生型強度が下り、表面安定性も悪くなる。そこで、これを測定して砂のコントロールをする必要が生じている。この測定方法は通常メチレンブルー滴定法が使われる。この全粘土分、活性粘土分の測定管理は重要であるが、測定に時間がかかるのと特殊な装置と薬品が必要である。1つの簡便法として、毎日測定している水分量、生型圧縮強さ、通気度などの測定データから、次に示すような回帰分析による式が1つの案として提示されている。

$$\text{全粘土分} = 2.049(M, T) + 4.642G, C - 0.019(P, M) - 0.032 + (C, B) + 1.641$$

$$\text{活性粘土分} = 0.9832(M, T) + 2.773G, C + 3.512(M, D) - 4.582$$

又、システムサンド中の活性粘土と合わせて微粉の管理が重要であるとされてきている。

⑥ シリカプログラム

最近システムサンド中の構成成分を検討し、管理するシリカプログラムがある。これは循環しているシステムサンド中の5大構成成分を測定管理しようとするものである。

その5大構成成分とは次のものである。

- ① シリカ含有量 (クォーツ量)
- ② フラックス含有量
- ③ 金属物質の含有量
- ④ 全活性粘土分 (メチレンブルー)
- ⑤ 炭素物質

シリカ分が低下すると焼着、ガス欠陥が多発し、多くなり過ぎると、すくわれ欠陥、膨脹欠陥が発生する。適性値は普通鑄鉄の場合は70～80%であると言われている（これはいわゆるクォーツ分で従来言われている SiO_2 分とは異なる点に注意を要する）。又、フラックス物質は不活性の微粉とオーリテック物質で、これらが過剰になると肌荒れや焼着の原因となる。

⑦ 残留澱粉量

システムサンド中の残留澱粉を測定し、添加澱粉量をコントロールしようという試みも1部なされている。その測定方法として、フェノール硫酸比色法と容量法がある。

以上システムサンドを管理するいくつかの項目について述べてきたが、システムサンドの管理は、型砂構成物の平衡状態をいかに維持してゆくかが基本である。したがって、変動の早期発見、予防制御法の確立が大きな課題である。しかしながら、システムサンドの制御としていたずらに複雑になるのは避け、むしろ型砂の抗圧力、篩分密度といった物理的性質の変化からサンドコントロールの方が普通性もあり適応も容易である。

4) 生型造型ライン管理

生型造型ラインに使用される模型が完璧に作られ、十分管理された砂が供給されても、造型ライン設備の不具合があれば、鑄型こわれ、鑄型寸法不良、鑄造欠陥などを生じることになる。ここでは、基本的な点についていくつか列挙する。

- ① 砂の投入は中央に山にならないようになるべく、平らに均一に入るようにすること。
- ② 鑄型硬度が均一になるように工夫すること。鑄型の島の深い部分にはベントホールを設けるとか、スクイズブロックを変えるとかの方法もある。
- ③ 金型を造型機に取りつけるときの寸法精度に注意する。この寸法精度が悪いと、型ずれを起す。
- ④ 造型後、型抜きが水平に抜けるようにテーブルと鑄棒支持ローラーの平行度に注意し、型抜きで鑄型が、こわれないようにする。
- ⑤ 鑄棒合わせによる型ずれがないようにすること。鑄棒のプッシュとピンの精度、鑄棒のプッシュ取り付けのずれがないように管理すること、ピンとプッシュの嵌合は公差0.1mm程度に保つ。上、下棒がきちんと合わないと、中子巾木へ主型が当り砂落ちなどの欠陥や、型ずれをおこす。
- ⑥ 鑄込み後の製品の冷却に関しては製品に応じて冷却ラインを調節出来るように鑄込後の鑄棒はトラバーサーなどによって冷却ラインに移しかえるようにする。(冷却ラインは要すれば複数のラインを設けて調整できるようにする。)
- ⑦ 回収砂は砂温度を管理する。ホットサンドと言われるのは通常40℃以上の砂で、これ以上になるとトラブルが出ると言われている。

⑧ 設備の保安点検

製造される鋳物の精度維持のためには造型機についてみれば

- ・ テーブルの上下作動時の垂直度
- ・ テーブルとローラーの相対的レベル
- ・ 枠合わせ機の垂直度とローラーの水平レベル
- ・ サンドカッターのローラーとの水平レベル
- ・ 鋳枠の水平度
- ・ ピンとプッシュのクリアランス
- ・ モールド定盤の水平度

などである。設備の予防保全を有効に行うためには、その設備の機能やチェックポイントをよく知ること、点検チェックシートをうまく利用すること、計測技術を十分活用すること、部品の管理整備を十分に行うことが必要である。

日常点検、定期点検（オーバーホールを含む）が大事であるが、この点検は保全係にまかせっきりにするのではなく、その設備の使用者が異常を感じたら、すぐ報告し、適切な処置をすることが大切である。日常使用している作業者は、その稼動状況の異常がいち早く敏感にわかるわけであり、具体的には、振動数、変位、加速度、速度、温度、音、電流、抵抗値、など測定ないし体感し得るからである。

(2) シェルモールド

熱硬化性鋳型としては1966年頃まで油砂型が最も用いられていたが、その後シェル鋳型が普及した。この方法は自動車用鋳物などの量産鋳物の中子などには大いに使われた。その後各種の造型法が開発されているが、依然として継続して使われている。

表V-2-1-69 は量産中子を製造するときの価値分析をしたものでシェルモールドと油砂について比較したものを示す（この表で、総合評価点は少いほうがよい造型法である）

表V-2-1-69 シェル及び油砂の評価

要 因		重 要 度	シ ェ ル		油 砂	
			順位	評価点	順位	評価点
鋳物の品質	寸法精度	10	2	20	5	50
	鋳 肌	10	1	10	4	40
中子の品質	強 度	4	1	4	4	16
	表面安定度	4	1	4	4	16
	保 存 性	4	1	4	2	8
	崩 壊 性	4	3	12	4	16
	ガス発生量	4	5	20	4	16
混練砂の品質	可使時間	3	1	3	2	6
	流動性	3	1	3	5	15
	硬化速度	4	3	12	5	20
環 境	毒 性	6	3	18	2	12
	臭 気	4	4	16	2	8
製造コスト	労 務 費	12	3	36	5	60
	材 料 費	8	5	40	1	8
投下資本	工 具 費	10	3	30	5	50
	設 備	10	3	30	5	50
総 合 評 価 点		100		262		391

シェルコートサンドは、珪砂にフェノールレジンとヘキサメチレンテトラミンをコーティングして作る。このレジンサンドは、次のような利点を持つと同時に欠点もあるので十分認識して使用することが大切である。

1) シェルモールド法の概要

シェルモールド法の特性各項目について、その概要を表V-2-1-70に示す。

表V-2-1-70 シェルモールド法の特性概要

造 型 法 項 目	シ ョ ー ル モ ー ル ド 法
大 分 類 硬 化 法 粘 結 剤	熱 硬 化 熱硬化、加熱温度250 ~ 350 ℃ ノボラックフェノール樹脂または レゾール樹脂
硬 化 剤 硬化用熱・ガス量	ヘキサミン (レゾール樹脂には不要) 20 g/kg (砂) プタンガスの場合
粘 結 剤 添 加 量 粘 結 剤 の 種 類 砂 の 選 択	2.5 ~ 3.5% / 砂 非常に多く選択容易 微粉の少ない砂
混砂 (可使時間h)	ホットコートする (無限に近い)
気 温 の 影 響 作 業 環 境	あり、鈍感 悪し、悪臭と熱
適 正 生 産 量	量産に適す
大 小 の 制 限 造 型 充 て ん 法 機 械 の 寿 命	大きくなるにつれ変形量は大 吹込み、ダンプボックス 加熱による損耗大、機械精度の保持困難
模 型 材 料 模型寿命 (ショット)	金属のみ 2 ~ 3万
模 型 交 換 の 難 易 模 型 製 作	金型が高温で交換困難、予熱必要 加熱されるため精度に難あり
造 型 サ イ ク ル 造 型 量	早い、薄肉鋳型に有利 肉厚の異なる鋳型の込め合せは困難
接 合 鋳 型 造 型 の 難 易 鋳 型 の 保 存 性	製造可能なるも困難 造型容易、鋳型砂流動性良好 きわめて優れている
接 塗 中 子 セ ッ ト 生 型 と の 適 応 性	熱硬化性接着剤を使用、迅速 熱いうちに塗型可能、乾燥迅速 離型時には熱いので冷却が必要 崩壊性がよいためラインに入る砂多し、 混入の障害少なし
砂 の 再 生 利 用	焙焼が普通、良質のものとなる
鋳 物 へ の 欠 陥 a 熱間強さの不足 からくるもの b す す 欠 陥 c ガ ス 欠 陥 d 浸 炭	優れている なし ヘキサミンからの窒素による 低炭素鋼、低炭素合金鋼に注意

a) 利点

- ① 長期保存が可能な乾態のコーテッドサンドである。又、焼成されたシェル鑄型も保存可能である。
- ② 粘結剤としてのフェノールレジン硬化速度は、比較的早く、しかも高温では熱分解する。
- ③ 鑄型強度が高く、表面安定性が優れているため、作業性がよい。
- ④ 中子や鑄物の寸法精度が高く、鑄肌がきれいに出来る。
- ⑤ 機械化、自動化が行いやすい。

b) 欠点

- ① 金型を作るので量産しないものには向かない。
- ② 金型の分割面に砂ばりが出がちであるので、この成形に工数がかかる。

2) シェルモールド用砂

シェルモールド用砂に要求される特性値として、粒度分布、粘土分、粒形、化学成分、灼熱減量等がある。これらがシェル鑄型強度、熱膨脹、ガス発生並びに破砕性等に大きく影響するので、それぞれの鑄物に応じた使いわけが行われている。

珪砂には天然珪砂と人造珪砂がある。天然珪砂は浜砂が主であり、粒度が比較的そろっていること、粒形が丸い長所があるが、比較的純度が低い、産地によりバラツキがあるなどの欠点もある。一方人造珪砂は原鉱を破砕して単結晶の砂粒をバラバラにしたものであり、純度が高い、レジン使用量が少ない。などの長所があるが粒形が角丸型であるのが短所である。日本に於ては、良質な天然珪砂の可採原鉱の減少、レジン単価の上昇などにより、人造珪砂の使用率が多くなってきている。

表V-2-1-71 に代表的なシェルモールド用砂の特性値を示す。

表V-2-1-71 主要シェルモールドけい砂の特性値

地区名	処理法	粒度分布 (%)									粒度 指数 (AFS)	化学組成 (%)			pH	約熱 減量 (%)	※ シェル 強度
		20	35	40	45	100	150	200	270	Pan		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃			
蘆州東部	水洗	0.3	2.5	17.4	25.3	43.7	3.3	0.4	0.3	0.1	63	93.5	0.16	0.07	6.4	0.26	75
蘆州西部	水洗	24.8	39.1	26.3	6.2	2.5	0.5	0.2	0.1	0.1	33	93.8	0.09	0.03	6.5	0.10	75
韓国	水洗	0.1	0.1	22	30.5	56.5	4.0	4.3	0.6	0.1	69	91.4	3.07	0.49	5.9	0.40	45
栃木	未水洗・水洗	0.2	2.5	25.1	27.4	26.4	11.2	4.0	1.3	0.4	64	93.6	2.16	1.66	5.0	0.53	40
遠州	未水洗・水洗	0.1	2.7	26.3	40.1	26.8	2.6	0.6	0.2	0.2	55	76.5	11.0	1.34	5.7	1.17	35
三河	粉砕・ 水洗	0.1	0.6	6.5	24.1	48.9	17.1	3.4	0.4	0.1	71	93.5	0.73	0.38	5.6	0.33	45
三河	粉砕		0.2	6.7	32.3	43.9	14.1	2.9	0.1	0.1	60	93.6	0.43	0.23	6.3	0.23	55
瀬戸	水洗 (粉砕)	0.1	3.2	39.0	30.1	17.0	6.3	2.6	1.0	0.5	57	93.7	3.16	0.08	6.6	0.20	25
春日井	水洗 (粉砕)			0.8	9.2	24.9	32.9	25.1	5.6	1.5	106	96.0	1.69	0.94	5.7	0.53	45
丹後	水洗 (粉砕)	7.7	41.0	43.4	5.0	11.4	0.5	0.3	0.1	0.2	37	81.4	5.49	0.03	6.0	0.81	35
江津	水洗 (粉砕)	0.0	13.6	25.0	25.3	22.0	3.2	0.3	0.1	0.1	49	93.9	4.91	0.48	6.6	0.69	35
下関	水洗	0.5	4.1	12.6	24.8	52.1	4.9	0.6	0.2	0.1	62	94.4	2.32	0.44	6.7	0.72	35

* 試験法 5kgミキサ、ドライホット法、レジン15% 曲げ強さkg/cm

シェルモールドに適当な砂としては100号~150号程度のもので、パン(微粉)が少なく砂粒表面がなめらかで丸みのあるものがよい。SiO₂の多いものは熱膨脹量が大きいため注湯時に亀裂が発生しやすい。そのため、やや品位の低いものでも形状がよく表面の美しいものが好まれる。又、再生砂を混入する方法もとられる。焙焼炉を用いて再生した砂は高熱にふれているため熱的に安定した砂となり熱的に安定した砂が得られる。

3) レジンコーテッドサンドの製造

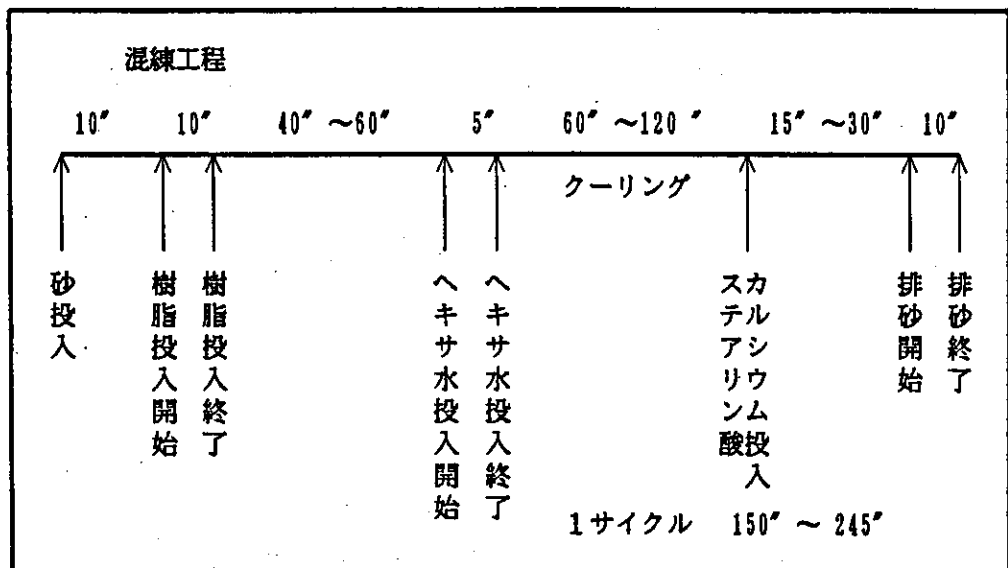
レジンコーテッドの製造法はドライホット法、セミホット法、コールド法の3つの方法があるが、現在最も使われているのはドライホット法である。

日本ではコーテッドサンドの専門メーカーが出来ており、ここから出来上ったコーテッドサンドの供給を受けるのが多い。これを製造しようとするれば設備としてはサンドヒーター、ミキサー、振動コンベヤーふるい、排気装置などをそろえ、原料砂、樹脂を準備する必要がある。

コーテッドサンドはあらかじめ130~160℃に加熱した砂を高速混練機に投入し、軟化点85~100℃の固形樹脂（ノボラックフェノール樹脂：タブレット状、フレーク状など）を珪砂の1~3%程度混合する。樹脂は溶離して砂表面を被覆する。この時間は30~60秒である。さらにヘキサメチレンテトラミン（ヘキサミン）の水溶液（ヘキサミンが樹脂の10~20%になるようにする）を加え、砂粒表面を被覆すると共に混合物を急速に冷却させ、最後に砂に対し0.05~0.1%の微粉状のステアリン酸カルシウムを添加し、かたまりをほぐし冷却ふるい分けを行って、均一に樹脂を被覆したコーテッドサンドを作る。

この混練工程サイクルを図V-2-1-72に示す。

表V-2-1-72 コーテッドサンド混練工程（サイクル）



4) シェルモールドの精度

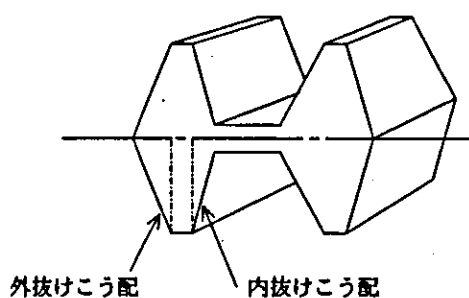
シェルモールドの精度はJIS規格が改められ削除されたので現在は砂型鑄鉄品の精級を適用するのが1つの目安である。

以下は普通鑄鉄の精級を示す。(図V-2-1-73)

表V-2-1-73 普通鑄鉄精級の基準 (JIS B0407)

(i) 長さの普通許容差

寸法の区分	等級	精級
120以下		±1
120を超え 250以下		±1.5
250を超え 400以下		±2
400を超え 800以下		±3
800を超え 1,600以下		±4
1,600を超え 3,150以下		—



(iii) 抜けこう配の許容値

寸法の区分 l mm	寸法 A mm (最大)	A (最大) / l で表示した場合の抜けこう配の許容値
18以下	1	$\frac{5.5}{100}$
18を超え 30以下	1.5	$\frac{8.3}{100} \sim \frac{5}{100}$
30を超え 50以下	2	$\frac{6.6}{100} \sim \frac{4}{100}$
50を超え 120以下	2.5	$\frac{5}{100} \sim \frac{2}{100}$
120を超え 315以下	3.5	$\frac{2.9}{100} \sim \frac{1.1}{100}$
315を超え 630以下	6	$\frac{1.9}{100} \sim \frac{0.9}{100}$
630を超え 1,000以下	9	$\frac{1.4}{100} \sim \frac{0.9}{100}$

(ii) 肉厚の普通許容差

寸法の区分	等級	精級
10以下		±1
10を超え 18以下		±1.5
18を超え 30以下		±2
30を超え 50以下		±3

5) シェルモード造型での注意点

シェルモード造型は加熱された金型を使うので経時変化による精度の問題など管理をよく行う必要がある。

- ① 寸法精度の維持には、金型精度、金型の熱変形、金型の均熱、焼成むらの排除、離形ピンの均等押出し、接着の正常などよく管理する必要がある。
- ② シェル金型は毎回金型に焼き砂の付着がないか、よく確認すること。
- ③ 金型の設計にあたっては、砂の充填が完全に行われるよう吹き込み口、エアイベントを適切に設けること。
- ④ シェル型造型後の砂バリの出具合をよく見て、基準より多くなったら金型を交換又は修正すること。
- ⑤ シェル型は細かい形状が出るため、コーナー部など直角に近くすることが出来るが、鑄込みではチルが発生しやすいので一般には3 ~ 5 Rをつける。
- ⑥ 油圧弁中子のように、溶湯によって取り囲まれる中子は珪砂の膨脹によって、中子の変形し規定を確保出来ないことが多い。これに対しては、レジンを増量するとか、芯金をいれるとか、熱膨脹の少ない低純度の珪砂、あるいは再生珪砂などを使って対処する必要がある。
- ⑦ 吹き込み口は中子の製品になる部分をなるべくさける。一度焼成した砂肌を削ることは好ましくない。その意味では砂バリも必要以上広い範囲にわたって削らないことが肝要である。

(3) 自硬性鑄型 (フラン造型法)

1945年以後の日本における鑄型の変遷をみると生型砂は山砂方式から合成砂方式へ、乾燥型、油砂は各種自硬性鑄型へと変遷している。自硬性鑄型には無機質自硬性鑄型、各種有機自硬性鑄型があるが有機質自硬性鑄型が広く用いられ、その中でもフラン樹脂を使用するものが一般に定着しており、実績がある。有機系の中でもアミンガスやSO₂ガスを吹込む方法も開発されているが、ガス有害であるために一般的な普及までには至っていない。

丹東工程液圧機械廠の鑄造品にはフラン造型法が適合していると判断し計画した。

1) フラン造型法の利点と欠点

フラン造型法の適用にあたってはその利点を有効に活用すると共にその欠点も十分認識して対処する必要がある。

a) 利 点

- 常温で完全に硬化するため油砂のように焼成に要する労力、時間、焼成費が不要で造型工数が消滅される。
- 鑄型強度が高いため、芯金を大巾に省くことが可能である。
- 造型の熟練を必要としない。
- 鑄物砂の崩壊性がよく砂落し工数が削減される。
- 大物、小物でも、又、中子でも、あらゆる鑄型に適用できる。
- 鑄型の寸法精度が高い。従って鑄物の寸法精度もよく機械加工費の削減にも寄与する。
- 鑄型の熱間強さ有機粘結剤の中では最も高い。
- 鑄物砂の混練はパッチ式、連続式、いずれも使用できる。
- 鑄型は抜型後すぐ塗型でき、水溶性、アルコール性共に塗型可能である。
- 使用砂はくり返し再使用でき、産業廃棄物の減少に貢献できる。

b) 欠 点

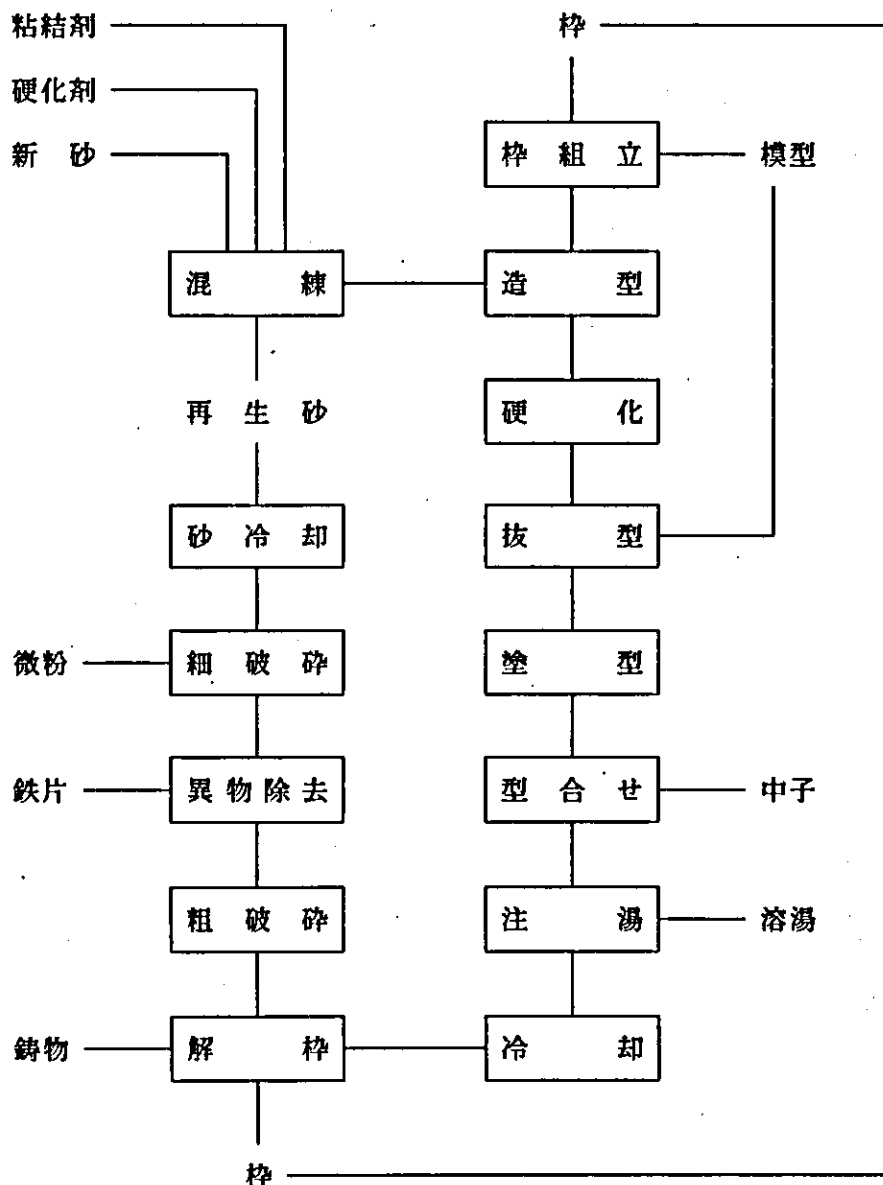
- 温度、湿度によって硬化速度が左右され、強度にもばらつきが出るので、温度、湿度の状況に応じてバインダーの量の調整が必要である。
- 砂中の水分によって、硬化速度、強度が影響をうける。
- 砂中の微量金属塩、粘土分などが硬化速度、強度に影響する。
- メチルアルコール系の塗型剤は鑄型強度に一時的な強度低下をもたらす。
- 模型（木型）の回転率が低い。硬化するまで待時間があるため量産には木型の数を多くそろえる必要がある。

2) フラン砂の特性

フラン砂は上記のように、その使用条件、砂の状況、樹脂の種類添加量などにより大きく影響されるので、これらの選定を慎重に行う必要がある。

a) フラン造型の作業工程概略

フラン造型法は従来の乾燥型にくらべると常温で硬化することが最大の特徴である。造型は生型砂のように硬くつき固める必要がなく、振動テーブル等を使えば、ほとんどつき固めを要しない。土間で枠込みの場合もつき棒（木製の棒）でつく程度である。つき固め後は硬化にある程度の時間がかかるので、抜型できる時間までに見合う模型を用意し順次込めてゆく必要がある。抜型後は通常の鑄造型法と変りはない。図V-2-1-74 に作業工程を示す。



図V-2-1-74 フラン造型作業工程

b) フラン樹脂の種類

フラン樹脂鑄型はフラン樹脂が酸により硬化する現象を利用した鑄型である。フラン樹脂は、とうもろこしの芯、コウリヤンの径などから抽出されるフルフリールアルコールを主原料とし、中国では原料素材は多量にある。

図V-2-1-75 にフラン樹脂の種類と用途を示す。この中で丹東工程液圧機械廠の鑄造品を考えた場合、低窒素のものを選定するのが好ましい。硬化剤としては一般に強酸が用いられ、硫酸のような無機酸および、パラトルエンスルホン酸、キシレンスルホン酸、ベンゼンスルホン酸のような有機酸、もしくは両者の混合物が用いられる。

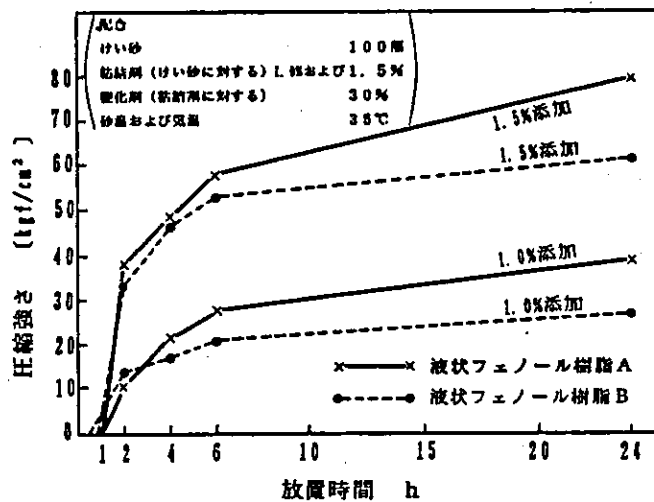
表V-2-1-75 常温自硬性鋳型用フラン樹脂粘結剤の種類

種類	記号	特徴	適用金属材料
フルフリルアルコール・ホルムアルデヒド樹脂	FA/F	窒素分を含んでいない。耐熱性に優れている。	鋳鋼、(鋳鉄)、その他
尿素・ホルムアルデヒド/フルフリルアルコール樹脂	UF/FA	常温硬化速度の調節が容易である。窒素含有量の低いものは耐熱性が良好である。窒素含有量の高いものは耐熱性がやや劣る。	(鋳鋼)、鋳鉄、銅合金アルミニウム合金、その他
フェノール・ホルムアルデヒド/フルフリルアルコール樹脂	PF/FA	窒素分を含んでいない。耐熱性に優れている。還元性高熱下の残留炭素量が高い。常温硬化速度の温度依存性が大きい。	鋳鋼、鋳鉄、その他
尿素・フェノール・ホルムアルデヒド/フルフリルアルコール樹脂	UF・PF/FA	窒素分を少し含んでいる。PF/FAの常温硬化性を改良したものである。	(鋳鋼)、鋳鉄、その他

c) フラン砂の強度特性

① 樹脂添加量の影響

圧縮強さは樹脂、硬化剤、砂の種類、気温等の因子に影響されるが一般的には添加量に比例して増大する。図V-2-1-76 に添加量と鋳型強度の変化を示す。



図V-2-1-76 常温自硬性鋳型用フェノール樹脂粘結剤

の添加量と鋳型強度の変化のモデル

② 硬化剤の影響

触媒添加量は、対樹脂重量比を30%より多く添加すると季節、造型対象物の難易度等により圧縮強さ、表面安定度が低下する傾向があり、混練砂は混練直後に使用することが望ましい。しかし、30%以下の添加量にした場合、硬化反応に必要な量に不足する危険性がある。

③ 硬化剤の種類の影響

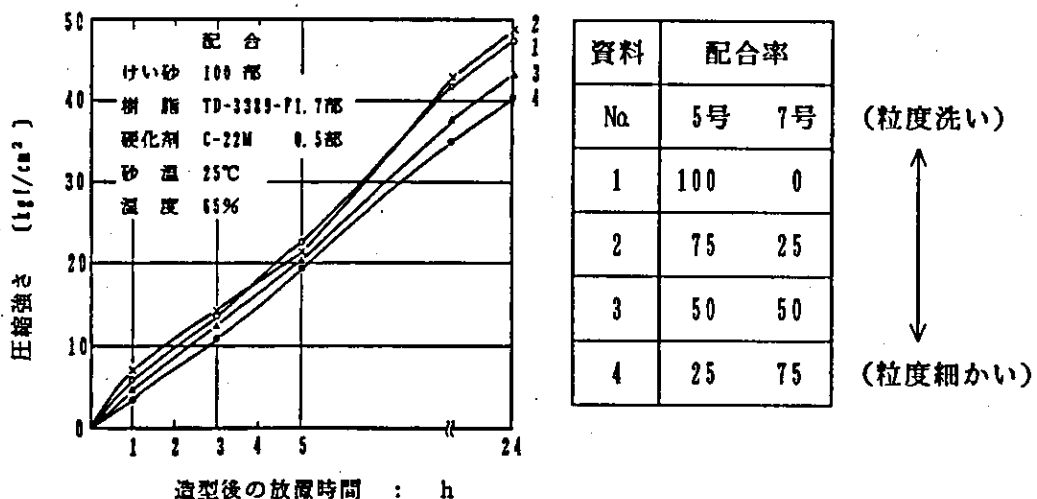
硬化触媒には有機酸、無機酸が使用されるが、圧縮強度はキシレンスルホン酸等の有機酸が高い値を示しりん酸（無機酸）が低い値を示す。またフラン砂を再生して繰返し使用する場合はりん酸を使用すると圧縮強度が劣化するため有機酸を使用した方がよい。

④ 砂の粒度の影響

原料の粒度は鑄造強度、樹脂及び硬化触媒の添加量、鑄型の通気度等に大きく影響する。

砂の粒度指数としては、A F S, No.40付近の粒度のものが圧縮強度が最も高くなり、粗粒化しても細粒化しても圧縮強度が低下する傾向がある。特に細粒の砂は樹脂の消費が多く経済面でも得策でない。

粒度の違った珪砂の放置時間と圧縮強さの曲線を図V-2-1-77に示す。



図V-2-1-77 粒度の異なる珪砂の放置時間と圧縮強さの関係

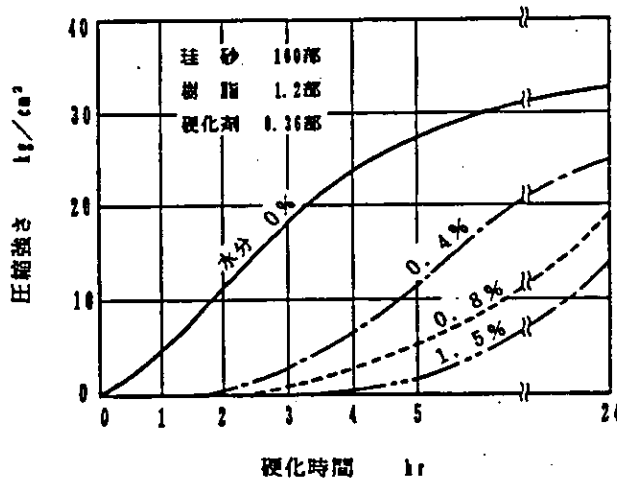
⑤ 砂のPHの影響

砂のPH値が高いと硬化剤としての酸の使用量が多くなるのでなるべく中性に近いこと。

⑥ 水分の影響

フラン樹脂の硬化反応は、脱水縮合反応であるため原料砂中に含まれる水分は鑄型の硬化に大きく影響する。そのため水分は可能な限り少なくする必要がありその許容限界値は、0.1 ~ 0.2 %程度である。

図V-2-1-78 は圧縮強さに及ぼす水分の影響を示す。



図V-2-1-78 強さに及ぼす水分の影響

d) 可使時間

可使時間とは混練後の配合砂の強度及び造型性を維持できる時間を表すものである。自硬性フラン砂の硬化は混練直後から開始する。この反応は一定時間を過ぎると急速に進行する。このように進行した砂は造型しても強度が出ない。従って砂を混練後直ちに造型することが最も好ましいが造型に長時間を要する場合は、砂温を下げたり硬化剤の添加量を調節して硬化反応を遅らせる等の工夫を要する。

e) 高温性質

① ガス発生量

樹脂添加量 1% のフラン砂のガス発生量の経時変化を図 V-2-1-79 に示す。

この実験では 1 g のフラン砂で 10~15 cc の大量のガス発生した。

ガス発生の経時変化では初期に大半のガスを放出し、15分経過後もなおガスは徐々に発生するが鑄込直後に殆どのガスが発生すると見て良い。

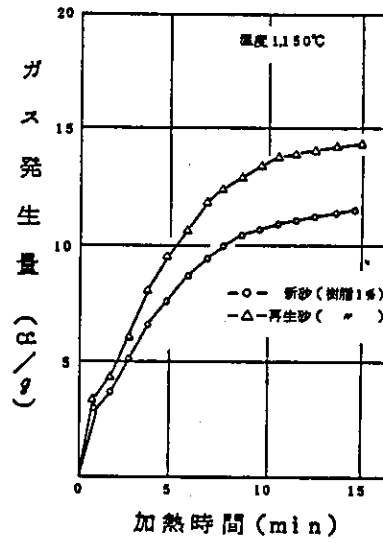


図 V-2-1-79 ガス発生量の経時変化

② 急熱膨脹

フラン砂の急熱膨脹の経時変化を図 V-2-1-80 に示す。樹脂によって異なるが 1.5~2.0% の急熱膨脹がある。経時変化は加熱後 3分程度で殆ど急熱膨脹しその後は小さい。

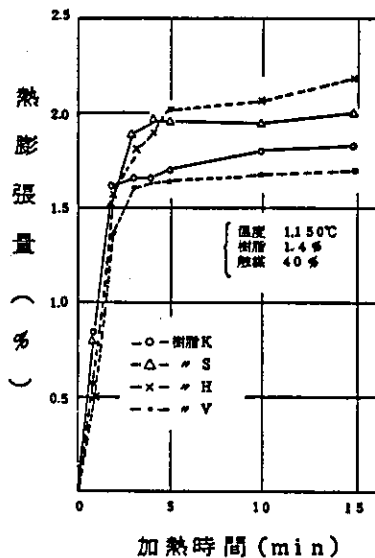
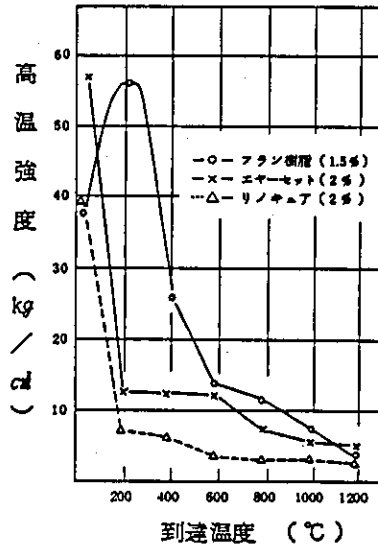


図 V-2-1-80 急熱膨脹の経時変化

③ 高温強度

フラン砂の高温強度を図V-2-1-81に示す。高温強度は200℃付近で一度上昇した後、400℃付近から急激に低下する。



図V-2-1-81 高温強度

3) フラン造型法の要点

フラン砂造型は、基本的に他の鑄物砂の場合と同じが良いが、フラン砂の特性を考慮し造型する必要がある。

a) 収縮代

フラン砂鑄型は急熱膨脹する性質があるので、普通鑄鉄に対する伸尺は8/1000、10/1000を採用するが中子が複雑に入る造型品を伸尺6/1000にすることも考慮する必要がある。また肉厚の薄い鑄造品で溶湯を1TON以上必要とするものは、中子もしくは主型のどちらかに余肉を設けることも考慮せねばならない。これは中子砂の膨脹により製品肉厚が薄くなることがあるからである。

尚、伸尺、余肉等の設定は経験に負うところが多い。

b) 砂／溶湯比

フラン樹脂は高価なものであるため、砂の使用量は出来るだけ少なくする必要があり、注湯後の砂の崩壊性を向上させるためにもまた回収砂の品質を劣化させないためにも（強熱減量の増加防止）使用砂を少なくし（適正寸法の金枠使用）、砂／溶湯比を小さくする。

c) ガス欠陥対策

フラン砂鑄型は、注湯初期に多量のガスを発生するので主型、中子のガス抜きは十分に配慮せねばならない。

鑄型のガス抜きが不十分であると溶湯にかかる背圧が高まりガス欠陥の発生原因となる。

また鑄型からのガス発生量を減らすために樹脂添加量を極力減らし、再生砂の強熱減量を少なくすることも重要である。

d) 湯口系

湯口系方案は、乾燥型と基本的には変わりはないが溶湯がフラン砂中を流れる時間を短くする。湯口系の設定は静かに速く鑄込むことをポイントに置く。これは湯口数を1本から2本に増やしたり、堰の数を増やして溶湯が中子に強いエネルギーで衝突することを防止する。また湯口系に於いては湯口スリーブ（土管とか陶管）を準備することが好ましい。フラン砂は高温強度が400℃付近から急激に低下するので溶湯が湯口部分の砂と直接接触することを避けなければならない。

e) 寸法精度

フラン砂鑄型は、圧縮強度が大きいいため注湯後の型張り抵抗が大きく、更に溶湯が凝固収縮する時の変形が少ないため鑄物の寸法精度が向上する。従って球状黒鉛鑄鉄のように張り気の大きい材質のものにも効果がある。更に寸法精度が向上することにより鑄物の機械加工代も減らすことが出来る。

1) 押 湯

前述のようにフラン砂鑄型は圧縮強度が大きいいため注湯後の張り気に対して鑄型壁が移動することがない（型張りがない）。従って型張りによる引け巣はあまり発生しないので押湯の大きさ、数量を減らすことが出来る。更に球状黒鉛鑄鉄のような引け性の大きい材質も冷し金の併用により、指向性凝固を考慮することにより押湯の増大を防ぐことが出来る。

g) 抜け勾配

フラン砂鑄型は、生型や乾燥型と異なり砂が硬化してから抜型するため模型の抜け勾配はフラン砂の特性と造型能率を考慮して大きい方が望ましいが、一般的には製品の大きさにより1/100 ~ 5/100 程度である。但しそれ以上の抜け勾配を要する大型鑄物はたたみ込み方式の模型とすることもある。

h) 塗 型

フラン砂鑄型の塗型材は、水溶性塗型及びアルコール塗型の双方が使用できる。水溶性塗型は、もともとフラン砂が脱水縮合反応をするため硬化後も水分は鑄型に好ましくないが塗型後直ちにガスバーナー等で塗型面の水分を除去すれば良い。

アルコール塗型はフラン砂の中に浸透し易い、このためフラン砂の強度が劣化するため塗型後直ちに着火し出来るだけガスバーナーで軽くあぶって鑄型内に残留している塗型材の溶剤を除去する。

アルコール塗型の場合、薄肉鑄物に於いて塗型材の溶剤が鑄型内に残留していると注湯時にガス欠陥の原因となることがある。

更に中子の砂厚が極端に薄い場合、アルコール塗型による鑄型強度の劣化が原因で中子がダレを起こしたりして変形することがあるため注意を要する。

i) 芯 金

フラン砂の鑄型は強度が大きいので乾燥型のような鑄鉄製の芯金は全く不要で簡単な組み立て方式、例えば丸棒とかパイプを針金で固定したり、重要部分のみを溶接するとかの使用法で良い。また小さな中子等は丸棒を適当に配置するだけで良く大幅に簡略化できる。

3) フラン砂鑄型の球状黒鉛鑄鉄に及ぼす影響

球状黒鉛鑄鉄をフラン砂鑄型で鑄造すると鑄型の硬化剤に含まれる硫黄分の影響で鑄物の表面層の1~2mm深さまで球状化が崩れる。この問題は耐衝撃性、耐腐蝕性、耐摩耗性を要求される部品には改善が必要である。対策として塗型材にマグネシア(MgO)系のものを使用したり、溶湯の残留マグネシウム量を0.05%以上にすれば改善される。

4) 再生フラン砂の品質管理

フラン砂プロセスの再生砂管理は鑄物の品質を左右する重要な管理項目であり再生砂の品質を維持向上させることに努めねばならない。

a) 砂の水分

再生砂の水分は新砂の場合と同じく0.2%以下に押える必要がある。熱い砂に打ち水をしたり、再生砂を雨水ぬれるような保管をしてはならない。

b) 強熱減量

強熱減量は砂の再生状況を推定する上で重要な項目である。

管理基準としては2~3%程度に収めれば良いが、この強熱減量が増大するとガス欠陥の原因等になるので新砂を添加する等対策を要する。尚、強熱減量の増大を防ぐためにも砂/溶湯比を小さくすることが望ましい。

c) 粒度分布

再生砂の粒度分布は、樹脂の消費量、鑄鉄の強度、通気度を管理する上で重要であり特に150メッシュ以下の微粉は除去すべきであり、従って砂回収ラインの集塵機の活用は大いに意義が有る。

微粉量は、最大でも2~3%以下に抑える必要が有る。

d) 圧縮強度

再生砂の圧縮強度は、砂の粒度分布、樹脂量、ミキサーの作動状況を知る上で重要な管理項目である。

圧縮強度が異常に低下すると砂に微粉が多い、樹脂量が少ない、またミキサーの作動状況が悪い、というような要因を探る調査項目を早く察知する目安となる。逆に圧縮強度が以上に高くなると樹脂量が多すぎる等の原因がわかる。

e) 粒 形

硅砂の粒形は樹脂量に影響を与え球状のものが最も樹脂量が少なくすむ。逆に形状のとがった砂は樹脂量を多く必要とする。

この観点から選択すべき原料砂は出来るだけ球状のものが良く、なおかつ回収時に破碎しにくいものが望ましい。

f) 砂の化学成分

フラン砂プロセスに使用する硅砂は、 SiO_2 分の多いものが要求される。

SiO_2 分の高い砂は金属酸化物の量も少ない。金属酸化物は塩基性のものが多く、従って金属酸化物の多いものは酸の消費量が多くなるため経済性が悪くなるだけでなく鑄型の強度も低くなる。

砂の化学成分としては、下記の範囲のものが望ましい。

SiO_2	96%以上
Fe_2O_3	0.75%以下
Al_2O_3	1.25%以下
K_2O	0.75%以下
その他	1.25%以下

g) 樹脂添加量

フラン砂プロセスに於ける樹脂及び硬化触媒の添加量は、原料砂の化学成分及び粒度分布によって影響されるため原料砂の特性により変わる。

一般的なフラン砂の標準配合を示す。(表V-2-1-82)

表V-2-1-82 樹脂添加量

添加材 硅砂	フラン樹脂	硬化剤
新砂	対砂重量% 1.2 ~ 1.5	対フラン樹脂重量% 35 ~ 60
再生砂	0.6 ~ 1.0	30 ~ 50

5) 鑄造欠陥と対策

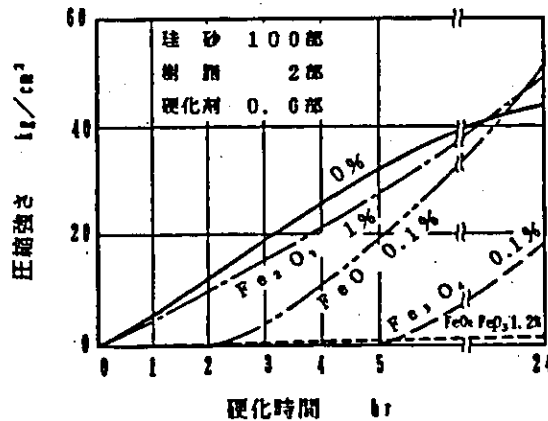
① 焼き付き、さし込み

焼きつきは溶湯と砂が反応し、鑄物表面に砂が溶着する現象で、この対策としてはつき固めを入念に行う。フラン砂は流動性がよくややもすると締めつけが不十分で砂の充填が粗くなることがある。したがって特にコーナー部は入念に込めるようにする。焼きつきが部分的にはげしいときは、クロマイトサンドやジルコンサンドを局部的に使うとよい。

② ベーニング

注湯時、鑄型が割れて、鑄張りのようなものが生じる現象で、これは混合砂の熱膨脹をおさえることが必要でクッション剤として穀粉などを添加することもある。しかし酸化鉄は、強度に悪影響を及ぼすのでさけるべきである。

(図V-2-1-83)



図V-2-1-83 強さに及ぼす各種酸化鉄の影響

③ 亀裂

フラン砂は溶湯とふれた部分の砂は焼けて、さらさらとくずれるが砂の焼けていない部分は硬いままである。したがって、油圧タンクのように薄肉で形状が大きく、大きな中子が入るものは、中子砂の内部まで熱が十分達しないので硬いままである。そのため、鋳物が冷却して収縮しようとする場合、突張り抵抗となり、鋳物が割れることがある。これに対しては、中子内部を空洞にするか、コークスから、発泡ポリスチレン材、その他クッションとなるものを入れるとよい。

6) その他フラン鑄型造型での注意点

- ① フラン砂を混練したあと、その日の終りに混練機はきれいに掃除をしておくこと。フラン砂は残りがあると硬化して機械内部にへばりついており、翌日稼働させるときに異常な負荷がかかり機械をこわす恐れがある。
- ② 硬化材として酸を扱うときは手にふれたり、目に入ったりしないよう、きちんと管理すること。
- ③ 模型に付着した砂は使用后、その都度きれいに除去しておくこと。
- ④ 毎日気温、湿度をチェック記録し、樹脂、硬化剤の添加割合等の記録を確実に残すこと。
- ⑤ 造型を途中で終り、翌日その上に造型したり、同日内でも硬化がかなり進んだ砂の上に新しい砂を混練して追加することは好ましくないからさけること。

2-1-4 鋳込み

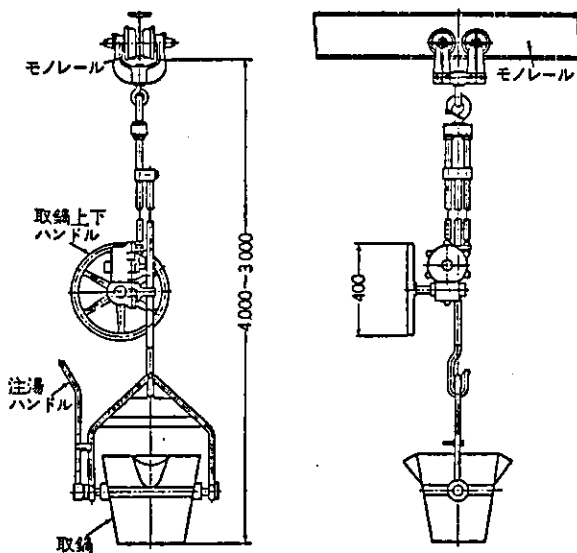
前工程である造型・かぶせまでが完全でも鋳込みの下手際や鋳込み温度、速度が不適であれば鋳物は不良品となるから非常に重要な工程である。

(1) 鋳込取鍋の選択と取鍋の予熱準備

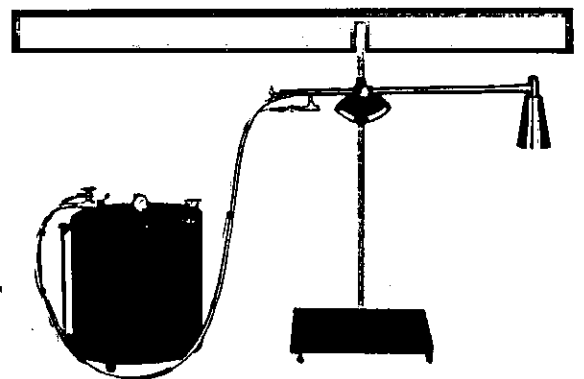
1) 生型ライン用

生型造型ラインの取鍋はV-2-1-84に示す如く、取鍋をモノレールに吊り下げ電動により移動させる方式とする。最近では自動注湯取鍋もあるが、装置が大型で費用も多額となり又注湯位置も一定であることが必要であることから自動車鋳物のような多量生産のものでないとあまりメリットはない。

小型取鍋は内張りとして耐火モルタルを使い構築するが毎回最初の使用にあたっては、取鍋をよく乾燥することが大切である。乾燥方法は薪や木炭では不十分であり重油又はガスバーナーによる取鍋乾燥装置を導入することが望ましい。取鍋の乾燥は $800^{\circ}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ で白熱した状態まで加熱し完全に水分を除く。図V-2-1-85に取鍋乾燥機と乾燥状況を示す。



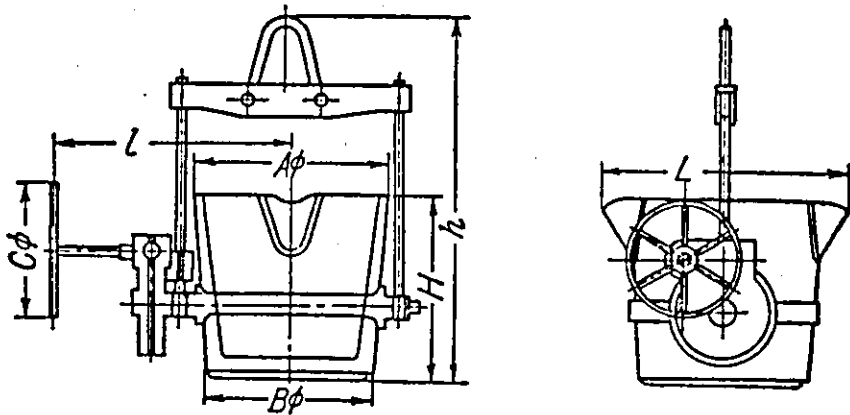
図V-2-1-84 モノレール取鍋



図V-2-1-85 取鍋予熱

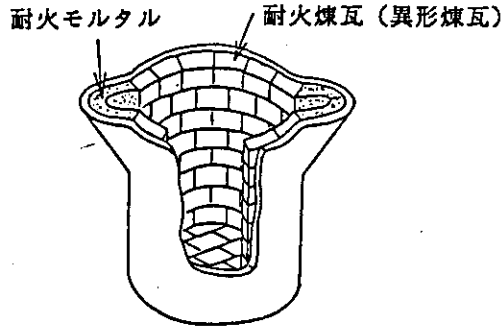
2) 自硬性ライン用

自硬性造型ラインの鑄込みは当鑄造工場としては比較的大きな鑄物（鑄込重量：150～200 kg/個）なので傾動ハンドル付き取鍋とする。取鍋の運搬はクレーン（又はホイスト）で行う。図V-2-1-86 に取鍋の例を示す。この取鍋の内張りは耐火レンガ（半丁レンガ）張りとし、注湯口は耐火モルタルで形状を整える。取鍋の乾燥は前述したと同様である。図V-2-1-87 にレンガ張りの状況を示す。



図V-2-1-86 ギア付傾注取鍋

寸法 mm 容量 kg	A	B	H	L	h	ℓ	C
	500	550	450	610	700	940	575
1,000	710	600	750	900	1,385	865	500



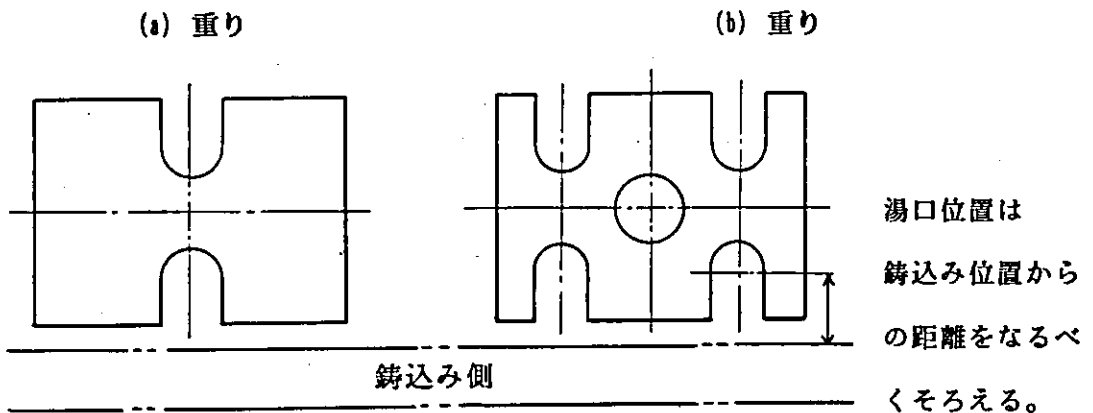
図V-2-1-87 耐火煉瓦を使用した取鍋

(2) 鑄込み口位置及び湯口カップ

1) 生型ライン用

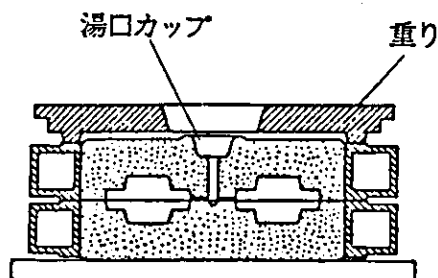
生造型ラインの鑄込み口は上型に乗せる重りの形状によってある程度制限されるものの、なるべく鑄込みやすい位置（鑄込み側に近い部分）に鑄造方案作成時に設定することが望ましい。

上型に乗せる重りの形状はいろいろあるが図V-2-1-88 (a)のような場合は鑄込み位置が限定されるので鑄造方案（湯口系）に制約を受ける問題があるので (b)のようにある程度自由度がある方が好ましい。



図V-2-1-88 上型浮力止め重り

又鑄込み口の形状はあまり小さいと注湯する場合湯口合わせがむずかしく注湯が1気に行われず湯切れを起しがちになり鑄造欠陥を引き起す原因となる。又、大きすぎると歩留りが悪くなるので適切な大きさ形状を選定し、鑄込みが安定して行われるようにすべきである。図V-2-1-89に湯口カップ(湯だまり)の例を示す。

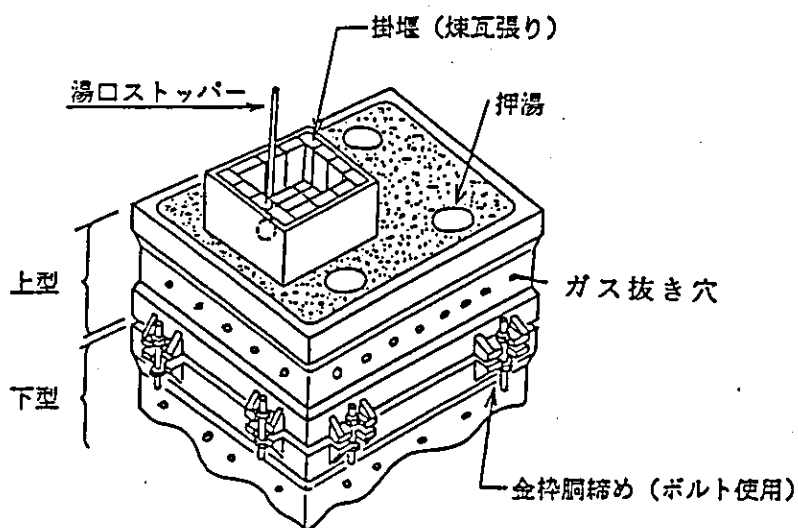


図V-2-1-89 湯口カップ

2) 自硬性ライン用

自硬性ラインで鑄込むものは油圧タンクのように大型で平面が多く又肉厚も厚くないものは早く鑄込む必要がある。この場合、生型小物ラインのような小さな湯口カップでは一気に注湯し難いので、掛堰(大きな湯溜り部)を設け、必要ならストッパーを使い一たん溶湯を掛堰内に溜めてからストッパーを抜いて注湯する方法をとることも必要である。

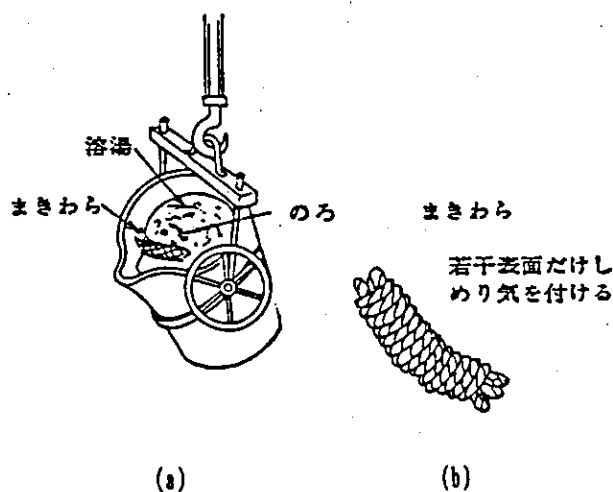
図V-2-1-90に掛堰を使った鑄込み段取り状況を示す。



図V-2-1-90 鑄込み段取り

(3) 取鍋受湯後のスラッグ除去

取鍋に受湯後、湯面に浮上しているスラッグはそのままであると、鑄型に注湯時にまき込まれて、のろ喰い、かす喰いなどの欠陥を起すから注湯に際しては、これらを除去しておく必要がある。これにはスラッグ除去剤や、スラッグ巻込み防止のストッパーなどで対処を考慮する。日本では専用のスラッグ除去剤が作られて販売されているが、もし専用のスラッグ除去剤がなければ丹東地区には、わらが豊富にあるのだから大型鑄物の鑄込みでは図V-2-1-91のようにまきわらを使い出湯口ぎわに置いてスラッグの流出を防止するのも1つの方法である。



図V-2-1-91 取鍋よりのスラッグ流出防止法の1例

(4) 鑄込み温度及び鑄込み時間

鑄込み温度の測定及び管理は非常に重要である。注湯時の温度測定にはオプティカルパイロメーター（光高温計：アナログ式）、輻射温度計（デジタル式）、イメージジョンパイロメーター（浸漬温度計：ポータブル・デジタル式）などがある。精度の面からはイメージジョンタイプが良いが実際鑄込み中の測定はその作業性から扱いにくい（鑄込み直前に測定するのは容易）。オプティカルパイロメーターは流出している細い湯流れ部は測定しにくい（焦点を合せにくい）。鑄込み作業中に測定するのはデジタル表示式輻射温度計が使いやすいが測定距離、湯面状況によって輻射の程度がちが

うので測温のバラツキが出やすい。したがって通常の測定は放射温度計で測定し、時々イメージジョンタイプで測定し相関関係を求め、補正をして管理するもの1つの方法である。又鑄込み温度の記録は最初の鑄型のものだけでなく、同一取鍋での最後の鑄込み温度も測定し管理すべきである。

鑄込み温度、鑄込み時間は個々の製品について湯口方案を考慮し、最適の条件を調整する必要があるが建設機械用鑄物の主要品の鑄込み条件の例を表V-2-1-92に示す。

表V-2-1-92 建設機械用主要鑄物品の鑄込み条件

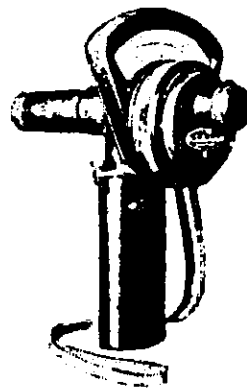
		鑄放し重量 [kg]	主要肉厚 [mm]	注入温度 [°C]	注入速度 [kg/s]
エンジン	シリンダブロック	80 ~ 1,800	4 ~ 8	1,410 ~ 1,420	12 ~ 25
	シリンダヘッド	40 ~ 80	5 ~ 6	1,420 ~ 1,430	6 ~ 10
	排気マニホールド	5 ~ 25	5 ~ 6	1,390 ~ 1,400	3 ~ 6
動力伝達装置	ミッションケース類	30 ~ 150	5 ~ 8	1,380 ~ 1,420	5 ~ 10
	ハウジング類	10 ~ 45	6 ~ 10	1,370 ~ 1,400	3 ~ 6
	キャリア類	15 ~ 30	5 ~ 6	1,370 ~ 1,400	3 ~ 6
作業装置	油圧操作弁	1 ~ 130	8 ~ 10	1,380 ~ 1,420	2 ~ 5
足回り装置	キャリアローラ	10 ~ 20	40 ~ 50	1,370 ~ 1,400	3 ~ 5



イメージジョンパイロメーター (ポータブル)



放射温度計



オプテカルパイロメーター

図V-2-1-93 温度計

2-1-5 後処理

鑄造後、鑄物を鑄型から取り出し、鑄放品とするには

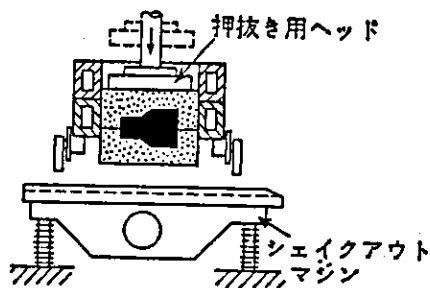
- 鑄物を鑄型から取り出す型ばらし
- 型砂および中子砂の除去
- 湯口、湯道、押湯などの除去
- 鑄バリ取り、研磨
- 電解清掃

などの後工程が必要である。

(1) 型ばらし

a) 生型造型ライン

生型造型ラインの型ばらしはラインの中で自動的に行われる。鑄込まれた鑄型は必要な冷却時間を経過した後（約60分後）ラインの中のパンチアウトマシンで製品と砂を下に抜き落とす。図V-2-5-94にこの方式を示す。この場合、鑄枠内面の砂付着は押抜き用ヘッドに取り付けられたブラシで清掃されるようになっているが、これが摩耗してくると砂の塊りが付着したままで造型されることになり砂が均一に充填されないことがあるから保守点検に注意を払う必要がある。パンチアウトされた品物はシェークアウトマシンで鑄物と砂に分離される。

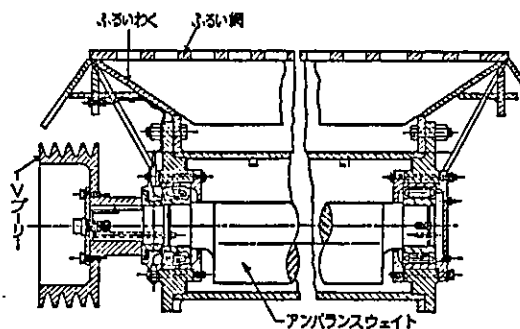


図V-2-5-94 下方へのパンチアウト

b) 自硬性砂ライン

自硬性砂で鑄込まれたものは、鑄込場からクレーンで砂処理場まで運びシェークアウトマシンにかけ鑄物と砂を分離する。この場合粉塵が発生するので集塵機を設置し粉塵を吸引する必要がある。自硬性砂は鑄込み時に熱影響をあまり受けない部

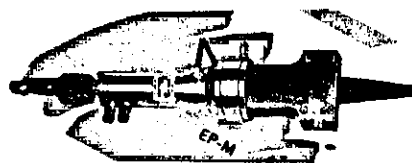
分は塊りとなるのでクラッシャーを通し粉碎する。図V-2-1-95 にシェークアウトマシンの構造を示す。シェークアウトマシン上で鑄棒をバラす場合、鑄棒に強い振動を与え鑄棒を変形あるいは破損しないように注意することが肝要である。



図V-2-1-95 シェークアウト装置 (アンバランスウェイト式)

(2) 湯口、湯道、押湯などの除去

湯口、湯道などはシェークアウトマシンにかけた状態でかなり除去されるが、鑄物に付いている場合はこれを除去するには材質が鑄鉄であるので、従来と同じくハンマー打撃で折ればよい。押湯などで大きな寸法のはなかなか折れないものもある。これについては、堰折機が開発されており、これを利用するとよいので今回の新設備の中にとり入れた。図V-2-1-96 に堰折機とその使用状況を示す。



図V-2-1-96 堰折機と使用状況

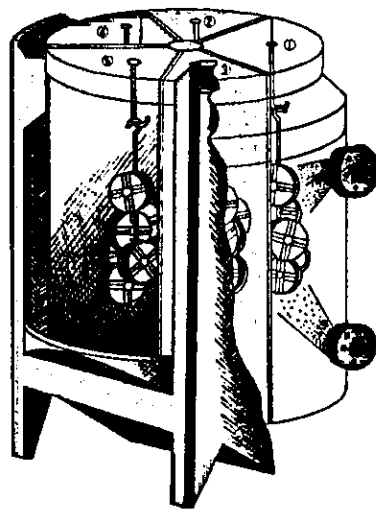
(3) 鑄肌清掃

鑄物肌には砂が付着しているため、ショットブラストをかけ清掃する。ショットブラストには製品に応じた各種のタイプがあるので適切なタイプを選定する必要がある。

丹東工程液圧機械廠の新鑄造工場には次のタイプを計画した。尚現有しているドラム式のものゝ移設して使用する。

4) 4点吊りハンガーブラスト (スピナー式)

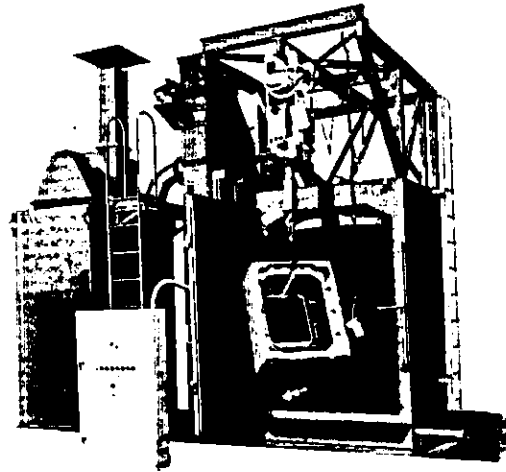
丹東工程液圧機械廠で作る油圧ユニットの弁本体の鑄肌は砂付きがなく清浄であることが特に要求される。この清浄を効率よく行うにはハンガータイプがよい。これは上、下からショットを吹きつけるタイプで支軸が回転する間にショットブラストされる。これは4本の吊り具に製品に応じて各本に対し数個を取りつけ1回転して元に戻ったらずし新しくショットをかけるものを吊す。回転のスピードはショットをかける品物によって調整可能である。このタイプは油圧弁本体を主体に適用する。図V-2-1-97に4点吊りショットブラストを示す。



図V-2-1-97 4点吊りショットブラスト

b) モノレール・ブラスト

油圧タンク及びクラッチケースなどの大型のものは構造的には同じであるが大型品を吊るので1本吊りのモノレール・ブラストとする。これはホイストに回転機能をもたせてある。箱型の鑄物は箱内部にショットがたまると清掃がうまく行えないことがある。このようなときは吊り位置を上、下に変えるなどしてショットをかける必要も出て来る。しかし、テーブルブラストのように必ず2回かける必要はないので効率は良い。図V-2-1-98にモノレール・ブラストを示す。



図V-2-1-98 モノレール・ブラスト

c) 投射材

① 投射材の種類

投射材の種類は一般的にはショット、グリッド（スチーレット）およびカットワイヤーの3種類がある。ショットは球状のもので、グリッドはこのショットを砕いて作ったものである。材質としてはチルドアイアン、マレアブルアイアン、スチールなどがある。カットワイヤーには炭素含有量が0.20%、0.40%、0.60%などのものがある。投射材の形状、大きさ、材質などは適用する製品によって、又要求される投射後の表面あらさの程度などによっても違うが一般的には鑄鉄品に対しては丸型のスチールショットが多く使われる。グリッド、カットワイヤーも使われるが、グリッドは鍛鋼のスケール除去、熱処理品のスケール除去などに使われることが多い。カットワイヤーは比較的安価であるが研掃力はあまり強くない。

丹東工程液圧機械廠で使用しているショットは鑄鉄ショットであるというが、これは投射によって碎ける率が多く、使用をくり返してゆくうちに研掃能力が落ちる。研掃力が強く寿命の長い投射材を使用することは、生産力をあげ、しかもランニングコストを安くするために重要である。したがって、ショットの研掃力を向上させるためにスチールショットが入手可能か調査し、入手可能であれば従来のものに変えて試用してみる必要がある。ショットのサイズは鑄鉄の場合 0.6φ～3.0φmm程度のもが使われる。表V-2-1-99 にショットブラストの使用目

的と投射材のサイズを示す。

表V-2-1-99 使用目的と投射材のサイズ

SBスチールショット	GPスチールレット	使用目的
SB-25 (S240)	GP-25 (G240)	大型鋳物の砂落とし、鋳鋼の砂・スケール落とし、鋳鉄管の
SB-20 (S200)	GP-20 (G200)	砂・スケール落とし、マリアブル鋳鉄の砂・スケール落とし、 大型鍛造品、熱処理のスケール
SB-17 (S170)	GP-17 (G170)	大型・中型鋳物の砂落とし、鋳鋼の砂・スケール落とし、マ
SB-14 (S140)	GP-14 (G140)	リアブル鋳鉄の砂・スケール落とし、鍛造品・熱処理のス
	GP-12 (G120)	ケール落とし、鋼板のスケール落とし、ピレットのスケール 落とし
SB-12 (S120)	GP-12 (G120)	中型・小型鋳物の砂落とし、マリアブル鋳鉄の砂・スケー
SB-10 (S100)	GP-10 (G100)	ル落とし、中・小鍛造品、熱処理のスケール落とし、鋼板、 形鋼のスケール落とし、ピレットのスケール落とし、構造用 鋼のスケール落とし、チェーンのスケール落とし、鋼合金鋳 物の砂落とし、鋼管のスケール落とし
SB- 8 (S80)	GP-10 (G100)	小型鋳物の砂・スケール落とし、小型鍛造品・熱処理品の
SB- 6 (S70)	GP- 7 (G70)	スケール落とし、アルミ鋳物の砂落とし、鋼板のスケール落 し、めっきの前処理、帯鋼のスケール落とし、鋼管のスチ ール落とし、ショットピーニング (スチールショットのみ)
SB- 5 (S60)	GP- 4 (G50)	ステンレスストリップのスケール落とし、薄板のスケール
SB- 3 (S40)	GP- 3 (G30)	落とし、小型鋼合金鋳物の砂落とし、ショットピーニング (スチールショットのみ)

注：1. () 内記号は J I S 規格を表わす

2. SB-20は平均粒径 2mmのSBスチールショットを表わす

ショットブラストの清掃効果をあげるためには粒度の大きいものと小さいものを適当に混ぜ合わせて使用することも大切である。粒の大きい投射材で砂を剥離しやすい状態にし、そこを細かい粒度の投射材で清掃するのが最も効果的である。

これをオペレーティングミックスといい、清掃する製品に応じて最も適したものを選定することが必要である。表V-2-1-100に鑄鉄品に対するオペレーティングミックスの例を示す。

表V-2-1-100 オペレーティングミックス (鑄鉄)

用途 サイズ	鑄鉄品
SB-20	SB-20 : 6 SB-14 : 4
SB-17	SB-17 : 6 SB-12 : 4
SB-14	SB-14 : 5 SB-10 : 5
SB-12	SB-12 : 5 SB- 8 : 5
SB-10	SB-10 : 6 SB- 6 : 4

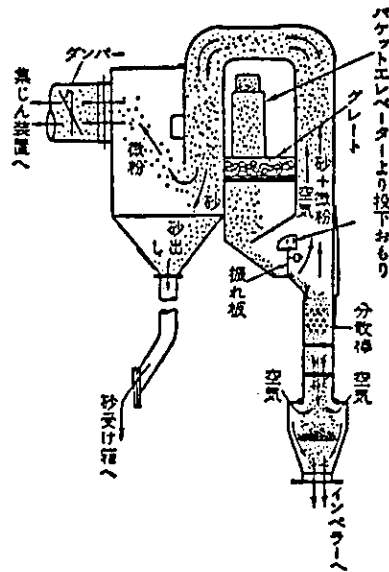
② 投射材の使用状況における管理

ショットブラストの清掃状況や、表面あらかさは投射材の種類、サイズ、硬さによって違う。ショットよりも、グリッドの方が表面あらかさは大となり、大きいサイズのものの方があらかさは、あらかくなり、硬さの高いものを使用した場合も同様である。これらの投射材そのもののほかに操業中のショットの状況によって、清掃能力が変わってくる。投射材そのものはまだ十分清掃能力があるにもかかわらず、清掃能力が落ちる場合がある。

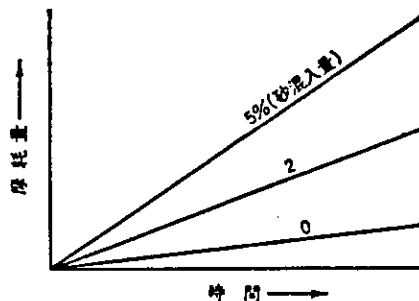
これは操業をくり返すうちに清掃に有効なショットと、砂や微粉がよく分離されずに混入している時に起りがちである。通常ショットブラストマシンはセパレーターを持っている。ショットブラスト後回収されたショットは鉄片や異物が除去され次にセパレーターにより砂や細くなったショットなどが分離されてインベ

ラーへ送られる。したがって、このセパレーターは、清掃効果を上げるために重要な役割をもち、常に清浄に稼働するよう管理する必要がある。

砂が混入されたショットが投射された場合、清掃効果が低下するだけでなく投射室の部品の消耗を著しく早めることになる。したがって時々投射されるショットを調べて砂や、ショットの割れ破片、微粉が多くなっているようであれば、セパレーター機構を十分に点検し、不具合があれば直ちに修理する必要がある。図V-2-1-101にショットセパレーターの1例を図V-2-1-102にショットへの砂混入量と部品摩耗量の大きさの関係を示す。



図V-2-1-101セパレーターの1例



図V-2-1-102 砂の混入量と摩耗量

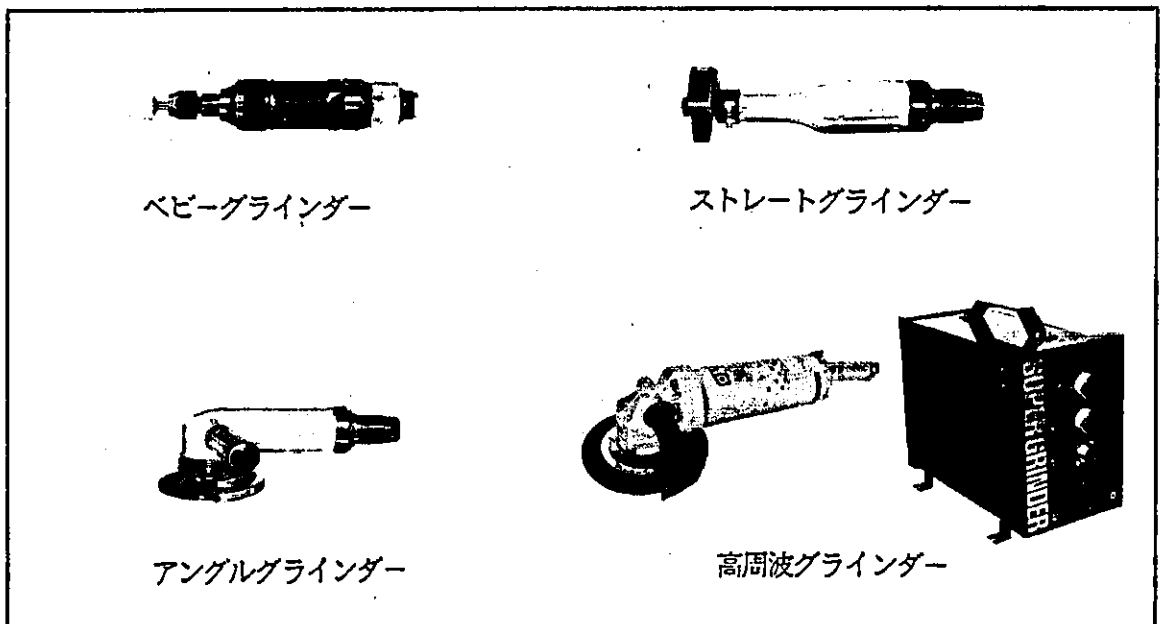
(4) ばり取り、押湯ネック除去

ショットブラスト後、製品の錆ばりや、不具合な突起部、押湯ネックあとなどを除去して平滑にする必要があるが、これにはグラインダー（ポータブル、固定式）が主として使われ、そのほかプレスやフライスカッターが使われることもある。又自動車用鋳物のような大量生産ではロボットやCNC自動グラインダーなども使われているが、設備費が高額であるので一般向きではない。

丹東工程液圧機械廠の新鋳造工場の計画ではポータブルグラインダーと固定式グラインダー、小型フライス盤を使用して作業を進める計画とした。

(a) ポータブルグラインダー

鋳物の表面の1部を平滑にするとか固定式グラインダーに掛らない局部など、又、穴内部など小まわりがきくのでベビーグラインダー及び通常サイズのグラインダーを準備すると有効である。又、グラインダーの形状としてはストレート及びアングルグラインダーを備えると便利である。又、高速にグラインディング出来るものとして、高周波グラインダー（ポータブル）があり、当初は大型で重かったが最近では小型軽量（約 2.7kg）のものが開発されているので、これを導入する計画とした。これは3相交流 400Hzの電源を必要とするので電源装置として専用高周波インバーターを使用する。最高使用速度は 4,800m/min で高速重研削が可能である。図V-2-1-103に、これらのグラインダーの例を示す。

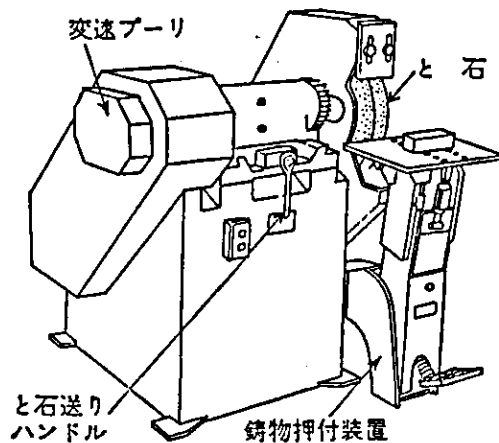


図V-2-1-103 各種ポータブルグラインダー

(b) 固定グラインダー

固定グラインダーはスタンドの上に回転軸が固定されたタイプで軸の両側に砥石を取りつけた両頭タイプと片側だけのものがある。

従来のタイプは砥石が摩耗して小さくなって行くと周速度が減少し研削能率が落ちる欠点があったが、最近のものは砥石が摩耗すると周速の低下を自動的に補正し一定周速を保つグラインダーが開発されており、これを導入する計画とした。図V-2-1-104にこのタイプの固定グラインダーを示す。



図V-2-1-104 固定グラインダーの例

(c) 砥石

砥石の形状は用途によってさまざまであるので製品の仕上げに合ったものを数種類準備して、仕上げる場所によって使いわけ作業効率を上げる必要がある。主なものとして、平形、ディスク形、砲弾形、オフセット形、切断形、軸付き形などは有効であり、大きさも大小そろえるとよい。又、穴の中などの場合、軸の長さを特殊に改造して使う工夫も必要である。図V-2-1-105にグラインダー用砥石の種類を示す。

No.	名称 寸法表示	形状図↓印使用面	No.	名称 寸法表示	形状図↓印使用面
1	平形 $D \times T \times H$		11	テーバー カップ形 $D \times T \times H$	
2	リング形 $D \times T \times W$ $W \leq T$		12	さら形 $D \times T \times H$	
	ジスク形 $D \times T \times H$ $W > T$		13	のこ用 さら形 $D \times T \times H$	
3	片テーバー形 $D \times T \times H$		16	砲弾形	
4	両テーバー形 $D \times T \times H$		27	オフセット形 $D \times U \times H$	
5	片へこみ形 $D \times T \times H$		28	オフセット U形 $D \times U \times H$	
6	ストレート カップ形 $D \times T \times H$			切断形 $D \times T \times H$	
7	両へこみ形 $D \times T \times H$			軸付き $D \times T \times d$	

図V-2-1-105 グラインダー用砥石の種類

(5) 押湯跡などの削除

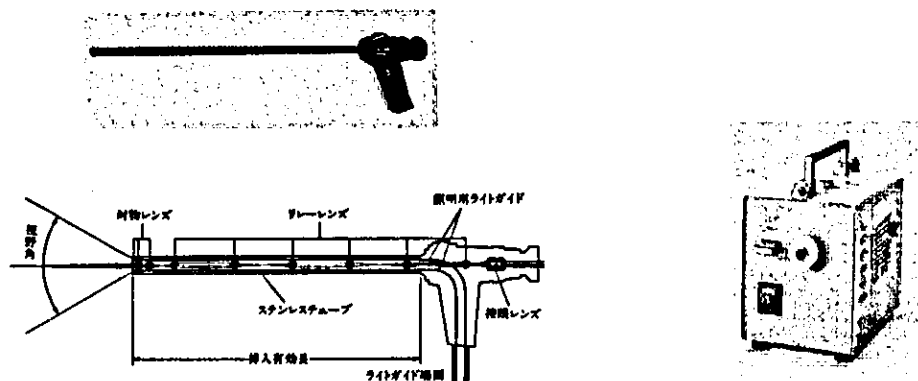
押湯ネック跡や大きな堰跡など研削量が大きくて、グラインダーでは研削に時間がかかり多くの労力を要するものは、機械加工により除去するのも1つの方法である。これは削る位置によってどのような機械が有効であるかよく検討すべきである。加工機械としては小型の堅型フライス盤、あるいは小型堅型ターニングマシンなどが有効であろう。

(6) 中子穴の清掃

油圧弁本体鑄物のようにスプール弁穴や油流路穴などのあるものはショットブラストをかけても、穴内部までショットがとどかないため、穴内部の清掃は困難である。清掃工具のとどくかぎりは手工具を用いて行い、そのあとはアルカリ液電解洗浄を行って砂を除去する。

(a) 手工具と直管内視鏡使用による清浄

穴内部に付着している砂はそれぞれの穴に合った砂落とし棒（先端を曲げたものなど）を工夫したり、ペビーグラインダー砥石が内部までとどくように改良したり工夫が必要であるが、穴内部がどんな状況になっているか確認することが第1である。このためにポータブル内視鏡を用いると有効である。この内視鏡には光ファイバー式のフレキシブルタイプのものもあるが、高価であることと作業現場は、どうしても取扱いが手荒になるのでグラスファイバーが折損しやすい。これを修理するには多額の費用がかかるのでていねいに取り扱う必要がある。この意味からフレキシブルタイプは検査科へ備えることとし、鋳仕上げ作業現場には直管式のものを用意する。直管（ $\phi 8$ ）であるので横つなぎなどの曲った内部を見るのは難しいが前方向と側面の見える2種類を準備した。図V-2-1-106に直管タイプの内視鏡を示す。（直管は直視用と側視用、別々に必要）



図V-2-1-106 直管内視鏡

(b) アルカリ電解洗浄装置

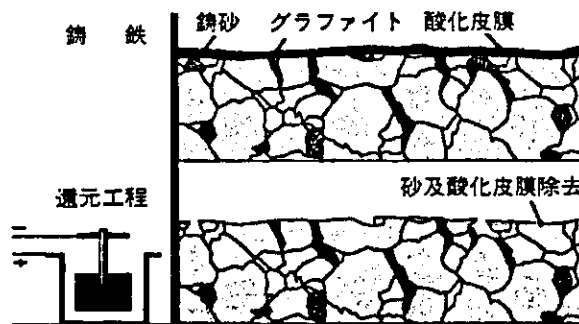
この洗浄方法は砂の付着した鋳物を電解浴槽中に浸漬させることにより電気化学的に処理する方法である。丹東工程液圧機械廠には現在1台あるが、電解槽はかなり腐食劣化しているので更新した方がよい。この電解洗浄でどんな砂付着状態のものでとれると考えるのは過大期待である。基本的には、前工程（鋳込みまで）をしっかりと管理し、電解洗浄をしなくても、砂つきの心配のない完全な鋳物を作るようにするのが第1である。

その上で念のために電解洗浄を行う程度に考えた方がよい。しかし電解洗浄は、

それなりに砂落ちの効果があるからこのプロセスを通すことは有効である。以下日本で行われているものの1例を示す。

a) 電解洗浄のしくみ

鋳物品を陰極（負）にした場合、鋳物品の表面は還元されて砂及びその他の有機物が除去される。この結果、表面は化学的に清浄な状態になる。この砂の除去される原理は図V-2-1-107に示す如くである。



図V-2-1-107

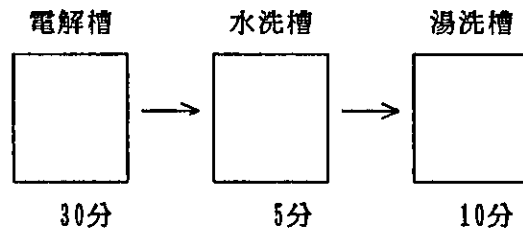
b) 電解洗浄用ソルト

電解洗浄用ソルトの1例を示す。

- 比重 : 固体……2.16、液体……1.76（作業温度に於いて）
- 融点 : 288℃
- 使用温度 : 420℃～480℃
- 比熱 : 0.46Kcal/℃/kg
- 融解熱 : 40Kcal/kg
- 粘土 : 作業温度に於いて水と同程度の年度
- 吸湿性アルカリを含有し、電氣的に活性化された場合、触媒として働く
中性塩を含む。
- 水に対して完全な溶解性を持つ
- ソルト液の減少には新しいソルトを補給するのみ。

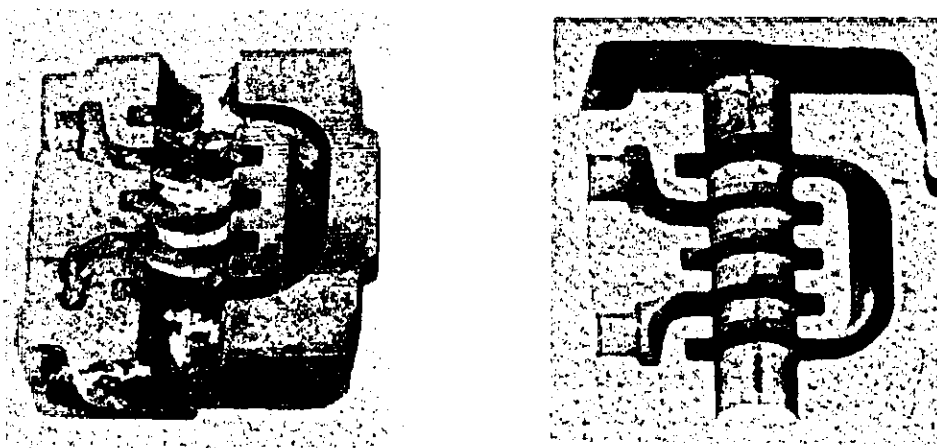
(c) 電解洗浄サイクル

電解洗浄は塩浴槽、水洗槽、湯洗槽の3つの槽から成り立っている。塩浴槽へは直流が供給されるが、これは整流器を経て供給する。水洗槽、湯洗槽への水の供給は普通の水道水を使用する。湯洗槽の温度はサーモスタットでコントロールされる。図V-2-1-108にサイクルの1例を示す。



図V-2-1-108 電解処理サイクル例

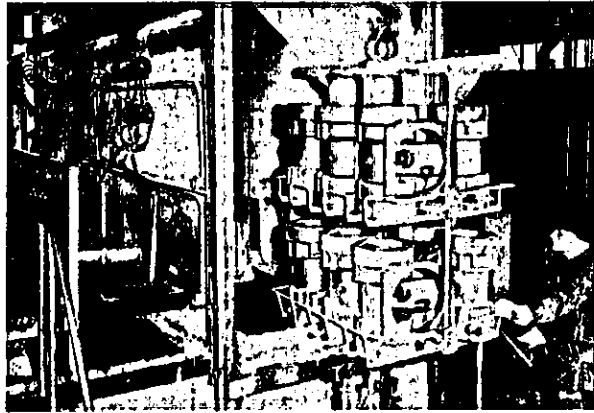
電解処理したものは鋳物に付着したソルトを水洗槽で洗い流しさらに鋳物のピンホールなどに残存しているソルトを浸み出させるために80℃程度の湯槽に浸し、完全にソルトを洗い出す必要がある。油圧部品についてこれらの処理前と処理後の状況を図V-2-1-109に示す。又、積み込み状況を図V-2-1-110に電解処理ライン（大規模）の設備状況を図V-2-1-111に示す。



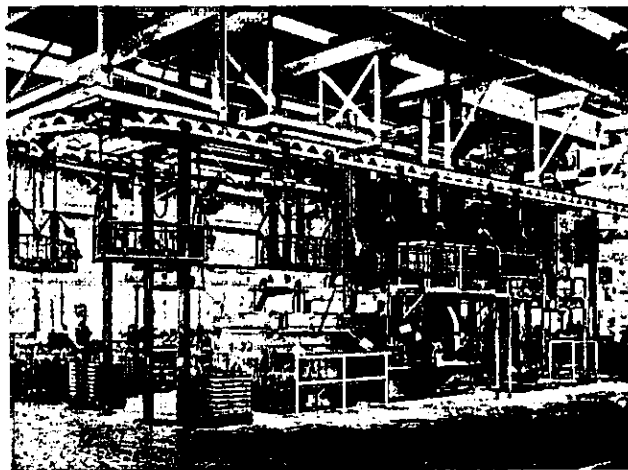
処 理 前

処 理 後

図V-2-1-109 電解洗浄処理状況



図V-2-1-110 積み込み状況



図V-2-1-111 設備ラインの1例

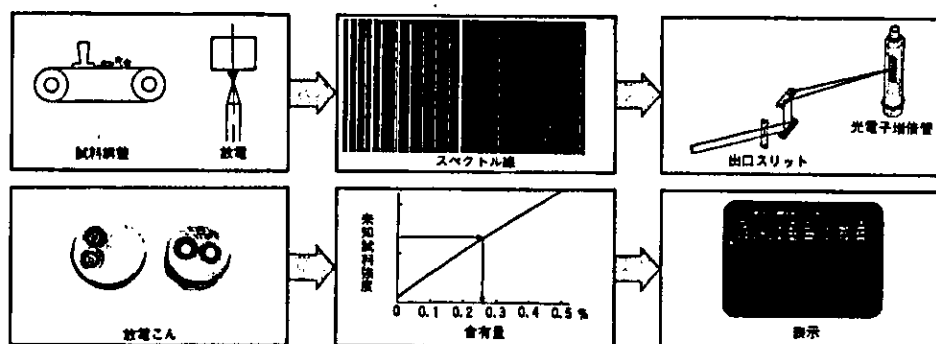
2-1-6 分析・金属組織

(1) 機器分析

鑄造品の品質管理の1つとして成分を管理することは重要な項目の1つである。鑄鉄中の成分は鑄込み前に知り判断出来ることが望ましい。丹東工程液圧機械廠の新鑄造工場にはC、Eメーター（カーボン・シリコンメーター）を導入するのでかなり炉前管理は改善されるが、より一層精度の高い迅速分析をするためには真空型発光分光分析装置（Vacuum Emission Spectrometer）の設置が望ましい。

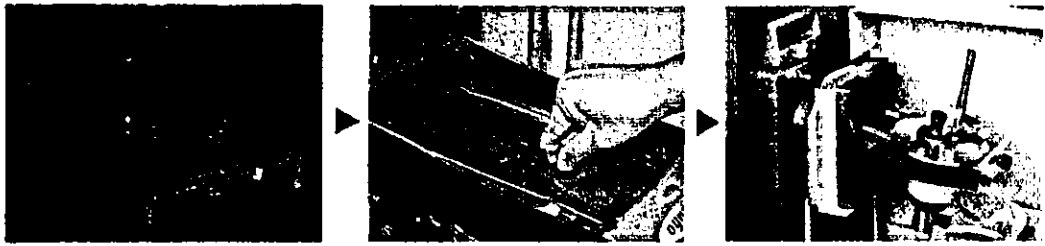
1) 分析手順概要

この方法は試料と対電極の間で火花放電を行わせ、必要な元素のスペクトル線の強さ測定し、各元素の量を出す構造となっている。装置は、分光部、発光電源部、測光部およびデータ処理部から成っている。分析の行われる順序を図V-2-1-112に示す。



図V-2-1-112 分析順序

分析するための試料は一定形状（丸型円盤状につまみのついた形）を金型で作り、この試料の分析面をベルトサンダーにかけ、その後試料を発光スタンドにセットするのみで、あとは自動的に分析され分析値がプリントアウトされる。この作業の状況を図V-2-1-113に示す。



定盤と金型
(溶湯を注湯する)

グラインダー
ベルトサンダーで研磨

アルゴン発光スタンドへ
試料セット

図V-2-1-113 試料準備作業

2) 分析範囲

一般に分析される鉄鋼試料の含有量範囲は次のような範囲である。図V-2-1-114に分析成分と分析可能な含有量範囲の例を示す。

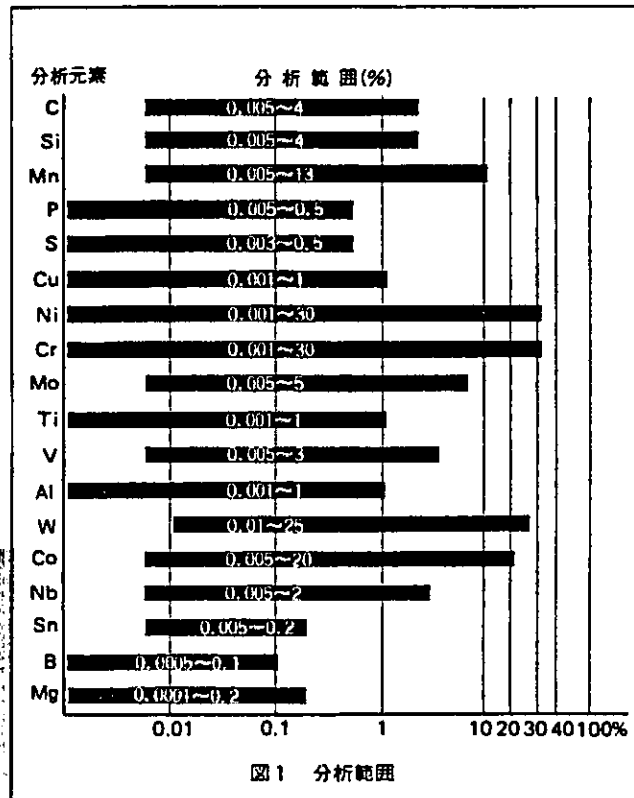


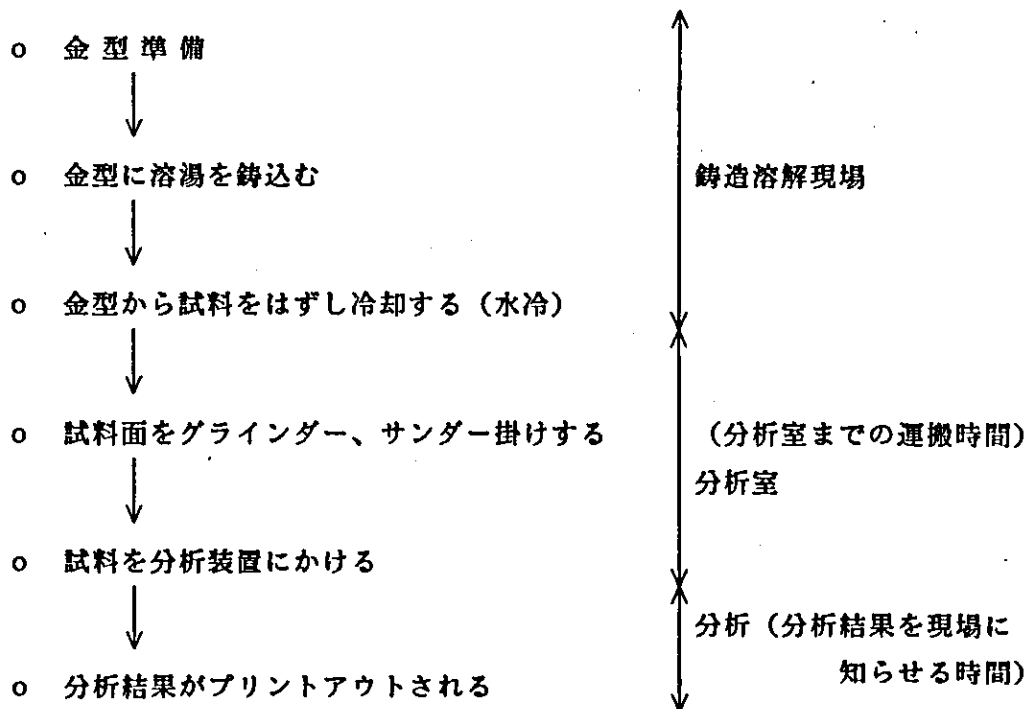
図1 分析範囲

図V-2-1-114 分析する成分含有量範囲

この装置で分析可能な元素数容量は最大45あるが、当工場の材質には15元素ほどセットしておけばよいと考える（セット数が多ければ多くなるほど費用が増大するので使用頻度のめったにないものは当初はセットしない方がよい）。

3) 分析時間

分析は試料取付けから約1分後に分析結果がわかる。これは多元素同時分析で最大32元素まで可能であり、鑄鉄の場合通常は5元素+ α であるので10元素位であるから何ら問題ない。分析試料採取から分析結果を得るまでの時間が実際問題となるわけであるから、この全体の時間を短くする点を考える必要がある。試料作りから結果を得るまでには次のような工程がある。



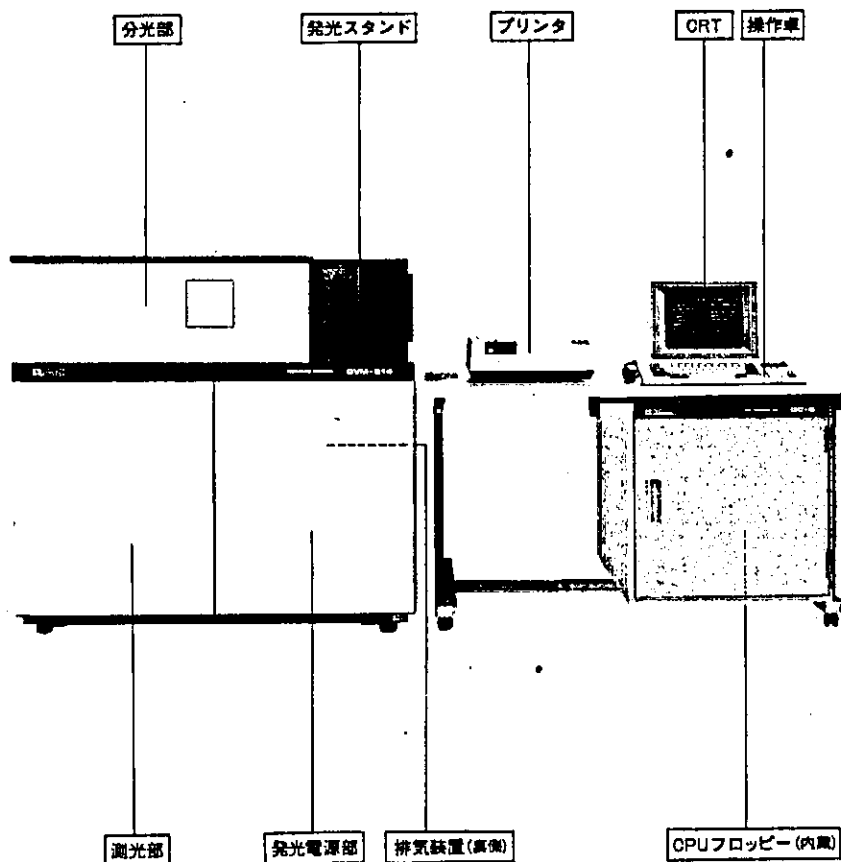
分析時間がいかに短くても、試料を作り分析室まで運ぶ時間、又結果を知らせる時間がかかると全体として迅速分析のメリットが出ない。したがって、溶解現場と分析室がはなれている場合は、現場で作った試料はエアシューター（パイプライン）で分析室に送る。又、データはプリンターを現場にも置き、分析室でのプリントアウトと同時に結果を得るようにすることが大切である。

4) 発光・分光分析用鑄鉄標準試料

この真空型発光分光分析装置は、装置のみを購入しても、分析は出来ない。分析に使う検量線は材質によって違うのでこの標準試料をもとに検量線を組む必要がある。したがって、機器の購入の前に自工場で作る材質をあらかじめ提示しておくといよい。機器設置にあたっては検量線の調整、分析法など技術指導を受ける必要がある。

5) アルゴンガス

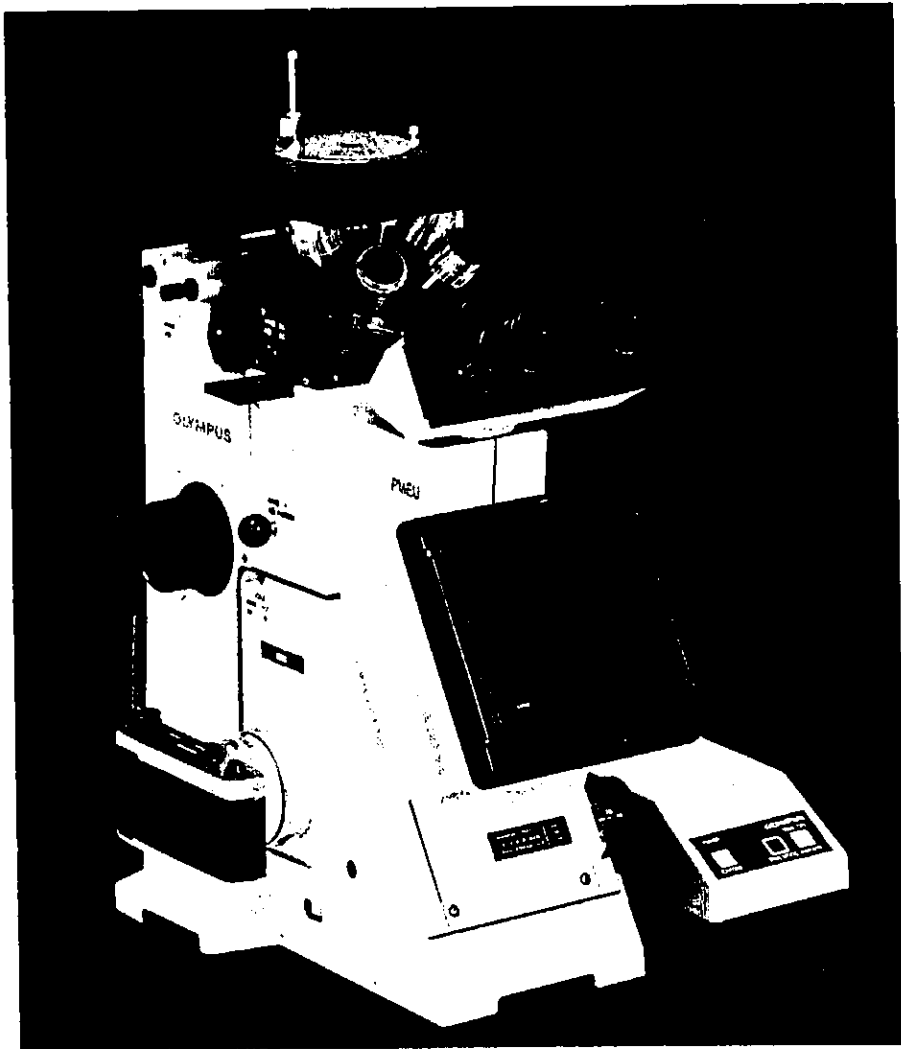
分析には純度99.999%以上のものを必要とし、純度が低いと期待される精度の分析が行われないことがあるので、その調達可否について調査しておく必要がある。もし調達不可であれば輸入する方法をとる必要がある。図V-2-1-115に分析装置の全体図を示す。



図V-2-1-115 分析装置全体図

(1) 金属顕微鏡組織

鑄鉄の性質として、引張り強度や硬度、化学成分だけでなく、その金属組織をコントロールすることは非常に大切である。現在旧式のもものが1台あるが、老朽化しているので最新式のものに更新する。金属組織は、現在は見るだけで写真にとった記録は残されていないが、必要と思われるものについては写真を取り、品質改善に利用すべきである。このために現像、焼付け設備をそろえるのが好ましい。図V-2-1-116に金属顕微鏡の1例を示す。このタイプは自動露出で写真の撮れるタイプである。



図V-2-1-116

2-1-7 検査

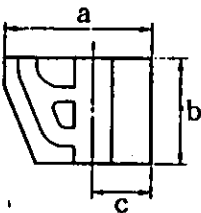
鑄造品の品質管理の一環として製造された鑄造品の品質データを測定することは大切である。その場合、現在のようにデータを棄却するのではなく、技術向上、品質向上に役立てる必要がある。丹東工程液圧機械廠で作られる油圧ユニット部品はくり返し製造されるものであり、量的には中量であるので、その生産形態に見合った検査法をとる必要がある。

(1) 試作品の検査

試作品は量産に入る前のものであるから、各部の寸法、形状など基準値と許容値を明示し全てについて詳細なチェックが出来るようなチェックシートを用意して全ての記録を取り判定できるようにしておかねばならない。

表V-2-1-117にその例を示す。この場合機械工場で加工を始める基準面（線）がどこかを検査科と機械工場側でよく打ち合わせておく必要がある。

表V-2-1-117 試作品寸法記録表

機種	部品名	試作回数	検査月日	計測者		
略図及び計測部位 						
No.	計測部位	基準値 mm	許容値 mm	測定値	判定	備考
1	a	254.0	±0.5	253.2	○. 合格	
2	b	124.0	+1.0、-0.0	123.0	×. 不合格	
3	c	∴	∴	∴	∴	
4	d	∴	∴	∴	∴	
	∴					

これらの記録は全てが合格になるまできちんと記録を取り、1つにまとめて記録を残し、品質分析に用いたり、以後の試作の参考、改善に役立てる。

(2) 量産品検査

生産に入ったものについては、全品こまかな検査を行うのは時間の点から、又工数の点から不可能であるからロット管理を行う。このロットというのは1日の製造個数とか部品別に100個単位とか適切な量をきめてそのロットの中の数個を抜き取り検査する方式である。この場合、

- 主要寸法をきめてチェックする
- 全寸法をチェックする

かそれぞれに製品の種類に応じて決めるとよい。

特に試作品から量産品に入ったものは品質が不安定な場合が多いから、数ヶ月は抜き取りでも検査の密度を濃くする必要がある。

(3) 外観検査

鑄造品の外観の判定基準は言葉で表現するのが難しいから判定基準書を作ると共に、代表的なサンプルを作るなどして、各人の判断の違いをなくするようにするとよい。

V-2-1-118は鑄肌あらさの基準を示す。鑄造欠陥についてもこのような基準を作れば共通の認識で判断が可能である。

Rmax μ		鑄造表面アラサ標準片								JIS B 0859 準拠
仕上り号	区分	18-S	25-S	35-S	50-S	70-S	100-S	140-S	200-S	400-S
アラサ番号		SN-9		SN-10		SN-11		SN-12		
基準面		[Micrograph 18-S]		[Micrograph 25-S]		[Micrograph 50-S]		[Micrograph 140-S]	[Micrograph 200-S]	[Micrograph 400-S]

図V-2-1-118 鑄造品の鑄肌粗さ

鑄造品の外観不良（又は寸法不良も含めて）の記録は言葉で残しておくだけでなく必ず略図と欠陥現象、欠陥の大きさ、位置を記入しておくことである。これは品質統計を行うことによってどのような不良の傾向が多いか、原因が何かをデータ処理によって分析が可能になるからである。

(4) フィードバック表による不良品発生情報提供

検査科での不良品発生のみならず、鋳込後から機械加工工程の間で鋳造欠陥を発見することがあるのでその状況に応じて素速く情報を関係先に伝え対処、処置を迅速に行う必要がある。図V-2-1-119にフィードバック表の例を示す。この場合鋳造品には必ず鋳出し№を入れさせる。これにはいろいろな方法があるが例えば

年の記号：0、1、2、3、4、……9、

月の記号：1、2、……9、X、Y、Z

日の記号：1、2、……31

1991年10月20日であれば→

1 X 2 0

 で表すことが出来る。

鋳出し方法はプラスチックの浮出し№があれば、それを模型に瞬間接着剤ではりつける方法、木型ではめ込みする方法、中子で作って置いてこいにする方法、文字鋳型を金型で作りアルミの鋳出し文字を使う方法、鉛文字を使う方法などいろいろある。

いずれの方法であっても検査時の製品がいつ製作されたのか直ちに判る方法として絶対に必要なことである。

配布先		<p style="text-align: center;">鑄造品フィードバック速報</p> <p style="text-align: right;">品質管理部鑄造グループ</p>															
鑄管										No. _____							
鑄1										発行日 _____							
鑄2																	
鑄技																	
		工番		材質		M承認	SM承認	GL	担当								
控		試出工事名		CH. No.													
計		品名		個数													
状況・略図 <u>鑄出しNo.:</u> _____																	
処置					検討事項												
原因及び対策																	
								対策部門									
帳票経路																	
発行 担当者 発行		G L 検 討		承認 SM, M		対策検討 原因及び 対策記入		対策承認 原因・対策 記入、M, SM		発行元 関係先配布 ファイル整理							

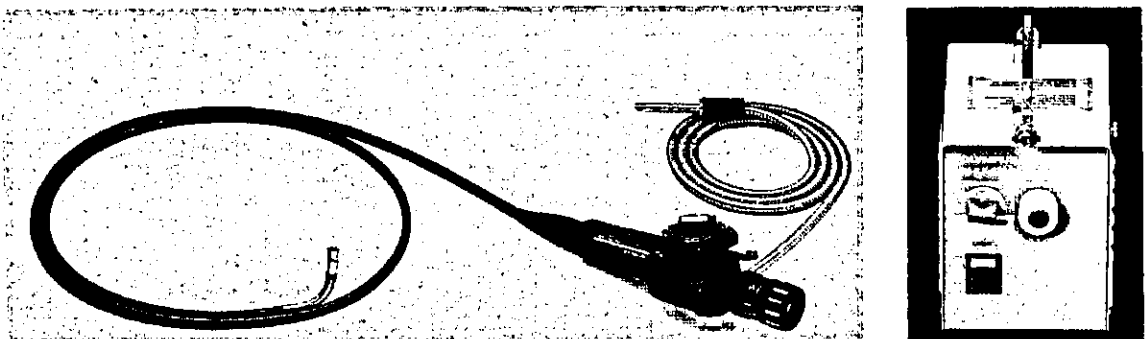
図V-2-1-119 不具合品処理表例

(5) 鑄造品の品質は社内における品質のみだけでなく客先へ渡ってからの情報も積極的に収集し、品質向上に努力することが必要である。

(6) 油圧弁鑄物のスプール穴、油流路検査

従来、丹東工程液圧機械廠では油圧弁鑄物の穴内部の状況を検査する設備がなかったので時々製品を切断してみる程度であった。今回の計画ではフレキシブルタイプのファイバースコープ内視鏡導入する計画をたてた。これによってかなり穴内部の状況を検査することが出来、不良品を機械工程に送ったり、完成品の鑄物による不良事故が起るのを未然に防ぐことが出来よう。

図V-2-1-120にファイバースコープの外観を示す。この導管の中には数万本のグラスファイバーが規則正しく配列されており、精密に出来ているのでその取扱いはていねいにする必要がある。



図V-2-1-120 フレキシブルタイプ・ファイバースコープ内視鏡

2-2-1 熱処理

丹東工程液圧機械廠における熱処理は油圧弁ユニットの弁棒、軸物が多い。したがってその熱処理は、調質、焼入れ焼戻し、浸炭焼入れ焼戻しなどが主要なものである。熱処理作業は基本的に正しい材料の選択をし、熱処理基準に忠実に従えばそれほど大きな問題となることはない。しかしながら管理が不十分であると結果は必ず不具合となるので管理をしっかりと行うことが肝要である。

(1) 基準類の整備

熱処理作業では上述の如く管理をするためにまず基準がなくてはならない。

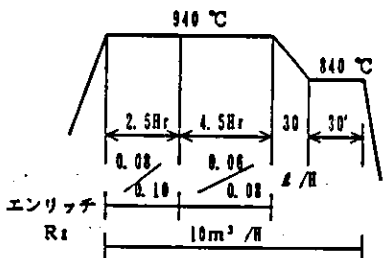
1) 材料の受け入れ基準

材料の規格基準と共に購入の際の受け入れ基準をきちんとしておくこと。ミルシートの確認、自社内分析の基準などを明確にする。又材料材質別保管方法基準も明確にする必要がある。

2) 作業標準

熱処理では設備と工程の良否が熱処理品質に決定的に影響を及ぼし、しかもあとの検査で工程の良否を判定することがむずかしいから特に適正な作業標準を作って、それが守られるようにしなければならない。表V-2-2-1に浸炭作業における作業標準の1例を示す。

表V-2-2-1 浸炭作業における作業標準例

作業名	作業基準		通用作業	浸炭焼入れ・焼戻し	
セット	装入量	314 kg	通用作業	ホールケース炉 ボックス焼戻し炉	
	治具	スパーサー、ネット			
	配列	28列×40列	部品番号	CSL-54410	
	略図		特記事項	客先仕様書MS1023	
洗浄	トリクレン洗浄 5分				
浸炭焼入れ	Rxガス	10m ³ /H	熱処理サイクル (浸炭焼入れ)  エンリッチ R _i 10m ³ /H (焼戻し) 160℃ 28		
	G露点	-8℃			
	エンリッチ I	0.008 ~ 0.10 #/H			
	“ II	0.06 ~ 0.08 #/H			
	“ III	0 #/H			
	露点 I	-10 ^{±1} ℃			
	“ II	-8 ^{±1} ℃			
	“ III	-5 ~ 0℃			
	炉圧	2 ~ 5mm H ₂ O			
	油温	90 ^{±3} ℃			
	ゲート	全開			
攪拌 I	強 30秒				
“ II	弱 60秒				
油中時間	10分				
引上温度	120 ~ 150℃				
洗浄機	洗浄液機	熱風乾燥機			
焼戻し	温度	160℃			
	時間	2 Hr			
検査	表面硬さ	H _{ac} 58 ~ 63	採取数 n=5/ch n=2/ch “ “ TP による n=1/ch n=2/ch	検査方法 特記事項なし	
	内面硬さ	H _{ac} 35 ~ 46			
	有効硬化層深さ	1.0 ~ 1.4mm			
	炭素濃度	0.7 ~ 0.9%			
	マイクロ組織	標準写真による			
	寸法検査	曲り 0.2mm以下			
次工程	外面研削				
改廃指令			配布先	技術課	発行部署

3) 検査基準

熱処理品の検査は、部品別又は炉別に検査項目、検査方法、検査水準、判定基準を明確にした検査標準を作る。客先要求による特別の規格値や検査水準を用いる場合は、もとなる規定との関連をはっきりさせておく必要がある。表V-2-2-2に一般的な検査項目を示す。

表V-2-2-2 熱処理品質検査方法

検査項目	摘要部品	測定方法	検査項目	摘要部品	測定方法
表面硬さ	焼なまし 焼入れ、焼もどし、表面硬化処理	ブリネル硬さ JIS Z 2243 ロックウェルB硬さ JIS Z 2245 小形部品 ビッカース硬さ JIS Z 2244 ロックウェルT硬さ JIS Z 2250 中、大形部品 ロックウェルC硬さ シオア硬さ JIS Z 2246	結晶粒度	焼なまし、 焼なまし 浸炭他表面硬化 処理	フェライト結晶粒度 JIS G 0552 オーステナイト結晶粒度 JIS G 0551
			炭素濃度 勾配	浸炭、浸炭窒化 焼なまし、 焼入れ	浸炭層、脱炭層の炭素濃度 切粉による燃焼法 発行分光分析
			破面	焼なまし 焼入れ 浸炭、など	結晶粒度、浸炭層などの測 定の簡便法として行う。 抗折法、衝撃法、圧砕法
内部硬さ	表面硬化処理	ビッカース硬さ ロックウェル硬さ	各種破裂 強度	焼なまし 焼入れ、 焼もどしなど	引張強さ JIS Z 2241 衝撃強さ JIS Z 2242 曲げ強さ JIS Z 2248 JIS B 1506 圧砕強さ JIS B 1501 JIS B 1506
浸炭、 焼入れ、 硬化層深さ	浸炭、浸炭窒化 高周波焼入れ 火炎焼入れ	浸炭硬化層深さ(硬さ法) JIS G 0557 焼入れ硬化層深さ(硬さ法) JIS G 0559 簡便法として 破面法、マクロ腐蝕法	焼割れなど 表面欠陥	焼なまし、 焼なまし、 焼入れ、 焼もどし等全般	磁気探傷試験 JIS G 0565 浸透探傷試験 JIS Z 2343
顕微鏡組織	焼なまし 焼入れ、焼もどし、表面硬化処理など全般	腐蝕液は材質により異なる。 硝酸アルコール、 ピクリン酸アルコール、 その他			
脱炭	焼なまし 焼入れ 焼もどし	ミクロ組織法 JIS G 0558 硬さ法 炭素濃度勾配	寸法	焼なまし、焼なまし、 焼入れ、 焼もどし、表面 硬化処理等全般	ノギス、マイクロメーター キャリパー、その他

4) 設備管理基準

熱処理は言わば装置工業であって、設備と工程が品質に決定的に影響する。また熱処理が正しく行われたかどうかを工程完了後の検査で判定するのは難しい。さらに設備は時間と共に老朽化してその性能は徐々に変化するため、常に設備の状態、性能を正しく把握し、正しく機能するように努めなければならない。このために基準を明確にし、それがきちんと管理されなければならない。

(a) 炉内温度分布

品質のパラツキを少なくするためには定期的に炉内温度分布を測定し常に目標通りの精度で炉温を保持できるようにしなければならない。

温度分布を測定する時期は炉の修理、バーナーあるいは発熱体の交換熱電対の位置変更などのあったとき、また、少くとも年1回は実施すべきである。

(b) 熱電対

熱処理炉に使用されている熱電対には表V-2-2-3のようなものがある。

表V-2-2-3 熱電対の種類と特徴

種類	最高使用限度	望ましい雰囲気
PR	0.5 mm 1,600 °C max	酸化性
CA	3.2 mm 1,200 °C max	酸化性
IC	1.0 mm 550 °C max	還元性
CC	1.0 mm 300 °C max	微還元性、微酸化性

丹東工程液圧機械廠で使われているものはCA（アルメル・クロメル系）である。熱電対は使用温度が高いほど劣化が早いから3ヶ月に1回（連続使用の場合）は必ず点検を行い、常に精度を管理する必要がある。熱電対1本1本に対し管理番号をつけ、今回の点検日と次回点検予定日を記入したタックをつけ封印しておく。又熱電対は最高使用回数を決めて管理する。

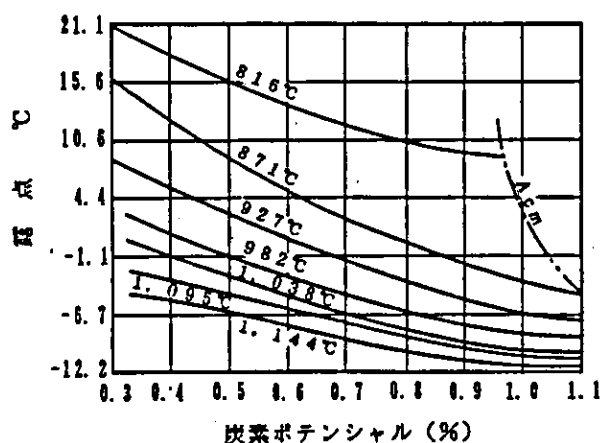
(c) 炉 気

炉気の管理ではカーボンポテンシャルが重要である。炉気のカーボンポテンシャルの制御は発生機と炉の両方で行う必要がある。炭素濃度は高炭素鋼や高温処理になるほど露点変動が大きくなるので炉気の管理精度を十分高くする必要がある。

表V-2-2-4に炉気のカーボンポテンシャルの測定方法、図V-2-2-4に浸炭温度における露点とカーボンポテンシャルの関係を示す。赤外線ガス分析計による測定では分析装置の精度管理を十分行う必要がある。

表V-2-2-4 炉気のカーボンポテンシャル測定方法

対象	測定方法
露点(H ₂ O)	デューセル、デューカップ、アルノア
残メタン	赤外線分析計、ガスクロマトグラフ
二酸化炭素	" "
酸素(O ₂)	固体セル酸素分析計

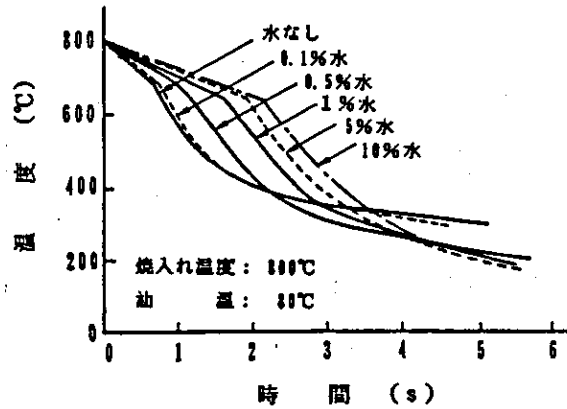


図V-2-2-5 各浸炭温度における露点とカーボンポテンシャル
(実験値と理論値を総合してある)

(d) 冷却速度

冷却方法には炉冷、空冷、衝風空冷、油冷、水冷、熔融塩焼入れなどがある。

- 炉冷、空冷では、直接熱処理材料に熱電対を接して、冷却速度を測定できるが、空冷の場合は季節（温度、湿度）によって左右されるのでこれらが管理の対象となる。
- 油冷、水冷では焼入剤と焼入槽の管理が必要である。焼入油は使用中定期的に冷却曲線および温度、粘度、残留炭素、水分、スラッジ、光輝性などをチェックする。水分は冷却曲線に大きく影響するが、その例を図V-2-2-135に示す。



図V-2-2-6 たね油に水添加の影響

- 水溶性焼入剤は冷却能をコントロールするために生水に添加剤（例えば食塩など）が加えられているが、これは使用中に濃度の変化が起る。したがって比重、汚れ、温度などの管理が必要である。
- 冷却能は焼入剤の他に攪拌の方法によっても大きく変る。表V-2-2-7に各種焼入剤の攪拌程度による焼入能の変化を示す。

表V-2-2-7 各種焼入剤の冷却能値 [H値 in⁻¹]

	空気	油	水	塩水
静 止	0.02	0.25 ~ 0.30	0.9 ~ 1.0	2
ゆるい攪拌		0.35 ~ 0.40	1.2 ~ 1.3	
強い攪拌	0.05	0.5 ~ 0.8	1.6 ~ 2.0	
強烈な攪拌		0.8 ~ 1.1	4	5

- 攪拌装置付き油槽については、品物セット方法、流量、油温、攪拌時間、引上温度などを管理する。

(e) 治 具

熱処理品は数量、大きさ、形状、などにより特殊な治具を作ることが多いが、その治具は熱処理により変形を受け、製品に影響を受けたり、形状が適切でない場合焼入性が劣ったり、焼入不良を起すことがあるので適切な設計が必要であると共に、変形の限度や使用回数を決めた基準が必要である。

(1) 設備一般

熱処理設備の炉本体、付帯設備などの各装置、計器類は定期的に機能の良否をチェックする必要がある。これらは点検計画表を作りきちんと実行することが大切である。又これらの設備が正常に稼働しているかどうかは、日常点検によって確かめられるから日常的なチェックは大切である。表V-2-2-8に浸炭炉の日常点検表の例を示す。

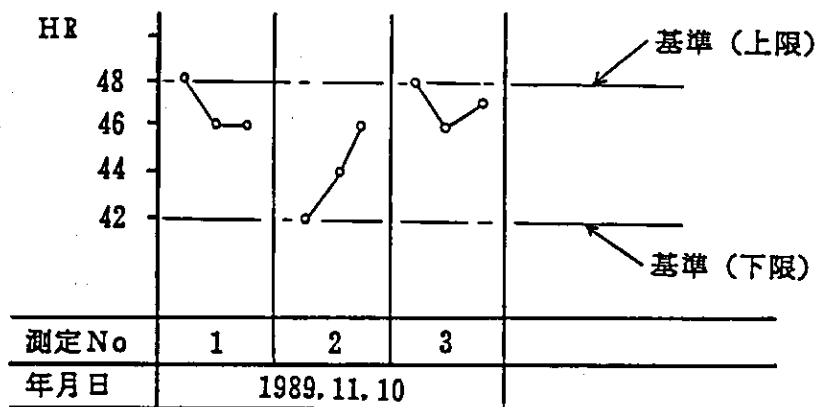
表V-2-2-8 浸炭炉の日常点検表

炉名		月	日	測定	4.00	12.00	16.00	24.00	24.00	4.00	申し送り事項
第1ゾーン	温度										
	2. "										
	3. "										
	4. "										
第3ゾーン	温度										
	4										
	5										
第2ゾーン	温度										
	4										
	5										
	6										
投入物量											
オイルレベル											
洗浄水道											
サイクルタイマー											
第1ゾーン	温度										
	2										
	3										

(2) 熱処理記録

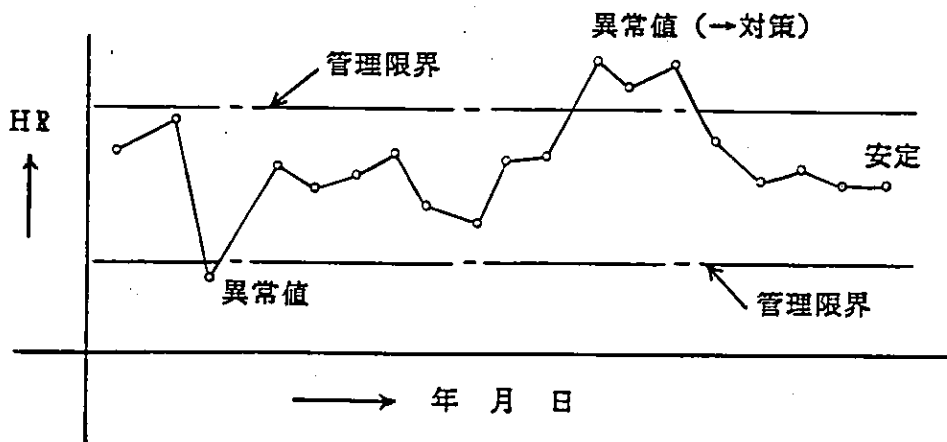
熱処理基準、作業標準に従って熱処理作業を行う必要があるが、それらの記録を残すことが大切である。基準や標準が単なる飾りものになってはならない。現場での実施により不具合が出た場合、標準類を手直しする必要があるれば改訂し、又技術の進歩によって改訂する必要があるら直ちに改訂するべきであり、これら標準と実作業は常に一致していなければならない。熱処理作業現場では特に加熱温度と熱処理による硬度は大切な管理項目である。丹東工程液圧機械廠の熱処理工場では現在、熱処理記録表がありロックウェル硬度(HR)がサンプリング測定されている。これは数字を羅列しているだけなので規格内に入っているかどうかだけしかわからない。

これをもう少し改善するならば時系列的なグラフをつけるとよい。40Cr材の熱処理記録を図V-2-2-9に示す。これは炉別、材質にとる必要がある。この記録のグラフを見ると上限、下限ぎりぎりのものがあり、一応合格しているが、バラツキが多く安定していないことがわかる。したがって原因を調べ対策をとる必要がある。単なる数字の記録であるとこれらが見逃されてしまう。又、このようなグラフを作業場にはっておけば作業者は自分の作業がうまく行っているかどうか、あるいは改善しなければならぬかが1目でわかる効果もある。



図V-2-2-9 40Cr材熱処理硬度管理グラフ

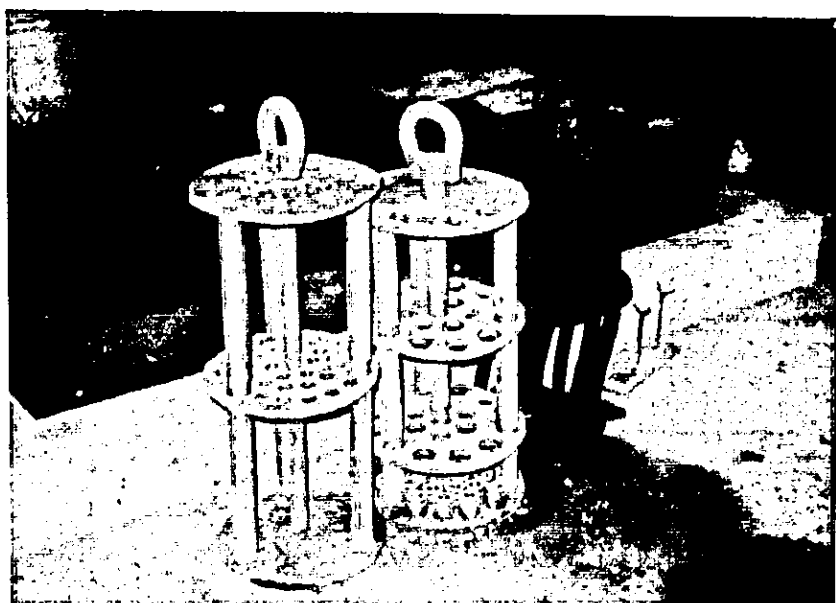
材質別、炉別、熱処理、部品別に熱処理の推移を時系列に示したモデルが図V-2-2-139である。この熱処理の推移を見ると時々異常値が現われている。これを見つけたら直ちに原因分析を行い対策をきめ実行して結果を確認する。この結果が良ければ安定したプロットになる。



図V-2-2-10 硬度管理グラフ

(3) 治具の改善

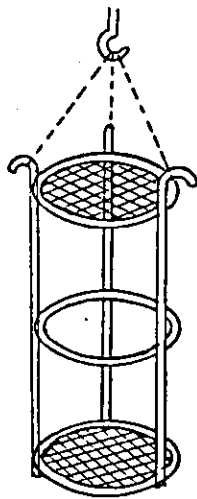
熱処理工場で現在使われている治具で図V-2-2-140に示すような変形したものが使われていることは現状分析で指摘した。このことは全く管理されていないと言わざるを得ず現場まかせの感が強い。このようなものを使えば棒状の長ものは曲りの出る頻度は多くなるのは当然である。これらの治具は消耗品と考えて、基準を作りそれをはずれたら廃却にすべきである。



図V-2-2-11 熱処理治具不具合例

又、この治具で焼入れが行われるとしたら問題がある。焼入れは品物が出来るだけ均一に焼入液にふれ、常にその表面は新しい焼入液にふれるようにしなければならない。この図(V-2-2-140)のような形状の治具であると、底板が円板(もしくは所々孔あき)であると焼入れた瞬間、油が製品に均一に早くまわらないので焼きむら、歪、割れ、曲り、などを生ずる機会が多く好ましい治具形状ではない。

図V-2-2-12は底部を網(材質SUS-304)にして油が下から均一に通りやすくしたものであり、このような方法が望ましい。



金網 (4 φ mm程度)

材質SUS-304

フレームも同材質

下部フレームは補強を入れる

図V-2-2-12 焼入れ治具改善例

(4) 熱処理材の運搬管理

熱処理工場で搬出入される熱処理材は丸棒のものが多く、形状だけでは材質の判断を間違ふ恐れがある。このために誰でも間違いなく材質、部品を判断出来る方法を確立し徹底しておく必要がある。

この方法には

① 材料に刻印を打つ

この方法は1番確実であるが大量生産の場合には工数がかかり不向きである。

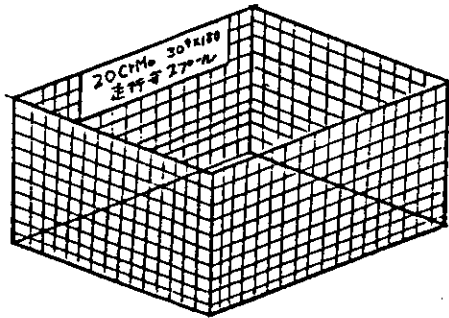
② 材料ペンキ塗りをする。又は紙を張る。

熱処理の最初の工程は良いがそのあとマークが消えるので好ましくない。

③ 同じ材料を搬送バスケット (箱) に入れて各工程を移動する。

これらの方法のうち③の搬送バスケット (箱によるカンバン方式) を使うのが適当である。このバスケットには材質、品名、寸法等を書いたネームプレートを必ずつけておく。又、材料が少くても必ずバスケットを使うようにする。このバスケットは材料切断場、熱処理工場、機械工場の間でやりとりをするのでスタンダードサイズを決め、必要な数量をきちんと準備する。バスケットは鉄線格子又は鉄網で作製する。

図V-2-2-13)にその例を示す。

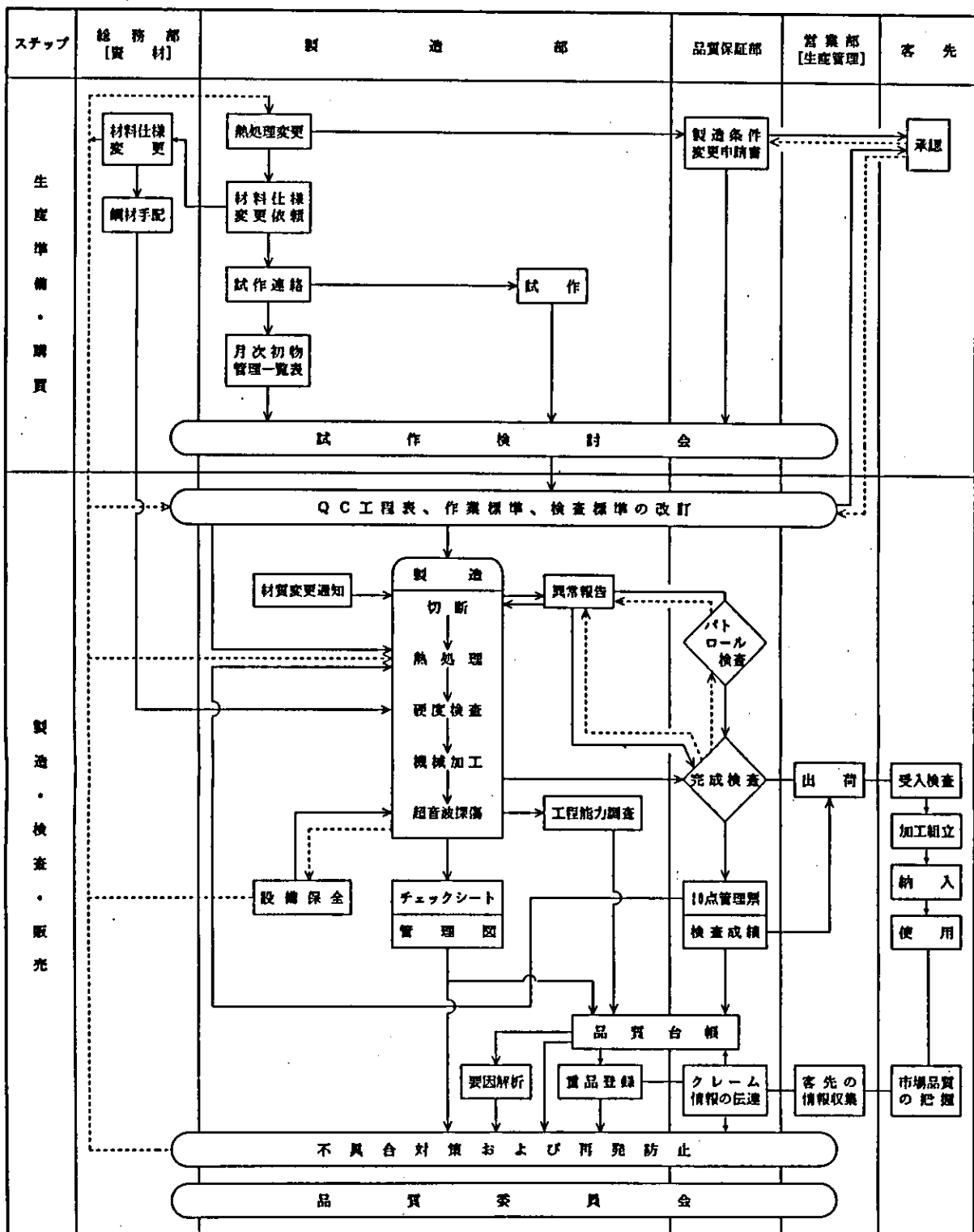


図V-2-2-13 熱処理材料搬送バスケット

(4) 品質保証システム

熱処理品は重要な部品として使われることが多くその品質の信頼性は安全でなければならない。従って設備作業は言うに及ばず材料手配から不具合発生トラブル解決まで会社としての一貫した品質保証システムを確立しておく必要がある。

図V-2-2-14 に熱処理の品質管理体系図の1例を示す。



図V-2-2-14 熱処理品質保証体系

(5) QC工程表

QC工程表は熱処理全工程の品質に関する規定であると同時にすべての標準類の基準となるべきものである。したがって、まずこの全工程にわたっての工程表を作りその中で必要な設備、計測具、作業標準、管理図等を決めてゆく必要がある。

表V-2-2-15 にQC工程図の項目を示す。

表V-2-2-15 熱処理QC工程図例

工 程 番 号		⇕ →	→ ④
工 程 名 称		材 料 受 入 検 査	熱 処 理 (加 熱)
機 械 ・ 設 備			A 炉
品 質 特 性	管 理 項 目	材 質	
	規 格	国 家 規 格	
製 造 ・ 管 理 特 性	管 理 項 目		積載方法、昇温速度、加熱温度、保持時間
	管 理 水 準		速度 $\leq 100^{\circ}\text{C}/\text{H}$, $820\sim 830^{\circ}\text{C}$, 3H
測 定 器 具 ・ 方 法		ミル・シート研認	熱電対自動温度計測計 保持
管 理 方 式		全 般 入 荷 毎	全 数
責 任 者		担 当 者	職 長
標 準 類		材 料 仕 様	作 業 標 準
チ ェ ッ ク シ ー ト ・ 管 理 図 ・ 日 報		日 報	自 動 記 録 紙
検 査 記 録		成 績 表	
異 常 処 理		上 司 に 報 告	上 司 に 報 告
備 考			

このQC工程表の活用により

- 品質保証のため各工程でなすべきことの関連づけが明確になる。
- 目的に合った作業標準、検査標準を短期間にまとめられる。
- その結果作業標準、検査標準を通して保証項目および重点管理項目を現場が再認識出来るメリットがある。

(6) 熱処理における主な不良とその防止法

丹東工程液圧機械廠の熱処理工場では、硬度不良、曲り、割れなどの不良があるという。同じ現象でも、さまざまな原因が単独あるいは輻輳しているので実際に行われた熱処理状況のデータがなければ原因説明は困難である。

ここでは熱処理の代表的な工程として、焼なまし、焼入れ、焼もどし、浸炭をとり上げ、その主な不良項目と原因について述べる。

表V-2-2-16 に熱処理方法別、主な不良とその原因を示す。

表V-2-2-16 熱処理方法別、主な不良とその原因

焼入れにおける主な不良とその原因

不良項目	主な原因
焼割れ	図V-2-2-17 に示す
硬さ不良	図V-2-2-18 に示す
組織不良	図V-2-2-18 と同じ
脱炭	雰囲気露点、炉圧、ラジアントチューブ
スケール	雰囲気露点
変形	直火、過熱、長時間加熱
	冷却条件、素材焼入性
	荷積方法、冷却条件、前加工、加工応力、焼なまし

浸炭における主な不良とその原因

不良項目	主な原因
粒界酸化	雰囲気不良、O ₂ 分圧
表面組織粗大	露点、炭素濃度、加熱温度、時間
硬さ不良	素材焼入性、冷却速度、加熱温度、炭素濃度
粗大粒度	素材、前加工、加工度、昇温速度、加熱温度
浸炭むら	雰囲気流通、接触、温度むら、過積、汚れ
炭素濃度割れ	露点、エンリッチ、温度、炉圧、過積
変形	水素、冷却条件、材質、形状、残留応力
	荷積方法、加工応力、冷却条件

焼もどしにおける主な不良と原因

不良項目	主な原因
硬さ不良	加熱温度、時間
焼もどし割れ	急加熱
時効変形	残留オーステナイト、加熱温度、時間

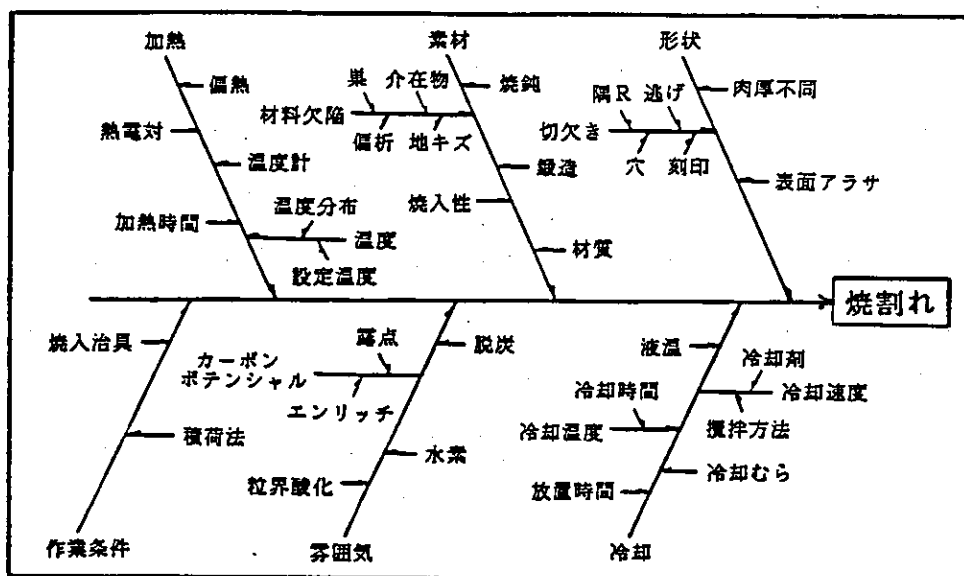
高周波焼入れの主な不良とその原因

不良項目	主な原因
焼入れ	材質、形状、加熱温度むら、冷却条件、焼入れ順序、再焼入れ、過熱
溶損	コイル接触、形状(穴、凸部)、肉厚小、コイル形状
変形	加熱むら、冷却むら、コイル形状、焼入れ順序、形状
硬化層深さ	加熱むら、加熱条件、冷却条件、形状、コイル設計

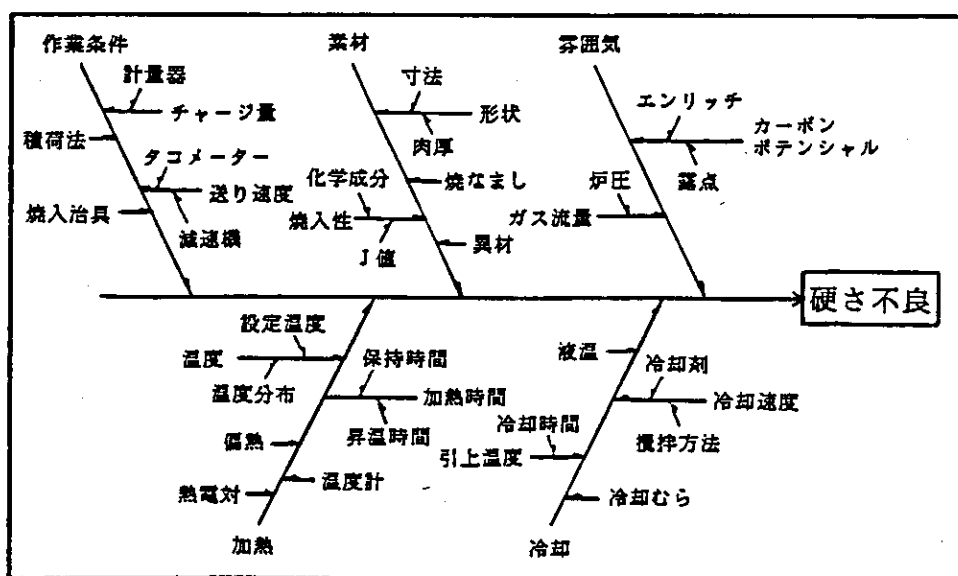
焼なましにおける主な不良と原因

不良項目	主な原因
酸化スケール	バーナー直火、過熱、長時間加熱
肌荒れ	" " " " 異物接触
脱炭	雰囲気露点不良、高温長時間加熱
浸炭	雰囲気露点不良
硬さ不良	温度、冷却速度、加熱サイクル
組織不良	過積み、温度むら、計器故障

不良の原因を追及するには、魚骨図を作り原因と思われるものを自由に発言して、主要項目別にまとめる。それらの中から最も原因と思われるものにしぼり込んでゆき対策を決め、実行し結果を必ず確認する。これは品質管理手法の基本の1つである。図V-2-2-17 に焼割れ要因図（魚骨図）を図V-2-2-18 に硬さ不良要因分析図の例を示す。



図V-2-2-17 焼割れ要因図



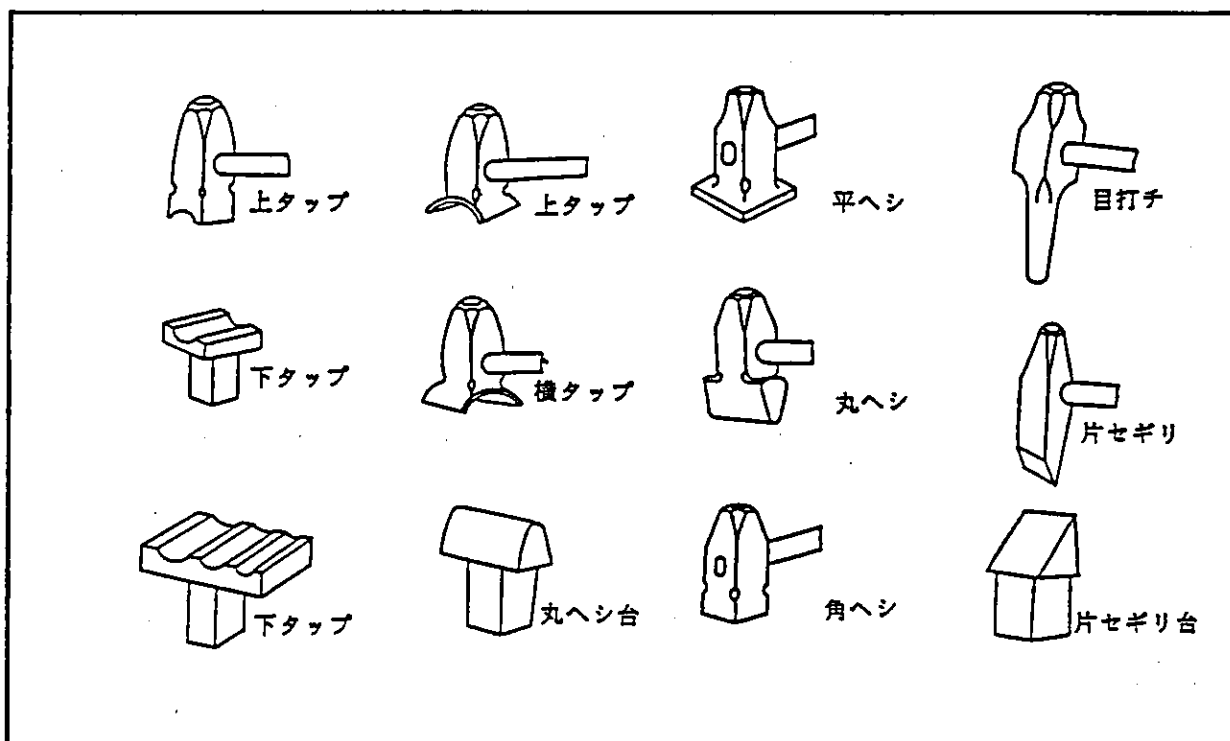
図V-2-2-18 硬さ不良要因図

2-2-2 鍛 造

丹東工程液圧機械廠の鍛造工場については今回の近代化計画で特に計画することはしない旨、既に述べた。但し、現在の場所は新設の機械工場になるので移転する必要がある。その際加熱炉は再築する必要がある。当工場で鍛造されるものは小物単純なものが多いが自由鍛造で行う治工具類をそろえた方がよい。又、鍛造温度管理のため温度計の設置が必要である。

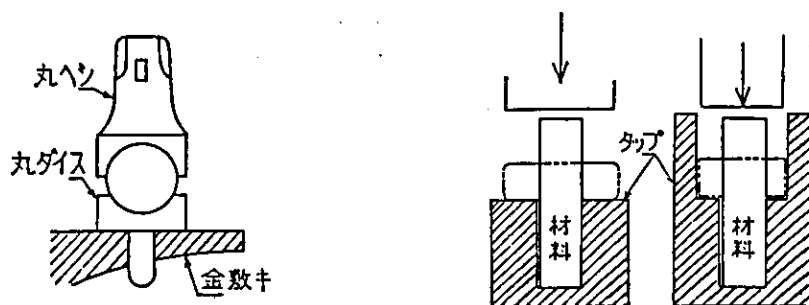
(1) 作業用治工具の充実

鍛造用ハシ類はかなりそろえているが、タップ、ヘシ類などが無いので図V-2-2-19に示すような工具をそろえるとよい。



図V-2-2-19 各種ヘシ及びタップ

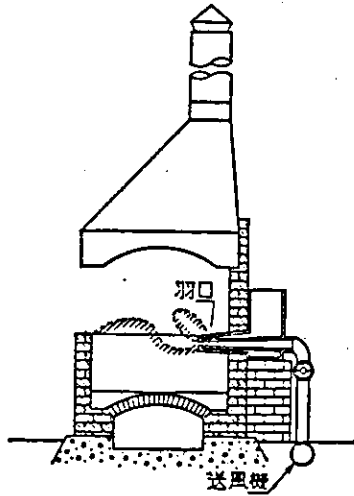
又、丸ものを伸したり、据込みには図V-2-2-20のような型を作れば鍛造品寸法精度も向上し歩留りもよくなる。又熱処理に対しても好結果をもたらす。



図V-2-2-20 丸もの伸し、据込み治具例

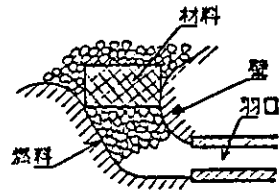
(2) 加熱炉

加熱炉は設備の項でも述べた如く、小さな加熱炉では、燃料として重油、ガス、電気共にコストアップになるので従来通りコークス炉とした。この炉は内部に耐火レンガを使用し、送風機によって羽口に送風し、コークスを燃焼させるもので（図V-2-2-21）、材料を加熱する場合には図V-2-2-22に示すように燃料で材料を包むようにする。小物の場合は開放型が使われることが多い。



図V-2-2-21

鍛造用コークス加熱炉の例



図V-2-2-22

材料加熱状況

この炉の温度は送風量によって相当違ってくるので材料の大きさやその加熱温度によって適当な羽口を選ぶ必要がある。表V-2-2-23 に鍛造材の大きさと羽口の大きさの関係を示す。

図V-2-2-23 加工材の大きさと羽口などの関係

加工材の 大きさ (直径mm)	羽口から火床 中心までの距 離 (mm)	羽口の直径 (mm)	送風管の内径 (mm)
7~25	100	19	45
25~50	130	25	50
50~100	150	40	60
100~180	180	45	75
180~250	200	50	90

(3) 鍛造加熱温度

鍛造温度は一般に表V-2-2-124 示す程度で 850~1200℃程度であり1250℃を越えるとバーニング（焼け）をおこすから注意を要する。この温度は暗橙色~明橙色であり経験によってもわかるが、温度計（アルメル・クロメル熱電対使用）を常備して測定し記録しておくのがよい。

表V-2-2-24 鍛造加熱温度

材 質	鍛造温度	加熱時の色
低炭素鋼	800~1200℃	暗 橙 色
高炭素鋼	850~ 950℃	暗 橙 色
特 殊 鋼	850~1200℃	明 橙 色

(4) 鍛造材の管理

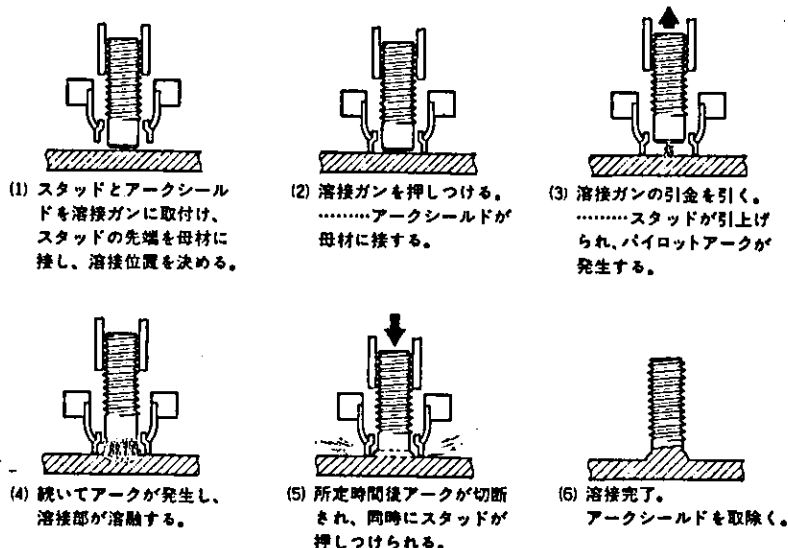
鍛造材は同じような寸法でも材質の異なるものが搬入された場合混入しても記別がつかなくなる恐れがあるから、量が少くても搬入出に際しては材質名を明記したバスケットに入れて行うようにすると良い。これは1つの識別管理である。

2-3 溶接技術

丹東工程液圧機械廠は、スポット溶接機と炭酸ガスアーク半自動溶接機を導入したが、有効に稼働していない。ここでは、この2項目について製造技術の近代化の視点から述べる。

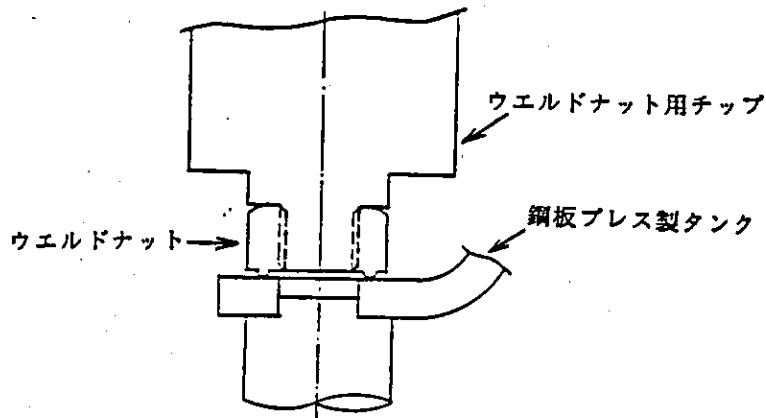
1) スポット溶接機

丹東工程液圧機械廠がスポット溶接機を導入した目的は、鋼板プレス製タンクユニット本体に41ヶのM12ナットを溶接する為であった。現在は、交流アーク溶接機で手動溶接を行っている。数が多い上に、フランジ状のツバにナットを溶接する為、フランジ部分が熱影響をうけて変形し、ひどい場合は次工程の機械加工で加工残りを生じ、肉盛修正を行っている。この悪循環をたち切り、生産性を飛躍的に向上させるスポット溶接機の導入は、正しい方向性をもっている。ここで、このスポット溶接機を使ったM12ナットのアークスタッド溶接方法を述べる。図V-2-3-1にアークスタッド溶接方式の原理を示す。



図V-2-3-1 スタッドボルトの溶接工程

このスタッドボルトの代りに、ウエルドナットを使用し、ウエルドナット用チップを電極にとりつけて溶接を行うわけである。図V-2-3-2にウエルドナット溶接方法を示し、表V-2-3-3にこの時の一般的な溶接条件を示す。



図V-2-3-2 ウエルドナット溶接方法

表V-2-3-3 溶接条件表 (電源周波数60Hz)

項 目	溶 接 条 件
通 電 時 間	20 サイクル
加 圧 力	500 kgf
溶 接 電 流	2 万 A

勿論、この溶接条件は一般的なものであって、板の表面状態等によって修正する必要がある、最適条件はテストを行うことで見つけ出して行くものである。

2) 炭酸ガスアーク半自動溶接機

IV章1-4で述べたように、気密性を要求されないブラケット類に、半自動溶接方式を採用拡大し、生産性の向上を計るべきだ。参考として、“炭酸ガスアーク半自動溶接作業標準”を以下に示す。

炭酸ガスアーク半自動溶接作業標準

1. 適用範囲

この規格は炭酸ガスアーク半自動溶接施工に関して溶接継手及び溶接条件及び溶接棒等について定める。(SS41 50~60kg鋼)

2. 溶接施工上の注意

- (1) 図面上の溶接記号表示のきまりは溶接規格 JWS-001 による。

(但し、溶接記号及び開先形状は手溶接を基準にした表示である。)

- (2) 裏当てなしの溶接においては、原則として、裏はつりを行うこと。裏はつりの深さは、開先底より 0.3t とすること。



- (3) 鋼材の炭素当量、板厚及び拘束度が大きいほど、又気温及び溶接入熱が低いほど予熱温度を十分考慮すること。
- (4) ワイヤは装着前に、銘柄、ワイヤ径を確認し、錆や汚れ、きずなどを点検し、指定した溶接ワイヤ相当を使用すること。
- (5) 母材は溶接直前に、開先面及びその近くの錆、スケール、水分、油脂、塗料など点検し、必要ならばこれらを除去する。
- (6) 作業場に風(風速 2m/s 以上)があるときは防風対策を行う。
- (7) スパッタの付着防止剤を使用するときは、次の点に留意する。
- ① ブローホール・割れ等、溶接品質に影響のないこと。
 - ② 塗装品質に影響のないこと。
 - ③ 火災発生、水ぬれ、すべりやすくなる等安全上の問題がないこと。
- (8) 溶接ビードの表面状態は、構造物の耐久性に対し、重要な因子となる。その良否はワイヤの種類及び銘柄、電流の大小、姿勢継手形状によって決まるので、設定にあたって十分注意すること。
- (9) 仮付け溶接は欠陥を生じ易いので注意して行い、ビードの長さはショートビードとならぬよう少なく共50mm以上行うこと。特にアンダーカットのないように溶接する。

- (10) チップ母材間距離は15~25mm (300A以上)、10~20mm (300A以下) の範囲で溶接を行う。
- (11) トーチ角度は一般には10度前後の前進角を用いるのが良い。
- (12) 水平すみ肉の脚長が6mm以上の場合、ねらい位置をルート部の角から水平に1~2mmはなす。
- (13) 多層溶接では、前の層のスラグ及びスパッタを除去してからの次の層を溶接する。
- (14) 1パス当たりの肉厚が過大になると融合不良が生じたり、入熱過大になるので注意する。
- (15) 溶接を開始する際、アークストライクは開先内又は溶接する部分で行う。
- (16) 他の溶接法との併用、例えば仮付け溶接や補修溶接を被覆アーク溶接で行う場合や仕上げ溶接をサブマージアーク溶接で行う場合等は、被覆剤の系統、合金成分等を十分検討し試験溶接を行うなどして品質上問題ないことを確認したうえで使用する。

3. 溶接ワイヤ規格

この規格は軟鋼及び50kg高張力鋼の炭酸ガスアーク溶接に使用するソリッドワイヤについて規定する。(JIS-Z-3312に相当する)

表V-2-3-4 溶着金属の機械的性質

種類	記号	引張強さ kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸び %		用途及び特徴
1種	YCW1	50以上	40以上	22以上	4.8以上	通常、230A以上の大電流範囲での溶接に適す。溶接姿勢としては下向又は水平すみ肉溶接に用いる。
2種	YCW2	50以上	40以上	22以上	2.8以上	短絡アーク溶接用として、小電流範囲での薄鋼板の溶接や立向姿勢での溶接に適している。

(つづく)

3種	YCW3		50以上	40以上	20以上	2.8以上	水平すみ肉溶接に適用した場合に平滑なビード形状が得られやすい。
4種	A	YCW4A	43以上	35以上	22以上	2.8以上	主として軟鋼の溶接を目的として製作されたワイヤ。
	B	YCW5B	50以上	40以上	20以上	2.8以上	軟鋼及び高張力鋼の溶接用として製作されたワイヤ。

備考：ワイヤは化学成分と溶着金属の機械的性質によって4種類に分類されるが主として1種～3種を標準ワイヤとし、4種は特殊ワイヤとする。

表V-2-3-5 溶接ワイヤの径及びその許容差

径	0.8	0.9	1.0	1.2	1.6	2.0
許容差	±0.02				+0.03	
	-0.03				-0.05	

4. 溶接ワイヤ

溶接ワイヤの銘柄及び溶着金属の機械的性質を示す。(ソリッドワイヤ)

表V-2-3-6 溶接ワイヤの銘柄及び溶着金属の機械的性質

銘柄	メーカー	ワイヤ径	溶着金属機械的性質				用途及び特徴
			引張強さ	降伏点	伸び		
50		1.0, 1.2	57	48	30	12	JISYCW1 相当、溶接構造物の突合せすみ肉、高電流で使用でき、大電流域でアークの安定性が良くスパッタが少ない。又溶込みも深い。
		1.4, 1.6					
		2.0					

(つづく)

60		1. 2. 1. 6	63	60	26	9. 1	60kg高張力鋼用、大電流域でアークの安定性が良くスパッタが少ない。溶着速度が速く、溶込みも深い。
70		1. 2. 1. 6	75. 4	62. 8	24	7. 8	70kg高張力鋼用、大電流域でアークの安定性が良くスパッタも少ない。
50		1. 2. 1. 6 2. 0	56	47	34	16. 4	JISYCW1 相当、大電流域での作業性が良く、アークの安定性良好で、スパッタも少ない。
60		1. 2. 1. 6	66	56	29	11. 3	60kg高張力鋼用、作業性等はKC-50同様優れた特性をもっている。
70		1. 2. 1. 6	74	65	26	13	70kg高張力鋼用、溶接構造物のMAG 溶接、大電流域でアークが安定し、スパッタも少ない。
26		1. 2. 1. 6 2. 0	57	47	30	14	JISYCW1 相当、大電流域でもアークが安定し、スパッタも少なく、溶着速度は速く、溶込みも深い。
28		0. 9, 1. 0 1. 2. 1. 6	56	46	29	12	JISYCW2 相当、溶接構造物の突合せ及び全姿勢すみ肉溶接、特に立向下進のすみ肉溶接が容易。

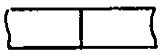

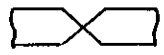

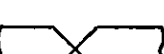


(つづく)

18		0.9, 1.0 1.2, 1.6	62	54	28	16	60kg高張力鋼用、薄肉構造物の全姿勢、アークが安定してスパッタも少ない。
60C		1.2, 1.6	67	58	26	10	60kg高張力鋼用、溶接構造物の突合せ及びすみ肉溶接、大電流域でもアークが安定し、スパッタも少ない。
70C		0.6, 1.0 1.2, 1.6	73	62	25	13	70kg高張力鋼用、大電流域でも、アークが安定し、スパッタも少ない。

5. 突合せ溶接継手

突合せ溶接時の溶接条件を示す。

表V-2-3-7 突合せ溶接条件(例)








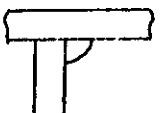

溶接姿勢	板厚(mm)	開先形状	ワイヤ径(mm)	電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	シールドガス流量(l/min)
下向	6		1.2	250~320	26~32	30~70	15~25
	6~50		1.2	240~340	26~36	20~80	
			1.6	300~450	28~43	20~60	
立向上進	6~50		1.2	120~200	18~24	5~60	
							
横向	6~50	 	1.2	180~280	22~30	20~40	

注：電圧は二次ケーブル、メーター等により差があるので参考値とする。

6. すみ肉溶接継手

すみ肉溶接時の溶接条件を示す。

表V-2-3-8 すみ肉溶接条件 (例)

溶接姿勢	脚長 (mm)	積層法	ワイヤ径 (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)
下向	4~10		1.2	250~340	26~34	15~80	15~25
	9~14						
水平	4~9		1.2	240~340	26~34	35~80	
	8~11						
	11~14						
立向上進	5~12		1.2	120~200	18~24	5~25	
	9~14						
上向	4~6		1.2	150~180	20~24	50~70	
	7~10						

注：電圧は二次ケーブル、メーター等により差があるので参考値とする。

7. 溶接継手の予熱温度

炭酸ガスアーク半自動溶接に於ける予熱温度は下表に準ずる。

表V-2-3-9 予熱温度

	拘束条件	$t < 12$	$12 \leq t < 25$	$25 \leq t < 50$	$t \geq 50$
SS41	拘束が小	予熱なし（雰囲気温度10℃以上）			50℃前後
	拘束が大				—
60kg鋼	拘束が小	予熱なし（雰囲気温度10℃以上）		25℃前後	50℃前後
	拘束が大	予熱なし（〃）	25℃前後	75℃前後	100℃前後

（注記）

- (1) 溶接鋼材表面に湿気があるものについては、溶接線上近辺に20℃±10℃の予熱を実施すること。
- (2) 予熱の範囲は溶接ワイヤを中心に片側50～100mmの範囲とすること。（板厚が厚くなるほど範囲を拡げる）
- (3) 予熱温度の測定位置は溶接線から横に30～50mm離れた範囲内で予熱温度を確認すること。
- (4) 上表以外の材料で高炭素当量の材質及び合金鋼を継手にする場合は、材料の溶接性又は炭素当量を考慮した予熱温度を適用し、IWS-441-16Aを参照のこと。
- (5) 仮付溶接又はトップ溶接の場合も上表に準ずる。

8. 溶接条件の選定

- (1) 通常、溶接条件とは、溶接電流、電圧、溶接速度、ガス流量、開先角度などをいうが、これらの条件が溶接結果においておよぼす影響を下記に示す。

表V-2-3-10 溶接条件

溶接条件	溶接金属の機械的性質	ビード断面の形状	アークの状態
アーク電圧	高くなると、 ①降伏点、引張強さが低くなる。 ②伸び、絞りが大きくなる。 ③衝撃値はあまり変わらない。 ④高すぎると、気孔が発生しやすくなる。	高くなると ①幅が広がる。 ②溶け込みが浅く、余盛が平たくなる。	高くなると ①アーク長が長くなる。 ②スパッタ粒度が大きくなる。
溶接電流	—————	大きくなると ①幅が大きくなる。 ②溶け込み、余盛が大きくなる。	大きくなると スパッタ粒度が小さくなる。
溶接速度	大きくなると ①降伏点、引張強さが大きくなる。 ②伸び、絞りが小さくなる。	大きくなると 幅が小さく、溶け込みが浅く余盛が平たくなる。 また、あまり大きすぎると、ビードがふぞろいになる。	—————
ガス流量	小さくなると 気孔が発生し、機械的性質が悪くなる。 ガス流量は最小15ℓ/minが限界で実際使用には20~25ℓ/minが適している。		小さくなると 沸騰状のアークになり、アーク音が異なる。
開先角度	大きくなると 機械的性質が向上する。 小さくなると 溶着金属の機械的性質が母材のそれに近づく。	大きくなると 幅、溶け込みが大きくなりビードが美しくなる。	大きくなると アークは安定しやすい。

9. CO₂ 溶接の欠陥の原因とその対策

表V-2-3-11 溶接欠陥

欠 陥	原 因	対 策
ピット ブローホール	①炭酸ガスが送られていない。 ②ガスシールドが不完全。 ③CO ₂ 中に水分が多い。 (純度の悪いガスを用いる) ④溶接部の汚れ(錆、油、ペンキ)がはなはだしい。 ⑤アーク長が長すぎる。 ⑥ワイヤの吸湿、錆 ⑦風が強く被泡効果が十分でない。 ⑧ノズルにスパッタが多量につきガスの流れが乱れる。	①ガスボンベを点検する。 ②ガスシールドを完全にする。 ③純度の高いIS 3種のCO ₂ を使用する。 ④溶接部の汚れを落とす。 ⑤アーク電圧を下げる。 ⑥正常なワイヤを用いる。 ⑦風をさえぎる。 ⑧ノズルについたスパッタを除去する。
アンダカット	①アーク電圧が高すぎる。 ②溶接速度が速すぎる。 ③溶接電流が高すぎる。 ④ねらい位置が悪い。	①適正電圧にする。(アーク長を短くする) ②スラグがついてくる程度に遅くする。 ③適正電流にする。 ④ねらい位置を変える。
オーバーラップ	①溶接電流に対して電圧が低い。 ②溶接速度が遅い。 ③ねらい位置が悪い。	①アーク電圧を高くする。 ②溶接速度を速くする。 ③ねらい位置を変える。
割 れ	(1) 溶接条件の不適合 ①電流が高く電圧が低い。 ②溶接速度が速い。 (2) 開先角度が小さすぎる。 (3) 母材の炭素、その他の合金元素の含有量が高い(熱影響部の割れ) (4) 純度の悪いガス(水分が多い)を用いる。 (5) クレータでアークを急に切る。	(1) 適正条件にする。 ①電圧を高くする。 ②速度を遅くする。 (2) 開先角度を大きくする。 (3) 予熱を施す。 (4) 溶接用ガスを用いる。 (5) クレータ処理する。(溶着金属を盛りあげる。)
ビード外観不良	①電圧が高すぎる。 ②運棒速度が速すぎる。 ③母材が過熱している。 ④運棒速度にむらがある。	①適正電圧にする。 ②運棒速度を適正にする。 ③層間速度を低くする。 ④一定の速度で運棒する
スパッタが多い	①アーク電圧が高すぎる。 ②溶接電流が低すぎる。	①適正電圧にする。 ②適正電流にする。
アーク不安定	①コンタクトチップの孔が大きすぎる。 ②ワイヤが連続して送らない。 ③フィードローラの締すぎ又はゆるみ ④ワイヤリールの回転が円滑でない。 ⑤溶接電源の一次電圧が過度に変動する。 ⑥ワイヤの錆	(1) 適正な孔径のチップに取り換える。 (2) ①コンジット、ワイヤガイドチューブを清掃する。 ②コンジットの屈曲を少なくする。 (3) 適正な締付けにする。 (4) 円滑に動くよう調節する。 (5) 受電設備を大きくする。 (6) 錆ていないワイヤを用いる。
ワイヤと チップの融着	①チップの母材間が短すぎる。 ②ワイヤの送りが急に止まる。	①適正な長さにする。 ②送りをなめらかにする。

2-4 機械加工技術

一般に工場近代化というと設備の近代化を考えがちだが、いかに設備を近代化してもその設備のもっている機能を最大限に発揮させ、経済的・効果的に使用する力、所謂基礎的な工作技術の能力を保有していなければ、近代化は達成されない。地道な切削技術の現場的改善や実践的経験の積み重ねを、論理的に整理することが必要になってくる。丹東工程液圧機械廠は、機械加工の自動化に向って、数値制御機械の導入・拡大を計画している。本報告書でもマシニングセンタ等の導入を提案した。これら自動制御機械を効率的に稼働させる工作技術について、以下の提案を行う。

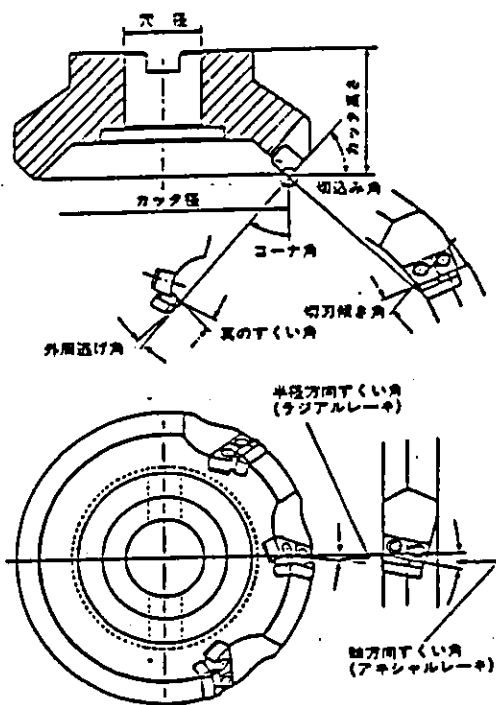
2-4-1 スローアウェイチップの導入

自製した刃具を、作業個々に再研削する不具合は先に述べた。品質を向上し、安定化させる為には、スローアウェイ化は避けて通れない課題である。スローアウェイ化の利点としては、

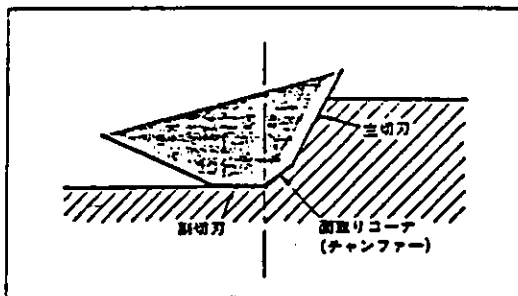
- a) チップの刃高さが一定となる。
- b) チップ切損によるチップ交換の時間が短く、又再研削の必要がない。
- c) チップ交換の取付精度が良く、中仕上では再測定が必要がない。
- d) 加工品質が安定する。
- e) 切削条件の標準化が容易である。
- f) 稼働率の向上が計れる。

等が上げられる。

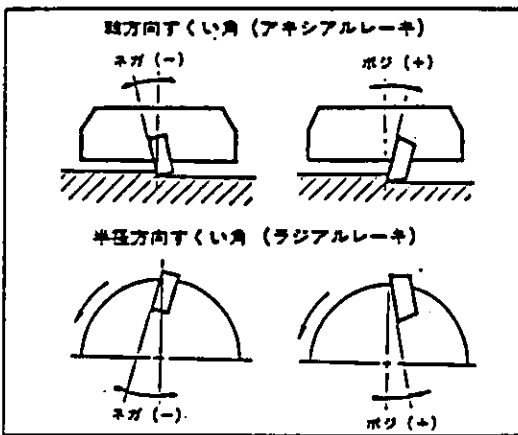
丹東工程液圧機械廠でも、工作機械の自動化にともない、ぜひとも実施すべき近代化である。図V-2-4-1にスローアウェイ正面フライスカッターを示し、表V-2-4-2、及び表V-2-4-3に切削条件を示す。



●A部詳細



●作用すくい角



図V-2-4-1 スローアウェイ正面フライスカッターの一例

表V-2-4-2 正面フライスカッターの切削速度

切削速度 (m/min)

工作物の材料	フライス 材質	超硬合金		高速度鋼	
		荒削り	仕上削り	荒削り	仕上削り
炭素鋼	抗張力50kg/mm ² 以下	80~150	120 200	16~25	25~40
	50~70	50~120	80~180	15~20	20~30
	70~100	30~80	50~140	10~18	15~20
鑄鉄	HB 200 まで	60~100	80~120	15~25	25~40
	250 まで	50~70	70~100	12~18	22~30
	250 以上	30~50	50~80	10~13	15~20

表V-2-4-3 正面フライスカッターの1刃当りの送り

フライス1刃当りの送り〔mm/1刃〕 H:高速度鋼, C:超硬合金

工 作 物	材 質	正面 フライス		平 フライス		側 フライス		エンドミル		総形 フライス		メタルソー	
		H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
炭 素 鋼	抗張力50kg/mm ² 以下	0.30	0.40	0.25	0.32	0.18	0.23	0.15	0.20	0.10	0.13	0.08	0.10
	50~70	0.25	0.35	0.20	0.28	0.15	0.20	0.13	0.18	0.08	0.10	0.08	0.10
	70~100	0.20	0.30	0.15	0.24	0.12	0.17	0.10	0.16	0.04	0.07	0.06	0.08
鑄 鉄	HB 200 まで	0.40	0.50	0.32	0.40	0.23	0.30	0.20	0.25	0.13	0.15	0.10	0.13
	250 まで	0.32	0.40	0.25	0.32	0.18	0.25	0.18	0.20	0.10	0.13	0.08	0.10
	250 以上	0.28	0.30	0.20	0.25	0.15	0.18	0.15	0.15	0.08	0.10	0.08	0.08

次に、参考までにスローアウェイバイトの経済性についての資料を示す。

スローアウェイ工具が多く使われるようになったのは特長を総合して経済的に有利であるからにほかならない。

スローアウェイバイトと従来のロウ付けバイトの工具費、加工費について比較する。

ロウ付けバイトの1切刃当りの費用C_bは

$$C_b = \frac{B + R_c \cdot n}{1 + n}$$

B : ロウ付けバイトの購入 (円/本)

n : ロウ付けバイトの再研削回数

R_c : 1回当りの再研削費 (円/本)

スローアウェイバイトの1刃当りの費用 C_T は

$$C_T = \frac{H + a \cdot N + A}{Z \cdot N}$$

a : スローアウェイチップの購入価格

A : ホルダ廃却までに要する部品費用

H : スローアウェイバイトホルダの購入価格 (円/本)

N : ホルダ廃却までに取り替えられるチップ数

Z : スローアウェイチップの切刃コーナー数

表V-2-4-4 計算上の前提条件

スローアウェイ バイトホルダの 平均寿命	ロウ付けバイト の再研削回数	再研削に付随す る時間	ハンドホーニン グ・チップブレ ーカ研削	再研削の工数単 価
400切刃物	12回	5分	共に 0.5分	800円/時間

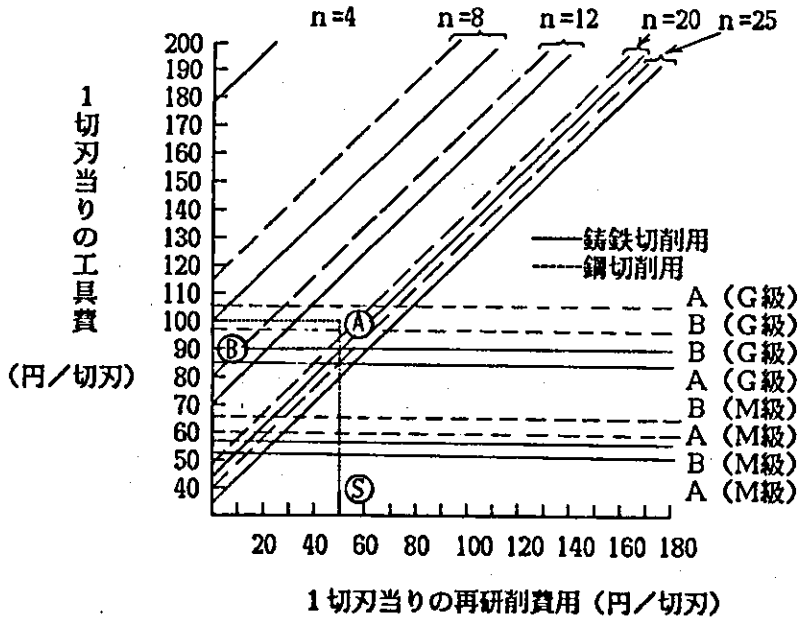
前提条件の表V-2-4-4を基礎に代表的なJIS 31-3、33-4について比較すると、表V-2-4-6のようになる。この表から、スローアウェイ工具はイニシャルコストは高いが、実際の費用はロウ付けバイトに比較し、最高で68%、M級チップを使用すればなんと35%の費用しか掛らないことがわかる。また、図V-2-4-5は再研削回数、再研削費と工具費の関係をグラフで表したものである。

図のみかたは①1切刃当りの再研削費をユーザーの実状にそって決め（この場合は50円/切刃として⑤）そこから縦軸と平行に線を引く。②使用バイトの再研削回数を設定（鋳鉄用として $n=16$ とした）し、その交差を④とする。

③④より横軸に平行に引いた線と縦軸（1切刃当りの工具費の線）との交点を⑥とする。

(100円/切刃)

スローアウェイバイトでは、1切刃の工具費は一定ですから、横軸に平行な線となる。したがってこの平行線より上にある部分ではスローアウェイバイトが有利であり、下にある部分ではロウ付けバイトが有利な範囲となる。



図V-2-4-5 再研削費と工具費の関係 (31-3バイト)

■工具費

ロウ付けバイトの1切刃当りの費用 C_r とスローアウェイバイトの1切刃当りの費用 C_T の比較

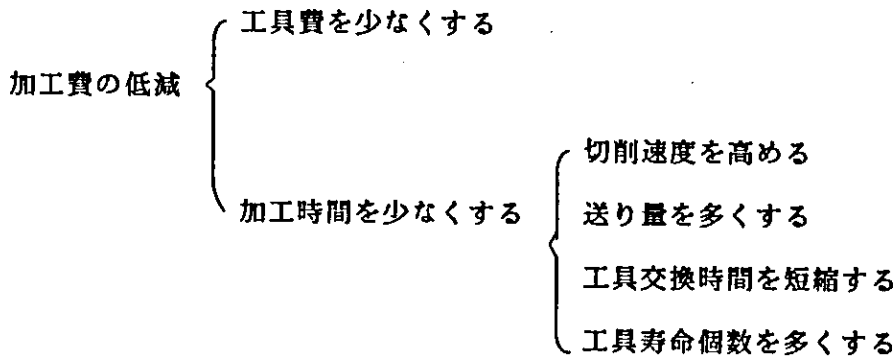
図V-2-4-6 ロウ付けバイトに対するスローアウェイバイトの工具比率

種類	被削材		JIS 31-3 相当				JIS 33-4 相当			
			鑄鉄		鋼		鑄鉄		鋼	
	工具費	比率	工具費	比率	工具費	比率	工具費	比率		
ロウ付けバイト			130	1	153	1	168	1	194	1
スローアウェイバイト	A バイト	G級	84	0.65	104	0.68	91	0.54	112	0.58
		M級	54	0.42	60	0.39	59	0.35	67	0.35
	B バイト	G級	89	0.68	95	0.62	96	0.57	104	0.54
		M級	59	0.45	64	0.42	65	1.39	70	0.36

(但し、鋼切削用にはチップブレーカがついている状態です)

■加工費

いかに工具費が低減されても、加工費が少なくなければ有利であるとはいえない。スローアウェイ工具の本当の目的は、工具費の低減もその一つだが、それ以上に工具交換に要する段取り費の削減や複雑な工程も合理的なツールレイアウトによって生産を高めることができるからである。

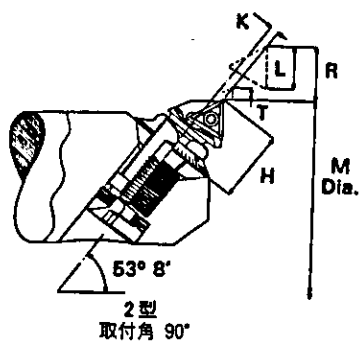


2-4-2 その他の技術的改善

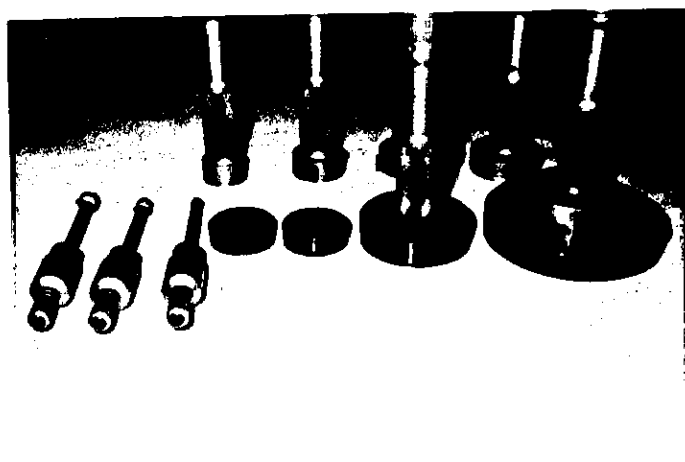
加工効率を向上するには、機械を自動化して複数台持ちを進めることと、適性機械と適性工具を使って機械の稼働率を上げることである。丹東工程液圧機械廠を調査した結果、下記の如く改善の提案をする。

- 1) 製品別機械配置をした場合、次工程への部品移動には、出来るかぎり腰の高さにしたコンベアを使用する。
- 2) 鋼板プレス製油圧タンク本体のフランジ面加工は、ターニング加工から横中割盤加工へ工程を変更する。
- 3) ラジアルボール盤の旋回性を利用し、定盤を追加する事で1台の機械で2つの段取りを可能にし、段取り削減を計る。
- 4) ボール盤作業に多軸アタッチメントを導入する。
- 5) 新しい工具、測定具を出来るだけ試験して導入する。

- ① マイクロボーリング…………… ボーリング加工寸法を μm 単位で容易に調整出来るボーリングバー。(図V-2-4-7参照)
- ② ホールテスト…………… 3点測点式の内測マイクロメーター。2点式の測定器に比較して使いやすく、安定した値が得られ、測定に熟練を要さない。(図V-2-4-8参照)



図V-2-4-7 マイクロカット式ボーリングバーの一例



図V-2-4-8 ホールテストの一例

2-5 流れ生産技術

製品の加工や組立について分業化をする場合、次の3つの方式がある。

1) 作業台方式

ひとりの作業員又は小人数のグループが、ひとつの製品を最初から完成するまでを、一貫して受け持つ方式である。次の特徴がある。

- 作業工程全体に通じた熟練者を必要とし、分業による単純化・専門化の利点や機械化による合理化効果を期待出来ない。
- 作業員は製品全体ができあがるまでを受けもつので、達成感からくるモラルの向上を期待出来る。

2) 機能別分業方式

製造工程を作業内容の類似性によって分類し、それぞれを専門化して分業する方式である。次の特徴がある。

- 専門化・単能化によって機械化が容易になり、高度の技術レベルへ習熟することが容易である。
- 生産準備及び工程管理業務が増加し、工程間の運搬作業が発生する。

3) ライン作業方式（流れ作業方式）

作業を細分化し、作業員は特定製品の特定作業だけを行う。製品はそのラインで工程順に加工、組立てられて、順次送られて完成品となる。多量生産の場合には、コンベアという道具を使った生産体制が理想的な形であるとされてきた。作業の近代化というコンベア生産方式の導入によって、生産性を大幅に向上させ、成功した生産工場は少なくない。これらの生産性向上と品質向上の要素となったものは、次の8項目が主たるものである。

① 工程管理の徹底

仕事の流れが、見通しのしやすい一本道だから、いろいろの遅れがはっきりするので、早期発見、予防、回復などがしやすい。

② 分業化、専門化

分業しやすく、作業が単純化でき、専用機械工具を考案し、使用しやすい。

③ 間接時間の除去

作業者が作業位置を離れないようになっているので、作業者の間接作業が少なく
なり、実質的稼働率が上る。

④ 仕掛り減少

生産総時間、すなわち仕掛時間が短いので、仕掛品が少ない。

⑤ 工程管理事務の簡素化

工程が単純化し、見通し管理ができ、伝票類が少なくてすむ。

⑥ 品質管理の徹底

工程が確定するので、検査回数が少なくてすみ、品質管理が徹底しやすい。

⑦ 訓練の容易化

作業が単純化できるので、作業の訓練がしやすく、新人や未熟練者でも早く一人
前にすることが出来る。

⑧ 作業面積の集中

工程や設備が集中し、運搬や所要面積が小さくなる。

以上の3つの作業方式の中で、丹東工程液圧機械廠では、組立関係を1)作業台方式、
機械加工関係を、2)機能別分業方式で行っている。1995年に60,500ユニットを生産す
る、第8期5ヶ年計画に向けて、生産能率が高く、工程管理として最も総合化された
形態であるといわれる、3)ライン作業方式（流れ作業方式）について以下に述べる。

2-5-1 流れ作業の形式と特徴

流れ作業にはいろいろの分類法があり、流れの同期性をベースとして“完全流れ作業”
と“不完全流れ作業”がある。又、形態的な分類としては、使用されるコンベアの形式
を中心にしたものが一般的である。表V-2-5-1に、流れ作業の形式を示す。

1) コンベア式

動力コンベアを使うもので、流れ作業の代表的形式である。動いているコンベア上
で作業を行うものをb. 移動中作業（流動加工）といい、コンベアから品物を取り、作
業台上で静止中に作業させるものをa. 静止作業という。

2) タクト式

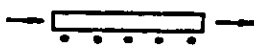

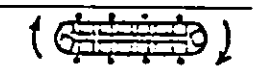
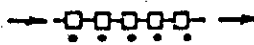
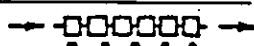



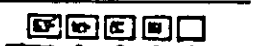



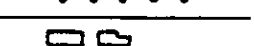
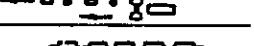

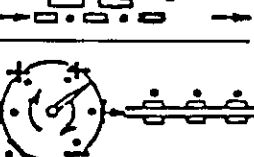
間欠（移動）式ともいわれ、作業が1サイクル終ると、全工程の品物が一斉に1ピッチ送られるものである。これは、品物が動くので、物進式と呼ばれるが、品物が止っていて作業者が移動する方法もあり、人進式と呼ばれている。

3) 手送り式

強制的な送りが行われず、作業者がローラーやシュート、作業台・補助台を使って手送りするものである。

表V-2-5-1 流れ作業の形式 [・印は作業者]

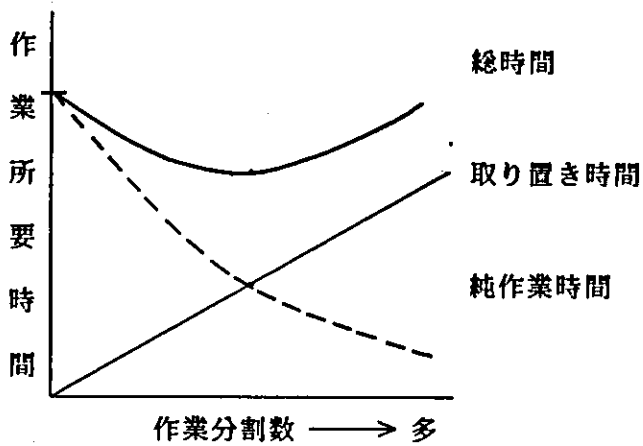
形式	運搬方式		略図		
(1) 静止作業 コンベヤ式	a	ベルト・コンベヤ	① 連続作業台つきベルト・コンベヤ		
		コンベヤ	② わん曲作業台つき	"	
			③ 単独作業台つき	"	
	スラット・コンベヤ		④ 連続作業台つきスラット・コンベヤ	"	
		⑤ わん曲作業台つき	"		
		⑥ 単独作業台つき	"		
	パレット・コンベヤ	⑦ 連続作業台つきパレット・コンベヤ	"		
		⑧ わん曲作業台つき	"		
		⑨ 単独作業台つき	"		
	トロリ・コンベヤ	⑩ 連続作業台つきトロリ・コンベヤ	"		
		⑪ わん曲作業台つき	"		
		⑫ 単独作業台つき	"		
	b. 移動中作業		⑬ 作業台なしベルト・コンベヤ		
			⑭ " スラット・コンベヤ		
			⑮ " パレット・コンベヤ		
			⑯ " トロリ・コンベヤ		
			⑰ " トウイング・コンベヤ		
			⑱ " ライン・コンベヤ		
			⑲ " ターン・コンベヤ		

② タ ク ト 式	c. 物 進 式	㊦ 作業台なしベルト・コンベヤ	
		21 " スラット・コンベヤ	
		22 " パレット・コンベヤ	
		23 " トロリ・コンベヤ	
		24 " トウイング・コンベヤ	
		25 " ライン・コンベヤ	
	26 " ターン・コンベヤ		
	d. 人 進 式	27 ドリ ー	
		28 パレット、スキッド	
		29 床 お き	
(3) 手 送 り 式	30 作業台なしローラ・ホイール・コンベヤ		
	31 作業台上手送り		
	32 補助台上手送り		
	33 ドリ ー (床面、レール上)		
	34 シュ ー ト		
	35 クレーン、ホイスト類		
	36 車 両 類	省 略	

2-5-2 流れ作業の使い方、考え方

1) 流動加工

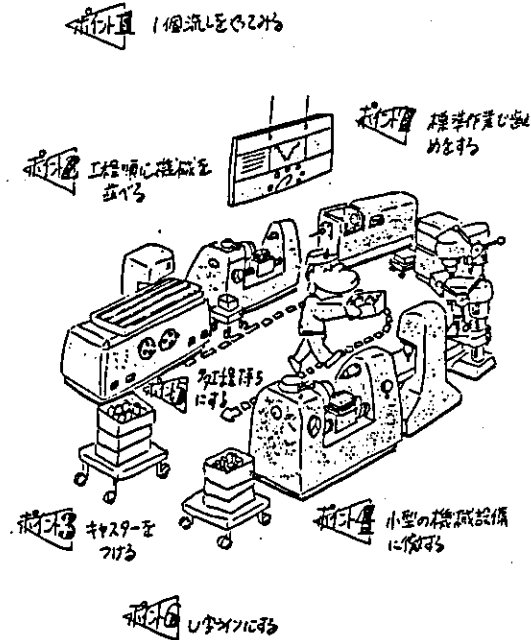
流動加工（移動中作業）は、コンベヤへの取り置き時間損失を防ぐ方法である。図V-2-5-2に示すように、作業の分業細分化が進みすぎると、 Δ 静止作業では、取り置き時間の増加により、一定の分割数以上は、総時間が下がらず増加に転じるのが早いことから、その対策としてコンベヤに載せたまま作業する方式が考えられた。



図V-2-5-2 分業の効果

2) U字流れ作業

工程数の割合で全長が長くなりやすい直線流れの欠点を防ぐのがU字ラインである。図V-2-5-3にU字流れ作業の概念図を示す。



図V-2-5-3 U字流れ作業

3) ラインへの供給

流れ作業の組立ラインで、部品を供給する方法として大別すると以下の2種類になる。

① ライン・サイド・チャージ

それぞれの部品を使う工程の所のラインの横に置く方式であって、パレットや箱で置いたり、棚に入れたりする。

② マーシャリング

1台分の部品をそろえて、生産ラインのはじめに、箱などでまとめて、コンベヤ上に供給する方式である。

2-5-3 流れ作業の編成

1) ピッチ・タイムの決め方

流れ作業においては、各工程の作業時間が不均一であっても、結局は一番時間のかかる工程が基準となる。この時間をピッチ・タイムという。そこで、日産数量を基準とした、目標としてのピッチ・タイムの算定式を示す。

$$P = \frac{t_d}{n_d}$$

P : ピッチ・タイム
 t_d : 1日の正味稼働時間
 n_d : 日産数量

ここで、流れ作業ラインで、1日どれだけ生産が止るかという、所謂ラインストップ時間を加味する必要がある。ラインストップの原因としては、次のようなものがある。

- ① 作業者の離席、供給の断絶、品質の不適。
- ② 朝、休憩終了直後のスタートの遅れ。
- ③ 準備や段取り替え。
- ④ いろいろの事故

よって、1日の正味稼働時間は、次式のようになる。

$$t_d = \text{職場稼働時間 (休憩を除いた時間)} - \text{ラインストップ時間}$$

又、不良品の出る割合を日産数量について修正すると、次式のようになる。

$$n_d = \text{日産数量} \div (1 - \text{不良率})$$

以上のことからピッチ・タイムの算定式を示すと、次式のようになる。

$$P = \frac{\text{職場稼働時間} - \text{ラインストップ時間}}{\text{日産数量} \div (1 - \text{不良率})}$$

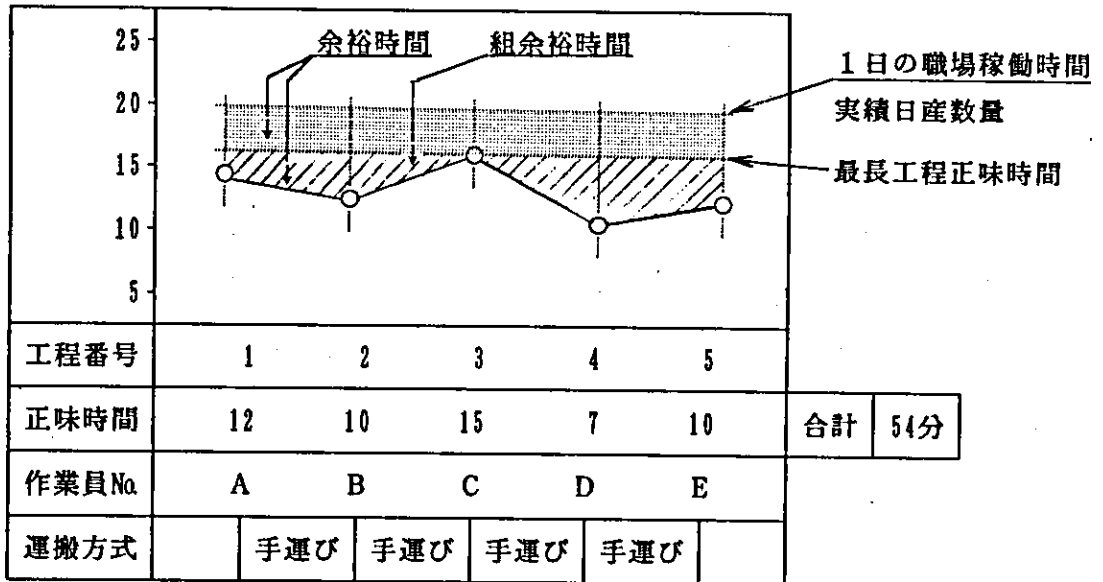
ここで、先の述べた連続移動式とタクト式のピッチ・タイムの差を示す。

- 連続移動式ピッチ・タイム $P \geq t_{max}$ (t_{max} : 最長工程時間)
- タクト式ピッチ・タイム $P \geq t_{max} + t_r$ (t_r : 1工程移動時間)

タクト式では、上式のように移動時間だけのロスがある。

2) ピッチ・ダイヤグラムの書き方

各分業の時間を並べて比較する図表をピッチ・ダイヤグラムという。図V-2-5-4にピッチ・ダイヤグラムの一例を示す。



図V-2-5-4 ピッチ・ダイヤグラムの一例

ここで、斜線部のうち組余裕時間（バランス・ロス・タイム）について以下に示す。
この時間の正味時間の合計に対する比率を組余裕率という。

$$A_c = \frac{n \cdot t_{max} - \sum t_n}{\sum t_n}$$

A_c : 組余裕率
 n : 工程数
 $\sum t_n$: 工程別の正味時間の合計
 t_{max} : 最長工程時間

上図について $A_c = \frac{5 \times 15 - 54}{54} = 0.39$ となる。

3) ピッチ・ダイヤグラムの検討と改善

前述した組余裕率（バランス・ロス率）を出来るだけ低くすることが、流れ作業をスムーズに行わせるのに必要である。一般的に検討しなければならないことは次の点である。

- ① ライン工程内、ユニット工程内でもっとも時間を多く必要とするネック工程を対象に、その時間短縮の為の改善を考える。たとえば、設備・治工具の改良や手作業の機械化などがある。又、作業・動作分析等の“作業研究”を通じて作業上のロスがないかを調べる事が重要である。
- ② 要素作業の組合せや作業分担を変える等、ネック工程の作業で分割できるものは

他の工程へ移す。

- ③ リリーフマンを置く。たえずどこかの工程が追われたり、トイレ交代やその他のトラブルに対応する為、ライン全体にそのつど応援のできるリリーフマンを置く。
- ④ ライン作業として持ち込む作業を再検討する。ライン作業の中に、その一部をサブ組立に移した方がラインのバランスが良くなる場合があるか、又、逆にサブ組立での作業をライン作業内に取り込んだ方が良くなる場合があるかを考える。

いずれにしても、この検討と改善はライン編成が出来あがった後も、継続して実施されるべきものである。この日々の努力がないかぎり、レベルの低い安定状態になってしまう。

2-6 作業研究

前に述べた流れ生産技術の中でふれた“作業研究”について、以下に述べる。

2-6-1 工程分析

現場で製品を作る場合、材料が現場にはいつてから完成品となって出荷されるまでの過程は、その間に何台かの機械装置にかかり、何人かの作業者の手をへて、段階的に完成品として変化していく「流れ」としてとらえることができる。

この流れを工程といい、よりよい製品を、確実に、速く、安く、楽に作るために、工程の改善をたえず考えねばならない。工程の改善をよりの確に行うためには、工程の現状を正しくとらえ、そこから問題点や改善の着眼をうまく引き出していくことが大切である。

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

(1) 工程とは

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

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

これらを特に区別すると次のようになる。

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

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

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

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

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

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

これら四つの工程を表V-2-6-1の図示記号で示すことによって、工程の流れを分類し、図表化することができる。

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

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


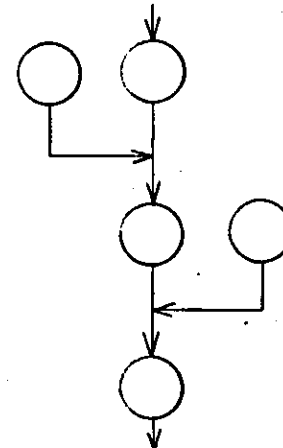
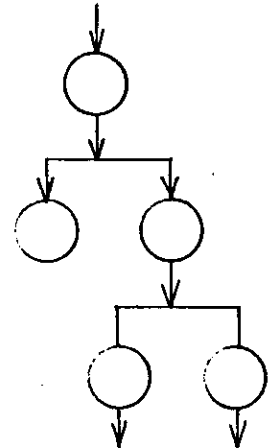
基本的には、表V-2-6-2の「工程の流れの形」に示すように、単一型、組立型、

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

表V-2-6-1 工程の内容と図示記号

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

表V-2-6-2 工程の流れの形

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

(2) 工程分析とは

現場で製品をより確実に安く、速く、楽に作るには

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

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

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

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

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

(3) 工程分析のねらいと用途

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

1) 工程の現状の概略を知る

- ① 工程の流れを順序だてて把握する。
- ② 工程の前後関係を明らかにする。
- ③ 各工程のおおよその時間を知る。
- ④ 工程のバランス状態を見る。

2) 工程の問題点を見つけることができる

- ① ムダな工程を見つける。
- ② 工数が多いなど、問題となる工程を見つける。

③ 停滞や手待ちなどのあそびを見つける。

以上のねらいから、次のような用途が考えられる。

① 工程の流れをよくするための問題工程を発見する場合に活用できる。

② 問題工程を詳細に分析し、改善するための基礎資料として活用できる。

③ 工程改善や作業改善を報告するときに、工程系列全体を図表でわかりやすく、共通の言葉で説明する場合に活用できる。

などを挙げるができる。

(4) 工程分析の種類

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

1) 製品工程分析

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

2) 作業員工程分析

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

3) 組合せ作業分析

作業員と機械、あるいは複数の作業員の共同作業について、お互いの時間関係を知る時に用いる手法である。

これら三つの手法を分析の目的や工程の状態により、うまく使い分け、必要な情報や有効な結果に結びつけていくことが大切である。それには、適切な手法の選び方を身につけておく必要があり、表V-2-6-3は、各手法の目的、利点、欠点をまとめたものであり、適切な手法を選ぶための参考となる。

表V-2-6-3 工程分析の種類と特徴

手 法	製 品 工 程 分 析	作 業 者 工 程 分 析	組 合 せ 作 業 分 析
目 的	製品の流れを知る。	作業者の仕事の流れを知る。	人と機械、人と人の時間関係を知る。
工程の特徴	・何人かの作業員、何台かの機械によって、同じ製品が次々と造られている場合。	・一人の作業員が場所を変えながら、いくつかの製品や機械を扱っている場合。	・一人の作業員が何台かの機械を取り扱っている場合。 ・何人かの作業員が共同で一つの仕事をやっている場合。
利 点	・物が流れている場合はどのような工程でも分析できる。 ・管理工程図を参考にすると簡単に分析できる。	・作業員のムダな動きを簡単に見つけることができる。 ・作業員自身が作業方法を改善するのに有効。	・互いの時間関係から、あそび時間が簡単にわかる。 ・人や機械の稼働状態を図表で知ることができる。
欠 点	・作業員の行動がわからない。	・作業員により、分析結果の異なることがある。 ・実際に作業員を追って観察しなければならない。	・互いに時間関係がない場合は分析しても意味がない。 ・ある程度正確な時間値を求める必要がある。

(5) 工程分析を行う際の注意事項

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

1) 分析する対象をまちがえないようにする

分析する場合、その対象を「製品」にするか「作業員」にするかは最初から明確にしておく必要がある。最初「モノ」中心で分析しているうちに「ヒト」の分

析を混入してしまうことがよくあるので注意しなければならない。

- 2) 分析を確実にやり、改善活動に結びつけるために、分析の目的を決めておく
分析の目的を具体的に決めると、分析の要点、調査項目が明確になり、確実に、要領よく、分析できる。ただ何となく分析を行っても、改善のアイデアは出てこない。
- 3) 分析のもれがないように、最初に分析の範囲を決めておく
分析をどこからどこまで行うか、その範囲をあらかじめ決めておく必要がある。分析する範囲は、工程系列の一部であるから、分析のもれや、分析後の混乱をさけるために工程の始めと終わりをはっきりさせておくことが大切である。
- 4) 実際に作業場で作業者と一緒に考えながら分析する
自分一人で分析したり、実際の作業を見ないで分析したりすると、抜けや間違いをおかし、またよい改善のヒントも生まれにくい。作業者と一緒に考え、作業者の意見を聞きながら分析することが大切である。QCサークル活動を通じて分析を行うことも一つの方法である。
- 5) 工程の流れが変化する場合、最も基本的な生産の流れに基づいて分析する
生産予定量の変化や至急品の割り込みなどにより、工程の流れが変わる場合、どのように分析してよいか迷うことがある。このような場合は、基本の流れについて分析を行い、工程の流れが変化する点は参考として記録しておき、しばしば流れが変わる場合は、各々の場合ごとに分析をする。
- 6) 分析中に改善のアイデアを考えておく
工程分析では、分析結果から改善提案を導くよりも、分析の過程で改善のアイデアを出していく方が効果的である。分析中にたえず5W1H質問法やチェックリストにより各工程をチェックし、問題点や改善着眼点を記録しておくことが大切である。
- 7) 改善案を出す場合は、工程の流れ全体の改善からまず考える
改善を行う場合、でてきた問題点について、手あたりしだいに改善を考えるよりも、工程全体の改善ができないかをまず考え、次に詳細な分析をすることが大切である。たとえば、10mの運搬を改善する場合、全体を考えてレイアウトを変更することによって、その運搬をゼロにできることがある。
運搬だけ改善すると、その改善がムダになることがある。

2-6-2 製品工程分析

(1) 製品工程分析とは

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




分析に用いる記号は表V-2-6-4「製品工程分析図示記号」のように定められている。工程はすべてこの四つの記号で表すが、工程の担当部署を区別したり、途中の工程を省略したいときなどは、表V-2-6-5「補助図示記号」を用いる。

以上に述べた記号は基本記号であり、さらに詳しく調べるには表V-2-6-6「工程図示詳細記号」を使う。

表V-2-6-4 製品工程分析図示記号 (JIS Z 8206)

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

表V-2-6-5 補助図示記号 (JIS Z 8206)

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

表V-2-6-6 工程図示詳細記号

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

注) ○□◇のうちいずれ2つ以上が同時に行われる場合には記号を重ねて書く。

これを複合記号という、主になるほうを外側にする。

(2) 製品工程分析のねらいと用途

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

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

また、次のような用途が考えられる。

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

(3) 製品工程分析のやり方

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

1) やり方の手順一覧表

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

手順10 結果を整理し、総括表を作成する。

手順11 流れ線図を作成する。

手順12 分析結果を検討し、改善案を立案する。

2) 製品工程分析の具体的手順

手順1 分析する目的を決める。

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

たとえば

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

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

手順2 工程の範囲を決める。

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

手順3 分析対象となる製品を決める。

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

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

手順4 分析の日程計画をたてる。

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

手順5 予備調査をする。

間違いなく、しかも要領よく分析するには、予備調査が必要である。調査では表V-2-6-7に示す資料を準備し、工程や製品の知識を再確認する。よく知っているからといって、予備調査を行わなければ、有効な分析はできない。このような情報収集活動が現場のIE活動では重要なのである。

表V-2-6-7 予備調査準備資料

項目	資	料
方 法	◎製造規格	◎製造法規格 ・作業指導書
製 品	・設計図	・検査基準
材 料	・材料基準	
設 備	◎配置図	・設備一覧表
生 産	・生産予定表	

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

手順6 分析の準備をする。

用 具

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

資 料

- ① 予備調査資料
- ② 工程分析チェックリスト

手順7 分析用紙に必要事項を記入する。

分析にはいる前にまずわかっている事項を分析用紙に記入

- ① 工程系列名……工程系列全体を示す名称
- ② 分析範囲……分析の始めの工程と終わりの工程
- ③ 製品名……工程に流れている製品の名称
- ④ 分析対象……製品工程分析と作業工程分析の区別
- ⑤ 氏 名……分析者名
- ⑥ 所 属……工場、課名、グループ名
- ⑦ 年 月 日……分析した年月日

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

手順8 工程の内容を調べ4種に分類する。

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

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

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

手順9 調査事項を各項目の欄に記入する。

工程の分析ができたら、次に各工程についての時間、数量、運搬距離、

設備などを調査する。調査項目は、表V-2-6-8「製品工程分析調査項目」の通りだが、必ずしも全部調査する必要はない。分析の目的や精度などにより、必要なものを選びだして調査する。調査は、分析範囲内のすべての工程を分類した後でも、手順8と同時に進めてもかまわない。

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

表V-2-6-8 製品工程分析調査項目

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

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

手順10 結果を整理し、総括表を作成する。

一通り分析が終われば、「分析もれ」「まちがい」がないか、もう一度工程の順をおって確認し、必要に応じて補足調査をする。確認が終われば、工程数、時間、距離などの合計を求め、総括表を作成する。総括表は、各工程の回数や時間の比率から大まかな問題点を見つけたり、改善案との比

較を行うために必要となる。必ず総括表を作成する。

手順11 流れ線図を作成する。

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

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

などの問題点が明らかになってくる。

流れ線図を書く場合、運搬の方向をはっきりさせるために必ず運搬記号→にするか、線に矢印をつける必要がある。

手順12 分析結果を検討し、改善案を立案する。

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