

#### 4-1-2 鑄造第二分廠機械造型用生型砂

##### 1) 現 状

砂混練機： 500kg/Batch × 2台

砂混練材料配合基準及び混練砂特性管理基準とその実績を表IV-24、表IV-25に示す。

表IV-24 砂混練材料配合基準

単位 (%)

項目 対象	回収砂	新砂	心け付	石炭粉	水分	全ベント ナイト量
主型	100	(5~10)	5~6	5~6	4~4.5	≤16

(注) ・回収砂は通常 100%とし、時々新砂を 5~10%添加している。  
 ・ベントナイトは活性(有効)ベントナイト量を示しCa系である。  
 ・砂混練時の追加ベントナイト量は 0.5~1.0%である。

表IV-25 混練砂特性管理基準と実績

	管理基準	実績
湿態抗圧力 kg/cm <sup>2</sup>	0.55~0.65	0.60~0.63
湿態通気度 AFS	≥60	90~105
水分 %	4~4.5	4.1~4.4

##### 2) 問題点

a) 炭素質材料として石炭粉を添加しているが、配合基準が 5~6%と多い。

あまり多量に添加するとクッション材としての働きは期待できるが、造型ラインの中で比較的大きな製品を作る際に溶湯の圧力により、鑄型が変形し、寸法不良の原因になったり、燃焼ガス発生量が増加して、ガス欠陥誘発の原因となる。

b) 全ベントナイト量、活性ベントナイト量を計量していない。不活性ベントナイト分が蓄積すると砂の耐火度及び表面安定度が劣化して、焼着きや砂咬みの原因となる。

また、微粉の増加により水分添加量が必然的に増えることとなり、ガス欠陥の原因となる。

c) 混練砂特性管理基準の通気度について、基準の $\geq 60$ に対して実績が90～105となっており、沈陽鑄造廠に於ける鑄造品サイズに対しては、この数値は若干大きいと考える。通気度が高いとガス欠陥には好ましいが、溶湯のさし込みとか鑄肌荒れが発生しやすい。

d) IV 2-1-2 機械造型用生型砂で述べたが、硅砂の $\text{SiO}_2$ が63%と低く、焼着きの発生しやすい砂である。

e) 配合材料が計量管理されておらず、人の経験と感によって材料が配合されているため混練バッチ毎に配合成分が不均一である。

### 3) 対 策

a) 炭素質材料の石炭粉の配合量を2～3%程度に下げる。またすくわれ性の欠陥に対しては、でん粉質を添加することが望ましい。特にコーンスターチは、加熱されると $\alpha$ 化、デキストリン化して粘結力が増すので生型砂の高温特性が向上する。添加量は生型砂中に0.5～1.5%保有するような配合とする。

b) 通気度の管理基準 $\geq 60$ に対して、実績値を60～80程度に管理することが望ましい。鑄肌が緻密となり、焼着欠陥も減少する。但し、a) 項で述べた石炭粉の配合変更とともに、砂の粒度分布調整（中子砂も含む）及び鑄造方案として、主型のガス抜き揚がりの増設等を同時に実施する必要がある。

c) 全ベントナイト量と活性ベントナイト量を最低、週に1回は計量する必要がある。回収砂の老化を防止するため余分に蓄積した砂中の不純物を低減するとともに、配合材料を計量管理（機械装置管理）し、混練砂の特性を均一化することが必要である。

そうすることにより、砂に起因する鑄造欠陥の原因を早く見極めることができ、不良の低減につながる。

e) 原料砂の $\text{SiO}_2$ 分が低く、焼着きの発生しやすい砂であると言える。この件については、IV 2-1-2 原料砂の現状と問題点で述べた通り、 $\text{SiO}_2$ 分が最低でも85%を有する砂に置き換えるか、 $\text{SiO}_2$ 分の高い砂と混合して、原料砂の高品質化をはかる必要がある。

4-1-3 鑄造第二分廠、手込め造型用生型砂

1) 現 状

砂混練機容量： 500kg/Batch × 2台

砂混練材料配合基準及び混練砂特性管理基準とその実績を表IV-26、表IV-27に示す。

表IV-26 砂混練材料配合基準

単位 (%)

項目 対象	回収砂	新砂	ベントナイト	石炭粉	水分	全ベント ナイト量
主型	90~95	5~10	≥ 6	5~6	5~6	≤16

※ ベントナイトは活性分を示し、Ca系である。  
砂混練時の追加ベントナイト量は 0.5~ 1.0%

表IV-27 混練砂特性管理基準と実績

	管理基準	実績
抗圧力 (湿圧) kg/cmf	0.55~0.65	0.59~0.72
通気度 (湿通)	≥50	100~ 110
水分 %	5.5~ 6.5	6.0~ 6.4

2) 問題点

a) 炭素質材料として、石炭粉を添加しているが、配合基準が5~6%と多い。

あまり多量に添加すると、クッション材としての働きは期待できるが、造型ラインの中で、比較的大きな製品を作る際に溶湯の圧力により鑄型が変形し、寸法不良の原因になったり、燃焼ガス発生量が増加して、ガス欠陥誘発の原因となる。

b) 全ベントナイト量を計量していない。不活性ベントナイト分が蓄積すると、砂の耐火度及び表面安定度が劣化して焼着きの原因となる。また微粉の増加により、水分添加量が必然的に増えることとなり、ガス欠陥の原因になる。

c) 混練砂特性管理基準の通気度について、≥50に対して実績が 100~ 110となっており、沈陽鑄造廠に於ける鑄造品サイズに対して、この数値は若干大きいと考える。

通気度が高いとガス欠陥には好ましいが、溶湯のさし込みとか鑄肌荒れが発生

し易い。

d) 配合材料が計量管理されておらず、人の経験と感によって材料が、配合されているため、均一化した砂の配合はできない。

e) 鋳物生産の工程上、昼間に造型、被せを行なった鋳型に夜間作業で注湯しているため、計測した混練砂の実際値と、注湯するときの砂の性状が異なるため、特に砂管理が難しい。また鋳物の大きさも異なるため尚難かしくなる。更に現在使用しているベントナイトはC a系のため、乾き易く、ますます問題である。

### 3) 対 策

a) 混練砂中に含まれる石炭粉の配合量を2～3%程度に下げる。すくわれ性の欠陥に対しては、でん粉質を添加することが望ましい。特にコーンスターチは、加熱されると $\alpha$ 化、デキストリン化して粘結力が増すので、生型砂の高温特性が向上する。添加量は生型中に0.5～1.5%保有するような配合とする。

b) 通気度の管理基準 $\geq 50$ に対して、実績値として70～90程度に管理することが望ましい。鋳肌が緻密となり溶湯のさし込み及び焼着欠陥も減少する。但しa)項で述べた石炭粉の配合変更とともに、砂の粒度分布調整（中子砂も含む）及び、鋳造方案として、主型のガス抜き揚がりの増設等を同時に実施する必要がある。

c) 全ベントナイト量を最低月に1回は計量し、活性ベントナイト分と不活性ベントナイト分を確認することにより、再生砂の老化を防止するため、余分に蓄積した砂中の不純物を低減するとともに、配合材料を計量管理し（機械装置管理）混練砂の特性を均一化することが必要である。

そうすることにより、砂に起因する鋳造欠陥の原因を速く知ることができ、不良の低減につながる。

#### 4-1-4 鋳造第二分廠、中子用油砂

##### 1) 現 状

砂混練機容量： 500kg/ Batch × 1台

砂混練材料配合基準及び混練砂特性管理基準とその実績を表IV-28、表IV-29に示す。

表IV-28 砂混練材料配合基準

単位 (%)

項目 対象	新砂	合脂油	亜硫酸の 廃液	ベントナイト	粘土	水分
中子	100	※ 3.0~4.5	※ 0.5~1.5	※ 1.0~5.0	※ 2.8~3.0	※ 5.5~7.0

(注) ※印は部品用途別に配合を変えている。  
亜硫酸の廃液の比重は1.25

表IV-29 混練砂特性管理基準と実績

	管 理 基 準	実 績
抗圧力 (湿圧) $\text{kg}/\text{cm}^2$	0.12~0.35 (5段階)	0.2~0.23
通気度 (湿通)	$\geq 50$	80~90, 110~115, 140~160
剪断力 (干剪) $\text{kg}/\text{cm}^2$	3.0~7.0 (3段階)	6.0前後

## 2) 問題点

- ① 粘土類は油を吸収するため、粘土類の添加により中子鑄型の成型性は、向上するが、油砂の強度は劣化する。

## 3) 対 策

- ① でん粉質を添加することにより、湿態の成型性、乾態の強さ増加が可能となり、乾燥する場合にも時間を短くすることができる。

更に注湯後の燃焼が速やかで、崩壊性がよく、かつ完全に燃焼するので、主型の回収砂中の微粉が増加しない。

でん粉質を添加する場合の配合割合は、2%程度とする。尚この場合のでん粉質は、常温で水に溶けるデキストリンが良い。コーンスターチは乾燥後の鑄型強度を向上するが、常温の水には溶けにくく、そのため湿態強度が上がらないからである。

## 4-1-5 鑄造第二分廠、乾燥型砂

## (1) 現 状

砂混練機容量： 500kg/ Batch × 2台

砂混練材料配合基準及び混練砂特性管理基準とその実績を表IV-30、表IV-31に示す。

表IV-30 砂混練材料配合基準

単位 (%)

項目 対象	回収砂	新砂	粘土	粘土水	木粉	水分	全粘土量
主型	90~95	5~10	2~3	—	—	7~8	15~20
中子	70~80	20~30	3~4	30~50kg	2~4		

(注) 粘土水の比重は 1.2

表IV-31 混練砂特性管理基準と実績

	管理基準	管理基準
抗圧力 (湿圧) kg/cm <sup>2</sup>	0.45~0.65	0.67~0.90
通気度 (湿通)	≥ 100	170~360
水分 %	7~8	6.6~7.8

(2) 問題点

a) 繊維質材料として木粉を 2~4% 添加しているが、クッション材としての添加は必要であるが、量的に多いと考える。

木粉添加が多いと、必然的に水分を多く必要とするため、水分添加量も増大し、乾燥後の表面安定度も低下する。

b) 焼着き防止材及びクッション材の働きを目的とする炭素質添加剤が使用されていない。小型鋳造品の場合にも若干の炭素質添加をした方が良い。

c) 全粘土量を計量していない。活性粘土量と不活性粘土量を確認することは、鋳物砂管理に重要である。

不活性粘土分が蓄積すると、砂の耐火度及び表面安定度が劣化し焼着き、砂咬みの原因となる。

d) 配合材料が計量管理されていない。人の経験と感によって、材料が配合されているため、均一化した砂の供給はできない。

(3) 対策

a) 中子砂の焼着き防止、崩壊性助長、クッション材効果を得るためにコークス粒もしくは石炭粉を 1% 程度添加することが望ましい。また木粉添加量は 1~2

%程度に下げることが望ましい。

b) 粘結材として粘土以外にベントナイトを1～2%添加すると砂にねばりが増して、造型性が向上する。

c) 配合材料は可能な限り、計量管理（機械装置管理）すべきである。そうすることにより、砂に起因する鑄造欠陥の原因を早く知ることができ、不良の低減につながる。

d) 砂混練は、回収砂、新砂ともに湿っているので、まず砂、粘土、コークス粒、木粉等を順次混練機に投入し、乾態で4～5分間均一になるよう混練した後、水を添加し、湿態で8～10分混練することにより、良い混練砂が得られる。

e) 乾燥型においても水分管理は、添加する粘土の特性を最大限に生かすためにも重要であり、回収砂、新砂ともに含有水分を正確に調査し、砂混練時に投入する水分量を決定する必要がある。

また全粘土分を計量することは水分管理のためにも必要であり、最低月に1回は計量する必要がある。

#### 4-1-6 粘土系鑄型砂の管理

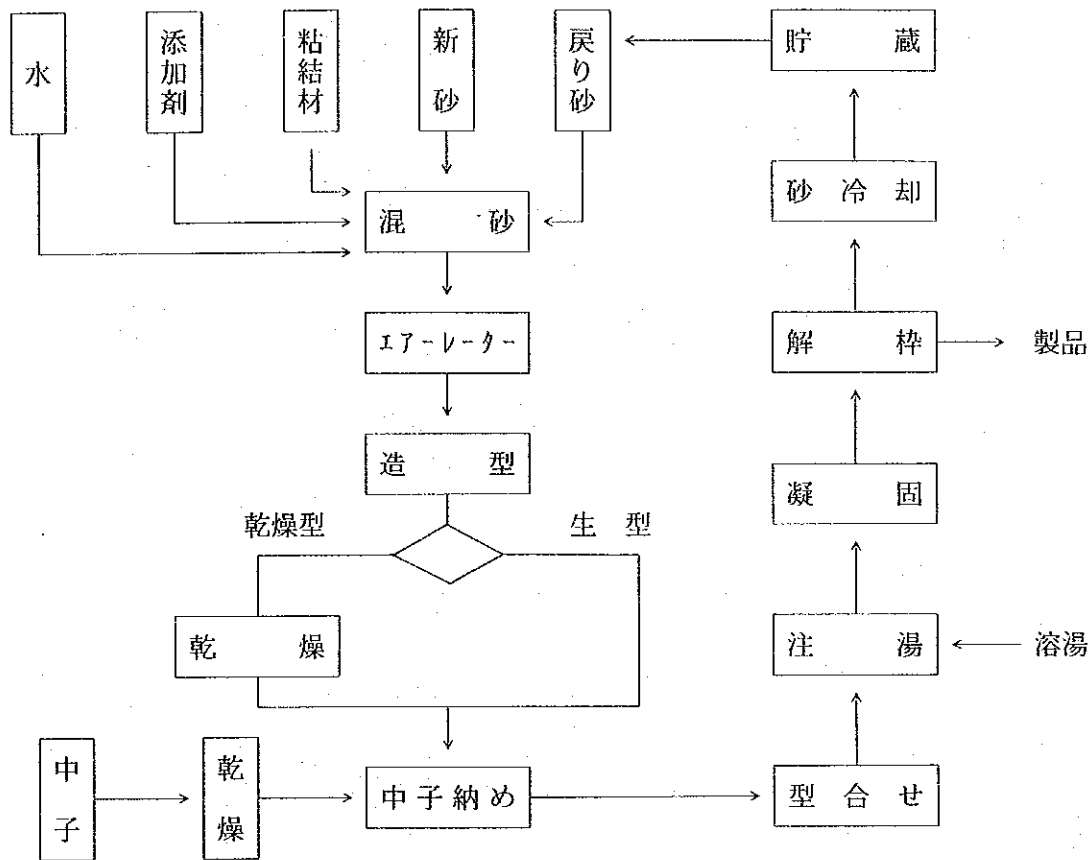
砂管理は、溶解、鑄造方案とともに鑄物の良し悪しを左右する重要な要素である。砂を管理するということは、単に鑄物砂を混練して、砂の特性の一部を計測して良し、とするのではなく、製品の品質を常に確認し、鑄造欠陥が砂に起因するものであれば、速やかに対策を講じなければならない。時には配合基準をも見直すことが必要となる。

##### 1) 鑄型砂のフローシステム

調砂工程のフローシステムを図IV-6にフローチャートで示す。

##### 2) 鑄型砂の管理

鑄型砂のフローシステムにおいて、各工程で行う必要のある砂管理を表IV-32に示す。この表の管理項目は機械造型用生型砂を対象としたものである。



図IV-6 鑄型砂のフローチャート



表IV-32 機械造型用生型砂の管理項目

工 程	管 理 項 目	管 理 内 容	計 測 頻 度
① 混練砂	(a) 湿態性質	水分、抗圧力、コンパクトビリティ、表面安定度、通気度、表面硬度を計測し、砂特性の安定に資する。	3～4回/日
	(b) 粒度分布	水洗後の粒度分布（新砂、中子砂との粒度調整）	2回/週
	(c) 粘土分	全粘土量、活性粘土量を把握し、適正配合とする。	最低1回/週
	(d) 灼熱減量	可燃物含有量を把握し、新砂、粘結材、添加剤の配合量を決定する。	最低1回/週
② 戻り砂	(a) 温度 (b) 水分	砂温と水分の関係は強く、混練に添加する水分量を決定する基礎になる。	3～4回/日
	(c) 粒度分布	微粉量が蓄積したら、集塵機で微粉抜きを行ない、新砂、中子砂を含めて粒度調整する。	2回/週
	(d) SiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> %の低下状況を把握し、SiO <sub>2</sub> %の維持	
	(e) 強熱減量	強熱減量が増加したら、新砂と戻り砂の配合変更及び粘結材、添加剤量の見直しを行なう。	最低1回/週
	(f) 鉄分含有量	鉄分が1%を超えないこと、超えた場合は、マグネットセパレーターの点検及び新砂との配合変更等	最低1回/週
③ 鑄 型	(a) 表面硬度	鑄型の水平面、垂直面の硬度計測により、混練砂の流動性を管理する。(水分、粘土分、でん粉量が影響する)	5～6 枠/ 午前、午後
④ 中子砂	(a) 乾態性質	抗圧力、表面安定度、通気度を計測し、砂特性の安定に資する。	1～2回/ 午前、午後
	(b) 粒度分布	中子の適正通気度の維持、及び生型混練砂の粒度調整に資する。	入 荷 時

#### 4-2 造型法 その1-粘土系砂造型

##### 4-2-1 鑄造第一分廠の乾燥鑄型造型

###### 1) 現 状

- a) 中子造型には当然のことながら鑄鉄製芯金を使用している。
- b) 中子のガス抜き材として、糸のまわりにロウを巻き付けた、ロウ糸を使用しており、乾燥時にロウが溶け出して空間を作る様に工夫している。
- c) 木型が破損したり、変形してしまっているものを修理せずにそのまま使用している。
- d) 鑄型のコーナー部の面付け（R付け）が完全に行なわれていない。
- e) 非量産部品については、鑄造方案図が完備されていないため、造型担当者が、

経験により適当に湯口系を設けている。また押し湯の付け方、ガス抜き付け方も造型担当者の裁量（判断）にまかされている。

f) 中子用の砂を砂箱に貯蔵し、比較的大きな中子を一人で造型しており、造型作業者が、砂のつき固めや投入作業を繰り返す度に木型の上へ上がったり、またおりたりしている。

g) 鑄型の幅木部分が崩れたり、鑄型の一部が破損していることが多い。

h) 大型鑄造品の主型（外型）の補強に鑄鉄製芯金を使用せずに丸棒と針金で組み合わせた芯金を準備している。

i) 主型（外型）と中子の幅木の精度が悪いため、すき間が大きく、中子が片寄り（一方向へずれる）している。

j) 湯口専用土管、押し湯用の発熱スリーブ、断熱スリーブ等は使用されていない。

k) ガス抜き用パイレンチューブ（ナイロン製ガス抜き材）は使用されていない。

l) 大型鑄造品に使用される注湯用掛堰の容量が小さい。

m) 中子のガス抜き通路を主型（外型）に誘導する通路を設けていない。

n) 鑄型の型合わせに於いて、シール材として粘土を使用している。

o) 注湯時の張り気防止に対して、金棒にボルト締め用の爪が無いため重錘を使用している。

p) 鑄型破損部分を乾燥型砂で補修し、ガスバーナーで乾燥しているが、ガスバーナーの火力が弱い。

q) 木型の保管に対する整理整頓がなされていない。

r) ジルコン（ $ZrO_2$ ）等を基材とした耐高温性を有する塗型が無い。

## 2) 問題点

a) 芯金構造に於いて、どの芯金も非常に頑丈であるが、中子の構造、重量により芯金の太さを考慮する必要がある。芯金が過ぎるため、後工程の仕上げ作業で、芯金の除去が非常に困難である。

b) 中子のガス抜き材としてロウ糸を使用しているが、全体に使用量が少ない。ガス抜き材の挿入量が不十分だと、注湯時に鑄型が熱せられることにより、発生するガスがスムーズに鑄型の外へ抜けず、そのために鑄型内の圧力が高まり、砂が焼け着く原因となり（溶湯の浸入）、またガス欠陥発生の原因となる。この結果、不良の多発、仕上げ時間の増大、補修の増大となる。

c) 木型の破損、変形を放置すると、当然のこととして鑄型の精度が悪く、鑄型の補修が必要となる。また主型（外型）と中子の位置関係が定まらないため、寸法不良とか、偏心及び鑄型被せ時の型壊れの原因となる。

d) 鑄型のコーナー部の面付け（R付け）が正しく実施されなければ、鑄型のコーナー部に樹枝状晶が発生し、材料（製品）の強度が劣化する。

e) 非量産部品に対して鑄造方案図が完備されていないため、鑄物を作る上で重要な湯口系、押湯、ガス抜き等が造型担当者の経験と判断で設置されている。これは製品品質のバラツキを招く原因となり、不良が発生した場合の不良原因の究明が困難となる。

f) 中子造型に於いて、比較的大きな中子を一人で造型しているため、造型作業者が砂の投入、つき固め作業を繰り返す度に上がったり、下りたりしており、作業者の疲労が大きく、作業能率も低下する。

g) 鑄型の幅木部分が壊れたり、鑄型の一部が破損していると、鑄型の補修を必要とするが、補修をしないまま鑄型被せを実施していることがある。

この状態では、偏心による肉厚不良、中子が浮かされる等の寸法不良や、形状不良の原因となり、更に湯洩れの原因にもなる。

h) 大型鑄造品の主型（外型）の補強に鑄鉄製芯金の代用として、丸棒と針金で組み合わせた芯金を準備しているが、この芯金を組み上げるために要する時間は多大であり、鑄型の乾燥が終了するまでに鑄型が変形したり、割れたりする。

i) 主型（外型）と中子の寸法精度が悪く、鑄型を被せた時にすき間が多い。乾燥による鑄型の変形が考えられる。このため中子が片寄り（一方向へずれる）して製品肉厚が変動したり、上型と下型が正しく合わないことも考えられる。更に型壊れの原因にもなり、注湯後の鑄バリが厚いため、仕上げ作業が困難となる。

j) 湯口専用土管及び押湯用の発熱スリーブ、断熱スリーブ等が無いため、注湯時に湯口が湯に洗われて、砂咬みの原因になったり、押湯効果が低いために、引け巣発生の原因となる。

k) 大型鑄造品の注湯用掛堰が小さいと、取鍋から流入する湯垢が鑄型内に巻き込まれて、ノロ咬みの原因となる。

l) 中子のガス抜き通路を主型（外型）に誘導する通路を設けていないと、注湯時に中子から発生するガスがスムーズに鑄型の外へ抜けずに、ガス欠陥や、すく

われの原因となる。

m) 鑄型の型合わせに於いて、粘土を密封材として使用しているが、使用されている粘土を均一に置くことは極めて困難であり、部分ごとに粘土の量の変動する。このため鑄型の合わせ面の密封状態が不均一となり、鑄型が持ち上がったり、湯洩れの原因になる。

n) 鑄型の張り気防止に対して、重錘を使用しているが、大型鑄造品には、重錘の数も必然的に多く要する。このため重錘を移動させる時間を多く要し、更に数多くの重錘を造型作業場に保管しなければならない。

o) 鑄型破損部分を乾燥型砂で補修し、ガスバーナーで乾燥させているが、ガスバーナーの火力が弱いため、補修部分の砂を乾燥させるのに時間がかかり過ぎる。また塗型材を塗った部分についても同様のことが言える。

p) 木型の保管に対する整理整頓がなされていないため、順次必要な木型が取り出し難く、また上部に積まれた木型が落下する危れがある。

q) 黒鉛を基材とした塗型のみで、ジルコンを基材とした塗型が準備されていないため、製品のコーナー部とか、溶湯に完全に包まれてしまう中子部分に焼け着きが多発している。この結果、仕上げ工程で時間がかかる。

#### 4-2-2 鑄造第二分廠の生型手込造型

##### 1) 現 状

a) 主たる造型場が狭く、特に幅方向が 7.3Mしかない。このため、造型された鑄型がぎっしりと並べられ、通路がない状況であり、作業者の移動に支障がある。また作業場が暗すぎる。

b) 小型ジョルトスクイズ型機械造型設備が設置されており、造型作業は機械が行なうが、金枠の移動、鑄型の移動は人力に負うところが大きい。

c) 昼間に造型したものを夜間に鑄込んでいる。

d) 造型はエアーランマーによるものが殆どである。

e) 狭い作業場に木型、金枠が多種、保管されているため、鑄型の流れがますますスムーズに行なえない。

f) 油砂中子に水溶性黒鉛塗型を塗っているが、表面乾燥が不十分である。

##### 2) 問題点

a) 目標生産量に対して、工場面積が狭すぎるため、生産活動そのものに無理が

生じている。特に鑄型がぎっしりと並んでいる状況では、中子の搬入、人の移動に支障があり、更に作業場が暗すぎるため、正確な造型作業ができない。

b) 造型作業が基本的に人の操作によるエアランマーの使用であるため、均一なつき固めとか、理想的なつき固めが難しい。例えば鑄型の深い部分ほど充填密度を上げ、上部ほど充填密度を下げて、注湯時の張り気とか通気性を管理することが必要であり、これがうまくできないと型張りによる寸法不良及び通気度の不具合によるガス欠陥や溶湯のさし込みによる肌荒れや、焼着き欠陥が発生する。

c) 昼間に造型したものを夜間に鑄込んでいるため、鑄型の水分管理が重要になるが、砂混練において計量管理されていないので注湯時の鑄型の水分の変動が大きいと考えられる。水分不足の生型鑄型は溶湯に洗われて砂咬み、表面荒れの欠陥となり、水分量過多の鑄型は、ガス欠陥、キライの欠陥原因となる。

d) 油砂中子の塗型後の表面乾燥が完全でないと、注湯時にガス欠陥とか塗型の剝離による塗型咬みの原因となる。

#### 4-2-3 鑄造第二分廠の乾燥型手込造型

乾燥型造型の現状と問題点は、4-2-2で述べた生型手込造型の現状と問題点にほぼ同じであり、乾燥工程があるために鑄型の運搬移動が多く作業場が狭いためますます造型管理が複雑になり、現状のままでは造型作業の精度の向上や生産量の増大は困難である。

##### 1) 生産性に対する問題点

限られた面積の作業場内で、造型中の鑄型、乾燥中の鑄型、型合せ中の鑄型に分類され、これらが互いに支障なく移動する条件が整わない。また工場レイアウト上の問題として、夜間作業において注湯された鑄型が、造型場方向に逆戻りする等の不合理がありクレーンによる運搬が多すぎる。

造型枠数の増大や造型能率の向上が困難である。

##### 2) 品質に対する問題点

生産量に対する乾燥炉の容量が不足しており、炉内いっぱいには鑄型が積み込まれている。また燃料が石炭であるため、温度管理が難しい。この状況で鑄型の均一乾燥は不可能であり、焼け過ぎ及び乾燥不足となる鑄型がかなりあると思われる。

この結果、焼け過ぎ部分の型壊れによる鑄造不良が発生している。

### 3) 作業環境に対する問題点

作業場が暗すぎるため、型合わせの際に主型と中子、中子と中子の位置関係が正確に確認できず、寸法不良、肉厚不良、偏芯等の铸造欠陥を招いていることが考えられる。

#### 4-2-4 铸造第2分廠の生型機械造型

狭い面積を最大限に活用している工場レイアウトとなっている。

##### 1) 現 状

- a) 造型前後の金枠の移動は1部人力によって行なわれている。
- b) 注湯後の重錘の移動は人力によって行なわれている。
- c) 使用中子はすべて油砂中子である。
- d) 上型、下型が各2台の造型機（ジョルト、スクイーズ型）で計4台により造型されており、それぞれ30～35秒で鑄型が流されている。
- e) パンチアウトで金枠から分離された製品は赤熱しており、600～700℃程度の温度と思われる、受箱内で放冷されている。
- f) 産出された製品について、整品仕上げ工程の第1段階の鑄肌表面に付着した砂除去をタンブラー（清理滾筒）で行なっているが砂の除去が完全でない。またグラインダー等の鑄肌表面仕上工具や石類の種類が少く、狭い部分の表面仕上がされていない。

##### 2) 問題点

- a) 鑄型が30～35秒/枠で流されており、造型前後の金枠を人力によってラインの移動を行なっているため、造型速度は限界である。

従って現状より生産を増量することは困難であり、現状に於いても主型造型担当者には重労働であると考えられる。

- b) 中子に使用されている油砂中子は項目IV 4-5-2の中子乾燥法(3)、(b)に油砂中子の乾燥について記述したが、現状の油中子は、乾燥状態に変動があるため、主型砂管理の項目IV 4-1-2の問題点と相乗的に作用して、ガス欠陥、砂咬み欠陥等の铸造欠陥の発生原因になっているものと思われる。

#### 4-2-5 鑄造第二分廠の油砂中子造型

油砂中子の造型は全て金型により行なわれている。熟練した優秀な作業者により各種部品の中子が手際よく生産されており、極めて高能率である。

油砂中子の乾燥炉は、鑄造第2分廠に2基あり、いずれも連続式乾燥炉である。

特に問題点としては、同一乾燥炉に多種類の油砂中子を積み込むため中子の大きさによって乾燥程度が大幅に変動し、小型の中子は焼け過ぎが原因で表面が欠け落ちたりしているため、手直しをしているものが多い。

#### 4-3 造型法 その2-フラン砂造型

##### 4-3-1 中国産フラン樹脂と日本産フラン樹脂の特性比較

中国産フランと日本産フランの樹脂分析を表IV-33に示す。

日本産フラン樹脂の鋳鉄用に於ける性状と中国産の性状で大きく異なる点は、粘度である。

日本においては硬化剤は、ベンゼンスルホン酸、キシレンスルホン酸、パラトルエンスルホン酸を用いており、粘度の高いものから低いものへと多種類が準備されており、通常、粘度の高いものは夏用に使われ、冬用は粘度の低いものが使われる。

この点について、中国産の今回提供試料はベンゼンスルホン酸を用いており、粘度63 (cps/25°C) である。これは日本の夏用に近いものとほぼ同程度である。

##### 4-3-2 フラン造型の現状

現状は能力12T/Hの連続ミキサーと30kg/バッチのバッチミキサーが設置され、砂回収ラインも能力5T/Hが設置されているが、11月の調査時はまだ試験造型段階であり、細部にわたっての調査は出来なかったが特に重要な事項について述べる。

###### (1) ミキサー能力

公称能力12T/Hの連続ミキサーの砂排出量検査を沈陽鋳造廠に於いて、9月9日、10月8日の2日に分けて、計8回実施している。その記録を表IV-34に示す。表が示す通り1時間当たりの砂排出量は9,360kg~12,000kgと変動しており、特に8回の計測のうち7回までが10,000kg程度以下となっている。

このことは、ミキサーそのものが時間当たり10T程度の能力しか発揮しないのか、その他の付帯設備、例えばサンドホッパーの切り出し量に問題があるのか、いずれにしてもミキサー本体及び周辺機器設備を全面的に調査する必要が有る。

ミキサーが単位時間内に定められた量の砂を排出することは、樹脂及び硬化剤が単位時間内に定量送られることと同様に非常に重要な要素である。

これらの砂、樹脂、硬化剤の量の変動することは、最適条件の砂混練ができないことであり、高価な樹脂を多量に消費して鋳造欠陥を多発させたり、あるいは造型した砂が硬化しないこともおこる。



表IV-33 中国産フランと日本産フラン樹脂、硬化剤分析

	樹 脂			硬 化 剤						
	中国産	日 本 産		中国産	日 本 産					
樹脂硬化剤区分	A	B	C	a	b	c	d	e	f	g
7671-6762-A (%)	計測せず	> 90	> 80							
窒 素 分 (%)	4.8	< 2.0	< 4.0							
4,4'-ジフェニル (%)	0.6	< 1.0	< 1.0							
比重 (25°C/4°C)	1.19	1.15±0.01	1.18±0.01	1.17	1.30±0.01	1.24±0.01	1.25±0.01	1.23±0.01	1.19±0.01	1.14±0.01
粘度 (cPS/25°C)	40	10±3	13±3	63	55±10	45±10	30±7	11±3	8±3	5±3
硫 酸 分 (%)				計測せず	1~10	1~10	1~10	1~10	1~10	1~10
メタノール (%)				計測せず	>5	>5	<5	<5	<5	<5

(注) 日本産フラン樹脂のBは鋳鋼、鋳鉄用、Cは鋳鉄用を示す。

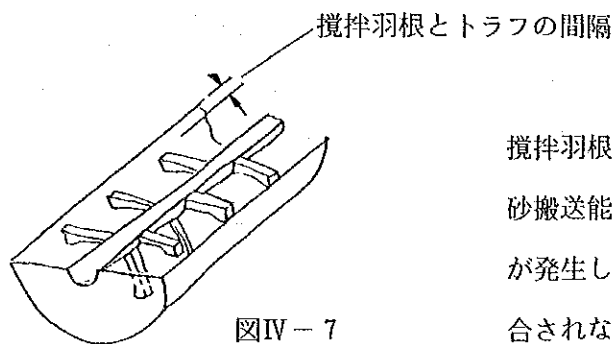
表IV-34 12T/hr連続ミキサーの砂排出量データ

検 査 年 月 日	検査順位	連続砂排出時間	砂 排 出 重 量 (kg)	1時間あたりの 砂 排 出 重 量 (kg)
1986年9月9日	1	1分間	160	9,600
	2	"	200	12,000
	3	"	170	10,200
	4	"	160	9,600
1986年10月8日	1	"	168	10,080
	2	"	156	9,360
	3	"	158	9,480
	4	"	160	9,600

先にミキサー能力についてふれたが9月、10月の砂排出量検査では、10T/Hr程度の砂を供給していたものが、11月の現地調査時から判断すると時間当たり砂供給量は5~6T程度に能力低下しているものと思われる。

よくおこる砂排出量の変動原因として、次の事が考えられる。

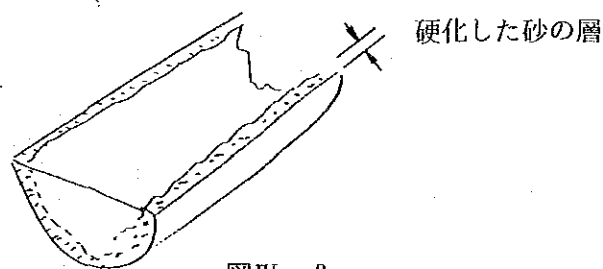
- a) ミキサーの構造として攪拌羽根とトラフの間隔が大きすぎる。



図IV-7

攪拌羽根とトラフの間隔が大きすぎると、砂搬送能力が低下するとともに、混練ムラが発生し、樹脂及び硬化剤が砂に均一に配合されない。

b) トラフ内面に混練砂が硬化したまま残存し、攪拌羽根で送り出す砂の通路がふさがれている。



図IV-8

## (2) 硬化時間

沈陽鑄造廠に於ける現地調査時に、重さ 1,000kg 程度の中子をフラン造型していたが、造型後 3 時間経過しても内部硬化していなかった。

硬化しない原因として以下のことが考えられる。

- a) 原料砂に水分が含有されていた。(砂の水分は 0.2% 以下とする)
- b) フラン樹脂の粘度が 40 (CPS/25°C) と高いため連続ミキサーによってフラン樹脂が砂粒表面に均一にコーティング (coating) されなかった。
- c) 硬化剤が夏用のベンゼンスルホン酸を使用していたため気温 0°C 程度の寒冷条件で反応が進まなかった。またフラン樹脂と同様に硬化剤の粘度が 63 (CPS/25°C) と高いため、砂粒表面に均一にコーティングされず、フラン樹脂との反応が不完全であった。
- d) ミキサーの構造が予備混練として樹脂専用ライン、硬化剤専用ラインに分離されている。このそれぞれに予備混練された砂が、正確に等量ずつ最終混練用ト

ラフに送られているかどうか。

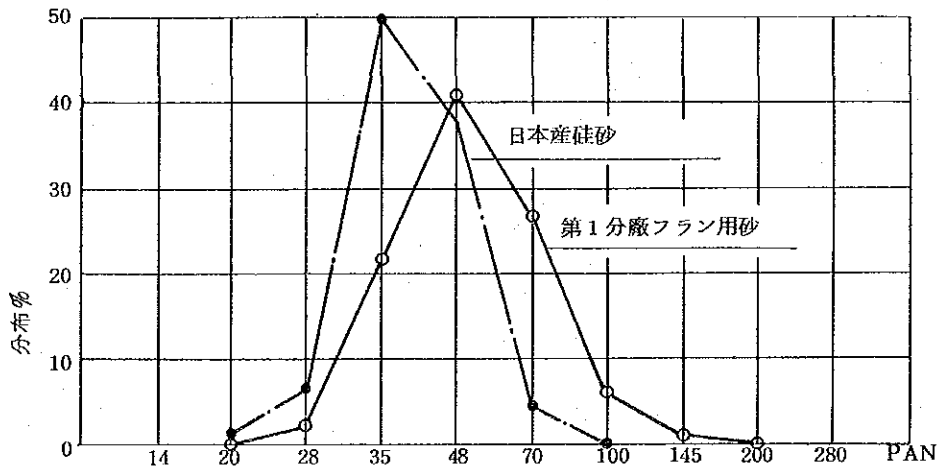
もし、硬化剤専用ラインの砂が樹脂専用ラインの砂より、少なく送られていたら、対樹脂量30~35%の配合として硬化剤量を計画していても、実際には、硬化剤が混練後の砂として、対樹脂量30%を下まわることもありうる。

(3) 中国産フラン樹脂及び硬化剤と日本産フラン樹脂及び硬化剤による砂の硬化挙動に関する比較

casting 第1分廠において、フラン用に使用されている砂に最も近い硅酸分を有する日本産の硅砂を用いて、硬化挙動に関する比較試験を実施した。

使用した硅砂の粒度分布及びSiO<sub>2</sub>分の比較を図IV-9に示す。

図IV-9 中国産、日本産の硅砂の粒度分布及びSiO<sub>2</sub>分



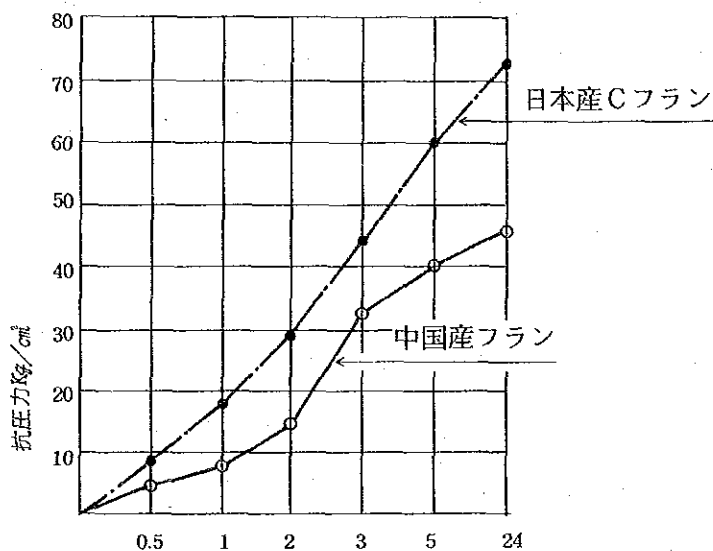
メッシュ	14	20	28	35	48	70	100	145	200	280	PAN	粒度指数 (APS)	SiO <sub>2</sub> (%)
第1分廠フラン用砂	—	0.2	2.5	22.1	40.6	27.1	6.3	1.0	0.2	—	—	42.6	89.47
日本産硅砂	—	0.6	6.6	49.4	38.2	4.6	0.2	—	—	—	—	33.9	90.3

中国産と日本産の樹脂及び硬化剤の硬化挙動の比較を表IV-35と図IV-10に示す。

表IV-35 抗压力の経時変化

フラン樹脂		硬化剤		抗 圧 力 (kg/cm <sup>2</sup> )					
種 類	%	種 類	%	0.5h	1 h	2 h	3 h	5 h	24 h
中国産	1.5	中国産	45	4.7	7.9	13.8	31.2	40.3	45.1
C	1.5	d	45	9.0	18.6	29.7	43.9	60.6	72.3

(注) フラン樹脂及び硬化剤の記号は、表IV-33に示す記号と同一である。



図IV-10 抗压力の経時変化

中国産フラン樹脂及び硬化剤の組み合わせは、造型直後の立ち上がり強度の上昇がゆるやかで、抜型に少なくとも2時間を要することがうかがえる。最終強度(24H後)は日本産樹脂および硬化剤よりも弱い、造型上には十分な強度を有し問題ではない。

#### 4-3-3 フラン造型の問題点

- a) 造型された鑄型が造型後3時間経過しても完全硬化していないことが問題である。硬化しない原因として冬期用の硬化剤を用いず夏期用のものを使用していることや砂温が低すぎるものが原因に挙げられるが、いずれにしても硬化時間が長過ぎる。砂に水分が含有されていた可能性もある。
- b) テスト造型段階であることから、乾燥型に使用する頑丈な鑄鉄製芯金を臨時使用していたが仕上げ作業で芯鉄の除去に多大な時間を要するため、鑄型が強いというフラン砂の特性を生かした除去しやすい芯金構造に改善すべきである。
- c) 水溶性の塗型は、フラン樹脂砂が硬化機構として脱水反応をするために塗型後速やかに表面乾燥を要す。
- d) 木型の誤作をそのまま使用していたが、フラン樹脂砂は硬化後の強度及び硬度が高いため、鑄型の修正が容易でないから木型は正確でなければならない。
- e) 重量8TONの球状黒鉛鑄鉄製のブローケーシングの鑄込に3分20秒要したが、鑄込時間が長過ぎる。この様に長い時間を要すると、取鍋内の湯の温度が低下し、湯境い欠陥が発生しやすい。またフラン樹脂砂は、湯が長時間流れると、鑄型表面の樹脂が燃焼して、砂の結合力を失なうため、砂が湯に流されて、砂咬み欠陥の発生原因となる。

鑄込用掛堰を大きくするとともに、湯口系の見直しを行ない、100秒から、120秒で鑄込みを完了する必要がある。

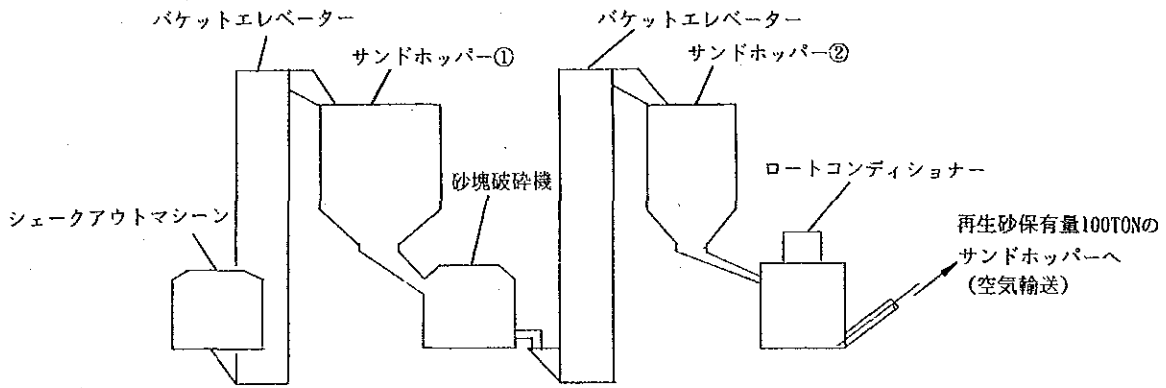
#### 4-3-4 砂供給設備の現状と問題点

##### (1) 現状

- 1) フラン砂造型ラインに於ける鑄物生産量を年間3,000TONに計画設定している。
- 2) 砂混練機は能力12TON/Hrの連続ミキサーと能力30kg/Batchのバッチ式ミキサーが各1台設置されている。再生砂供給ラインには容量12TONの水冷式サンドホッパーが1基設置されており、特にバッチ式ミキサーは砂温を28~32℃に管理できるように電気制御により水または温水を自動供給するよう設計されている。  
この砂温調整装置のタンク内砂保有重量は400kgである。
- 3) フラン砂再生ラインの能力は5TON/Hrであり、砂塊破碎機を始めとして砂に付着した残留樹脂及び異物を珪砂と分離するリクレーマー（砂粒表面の清浄に使用）もラインに完備されている。

4) 砂/溶湯比の計画値を4に設定している。また造型に於ける人と設備の稼働率を60~70%に見込んでいる。

(2) 現状のフラン砂再生ラインの概要を図IV-11に示す。



図IV-11 フラン砂再生ラインの概要

(3) 問題点

1) 砂/溶湯比の計画値を4に設定しているが、沈陽鑄造で生産されている鑄物の場合は、この比率を5に修正する必要がある。

その理由は、現在の1日の平均砂混練量は200TONであり、1ヶ月に5,000TONとなる。また鑄物生産量は平均1,100TON/月となっている。このことから砂/溶湯比は約4.55となる。しかしフラン砂は混練から硬化開始までの時間(可使時間)が短いため造型中に金枠からこぼれ落ちた砂は、早く金枠に戻さないと使用できなくなる。このため混練砂の損失を若干見込む必要がある。

2) 図IV-11に示すフラン砂再生ラインに於いて砂塊破砕機の位置をシェークアウトマシンの直後に変更するべきである。その理由は、シェークアウトマシンで鑄物と砂を分離する訳であるが、この砂の中に鑄バリとか湯口系の土管(陶管)の破片が混入する。またシェークアウトマシンで鑄物から分離された砂は高温であるため、シェークアウトマシンからバケットエレベーターまでの砂輸送に耐熱ゴム張りのベルトコンベアーを使用しているが、この耐熱ゴムの損傷が著しい。従ってクラッシャーにより砂以外の物体を分離するとともに砂の冷却を同時に行なうことが必要である。

3) 4-3-2(1)の表IV-34に示すように連続ミキサーの公称能力12TON/Hrに対して砂の排出量は大幅に不足している。この原因をミキサー設備の全体を通して、調査する必要がある。

(4) 現状の生産計画と設備の整合性

第1期フラン化計画は先に述べた通り、年間鋳物生産量を3,000TONに計画設定している。これに対して砂の供給、再生装置の能力と造型に必要とする混練砂重量との整合性の検討結果を述べる。

1) 検討の基準事項

a) 年間鋳物生産量に於ける1日の鋳物生産量

$$3,000\text{TON}/\text{年} \div 12\text{ヶ月}/\text{年} \div 25\text{日}/\text{月} = 10\text{TON}/\text{日}$$

b) 砂/溶湯比: 5

c) 砂混練設備: 連続ミキサー 12TON/Hr × 1台

$$\text{バッチ式ミキサー} 30\text{kg}/\text{Batch} \times 1\text{台}$$

d) 砂再生設備: 5TON/Hr (一式)

e) 造型に於ける人と設備の稼働率: 60~70%

2) 1日の鋳物生産量に対する砂混練設備の整合性

a) 混練砂の必要量

$$\text{鋳物生産量} \times \text{砂/溶湯比} = 10\text{TON}/\text{日} \times 5 = 50\text{TON}/\text{日}$$

b) 砂混練設備の能力

$$\text{①連続ミキサー: } 12\text{TON}/\text{Hr} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.7 = 67.2\text{TON}/\text{日}$$

$$\text{②バッチ式ミキサー: } 30\text{kg}/\text{Batch} \times \text{Batch}/3\text{分} \times 480\text{分}/\text{日} \times 0.7 = 3,360\text{kg}/\text{日}$$

$$\text{①} + \text{②} = 67.2\text{TON}/\text{日} + 3.36\text{TON}/\text{日} = 70.56\text{TON}/\text{日}$$

砂混練設備の能力は、混練砂の必要量を上まわっている。

c) 砂回収設備の整合性

① 1日に再生処理を必要とする回収砂の重量は50TONである。

② 砂再生設備の能力

図IV-11に示すフラン砂再生ラインのシェークアウトマシンの載荷重量は10TONであり、サンドホッパー①の砂保有量は40TONである。従ってクラッシャーの能力を10TON/Hr程度のものにすれば、比較的短時間で鋳物から分離された砂をサンドホッパー①に収納できる。またリクレーマーの能力は5TON/Hrであるから、故障のない状態で連続操業すれば計算上は1日に発生する回収砂重量の50TONを再生処理するのに10時間を要するが、無人で操業ができるため問題にはならない。

d) 作業工程の時間配分

鋳物生産に於ける毎日の作業工程ごとの時間配分は次の通りである。



時刻 作業工程																														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8					
造型, 型合わせ 整品仕上げ					■																									
溶解, 鋳込み													■																	
解砕, 砂落し																														

### 5) 留意点

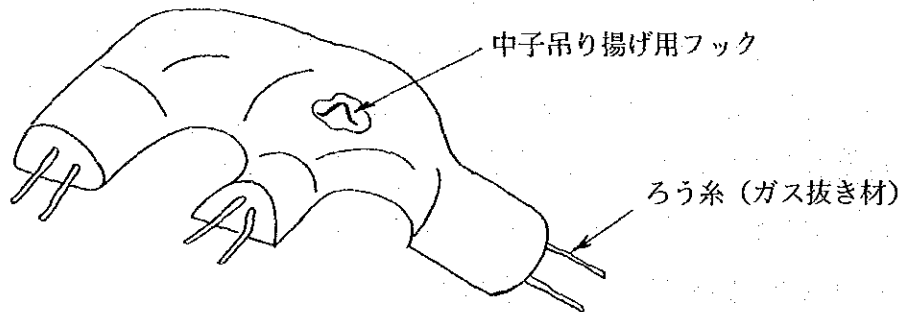
現状の項目(1), 4) で述べた造型に於ける人と設備の稼働率を60~70%に見込んでいることについて、特に連続ミキサーの稼働率は、木型、金枠を始めとし、湯口スリーブ（土管、陶管）、ガス抜き材、芯金等の準備状況により大きく左右されるものである。これらの準備が遅延すると連続ミキサーの稼働率を60~70%に維持することは難しい。

### 4-4 造型法 その3-基本的问题点

#### (1) 中子のガス抜き

中子のガス抜きには、ろう糸を使用しており、鑄型乾燥後は熱によって、ろうが抜け去り、空間が出来てガス通路となる。しかしろう糸が細く挿入量も少ないため、ガス通路として十分な効果は期待できない。

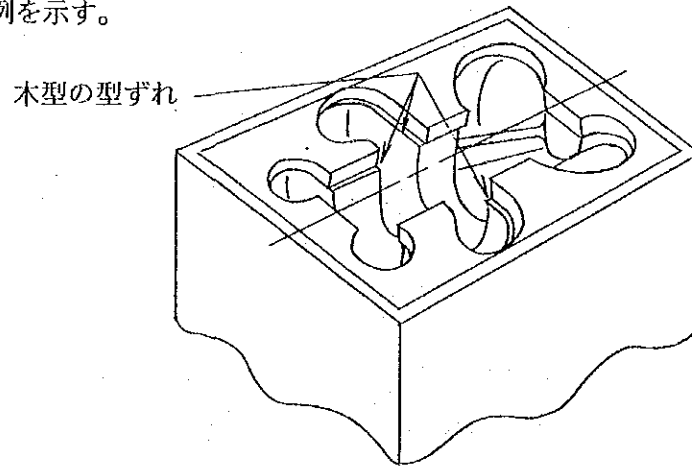
このため注湯時に鑄型内の圧力が高まり、溶湯がさし込んだり、焼着きを発生する原因になる。またガス欠陥を誘発する原因となる。図IV-12にガス抜きの実例を示す。



図IV-12 中子鑄型に挿入されたガス抜き材

(2) 木型の破損及び変形

木型が破損したり変形したまま使用されている。これは後工程の鑄型合わせで修正の必要がある。これは偏芯、その他の寸法不良の原因となる。図IV-13に中子木型の型ずれの例を示す。

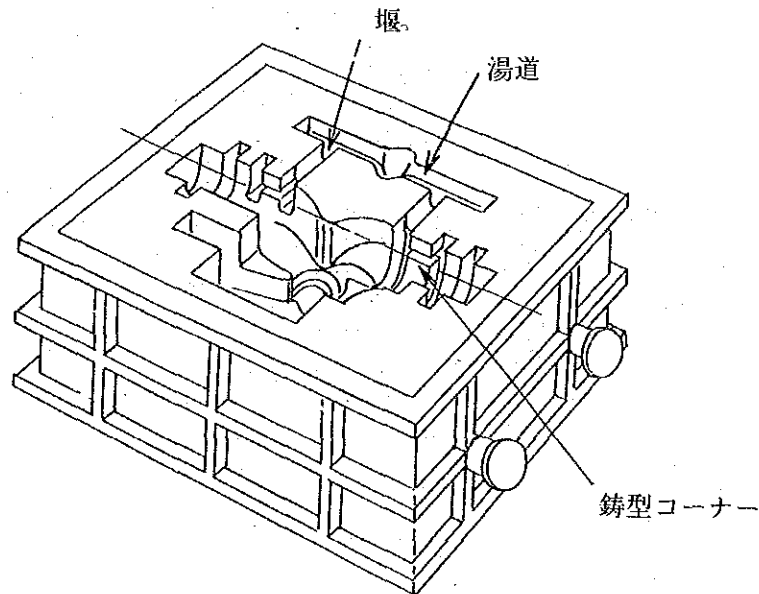


図IV-13 中子木型の型ずれ

### (3) 湯口系及び鑄型コーナー部の面付け (R付け)

鑄造方案図により指示のない部品の造型に於いて、湯口系 (湯道と堰) の正しくないもの、鑄型コーナー部の面付け (R付け) のないもの等がある。

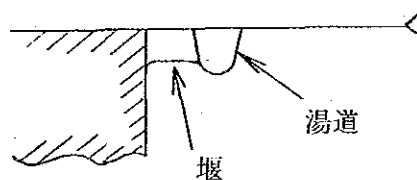
それぞれの問題点を図示して述べる。



図IV-14 問題部位置の説明図

#### 1) 湯口系 (湯道と堰)

図IV-15に示す通り、堰の位置が湯道と同じ高さにあるため、溶湯中の湯垢等が自由に鑄型内に入り、のろ咬み欠陥となる。

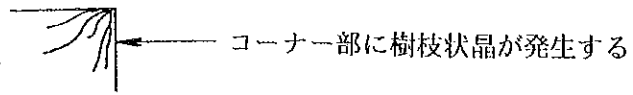


図IV-15 湯道と堰の位置の悪い例

#### 2) 鑄型コーナー部の面付け (R付け)

図IV-16に示す通り鑄型のコーナー部に面付け (R付け) をしないと、樹枝状晶が発生し、材料 (鑄物) の強度が劣化する。

一方、鑄型は溶湯の熱影響によりコーナー部が焼着く。



図IV-16 鑄型コーナー部の樹枝状晶

(4) 鑄型の破損及び変形

鑄型合わせの際に主型（外型）と中子を精度よく合わせるために、幅木部分の寸法及び形状は非常に重要である。

幅木部分の寸法及び形状が正しくないと、中子が浮かされたり、偏芯による肉厚変動等が発生し、製品の寸法不良、形状不良の原因となる。

鑄型の不具合例を図IV-17に示す。

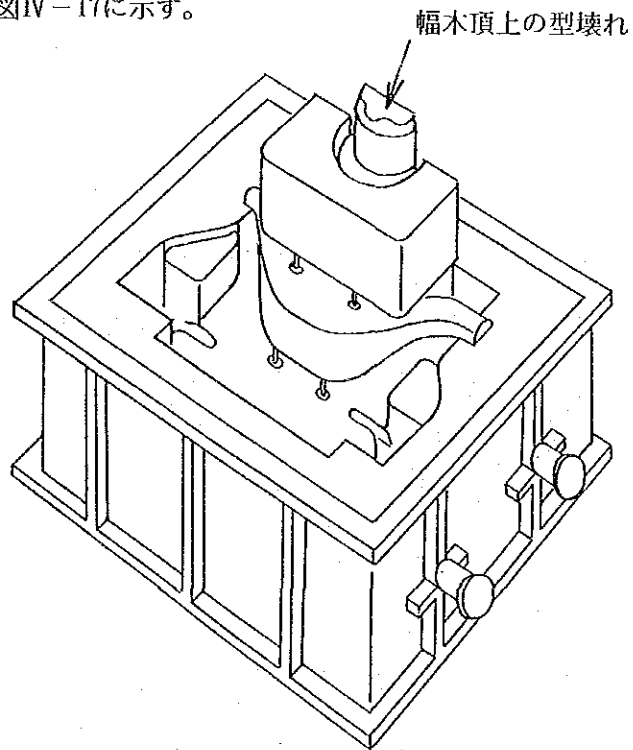
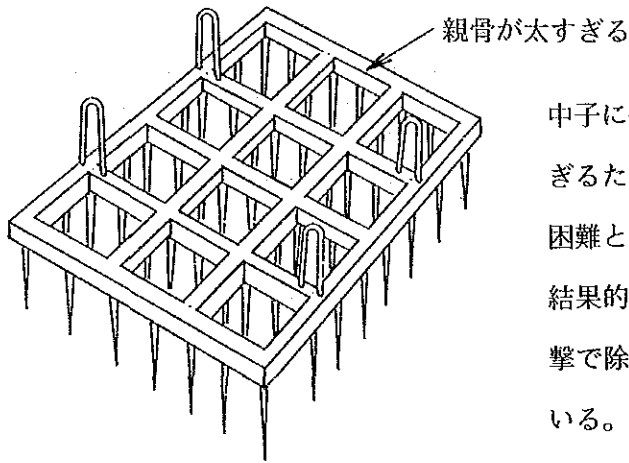


図-17 鑄型の不具合例

## (5) 芯金の扱い



中子に使用されている芯金が総体的に太すぎるため、整品仕上げ段階で芯金の除去が困難となっている。

結果的に人力によるハンマー（金槌）の打撃で除去することとなり、重労働となっている。

図IV-18 強すぎる芯金例

### 4-5 鋳型乾燥

鋳造第1分廠、第2分廠とも鋳型乾燥炉の燃料の主体は石炭である。乾燥型の品質を高めるためには、温度分布が均一な炉でゆっくりと乾燥する必要がある。温度分布が悪く、急熱、急冷されると鋳型の歪や割れを発生する。

石炭の手焚きによる鋳型乾燥炉は炉内温度制御が困難であるから、炉内高温ガスの対流をよくする必要がある。全般に沈陽鋳造廠の鋳型乾燥は積み込む鋳型の大きさ、形状が不均一で炉内いっばいに鋳型を積み込むため、熱風の対流が悪くなっている。

#### 4-5-1 乾燥の3段階

水分のある鋳型に熱を加えると、まず表面の水分が蒸発する。表面水分が蒸発して、表面水分が減少することにより、表面と内部の間に水分含有量の差が生じ、水分の多い内部より表面に水分の拡散が起こる。この現象が順次行なわれて、乾燥が終了する。乾燥期に起こる諸現象を分析してみると、次に示すような3段階の乾燥が必要である。

##### 1) 第一期、定率乾燥

乾燥の最初の時期においては、型の表面は湿っている。乾燥炉の熱はこの表面の水分を蒸発させる。しかし表面に幾分でも水分が残っていると、表面の温度は水の沸点  $100^{\circ}\text{C}$  以上になることはできない。

一方、型内の水分は、砂や空気よりも熱の良い伝導体である。従ってもっとも効率のよい乾燥方法は、水のこの性質を利用して、型が内部まで完全に加熱されるま

で型の水分を保っておくようにすることである。このためには炉内の湿気を持った空気が逃れないようにして、炉の上部より底部まで循環させ、炉内の型が内部まで均一な温度になるようにする。この状態になれば、水分はどんどん除去してかまわない。

## 2) 第二期、表面乾燥

第一期において型は乾燥したのではなく、型の中に含まれた水の力によって、型を完全にかつ速やかに乾燥するための適当な状態を作ったのである。この第二期において、本当の乾燥が行なわれる。

湿った空気を逃がすために通風路を開き、循環用ファンは新鮮な空気を吸入し、型を加熱し、表面から水分を奪って行く。与えられた温度において、流動空気と鑄型を接触させたとき、水の蒸発量は殆ど空気の流速と正比例する。

流れの方向は材料の表面に平行なのが効果的である。従って多量の熱風を循環させる方が、少量の非常に高い温度の熱風を用いるより一層有効で、型割れ、歪みなどが少なく安全である。このようにして型は表面より乾燥し、これにともない、型の内部から表面へ水分の拡散が行なわれて、次第に型の温度は上昇し、ついには表面が完全に乾燥する。

このとき型の内部には、少量の水分が残っている。この水分を除去するのが、第三期である。

## 3) 第三期、皮下乾燥

第三期においては、乾燥がさらに進んで、内部の水分の拡散は困難となり、かつ温度も高いので、水分は型内部で気化し、蒸気の形で拡散するのである。従ってこの期では、発生した蒸気を運び去るに足りるだけの空気の循環が行なわれればよい。

実際の型の乾燥に当たっては、以上の全部または一部を組合わせて目的にかなった乾燥を行なうのである。

### 4-5-2 乾燥方法

#### 1) 鑄型乾燥機構

##### a) 加熱空気の作用

加熱空気は水分の吸収力が強い。これは空気の温度が高いほど飽和水蒸気量が多くなるからである。従って加熱空気が湿った鑄型の表面を流れると、水分を吸収して、これを運び去り、新しい加熱乾燥空気が次から次に作用して型を乾

燥するのである。厚い鋳型は薄い鋳型より乾燥に時間がかかる。これは中心と表面の距離が大きいため熱伝導に時間がかかるし、また水分の拡散、蒸気の拡散にも時間がかかるためである。また同じ重量でも中子と外型では、一般に外型のほうが乾燥に時間を要する。これは中子が殆ど全面が加熱空気にさらされるのに対して、外型は鋳枠に囲まれているため空気にふれる面積が少なくなるからである。

#### b) 熱伝導性

粘結材があると、鋳型砂の熱伝導性は改良される。前記のように型内の水分は、砂そのものより熱伝導率が大いので、型全体としての熱伝導性をよくするのに役立っている。

鋳型の芯金、鋳枠のリブなども熱伝導率が大いので、熱を速く内部に伝える助けになる。

### 2) 外型の乾燥法

外型に使用する砂は、珪砂に粘土、ベントナイトなどを配合した合成砂が主体である。乾燥温度は使用する粘結材によって異なるが、一般に 350°C～450°C くらいで行なうのが無難である。乾燥後の型の強さの面からは、ベントナイトでは 250°C 程度で最高の強さを示すが、強さを多少犠牲にしても、450°C くらいで乾燥したほうが鋳物のできが良い。

一般に外型乾燥炉は、炉の高さが高いので自然循環炉では上部と下部の温度差が大きくなる傾向が強い。強制循環炉による乾燥が望ましい。近年においては、液体燃料や気体燃料を用いる高速バーナー（ジェットバーナー）が用いられ炉内の強制対流を行う炉が用いられている。

以上は外型乾燥の一例を示したものであるが、要は乾燥炉の各部に於いて、できるだけ均等な温度が保たれるようにし、単位時間にできるだけ多くの加熱乾燥空気が型に接触し、熱を与え、水分を運び去るように考えなければならない。

### 3) 中子乾燥法

#### a) 粘土砂中子乾燥法

粘結材として粘土、ベントナイトを使用している中子は、外型乾燥法と同様に考えれば、よい。中子は外型より一般に空気に触れる面積が大いので乾燥時間が短くてすむが、歪み、中子割れなどの欠陥が生じ易いので乾燥機構を考慮して

その中子に合った乾燥時間、温度を見出さねばならない。炉積みについては、乾燥炉の容量、特性に応じて鑄型の積み込み工夫を要するが、一般的には外型と中子を同時に積み込むことはよくある。問題は、炉積みされた鑄型と鑄型の空間、あるいは鑄型と台車の空間に加熱空気がむらなく循環するかどうかであり、積み込む鑄型の配置を十分に検討することも重要である。

#### b) 油砂中子乾燥法

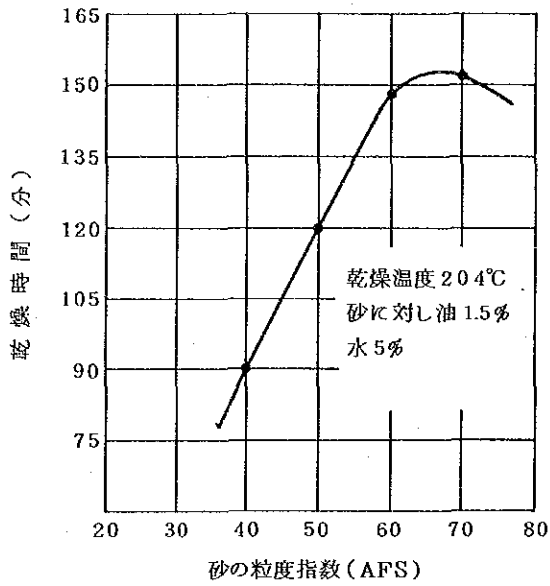
複雑な形状をした比較的小さい中子には油中子を使用されることが多い。乾燥後の強さも比較的大きく、膨張が比較的小さく、吸湿性も小さいのでシェル中子、フラン樹脂中子が進出するまでは多量生産にもっとも多く使用されてきた。

油中子の乾燥で他の中子と異なるのは、配合された油の挙動である。温度を上げて行くとまず水分がとび、次いで 220℃くらいで酸素の力によって硬化が起こる。260℃以上では油の熱分解が行なわれるから、乾燥温度は 260℃を超えてはならない。

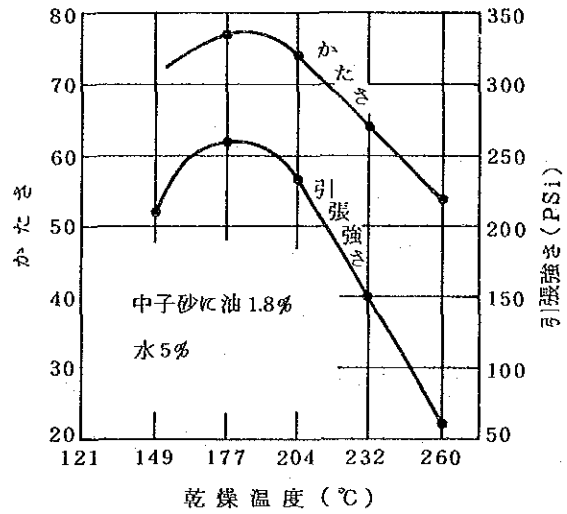
油は普通砂に対して 2～4% の割合で混合される。乾燥後の強さは油の種類、配分量は勿論であるが砂の性質、乾燥温度、中子の大きさによっても左右されるものである。

図IV-19は中子に最大の強さを与えることを基準として砂の粒度、乾燥時間の関係を調べたもので、粒度が細かいほど乾燥時間が長くなることを示している。図IV-20は、乾燥温度と中子強さ、通気度、かたさの関係を示したものである。





図IV-19 中子砂の粒度と乾燥時間の関係



図IV-20 強さなどと乾燥温度の関係

一般に使用されている乾燥温度は、180°C～230°Cで、低温度すなわち180°Cくらいで乾燥すると歪みも少なく割れる心配もないので好ましいが、時間が長くなる欠点がある。高温では乾燥時間は速いが歪み、割れが多く発生し、また中心部までの完全な乾燥が困難になる。加熱空気の流速は速いほうが望ましいが、吹出口で2～3 m/sec以上が適当であろう。

#### 4-5-3 乾燥炉の選定

よい乾燥効果をあげるために、次の点を考えて乾燥炉の選定を行なう必要がある。

##### 1) 乾燥炉の容量

加熱空気が均等に鑄型に当たりまた加熱空気の流れが各部で均等でなければならない。このためには鑄型を炉内に正しく積込むことが必要である。鑄型が各所で均等な空気抵抗を受けるように乾燥炉の各断面が均等に鑄型で充填されるように積込むことが炉の温度分布と熱効率をよくする根本的な条件である。従って炉の容量を決定するに当たっては、鑄型の積込み方をまず決定することが必要となる。一般には、乾燥炉室容量に対して装入鑄型容量の比を20～50%にとると言われているが積込み方を正しく行なえばさらに向上させることもできる。

## 2) 鑄型の種類、形状、重量

同じ炉に積込む鑄型はできるだけその種類、形状、重量が同一のものであることが望ましいが、多種少量生産の場合はなかなかそのような生産予定が組めない。しかし、乾燥時間、乾燥の度合いなどから経済的になるように形状その他の差が少ないものを集めて乾燥することが必要である。

## 3) 乾燥温度、乾燥時間

まず炉内許容温度を決定し乾燥温度、乾燥時間も決めなければならない。前記した通り、乾燥温度は鑄型の種類、粘結材などによって異なるものであり乾燥時間も鑄型の大小、重量、種類でそれぞれ決定する必要がある。

一般に比較的低温で時間をかけて乾燥した方が歪み、割れの発生が少なく良い方法と言える。

また油中子の乾燥は一般的には 220℃程度で 1～2 Hr くらいで行なう。

この時間も鑄型の大小、重量を十分考慮して決定する必要がある。

## 4) 燃焼室

燃料によって構造を考えなければならないが乾燥炉内に不完全燃焼ガスが入らないように、燃焼室において完全に燃焼が終わるよう十分な容量が必要である。

## 5) 炉の保温

低温使用する乾燥炉に於いても、熱効率を高めるために耐火煉瓦の内壁にグラスウール等の断熱材を使用することが望ましい。これはすでに沈陽鑄造廠の全炉に実施されている。

## 5. 鑄鉄溶解

沈陽鑄造廠においては、鑄鉄の溶解はキューボラによって行われている。鑄造第一分廠の溶解を中心にキューボラ溶解の現状と問題点について述べる。

### 5-1 溶解設備と溶解能力の概要

#### 5-1-1 溶解設備の概要

各分廠の溶解設備を表した平面配置を図IV-21から図IV-25に示す。

#### 5-1-2 溶解能力の概要

各分廠の溶解能力とキューボラの主要仕様を表IV-36に示す。

### 5-2 キューボラ溶解の現状

#### 5-2-1 溶解作業分担

鑄造第一分廠においては毎日溶解・鑄込が行われており、2基のキューボラが交互に用いられる。鑄造第一分廠は3直制で操業されており、溶解・鑄込は3直次（17時～24時）に行われる。3直次の作業で炉内残留物を落下し、消火までする。炉修理と炉乾燥は32時間経過後の第2直次（8時～17時）に行われる。従って48人の溶解組作業員は昼班20人と夜班28人によって作業が行われている。各班の作業内容と担当人員数は次のとおりである。

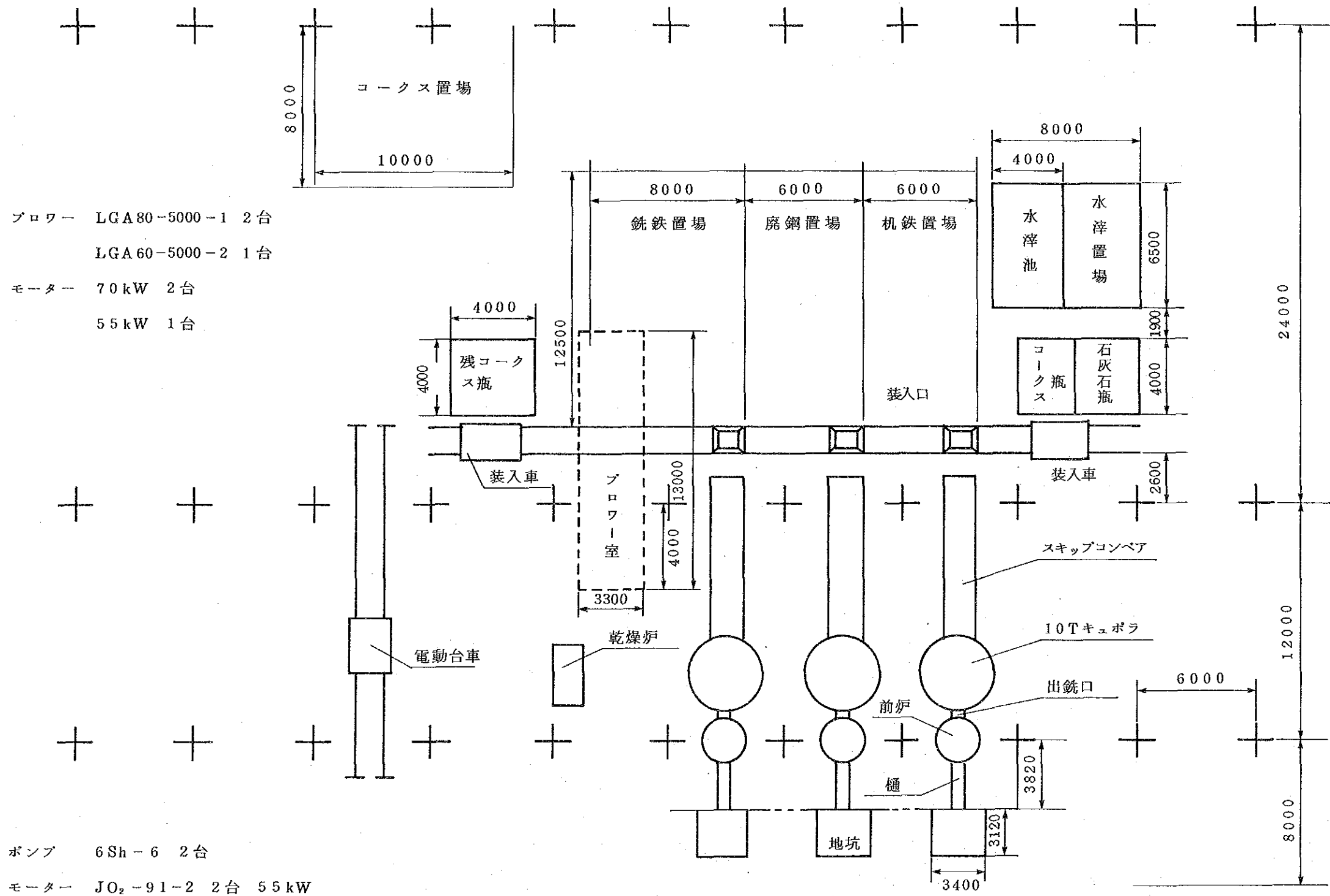
昼 班		夜 班	
班 長	1人	班 長	1人
材 料 準 備	1人	炉 前 檢 査	1人
前 炉 修 理	3人	炉 前 作 業	5人
キューボラ修理	5人	材 料 装 入	4人
取 鍋 修 理	3人	装 入 機	2人
樋 修 理	2人	鑄 込 作 業	15人
材 料 運 搬	3人		
機 械 修 理	2人		
計	20人	計	28人

#### 5-2-2 炉修理、炉乾燥

(1) 炉修理はキューボラ、前炉、樋、取鍋の耐火物が前回の操業で浸食されて、地金やスラグが付着するので、この部分を削りとり耐火物で修理する作業である。

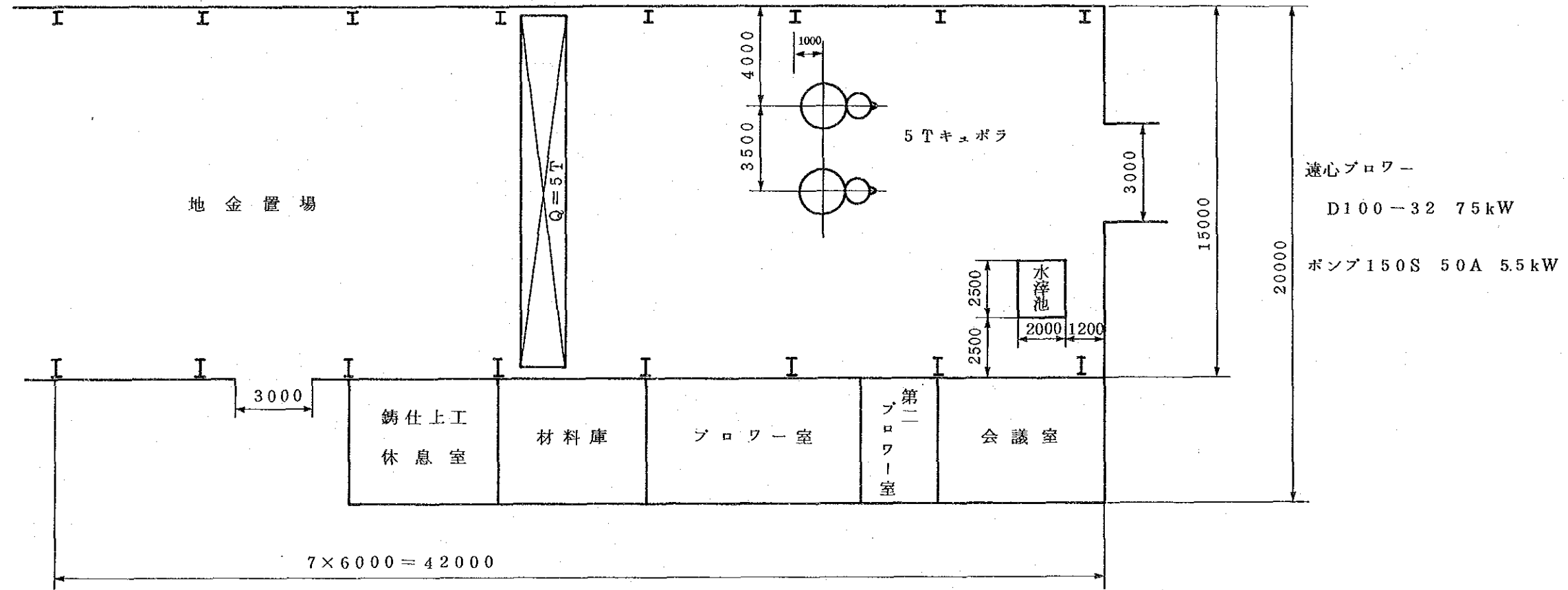
##### 1) キューボラ修理

SiO<sub>2</sub> 90%以上を含有するシャモット質練瓦と耐火モルタルで修理する。不定形練瓦は定形練瓦を削って作っている。これを写真IV-9と写真IV-10に示す。床面は生型砂でつき固める。

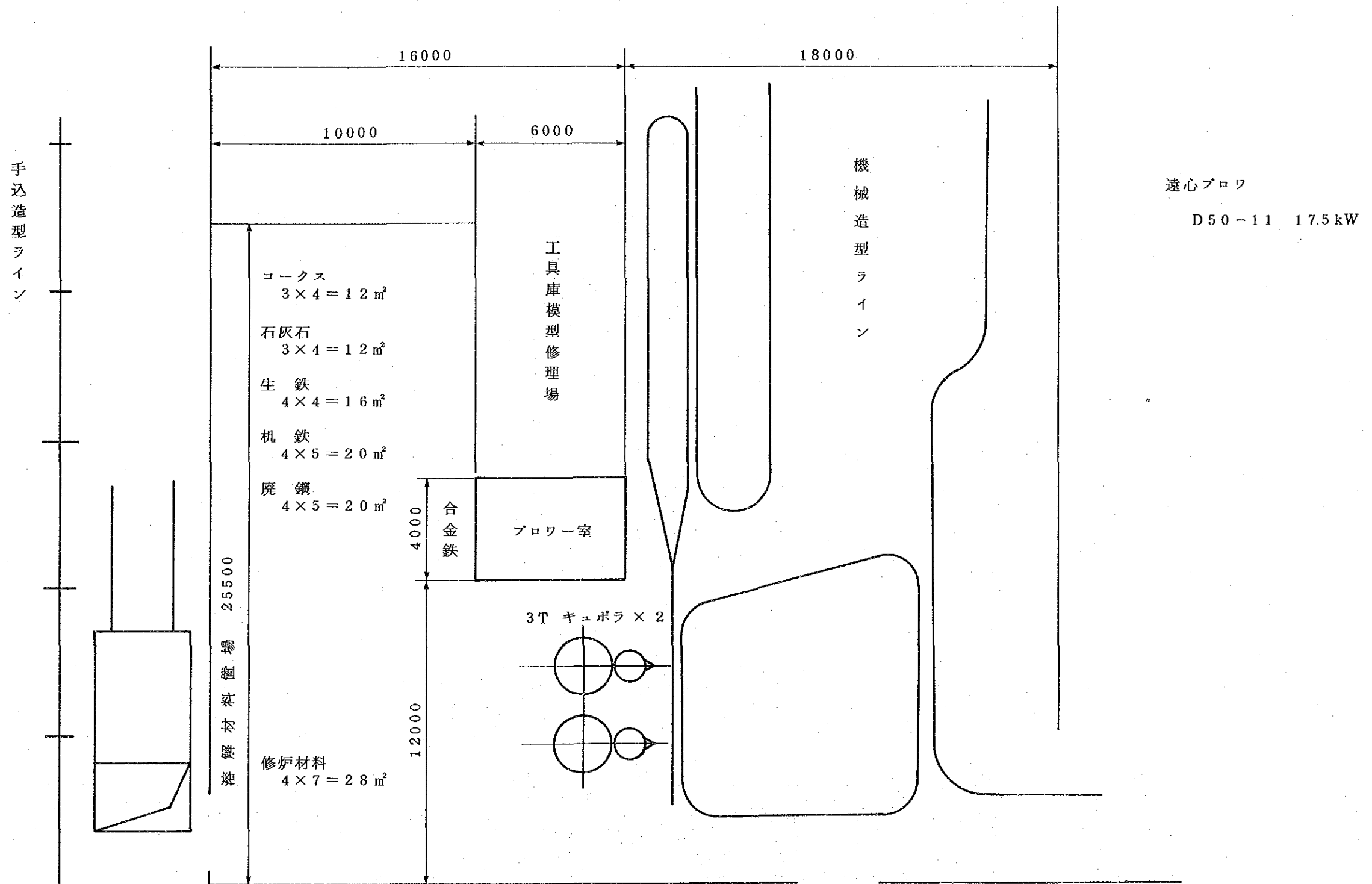


溶解場面積 1512m<sup>2</sup>

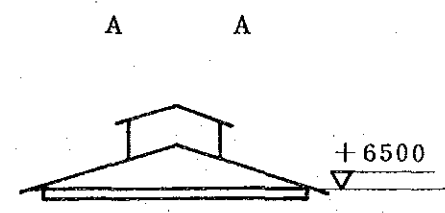
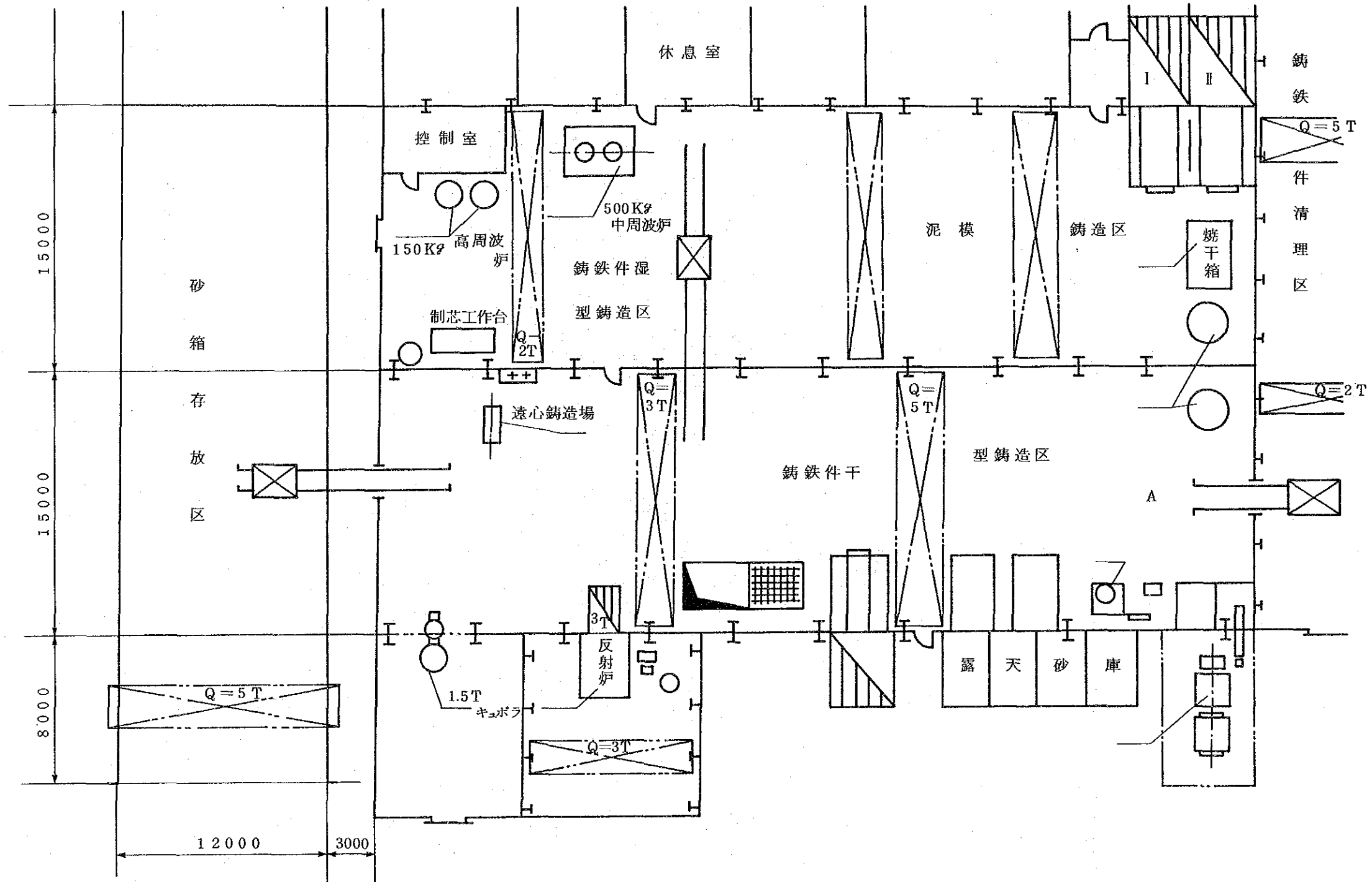
図IV-21 鑄造第一分廠の溶解場平面配置図



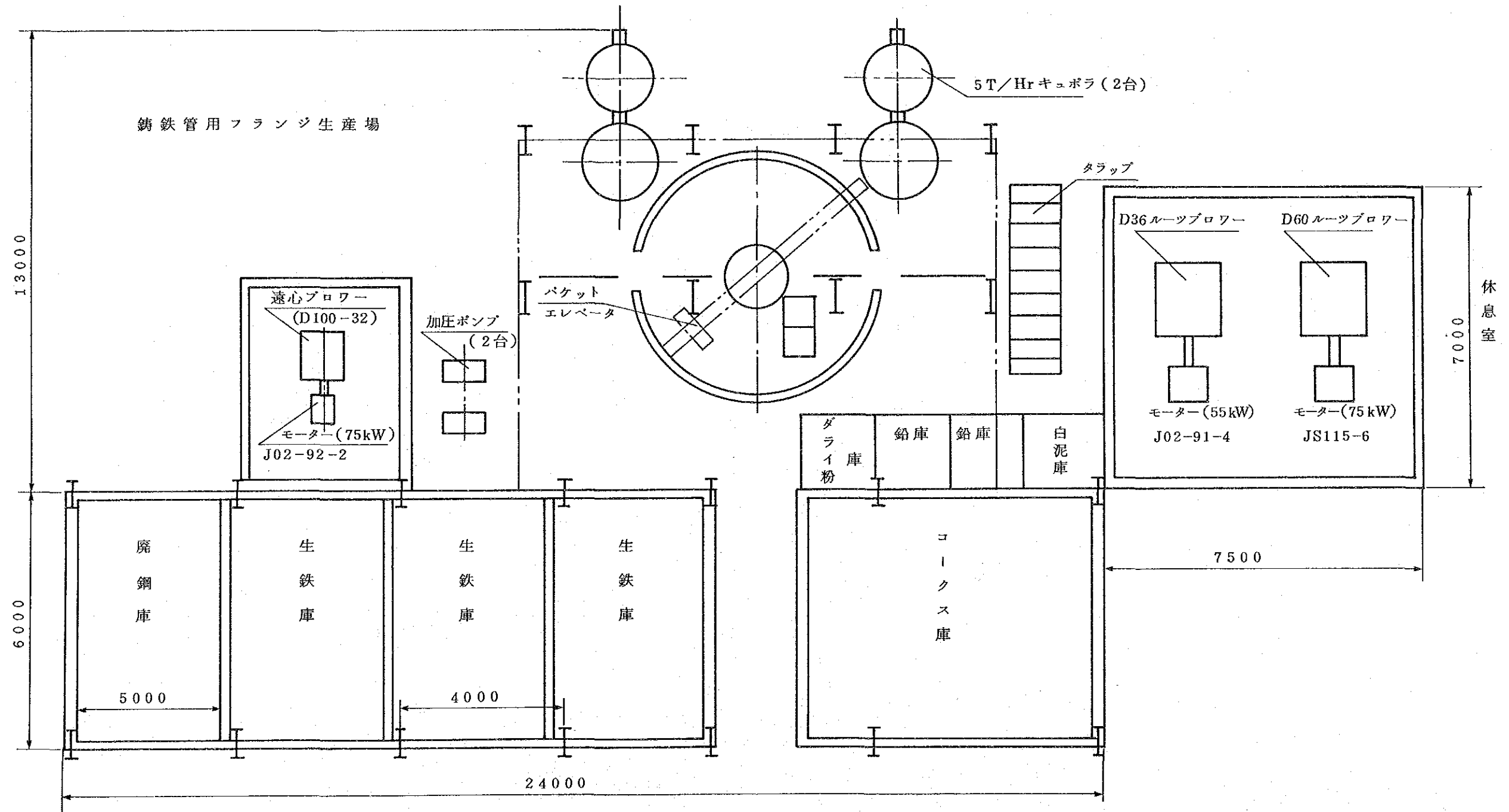
図IV-22 鋳造第二分廠手込造型ラインの溶解場平面配置図



図IV-23 鑄造第二分廠機械造型ラインの溶解場平面配置図



図IV-24 鑄造第三分廠の溶解場平面配置図



図IV-25 鑄管分廠の溶解場平面配置図

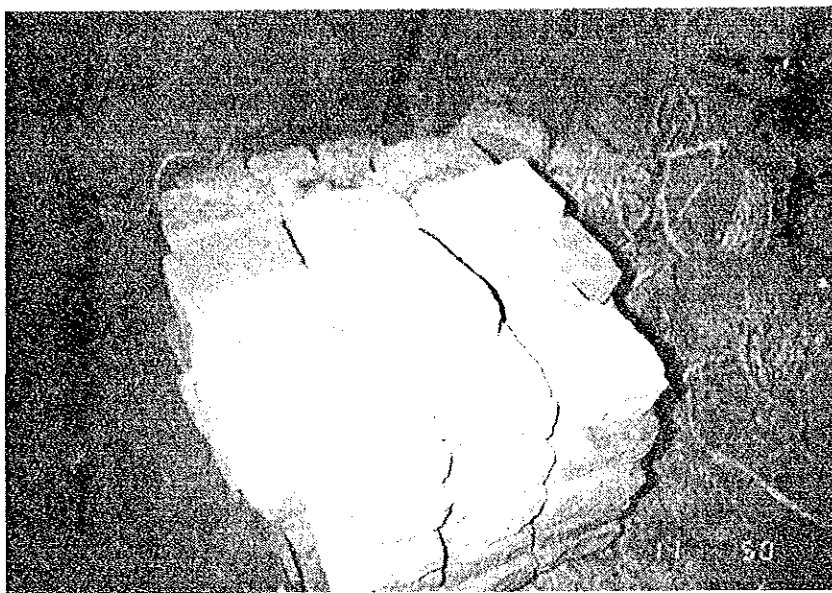




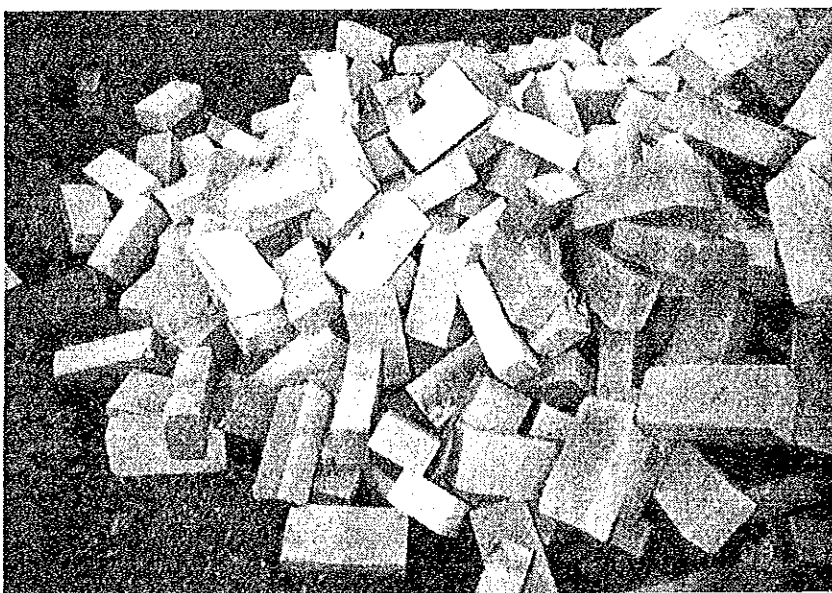
表IV-36 溶解能力およびキュボラ仕様

	製造第一分廠	製造第二分廠		製造第三分廠	鑄管分廠
		手込造型ライン	機械造型ライン		
溶解設備	10Tキュボラ×2	5Tキュボラ×2	3Tキュボラ×2	1.5Tキュボラ×1	5Tキュボラ×2
溶解作業人員数	48人	14人	27人	15人	53人
溶解量(Ton/月)	1,700	1,100		260	1,800
最大鑄込重量(Ton/個)	FC	FC	FC	FC	FC
	FCD	FCD	FCD	FCD	—
	合金鑄鉄	合金鑄鉄	合金鑄鉄	合金鑄鉄	0.4
キュボラ主要仕様	ライニング	酸性	酸性	酸性	酸性
	送風	冷風、多段・中心	冷風、多段	冷風、多段	冷風、多段
	溶解速度(Ton/hr)	13	5.4	3	2
	炉内径(mm)	1,400	800	700	540
	有効高さ(mm)	5,400	5,040	5,400	3,500
前炉容量(Ton)	10	3.5	3	1	5

写真Ⅳ-9 10Tキュボラ、内張用レンガ（異型）



写真Ⅳ-10 3Tキュボラ、前炉内張り用レンガ（並型）



## 2) 前炉修理

キュボラ修理と同じ。

## 3) 樋修理

生型砂をつき固め、黒鉛塗型を塗る。

## 4) 取鍋修理

樋修理と同じ（取鍋には耐火練瓦が内張りされていない。30～50mm厚さの粘土砂の内張りに黒鉛塗型を厚く塗ったものである。）

## (2) 炉乾燥

### 1) キュボラ、前炉

ベッドコークスに点火し、乾燥する。空吹送風によっても乾燥する。

### 2) 樋、取鍋

薪乾燥する。薪への着火はガスバーナーで行い。ガスバーナーは乾燥終了まで点火されているが、火力が弱く乾燥は不十分であり、予熱は期待できない。

## 5-2-3 点火・送風

炉底から薪を井桁状に組み、その上にベッドコークスを積み、ガスバーナーで薪に点火する。ベッドコークスは1300kg用い高さ1700mmに調整する。点火後3時間経過してから送風を行う。炉乾燥とベッドコークス調整のために空吹送風を行っている。

## 5-2-4 材料装入、材料配合

### 1) 配合計算にもとづいて、溶解原材料を装入する。

図IV-26は1986年11月2日の铸造第一分廠10Tキュボラの溶解記録である。配合は工芸守則に決められた要求にもとづいて、歩留を見て技術部門が決定する。表IV-37は、鑄鉄の材質別配合率である。

### 2) 追込コークスは溶解初期が140kg、溶解末期に120kg装入する。（配合率10～12%でコークス比8～9%）

### 3) 材料装入順序

コークス→石灰石→廢鋼→銑鉄→合金鉄→机鉄

### 4) 材料の計量

合金鉄は台秤、その他はクレーンに設置された計量装置により計量される。

# 炉前控制及加料记录

车间 \_\_\_\_\_ 炉号 \_\_\_\_\_

86年11月2日

点火 3 时 分 底焦高度 1700 毫米 底焦重量 1300 公斤

开风 6 时 分 停风 \_\_\_\_\_ 时 分 因故停风自 \_\_\_\_\_ 时 分至 \_\_\_\_\_ 时 分

因故停风自 \_\_\_\_\_ 时 分至 \_\_\_\_\_ 时 分 打炉 \_\_\_\_\_ 时 分 实际化铁时间 \_\_\_\_\_ 时 分

风量: \_\_\_\_\_ 毫米水柱      m<sup>3</sup>/分其中: 侧送风 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/分中央 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/分

风压: 中央 \_\_\_\_\_ 毫米汞柱      侧吹 \_\_\_\_\_ 毫米汞柱

*Handwritten signature*  
20/11/86

## 炉 料 配 制

序号	牌 号	批 数	焦 炭	石 灰 石	金 属 炉 料			附 加 合 金		备 注
					生铁	废钢	回炉	矽铁	锰铁	
	15-33	2	130	40	1500			38	12	
	1	8	130	40	750		750	17	9	
	20-60	7	120	40	550	200	750	16	13	
	75-47	10	120	40	500	350	650	12	20	
	20-60	8	100	40	500	150	850	15	11	
	无	2			1500					
	生铁									
	废钢									
	矽铁									
	锰铁									

填表人 \_\_\_\_\_

图IV-26 溶解记录

表IV-37 材質別配合率

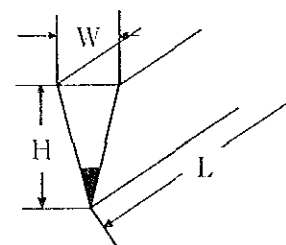
材質 装入機	HT-10-26	HT-15-33	HT-20-40	HT-25-47	HT-30-54	QT-45-5	QT-50-5	QT-60-2
銑鉄 (%)	50-60	50	40	35	33	100	100	100
返機	40-50	50	40-50	40	33			
鋼屑			10-15	25	33			
フェロシリコン (Fe-Si)	0.8-1.2	1.5	1.0	1.0	0.5-0.7	1.0-2.0	1.0-2.0	1.0-1.5
フェロマンガ (Fe-Mn)	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7			
その他	0.3							
コークス	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
石灰石	3.3-5.3	3.3-5.3	3.3-5.3	3.3-5.3	3.3-5.3	3.3-5.3	3.3-5.3	3.3-5.3

### 5-2-5 炉前試験

チル試験を行っている。乾燥鑄型に楔型試験をとっている。他に材料試験用の20φの試験片も乾燥鑄型に鑄込んでいる。楔鑄型を写真IV-11に示す。しかし、これ以外の試験はしていない。溶湯の湯面模様は消えており観察はできない。楔型試験片の形状と寸法は表IV-38に示す。3種類が使用されている。

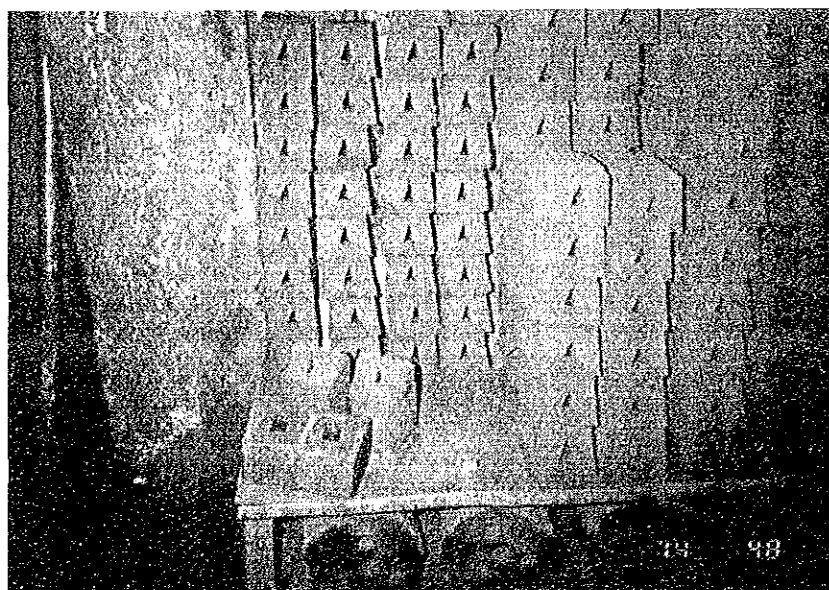
表IV-38楔型試験片の形状と寸法（単位mm）

種類	高さ(H)	幅(W)	長さ(L)
1	30	15	130
2	50	25	150
3	100	50	180



尚楔試験は、炉前者が溶湯を目視し、異常を感じた時点に於いて試験を実施する。1日の操業に於いて楔試験の実施回数は約10回（操業時間約6-7H）である。

写真IV-11 楔鑄型（生型砂製鑄型を乾燥）



5-2-6 接種と炉前処理

(1) 接種

フェロシリコン (Si : 72~75%) を用いて接種する。

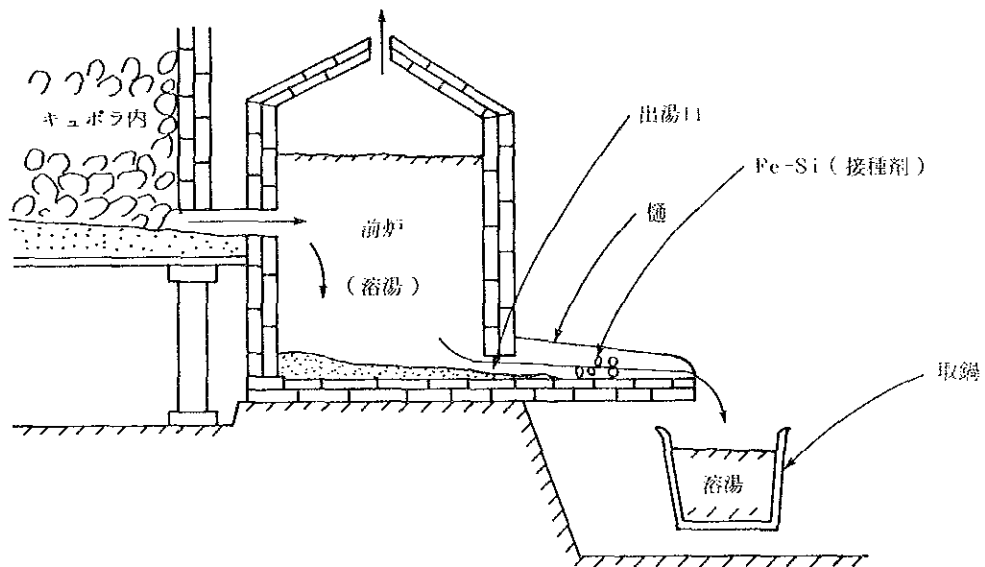
材質別フェロシリコン添加量の標準は次のとおりである。

表IV-39 接種標準

材 質	添加量
HT 15-33	接種しない
HT 20-40	接種しない
HT 25-47	0.2 ~ 0.3%
HT 30-51	0.5 ~ 0.8%

添加方法は粒度5~15mmのフェロシリコンを樋に置く樋添加法である。図IV-27に示す。

5 T以下の小型キューボラ溶解の接種は取鍋に添加して出湯する取鍋添加法が行われている。



図IV-27 接種法

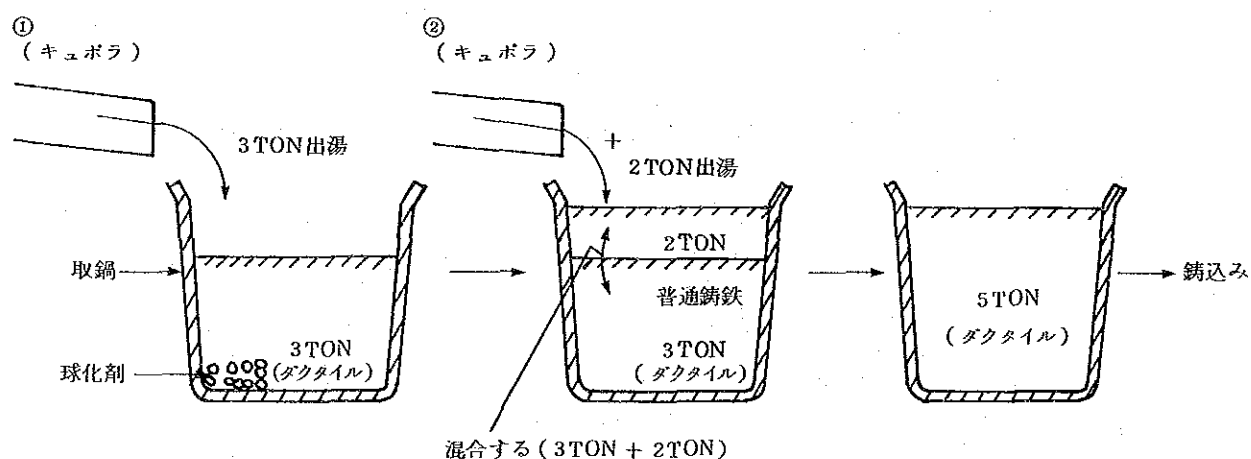


## (2) 球状化处理

希土類元素を含むフェロマグネシウム (Mg : 12~15%) を用いて取鍋置注法で球状化处理をする。

5 TON の溶湯をダクマイル処理する場合図IV-28に示す様にMg合金を取鍋底に入れ、その取鍋内にキュボラから約3 TON を出湯し、Mg合金を溶解・反応させ、更にその取鍋内容湯中にキュボラから、2 TON を出湯し混合して5 TON のダクマイル溶湯を製造している。

球状化处理反応後除滓し、溶湯を楔試験により判定する。

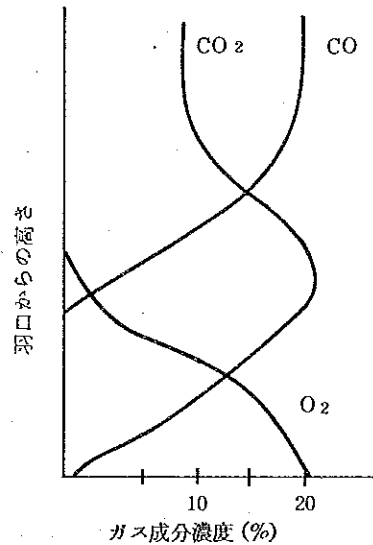


図IV-28 球状化处理の現状

### 5-3 キュボラ溶解の理論的検討

#### 5-3-1 炉内の燃焼反応

キュボラ溶解は送風空気中の酸素とコークス中の炭素との発熱反応によって生ずる熱で地金の溶解を行うものであり、同時に不純物のスラグ化、酸化物の還元が行なわれる。図IV-29はキュボラ内のガス分布を示したものである。

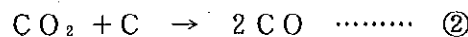


図IV-29 ガス成分濃度 (%)

羽口付近では



によってコークスが燃焼して発熱されるから炉内温度が上昇される。この反応がおこっている部分は酸化帯である。酸化帯で生じたCO<sub>2</sub>ガスは赤熱コークスによって還元される。すなわち還元帯の反応は



この反応は吸熱反応であり、高温ほどよく進行するが、炉の上部になるにつれて温度が下がり、やがてその進行は停止して、その時のCO、CO<sub>2</sub>の量がそのまま炉頂ガス成分となる。

式①と式②の反応は、キュボラの構造特に羽口や送風条件、コークスの形状等によって、反応のおこる位置や反応の量が大きく影響される。

キュボラ溶解では酸化帯・還元帯の位置が重要で溶湯材質に重大な影響を及ぼす。すなわち酸化帯が炉の上部まで広がったり、固体地金が酸化帯にさらされると溶湯の酸化が促進し、黒鉛形状の異状化、引巣等の铸造欠陥が生じやすくなる。

沈陽構造廠のキュボラは全て多段送風であり、特に10Tキュボラは中心送風がされている。これは現状コークスを効率よく燃焼させるための配慮であるが、酸化帯と還元帯の位置を複雑に広げる結果となり、操業が難かしくなる。これは必然的に操業管理を厳重にして溶湯酸化防止を配慮しなければならないことになる。

### 5-3-2 スラグ反応

キュボラのスラグは、石灰石、地金の酸化物、コークス中の灰分、炉壁耐火物等が溶けあってできる。石灰石は生成するスラグの流動性をよくして溶湯と分離しやすくするために配合する。沈陽鑄造廠における石灰石の配合は装入地金の3.3～5.3%で行われている。出湯温度が低い(約1400℃)が、溶湯とよく分離し、水滓処理されている。

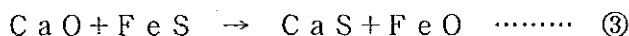
スラグの流動性はスラグの成分によって決まる。スラグの代表的成分組成を表IV-40に示す。

表IV-40 スラグの代表的成分組成

(単位：%)

	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	S
酸性	40～50	20～35	0～3	5～12	1～5	1～2	0.1～0.5
塩基性	20～30	30～50	5～20	3～10	1～2	1～3	0.5～1

酸性酸化物(SiO<sub>2</sub>)の多いスラグは酸性スラグである。塩基性酸化物(CaO、MgO)が多い塩基性スラグは脱硫能が高い。塩基性酸化物は次の式で溶湯中の硫黄分をスラグに吸収する。



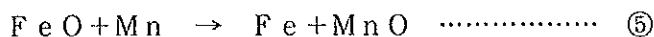
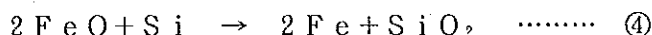
球状黒鉛鑄鉄の製造には硫黄分の少ない溶湯を得なければならない。キュボラ溶解においてはコークス中の硫黄分(1%程度)の約30～40%が溶湯に吸収される。脱硫を促進するためには塩基性スラグを用いる塩基性操業を行なう。塩基性操業の採用は、下記を配慮して決定する。

- a) 現在用いているSiO<sub>2</sub>を多く含む耐火練瓦や耐火モルタルはCaOのような塩基性酸化物に激しく浸食されるので、キュボラの内張りをCaOやMgOを多く含むドロマイトやマグネシア系耐火物に変える必要がある。
- b) 塩基性練瓦は一般に酸性練瓦よりも高価である。

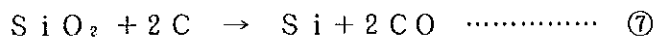
c) 普通鑄鉄の製造においては、特に硫黄分の少い溶湯を得る必要がない。

沈陽鑄鉄廠においては、大部分が普通鑄鉄の溶解であり、現状の酸性操業が適しているが球状黒鉛鑄鉄や強靱鑄鉄の溶解には適さない。

キュボラの酸化帯においては、装入地金中の鉄、硅素、マンガンが酸化され、大部分スラグに入る。この場合スラグの色は黒色になる。酸化物はFeOが圧倒的に多いが、SiやMnと反応してFeに還元される。



これら酸化物は、高温の炭素によって還元される。



元素による還元反応は高温になる程活発に行われるから、高温溶解ほど、SiやMnの酸化損耗が減り、溶湯性状がよくなり、鑄造欠陥の発生が減る。

沈陽鑄造廠の溶解においては、第1に高温溶解を行うべきである。

高温溶解になるほど、又スラグの塩基性が増すほど、溶湯の吸炭が進む。これはコークス中のSiO<sub>2</sub>を主体とする灰分が、塩基性スラグと反応して洗い流されて、溶湯が清浄なコークス表面と接触し、吸炭が進むからである。

### 5-3-3 コークスと送風量

送風量は次式で算定する。(理論式)

$$@ = \frac{W \times 10^3}{60} \times K \times \frac{R}{100} \times L \times C \quad \text{⑨}$$

@ : 送風量 (m<sup>3</sup>/min)

K : 地金 1 kg を溶解するに要するコークス量 (kg)

R : コークスの有効炭素量 (%)

L : 炭素 1 kg を燃焼するに要する空気量 (m<sup>3</sup>/kg)

C : 補正係数

日本においては送風量は次の経験式が良く用いられる。

$$\frac{Q}{A} = 100 \sim 110 \quad \dots\dots \textcircled{10}$$

Q : 送風量 (N m<sup>3</sup>/min)

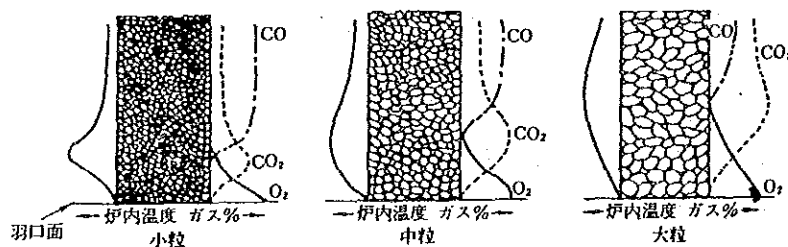
A : 炉の断面積 (m<sup>2</sup>)

沈陽鑄造廠におけるQ/Aを表IV-41に示す。この表から送風量が適当であるのは、鑄造第二分廠の3Tキュボラと鑄造第三分廠の1.5Tキュボラである。

5Tキュボラは各れも過剰送風である。鑄造第一分廠の10Tキュボラは適正送風より少い。このキュボラは中心送風が行われており酸化帯が拡がりやすい構造であり、酸化溶解を防ぐため、標準送風量より低い操業を行っていると考えられる。

過剰送風や追込コークスの減少はベッドコークスの高さの低下となるから、地金が強酸化性雰囲気さらされ、酸化溶解になってしまう。高温溶解の目的で送風量を増やすが、この場合は追込コークス量を増やしベッドコークス位置を適正に保つ必要がある。

沈陽鑄造廠のコークス装入量を表IV-42に示す。沈陽鑄造廠が用いているコークスは原材料で述べたようにコークスの強度が弱く、灰分、硫黄分が多い。特にコークスの強度が弱いと、炉内につぶされて細粒化し図IV-30に示すように羽口付近で燃焼がおこり、装入地金の予熱温度が低下し、溶解温度が下る。高温溶解を行うには適正粒度(通常炉径の1/8~1/10)の強いコークスを用いコークスの燃焼を充分に行わせコークス比を高くとれるような操業を行なう。沈陽鑄造廠のコークス比は10~15%程度であるが、出湯温度は1400~1450℃と低い。日本においては有効炭素90%以上、強度93%以上のコークスを用い、通常の冷風キュボラにおいてコークス比14~20%で1500℃以上の高温溶解を行っている。



図IV-30 炉内の燃焼におよぼすコークス粒度の影響

表IV-41 各キユボラの送風量

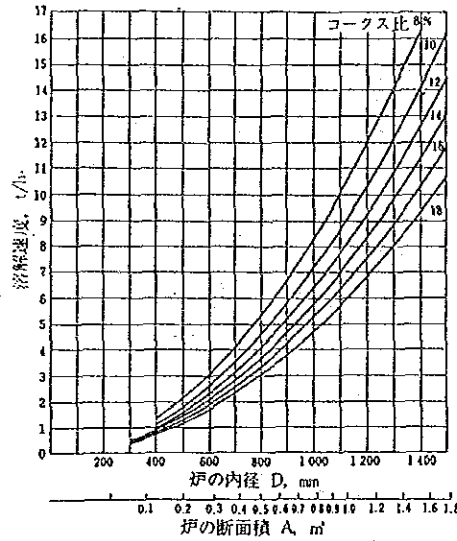
分 廠	呼 称	炉 内 径 (m)	炉 断 面 積 (m <sup>2</sup> )	送 風 量 (m <sup>3</sup> /min)	送風量/炉断面積 (m <sup>3</sup> /min・m <sup>2</sup> )	風 圧 mm H <sub>2</sub> O	備 考
鑄造第一分廠	10Tキユボラ	1.4	1.54	60~70 40~50	39~45 26~32	1,100~1,300 1,100~1,300	中心送風 側面送風
	5Tキユボラ	0.8	0.50	85~90	170~180	1,300	側面送風
鑄造第二分廠	3Tキユボラ	0.7	0.38	40~50	105~132	630	側面送風
	1.5Tキユボラ	0.54	0.23	25~30	109~130	650	側面送風
鑄管分廠	5Tキユボラ	0.8	0.50	80~120	160~240	1,100	側面送風

表IV-42 各キユボラのコークス装入量

分 廠	呼 称	ベツドコークス量	地金装入量 (kg/回)	追込コークス量 (kg/回)	コークス比 (%)	備 考
鑄造第一分廠	10Tキユボラ	1,700 mm	1,500	120~140	9~8	中心送風付キユボラ
	5Tキユボラ	(調整)	400	45~50	11~13	
鑄造第二分廠	3Tキユボラ	(調整)	200	25~28	12.5~14	
	1.5Tキユボラ	200 kg	200	18	9	
鑄管分廠	5Tキユボラ	300 kg (1,600mm)	400	40~50	10~13	

沈陽鑄造廠が高温溶解を行うためには、コークスの改良が重要であるが、現状の冶金用コークスを用いる場合も、キュボラの改造を行い、コークス比の高い操業を行なうことが必要である。

コークス比を高くすると高温溶解が可能になるが溶解速度は低下する。図IV-31にキュボラの炉径と溶解速度におよぼすコークス比の影響を示す。



図IV-31 キュボラの炉径と溶解速度におよぼすコークス比の影響

(加山：「新版キュボラハンドブック」日本鑄物協会)

#### 5-4 現状の問題点

##### 5-4-1 キュボラの構造と付帯設備

###### (1) キュボラの構造

日本鑄物協会および米国鑄物協会が提案した標準キュボラの主要寸法と沈陽鑄造廠のキュボラを比較して表IV-43に示す。以下に構造各部の役割と問題点を述べる。

###### 1) 炉径と溶解速度

溶解速度は炉の内径だけでなくコークス比、送風量、装入材料とその形状等操業条件により変動する。

沈陽鑄造廠の10 t キュボラはコークス比約8~9%の操業で13ton/hrの溶解速度であるが、日本鑄物協会No.23キュボラで同じコークス比ならば図IV-31から15~16ton/hr程度となることがわかる。

###### 2) 有効高さ

装入された地金が予熱、溶解、過熱される位置である。

地金の予熱効果は有効高さが高い程有利であるが、有効高さを高くすると下部に大きな圧力が加わり、ベッドコークスが破碎する。現在使用しているコークスは弱く、装入するコークスの粒形も細かいので炉内の通風抵抗は大きくなってしまい、キュボラ操業を難しくし、送風機の負荷を大きくする。

問題点：強度が弱いコークスに対しては有効高さ（5 m以上）が高すぎる。

### 3) 多段羽口

沈陽鑄造廠のキュボラは全て多段羽口である。

特に10 t キュボラでは中心羽口と併用している。

これは低質コークス（灰分約16%、強度72%程度）を用いる場合に、有効な構造である。

日本における過去の研究例（名古屋：鑄物20、1948、9～10）では、多段羽口を採用することにより、出湯温度と溶解速度が増加し、コークス比が低下している、この理由はコークスが軟質で燃焼しやすく1段羽口では溶解帯の中が狭く溶湯が過熱される距離が短くなるからである。

多段羽口を採用すると、下方で生成したCOガスが上方の送風で燃焼、発熱し溶解帯を拡げる。しかし酸化帯が上方に拡がって溶湯が酸化しやすくなる。

問題点：a) 溶湯が酸化傾向にある。

b) 羽口の数が多いので、炉修と保守が繁雑である。

### 4) 羽口比

羽口比はキュボラの羽口面の断面積の総和で除した値である。

沈陽鑄造廠のキュボラは羽口比が小さいが、これは1つの断面を多段羽口の総和で除した比で表したものと推定する。

コークスが細かく、風が炉中心まで届かない状態で操業されているから、羽口比を大きくとって炉の中心まで風を浸透させる必要がある。中心まで浸透させるため、沈陽鑄造廠のキュボラは高風圧（1,100～1,300 mm H<sub>2</sub>O）にし、更に大型のキュボラでは中心送風を行っている。

日本での羽口比の設定は、粗悪コークスを対象とした1941年の日本鑄物協会標準キュボラ委員会「キュボラ標準寸法並に標準溶解操業法」には羽口比10～35という値が提示されている。

問題点：a) 羽口比が表IV-40の値であれば、現状のコークスに対しては小さい。



b) 10t キュボラの操業観察において羽口近くのコークスが赤熱していなかった。

これは羽口付近風速が速すぎて、コークスの着火を吹消しているものと考えられる。この状態では酸化溶解となり、溶湯も過熱されない。

この事から考えると羽口を大きくし（羽口比を小さいする）風速を下げる必要がある。

#### 5) 羽口構造

問題点：沈陽鑄造廠の羽口金物には、ガラス窓がない。

操業中常に羽口から炉況が観察できるように、のぞき窓を設ける必要がある。

#### (2) キュボラ付帯装置

##### 1) 前 炉

固定前炉を採用しているが時代の推移は固定前炉を廃止して連続除滓出湯方式の樋と回転前炉になっている。

##### 2) 材料装入機

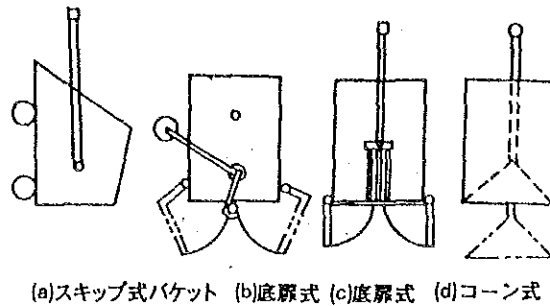
スキップホイスト式装入機が採用されている。（但し鑄管分廠はバケットホイスト式）

スキップホイスト式は装入口で反転して炉内へ装入するから、装入物が炉内に偏りやすい。

特にコークスは砕けやすく、底開き又はコーン式のバケット式装入が良い。

表IV-43 キュボラ主要寸法の比較

キュボラ	内径 D mm	断面積 A m <sup>2</sup>	羽口比 A/a	有効高比 H/D	有効高 H mm	羽口高 h mm	風箱		内張厚 T mm	炉底厚 T <sub>b</sub> mm	溶解速度 Ton/hr
							横 mm	縦 mm			
鑄造第一分廠 10 T キュボラ	1,400	1.54	3.8	3.9	5,400	550	470	1,600	—	—	13
日本鑄物協會 No.23 キュボラ	1,400	1.54	11~14	3.7	5,180	650	490	1,960	360	300	11.3
A.F.S No.7 キュボラ	1,372	1.48							240		12~14
鑄造第二分廠 5 T キュボラ	800	0.50	2.1	6.3	5,040	340	220	1,200	—	—	5.4
日本鑄物協會 No.11 キュボラ	800	0.50	6~9	4.9	3,920	500	270	1,080	240	250	3.7
A.F.S No.3 キュボラ	813	0.52							180		3~4
鑄造第二分廠 3 T キュボラ	700	0.38	1.5	7.7	5,400	340	220	1,400			3
日本鑄物協會 No.9 キュボラ	700	0.38	6~9	4.9	3,920	500	270	1,080	240	250	3.7
鑄造第三分廠 1.5 T キュボラ	540	0.23	1.8	6.48	3,500	300	250	750			2
日本鑄物協會 No.6 キュボラ	550	0.24	5~8	5~8	3,190	450	180	720	190	200	1.7

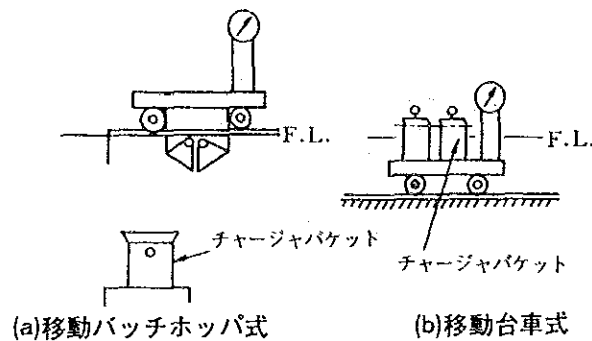


(a)スキップ式バケツ (b)底扉式 (c)底扉式 (d)コーン式

図IV-32 各種チャージ用バケツ

### 3) 評量機

天井クレーンに設置した評量装置が用いられているが、一般的に精度が悪く装入重量の計測には使えない。日本においては精度の高い各種秤量車を用いる。



(a)移動バッチホッパ式

(b)移動台車式

図IV-33 各種秤量車

### 4) 送風装置

ターボブロワーとルーツブロワーが用いられている。キュポラ操業に必要な風圧、風量は計測、調整されていない。すなわち風量計、風圧計は故障したまま放置されている。

風量自動制御装置は設置されていない。

#### 5-4-2 出湯温度と温度計測

出湯温度が計測されていない。沈陽鑄造廠の調査では約1400°Cと云われている。

キュポラ操業において出湯温度は炉況を判断するために最も重要な管理項目である。キュポラの操業を適正に行なうためには、溶解温度の変化を調べておく必要がある。

#### 5-4-3 炭素当量の計測

溶湯の炭素当量や迅速化学成分分析がされていない。湯質の管理は配合計算による。装入および炉況に変化はない事を前提として行われる。これは管理されていないと同じ事である。

鑄鉄の湯質はC Eメーターで迅速に判断できる。又重要な化学成分は迅速分析で規格を満足するか否か、判断した上で、鑄込をしなければならない。

C E値と成分分析結果から炉内反応の状況を知り、操業を適正に維持する処置をする事は所定材質鑄鉄の溶解を目標としたキュポラ溶解管理の基本である。

## 6. 鋳込みの現状と問題点

### 6-1 現 状

1) 取鍋の内張りは、耐火練瓦粉末を約30mm、その上に黒鉛粉末を約20mm耐火モルタルを用いてライニングしている。

図IV-34に取鍋の状況を示す。

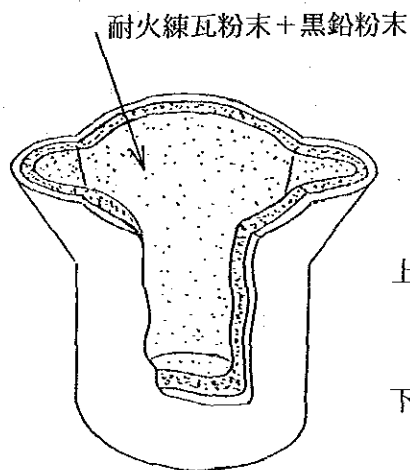
2) 取鍋乾燥は木材（薪）である。

3) 鋳型の張り気（浮力）止めは、金枠にボルト締め用の爪が付いていないため、重錘を使用している。図IV-35に鋳込み準備の状況を示す。

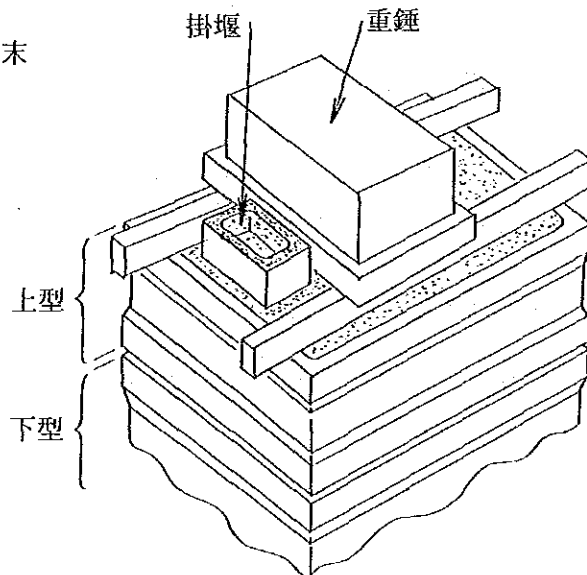
4) 大型鋳造品の場合、特に掛堰容量が小さい。これは張り気（浮力）止めに重錘を使用していることも一因であると考える。

5) 注湯の際に、鋳型から発生するガスを鋳型の外へよりよく誘導するために金枠のまわりにとりどころを炎を点火する配慮をしていない。

6) 注湯時に溶湯の温度及び鋳込み時間の計測をしていない。



図IV-34 取 鍋



図IV-35 鋳込み準備

7) 取鍋容量の最大が5TON のためそれ以上の重量の鋳物は2個以上の取鍋を使用する。

### 6-2 問題点

1) 取鍋の内張りは耐火練瓦粉末の上に黒鉛粉末を30~50mmの厚さにつき固めてい

るが、出銑温度が高くなると溶湯に耐火材が熱せられて取鍋が溶損して、溶湯が流出する恐れがある。

- 2) 取鍋乾燥が木材のため乾燥温度が低い。また耐火材の厚みが薄いため取鍋に受けた溶湯が急激に温度低下する。
- 3) 鑄型の張り気（浮力）止めに重錘を使用しているが、鑄込み準備に天井クレーンで重錘類を移動させる無駄があり、さらに使用しない時の保管に作業場の一部を占有することになり生産活動の障害になる。
- 4) 掛堰容量が小さいと、溶湯中ののろ（湯垢）を鑄型内に巻き込みやすくなり、のろ咬み欠陥の原因となる。また鑄込み時間が長引くため溶湯温度が低下し複雑な鑄造品に湯境いや、湯廻わり不良及びガス欠陥等の原因となる。
- 5) 注湯時に鑄型に発生するガスを鑄型の外へ呼び込むことは大切である。鑄型を通して外へ抜けるガスに着火することにより、ガスの抜ける速度が速くなり鑄型内の背圧を下げる効果があるためガス欠陥等に有益である。しかし現状は、鑄型から外へ抜けるガスに着火していない。
- 6) 注湯時に溶湯の温度及び鑄込み時間の計測をしていないため、製品に鑄造欠陥が発生した場合湯境いや湯廻わり不良及びガス系の欠陥、砂咬み欠陥等の不良原因を究明するときの因果関係を正しく把握することができない。
- 7) 取鍋容量の最大が5 TON のため、それ以上の重量の鑄物は他の取鍋との併用によっている。このように小容量の取鍋に湯を分割するとそれぞれの取鍋の溶湯の温度低下が著しくなる。更に球状黒鉛鑄鉄の場合、取鍋毎に球状化処理を行なうため球状化の程度及び溶湯の温度差等の差異が生じるため、品質の均一化がはかれない。

## 7. 解棒、砂落、鋳仕上

### 7-1 鋳造第一分廠

#### 1) 現 状

- a) 解棒はシェークアウト (Shake out Machine)により金棒と鋳造品を分離している。
- b) 砂落としはハイドロブラスト (Hydro Blast Machine)により実施している。  
しかしHydro Blast Machine の水圧が低いため砂落とし効果が低い。
- c) 軌上走行式空気槌(Air hammer)により太い芯金を除去しているが、空気槌の衝撃力が弱く芯金が容易に折れていない。
- d) 仕上げ専用砥石の種類が少ない。また砥石のホルダーが重い。
- e) 製品の幅木部分に突出した鋳バリが厚く、仕上げ作業で完全に除去されていない。タガネの厚みが厚すぎるため鋳バリを切除できない。タガネで切除できない製品外側の鋳バリはガウジングで流している。
- f) ショットブラストが設置されているが、調整中で稼動していない。
- g) 製品コーナー部に浸み付いた砂が完全に除去されていない。
- h) 欠陥補修のために低温電弧溶接を実施しているが、溶接部が不完全で完全なグラインダー手入れがなされていない。

#### 2) 問題点

- a) ハイドロブラストの水圧が低いため中子部分の砂が除去されないで後工程の仕上げに送られている。このため仕上げ工程で砂の除去に時間がかかる。
- b) 軌上走行式空気槌の衝撃力が弱く芯金が容易に折れない。このため人力による金槌で芯金を除去せねばならず、重労働作業となり生産性が低い。
- c) 仕上げ専用砥石の種類が少ないため鋳物のコーナー部とか中子部分の仕上げが完全に出来ない。  
また砥石用ホルダーが大きくて重いため、高能率な仕上げ作業が困難である。
- d) 製品の巾木部分に突出した鋳バリが厚く、適当な仕上げ工具類が完備されていないこともあり鋳バリが完全に除去されないまま加工に送られるため加工工数(時間)の増加及び加工工具の消耗が著しい等の損失がある。
- e) ショットブラストが調整中で稼動していないため、仕上げ完了後の製品が外観上汚く見える。その後、焼鈍を施行したまま赤錆のある状態で完成発送さ

れており鑄造品としての価値が低下している。

- f) 欠陥補修のため低温電弧溶接を実施した部分の仕上げが不完全であり補修跡がはっきりわかる。

## 7-2 鑄造第二分廠

### 1) 現 状

- a) 生型手込造型、乾燥型造型とともにシェークアウトで金枠と製品を分離した後、製品仕上げに電動台車で送られ、更に天井クレーンでハンガーブラストに送られる。
- b) ハンガーブラストの性能がよくないため鑄肌に付着した砂が完全に除去されず、表面に鑄物特有の金属光沢がない。
- c) 作業場が狭く、製品から分離された砂が山積みしており床面が平らでない。更にその上に無秩序に製品が散乱している。  
タガネ砥り、グライダー仕上作業は鑄造第一分廠と同じ方法である。

### 2) 問題点

- a) 現状の建屋構造及び面積では注湯後の鑄型が製品仕上場へ逆戻りすることも仕方がないと思えるが、積み替え工程が多いため物流がスムーズでなく、時間と電力量の無駄が多い。
- b) 砂落としのためのショット効率がよくないため（ハンガーブラスト能力）鑄肌に付着した砂を除去するための工数が増大するとともに金属光沢がないため、商品価値が低減する。
- c) 鑄バリ除去のためのタガネ及び砥石が構造的に合理的でなく鑄肌を磨く砥石の種類も不足しているため、仕上げ作業が迅速に行なえない。またこのことが発送前の鑄肌品質を向上させることに対して障害となる。
- d) 製品から分離された砂が推積して床面が平らでないため、作業者の足場が悪く環境面においても粉塵が多くなり悪い。



## 8. 焼鈍

### 8-1 焼鈍の現状

- 鑄造時に発生する残留応力を軽減する目的で焼鈍炉で応力除去焼鈍が行われている。
- 焼鈍炉の操業は石炭燃料でおこなわれており、温度調節は火夫の手作業に依存する。操業時の温度曲線は操業開始後、1時間～1.5時間で500～600℃に昇温され、また保持温度が上下150℃程度変動しており、冷却工程も昇温同様に短時間で処理されている。

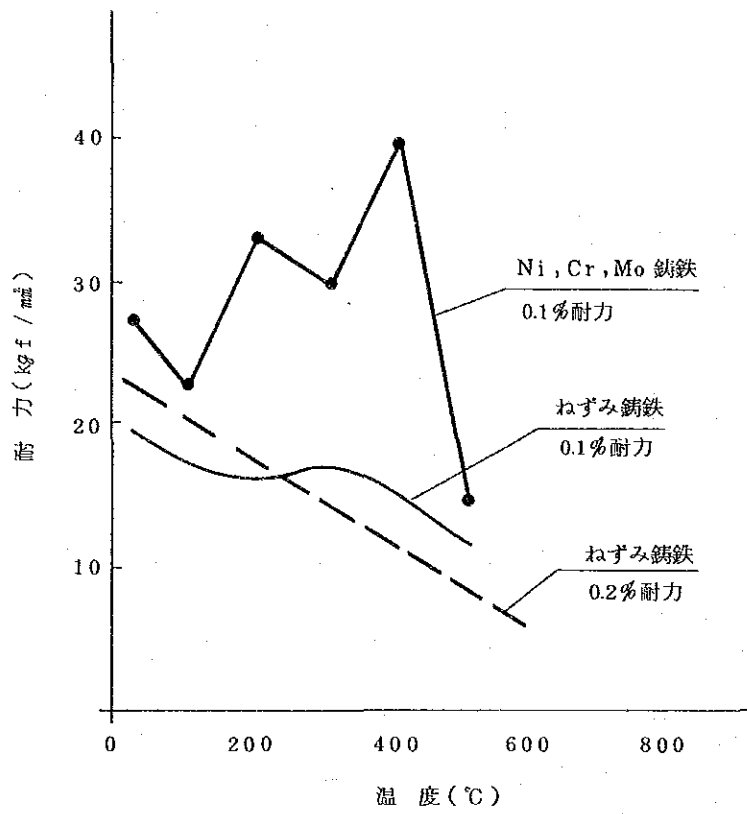
### 8-2 問題点

- 焼鈍は製品に残留した内部応力を除去する目的で実施するものである。

現状は急速昇温、急速冷却であり、この状況ではあまりにも昇温、冷却が急速なため内部応力を十分に除去できず、本来の応力除去焼鈍の目的を果たせない。そればかりかかえって割れ等を発生する危険さえある。

### 8-3 応力除去焼鈍の考え方

- 鑄鉄は500℃以上の高温で著るしく耐力を低下する。(図IV-36参照)。それ故この温度以上に鑄物を加熱することによって内部応力を減少し、その後の冷却時に温度差を生じないように徐冷しなければならない。
- 加熱速度が速いと鑄物の温度こう配による熱応力と残留応力が重なって割れを起こす。割れをさけるためには加熱速度は500℃までは100℃/hrをこえないようにする。500℃以上では速くてもよい。
- 冷却速度は再び残留応力を発生しないように300℃までは50℃/hr程度で徐冷し、以降は空冷してよい。特に大型の複雑な形状の鑄物は100℃まで徐冷する。



図IV-36 ねずみ鑄鉄の高温耐力

## 9. 試験・検査

### 9-1 現状

沈陽鑄造廠で製造工程中の品質管理および製品の品質保証のために実施されている。

試験・検査には、

- 化学成分分析
- 材料試験
- 金属組織検査
- 寸法検査および外観検査
- 非破壊検査

等がある。

#### 9-1-1 化学分析

購入原材料および製品の化学成分分析は、中央試験室で実施される。

製品の化学成分分析依頼は各分廠の溶解担当の技術員が行う。分析委託票と共に試験材は中央試験室へ送られる。中央試験室の化学分析グループは分析委託票に記入された。化学元素に従って分析を行い、分析結果は委託元の分廠および検査課、工芸課へ報告される。

##### (1) 化学分析設備

化学分析設備には湿式分析の他に下記の分析機器がある。

- 72型分光光度計、721型分光光度計
- C, S半自動分析装置
- S i, M n, P三元自動分析装置
- W Y X - 402 型原子吸光光度計
- Q - 24型分光分析装置

上記のC, S半自動分析装置、およびS i, M n, P三元自動分析装置は沈陽鑄造廠が独自に開発し製造したものである。

##### (2) 化学分析要領

分析試料の採取方法、および分析方法は国家標準および沈陽鑄造廠の化学分析作業基準に従って実施されている。

分析精度管理のための標準試料は、国家標準試料および沈陽鑄造廠で国家標準試料にもとづく二次標準試料により、日常の分析精度管理を行っている。

### 9-1-2 材料試験

材料試験は中央試験室で実施される。

試験材および試験委託票は各分廠から送附され、中央試験室では試験委託票により規定の試験片加工と材料試験を行う。試験結果は委託元および工芸課および検査へ報告される。

#### (1) 材料試験設備

中央試験室には下記の材料試験設備がある。

- 12T 万能試験機
- 30T 万能試験機
- 50T 万能試験機
- 衝撃試験機
- プリネル硬度計
- ロックウェル硬度計
- 摩耗試験機

#### (2) 材料試験機の保守、精度管理

材料試験機の保守、精度管理については第V章6節の製造設備管理で述べる。

### 9-1-3 金属組織検査

金属組織検査は中央試験室で実施される。

検査設備としては金属用の光学顕微鏡および試料調整用の研摩設備がある。

鋳鉄品の組織検査は機械工業局発行の標準組織写真と対比し黒鉛の形状分類、黒鉛粒度基地組織の分布率、球状黒鉛化率を判定している。

組織検査の委託およびその検査報告の要領は化学分析および材料試験と同じである。

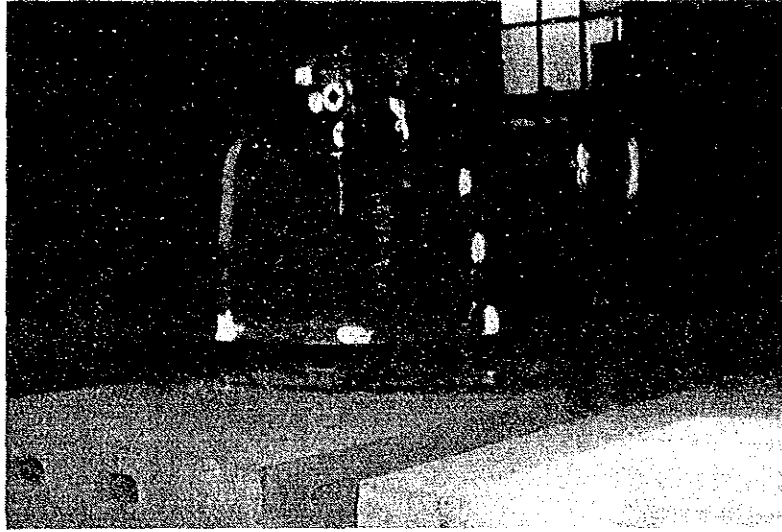
### 9-1-4 寸法検査および外観検査

寸法検査および外観検査は各分廠担当の検査課員により図面およびその品質基準に従って実施される。図面および品質基準に合致しないものは毎日、分廠で開催されるQC会議で報告され不良の原因追求、対策等が検討される。

#### (1) 寸法検査

模型試作品および単品受注品は全品寸法検査、量産品については製品の種類、形状により抜取検査を実施する。但し重要部位については全数検査を実施している。

寸法検査の実施状況を写真IV-12に示す。



写真Ⅳ－12 寸法検査の実施状況

## (2) 外観検査

外観検査は製品の形状、表面粗さ、および表面の鑄造欠陥（割れ、ブローホール、砂かみ他）を肉眼で検査するもので全数検査を実施している。

表面粗さは鑄物砂の粒度、造型プロセス、および鑄仕上げ方法により影響されるが、比較的粗い。又、形状的に鑄仕上げの困難な部位には砂かみ、砂の焼着等の欠陥を残したものが検査合格品として発送されている。

### 9-1-5 非破壊検査

中央試験室には非破壊検査設備として、X線透過装置、超音波探傷器および磁気探傷機がある。

X線透過装置の仕様は表Ⅳ－44に示すとおりである。

X線透過試験および超音波探傷試験を実施する検査員は国家により資格認定されている。

X線二級操作資格者の2名および超音波探傷操作資格者の1名がそれぞれの検査を担当している。

鑄鉄品に対するこれらの非破壊検査の適用は少なく、主に沈陽鑄造廠が外部から委託検査を受けている溶接部品の検査に使用されている。

表Ⅳ-44 X線透過装置の仕様

装置名称	仕様	
定置式 X 線透過装置	200KVP	20mm A
携帯用 X 線透過装置	250KVP	5mm A

## 9-2 問題点

試験検査を実施する上での組織および設備は整っているが、今後工場近代化を進めるに当たっては、更に铸造品の品質管理、品質保証体制を充実させるための試験検査のレベル向上、試験検査管理の改善、試験検査の効率化を進める必要がある。

### 9-2-1 化学分析

化学分析試験では現在の湿式化学分析、および機器分析では効率が低く、個人の技能レベルによる分析値のばらつきがあつて、再現精度が低い。又、化学分析員として特別な専門知識と長い期間の実務経験を必要としている。

これまでの铸造品の品質管理は铸造品を铸込んだ後の化学分析値によるものでありすでに製品化されものについての品質管理である。今後は製品を铸込む前の溶解炉の段階での品質管理を実施する必要がある。そのためには、炉前での迅速分析が可能である発光分析装置の導入を検討すべきと考える。

### 9-2-2 材料試験

材料試験を行うための試験設備および試験片の機械加工設備を有している。

試験機の検定は定期的実施し通常の品質管理活動を行っているが以下の項目についてまだまだ不十分な点がある。

- 試験データの品質管理統計
- 球状黒鉛鉄の耐力の測定
- 試験機の日常の精度管理

等を重点的に改善する必要がある。

### 9-2-3 金属組織検査

金属組織検査は金属結晶、金属間化合物、非金属介在物および各種の欠陥などが観察され铸造品の原料、溶解、铸造、凝固、熱処理などの状況判断、製品の品質水準評価、事故原因の究明などに行う場合の有力な手段である。従って金属組織検査と定型的な検査業務以外の品質管理活動に活用範囲を拡げることが必要である。

鋳鉄品の金属組織は、冷却速度の影響を受け、著しく変化するので試験片と実体品との金属組織にはかなりの差が生ずるので、試験片の組織検査で良好な組織を示したものが、製品が加工段階にきて硬くて削れないことがある。これらの品質問題を解説するために試験片の組織検査ばかりでなく製品の実体の金属組織を観察できる実体用顕微鏡を備え品質管理の充実を計る必要がある。

#### 9-2-4 寸法検査および外観検査

寸法検査は鋳造品が図面どおりの形状、寸法にできあがっているか否かを判定するために行うもので、寸法計測には鋳造品の形状、大きさ、個数によっては専用の寸法ゲージ (Gauge) を用い、正確、能率的に行う必要がある。

沈陽鋳造廠の各分廠には定盤があり各種のゲージ (Gauge)、測定器具で寸法検査を実施しているが測定工具が古く改善を要する。

外観検査については形状的に肉眼で確認しにくい箇所は伸縮自在の反射鏡を利用して検査を行う必要がある。

#### 9-2-5 その他の検査

沈陽鋳造廠において現状では行なわれていないが鋳鉄製品の検査に必要な技術や機器は次のとおりである。

- 染色探傷試験、又は、液体浸透試験 (耐圧部品の検査、溶接補修後検査)
- 本体硬度試験 (耐磨耗部品の検査)
- 超音波厚さ計 (肉厚検査)

## V 生産管理の現状と問題点





## V 生産管理の現状と問題点

### 1. 調達管理

#### 1-1 現 状

沈陽鑄造廠が鑄造品の生産を行うために必要な原材料（銑鉄、コークス、合金鉄、鑄物砂、耐火材料、粘結材他）が調達されている。表V-1に鑄造用主要原材料の購入仕様および発注先を示す。

これらの原材料の調達方法は原則として国家として決められた基本方式すなわち調達先、購入価格が決められているので、これによって調達手続を行っている。

主要原材料の内、銑鉄、コークス、合金鉄、球状化処理用合金鉄、および木材については生産に必要な量の80%は国家から支給されるものを購入する。残りの20%は沈陽鑄造廠が独自に製造者を選定し購入する。

この両者については品質に差があり、運用上、技術上、種々の方策がとられて実際の生産に使用されている。購入手配は、経営系統の調達課が計画課より出される年次生産計画、および各分廠の計画グループより出される月生産計画表にもとづき月単位で行う。購入納期は通常、注文書の発行後1ヶ月である。現状では原材料の不足による納期遅延はなく生産活動への影響は起っていない。

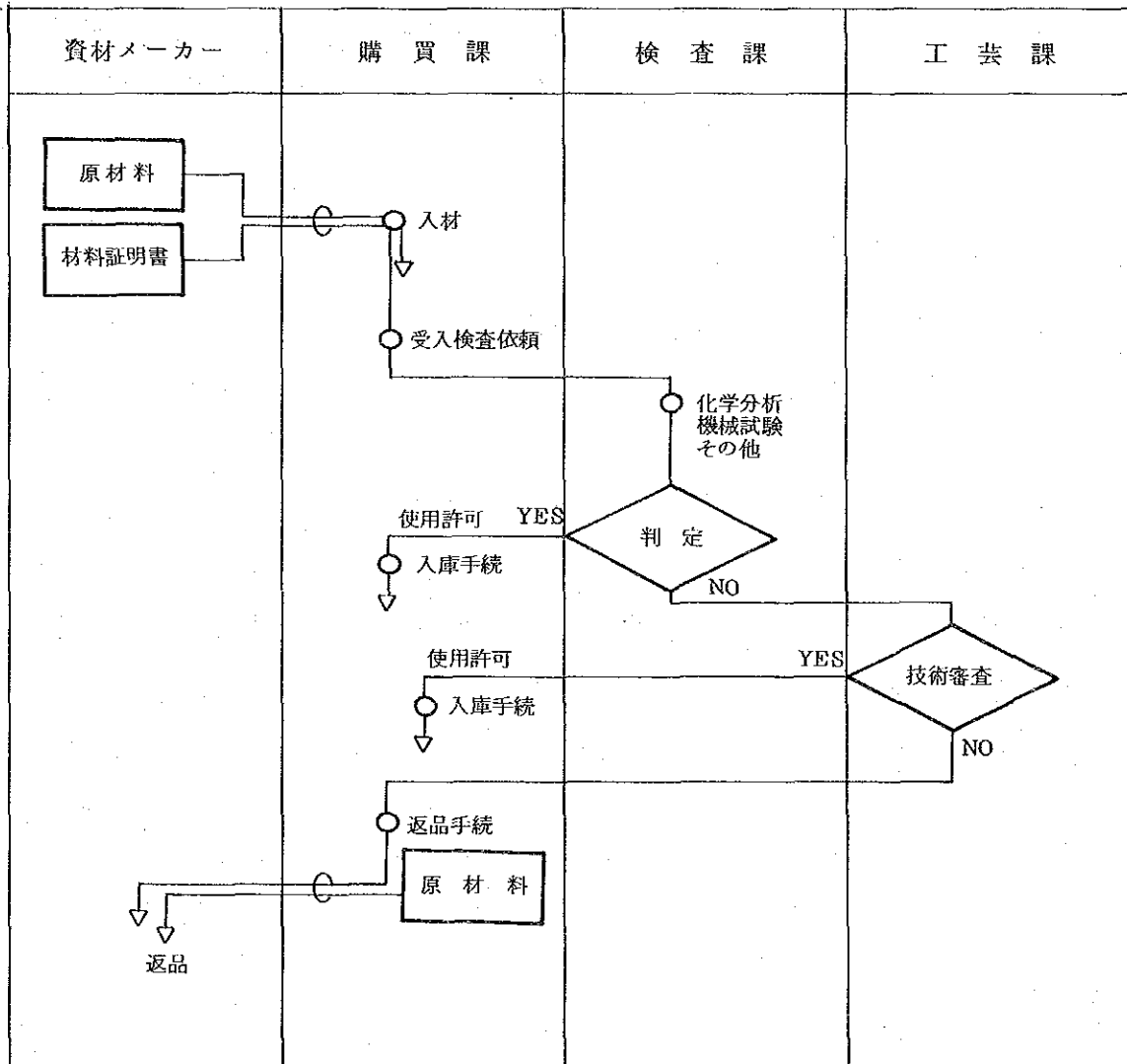
原材料の受入検査は検査課が実施する。原材料は製造者の材料証明書と共に入荷する。原材料とそれらの材料証明書は検査課においてチェックされ、必要あれば、確認のための化学分析検査、その他の品質検査を実施する。その結果、合格品は入庫手続されるが、きめられた品質基準に合格しなかったものについては工芸課へ連絡される。工芸課は鑄造研究所および各分廠の技術責任者、検査課と協議して採否を決定する。採用となったものは入庫手続されるが、不採用となったものは調達課を通して製造者への返品手続がとられる。原材料の受入検査のフローチャートを図V-1に示す。

原材料に関する各分廠への入出庫管理は調達課が行い、入出庫票による在庫管理が行われている。

表V-1 鑄造用主要原材料

区分	原材料名称	規格、仕様	製造元 / 国名
模型	木材	松	黒龍江、吉林
溶解	キューポラー用コークス	粒度、40~120 mm	北京、太原、臨分、鎮江
	鑄鉄用銑鉄	国家規準	鞍鋼、本鋼、ソ連
	鋼屑	サイズ、50-300mm	機械工業部
	故銑	同上	自家返し材
	合金鉄 Fe-Mn Fe-Si Fe-Cr Fe-Mo	Mn、65-80 % Si、75% Cr、40% Mo、55%	遼陽、吉林 山西、宇夏、坑州 遼陽、北京 遼陽、北京、錦州
	球状化处理剤	粒度、3~25mm	色鋼、鞍山
	耐火煉瓦（キューポラ用）	真形、異形	河南、沈陽
造型	硅砂	SiO <sub>2</sub> >80%、含泥<2%	大林、
	粘土	150目	沈陽東陵
	ベントナイト	200目	
	フラン樹脂	干強度、16kg/cm <sup>2</sup>	遼陽
	硬化油（桐油）	干強度、14kg/cm <sup>2</sup>	唐山、沈陽
	塗型用黒鉛	固定炭、80%	湘南

図V-1 原材料、副資材の受入検査



## 1-2 問題点

沈陽鑄造廠が製品の生産を行うための各種資材が調達されている。この調達の方法は国家として決められた基本方式に従って実施されているものであるため、この基本方式に関することは変更することは出来ないが、購入原材料の品質が、必要とする条件を満足しているか否かは、製造工程中の品質および出荷時の製品品質に重大な影響を与えることはいうまでもなく、購入原材料の品質維持、向上を目的とする管理技術が必要とされる。つまり

- 購入仕様の明確化
- 購入先の品質管理状況の把握
- 品質、コスト、納期の一体化による調達管理

について十分な検討がなされなければならない。すなわち、原材料の調達は基本的に市場にある物を選別して、品質、価格、納期において最適な物を調達することである。

これら調達管理の基本的な考え方から、調達管理の問題点を挙げると以下の2点に集約される。

- a) 原材料の性状（品質）、価格に関する情報を収集し、良質且つ安価な原材料を各部門へ提供できるシステムが整っていない。
- b) 原材料の品質を書類上、仕様書と合致していることを確認するだけでは不十分である。原材料の使用した結果を調べ、使用して良い結果が得られるものを安定購入すべきである。使用結果を追跡し、次の購入に生かすことがされていない。

## 2. 在庫管理

### 2-1 現状

沈陽鑄造廠における在庫管理業務は、鑄造品の製造に必要な原材料を管理する調達課と工場製品となった鑄造品を管理する計画課に分けられている。入出庫、在庫管理に関しては双方とも変わらない。入庫、出庫伝票、それにもとづく日々入出庫報告書、月間の在庫報告書により、在庫量は把握されている。原材料および製品の在庫量は計画経済のもと毎月の生産計画、販売計画にもとづき、購入、在庫管理されている。原材料の標準在庫量は月生産に必要とする量の1.5ヶ月分で、必要月の2ヶ月前に製造者へ発注されている。

表V-2に現状の製品の在庫量を示す。製品在庫量は重量ベースで、合計1148トン、

金額ベースで1,233,360元とかなりの在庫品をかかえている。

工場製品の入出庫、在庫管理のフローチャートを図V-2に示す。

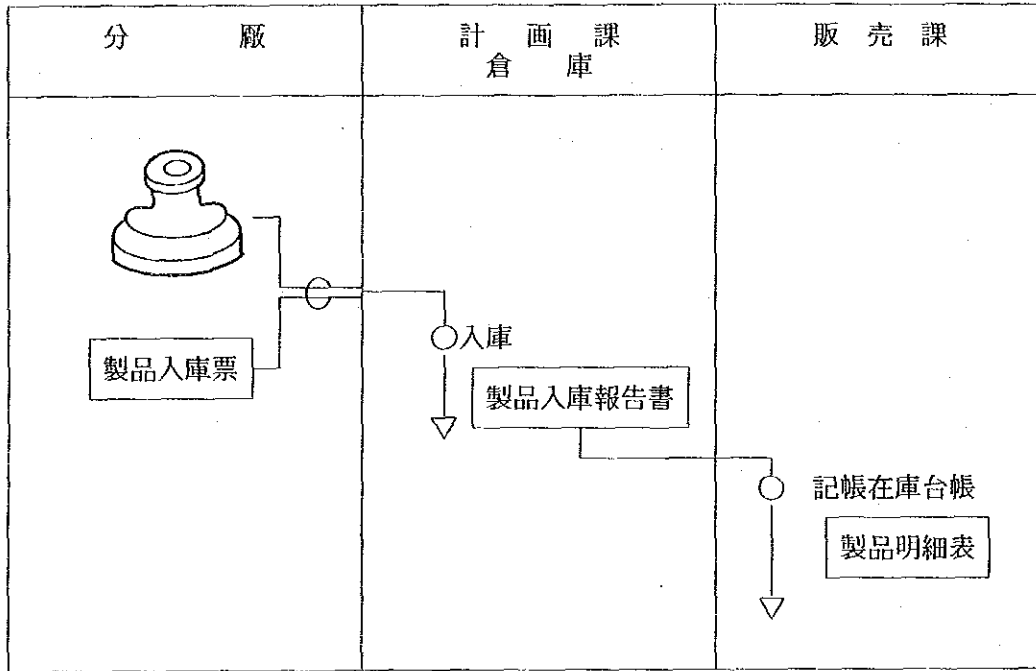
表V-2 製品在庫量

1986.10 現在

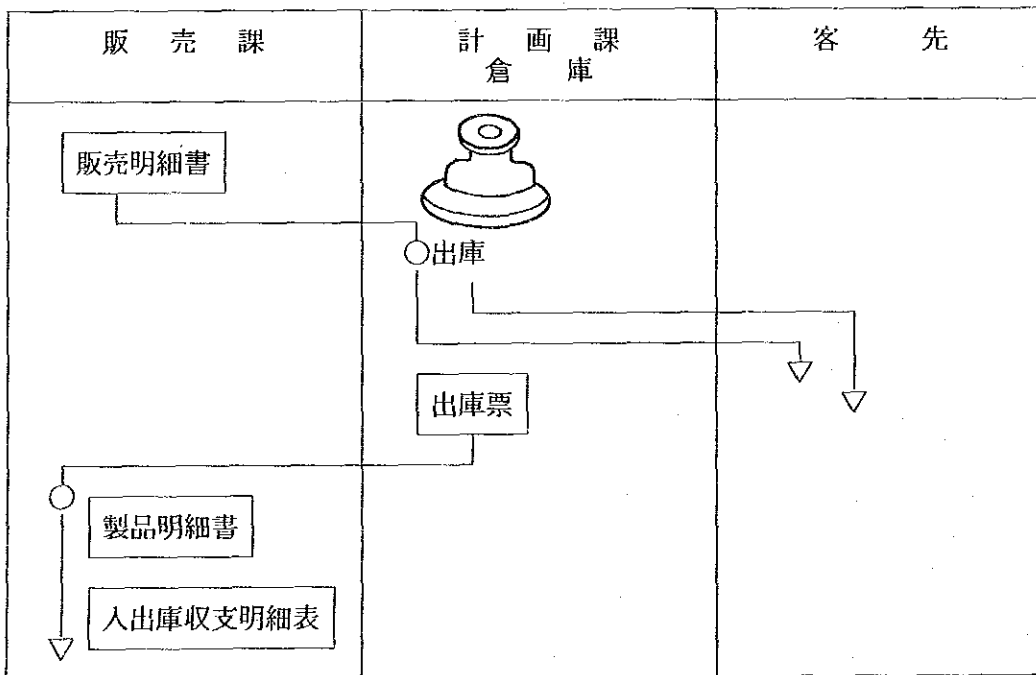
在庫品の種類	数量 (t)	金額 (元)
ポンプ部品	538	639,600
圧縮機部品	114	12,520
鉱山機械部品	25	2,530
ブローア部品	160	201,000
その他	311	377,710
合計	1,148	1,233,360

図V-2 工場製品の入在庫、在庫管理の流れ

入庫流れ図



出庫の流れ図



## 2-2 問題点

沈陽鑄造廠では原材料、補助材料および製品の在庫量を入庫伝票、出庫伝票として在庫台帳を用い、倉庫記帳系の几帳面な作業と記帳によって、正確に把握されている。更に年2回の棚卸によって在庫量のチェックを確実にこなしている。これらの在庫管理上の手続等についてはなんら問題はない。しかしながら適性在庫量の管理のあり方からみると、在庫量を減らすための最低在庫を目標とした、適性在庫量を決めて調達管理をするべきである。在庫計画はあっても在庫量を減らす目標がない。従って調達に必要な期間（リードタイム）の調査も不十分である。

## 3. 工程管理

### 3-1 現 状

#### 3-1-1 組 織

日常の工程管理業務に関連する部門は、図V-3に示す太線で囲んだ部門である。すなわち、計画課、生産課および各分廠の日程計画グループである。受注から生産計画までの流れを図V-4に示す。

#### 3-1-2 工程管理

沈陽鑄造廠は中国政府の計画指導を受けて、年度生産計画、季度生産計画を立案している。

受注品の多くは沈陽市機械工業管理局内の沈陽ポンプ廠、沈陽コンプレッサー廠、沈陽送風機廠および重機械鉸山廠から計画的に発注されるものである。しかしながら最近では、沈陽鑄造廠自身による受注活動も認められており、近隣の工業地区から直接受注し、販売活動を行なっている。

計画課は生産課の協力を得て、年度生産計画、季度生産計画に従い、月別生産計画工数山積表（表V-3）を作成する、この月別生産計画工数山積表は、全廠、分廠ごとに製品機種別の生産重量、造型工数時間、造型能率が記入されている。

又、同時に、造型時間を基準に計画と実際の生産能力を比較算定し、月別作業計画能力平衡表（表V-4）を作成する。

計画課が作成した月別生産計画山積表は、生産課および各分廠の分廠長及び日程計画グループに配布される。これらを受理した各分廠では、この計画能力平衡表に従って人員計画を立案する。



又、生産課は月別生産計画表に従い、月別製品別明細計画（図V-5）を作成し、製造を担当する分廠の日程計画グループへ配布し、製造指示を行う。

月別製品別明細計画には注文番号、機種、規格、図面番号、製品名称、材質、個数、造型時間、重量、模型の状況等が記入される。月別製品明細計画を受理した分廠の日程計画グループは、作業組ごとの小組別日進捗度計画表（図V-6）、日別作業計画工作票（図V-7）を作成する。

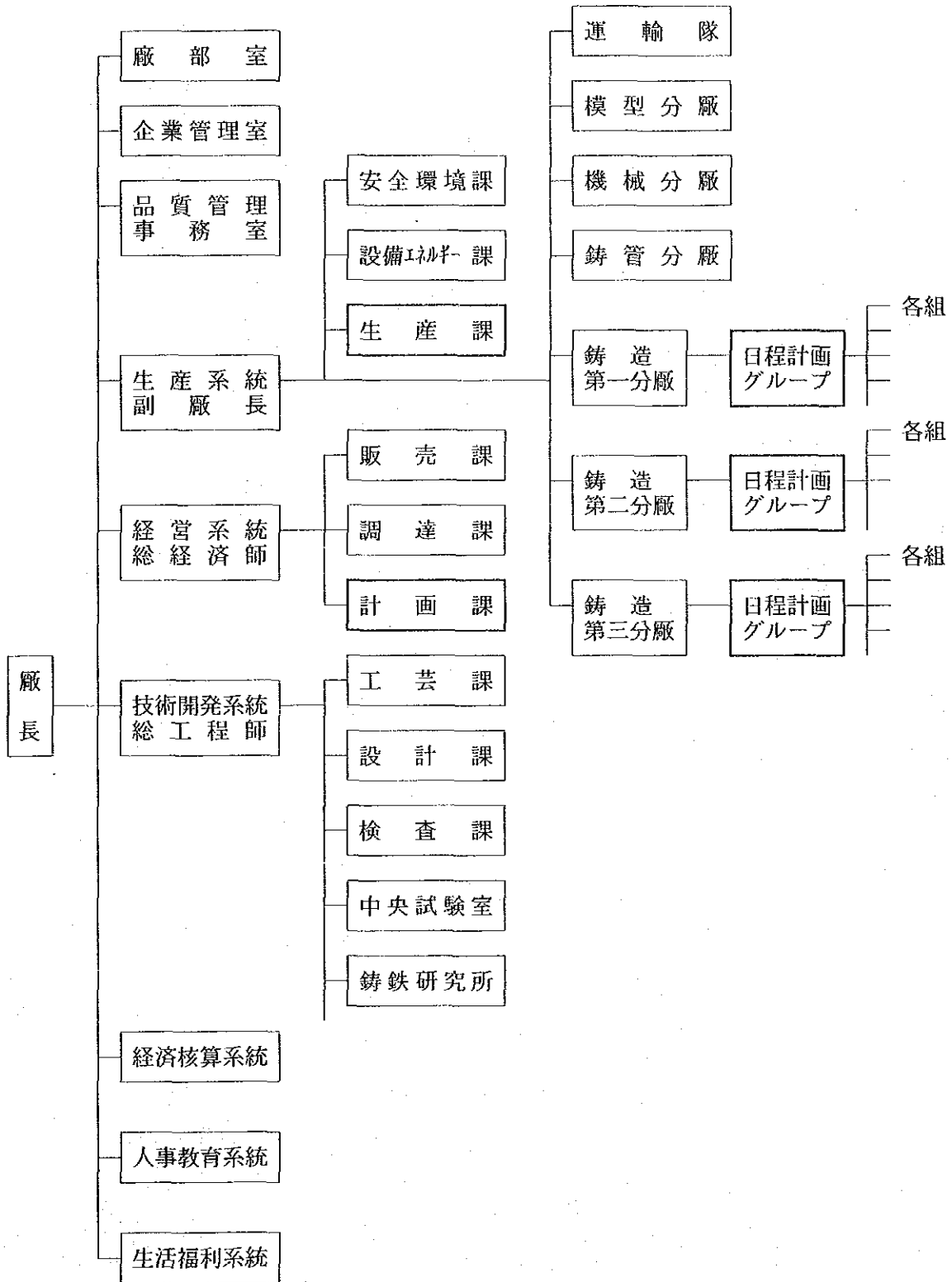
小組別日進捗度計画表は、作業組ごとの作業の進行状況を日々チェックできる帳票であり、分廠の日程管理に使用される。

日別作業計画工作票は、鑄込月日を基準とした造型作業作業票である。又この作業票は4枚綴りとなっており、造型作業組・班、溶解鑄込組、検査課に配布される。

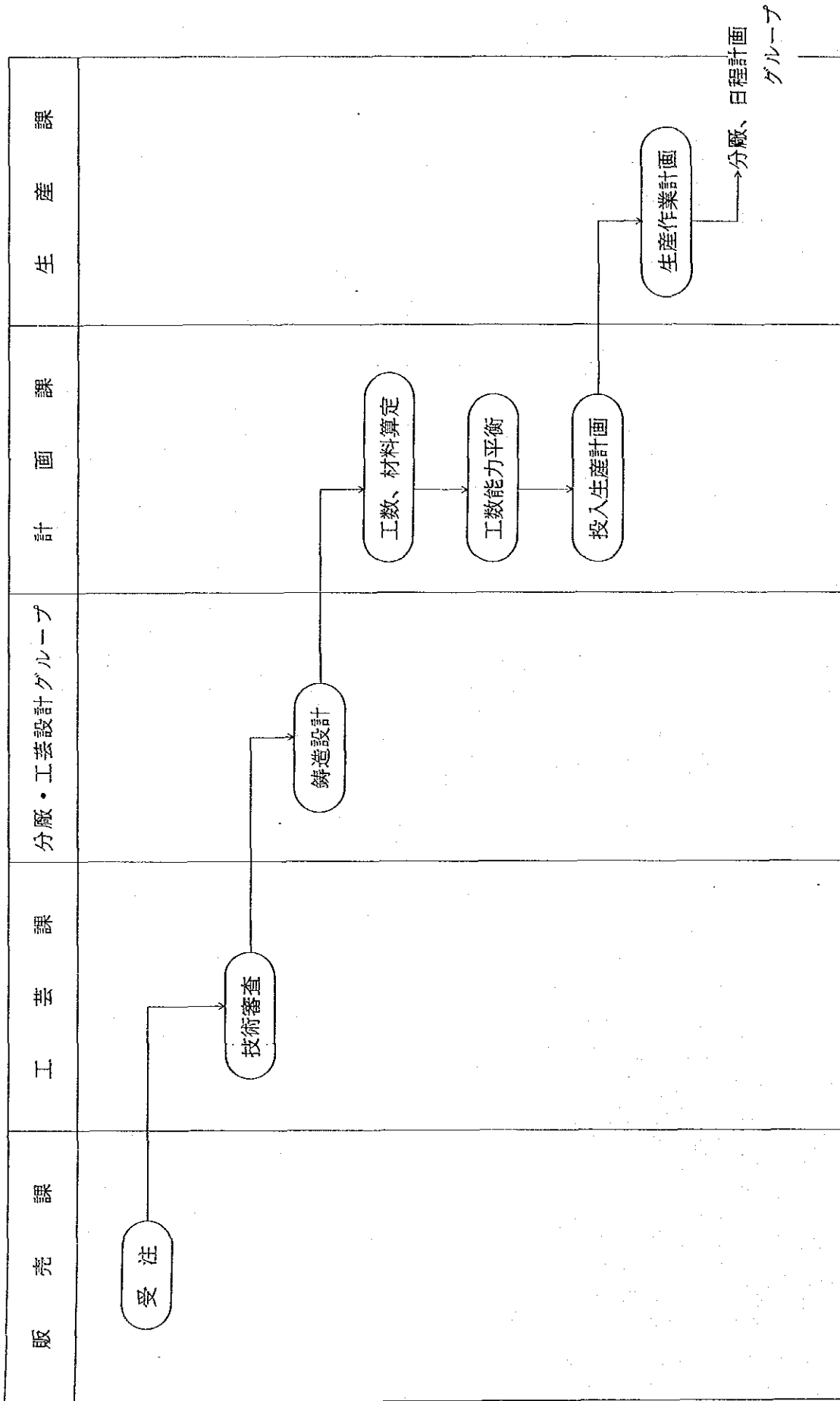
日別作業計画工作票を受理した組・班は、組当日任務分配表（図V-8）を作成し作業者の当日分の仕事を割当指示する。

日別作業計画工作票は作業報告も兼ねており、作業完了後は実績工数が記入され、日程計画グループ統計員により集計され、生産課へ毎日報告される。生産計画表の流れを図V-9に示す。生産計画の種類と計画立案部門を表V-5、生産実績報告の種類と報告部門と配布先を表V-6に示す。又、表V-7に主要部品の標準工数を示す。

図V-3 工程管理の組織図



図V-4 受注から生産計画の流れ



表V-3 月別生産作業計画工数山積表

製品名称	全 廠			第一分廠			第二分廠			第三分廠			鑄管分廠		
	生産量 (トン)	工数 (時間)	トン/ 時間	生産量 (トン)	工数 (時間)	トン/ 時間	生産量 (トン)	工数 (時間)	トン/ 時間	生産量 (トン)	工数 (時間)	トン/ 時間	生産量 (トン)	工数 (時間)	トン/ 時間
總 合 計	3,039	108,618	35.5	1,050	43,793		580	37,350		96	9,556		1,326	17,914	
内訳：ポンプ部品		23,468	56.2	135	6,318	46.8	250	14,000	56	35	3,150	90			
圧縮機部品	170	8,540	50.2	140	6,980	49.8	30	1,560	52						
重機部品	140	4,150	29.6	140	4,150	29.6									
プロテ-部品	10	450	45	10	450	45									
その他	404	16,970	42	280	11,480	41	70	2,590	37	5	450	90	49	2,450	50
機化部品	50	4,500	90				50	4,500	90						
自家用部品	113	3,896	34.5	80	2,400	30	20	800	40	8	496	62	5	200	40
銅合金部品	42	4,200	100							42	4,200	100			
アルミ部品	6	1,080	180							6	1,080	180			
インゴットケース	120	3,900	32.5	120	3,900	32.5									
鑄鉄管	1,272	15,264	12										1,272	15,264	12
液圧部品	150	13,500	90				150	13,500	90						
半成 品	157	3,700	55.4	145	3,120	56	10	400	40	2	180	90			

表V-4 月別作業計画能力平衡表

生産単位	技工人数	日数	時間	出勤率%	有効工数	製品工数	平 衡 結 果	平 衡 率 数 (%)
全 廠	493	26	10,254.4	95	9,741.7	108,618	-11,201	-11.5
第一分廠	183	26	38,064	95	36,161	46,798	-7,637	-21.7
第二分廠	171	26	35,568	95	33,790	37,350	-3,560	-10.5
第三分廠	67	26	13,936	95	13,239	9,556	+3,683	+27.8
鑄管分廠	72	26	14,976	95	14,227	17,914	-3,687	-25.8







圖V-8 組当日任務分配表

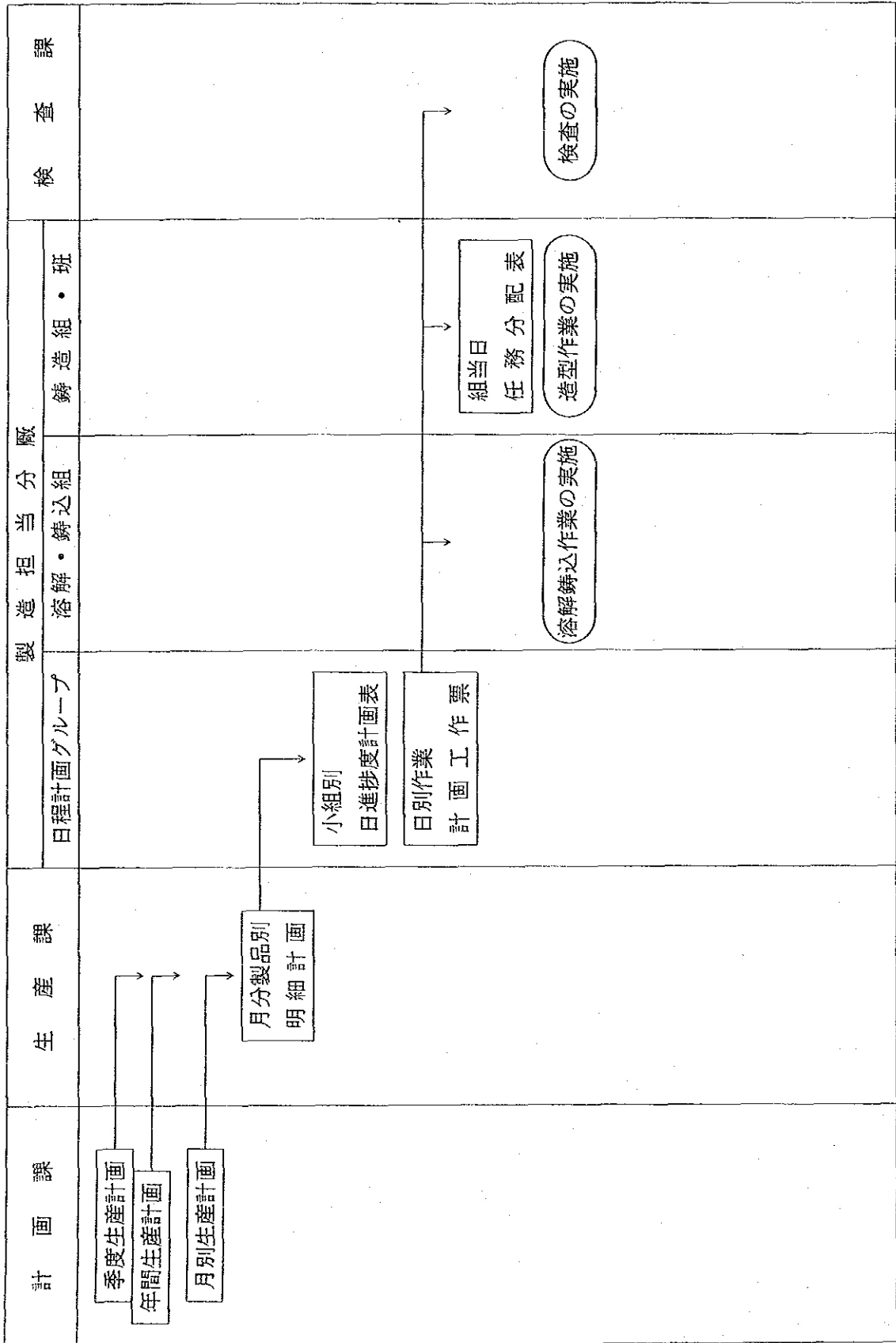
年間 組当日任務分配表  
年 月 日

沈陽鑄造歷

製 作 单 位	產 品		材 質	当 日	造 型	造 芯	合 箱	注 意 事 項
	規 格 与 圖 号	名 称			操 作 者			



図V-9 生産計画表の流れ



表V-5 生産計画の種類と計画立案部門

計画の種類	立案部門	内容
年度生産計画	計画課	全廠と分廠の年間生産計画と実施対策方案
季度生産計画	生産課	全廠と分廠の期別生産計画（3ヶ月単位）と総合生産能力算定
月別生産作業計画	生産課	全廠、分廠の月別生産作業製品の明細、月別生産作業指標、生産能力算定
月別班組作業計画	分廠計画グループ	分廠の班組月別生産作業計画、小組生産指標
班組日工作計画	分廠小組	班組の日単位作業計画

表V-6 生産実績報告の種類と報告部門

報告書の種類	報告部門	配布先
日報表	分廠	生産課
	生産課	関係各課室
旬報表	分廠	生産課
	生産課	関係各課室
月報表	分廠	生産課
	生産課	関係各課室
季報表	分廠	関係各課室
	生産課	関係各課、省局、市局、機械工業部
年報表	分廠	関係各課室
	生産課	関係各課室、市局、機械工業部

表V-7 主要部品標準工数表

製品名称	単重 kg	作業工数(H)						
		模型	造型	中子	被せ	鋳込	冷却	仕上
一分廠								(H/T)
ポンプケーシング	1663	1100	16	32	20	4	24	21
インペラー	2737	2100	8	164	241	6	72	10
ポンプ台	1870	1200	16	30	26	2	24	21
ベット	3150	1100	16	34	22	8	24	21
ケーシング	7900	4000	—	198	134	18	48	10
二分廠								
軸受		280	3	2.5	2	0.5	5	18
ポンプケーシング	125	320	3.4	4	3	0.5	6	21
インペラー	74	48	3	0.6		0.4	4	
ポンプ支え	21	110	1.2	0.4		0.4	4	
中間部	53	48	0.8	0.3		0.2	4	
三分廠								
ブッシュ	97			8			5	21/T
〃				2.4				
〃				1.5				
ガイドベーン	7	180	2		2		4	40/T

### 3-2 問題点

工程管理とは受注した製品を受注量だけ指定の納期に生産するために、経済的な生産計画や実施の進捗度を管理することであり、品質保証を前提に下記に示す目標に従って実施されるものである。

- 納期確保、製造期間の短縮
- 操業度の確保と安定化
- 仕掛り、在庫量の低減と適性在庫
- 製造原価の低減
- 製造管理費の低減

これらの目標を達成するには、製造部門との密接な情報交換と目標に対する双方の合意が不可欠であり、又、計画と実績の差異は確実に把握され、差異の原因追求と対策は次の計画に反映されなければならない。

沈陽鑄造廠の生産形態は受注の都度に生産計画を立て個別に生産を実施する個別受注の生産は少なく、一般には、沈陽市機械工業局から発注されるポンプ部品、ブローア部品、コンプレッサー部品と鉸山機械部品にみられるように標準品の継続生産が大部分を占めている。従って月単位の計画生産を実施し受注品は在庫品振当方式がとられている。

生産計画は年次計画、季別計画、月別計画により操業度を決め、製品別の日程管理をしており、生産実績や進度は日別の鑄込量、製品完成量で管理されている。

この方式は在庫量をみて操業度計画が立てられ日程管理もしやすい利点をもっている。しかしながら、今後、沈陽鑄造廠が近代化計画の目標としている生産量の拡大、多品種少量製品のとりくみ、及びそれらの諸外国への輸出版売に対応するには不十分である。今後、多品種少量製品の個別生産に対する工程管理を充実する必要がある。特に、納期確保と製造期間の短縮が受注可否につながるものであり、最優先されるべき項目である。そのためには、製作工数の把握、飛込み受注や作業に対する対策、計画変更に対する対応、これらを含めた管理システムを作る必要がある。特に製造中に品質不良となった場合の代品製作納期管理のできるシステム、すなわち、納期を守るための工場の生産能力をいつでもチェックできるシステムを整備することである。

又、生産性を高めるための鑄造品の標準工数の見直しが必要である。表V-7は沈陽鑄造廠における主要鑄造品の標準工数を示したものである。表中の第一分廠のケーシングの模型工数は4000時間と多い。模型工数は鑄造方案および模型の使用回数等により模

型構造が変わるのでその工数については一概に評価できないが、日本における模型工数と比較すると著しく多い。模型工数の削減のための鑄造方案あるいは模型構造の改善が必要と考える。又、第一分廠のインペラーの造型工数をみると、造型、中子被せの合計工数は413時間と多い。製品重量(屯)当りの造型時間は174(Hr/Ton)で生産能率が極めて低い部品と言える。今後鑄造方案および造型方法の見直しが必要である。

#### 4. 品質管理

##### 4-1 現状

##### 4-1-1 組織

図V-10は沈陽鑄造廠の品質保証および品質管理業務に係る部門に重点を置いた組織図である。図中太線で囲んだ部分、すなわち品質管理事務室、検査課、中央試験室、計量室及び一分廠の品質管理グループ、二分廠の技術組、三分廠の技術グループが品質保証あるいは品質管理を担当している。

又、この組織図と別にTQC活動組織としての品質管理委員会がある。TQCの事務局は品質管理事務室にあって、各課および各分廠にはTQC活動グループがある。

TQC活動組織を図V-11に示す。

##### 4-1-2 各部門の役割、業務内容と人員

###### (1) 品質管理事務室

品質管理事務室は沈陽鑄造廠全体の品質保証および品質管理について下記に示す役割、業務をもっている。

- a) 品質保証体制の計画立案
- b) 品質管理指標の策定
- c) 品質保証および品質管理の教育・訓練
- d) 品質管理実施状況のチェック
- e) 品質に関する問題の解決
- f) 品質管理統計、およびその解析

人員は主任1名、副主任1名、以下6名で構成している。

###### (2) 検査課

検査課の業務は、原材料検査、模型検査、鑄造品外観・寸法検査、機械工場駐在検査、検査管理に分担され実施されている。機械工場駐在検査を担当する検査員は、

沈陽鑄造廠の注文主である沈陽市工業局のポンプ廠、ブローア－廠、及びその他の廠の機械工場へ派遣されている検査員で、納入製品の機械加工時の品質状況をチェックしている。検査課の人員は副課長以下合計79名である。検査課の担当業務の人員を表V-8に示す。

表V-8 検査課の業務内容と人員

業 務 内 容	人 員	資 格
鑄造品外観検査 寸法検査	55	工 人
模 型 検 査	14	工 人
原 材 料 検 査	2	工 人
機 械 工 場 駐 在 検 査	6	工 人
検 査 管 理	10	工程師 2 名他

### (3) 中央試験室

中央試験室は技術開発系統に所属して、沈陽鑄造廠の第二分廠の敷地内にある。主な業務内容は沈陽鑄造廠が製造に必要とする原材料（銑鉄、コークス、合金鉄、鑄物砂、粘結材等）の受入検査及び製品検査のための化学分析、材料試験、金属組織検査、非破壊検査の実施である。

人員は、副主任以下、工程師：7名、試験検査員：9名、工人：14名の合計31名である。

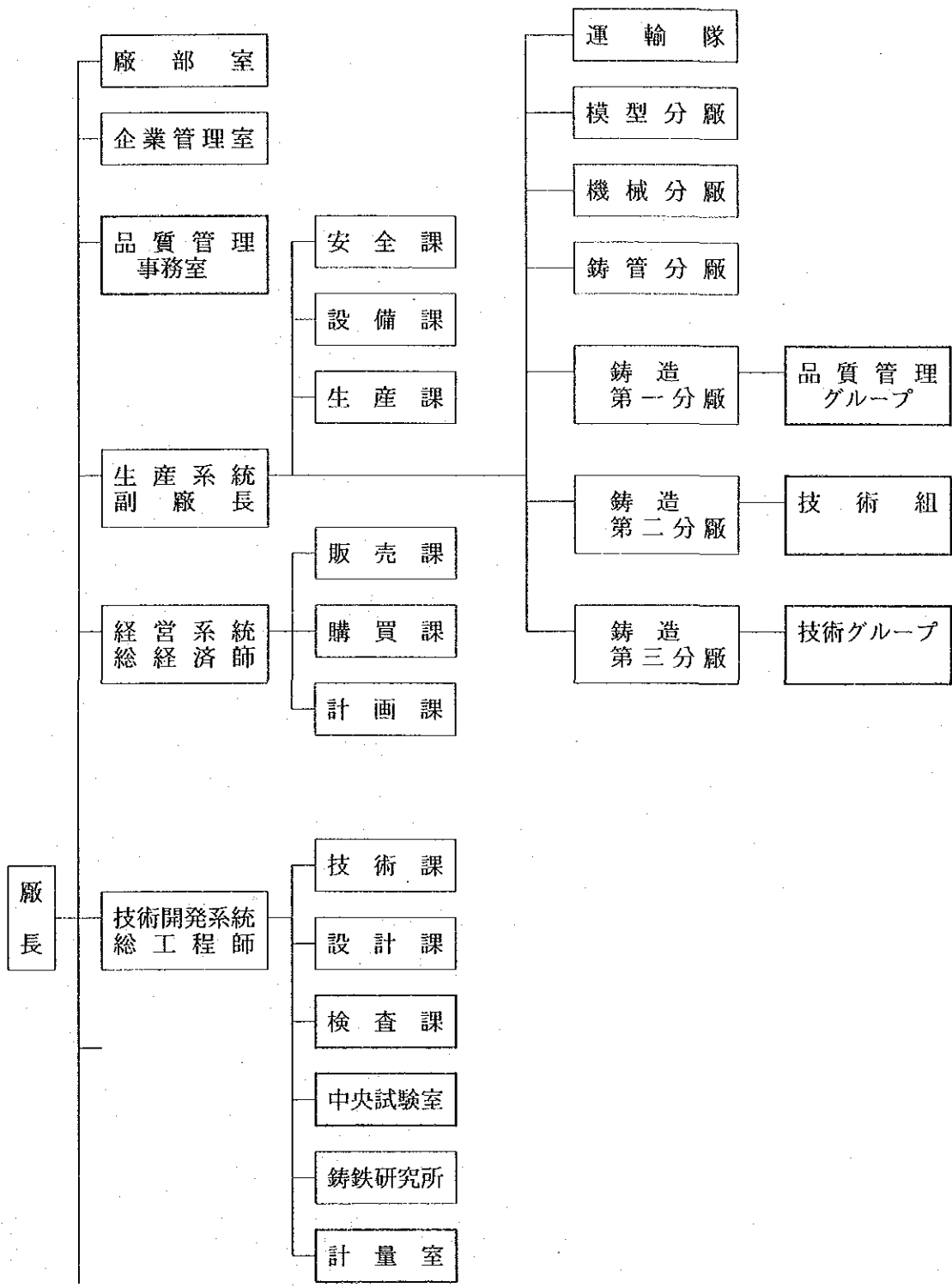
### (4) 計量室

計量室は技術開発部に所属し、生産設備および品質管理に用いられる計測機器の検定、保守管理を行っている。検査および製造工程中の品質管理に使用される長さ計、秤量計、温度計、圧力計等は国家基準にもとづき検定されている。

計量室の人員は副主任以下19名、合計20名で、その内訳は

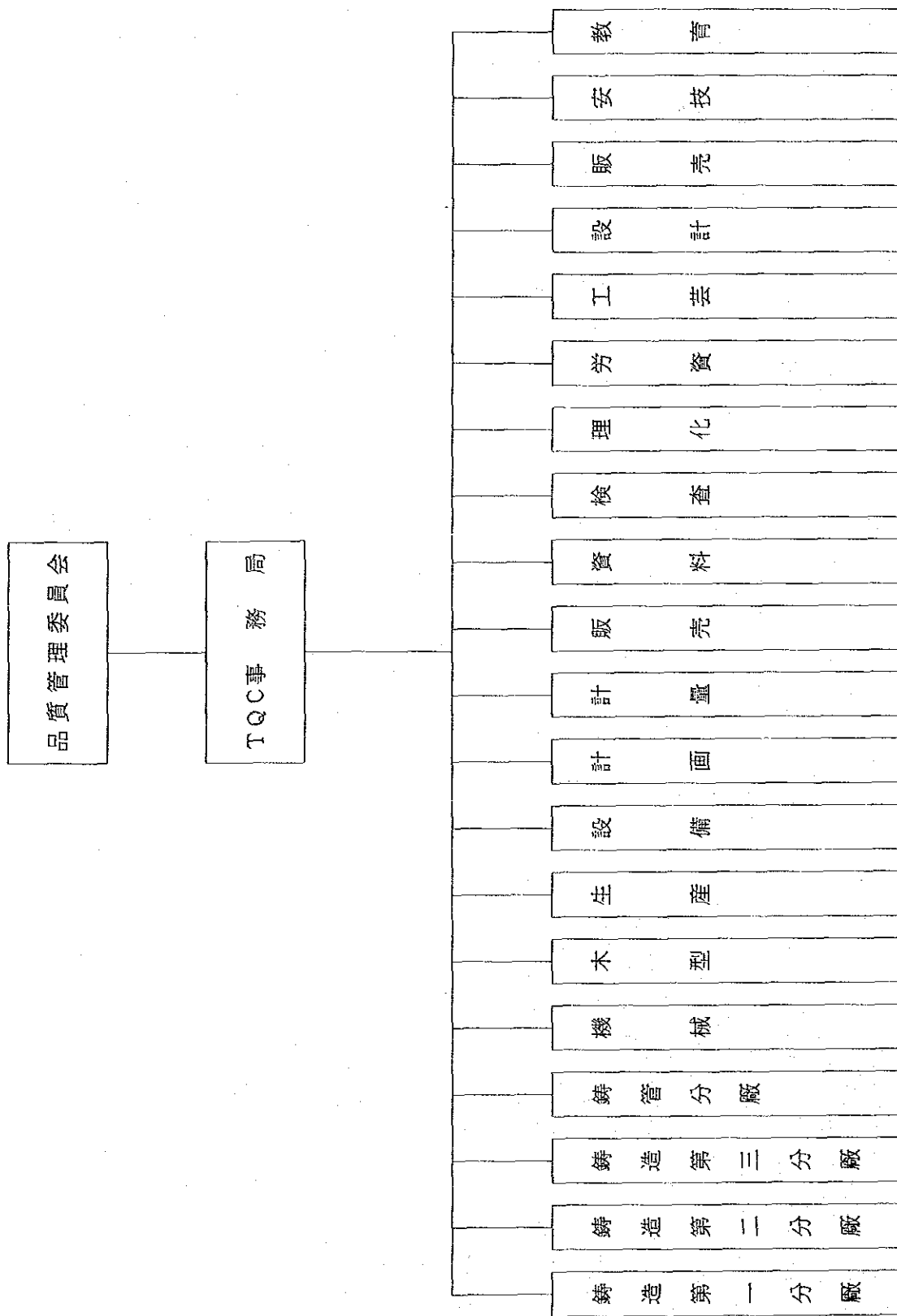
- 長さ計量検査員 5名（工程師：1名、工人：4名）
- 温度計検査員 4名（工程師：1名、工人：3名）
- 電気計測検査員 4名（技師：1名、工人：3名）
- 衡器検査員 2名（工人：2名）





図V-10 品質管理組織図





圖V-11 TQC活動組織

#### 4-1-3 品質状況

沈陽鑄造廠の過去3年（1983-1985年）の鑄造品の生産量、合格品重量、廃却品重量、廃却品率の推移を図V-12に示す。生産量は1983年度；2.4万トン、1984年度；2.3万トン、1985年度；2.2万トン、1986年度（1-9月）；1.45万トン、1986年度は月平均1,600トンでこのままの生産量で推移すると推定生産量としては1.93万トンと年々減少の傾向にある。

廃却品率は、1983年度；9.4%、1984年度；8.6%、1985年度；7.2%、1986年度（1-9月）；6.8%である。1986年度の沈陽鑄造廠に対する沈陽市機械工業局の廃却品率指標は9.4%、沈陽鑄造廠のそれは8.4%で現状ではいずれの指標も満足している。年々廃却品率は減少しており、品質の向上が顕著に認められる。これらは1982年度からTQC活動が導入され、品質に対する意識向上改善等によるTQCの効果が着実にあらわれたものと推察する。しかしながら廃却品率としての水準はまだ高く、品質改善への努力が必要である。

各月の品質状況は、各種の品質統計表に示されており、毎月開催される品質管理委員会で報告されている。品質統計表には、以下のものがある。

- 月間廃却率（表V-9）、
- ポンプ部品抜取検査状況（表V-10）、
- 鑄造品品質統計表（表V-11、表V-12、表V-13、表V-14）
- 鑄出廃却品欠陥分類統計表（表V-15）。

1986年10月期の月間廃却率は、総合；6.17%、鑄出；3.08%、累計廃却率では総合；6.85%、鑄出3.76%である。又、総合の廃却率が鑄出の廃却率のほぼ2倍近くある。

表中の鑄出は、沈陽鑄造廠内で発生した廃却品重量、廃却品率を示し、総合は沈陽鑄造廠外で発生した廃却品と鑄出の分を合計したものを示す。

ポンプ部品の抜取検査状況は、ポンプ部品についての沈陽鑄造廠の検査レベルを示すもので、沈陽鑄造廠の品質管理規定に従って定期的に行われている。検査合格品の在庫品を抜取で、各項目別に再検査するものである。

1986年10月期の合格率は98.9%、累計（1-10月）で、97.62%、沈陽鑄造廠の目標は95%で現状では満足している。

品質統計表には全廠および各分廠ごとに鑄出量、合格重量、廃却品重量と廃却品率

が铸造品種別に表示されている。铸造品品質統計表をもとに、分廠別の鑄出重量と廃却品重量の比率を図V-13に、部品別の鑄出重量と廃却品重量の比率を図V-14に示す。铸造第二分廠の鑄出重量は全体の33%にかかわらず、廃却品重量では、全廃却品重量の46.3%と铸造第一分廠とはほぼ同量の廃却品重量となっている。又、部品別で見るとポンプ部品の鑄出重量は27.3%と比較的低いにもかかわらず、廃却品重量としては53%と高い。

図V-15に部品別鑄出・総合廃却率を示す。

全廠の铸造品全体についての廃却品率は廠の指標を満足しているが、部品ごとに見ると、全廠のポンプ部品の総合廃却品率は13.3%、鑄出廃却品率 6.2%、ブローア一部品では、11.0%と 5.4%で、総合廃却率は沈陽铸造廠の1986年度の品質指標の 8.4%を大きく上まわっている。

これを各分廠別の総合廃却率で見ると、ポンプ部品は铸造第一分廠；10.0%、二分廠；13.1%、三分廠；22.3%、ブローア一部品では铸造第一分廠； 9.3%、二分廠；18.9%、三分廠；該当部品なし、同様に品質指標を越えている。ポンプ部品及びブローア一部品は沈陽铸造廠の主要製品であり、一層の品質改善が望まれる。

鑄出廃却品欠陥分類統計表（1986. 10月期）をもとに欠陥項目別のパレート図を図V-16、図V-17、図V-18、図V-19に示す。全廠では一番多い欠陥は、割れ、続いて、砂かみ、型崩れ、すくわれである。

分廠別では

铸造第一分廠；割れ、すくわれ、ブローホール、

铸造第二分廠；砂かみ、型崩れ、はぐみ、

铸造第三分廠；損傷、湯境い、すくわれ

の順である。

又、全廠の累計廃却品（1986. 1-8月）の欠陥項目別のパレート図を図V-20に示す。これによると、一番目は寸法不良、以下、型崩れ、砂かみ、割れと続いている。

以上の結果から欠陥項目の順位は月々変動しており、品質のバラツキが大きいと言える。

欠陥の原因については鑄物砂、湯質等に起因する铸造プロセス上の問題と作業者による作業上の不注意からくる問題（例；損傷、型崩れ等）とに区分して対処すべきである。前者については、品質管理の徹底および铸造プロセスの見直が必要であり、後

者は作業方法の改善、作業者の教育が必要である。

表V-9 月間廃却品率 (1986. 10月期)

(%)

	機械工業局 廃却率指標	沈陽鑄造廠		
		廃却率指標 (年間)	月間実績	月止累計実績
綜合	9.4	8.4	6.17	6.85
鑄出	—	—	3.08	3.76

表V-10 ポンプ部品抜取検査状況 (1986. 10月期)

	抜取り検査件数別			抜取検査項目数別					
	件数	合格 件数	合格率 (%)	抜取 検査 項目数	合格 項目数	合格率 (%)	抜取検査 総 項目数	合格 項目数	総合計 合格率 (%)
月間合計	28	27	96.43	370	369	99.73	638	631	98.90
月止累計	247	239	96.76	3372	3360	99.64	5626	5492	97.62

表V-11 鋳造品品質統計表（全廠：1986. 10月期）

鋳造品類別	鋳出重量 (t)	合格品重量 (t)	廃却品重量 (t)			廃却率 (%)	
			鋳出	加工後	総合	総合	鋳出
月間合計	1903.64	1786.1	58.54	59.0	117.54	6.17	3.08
内訳：ポンプ部品	660.26	597.9	27.0	35.05	62.36	9.44	4.14
ブローア一部品	144.97	125.1	2.66	17.21	19.87	13.71	1.83
重機械部品	277.71	271.6	6.11	0	6.11	2.20	2.20
その他	820.7	791.5	22.46	6.74	29.20	3.56	2.74
本月止 累計	18368.12	17109.2	690.49	568.43	1258.92	6.85	3.76
内訳：ポンプ部品	5026.47	4358.3	309.8	358.37	668.17	13.29	6.16
ブローア一部品	2052.36	1825.8	111.5	115.06	226.56	11.04	5.43
重機械部品	2714.76	2625.4	83.68	5.68	89.36	3.29	3.08
その他	8574.53	8299.7	185.51	89.32	274.83	3.21	2.16

表V-12 鋳造品品質統計表（一分廠：1986. 10月期）

鋳造品類別	鋳出重量 (t)	合格品重量 (t)	廃却品重量 (t)			廃却率 (%)	
			鋳出	加工後	合計	総合	鋳出
月間合計	1121.99	1083	24.59	14.4	38.99	3.48	2.19
内訳：ポンプ部品	243.71	236.3	4.01	3.4	7.41	3.04	1.65
ブローア一部品	117.64	106.1	1.9	9.64	11.54	9.81	1.62
重機械部品	238.41	233.8	4.61	0	4.61	1.93	1.95
その他	522.23	506.8	14.07	1.36	15.43	2.95	2.69
本月止 累計	10785.9	10269.8	387.95	128.13	516.1	4.78	3.60
内訳：ポンプ部品	1618.33	1455.6	132.41	30.32	162.73	10.06	8.18
ブローア一部品	1686.69	1529.5	98.98	58.21	157.19	9.32	5.87
重機械部品	2197.1	2128.7	62.72	5.68	68.4	3.11	2.85
その他	5283.78	5156	93.86	33.92	127.78	2.42	1.78

表V-13 鑄造品品質統計表（二分廠：1986. 10月期）

鑄造品類別	鑄出重量 (t)	合格品重量 (t)	廃却品重量 (t)			廃却率 (%)	
			鑄出	加工後	合計	総合	鑄出
月間合計	665.8	605.1	24.79	35.91	60.7	9.12	3.72
内訳：ポンプ部品	358.86	320.6	15.11	23.15	38.26	10.66	4.21
ブローア一部品	27.33	19.0	0.76	7.57	8.33	30.48	2.78
重機械部品	39.1	37.6	1.51		1.50	3.84	3.84
その他	240.51	227.9	7.42	5.19	12.61	5.24	3.09
本月止 累計	6064.05	5480.2	224.61	359.24	583.85	9.63	3.70
内訳：ポンプ部品	2779.94	2414.7	110.34	254.9	365.24	13.14	3.97
ブローア一部品	365.67	296.3	12.52	56.85	69.37	18.97	3.42
重機械部品	515.66	494.7	20.96		20.96	4.06	4.06
その他	2402.78	2274.5	80.79	47.49	128.78	5.34	3.36

表V-14 鑄造品品質統計表（三分廠：1986. 10月期）

鑄造品類別	鑄出重量 (t)	合格品重量 (t)	廃却品重量 (t)			廃却率 (%)	
			鑄出	加工後	合計	総合	鑄出
月間合計	76.38	59.5	8.19	8.69	16.88	22.10	10.72
内訳：ポンプ部品	57.69	41.0	8.19	8.5	16.69	28.93	14.20
ブローア一部品							
重機械部品							
その他	18.69	18.5		0.19	0.19	1.02	
本月止 累計	1099	948.1	69.84	81.06	150.9	13.73	6.35
内訳：ポンプ部品	628.21	488	67.05	73.16	140.21	22.32	10.67
ブローア一部品							
重機械部品	1.8	1.8					
その他	468.99	458.3	2.79	7.9	10.69	2.28	0.59



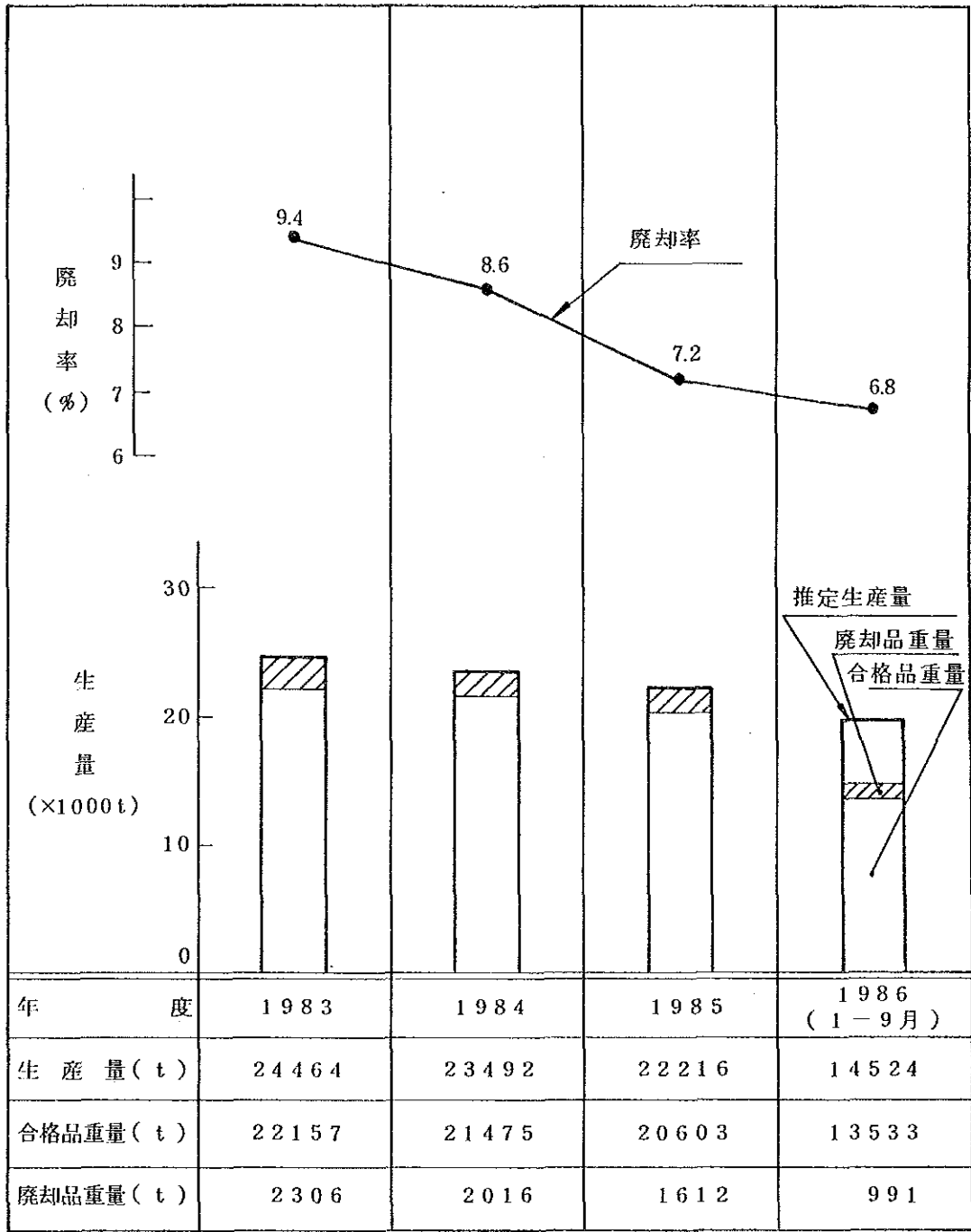


表V-15 鋳出廃却品欠陥分類統計表 (1986. 10月期)

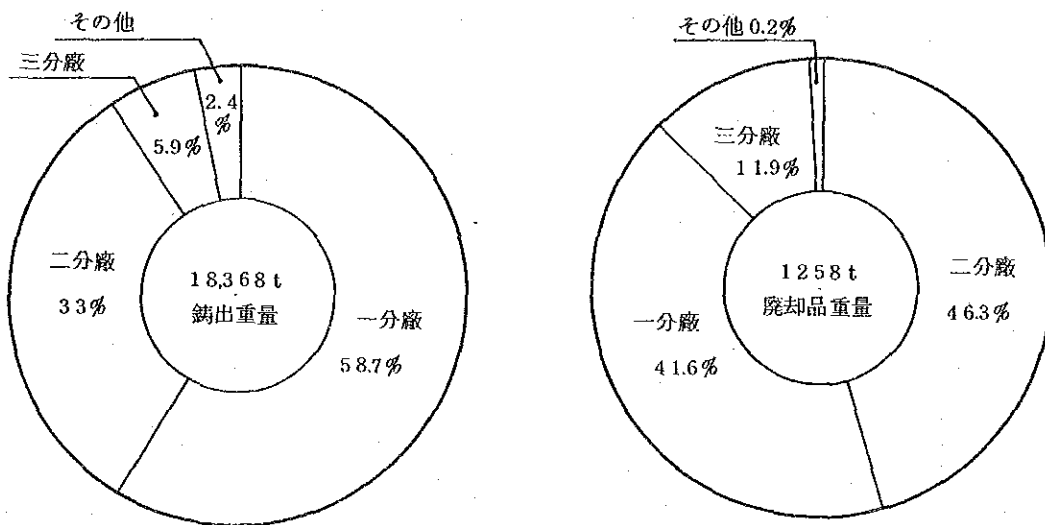
(単位: t)

	鋳造品類別	合計 (t)	型 崩 れ	ブ ロ ー ホ ー ル	引 ケ 巢	偏 芯	割 れ	湯 不 足	砂 か み	寸 法 不 良	破 損	湯 境 い	は ぐ み	す く わ れ	き ら い	材 質 不 良			そ の 他	
全 廠	月間合計	58,540.4	6403.6	3850.5	1966	3823.6	10,545	1606	7228.9	2491.5	3059	2989	2439	5106	1895	650			4487.3	
	内訳: ポンプ部品	27,314.1	3430.1	1220.5	91.0	2333.6	1625	1401	5428.9	705.5	2317	2469	1483	1146	1641.5				1204	
	ブローア部品	2,665	932	12	72	41		69	27	1326	186									
	重機械部品	6,106	96	1809	360		1420	136	276		153		466	1390						
	その他	22,455.3	1945.5	809	624	1450	7500		1497	460	403	520	490	2570	253.5	650				3283.3
鋳造第一分廠	月間合計	24,587	1015	2676		2184	9757	615	460	1786	686	330		3960	468	650				
	内訳: ポンプ部品	4,014	40	420		804	837	615			500	330			468					
	ブローア部品	1,902	390							1326	186									
	重機械部品	4,606		1796			1420							1390						
	その他	14,065	585	460		1380	7500		460	460				2570		650				
鋳造第二分廠	月間合計	24,790.9	4593.1	1149.5	1966	1608.6	788	817	5992.9	215	864	896	2273		546				3081.8	
	内訳: ポンプ部品	15,112.6	2594.6	775.5	910	1497.6	788	612	4652.9	215	308	896	1317		546					
	ブローア部品	763	542	12	72	41		69	27											
	重機械部品	1,500	96	13	360			136	276		153		466							
	その他	7,415.3	1360.5	349	624	70			1037		403		490							3081.8
鋳造第三分廠	月間合計	8,187.5	795.5	25		31		174	776	490.5	1509	1243	166	1146	627.5				1204	
	内訳: ポンプ部品	8,187.5	795.5	25				174	776	490.5	1509	1243	166	1146	627.5				1204	
	ブローア部品																			
	重機械部品																			
	その他																			

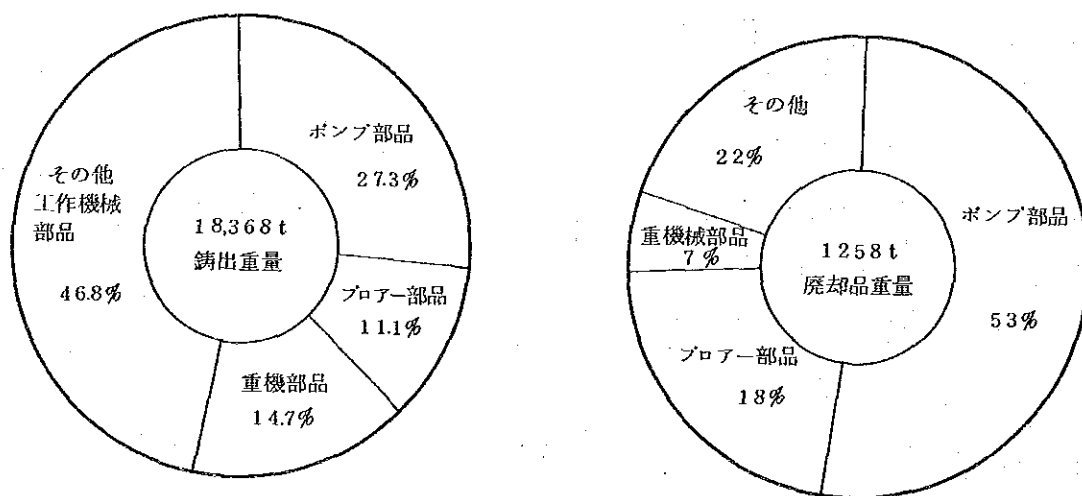




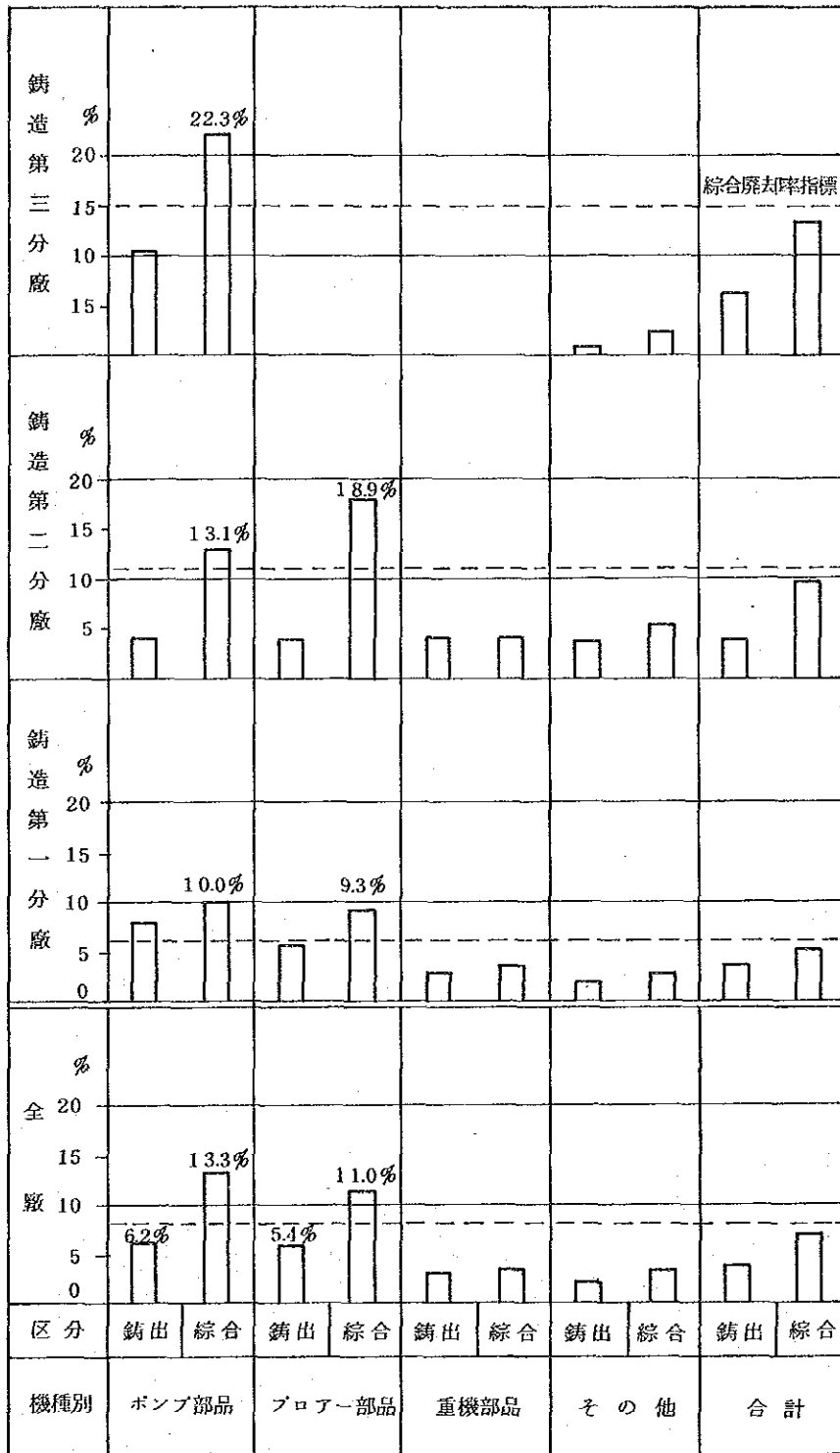
図V-12 鋳造品の生産量、合格品重量、廃却品重量、廃却率の推移



図V-13 鑄造分廠別鑄出重量比率と分廠別廃却品重量比較  
(1986.1~10月累計)

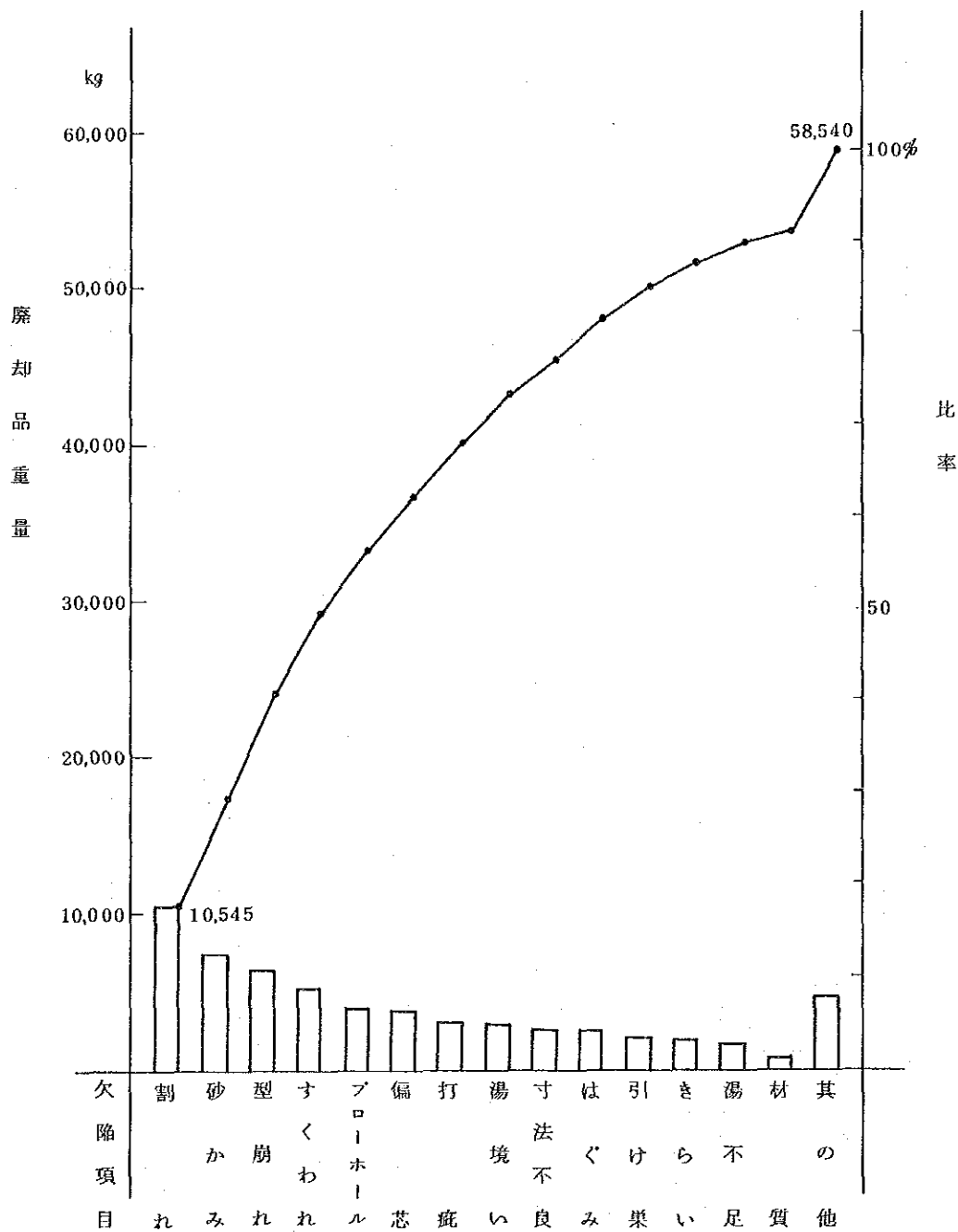


図V-14 部品別鑄出重量比率と廃部品重量比率  
(1986.1~10月累計)

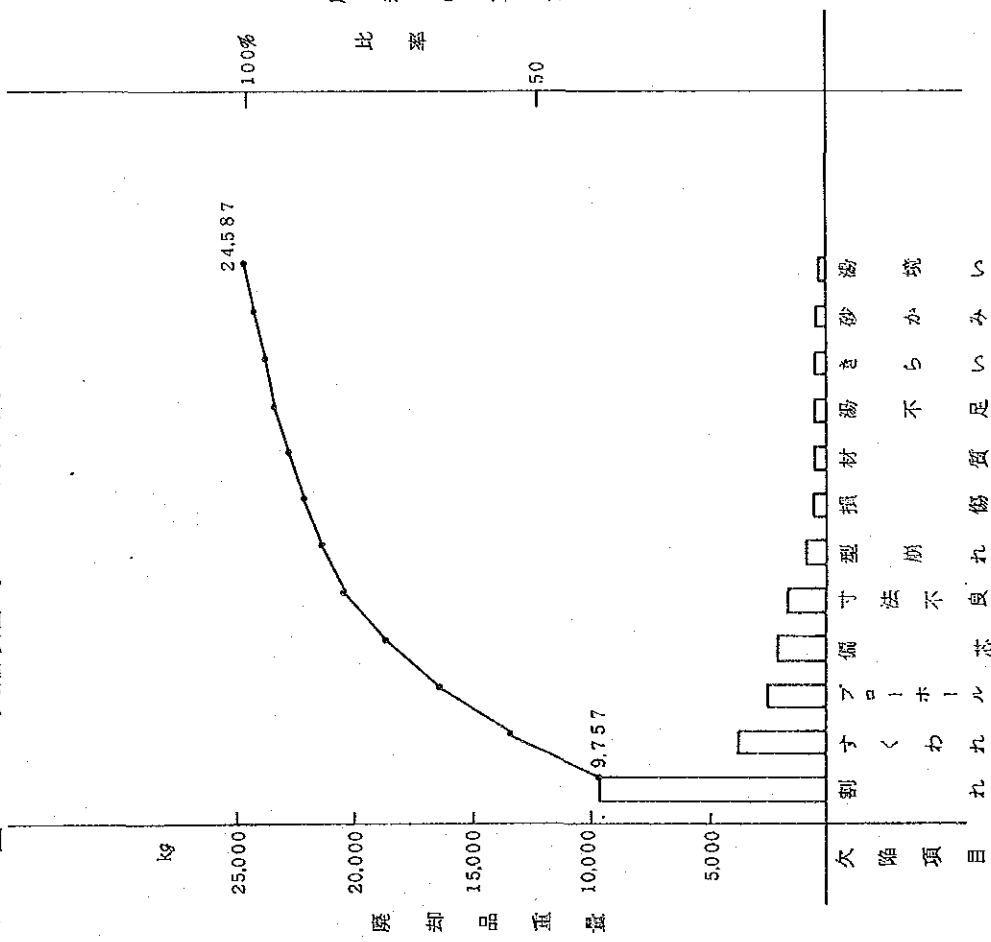


図V-15 部品別鑄出・綜合廃却品率 (1986.1~10累計)

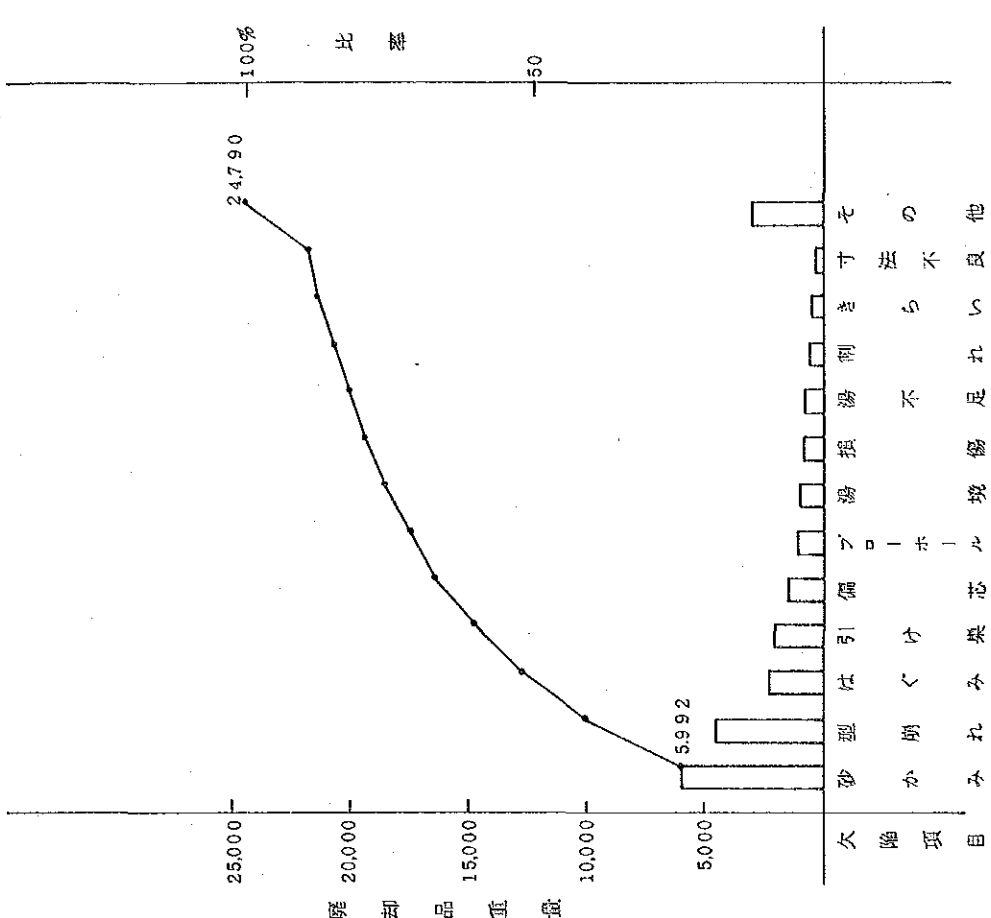
図V-16 欠陥項目別パレート図 (全廠1986. 10月)



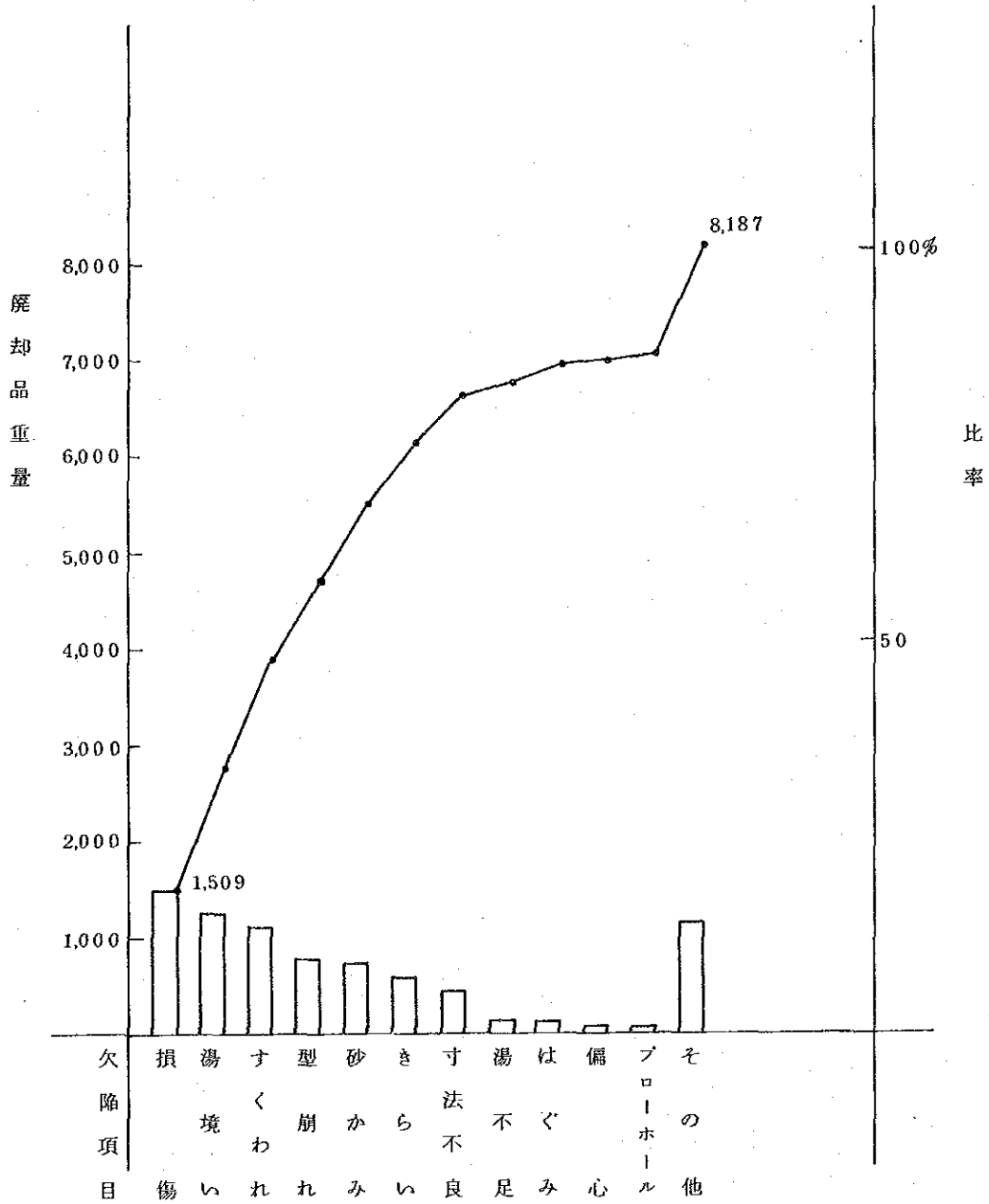
図V-17 欠陥項目別パレート図（鑄造第一分廠；1986. 10月）



図V-18 欠陥項目別パレート図（鑄造第二分廠；1986. 10月）

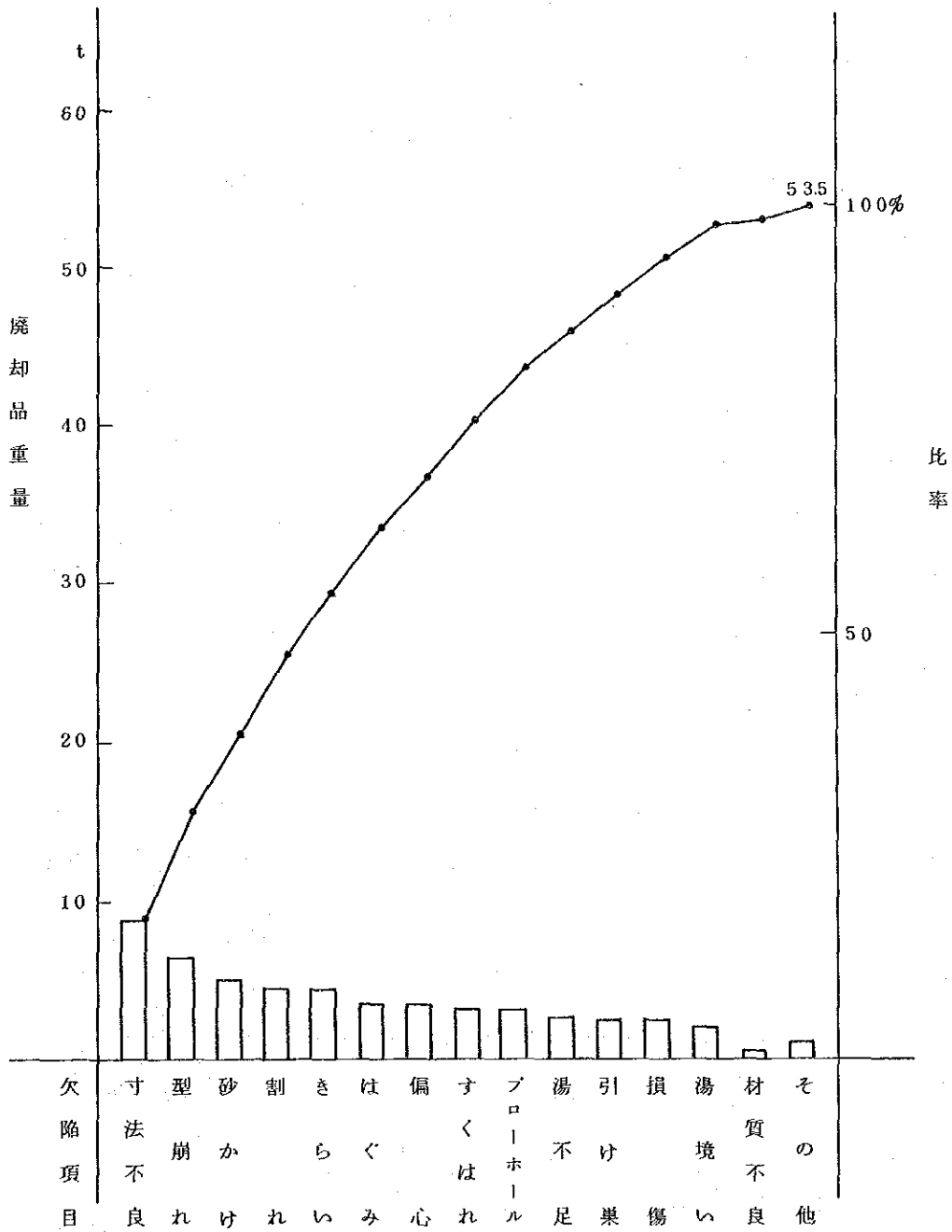


図V-19 欠陥項目別パレート図（鑄造第三分廠；1986. 10月）





図V-20 欠陥項目別パレート図 (全廠; 1986.1~8月累計)



## 4-2 問題点

沈陽鑄造廠の鑄造品の品質管理機能と品質について調査を行なった。

TQC活動が導入されて日が浅いが種々の品質改善と品質管理機能の改善が行われている。しかしながら今後工場の近代化を進めるにあたりまだまだ改善すべき点がある。

それらを品質管理上の問題点として以下に述べる。

### a) 品質管理活動不十分

前節の品質状況ですでに述べたように鑄造品の廃却品率（重量ベース）は年々減少の傾向にある。しかしながらその品質指標およびその実績値はまだまだ高く、更らに廃却品率を下げ、品質を向上させる必要がある。そのためにはこれまで以上の品質管理機能の充実ときめこまかい品質管理活動の展開が必要である。

品質管理はデーターにもとづく管理であってデーターの集収、データーの解析、不良原因の追求、対策の実施に当ってはQC手法を充分活用することである。

又、特にデーター集収には無作為にデーターを集めるのではなく役立つデーターを効率よく集収できるシステムを作ることである。これらの活動を通じて作業者の品質に対する認識を高めることである。

### b) 品質保証体制の整備不十分

沈陽鑄造廠において検査された製品が客先へ納品されるが、納品後それらが客先で機械加工中なんらかの品質上の問題で多くの廃却品を出している。

1986年（1-10月）累計品質統計によると、ポンプ部品の生産量は5,026トン、その内、客先納入後廃却品となったもの358トンあり、約7%を占めている。これは沈陽鑄造廠内での品質保証体制の整備不十分からくるものであり、今後特に改善すべき問題である。

品質保証は最終検査だけの保証では不十分であって製造工程中の品質保証、各工程において品質管理項目を設定し、各工程ごとにチェックし次工程へ品質を保証するシステムを作ることである。

### c) 基準（品質基準、作業基準）の整備不十分

沈陽鑄造廠では多くの品質基準、作業基準が作成されているが、工場近代化にあたっての品質管理および品質保証を実施するにはまだまだ不十分である。基準の内容、基準の運用について見直す必要がある。

鑄造品で欠陥が現出したときの処置として溶接補修作業を行っている。その確認検

査には液体浸透検査が規定されているが実際には実施されておらず、検査員の目視検査とハンマーリングでの確認だけであった。鋳鉄品の溶接はまだまだ技術的にも信頼性が確立されていないので、特に溶接後の確認検査は重要である。

作業基準が実作業に密接した作業基準となっていない、すなわち作業実施の手引書、教育指導書の性格が強い。実作業における管理項目とその運用方法が明記されていないため、実作業におけるデータが管理されていない等の不備な点がみられる。

作業基準は今までに最もよい方法を規定しているものであるが更に良い方法、設備、工具、製造方法の変更、或いは現実に発生した不良の再発防止のための改正も必要である。

## 5. 技術管理

### 5-1 現 状

#### 5-1-1 組 織

沈陽鋳造廠の技術管理に係る業務は、技術開発系統の設計課および工芸課と各鋳造分廠の工芸設計グループ（第一分廠）、技術組（第二分廠）、技術グループ（第三分廠）がそれぞれ担当している。

#### (1) 設計課

設計課は全廠の鋳造技術改善と新製品開発にともなう新設備計画、老朽設備改造計画を検討および立案する。

人員は副課長1名以下技術員4名、その他21名の合計26名である。

#### (2) 工芸課

工芸課は全廠の製造技術管理を主に以下の役割と業務内容をもっている。

- a) 客先要求品質の確認および受注可否の技術審査
- b) 国家規格、機械工業局規格、諸外国工業規格およびその他技術情報の入手、保管
- c) 製造技術標準、品質基準、作業基準の作成
- d) 溶解、造型技術管理

人員は副課長1名、工程師8名、他7名、合計16名である。

#### (3) 工芸設計グループ、技術組、技術グループ