

工芸設計グループ、技術組および技術グループは各分廠で製造する製品の技術的責任をもっている。主な業務は鑄造方案図の作成、現場技術指導および品質問題の解決等で工芸課、検査課の協力を得て実施している。これらのグループ、組は各々の分廠の技術担当副分廠長の下に所属しており人員は以下のとおりである。

- ・ 工芸設計グループ 11名
- ・ 技 術 組 7名
- ・ 技 術 グ ル ー プ 7名

5-1-2 鑄造品質設計

鑄造品の引合から製造開始までの工程の流れを図V-21に示す。工程に沿ってそれらを以下に説明する。

- a) 引合；客先から鑄造品の引合時、沈陽鑄造廠の販売員は客先に出向き、客先の図面、要求仕様、要求価格、支払い条件を確認する。
 - b) 鑄造技術審査；受領した図面および要求仕様書は工芸課へ鑄造技術審査のため配布される。工芸課では図面及びその要求品質をみて、沈陽鑄造廠の技術能力、製造能力（設備能力、製造単位、製造周期）を検討し製造の可否を決定する。
 - c) 鑄造方案設計；鑄造技術審査後、製造可能となれば、製造を担当する分廠の工芸設計グループは鑄造方案設計を行う。鑄造方案図は分廠の技術担当の主任及び工芸課により審査される。
 - d) 見積；鑄造方案図をもとに計画課にて見積が行われる。
 - e) 受注契約；販売課は見積金額、納期、支払い条件を客先と打合せ、受注契約を行う。
- 生産計画、製造開始；正式の注文書を受領後生産計画され、製造開始される。
- f) 試作；製造開始前に製品によっては、試作品により品質確認を行う場合がある。

試作に先立ち工芸設計グループは製造を担当する現場作業者に対して試作上の注意点を説明する。

又、試作作業中においても技術指導、品質上の問題処理、材質試験、造型材料試験および鑄造方案図の確認を行い、鑄込が実施される。

鑄込後の試作品は品質の確認のため、検査において寸法検査、表面粗度、外観検査、材料試験等の検査が実施される。すべての検査実施後、試作品検査報告書が作成される。

すべての試作品の製造、検査に関するデータは、技術担当の総エンジニアによる審査される。

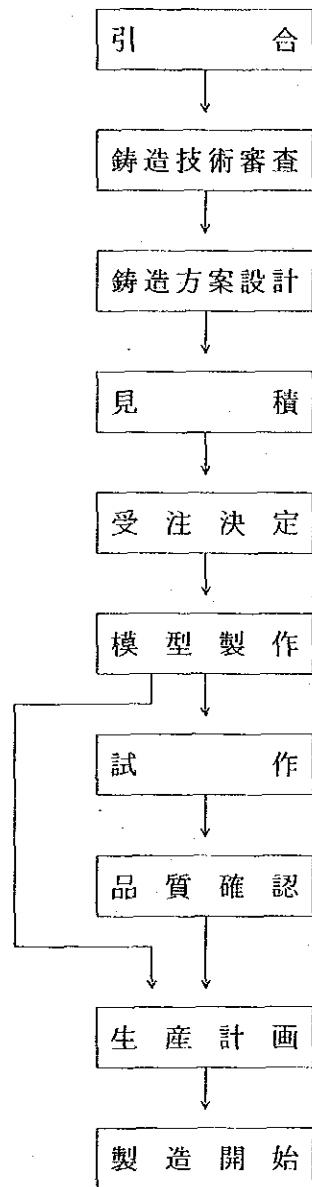


圖 V-21 鑄造品質設計手順

5-1-3 品質・技術管理基準

沈陽鑄造廠において品質管理・品質保証活動において用いられる品質管理基準、技術標準、作業基準には次のものがある。

- 中華人民共和国国家標準
- 中華人民共和国機械工業部標準
- 沈陽鑄造廠工廠標準
- 沈陽鑄造廠工芸規定

その他ISO・DIN規格の一部は中国語として翻訳され活用されている。

鑄造品に関する国家標準の発行数はまだ少ないが現在、試行中のもの又計画中のものを含め、整備されつつある。

中華人民共和国機械工業部標準は国家標準の基礎となっているものであり各分野において広範囲に標準化され運用されている。

鑄造品に関しては鑄造用原材料、各種品質試験・検査、鑄造品材料規格、鑄造品一般寸法公差、鑄造用設備・工具等がある。

又、機種ごとに使用される鑄造品の品質基準はそれぞれの機種を所轄する機械工業部工業局から発行されている。沈陽鑄造廠ではそれに従って品質保証し各工業局へ納入している。

沈陽鑄造廠工廠標準および沈陽鑄造廠工芸規定は沈陽鑄造廠内の技術標準および作業基準で工芸課が発行する。

工廠標準は鑄造方案、鑄造用治工具等に関する基準を、工芸規定は各工程ごとの作業基準を規定している。現在制定されている作業基準は第一から第六分冊に編集されて各関係部門の責任者へ配布されている。

第一分冊；造型作業基準

第二〃；中子造型作業基準

第三〃；溶解作業基準

第四〃；銅・アルミ合金鑄造作業基準

第五〃；模型作業基準

第六〃；鑄造品仕上作業基準

沈陽鑄造廠工芸規定の各分冊の内容を表V-16に示す。

ねずみ鑄鉄品、球状黒鉛鑄鉄品の国家標準を表V-17、表V-18に示す。又、機械

工業部標準の中から、

鋳鉄品の寸法許容公差を表V-19

鋳鉄品の寸法精度等級表を表V-20

鋳鉄品の機械加工仕上代基準を表V-21

鋳鉄品の機械加工仕上代等級表を表V-22

に示す。

ポンプ用鋳鉄品の鋳肌表面粗さ基準を表V-23に示す。

表V-16 沈陽鑄造廠工藝規定

<p>第一分冊；造型作業基準</p>	<p>第四分冊；有色金屬鑄造作業基準</p>
<p>1. 乾燥型造型作業基準 2. 生型造型作業基準 3. 機械造型作業基準 4. ジョルト式機械造型作業基準 5. 自硬性砂造型作業基準 6. 造型材料塗型配合作業基準 7. インゴットケース鑄造作業基準 8. ヨルト・スライ 式機械造型作業基準</p>	<p>省 略</p>
<p>第二分冊；中子造型基準</p>	<p>第五分冊；模型作業基準</p>
<p>1. 手込め中子造型作業基準 2. 油砂中子造型作業基準 3. 熱硬化型中子造型作業基準</p>	<p>1. 木型模型作業基準 2. 粘土模型作業基準 3. 金型模型作業基準</p>
<p>第三分冊；溶解作業基準</p>	<p>第六分冊；鑄造品仕上作業基準</p>
<p>1. キューボラ溶解作業基準 2. 3^T 誘導炉溶解作業基準 3. 普通鑄鉄、合金鑄鉄および球状黒鉛鑄鉄の溶解作業基準 4. 鑄込作業基準</p>	<p>1. 乾燥炉作業基準 2. 連続乾燥炉基準 3. 砂落し作業基準 4. 鑄仕上作業基準 5. ショットブラスト作業基準 6. タンブラ作業基準 7. 鑄仕上作業基準 8. ガウジング整形作業基準</p>

表V-17 中華人民共和国国家標準ねずみ鑄鉄 (GB 976-67)

材質記号	引張強さ (kg/mm^2)	抗折強さ (kg/mm^2)
HT 10-26	10	26
HT 15-33	15	33
HT 20-40	20	40
HT 25-47	25	47
HT 30-54	30	54
HT 35-61	35	61
HT 40-68	40	68

表V-18 中華人民共和国国家標準球状黒鉛鑄鉄 (GB 1348-78)

材質記号	引張強度 (kg/mm)	耐力 0.2% (kg/mm)	伸び $\ell=5D$ (%)	衝撃値 ノッチなし ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{mm}$)	硬度 HB
QT 40-17	40	25	17	6	< 197
QT 42-10	42	27	10	3	< 207
QT 50-5	50	35	5	—	147~ 241
QT 60-2	60	42	2	—	229~ 302
QT 70-2	70	49	2	—	231~ 304
QT 80-2	80	56	2	—	241~ 321
QT 120-1	120	84	1	3	(HRC) 38

5-2 問題点

技術管理は欠陥の無い铸件を経済的に製造を行うために行われるものであって、製造技術の確立、製造設備の改善および新技術の開発等と広範囲に実施されるものである。沈陽鑄造廠においてもそれらは役割分担された組織が整備され機能している。

現状調査に当っては特に、鑄造品の品質に影響する技術管理の項目に主眼を置いて実施した。

鑄造品の品質は原材料に始まり、溶解、模型、造型、鑄仕上げと各工程での要因がたがいに関連しあって出来あがっているのですべての情報は製造開始前の鑄造品質設計を担当する技術部門に集められなければならない。

すなわち過去の経験、特に失敗の経験を整理し、形状、大きさ、複雑さ、材質など層別し、次の製造時の繰返品、および類似品の鑄造品質設計に生かさなければならない。これらの観点から沈陽鑄造廠の鑄造品質設計における問題点として

- 鑄造方案と品質に関する情報
- 鑄造方案と作業工数に関する情報
- 原材料の品質と製品品質に関する情報
- 設備の管理状況と品質に関する情報

等の情報管理が不十分であることが挙げられる。

今後これらの情報がシステムの的に改善されれば鑄造品の品質向上につながるものである。

表V-19 中華人民共和國第一機械工業部、部標準鑄鉄の寸法許容公差 (J B 2854-80)
(単位mm)

寸法の区分	精度等級									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	偏差値 ±									
18以下	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
18を超え 30以下	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.5
30を超え 50以下	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.5	5.5
50を超え 80以下	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5
80を超え 120以下	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5
120を超え 180以下	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	3.5	4.5	5.5	—	—
180を超え 250以下	1.5	1.5	2.0	2.5	3.5	4.0	5.0	6.5	—	—
250を超え 400以下	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	—	—
400を超え 630以下	2.0	2.0	3.0	3.5	4.5	5.5	7.0	8.5	—	—
630を超え1000以下	2.0	2.5	3.5	4.0	5.0	6.5	8.0	10.0	—	—
1000を超え1600以下	—	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	9.5	12.0	—	—
1600を超え2500以下	—	3.5	4.5	6.0	7.5	9.0	11.0	14.0	—	—
2500を超え4000以下	—	4.5	5.5	7.0	8.5	10.0	13.0	16.5	—	—
4000を超え6300以下	—	—	—	8.0	10.5	12.0	15.5	19.5	—	—
6300を超えるもの	—	—	—	—	—	—	18.0	22.5	—	—

表V-20 鑄鉄品寸法精度等級表 (J B 2854-80)

造型方法	最大寸法 mm 精度等級	250以下	250を超え 1000以下	1000を超え 2500以下	2500を超え 6300以下	6300を 超えるもの
		機械造型	金型	5~6	5~7	6~8
木型	5~7		6~8	7~9		
手込造型	金型	5~7	6~8	7~9	8~10	
	木型	6~8	7~9	8~10	9~11	10~12

表V-21 一般機械加工仕上代基準 (J B 2854-80)

(単位mm)

寸法の区分	等 級									鑄込位置
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
50以下	3.5 2.5	4.5 3.0	5.5 3.5	6.0 4.0	6.5 4.5	7.0 5.0	7.5 5.5	—	—	
50を超え 120以下	4.5 3.0	5.0 3.5	6.0 4.0	6.5 4.5	7.0 5.0	7.5 5.5	8.0 6.0	8.5 6.5	9.0 7.0	
120を超え 250以下	5.5 3.5	6.0 4.0	6.5 4.5	7.0 5.0	7.5 5.5	8.0 6.0	8.5 6.5	9.0 7.0	10.0 7.5	
250を超え 630以下	6.0 4.0	6.5 4.5	7.0 5.0	7.5 5.5	8.0 6.0	8.5 6.5	10.0 7.5	10.0 8.0	12.0 9.0	
630を超え 1000以下	—	6.5 4.5	7.0 5.0	7.5 5.5	8.5 6.5	9.0 7.0	11.0 8.0	11.0 9.0	13.0 10.0	
1000を超え 1600以下	—	—	7.5 5.5	8.5 6.5	9.0 7.0	10.0 8.0	12.0 9.0	12.0 10.0	14.0 11.0	
1600を超え 2500以下	—	—	8.0 6.0	8.5 6.5	10.0 7.5	11.0 9.0	13.0 10.0	14.0 11.0	16.0 13.0	
2500を超え 4000以下	—	—	—	—	11.0 9.0	12.0 10.0	14.0 11.0	16.0 13.0	18.0 15.0	
4000を超え 6300以下	—	—	—	—	12.0 10.0	13.0 10.0	15.0 12.0	18.0 15.0	20.0 17.0	
6300を 超えるもの	—	—	—	—	—	—	16.0 13.0	20.0 17.0	22.0 19.0	

表V-22 機械加工仕上代等級表 (J B 2854-80)

造型方法	最大寸法 mm 精度等級	250以下	250を超え 1000以下	1000を超え 2500以下	2500を超え 6300以下	6300を 超えるもの
		機械造型	金型	5~7	6~8	7~9
	木型	6~8	7~9	8~10	—	—
手込造型	金型	6~8	7~9	8~10	9~11	—
	木型	7~9	8~10	9~11	10~12	11~13

表V-23 ポンプ部品の鑄肌表面粗さ基準 (JB/TQ367-84)

部 位 および 寸法範囲 mm	インペラー、ベーン表面部			ケーシング流通部		その他
	外 径			吸 入 口 直 径		
	400以下	400を超え 1000以下	1000を 超えるもの	350以下	350を超え 600以下	
粗さ μm	12.5	25	50	25	50	50

6. 製造設備管理

6-1 現状

6-1-1 組織

沈陽鑄造廠の製造、検査設備についての保全、修理等の責任は生産系統の設備エネルギー課にある。設備エネルギー課の機能組織図及び人員配置を図V-22に示す。

6-1-2 設備管理

(1) 保全、修理管理区分

製造、検査設備の保全、修理の管理区分は沈陽鑄造廠の生産活動に対する重要度により次の3つに分けられている。

- 重要生産設備の保守、修理
- 定期修理
- 保守点検

各区分に対する保守、修理の適用は以下のとおりである。

1) 重要生産設備の保守、修理

生産活動に直接影響をもつ重要設備、キューボラ、30^T 起重機、空圧機等に適用される。これらの設備は通常のプロダクション設備とは特に区分され、最優先して保守、修理管理されている。

保守部品は常に完備され、かつ保守要員も常時配置されている。

2) 定期修理

定期修理は項目修理と大修理の2種類に区分されている。

a) 項目修理：消耗部品および損傷部品の交換等で設備が正常に稼動するために6ヶ月毎に行うものである。項目修理の目的は設備機械の故障時の修理費を低減させるためである。

b) 大修理：6ヶ月毎の項目修理の結果、修理を必要とするものについて行われるものである。大修理の目的は設備のもつ精度と性能が据付当初と同等のものを維持するために行うものである。

3) 保守、点検

保守、点検は日常点検、一級保全、二級保全の3つに区分されている。

a) 日常点検：一般の設備に適用され、設備を操作する作業員が日常作業前、作業終了後の20～30分間に清掃、潤滑部の注油等を行なう日常点検である。

b) 一級保全：設備が 500時間稼働後、設備の作業者と設備エネルギー課の保全員が共同で行う保全である。保全の内容は潤滑部の清掃、油の交換、各部のクリアランスの調整等が含まれる。

c) 二級保全：設備が2500時間稼働した後、設備エネルギー課の保全員が行う。点検内容は習動部、摩耗部品の交換、冷却系統、電機系統の点検、保全を行う。

(2) 保全、修理計画

設備エネルギー課は毎年度ごとに、各分廠の設備担当責任者と協議して設備の保全、修理計画を全廠としてまとめ予算化する。

それらの計画にもとづき保全、修理を実施する。設備計画明細表を図V-23に示す。

(3) 保全修理実施記録

保全修理を実施した設備は、修理内容と修理後の確認検収を示す設備修理方案及び検収証明書を発行し保管される。

(4) 保全基準

沈陽鑄造廠の生産設備は金属加工、起重機運搬機、木工、鑄造設備、動力電気、溶解炉、乾燥炉、鍛圧機、その他と大きく7種類に分けられ、全体数として1325設備ある。その中で主要生産設備は 500設備ある。それぞれの機械と設備は設備に準じた、保守管理基準により点検、保守、修理を実施している。

(5) 保全修理用設備

設備エネルギー課が保有する保全修理用の設備機械を表V-24に示す。

6-1-3 試験検査設備および計量器の管理

試験検査用の設備の精度に関する管理は中央試験室が行い、その他の計量器については計量室が行っている。

試験検査設備の中で万能材料試験機および硬さ計は年一回、国家の認定のある沈陽市計測試験所の検定を受け、合格したものを使用している。

又、計量器に対する管理については、国から認定を受けた検査場所で国家試験に合格した検査員が国によって定められた基準に従って定期的に検査を行っている。

長さ計、温度計、電力計、衝器に関する検査員がおり、それぞれの計測器具の検定を実施している。

又、検定の実施周期については年間の検定計画を立て、この計画に従って行われている。

6-2 問題点

現在行われている製造設備管理の方法は書式等の違いはあるが大筋において日本で実施されている方法と変わらない。又、管理組織、機能も整備されている。しかし今後工場近代化へ対処するためには予防保全の強化、老朽設備の管理方法、設備の稼働状況のチェックシステムなど点検、管理面の見直しが必要である。設備の保持点検の効率を高めるためには、現有設備の稼働状況の正確な把握、突発事故頻度、故障の要因、設備の休止率等をグラフあるいは管理図により統計的手法を用いて分析し、重点管理項目を設定し設備の稼働率を向上させる管理手法を導入する必要がある。

設備の休止は生産性を低下させるばかりでなく品質にも大きく影響する。沈陽鑄造廠は設備の数が多いので、専門の保安要員による保守点検では対応できない。実際に設備を操作する作業者がチェックシートで簡単に点検できるシステムを導入することである。保安要員はそれらのチェックシートを巡回時にチェックすることにより保守点検効率の向上、補用部品の在庫量適性化、設備保守費の節約を計るものである。

又、新設備の導入に当っては設備計画段階における信頼性、保全性、安全性、操作性、経済性、工程能力など充分検討することが重要である。新設備を設置した直後の初期活動管理について対象設備の管理目標を設定し、トラブルが発生したときはすみやかに関係部門および設備メーカーにより対処できるシステムが必要である。

現在一分廠に設置されている鑄仕上設備の20^T ショットブラストは設置後長い期間稼働せずに放置されている。何故このような状態になっているか明確な解説が得られなかったが、1日も早く稼働させ品質の向上に役立てる必要がある。

図V-22 設備エネルギー課の機能組織図及び人員配置

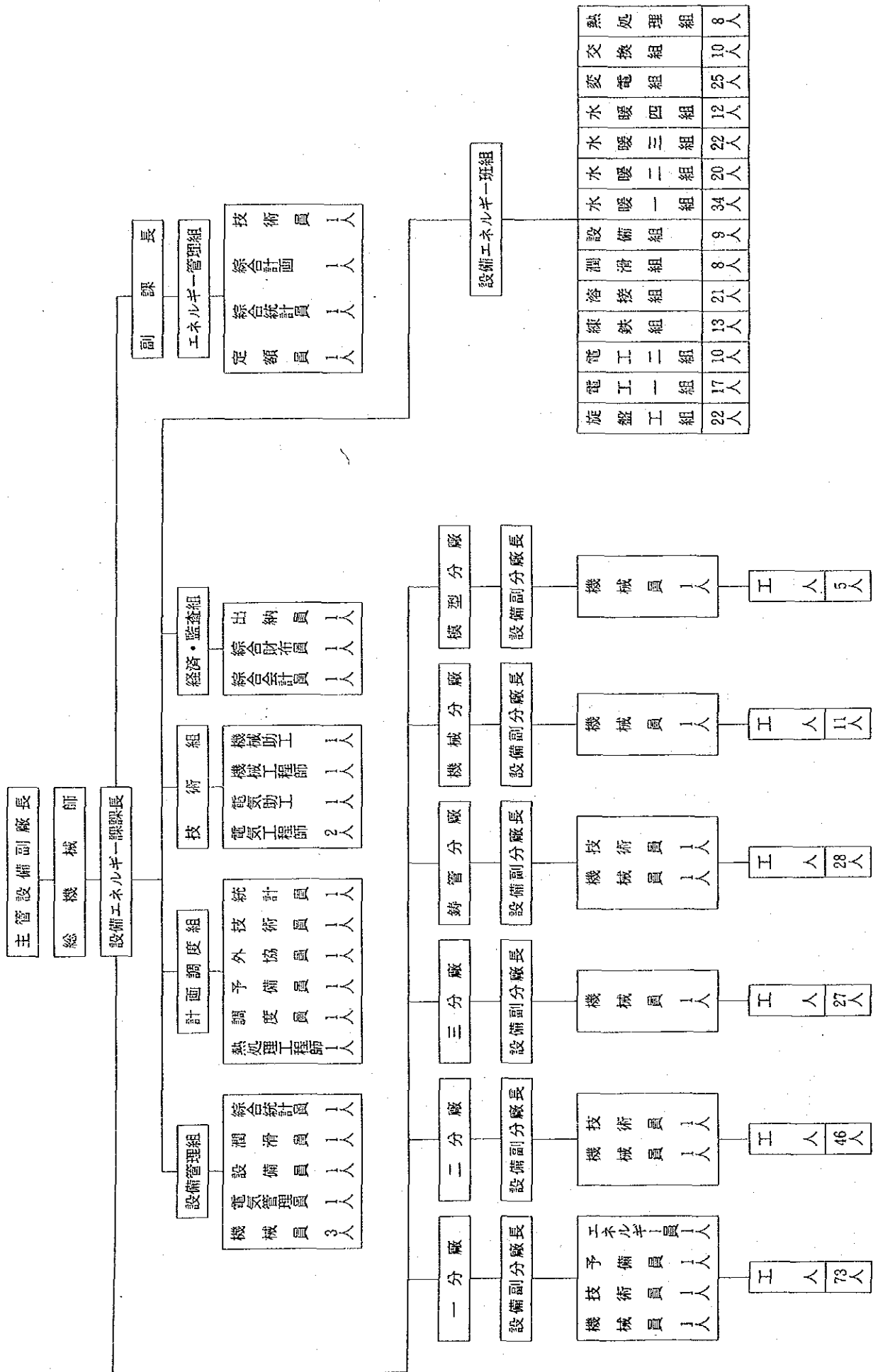


表-24 保全修理用設備一覧

単位	設備名称	型式	規格	単位	設備名称	型式	規格	単位	設備名称	型式	規格	単位	設備名称	型式	規格
一分廠	旋盤	C630	615×1400	三分廠	ボール盤	Z525-1	φ25	設	ラジアルボール盤	Z3040	φ40				
	"	C620-1	400×1000		万能フライス盤	×60W	200×800		ボール盤	T611	φ110				
	"	CW6140A	400×1500		シェーパー		650		円筒研削盤	M131W	315×1000				
	ボール盤	Z535	φ35		弓鋸盤	G72	φ220		齒切盤	Y38	φ800×M8				
	"	×50	320×1250	鑄管	旋盤	C620	400×1500		スロッター	Y54A	φ462×M6				
	シェーパー	B665	650		ラジアルボール盤	Z3050×16	φ50、1600		万能フライス盤	×62W	320×1250				
	弓鋸盤	G72	φ220		シェーパー	B690	900×750 ×320		シェーパー	B690	900				
二分廠	旋盤	1A62	400×1000	設	立旋盤	C5116A	1600		"	B665	650				
	"	1A62	400×1500		旋盤	C620	400×1000		弓鋸盤	G72	φ220				
	ボール盤	Z525	φ25		"	C620	400×1000	運輸	旋盤	C620-1	400×1000				
	ラジアルボール盤	Z3040	φ40		"	CW6163	630×1500		ボール盤	Z525	φ25				
	シェーパー	736	650		"	CA6140	400×200		ラジアルボール盤	Z32K	φ25				
	弓鋸盤		φ220		"	CA6250B	500×1500		シェーパー	B650	500				
三分廠	旋盤	C620-1	400×1000		"	CW6163	630×1500		弓鋸盤		φ220				
	"	CA6140	400×1500		ボール盤	Z535	φ35	合計	44台						

7. 熱管理

沈陽鑄造廠においては、熱管理は設備エネルギー課の担当である。表V-22に示した機能組織図において、設備エネルギー課のエネルギー担当副課長、エネルギー管理組で行われる。

エネルギー管理の対象は、電力、ガス、コークス、石炭、空気、水等である。熱管理は主要エネルギー源の要給および主要設備のエネルギー使用に関する管理である。

7-1 エネルギー使用の概要

沈陽鑄造廠におけるエネルギー使用量を表V-25に示す。

表V-25 エネルギー使用量

エネルギー	月平均使用量	主要使用設備
電力	75,000KW	各種電力設備、電気炉等
コークス	665Ton	キューボラ、反射炉等
石炭	1,529Ton	ボイラー、乾燥炉等
石炭ガス	470,000m ³	乾燥炉、乾燥装置等
アセチレンガス	ボンベ225本	切断、溶接等
酸素	ボンベ90本	切断
圧縮空気	2,670,000m ³	各種空気動力設備

重油、石油等の液体燃料は各種炉やボイラーの燃料としては使用されていない。石炭が優先的に使用される。

7-2 エネルギー供給の現状

7-2-1 電力の供給状況

(1) 受電能力

中国においては電力が不足しており、政府に申請して電力供給枠の許可を受ける。沈陽鑄造廠の受電能力は次のとおりである。

総受電能力 : 6,800KVA

内 訳

第1分廠 : 3,800KVA

第2分廠 : 2,000KVA

第3分廠 : 1,000KVA

上記の外に非常用として停電時にそなえて10KVA/400Vの自家発電装置がある。
電力は現状の生産ですでに不足しており、七五計画に基づく工場の近代化と生産量の増大に対しては受電能力を更に増大する必要がある。今後1980年計画で未使用となっている9,700KVAの受電能力を追加して近代化と増産を行う。

(2) 供給内容

- 1次電圧 : 10,000V
- 2次電圧 : 400V 各分廠に変電所がある。
- 電圧変動 : 9,500V~10,500V (±5%)
(但し、17時~21時には10%の電圧降下がある。)
- 停電頻度 : 約20回/年 冬期間に多発する。
- 電力価格 : 0.15元/KWH
但し、電力費は0.1元/KWH、給電設備償却費を含む。

7-2-2 都市ガス(石炭ガス)の供給状況

都市ガスが供給されている。供給状況は次のとおりである。

- ガス成分 : 石炭ガス、水素 40%
- 炭化水素 25%
- 一酸化炭素 12%
- 発熱量 : 3,900~4,000kcal/m³
- 圧送圧力 : 150~200mmH₂O
- 圧力変動 : 60~200mmH₂O
- ガス価格 : 0.20元/m³

7-2-3 水の供給状況

現状では生活用水として使える水を工場用水として使用している。

- 水供給能力 : 2,500m³/日
- 貯水量 : 1,000m³
- 水価格 : 0.25元/m³
但し排水処理費0.064元/m³を含む。

7-3 主要設備のエネルギー使用の現状

7-3-1 キュポラ

キュポラで使用するエネルギーは地金を溶解するコークスとコークスを焼焼させるための送風機が使用する電力である。キュポラに用いるコークスは、国家基準が基になって沈陽鑄造廠の工芸規程で決められている。コークスの性状とキュポラで

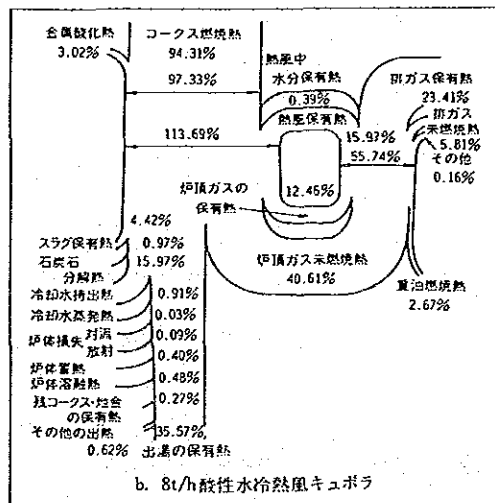
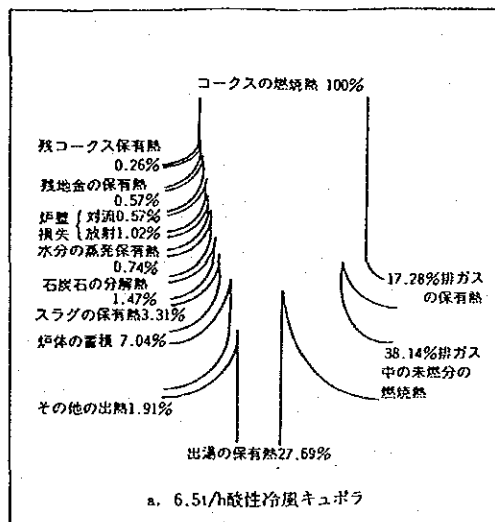
の使用量（ベッドコークス、追込コークス）については、IV. 鑄造工程の現状と問題点で述べた。

コークスも電力も、キュボラ操業において溶湯の品質向上、すなわち、高温溶解や化学成分の調整を行う事が熱管理の中心となる。品質向上のため技術的改善を行う場合、コークスの使用量増大が必要ならば基準や規程を改善して、品質向上を実現しなければならない。

現状では、コークス使用量は、生産量に対応した標準使用量が供給されるから、熱管理は標準どおりに操業することを目的とした管理がされている。

技術系統においては、溶解品質の向上のためにキュボラの熱風操業が検討されている。それはキュボラの熱効率を改善するから、大きな省エネルギー効果が供う。

日本におけるキュボラ溶解の熱効率改善効果を図V-24に示す。



早稲田大学理工学研究所
「鑄物工場エネルギー原単位調査及び熱生産試験」総合鑄物センター（1975年）

図V-24 キュボラの冷風操業と熱風操業の熱効率の比較

7-3-2 鑄型乾燥炉および焼鈍炉

造型工程においては、鑄型の乾燥が必要であり、造型現場に多くの乾燥炉が設置されている。又、大物鑄造品や複雑形状鑄造品に対しては応力除去焼鈍を行う必要があり、このための焼鈍炉が設置されている。(Ⅲ. 3. 主要生産設備参照)

両者は設備の構造、使用エネルギー、燥炉法は基本的に同じであり、両者を同類工業炉として以下に述べる。

(1) 使用燃料

石炭が優先的に使用されている。温度調節が重要な炉、すなわち中子乾燥炉や重要鑄型乾燥炉には都市ガスを使用している。

(2) 石炭燃焼装置

石炭は燃料の中で最も安価であるが、工業用加熱炉には、技術先進国においては使わなくなった。中国では国家エネルギー政策により、よく用いられている。使わなくなった理由は、石炭よりも便利な液体燃料、気体燃料が容易に供給されているからである。

石炭の燃焼は図V-25に示す方法がある。沈陽鑄造廠においては手焚き方法で行なわれている。

火格子と燃焼室の構造は自然通風式の炉と2次空気をブローで送風する押込通風式の炉があり、焼鈍炉や新しい乾燥炉は、後者の方式に改善されている。

手焚きの火格子上の燃焼の巧拙は火夫の技両に依存する。炉内温度を計画どおりに昇温するためには技両の優れた火夫が行わなければならない。

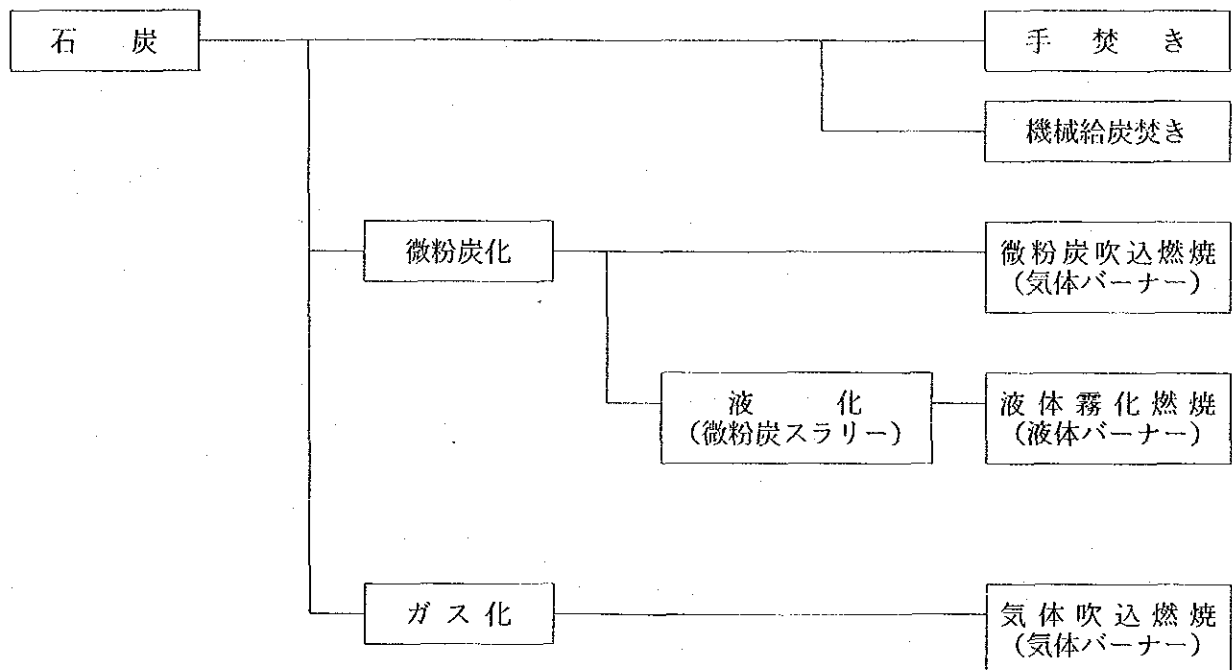
(3) ガス燃焼装置

都市ガスの燃焼は、ガス圧を利用した空気吸引バーナーで自然通風で行われている。燃焼の調節はガス弁の手動開閉で行う。

(4) 省エネルギー対策

中子連続乾燥炉を除くバッチ式炉には、炉壁耐火物の上に無機繊維断熱材(セラミックファイバー)が内張りされており、昇温性能の改善をする処置がされている。

乾燥炉や焼鈍炉のように、間欠的に使用する炉では炉壁練瓦の熱吸収が昇温を防げる。炉壁練瓦の熱吸収防止により、大きな省エネルギー効果が得られている。



図V-25 石炭の焼焼方法

(5) 伝熱、炉内温度分布

炉内において、燃焼ガスの持つ熱が鑄型や鑄鉄品である炉内装入物に伝わる。この場合の熱の伝わり方には副射加熱と対流加熱があるが、鑄型乾燥や応力除去焼鈍の場合は 600℃以下で操業されるから対流加熱が優勢である。

熱ガスの対流による伝熱とは、熱ガスと装入物との接触において熱ガスが伝わることであり、炉内ガスの対流を強く行うほど、装入物の昇温が速くなる。

炉内ガスの対流が行われないと装入物は昇温しないし、炉内温度分布も悪くなる。

そのために、低温加熱炉には、排ガスを再循環したり炉内ガス強制攪拌扇を設けたり、高速噴出バーナーによる炉内ガス攪拌を行う等の伝熱上の改善策を講ずる必要がある。

沈陽鑄造廠の炉は自然対流だけで炉内温度分布を均一にするように台車中央に排ガス出口を設けている。炉積方法によって対流が防げられる場合がある。

7-4 熱管理に関する問題点

7-4-1 エネルギー供給面からみた問題点

(1) 電力

1) 七五計画の達成、特に鑄鉄溶解の近代化に誘導電気炉を導入する場合は電力の供給が不足する。電力供給を大巾に増大しなければならない。

2) 供給電力は停電が多く、電圧変動が多い。電圧降下は高負荷電動機の過電流焼損の原因となるし、各種電気設備に害を与える。

電力の安定供給が必要である。

(2) キュボラ用コークス

キュボラ用コークスは鑄造品生産量から算定した基準量が計画供給（配給量は使用量の約80%）される。必要とする量まで供給枠を増やすことができるような管理を必要とする。

(3) 都市ガス

供給圧力が極端に低下することが問題である。特にガスバーナーで直接行う鑄型や取鍋等の乾燥においては、ガス圧が低いために乾燥効果がなくなっている。

7-4-2 エネルギーの選択

(1) IV. 1-1で述べたとおり、キュボラに用いる鑄物用コークスは供給されていない。冶金用コークスが供給されているが、これはキュボラ溶解に適していない。

(2) 鑄型乾燥や焼鈍炉には石炭を使用しなければならないが、重油やガスのような燃料を用いて炉の操業を簡単にし、温度管理精度と熱効率の向上を行うことが望ましい。

7-4-3 熱管理活動

エネルギーの合理的利用を図るために熱管理活動が必要である。すなわち熱の利用の目的を検討し、それに適する燃料を選択し、適正な燃焼方法を採用し、装置の保全、改善と操業の調整により、熱の損失を減少させる管理を行うための活動である。

単に熱の利用に関する計画と実績を調査するだけでなく、熱が適切に利用されているか否かを調べなければならない。そのためには熱の移動を検討する熱精算も行

なわなければならない。

特に熱を大量に使用する溶解炉や加熱炉は熱精算により、熱損失を定量的に把握して、有効な省エネルギー対策を講ずるべきである。

8. 教育訓練およびTQC活動

8-1 現 状

8-1-1 教育訓練

沈陽鑄造廠は第1分廠の敷地内に職工大学、技術学校および子弟小学校をもっている。職工大学は鑄造技術および工程管理の教育訓練を実施しており、教育対象者は技術員で廠内のみならず廠外の人にも開放されている。技術学校は廠内の工員の技術教育訓練を対象に実施している。

職工大学および技術学校は組織上では人事教育系統に属し、それぞれ校長以下一般教育および専門教育のための教師がいる。

子弟小学校は沈陽鑄造廠の従業員の子弟教育のための小学校で、直接沈陽鑄造廠の生産活動と関係はない。教育課は毎年教育計画を立案し、人事課と連絡をとりながら教育を実施している。

技術員の教育内容は、一般管理の外に近代化管理およびコンピュータ教育等含まれており廠外における研修にも参加している。

工員に対する教育訓練内容は、作業教育、安全教育の外に技術教育としての品質管理等が含まれている。又、職班長クラスの教育も実施されている。

表V-26および表V-27は教育訓練内容、実施年度および受講者数による教育訓練の実施状況を示す。

表V-26 技術員に対する教育訓練の実施状況

教育訓練項目	実施年度	受講者数
近代化管理	1984~1985年	7期；235人
近代化管理	1986年	3期；105人
コンピュータ教育	1986年	1期；39人
社外技術研修	1986年	253

表V-27 工員に対する教育訓練の実施状況

教育訓練	実施年度	受講者数
品質管理	1984年	739
品質管理	1985年	777
品質管理	1986年	630
初級品質管理	1986年	453
中級品質管理	1986年	300
班組長教育	1986年	38

8-1-2 TQC活動

沈陽鑄造廠におけるTQC活動のはじまりは1980年である。その後導入準備期間を経て1982年より組織化して本格的活動が行われ、現在に至っている。TQC活動の組織についてはV章、4-1-1に述べた。現在までの登録小集団数を表V-28に示す。

廠内のTQC発表会は年2回開催され、優秀小集団は廠長より表彰される。

TQC教育については毎年計画的に実施されている。現在は9期目で、合計296名が専門的なTQC研修を受けている。

表V-28 TQC登録小集団数

年 度	1984	1985	1986
登録小集団数	81	101	78

8-2 問題点

8-2-1 教育訓練

沈陽鑄造廠における教育訓練制度は廠内に職工大学、技術学校を有し、従業員のレベルに応じて技能、技術のレベル向上のための教育は計画的に実施されている。

現在日本の工業界における、企業内教育、訓練はOJT(On the Job Training)が主体であるが沈陽鑄造廠のそれは教科書的教育思考が強い。品質の向上は各作業者の品質に対する意識にかかっており、管理者の役割としても部下に対する現場での教育

が重要と考える。そのための前提条件として、管理者は仕事に対する充分なる知識、指導能力、部下を統率する能力等を備えなければならない。これらの条件を満たすことのできる管理者、職班長を育成することも教育訓練のねらいである。

沈陽鑄造廠の教育訓練は技術員および工員に対する技能、技術の向上には適しているが管理者、職班長などの現場の監督者に対しての教育が不足している。職場の改善の仕方、問題点の発見、解決方法および創意工夫の育成等、実践的な管理、運用に関する教育内容が盛り込まれるべきと考える。これらの教育は現場のリーダーの養成であり、作業グループの目標を定め向上を図るのに有効な手段となる。

8-2-2 TQC活動

沈陽鑄造廠におけるTQC活動は組織的にも確立され、この活動も年々充実してきている。しかしながらその内容やその他運用面にもまだまだ改善すべき点がみられる。

効果的なTQC活動とするためには経営者を始め管理者、作業員など企業の全員参加と協力が必要で、全員がQCの考え方を正しく理解し、必要な手法を身につけて、自分の業務に活用しなければならない。現状の小集団活動をさらに活発化させ、その登録数を増すための教育指導を計画的に行なうことである。一般の職員および作業員が参加できる改善提案制度を導入することも一つの方法である。この改善提案制度は作業員自身が不良品を作らないための改善、工程管理をより効率的に行うための改善、品質チェック、検査方法の改善等、日常の業務の中から出されるほんの小さな改善も取上げ、提案内容を事務局が評価し、年間を通じてグループごとに集計し表彰を行うものである。この制度の本質は働く人達に、常に自主的に考えさせ、その結果、自らの能力が向上するという人間尊重を基本にした能力開発制度なのである。

TQC活動のためのシート（帳票）の例を図V-26と図V-27に示す。

図V-26


⑧ シート

昭和 年 月 日作成 ()

使用手法 (○で囲む)	TQC			TQC運動実施計画, 月報, 表彰申請書			目標設定時	M	SM	F																																																																																																																			
1.バレット図							目標達成時	M	SM	F																																																																																																																			
2.特性要因図	所属																																																																																																																												
3.チェックシート	工場			部			課			職区																																																																																																																			
4.散布図	グループNo	人員	グループリーダー氏名	作業内容(具体的に)																																																																																																																									
5.層別																																																																																																																													
6.ヒストグラム	(1目標, 1枚)			グループ目標 No ()			評価尺度	過去の実績	目標値																																																																																																																				
7.管理図																																																																																																																													
8.①KJ法	活動推進表						グループ員氏名(各自楷書で記入)																																																																																																																						
9. I E	実績の推移	<table border="1"> <tr> <th>月</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> <tr> <td>予定期間</td> <td colspan="6">←-----→</td> <td colspan="4">実施期間 ←-----→</td> </tr> <tr> <th>ステップNo</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th> </tr> <tr> <td>1. 目標設定</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2. 現状分析</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>3. 原因分析</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4. 対策</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>5. 実施</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>6. 達成効果把握</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>7. 歯止め</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>										月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	予定期間	←-----→						実施期間 ←-----→				ステップNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1. 目標設定											2. 現状分析											3. 原因分析											4. 対策											5. 実施											6. 達成効果把握											7. 歯止め														
月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																		
予定期間		←-----→						実施期間 ←-----→																																																																																																																					
ステップNo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																		
1. 目標設定																																																																																																																													
2. 現状分析																																																																																																																													
3. 原因分析																																																																																																																													
4. 対策																																																																																																																													
5. 実施																																																																																																																													
6. 達成効果把握																																																																																																																													
7. 歯止め																																																																																																																													
10.	目標達成に対しての上司意見						達成評価点																																																																																																																						
							要素		得点																																																																																																																				
							目標の選び方																																																																																																																						
							活動の状況																																																																																																																						
							効果の度合																																																																																																																						
							歯止め																																																																																																																						
							合計得点																																																																																																																						
							等級		賞																																																																																																																				

図V-27

①シート

 目標達成評価要素と得点表				GW、DW		事務局		
				各賞得点	グループ	F	SM	M
得点	40～54	55～75	76～100					
等級	努力賞	優良賞	優秀賞				部最終決定等級	賞
評価項目	評価要素							
目標の選び方 30点	職場の方針との関連およびグループの問題点を明確にしているか。 現状をよくつかみ全員が十分理解して選定しているか。 取りあげた目標の難易度は高かったか。							
活動の状況 40点	グループ員全員が役割りを分担し着実に実行したか。 目標に関連した提案活動が活発であったか。 達成に必要な手法を十分に活用しているか。 前後工程のグループとよく話しあい協力しあつたか。							
効果の度合 20点	仕事の知識と技術技能水準が高くなったと自己評価できるか。 リーダーストップおよびグループのチームワークなどが前より良くなったか。 能率および品質向上と安全上満足であったか。							
歯止め 10点	達成の項目中歯止めの必要なものは標準化、基準化しているか。							
備考	達成項目の中で別の問題点の発生予測を検討し再発防止に 取組む気構があるかどうか審査の参考とすること。 達成の場合課審査後、等級決定し、部での調整審査で 問題が生じた場合、十分に討議し、グループの理解と認識の上 部で最終調整し等級を決定すること。 有形の効果と共にグループの成長などの無形の効果も 合わせて十分に評価すること。 挑戦期間は別に定めず目標値達成後2ヶ月間維持されて いるか確認し、表彰の申請すること。 (但し仕事によっては達成後すぐ表彰の申請をしてもよい) 表彰申請に添付するもの。 1. 目標達成一覧表 (A)シート 2. 表彰申請書(実施計画書、月報兼用紙) (B)シート 3. 目標挑戦推進表。 (C)シート 4. 目標達成評価要素および併点表。 (D)シート 5. 活用された各種手法。							

VI 工場近代化計画

VI 工場近代化計画

工場の近代化は、II. 工場近代化計画策定方針にもとづいて、工場近代化計画の目標を達成する施策を述べる。これらの施策は、IV. 鑄造工程の現状と問題点およびV. 生産管理の現状と問題点で述べた現状の問題点を解決するために既存方法、既存技術や設備をどのように改善するかについて検討したものである。ここでは近代化の目標毎に方策を述べ、近代化を達成した状況として沈陽鑄造廠全体の観点から近代化計画をまとめる。

特に生産工程の近代化は、第一に鑄造第一分廠の近代化を調査し個別生産システムの観点から施策をまとめた。これを鑄造第一分廠の近代化として述べる。鑄造第二分廠の近代化を第二として、中小物量産システムの観点から施策をまとめた。これを鑄造第二分廠の近代化として述べる。

1. 生産管理の近代化

1-1 調達管理

調達管理は生産計画にもとづき、必要とする生産用原材料および副資材を必要時期に、必要数量を購入することである。購入に当っては品質、納期、価格等が事前に充分検討されなければならない。

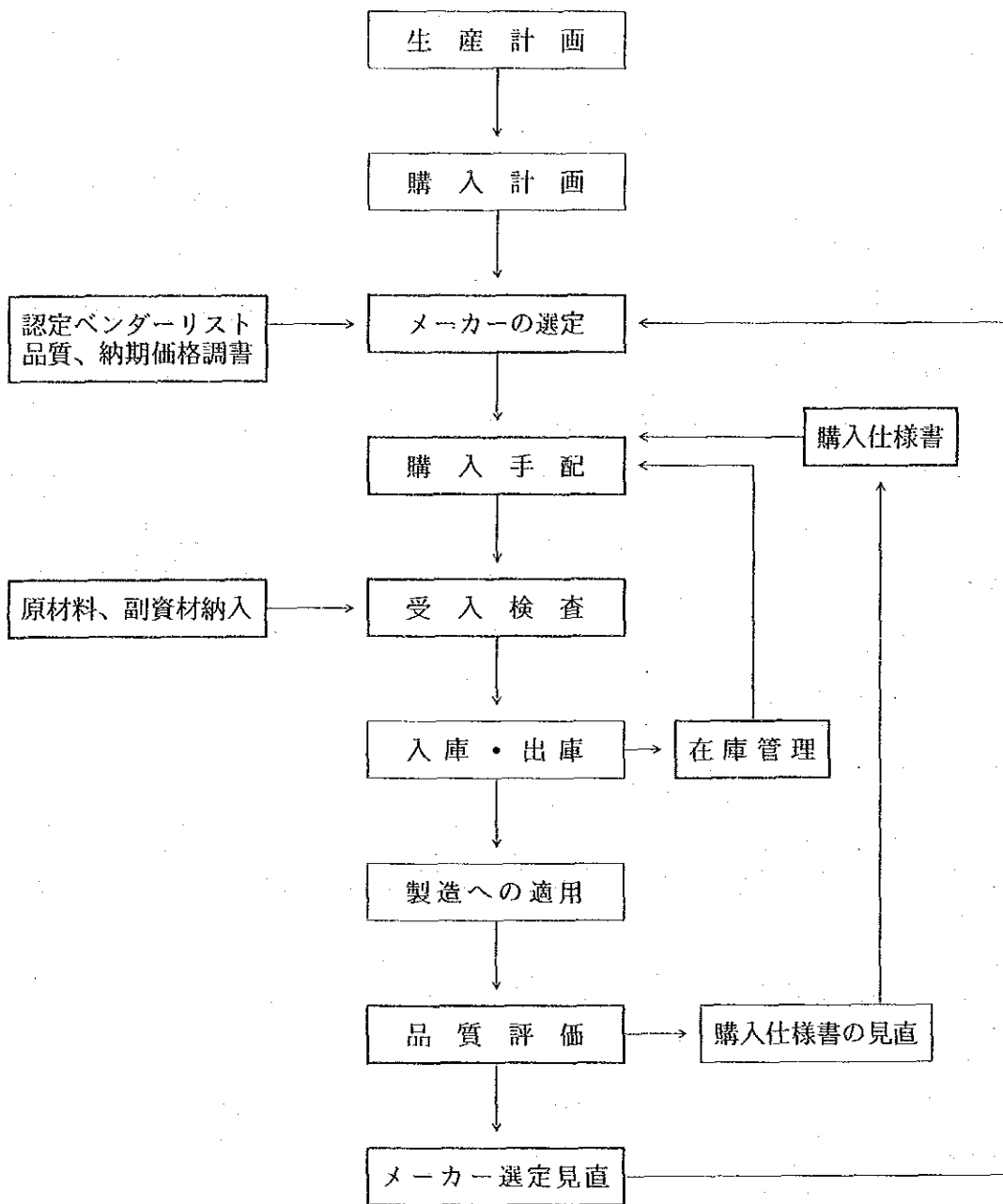
これらの購入材料の品質は、製造工程中の品質および出荷の製品品質に重大な影響を与えるので購入仕様書にて明確にされてなければならない。

又、購入材料の発注時期、発注量についても現在の在庫情報を正確に把握した上で決定されなければならない。

今後工場近代化に当っては、購入材料の品質確保と在庫量の削減を目標とした調達管理を実施することである。

図VI-1は原材料、副資材の調達管理系統図を示したものである。

購入材料の品質を確保するには認定ベンダー制度（納入業者認定制度）と、購入仕様書による要求品質の明確化が必要である。



図VI-1 原材料、副資材の調達管理系統図

1) 認定ベンダーリスト（認定済納入業者名台帳）

安定した品質の生産用原材料および副資材を連続的に購入するために、認定ベンダーリスト（Vender List）の中から購入先を選定する方法がある。認定ベンダーリストは事前に発注側の品質保証部門が納入元に行って、納入品に関する品質管理を調査する（品質監査する）。そして、品質管理の度合が要求水準に適合していれば、これを認定ベンダーリストに登録するものである。

調達課はこの認定ベンダーリストの中から購入先メーカーを選択し発注する。

認定ベンダーリストは年1回もしくは長くとも2年に1回再審査され認定ベンダーリストに登録される。

2) 購入仕様書

原材料および副資材の購入品質を規定するものは購入仕様書であり、その内容は品質要求事項が明確にされていなければならない。

購入仕様書は技術担当部門で作成されるが購入仕様書は不変的なものでなく、製造工程中および製品の品質状況により技術検討が加えられ改訂されなければならない。

但し、改訂される場合は改訂時期、改訂理由など来歴管理されなければならない。

1-2 日程管理（進度管理）

日程管理の目的は納期の確保と仕掛品の減少（生産進度の向上）である。

日程管理業務は生産計画に従って日々の作業を実施させることで、各作業工程の実施状況を絶えず監視しながら計画との比較を行い、計画に合致するように調整することである。

又、日程管理を円滑に実施する方法としては製品別、工程別の日程を適確な方法で記録表示し、つぎに計画日程と比較して遅延を早期に発見することである。その結果、遅延と認められたものはその原因を追求し、遅延対策を行なって迅速な回復をはかることである。

通常工程内で遅延が起こる原因には以下の項目が考えられる。

- 計画の不正確；能力の把握が不正確で計画と現状との差が生じたとき。
- 計画（納期）の変更や設計変更；客先からの要求によって変更があったとき。
- 追加工事；計画外の追加工事
- 不良品処理；品質不良による手直し、あるいは廃却による代品製作。
- 事故の発生；作業者の欠勤、機械の故障、停電、等の事故で予め見込んだ余裕だ

けでは処理できないとき。

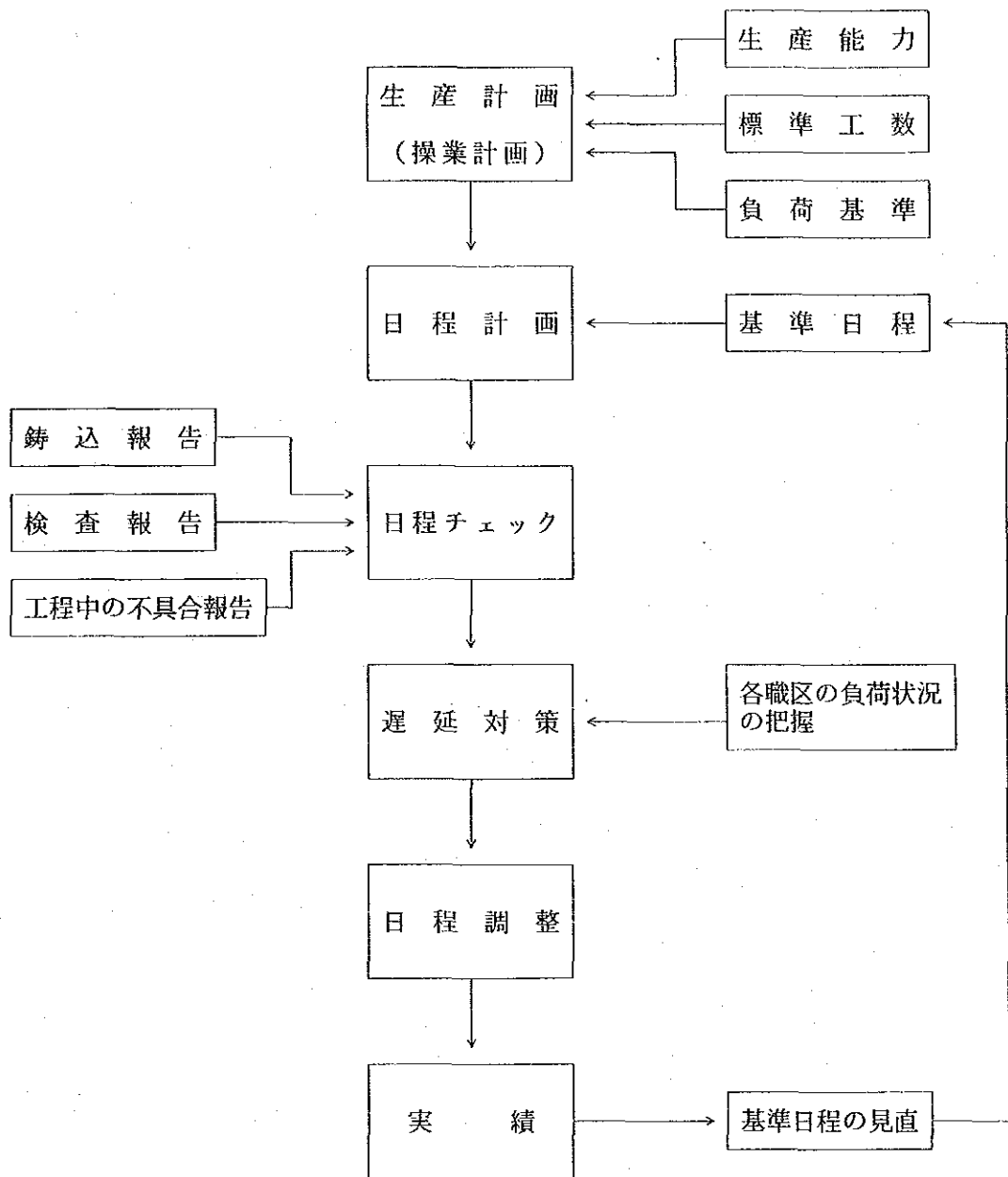
- 前工程の遅れ

等がある。

日程管理で特に問題となるのは不良品の処理である。製造工程中における不良品、検査不合格品がこれらの対象となる。品質管理上では不具合品処理規程により、原因、対策が検討されるが、日程管理上においても日程の早期回復のための種々の対策がとられなければならない。各工程での手持工事量と現有能力と手持工事の進捗程度等を入念にチェックし、客先納期を守るための最善の方策が検討されなければならない。

個別生産の場合は量産品に比べて日程計画が粗く、計画との差が生じやすい。従って計画段階において、それぞれの職区の作業能力と手持工事量を充分把握した上で計画することであり、作業実績は次回の工事の日程計画にいかすことが重要である。

図VI-2は日程管理系統図を示す。



図VI-2 日程管理系統図

1-3 品質管理

近年は製品の高度化、複雑化にともない製造者は欠陥品を客先に出荷しないようにすることおよび客先での問題防止、安全と人命尊重に最も重点をおいた品質保証をしなければならない時代となってきた。(製造責任、Product Liability, PLと略す。)又、製造工程内での品質不良は再製作および手直しなどの費用が発生すると共に工程を乱し、高い生産性は得られず結果的に製造価格は高くなり価格競争力をも低下させることになる。このような状況下において品質管理および品質保証の考え方は検査だけでは十分な品質保証はできなく、各々の工程で品質を作りこみ後工程に保証していく品質保証体制が必要となってきた。

沈陽鑄造廠の工場近代化の目標は品質を向上させて、生産性を高めることおよび品質保証された信頼性の高い鑄造品を製造することにより中国国内の需要に応じると共に諸外国への輸出版売を拡大するものである。

沈陽鑄造廠では82年度に本格的に全社的品質管理(TQC)を導入し、品質管理組織の強化と小集団活動による品質改善を実施してきた。その成果としての品質向上は年々認められる。しかしながら今後工場近代化に当ってはまだまだ不十分で改善すべき点が多々あり、既にV章5節の品質管理において以下の問題点について述べた。

- 品質管理活動の不十分
- 品質保証体制の整備不十分
- 基準(品質基準、技術標準、作業基準)の整備不十分

工場近代化に当ってはこれらの問題点を総合的に改善することであり、基準の見直しと今まで以上の品質管理の徹底、客先指向の品質保証体制を整備することが急務であると言える。図VI-3は鑄造工場における製造工程の品質管理体系図を示したものである。

以下に今後の品質保証体制を確立するためのいくつかの改善策を述べる。

1-3-1 品質保証表およびQC工程表の活用

客先から受けた図面および仕様書により要求品質を確認し、製造品質を明確にすると共に製造工程中における品質の作り込みを行うために品質保証表およびQC工程表を作成する。品質管理がうまく管理されない段階においては、客先の要求する品質と製造品質のくい違いにより製品が出来上がってから問題が発生することが多くみられる。又、過去の製造実績が生かされず、過去のトラブルが何度も繰返えされることも多くある。これらの問題を防止するために品質保証表およびQC工程表を有効に活用することであ

る。品質保証表およびQC工程表の機能系統を図VI-4に示す。

1) 品質保証表

品質保証表は客先の要求品質と製造の品質を一致させるためのものであって、客先から受けた仕様書項目を満足させるのみでなく、その部品の機能を重視して製造上の問題および過去の不具合等との関連を明らかにし、製造品質を製造前に設定するものである。これらを品質設計という。この品質設計にもとづき各工程での品質管理、品質保証を展開するものである。

品質保証表の例を図VI-5に示す。

2) QC工程表

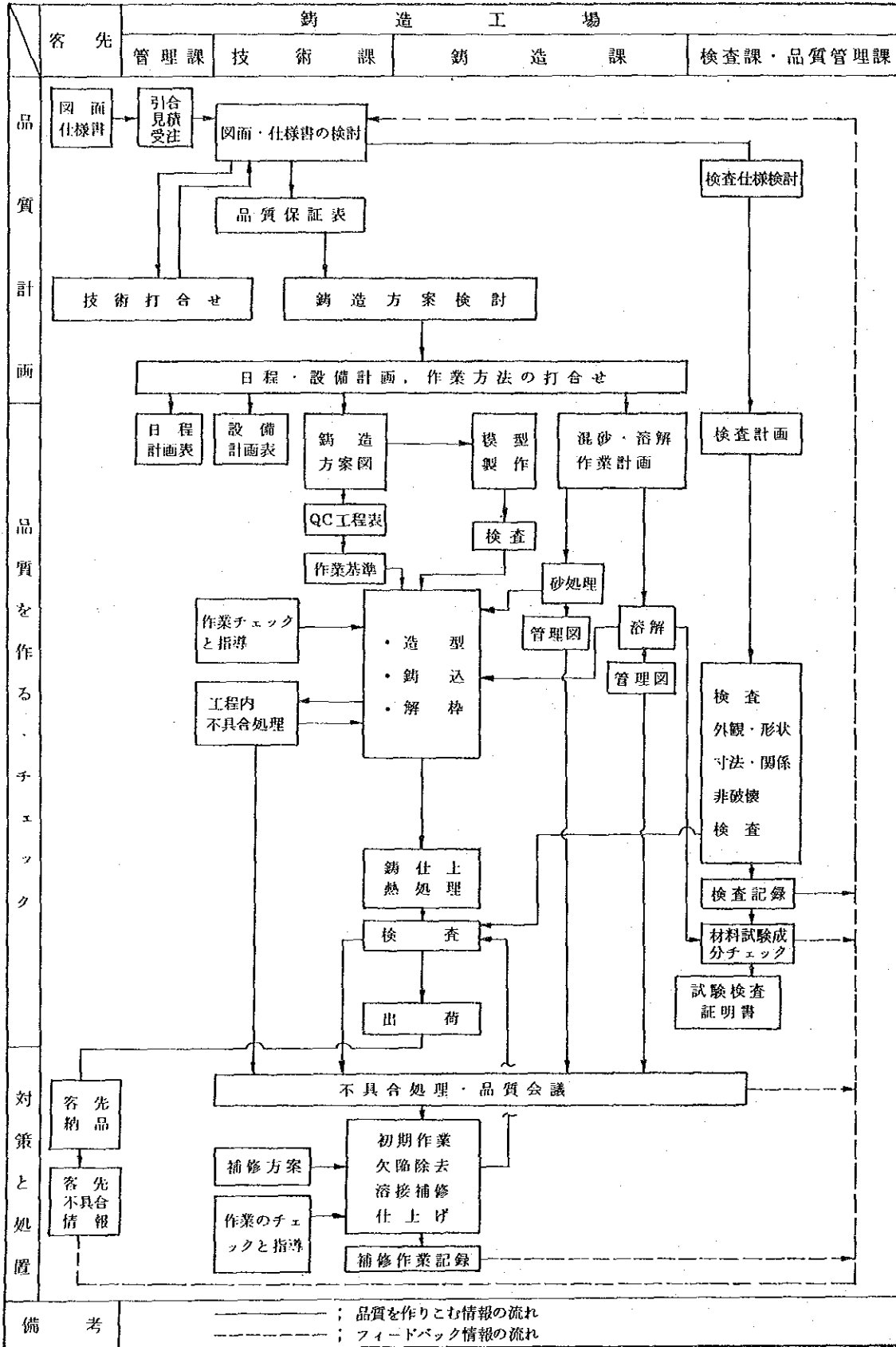
QC工程表は品質保証表をもとに各工程での品質管理および品質保証の項目を確実に実行するために作成される。これは原則的にいつ、どこで、誰が何をどのようにするかを明示した表でなければならない。

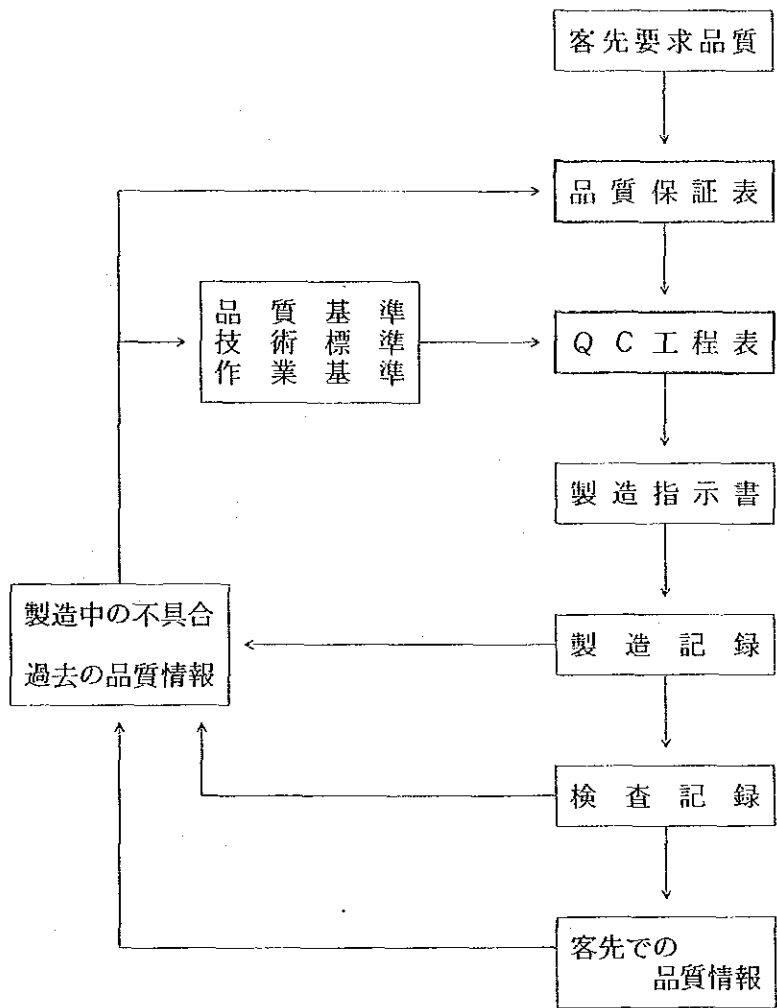
QC工程表には、工程名称、使用設備機器、品質特性（管理項目）、規格値又は管理限界、測定器及び方法、測定頻度、記録、確認者、異常時の処置、関係標準類等を製造工程順に記入される。

QC工程表の例を図VI-6に示す。

沈陽鑄造廠における品質保証表およびQC工程表は、今後品質の維持、改善活動を効果的に実施するため、全部品に適用するのではなく、品質的に特に問題のあるもの（不良多発部品、品質仕様の複雑なもの、初期流動品等）の重要管理部品に適用する。

図VI-3 製造工程の品質管理体系図



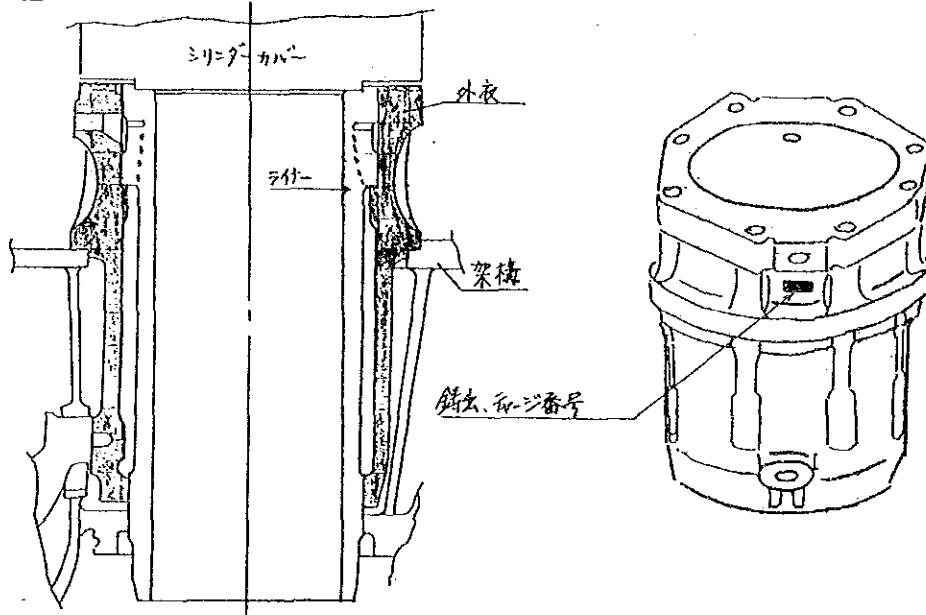


図VI-4 品質保証表およびQC工程表の機能系統図

品質保証表

形式	品名	材質	図番	QA表 No
PC2-5 B型 デセル主機械	シリナー外衣	FC25	0051-68	QA-C130A 1/1

略図



品質仕様

材質: FC25 水圧試験圧力: 10 kg/cm²

機械的性質	引張試験		抗折試験		硬度試験
	引張強さ	荷重	たわみ		ブリネル硬度HB
30° × 500 ^L	> 25 kg/cm ²	> 1000 kg	> 5.0 mm		< 241

検査要求品質

- 加工面のシリナー付とシリナーカバーとの冷却水出入口の接合面は無欠陥であること、尚溶接補修は一切認めない。
- 上記以外の加工面は、3μ以下の錆遺欠陥一面につき3ヶ所は認めない。
- 黒皮使用面の錆遺欠陥は、シリナー付のみに認めない。しかし、シリナー除去後の肉厚が計画肉厚の10%を超えてはならない。
- 鋳造後歪取処理を行ない、シヨット施行後黒皮使用面にアークプライマー塗布すること。
- 材料試験の船組および検査は行なわれないが、同一溶解毎に1組のテストを施行し、シヨットは何時でも提出できる状態にしておくこと。
- シリナー付の黒皮使用面の粗度Rzは1.5μ以下とする。(鏡面) 黒皮使用面の粗度は1.5μ以下とする。

承認	
検討	
作成	

改訂符号	A	B	C	D	E
年月日	5.52.6.15				
米歴	新規作成				

図VI-5 品質保証表

Q C 工 程 表 (A)

型 式	品 名	材 質	図 番	QC工程表 No
PC-2-5 B型 ディーゼル主機	シリンドラ外殻	FC25	0057-68	QC-C130A 1/3


```

    graph TD
      1[1. 木型作業] --> 2{2. 木型検査}
      2 -- NO --> 1
      2 -- YES --> 3[3. セメント砂混練]
      2 -- YES --> 4[4. CO2砂混練]
      3 --> 4
      4 --> 5[5. 乾燥作業]
      5 --> 8[8. 被せ作業]
      8 --> 15[15. 鑄込作業]
      15 --> 16[16. 解料砂落し作業]
      16 --> 17[17. ショットブラスト]
      17 --> 18[18. 製品仕上作業]
      18 --> 19{19. 自主検査(認検員)}
      19 -- NO --> 18
      19 -- YES --> 20[20. 垂取焼鈍]
      20 --> 21[21. ショットブラスト]
      21 --> 22{22. 自主検査(認検員)}
      22 -- NO --> 21
      22 -- YES --> 23[23. 防錆塗装]
      23 --> 24{24. 出荷前検査(検外)}
      24 -- NO --> 23
      24 -- YES --> 合格[合格  
自在]
      合格 --> 25[25. 製品発送]
      
      3 --> 6[6. 主型, 中子造型]
      6 --> 7[7. 石膏溶解]
      7 --> 9[9. 石膏溶解]
      9 --> 10[10. C.E. X-7-管理]
      10 -- YES --> 11[11. 前成合調整]
      11 --> 12[12. 別取T.P.採取]
      12 --> 13[13. ストピス加工]
      13 --> 14{14. 分析試験  
材料試験}
      14 -- NO --> 廃却[廃却]
      14 -- YES --> 15
  
```

承認	
検討	
作成	改訂符号
	年月日
	来歴

図VI-6 (1/3) QC工程表 (A)

QC工程表 (B)

型式		品名		材質	図番	QC工程表 No			
						QC-C130A		2/B	
工程 No	工程名称	管理方式			記録方式			備考	
		規定、規格、基準 手順、その他	管理項目	責任者	種類	担当	保管		
1	木型作業	図面、鋳造作業 仕様	木型修正 寸法、形状	模型 F	QC キ	F	—	木型作り	
2	木型検査	図面、寸法、 仕様	寸法 形状	?	キ	W	同上	寸法記録は図面に 記入	
3	セメント砂混練	基準書	計量器の 温度 砂試験 配合	調砂 AF	キ	W	統計 整理 手記		
4	主型、中道型	手順書	芯金調整 寸法、 形状	AF	—	—	—		
5	乾燥作業	基準書	温度 時間	煤材 AF	力	W	1年		
6	CO ₂ 砂混練	,	計量器の 温度 砂試験 配合	調砂 AF	キ	W	統計 整理 手記		
7	中心利道型	手順書	芯金調整 寸法、 形状	AF	—	—	—		
8	被せ作業	,	鋳型寸法 鋳型形状	被せ AF	キ	W	1年		
9	紅土の溶解	AP-0502	地金配合 溶解温度 溶解時間 溶解成分	溶解 F	ソ	W	5年		
10	C.E.ノ管理	AP-0502	C.Si値の 推定	?	力	W	1年		
			C.E.値検査 品の検査	?	キ	溶解 F	5年		
11	炉前成分調整	AP-0502	指し物添 加量	?	ソ	W	5年		
承認	12	別取T.P採取	基準書	炉前管理	?	—	—		
	13	テストピース加工	JIS Z 2201 SC5 JIS Z 2203 C5	寸法	検査 SL	ミ	検査 SL	永久	
	14	分析試験 材料試験	QA-C130A (JIS-G 5501 K25)	成分 機械的性質	?	ミ		各種試験中の 保持試験基準	
検討	責任者担当記号		記録種類						
	SM	課長	セ	成績表					
	P	職長	チ	チェックシート					
	AF	班長	カ	温度カーブ					
	GL	グループリーダー	QC	QC票、履歴票					
	W	作業員	ソ	作業記録					
	S	スタッフ	ミ	ミルシート					
SL	検査主務者	キ	一般記録						
作成	改訂符号	A		B		C		D	E
	年月日								
	来歴								

図VI-6 (2/3) QC工程表 (B)

C 工程表 (B)

型 式		品 名		材 質	図 番	Q C 工 程 表 №		
						QC-C130A	3/3	
工 程 №	工 程 名 称	管 理 方 式			記 録 方 式			備 考
		規定、規格、基準 手順、その他	管理項目	責任者	種 類	担 当	保 管	
15	鑄込作業	手帳書	鑄込温度、 時間、 状況	送型 F	予	F	1年	
16	解棒砂落作業	基準書	鑄込後時間	仕上 F	—	—	—	
17	ショットブラスト	*	ショット投射 時間	予	ソ	AF	3年	
18	製品仕上作業	QA表、 図面、 基準書	鑄肌粗度、 鑄造欠陥、 外貌	予	予	AF	統計 整理記	表面粗度 (50S以下)
19	自主検査(総検査)	同上	手法	予	予	AF	予	
20	歪取焼鈍	基準書	焼鈍温度、 時間	管理 F	カ	AF	5年	
21	ショットブラスト	予	ショット 投射時間	仕上 F	ソ	AF	3年	
22	自主検査(総検査)	QA表、 図面、 基準書	表面粗度、 鑄造欠陥、 塗料付着	予	予	AF	統計 整理記	
23	防錆塗装	基準書		予	—	—	—	
24	出荷前検査 (検査Gr員)	QA表、 図面、 仕様書、 工程表、 QA表、 仕様書、 図面	外貌、 手法、 材料試験 結果	SL	予	SL	統計 整理記	
25	製品発送	QA表、 仕様書、 図面	製品工程 履歴	管理 F	QC	W	5年	
承認								
検 討		責任者担当記号		記 録 種 類		註)		
	SM	課	長	セ	成 績 表			
	P	職	長	チ	チェックシート			
	AF	班	長	カ	温度カーブ			
	GL	グループ	リーダー	QC	QC票、履歴票			
	W	作 業 員		ソ	操業記録			
	S	ス タ ッ プ		ミ	ミルシート			
	SL	検 査 主 務 者		キ	一般記録			
作 成		改訂符号	A		B	C	D	E
		年 月 日						
		来 歴						

図VI-6 (3/3) QC工程表 (B)

1-3-2 基準（品質基準、技術標準、作業基準）の整備

品質管理および品質保証を実施する上で基準（品質基準、技術標準、作業基準）の整備は不可欠なものである。沈陽鑄造廠においても多くの基準類が発行されているが、実際の品質管理および品質保証活動で有効に活用されていない基準が多く見られる。作業基準は基準どおりの作業を行うことにより目標の品質を得るためのものであって、作業管理のポイントを明確にした作業基準でなければならない。品質基準、技術標準はQC工程表にもとづき、QC工程表の品質特性あるいは製造管理特性をそのまま規定項目および内容として基準化する。作業基準は作業手順、作業要領を明記したものでなければならない。

基準類の作成担当については、作業基準は製品を製造する各分廠が作成し、品質基準、技術標準は設計課あるいは工芸課が作成する。作成された基準類はすべて工芸課との協議を経るのが通例である。

特に作業基準の作成に当っては作業者によるQCグループを通じて品質と安全の確保を条件とした上で能率的な作業方法を盛りこむことが必要である。又、基準は一度作成したらそのままずっと続けるのではなく、現実に発生した不良品の再発防止のための適時の改正が必要である。品質基準、技術基準の改正については品質特性への影響を慎重に検討した上で行わなければならない。

作業基準の例を図VI-7に示す。

作業手順書 (個別・共通)

作業名・品名 PC2-5 シリンダ外衣	作業内容 造型作業	基準番号 WP-	1/2				
作業順序・略図		作業上のチェックポイント	記録シート №				
<p>1. 主型造型.</p> <p>逆型は横割り縦鑿込式。</p> <p>1) 専用金枠を水平に吊り、合ダボは合わせよ。</p> <p>下型 (被せ時の) には、湯口スリーブがダイアチキと一体で入る為、湯口部のヌスミを設ける。(下型は取外し用)。</p> <p>2) 如何なる砂プロセスであらうと、つき固めを充分に心掛けること。</p> <p>製苗最下部で、$1.08\% \text{ cm}^2$ の張り気がかかる。</p> <p>上型 (被せ時点) 側、中不バカを充填する空洞</p> <p>テンションボルトのガス抜き (6φパルチ管を2本)</p> <p>押湯向のガス通路 (押湯キヤ所持続)</p>							
作業手順書は製造部のA、Fとスタッフで協議の上立案作成し、基準促進グループで検討のち課長、部長の承認をえて事務局が発行する。原紙は事務局が保管する。		品管部	承認	検討	立案		
改訂符号	A	B	C	品管部			
年月日				製造部			
来歴							

図VI-7 (1/4) 作業基準の例

作業手順書 (個別・共通)

作業名・品名 PC2-5 シリダ"外衣	作業内容 造型作業	基準番号 WP-	2 / 2
作業順序・略図	作業上のチェックポイント	記録 チェックシート	
<p>2. 中子造型</p> <p>1) テンションボルト中子は、シリコン砂を使用する。 (珪砂で焼付が終生に経験がある)</p> <p>2) ダイヤ中子は湯口スリーブが取付けられている為、スリーブ直下の砂の充填は特に注意する。 レンガを置いておき、</p> <div data-bbox="446 806 1228 985" data-label="Diagram"> </div> <p>ダイヤ中子上面に木型からセンターを移す。</p> <p>3. 鋳型仕上げ</p> <p>1) 主型の振型は、金秤を水平に吊上げる様、特にクレーンの中心を確認する。 (合ダボのピンを曲げる危険性がある。)</p> <p>2) 主型の一部は、型の分割上面を付けてより部分がある為、図面指示(30R)の面取り施工の。 </p> <div data-bbox="367 1344 1085 1523" data-label="Diagram"> </div> <p>3) 塗型剤は主型中子と同じであり、オカスパー 550# スはモールドペイントを1回塗り。 水性、メタール系を向はず表面乾燥は十分に施工の。</p>			

図VI-7 (2/4) 作業基準の例

IV. 被せ作業における不具合防止

1. 銑型の確認

被せ作業に入る前に 主型、中子のコート部の面取り、インジケータ-取り付けボス、トップ孔裏座を図面及び銑造方案図と照合し、まちがいのないことを確認する。

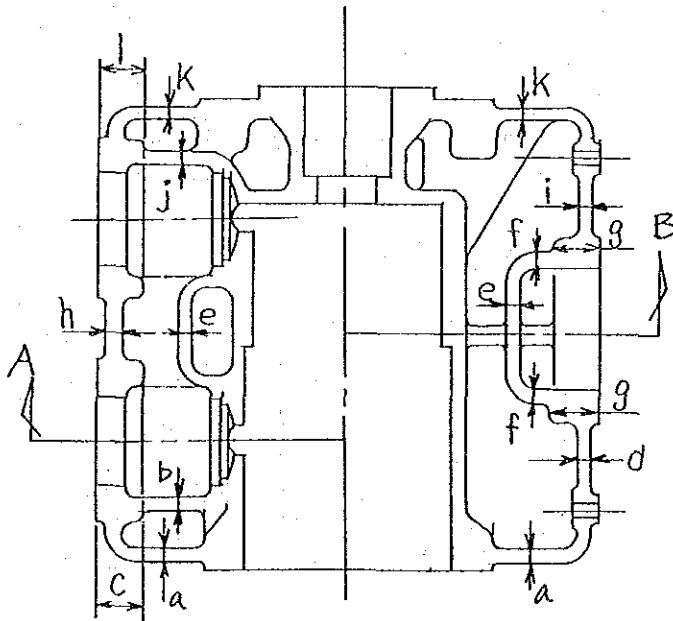
2. 被せ作業

2-1. ガス抜き

ガス穴防止として中子にガス抜き板を設置している。
中子のガス抜きを主型に連結させガス穴防止をする。

2-2. 肉厚確認

銑型を被せる過程で各部の肉厚を下記略図の計測位置に従い実測しチェックシートに記入する。
肉厚の不具合箇所は銑型を修正のこと。

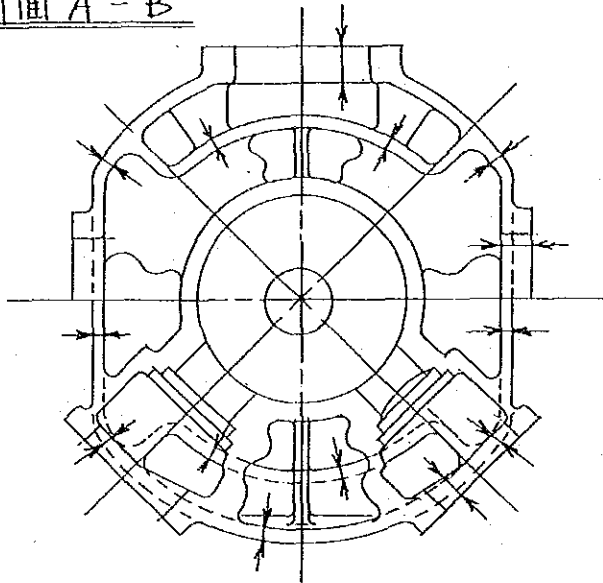


改正回数	0	1	2	3	4	5
年月日						
来歴						

図VI-7 (3/4) 作業基準の例

IV. 被せ作業に於ける不具合防止

断面 A-B



シリンダーボデー、ハット肉厚チェックシート

計測位置	突測付法	計測位置	突測付法	計測位置	突測付法
a	1	c ₁	1	e	1
	2		2		2
	3		3		3
	4		4		4
b	1	c ₂	1	f ₁	1
	2		2		2
	3		3		3
	4		4		4
	5		1		

改正回数	0	1	2	3	4	5
年月日						
来歴						

図VI-7 (4/4) 作業基準の例

1-3-3 統計的品質管理の導入

鑄造品の品質問題はその製造工程の複雑さから非常に多くの要因が絡みあって不良品となっていることである。これらの要因をできるだけ正確につかむためには、日常の各工程における品質管理項目を基準化し、それらのデータを管理図あるいは他の統計的手法を利用して管理することが有効である。

沈陽鑄造廠では各月毎の品質統計による品質状況は出荷前の検査による不合格品率、製品納入後客先での機械加工中の品質不良による廃却品率および鑄出廃却部品の欠陥分類別統計等で把握されている。これらのデータは品質管理のみならず経営上、生産管理上きわめて重要であるが、すでに製品として出来あがったものの品質の把握となっている。

工場近代化への品質管理は製造工程の品質情報を適確につかみ、異常時の処置および対策を早く行うことである。つまり、不良品が出てからの対策でなく工程中で不良品の発生を予防すること、品質をばらつかせる原因を徹底的に究明しこれらを工程中において管理することである。

この統計的品質管理は製造工程中の品質のばらつきを管理することにとどまらず、製品となつてからの不良現象と工程中の要因との相関関係、あるいは鑄造方案設計における諸条件との関係を明らかにして、品質改善に役立せることができるものである。

例えば機械造型ラインのごとく生産速度のはやいものは特に問題が起る前に未然に処置することが必要で、不良が大量に発生してからは対策を実施しても生産性の向上は望めない。従つて日常の各工程における統計的品質管理が重要である。

図VI-8に鑄物の品質管理系統図解を示す。

又、表VI-1、表VI-2に溶解工程および混練砂工程での品質管理項目と管理方法の代表例を示す。

作業現場での統計的品質管理の手法としては次のものが一般的に用いられ効果的である。

1) 特性要因図

特性要因図は不良品を減少させるためには、問題となっている特性（結果）と、それに関係すると思われる原材料、鑄造の条件などの要因（原因）との関係を整理して体系的にまとめたもので、問題点を把握するのによく利用される。図VI-9は鑄造不良の撲滅の特性要因図を示す。特性要因図の作成に当つてはできるだけ多くの人の意

見を集め、あらゆる要因をひろい出して特性に影響を及ぼす要因を整理することである。

2) パレート図

不良品や欠点などを、その現象や原因別に分類してデーターを取り大きさの順に並べて描いた図をパレート図という。パレート図は不良をなくすには欠かせない手法で、不良原因の項目ごとの大きさの順序とその全体としての割合をみることによりどれほどの項目を重点的に改善すればどれほどの効果があるか把握できる。不良品の件数の他、不良による損失金額で整理することも効果的である。

図VI-10にパレート図の一例を示す。

3) グラフ

データーを集めて記録表にまとめても、データーを解析する上ではその傾向や大小関係を把握することはむづかしい。これを図で表わすことにより一目でその状況を把握でき、且つ多くの情報を早くつかむことができる。パレート図、管理図等もこれら同様の役割をもつものである。

4) ヒストグラム

品質にばらつきを与える原因をつかむには、まず品質を表わす特性値の平均値および標準偏差を知ることが大切であり、現状の品質特性が過去のデーターの平均値、標準偏差とどの程度変動しているかを知ることができる。ヒストグラムの作成活用にあたってはデーターを作業方法、原料条件などにいくつかの層別してそれぞれ度数分布を描いてみる大切である。

5) チェックシート

統計的品質管理を実施する場合は最も大切なことはデーターを集取することである。このデーターはほとんどが製造現場から集められるものである。忙しい現場でデーターをとったり整理するためには、データーが簡単にとれてしかもそのデーターが整理しやすい形で集められることが必要である。このために簡単なチェックをするだけでデーターが集められるように設計したものがチェックシートである。チェックシートは各工場で種々の工夫されたものが作られている。

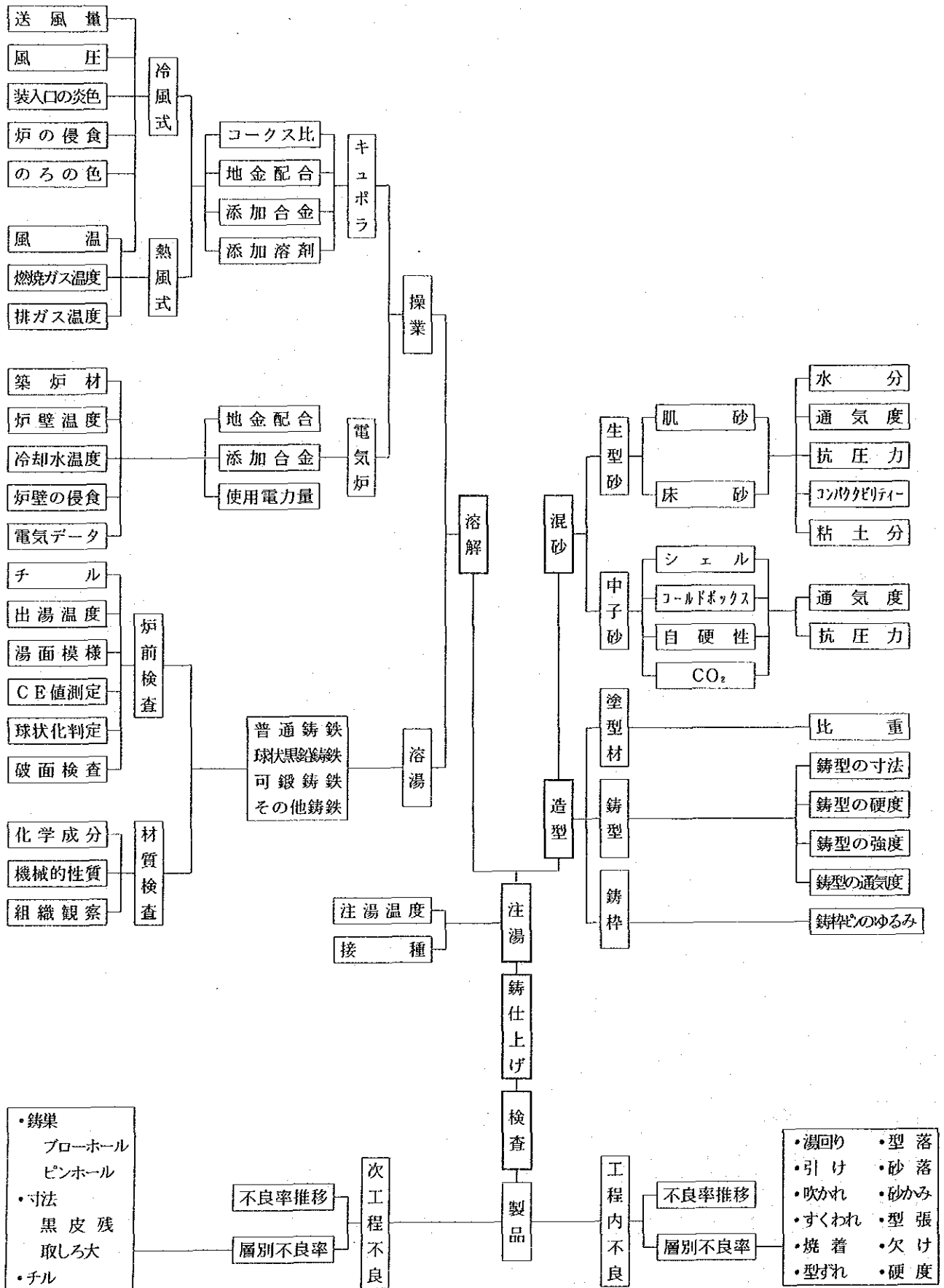
6) 管理図

品質管理は管理図に始まり管理図に終わるといわれているように現場の管理には欠かせないものである。管理図は工程が安定な管理状態にあるかどうかを調べたり、原

料別、作業方法別などに層別した管理図を描いてどこに問題があるか調べるのに使用される。

図VI-11に溶解管理における溶湯成分管理図、図VI-12に鋳物砂管理における鋳物砂管理図を示す。

管理限界値の設定は過去のある一定期間のデータをもとに計算により求める。日常の管理は、管理図上の点の動きをみて、点が管理限界外にある、点の並び方になんらかの傾向がみられる等の異常を見つけ直ちに原因の調査、作業標準通りの仕事が行なわれているかチェックして、処置および再発防止を計ることである。



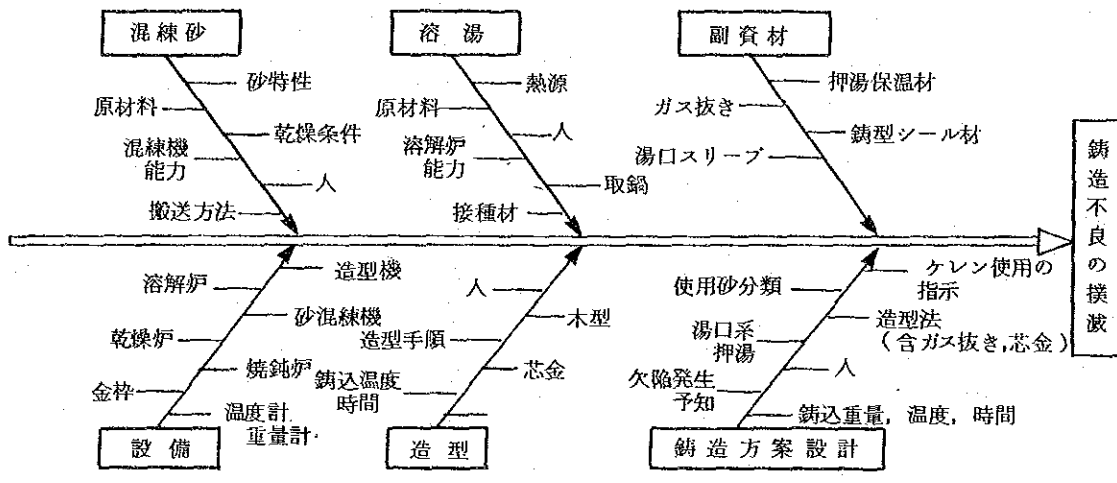
図VI-8 鑄物の品質管理系統図解 (鑄物便覧、日本鑄物協会)

対 象		管理特性	測定単位	試料の大きさ	管理方式
キュボラ	冷風 熱風	送風量 風圧 装入口の炎の色 溶滓の色 炉壁の侵食	m ³ /min mmAq 色別 " mm	連続 一定時間内の最大最小 — 一定時間ごと、出湯ごと と炉修ごと	自動記録 L-S管理図 — — —
	熱風炉	送風温度 燃烧ガス温度 排ガス温度	°C " "	連続 " "	自動記録 " "
電気炉		築炉材度 炉壁温度 冷却水温度 炉壁の侵食 電気データ	— °C " mm —	— 連続 " 全出湯ごと 適時	— 溶解記録に記載 " " "
溶解		チ出湯温度 湯面模 C E判 球状化 破面検査 化学成份 機械的性質 組織観察	mm °C 分類 % 分類 " % kgf/mm ² , HB 分類	出湯ごと " " " " " 適時 " "	グラフ x-R管理図 溶解記録に記載 x-R管理図 グラフ 溶解記録に記載 x-R管理図 x-R管理図 —

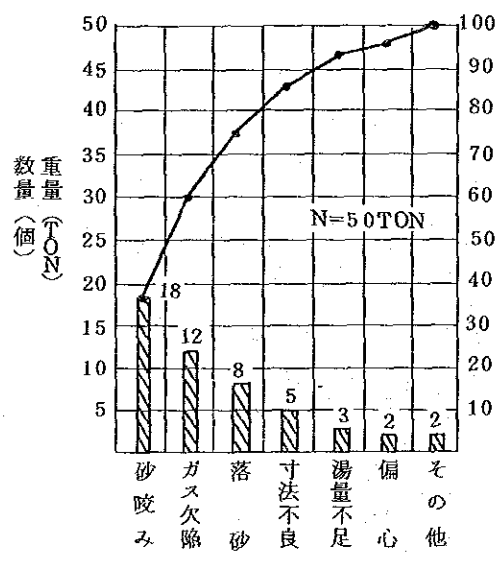
表VI-1 溶解品質管理（鋳物便覧、日本鋳物協会）

対 象		条 件	管理特性	測定単位	試料の大きさ	管理方式
生型砂	肌床 砂 砂	湿態	水通気度 抗圧力 コンクリート 粘土分	% AFS kgf/cm ² % %	混練ごとまたは1hごと	x-R管理図
乾燥型砂	肌床 砂 砂	湿態および乾燥	水通気度 抗圧力 せん断力	% AFS kgf/cm ² kgf/cm ²	混練ごと	x-R管理図
中子砂	シェル、コース ルドボックス 自硬性	乾燥態成	通気度 抗圧力	AFS kgf/cm ²	混練ごと	x-R管理図

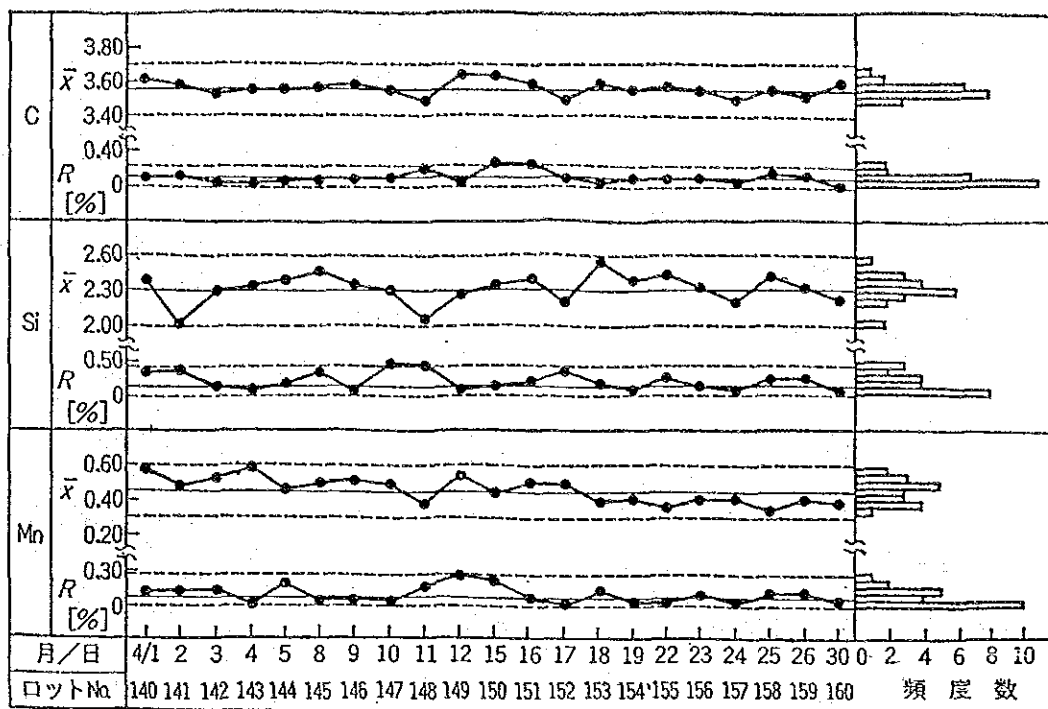
表VI-2 鋳物砂管理（鋳物便覧、日本鋳物協会）



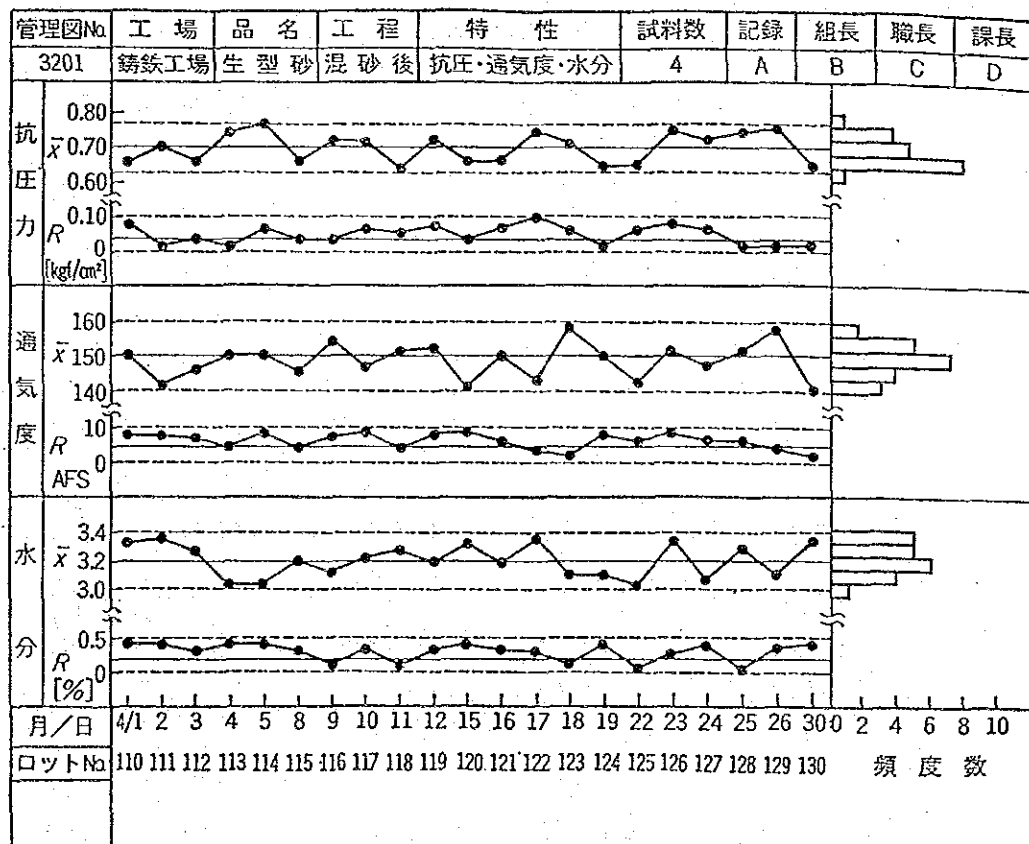
図VI-9 特性要因図



図VI-10 パレート図



図VI-11 溶湯成分管理図 (鋳物便覧、日本鋳物協会)



図VI-12 鋳物砂管理図 (鋳物便覧、日本鋳物協会)

1-3-4 フラン砂造型における品質管理

沈陽鑄造廠の工場近代化計画のフラン砂造型システムの導入は鑄造品の品質向上と生産性の効率の向上を目標としている。その導入に当っては、フラン砂造型の品質管理が充分に実施されなければ目標を達成することはできない。

フラン砂造型システムの導入上におけるプロセスおよび設備等における入念なる技術と原材料の品質検討が必要である。以下に鑄造品の品質に特に影響するフラン砂の品質管理について日本での実施例を示す。

(1) 原砂の品質

表VI-3はフラン砂としての原砂の品質基準、および表VI-4は日本工業規格、鑄型用けい砂を示す。

(2) 原砂の品質証明書

メーカーは原砂の品質証明書を現品と同時に納入する。原砂の品質証明書にはメーカー名、品名、化学成分、粒度分布、A F S No. (アメリカ鑄造協会の粒度指数) 等が記入されている。原砂の品質証明書の一例を図VI-13に示す。

原砂の受入検査は、この品質証明書は検査課にて各項目がチェックされ、工場内に搬入されるが、工場にて品質確認のための再度抜取検査を実施することもある。

(3) 再生砂の管理

1) 再生砂の管理項目と管理図

表VI-5は再生砂の管理項目と管理限界値を示す。図VI-14は再生砂の管理図の例を示す。

2) 再生砂混練の管理

a) フラン樹脂および硬化剤の配合

フラン樹脂および硬化剤の配合比率(フラン樹脂; 対砂重量%、硬化剤; 対樹脂重量)は新砂、再生砂共造型後24時間経過時の特性において抗圧力が35~45kg/cm²、表面安定度は90%以上になるように決定する。硬化剤は季節の変動要因(気温、砂温、湿度等)により硬化速度が変化するので、工場のそれぞれの実情に合った硬化剤の種類を選定する。同一季節中での気温、湿度、砂温の変化に対応するには硬化剤の添加量の増減により調整する。低温、高湿、低砂温では添加量を増加。高温、低湿、高砂温では添加量を減少する。これらはいずれも対フラン樹脂25~60%の範囲が有効である。

実際の砂混練作業での硬化剤の配合調整は連続ミキサーでは硬化剤の切出ポンプの目盛で、バッチ式のミキサーでは添加ポンプの稼動時間で行う。切出ポンプの能力は種々の外的要因（ホースのつまり、ノズルのつまり、硬化剤の粘性等）によって変化するので1回/週は検量が必要である。

表VI-6はバッチミキサーにおける硬化剤の添加ポンプの稼動時間と湿度、砂温との関係を気温毎に一覧にまとめたもので作業者は、その日の気温、湿度、砂温により添加ポンプの稼動時間を調整する。

b) 砂温管理

砂温が0℃以下のときはヒーター等で加温する。又、加温するときは30℃を目安とする。但しこの温度は混練直前のミキサーへの切出し時のものである。

c) 混練砂の管理

混練砂の管理には管理図を使用する。図VI-15は再生砂による混練砂の管理図を示す。

d) 混練砂の硬化異常処置

混練砂の硬化異常は造型後の品質に悪影響を与えるのですみやかに処置されなければならない。主なる混練砂の硬化異常処置について原因と対策を図VI-16に示す。

表VI-3 原砂の品質基準の例

No.	項目	規格値
1	粒度指数	A F S No. 32~40
2	粒度分布	ピークが30%以上 となりあうピークとの合計が95%以上
3	SiO ₂ %	J I S 表示 鋳物単重 1.0TON 以上 2~3種 " " 以下 4~5種
4	粘土分	J I S 表示 2%以下
5	粒形	丸形が良い (混練砂の流動性、充填性、通気性が向上する)
6	PH	7以下

表VI-4 鋳型用けい砂の化学成分 (J I S G5901-1974)


単位%

種類	化学成分	不純物の化学成分		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O 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

粒度分布表

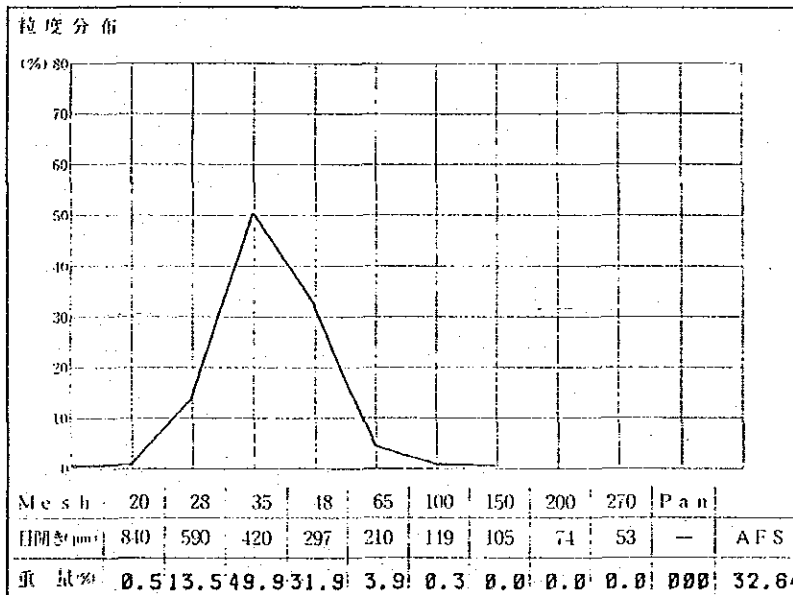
御中

昭和62年 2月16日

品名	FNS	捺			
産地		印		 	

化学分析	SiO ₂ %	90.05	I _g -Loss %	
	Al ₂ O ₃ %	5.28	精上分 %	
	Fe ₂ O ₃ %	1.00	pH	

備考	荷姿	

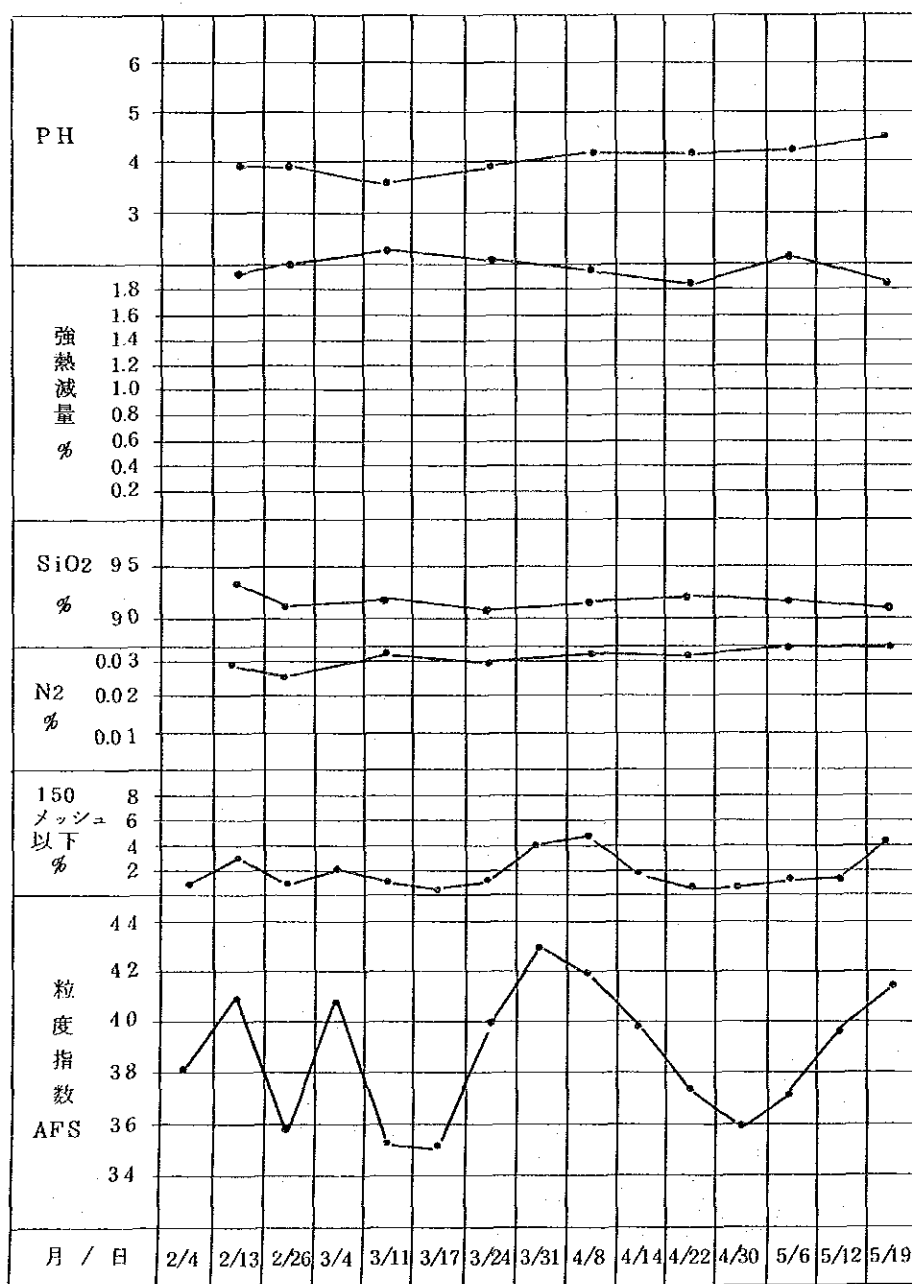


図VI-13 原砂の品質証明書

表VI-5 再生砂の管理基準の例

	項目	管理限界
1	粒度指数	AFS, NO. 45以下
2	150meshアンダー	2%以下
3	PH	2.5~4.5
4	強熱減量	3%以下
5	SiO ₂ %	鋳物単重 1.0TON 以上 90%以上 " " 以下 85%以上

図VI-14 再生砂の管理



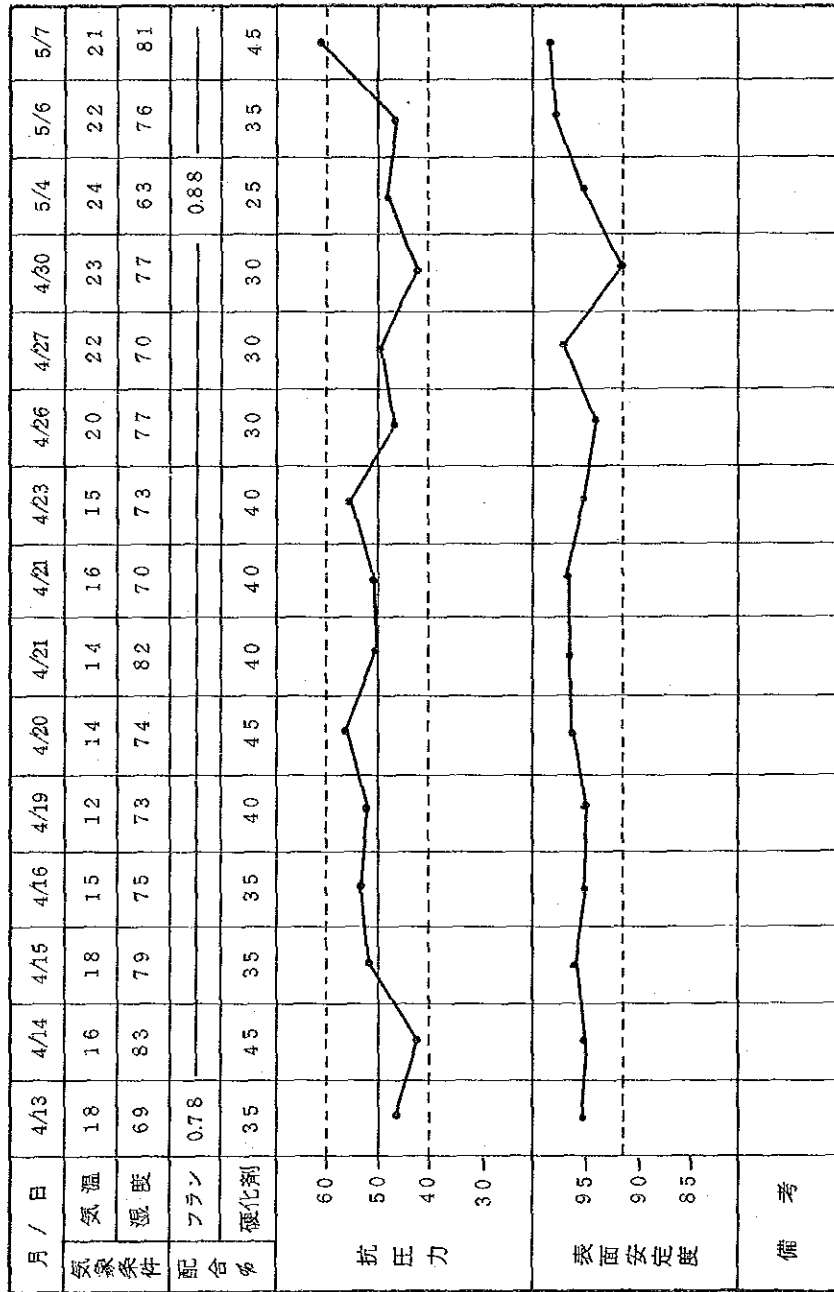
表VI-6 添加ポンプの稼動時間と湿温、砂温と関係

TK-3用

		ROOM TEMP. 5.0°C (室温)																			
SAND TEMP (砂温)		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HUMIDITY (湿度)																					
45		13.4	13.2	13.0	12.8	12.6	12.5	12.3	12.1	11.9	11.7	11.6	11.4	11.2	11.0	10.8	10.7	10.5	10.3	10.1	9.9
50		13.9	13.7	13.5	13.4	13.2	13.0	12.8	12.6	12.4	12.3	12.1	11.9	11.7	11.5	11.4	11.2	11.0	10.8	10.6	10.5
55		14.4	14.2	14.1	13.9	13.7	13.5	13.3	13.2	13.0	12.8	12.6	12.4	12.3	12.1	11.9	11.7	11.5	11.3	11.2	11.0
60		15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	14.1	13.9	13.7	13.5	13.3	13.1	13.0	12.8	12.6	12.4	12.2	12.1	11.9	11.7	11.5
65		15.5	15.3	15.1	14.9	14.8	14.6	14.4	14.2	14.0	13.9	13.7	13.5	13.3	13.1	13.0	12.8	12.6	12.4	12.2	12.0
70		16.0	15.8	15.7	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.7	13.5	13.3	13.1	12.9	12.8	12.6
75		16.5	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.5	15.3	15.1	14.9	14.7	14.6	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6	13.5	13.3	13.1
80		17.1	16.9	16.7	16.5	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.4	14.2	14.0	13.8	13.6
85		17.6	17.4	17.2	17.1	16.9	16.7	16.5	16.3	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5	14.3	14.2
90		18.1	18.0	17.8	17.6	17.4	17.2	17.0	16.9	16.7	16.5	16.3	16.1	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.1	14.9	14.7

数字は添加ポンプ稼動時間(秒)

		ROOM TEMP. 23.0°C (室温)																			
SAND TEMP (砂温)		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HUMIDITY (湿度)																					
45		7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6	4.5	4.3	4.1	3.9	3.7
50		7.7	7.5	7.3	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6	4.4	4.3
55		8.2	8.1	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1	5.9	5.7	5.5	5.3	5.2	5.0	4.8
60		8.8	8.6	8.4	8.2	8.0	7.9	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0	5.9	5.7	5.5	5.3
65		9.3	9.1	8.9	8.8	8.6	8.4	8.2	8.0	7.8	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0	5.9
70		9.8	9.6	9.5	9.3	9.1	8.9	8.7	8.6	8.4	8.2	8.0	7.8	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.6	6.4
75		10.4	10.2	10.0	9.8	9.6	9.4	9.3	9.1	8.9	8.7	8.5	8.4	8.2	8.0	7.8	7.6	7.5	7.3	7.1	6.9
80		10.9	10.7	10.5	10.3	10.2	10.0	9.8	9.6	9.4	9.3	9.1	8.9	8.7	8.5	8.3	8.2	8.0	7.8	7.6	7.4
85		11.4	11.2	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2	9.1	8.9	8.7	8.5	8.3	8.2	8.0
90		11.9	11.8	11.6	11.4	11.2	11.0	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2	9.0	8.9	8.7	8.5



図VI-15 混練砂の管理図

図VI-16 混練砂の硬化異常処置

ト ラ ブ ル	原 因	対 策
1. 硬化不良 (強度不足)	1-1 砂が微細化 1-2 砂のアルカリ化による 硬化剤消費量の増加 1-3 砂の含有水分増加 1-4 混練不良 1-5 バインダー量の不適正	1-1 回収砂の場合 (再生機チェック 補給用新砂をチェック) フラン配合を増す、新砂添加に よる粒度調整 新砂の場合 新砂品質チェック→メーカー の指導、フラン配合増加 1-2 硬化剤配合増 1-3 砂の交換 1-4 2に示す 1-5 計量チェックにより適正配合に 戻す
2. 混練不良	2-1 混練時間が短い 2-2 混練タイミング (硬化剤及フランの投入 時期)の不良 2-3 ミキサー羽根の清掃 不良及形状不良	2-1 混練時間のチェック及増加 2-2 混練機的设计仕様を参考にし、 投入時期の修正 2-3 ミキサーの清掃及びゲージによ る羽根のチェック及修正
3. 可使時間が短 くなる	3-1 気温、砂温の上昇 湿度の低下 3-2 混練時間長い 3-3 砂の酸性化 3-4 砂粒子が粗い	3-1 硬化剤添加量減少、混練時間を 短くする 3-2 短くする 3-3 3-1と同じ 3-4 "

2. 生産技術と設備の近代化

沈陽鑄造廠の各鑄造工程について、基本となる生産技術の考え方と近代化に最も有効な設備について述べると共に、現在沈陽鑄造廠においては採用されていないが、採用すると品質の向上、労働力の軽減、生産能率の向上ができるような生産用副資材や治工具類等についても述べる。

2-1 鑄造方案設計の近代化

鑄造方案設計は、溶湯管理、混練砂管理とともに鑄物の良否を左右する重大要素である。従って鑄造方案設計者は、鑄造欠陥に対する発生現象及び発生原因を正確に把握できなければならない。

そのために溶解及び砂の管理についても精通する知識を必要とする。つまり鑄造方案設計者は、鑄造方案設計理論はもとより造型、溶解等の鑄造工程全般に関する知識と作業の実情を認識していなければならない。

鑄造方案は、鑄造欠陥防止対策を迅速かつ誤りなく実行しなければならないからである。鑄造方案設計者の役割を図VI-17に示し、以下に説明する。

2-1-1 鑄造方案設計の必要機能と手順

- 1) 鑄造方案設計に基ずき、初品製作に対しては鑄型造型から始まり鑄型仕上げ、塗型、鑄型合わせ、鑄込み温度、鑄込み時間、ショット後の品質、整品仕上げ後の品質まで鑄物生産にかかわる全工程に立会し、要点を全て記録しておく。これらはいずれも鑄造工程の早期に不具合点を解消するために、また繰り返し生産の場で不具合が是正されている状態で円滑な生産を進めるために重要である。
- 2) 全工程立会で得た要点記録と鑄造方案及び鑄造品質を照合し、問題点があればその要因を考察した上で問題点の対策を明確にして以後の生産に生かす。
- 3) 鑄造方案に起因する問題点及び対策は、鑄造方案履歴台帳に原因及び対策の内容を具体的かつ正確に記録する。

鑄造方案履歴台帳の内容の充実は、個人の知識及び経験とともに量産部品、単品部品のいずれの場合にも類似不良を未然に防止するために重要である。

- 4) 鑄造品質の把握は鑄造工場内だけではなく機械加工後の品質も含めて正確に把握し、不良統計データに著わす。不良統計データのまとめは基本的には品質管理担当者の仕事であるが、不良低減に於けるデータの運用も鑄造方案設計者の重要な仕事である。

- 5) 鑄造方案設計は少量生産部品についても詳細設計するべきである。数が少ないことを理由に現場の経験に任せて鑄物を生産してはならない。

2-1-2 鑄造方案の近代化施策

(1) 鑄造方案設計者の役割認識

- 1) 鑄造方案設計理論を熟知するとともに溶解管理、砂管理についても精通する知識をもつ。
- 2) 鑄物生産にかかわる全工程について知識をもち、可能な限り現場作業を点検する。そこで不具合を発見したら直ちに改善指示を出し、不具合と改善内容を鑄造方案履歴台帳に具体的かつ正確に記録する。また現場から得た不具合情報に対して迅速に正しい対策案を提供する能力をもつ。
- 3) 新らしく鑄造方案設計を実施する前に、鑄造方案履歴台帳及び経験から得た知識を十分活用し、鑄造品質及び経済性に於ける損失を未然に防止する。
- 4) 不良統計データを活用する能力を有し、最も損失の大きい不良を短期間で是正するための能力と行動力をもつ。

(2) 鑄造方案の機能と表現内容

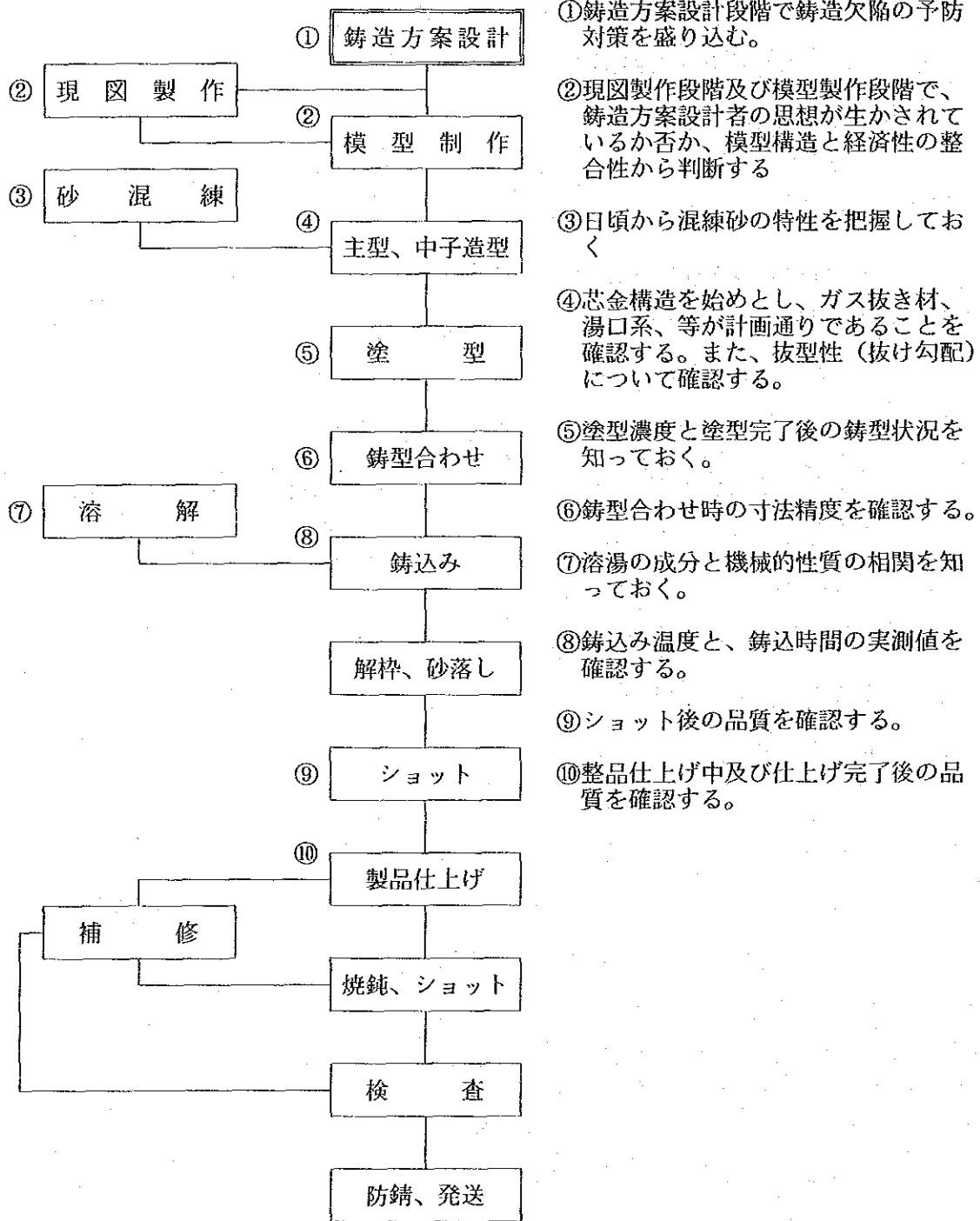
鑄造方案履歴

鑄造方案図の余白部分もしくは鑄造方案履歴台帳に鑄造上の不具合内容と対策実施内容を記録する。

この記録を観察すれば、過去の不具合発生状況と対策内容及びその効果を知ることができる。記録事項には次のようなものがある。

- a) 記録年月日
- b) 製造工事番号、鑄出し番号及び溶解番号
- c) 不具合発生状況及び不具合対策（模型、砂、溶湯、湯口系、押湯、ガス抜き、鑄込温度、鑄込時間等について詳細を記録する）

図VI-17 鑄造工程フローに於ける鑄造方案設計者の役割



2-2 模型製作の近代化

2-2-1 新材料の採用による近代化

1) 発泡ポリスチレン材、ウレタン材の採用

沈陽鑄造廠に於ける模型製作は木型、金型のそれぞれの分野に於いて 100% 廠内で製作されており、技術的にも非常に優れている。

木型製作については、材料は松（紅、白）だけであり、その他の種類の木材は使用していないが、将来的には少量鑄物生産模型材料として発泡ポリスチレン材とかウレタン材の導入が模型製作工数の低減に必要と考える。

これらの材料は、模型製作用に開発されたものではなく電化製品の梱包等の目的に作られたものであるが、鑄造業界がこれを模型材料に応用して来た。

日本での実情として、価格的には単位容積当たり、松、杉等と比較して、発泡ポリスチレン材が約 1/4、ウレタン材が約 1/2 となっている。

但し発泡ポリスチレン材は強度的に軟かすぎるため一部の消失模型造型法に利用され、最近ではこの用途に急速に使用拡大されている。（自動車用金型製作）

一方、ウレタン材は発泡ポリスチレン材より硬く作られているため、木材を骨材として組み合わせ使用されている。使用耐用回数は木材の補強のしかた及び形状によるが 3~10 回程度の使用が可能である。

日本では多種少量生産鑄物の分野で非常に多用されている。

写真 VI-1 にウレタン材使用の例を示す。

また木型による模型製作に於いて、特に模型の損耗が著しい部分（抜型時に壊れ易い部分等）及び寸法精度の厳しい部分には、アルミ金型を部分的に採用することも得策である。

写真 VI-2 に木材とアルミの併用型の例を示す。

2) 樹脂型の採用

木型、金型に替わる材料として合成樹脂模型がある。合成樹脂材料は、模型材料として鑄造技術の発展に大いに貢献している。その使用価値を認められます今後の利用拡大が期待される。価格的には木型、樹脂型、金型の比率は約 1 : 3 : 10 と通常考えられる。

a) 樹脂型の特色は

- ① 木型の場合に起る寸法の収縮、変形など狂いを生じることはない。

- ② 金型に比べて製作費が安い
- ③ 金型に比べて製作期間が短縮される。
- ④ 金型に比べ軽量で取扱いが容易である。
- ⑤ 樹脂に対する込め砂のしみつきが少ない。
- ⑥ 長期保存に耐える

b) 樹脂型の使用上考慮すべき点は

- ① 使用寿命は摩耗に対して金型より劣るが、取り替え時期を管理することによって十分その効果を発揮する。
- ② 金型のような機械加工によらないため寸法精度に限界があるので、鋳物の設計公差を考慮に入れて樹脂型を選定する。

c) 樹脂型の種類

① エポキシ樹脂

エポキシ樹脂の特性は

- ・硬化時における収縮が少ないので寸法精度の安定性が得られる。
- ・機械的強さに優れている。
- ・耐摩耗性が強い
- ・耐水、耐化学薬品性がよい。
- ・金属との接着がよい。

② ゲルコート樹脂

樹脂型表面層に要求される特性をもたせるように変成して使用される。

③ 積層用樹脂

積層用樹脂は補強材としてガラス、クロス積重ね、それに対する含浸用樹脂として高い機械的強さを要求する強固な積層殻を作るために使用される。

積層工程に使用する樹脂はガラス繊維への含浸性を考え適当な粘度に調整されていることが必要である。

④ 注型用樹脂

注型用樹脂は型への流し込み用として使用される。注型法で作られた樹脂型は、積層法で作られた樹脂型に比べて寸法精度、強さは劣るのでマッチプレートなどの製作には積層法と注型用との併用が実施されている。

注型法で問題になることは注型物の大きさと形状であり、特に大型注型物の場合

にエポキシ樹脂が重合する際、発熱をどのように抑制するかということである。発熱がすぎると熱収縮によって寸法の変化が大きくなるので、硬化温度は低く保つことが必要であり、発熱を制御する手段として適当な硬化剤または充填剤の選定が必要である。

樹脂型の適用は、木型製作費用の約3倍と費用面で高価となるため適用範囲を決めることが重要である。まず手詰め造型用の模型としては、毎月50～200個ぐらい生産し、数量的変動があっても毎月生産予定の組めるもの。

機械造型用の模型としては、5,000～10,000個程度の生産個数のものが望ましい。この場合、鋳物の製作個数3,000個ぐらいに1回の割合で模型検査が必要である。また鋳物の大きさ及び形状によるが、10,000個を過ぎると摩耗により寸法精度が公差外れとなることもあるため、模型検査に重点を置き使用可否の判断が重要である。

写真VI-3に樹脂型の例を示す。

2-2-2 木型用副資材の改善による近代化

(1) 接着剤

沈陽鋳造廠では木型製作の木材用接着剤として100%膠を使用しているが、日本の場合は化学合成剤が使用されている。

1) ビニル乳液接着剤

酢酸ビニルのエマルジョン（水に不溶の合成樹脂を油状微粒子の状態で水中に分散させたもの）で原液がそのまま使用でき、乾燥も比較的速い。

2) 尿素系接着剤

尿素とホルムアルデヒド（ホルマリン）を加熱反応させて作ったねばいシロップ状の水溶液で濃度は60～70%である。硬化剤として塩化アンモニウムの15～20%水溶液を10%加えると、10℃以上で硬化して耐水性のある接着ができる。冬期は硬化が長びくので硬化剤中に塩酸などの強い酸を入れると、硬化は速くなるが接着強さは低くなる。

3) エポキシ系接着剤

エポキシ系樹脂に、硬化剤としてポリアミドまたはアミンを所定量添加すると、ほとんど収縮のない強力な接着ができる。そのために金属どうし及び金属と木材の接着に用いられる。

4) その他

メラミン系、石炭酸系、レゾルシール系、ポリエステル系、ビニルホルマール系の接着剤が有る。

(2) 木型塗料

木型にとって塗装は大切なもので木型の外面に塗装することによって、外部からの防湿により型の変形、収縮をさけるとともに鋳物砂に対しての摩耗を防ぎ、また抜型性をよくする。さらに長期保存する木型には絶対に必要である。

1) 天然樹脂系、繊維素系

これは、セラックワニスで最も多く用いられる酒精ワニスで、塗膜は黄～橙色であり、わずかな水分と熱で白化する欠点があり塗膜強さも低いので、鋳物砂と直接接触する面または量産用の木型にはよくない。

ラッカーは硝化綿、樹脂、可塑剤を溶剤に溶かしたもので、10～30分で完全硬化して硬い塗膜を作る。一般にラッカーは粘度が高いのでシンナーなどでうすめて粘度を調節する。ラッカーはセラックワニスより若干ではあるが優れている。

2) 合成樹脂系

石炭酸とホルマリンを同量混合加熱し縮合させたもので、溶剤としてメチルアルコールを用いる。塗膜は光沢があり耐摩耗性、耐水性が大で砂の離型性は良好である。スプレー作業が困難のため主として刷毛塗りを数回重ねる。

3) エポキシ系

エポキシ樹脂に硬化剤としてポリアミド、アミンなどを加える。

溶剤は一般に用いない、塗膜は密着性がよく溶剤を含まないため100%硬化する。耐摩耗性、耐水性、耐薬品性が良好で砂の離型性も良好なため最近多く用いられている。

4) ウレタン系

ウレタン結合を有する合成樹脂で溶剤は一般に用いない塗膜がゴム状のため、砂に対する耐摩耗性が非常に高いので木型用として多く用いられている。

5) 模型補修剤

石膏と白ろうの混合物、石膏と酢酸ビニル系接着剤との混合物、コンパウンドなどを模型補修剤として使用している。最近特にポリエステル系、エポキシ系補修剤

が用いられるようになってきた。特にポリエステル系の補修剤は切削加工性が良好である。

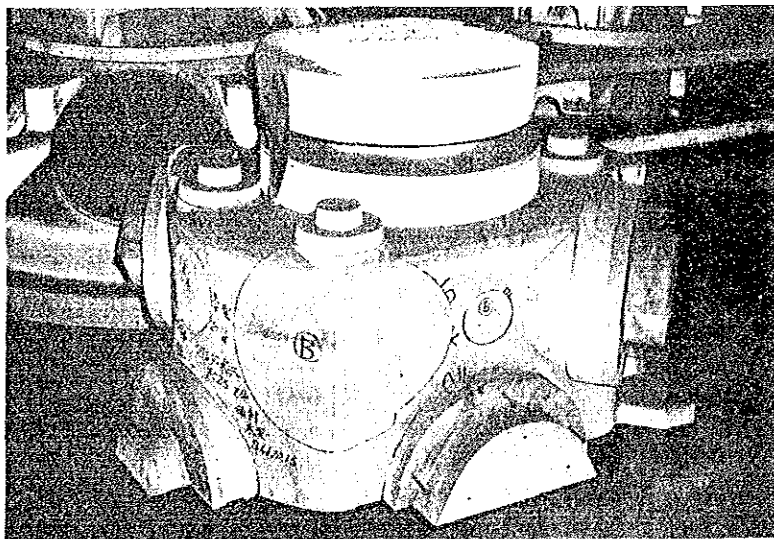
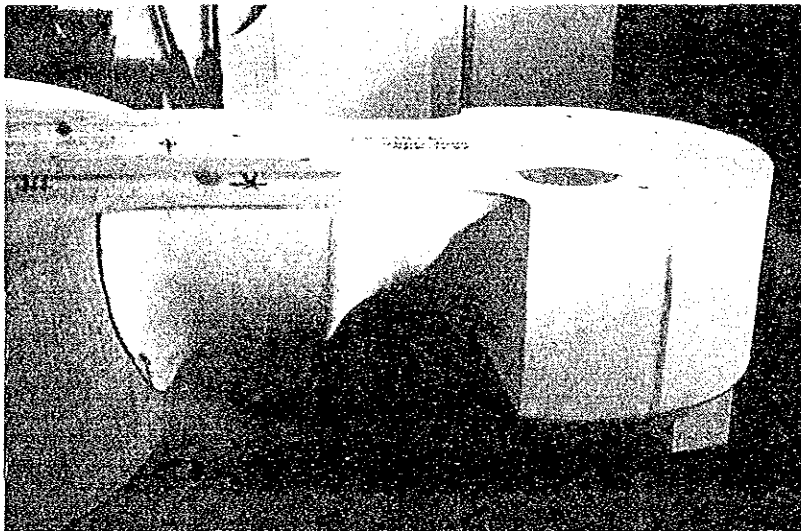
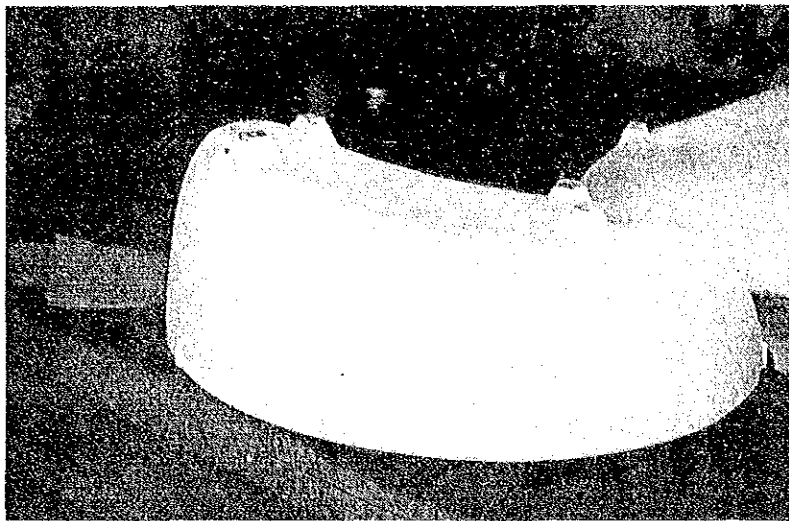
2-2-3 木型構造の簡素化

(1) 現状の木型は、乾燥型砂造型に対してはやむを得ないが木型構造が非常に頑丈でそれだけ木材の消費量が多く加工工数も多く必要とする。

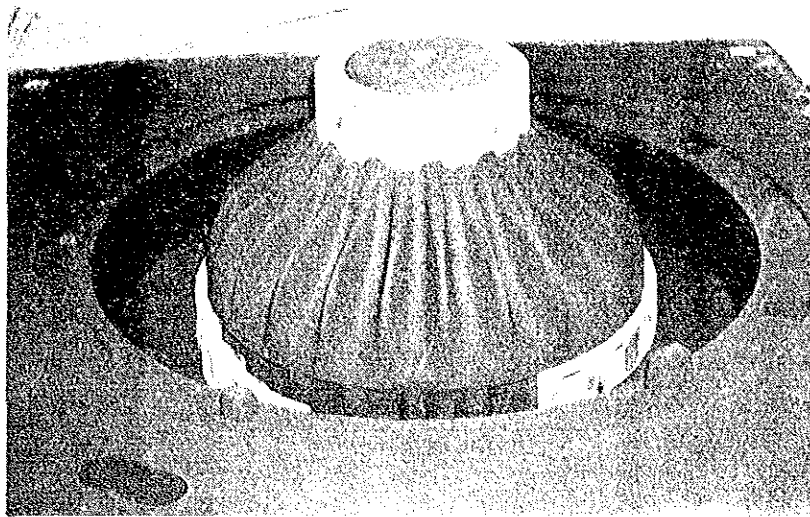
手込め造型がフラン化に移行すればフラン砂は流動性に優れているためエアージェンマーでつき固める必要がなく、従って木型構造も大幅に簡素化できる。更に超大型中子の木型補強に準備している鉄骨構造物の外囲いも不要となり、木型準備工数が大幅に短縮できる。

(2) 鋳出し文字を木材加工して1個1個製作して木型に取り付けているが、日本では十年以上前からプラスチック製の専用鋳出し文字が使用されている。

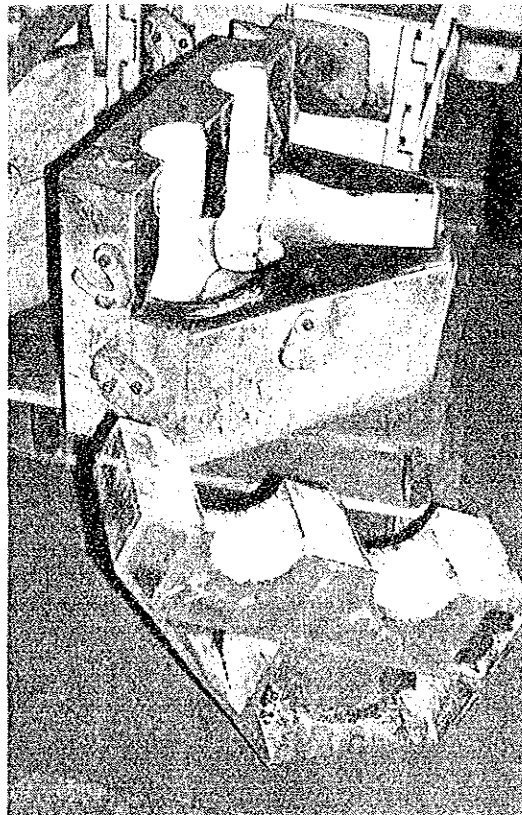
写真VI-4にプラスチック製鋳出し文字版とその使用例を示す。



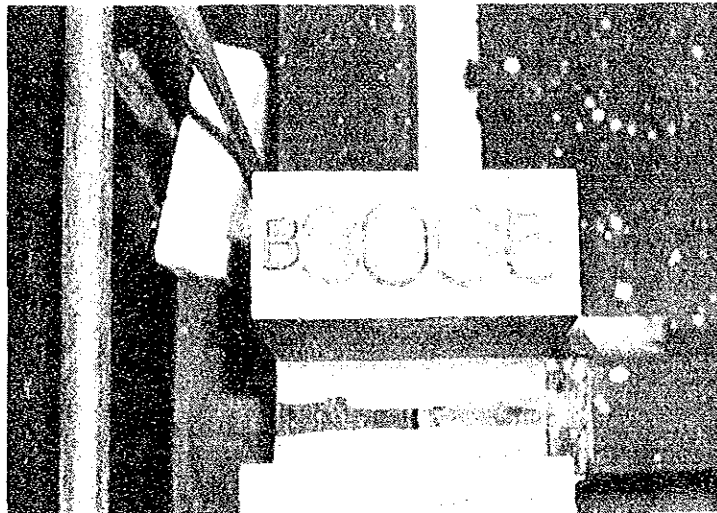
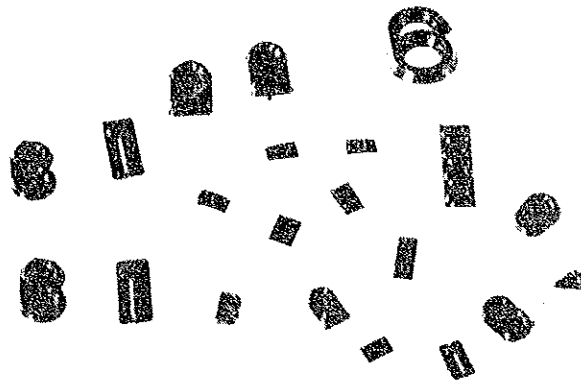
写真VI-1 ウレタン材を使用した模型



写真Ⅶ-2 部分的にアルミ型を採用した例



写真Ⅵ-3 樹脂型



写真VI-4 専用鋳出し文字版とその使用例

2-3 造型の近代化 その1-フラン砂造型による近代化

2-3-1 フラン砂造型法の基本的事項

フラン砂造型法は、砂の再生が容易でかつ廃棄物の発生が非常に少ないことから省資源、環境衛生の面からも利点が多く最近の10年間で急速に採用されるに至った。

フラン樹脂は、とうもろこしの芯、こうりゃんの茎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て作られる。

硬化剤としては、一般に強酸が用いられりん酸、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あるいは両者の混合物が使用される。

(1) フラン砂の特性

フラン砂の特性は樹脂の種類、添加量、使用条件等により大きく影響されるので、これらの選定は慎重に行わなければならない。

1) 強度特性

a) 樹脂添加量の影響

圧縮強さは、樹脂、触媒（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。

b) 触媒（硬化剤）添加量の影響

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。

c) 触媒（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良い。

d) 砂の粒度の影響

原料の粒度は鋳型強度、樹脂及び硬化触媒の添加量、鋳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。

e) 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ため、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。

2) 可使時間

フラン砂は混練直後から硬化反応が進行する。このため混練から造型までの放置時間は鑄型の最終強度に大きく影響する。

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。

3) 高温性質

a) 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VI-18に示す。この実験では1gのフラン砂が10~15ccの大量のガスを発生した。

ガス発生量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。

b) 急熱膨脹

フラン砂の急熱膨脹の経時変化を図VI-19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。

c) 高温強度

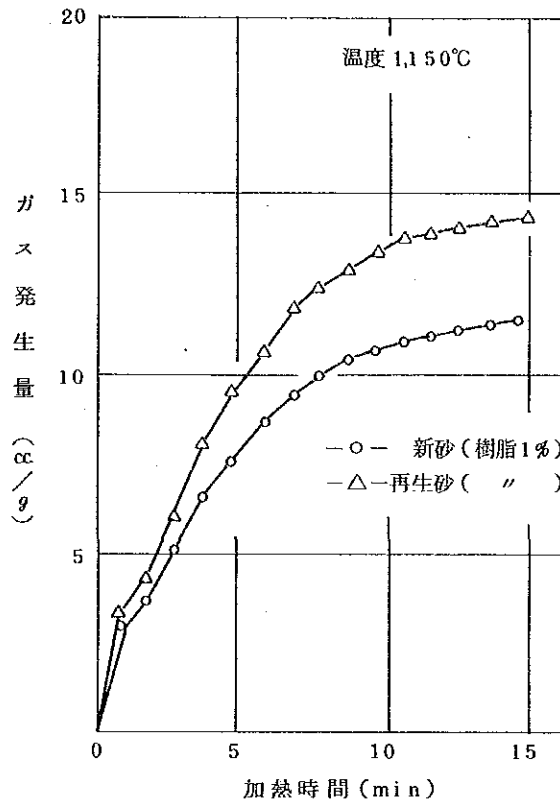
フラン砂の高温強度を図VI-20に示す。高温強度は200℃付近で一度上昇した後、400℃付近から急激に低下する。

(2) 鑄造方案

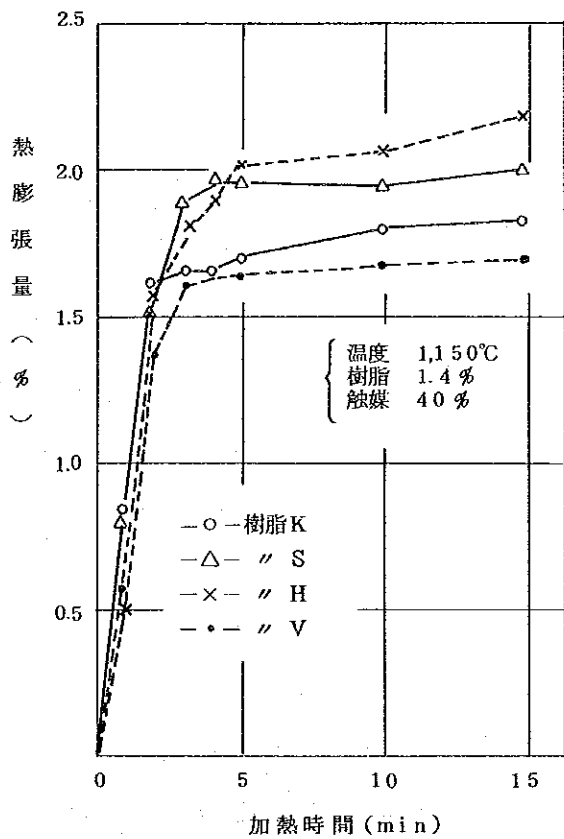
フラン砂造型に於ける鑄造方案は、基本的に他の鑄物砂の場合と同じで良いが、フラン砂の特性を考慮して鑄造方案は以下に述べる考え方で設計する。

1) 収縮代

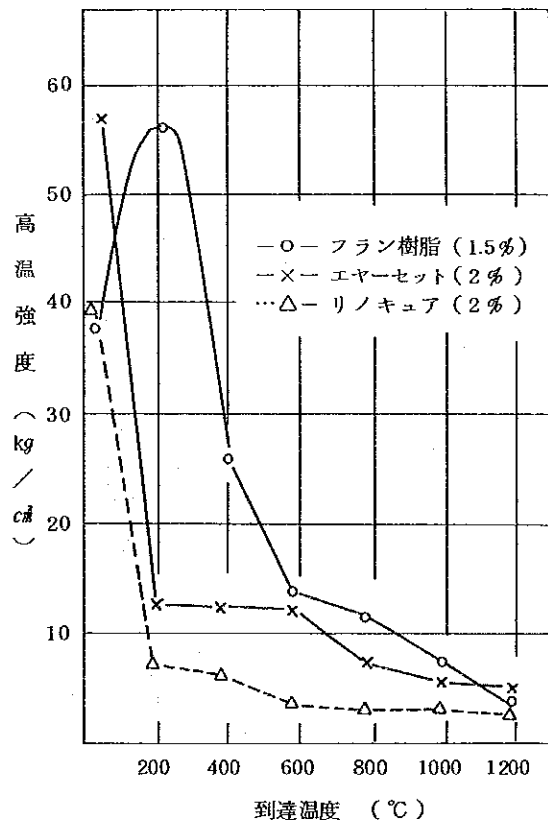
フラン砂鑄型は急熱膨脹する性質があるので、普通鑄鉄に対する伸尺は8/1000、



図VI-18 ガス発生量の経時変化



図VI-19 急熱膨脹の経時変化



図VI-20 高温強度

10/1000を採用するが中子が複雑に入る铸造品は伸尺を6/1000にすることも考慮する必要がある。また肉厚の薄い铸造品で溶湯を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。

2) 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る。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（適正寸法の金棒使用）、砂/溶湯化を小さくする。

3) 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。

4) 湯口系

湯口系方案は、乾燥型と基本的に変わりはないが溶湯がフラン砂中を流れる時間を短かくする。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乾燥型と決定的に異なるのは湯口スリーブ（土管とか陶管）を準備することである。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ねばならない。

5) 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乾燥型と比較して減らすことが出来る。

6) 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。

7) 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 $1/100 \sim 5/100$ 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有る。

8) 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。

9) 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 $1 \sim 2$ mm 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) フラン砂の品質管理

フラン砂プロセスの再生砂管理は鋳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。

1) 強熱減量

砂の再生状況を推定する上で最も重要な項目である。

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。

2) 粒度分布

再生砂の粒度分布は、樹脂の消費量、鋳型の強度、通気度を管理する上で重要であり特に150mesh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。

3) 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。逆に圧縮強度が異常に高くなると樹脂量が多すぎる等の原因がわかる。

4) 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。

5) 砂の化学成分

フラン砂プロセスに使用する硅砂は、SiO₂分の多いものが要求される。SiO₂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 ₂ O ₃	0.75%以下
Al ₂ O ₃	1.25%以下
K ₂ O	0.75%以下
その他	1.25%以下

6) 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。

添加材	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) フラン砂プロセスの利点と欠点

1) 利 点

a) 製品の品質

- ・鑄型の表面安定度が高いので砂かみ欠陥が発生しにくい（但し、湯口に土管、陶管等の耐火材を使用）
- ・溶湯を鑄込んだ場合鑄型内雰囲気が還元性になるため湯廻り不良が発生しにくい。
- ・鑄型強度が高いため寸法精度が向上する。従って機械加工代も減らすことが出来、製品全体の歩留まりが向上する。

b) 生産性

- 鑄型強度が高いため芯金を大幅に省くことができる。
- 大、小を問わずあらゆる鑄型に適用できる。
- 鑄型砂混練機は連続式、バッチ式のいずれのタイプのものも使用できる。
- 塗型材は水溶性、揮発性（アルコール）のいずれも使用できる。
- 寸法精度が高いため鑄バリを極力減らすことができ、従って仕上げ時間が短縮できる。
- 鑄物砂の崩壊性が良いので砂落し工数が大幅に短縮される。

c) 省資源、産業廃棄物の減少

- 鑄物砂の回収率が微粉とか金属化合物を除去した後も90%以上であるため砂の廃棄量が非常に少ない。

2) 欠 点

a) 砂管理が複雑になる。

- 砂の温度、水分および微粉を含む不純物により鑄型の硬化速度、強度にばらつきが生じるためこのばらつきを管理するための装置および管理手法が要求される。

例えば装置としてはサンドクーラー、サンドヒーターを設置して砂の温度管理を行ない、再生装置の中に砂に付着した樹脂や不純物を取り除き強熱減量の増加を予防する処理施設を要する。

b) 樹脂が高価であり、砂処理設備に多額の費用を要する。

2-3-2 フラン砂造型による品質向上と造型能率向上

フラン樹脂砂造型による鑄型は鑄型強度が大きい、寸法精度が高い、注湯初期に多量の燃焼ガスを放出する、溶湯の熱影響により 600～700℃付近から急速に粘結材の粘結力が低下する等の性質を有している。鑄物品質を高め作業能率を向上させることを目的に造型について述べる。

(1) 芯金構造

フラン砂樹脂鑄型は、鑄型強度が大きいので芯金構造を大巾に簡素化できる。

図VI-21. に芯金構造の例を示す。芯金は必ず回収使用して発生原価を最低限に抑える。

(2) ガス抜き構造

フラン樹脂鋳型は、注湯初期に多量の燃焼ガスを放出するのでガス抜き対策は完全でなければならない。特に溶湯に包まれる中子はガス抜き材を多量に挿入してガス抜き効果をよくする必要がある。このために主型と中子の連結部はそれぞれに設置したガス抜き材が正確に連絡されるよう造型する前に十分検討の上ガス抜き材の配置を決定することが重要である。

図VI-22. にガス抜き材の設置要領の例を示す。

(3) 湯口及び押湯

フラン樹脂鋳型は溶湯の熱影響により 600～700℃付近から急速に粘結材の粘結力が低下するため、特に溶湯の落下する湯口は溶湯に鋳型が洗われることを防止するために湯口スリーブ（土管、陶管）を使用する。

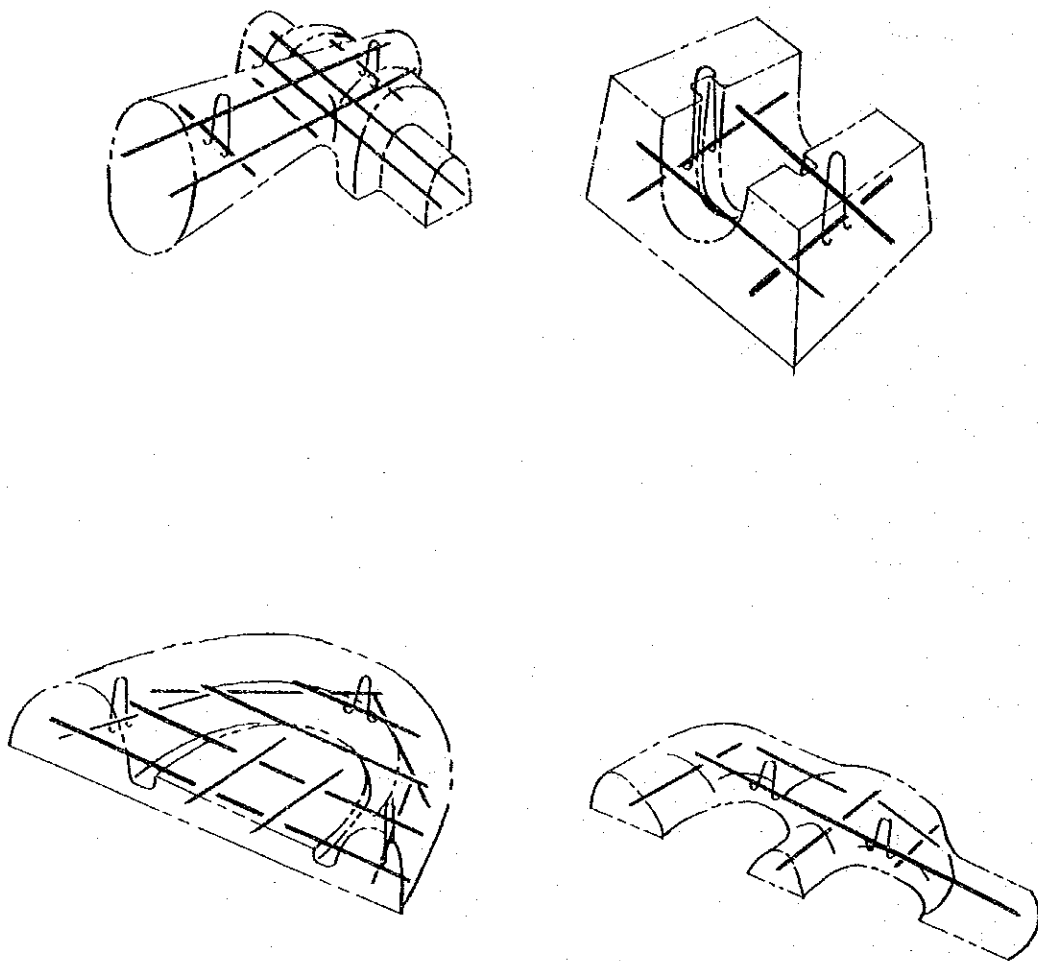
また溶湯の歩留まりを向上させるために押湯効果を高める押湯断熱材もしくは押湯発熱材を使用する。

写真VI-5、VI-6に湯口材及び押湯材の使用例を示す。

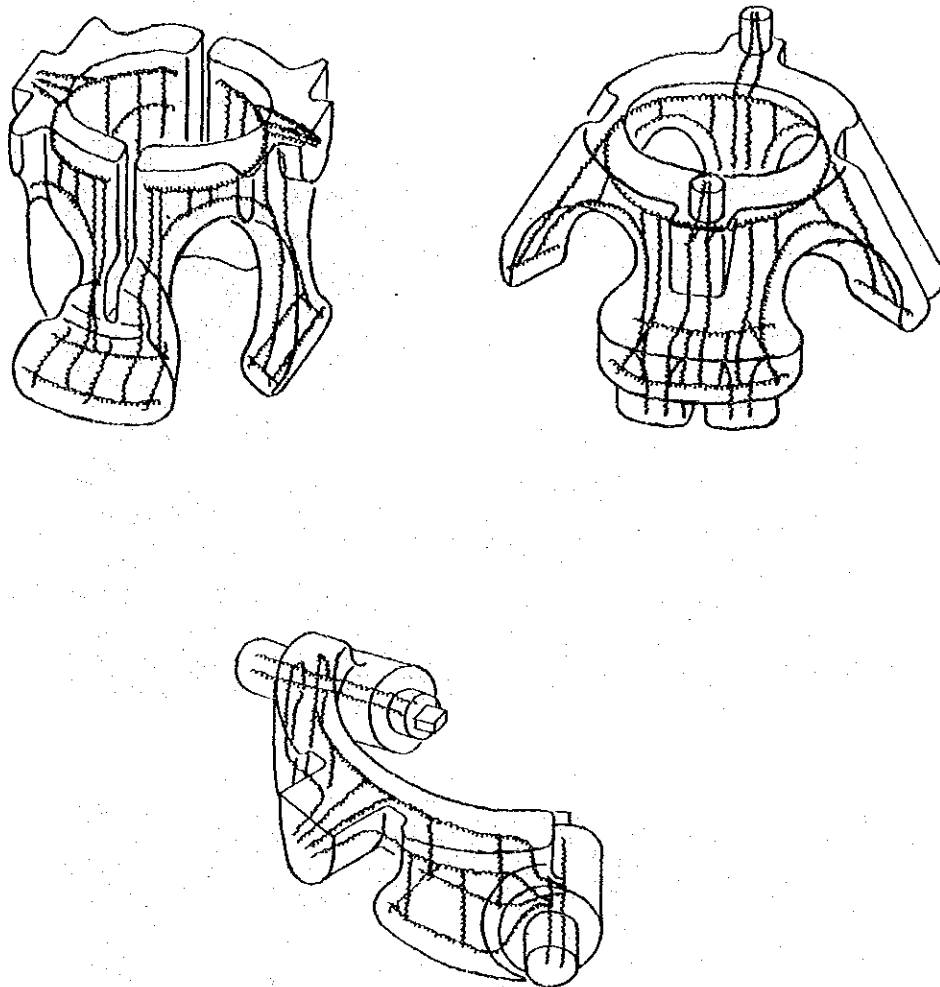
(4) 鋳型合わせ用ガイド（案内）

鋳型合わせを精度よく効率的に行なうために鋳型の合わせ面に鋳型合わせ用ガイド（案内）を設置すれば非常に効果がある。

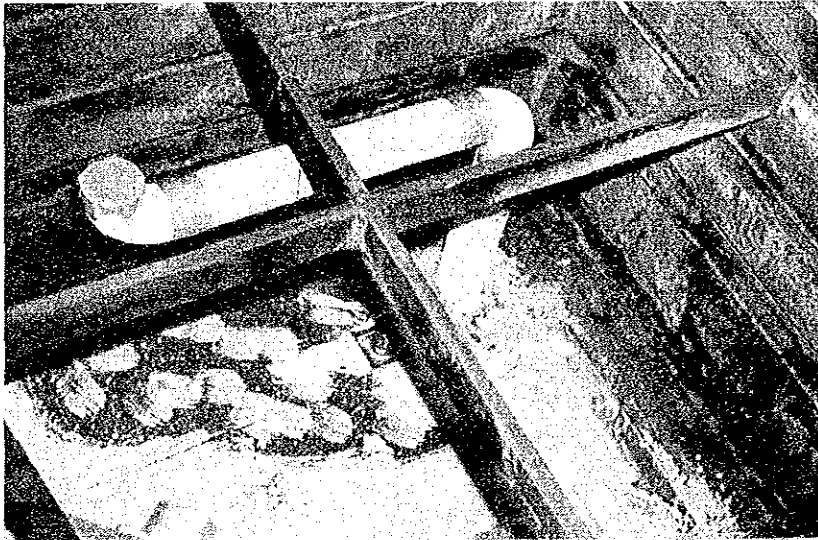
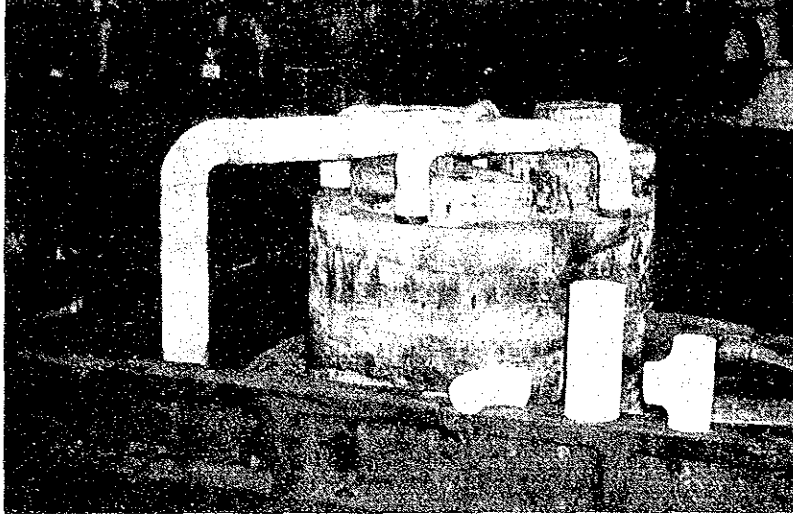
日本では専用の金具が準備されており多用されているが高価なため砂型を準備するとよい。図VI-23及び写真VI-7に使用状況を示す。



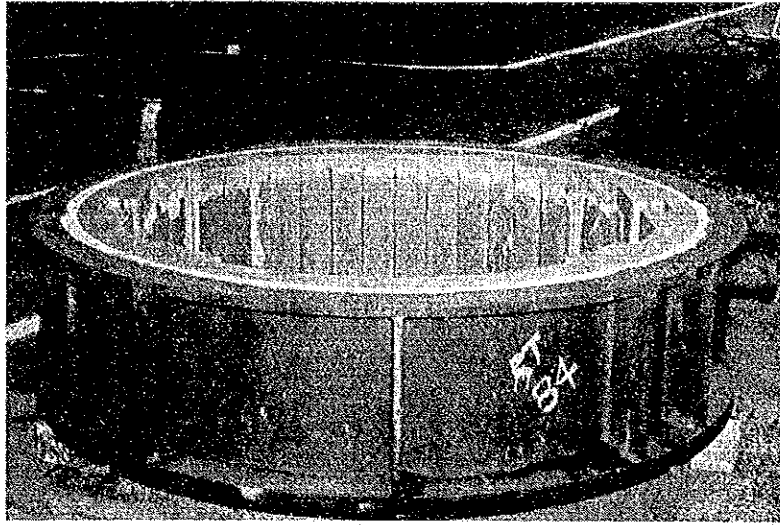
図VI-21 フラン樹脂鑄型に於ける芯金構造の例



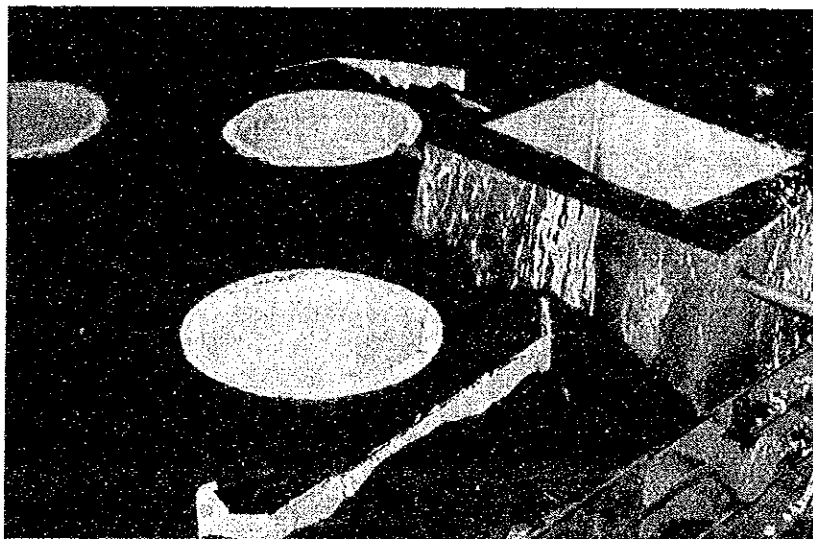
図VI-22 溶湯に包まれてしまう中子のガス抜き材設置要領



写真VI-5 湯口材の使用例

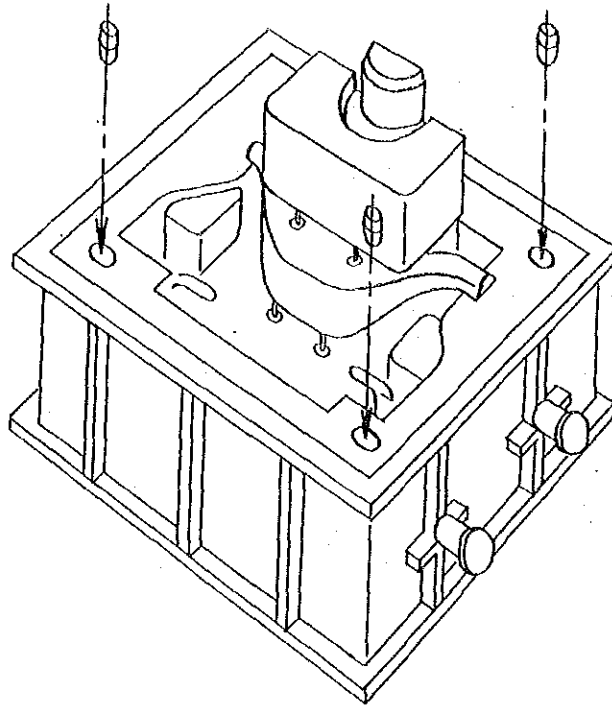


a) 断熱材

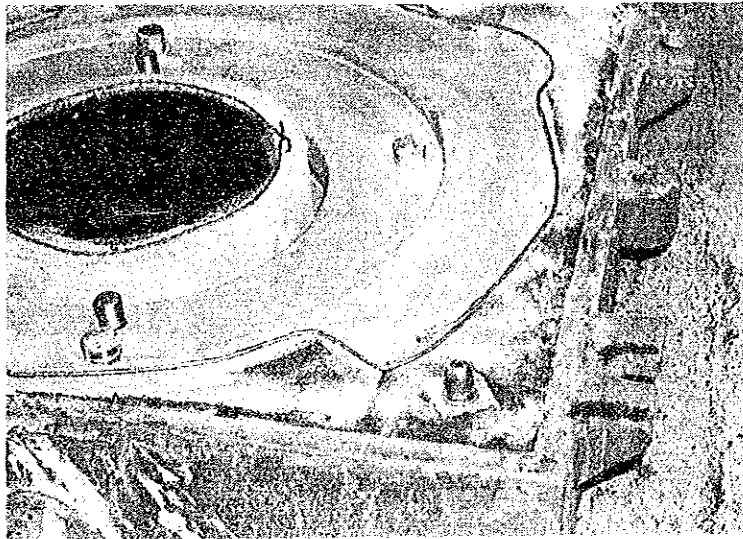


b) 発熱材

写真VI-6 押場材の使用例



図VI-23 鋳型合わせ用ガイドの使用例



写真VI-7 鋳型合わせ用ガイドの使用例

(5) 鑄型合わせ

フラン砂造型による鑄型は寸法精度が高いため主型と主型、主型と中子の連結が迅速に精度よく行なえる。

これらの利点に加えて更に鑄型合わせの能率を高め、鑄造欠陥の低減をはかるために必要な設備を述べる。

1) 集塵機

鑄型合わせの際に型内に落ちた砂等を効率よく除去するために集塵機が有効である。集塵機を写真VI-8に示す。

2) 天井クレーンの微速作動装置

沈陽鑄造廠で使われている天井クレーンの巻き上げ、巻き下げ速度は鑄物生産に対しては速すぎる。鑄型や溶湯を満たした取鍋を吊り上げる際に巻き上げ速度が速すぎるためクレーンガード上下動が激しく危険である。

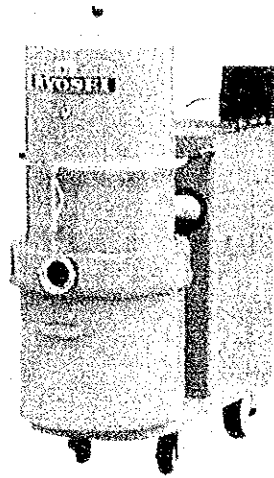
フラン砂造型による鑄型は寸法精度が高い。この特性を最大限に生かすべく主型と中子の幅木部分の間隙は出来るだけ小さくして、鑄バリを最小限にすることが製品の品質を高め製品仕上げ工数の低減となる。

このように鑄型の幅木部分の間隙を小さくすることは天井クレーンによる鑄型合わせの際に各鑄型が精度よく目的の位置に運ばれることが重要である。従って天井クレーンで鑄型等を吊った状態でクレーンガードの上下動による震動があってはならない。

鑄型製作の近代化とともに天井クレーンも同時に近代化する必要がある。クレーンの巻き上げ、巻き下げ速度の低速化及び鑄型合わせには鑄型と鑄型の上下の距離が30~40cm程度に近ずいたら微速作動装置に切り替え静かに正確に型合わせをするべきである。

3) ガスバーナー

鑄型合わせ作業には、鑄型の補修を始めとして肉厚修正のために鑄型を削った表面に塗型を施す等の作業がつきものである。このような修正に於いては高速で鑄型補修部を乾燥させるガスバーナーが必要である。



RA型

写真VI-8 收塵機

2-4 造型の近代化 その2-生型砂造型法の近代化

2-4-1 生型砂の基本的事項

(1) システムサンド（合成砂）

- 1) システムサンド中に長石が多量に存在すると長石の融点温度は鑄鉄の溶湯温度より低くなり、焼着きや肌荒れなどの鑄造欠陥が発生し易くなる。
- 2) 珪砂中の石英は 573°Cで急激に α 型から β 型に変態し3%弱の体積膨脹を生じる。従ってこの膨脹を緩衝する適当量のクッション材がシステムサンド中に必要となる。このクッション材を二次添加剤と呼び、①炭素質 ②でん粉質 ③繊維質がありこれらは鑄造欠陥の中ですくわれ系統の鑄造欠陥、鑄肌の改善、溶湯のさし込み防止などを目的に添加される。

(2) 二次添加剤について

1) 炭素質

炭素系粉末の効果は鑄肌をよくする。砂ばなれをよくする。またすくわれ防止にも役立つ。ピッチ。黒鉛粉末および石炭粉があるが現在は石炭粉がその主流をなしている。石炭粉は灰分が8%程度と少なくガス発生量の少ないものを選ぶ必要がある。粒度は150メッシュ以下のものが適している。

2) でん粉質

でん粉質添加剤にはデキストリン、 α -でん粉、コーンスターチがある。粘着力はデキストリンが大きい砂の流動性を阻害するので新砂配合あるいは特別の場合を除いてはあまり添加しない。

すくわれ系統の鑄造欠陥に対しては α -でん粉が効果的であるが価格面でコーンスターチの使用を推奨する。コーンスターチは鑄物砂の粘性を上げないため流動性が良く、しかも水分も少なくすすむのでユニットサンドの添加剤に適する。

コーンスターチは加熱されることによって α 化、デキストリン化して粘結力を増してくるため機械造形の添加剤として最も優れている。

3) 繊維質

繊維質として配合される木粉は、添加水分が多くなること、鑄型の表面安定度が悪くなることなどから使用しない方がよい。使用する場合はすくわれ系統の鑄造欠陥を防止する目的で用いる。

(3) 生型砂の配合

鑄鉄用生型砂の配合例を表VI-7に示す。

表VI-7

古砂	新砂	ベントナイト	コーンスターチ	石炭粉	グリス	水分	備考
98	2	0.3~0.5	0.1~0.2	0.1~0.2	-	4~6	小物・中物
95	5	0.5~0.7	0.2~0.4	0.1~0.3	0.05~0.1	4~6	大物

ユニットサンド（循環砂）の場合の古砂の使用比率は中子量の多小に影響される。中子の比率が比較的多い工場では古砂を100%としてもかまわない。この場合、中子砂粒度が適正であることが必要である。

一般に新砂は不足分の補給と考えて良い。

(4) 生型砂の特性

1) 流動性と生型抗圧力

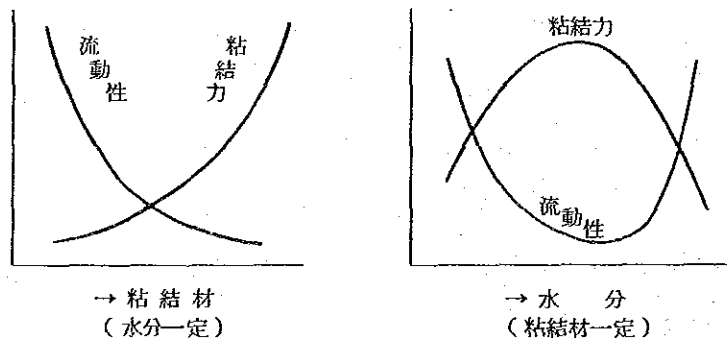
生型砂で重要な要素にその砂の流動性がある。

機械化が進めば進むほど人為的要素の入る余地がなくなり、砂の良し悪しで鑄型の良否が決定されてしまう。

砂の流動性とは一言でいえば砂のつまり易さということになる。

この砂のつまり易さと生型抗圧力、つまり粘結力とは互に相反する性質がある。

簡単に図示すると図VI-24のようである。



図VI-24 流動性と粘結力の関係

流動性を左右する大きな要因は図からわかるように粘結材料と水分である。流動性の悪い砂の原因を究明する場合はまず砂の水分と粘土量を測定することであ

る。次に砂中の有機粘結材（でん粉類等）を測定する。この方法から流動性を阻害している原因をつきとめることができる。鑄肌が荒れたり、塊の発生が多いときは砂の流動性が低下したと判断してよい。

2) 通気度

鑄型の通気度が悪いと張り気が出たり吹かれやきらいが発生する。また極端によくすると鑄肌荒れ、湯のさし込みを生じる。

このような欠陥は注湯時に発生する鑄型内の圧力の大小に支配される。

表VI-8に砂の通気度と対象製品の一般標準を示す。

表VI-8 製品サイズと使用砂

項目	対象製品	緻密肌品	小物	中物	中・大物	大物
	砂の粒度メッシュ AFSNo.		150~200	100~150	65~100	65~100
通気度 AFSNo.		20~40	50~60	70~100	100~150	130~200

3) 表面安定性

生型に重要なのは流動性、強度などのほかに鑄型の表面安定度がある。砂のぼろつきが原因で砂かみを生じたり鑄肌荒れの原因になったりする。このような現象は砂の充填が悪いとき、表面が乾燥したとき、砂温度が高いときにとくに生じ易い。一般にぼろつきの対策としては砂の流動性を向上させることが先決でありユニットサンドの温度をできるだけ低くして水分の揮散を防止する。

(5) ベントナイトの特性と選定

1) Ca系ベントナイトは乾きが速いので造型から鑄込みまでの時間が長い場合は適さない。

2) Na系のベントナイトは混練性が悪いので混練時間が短い場合、あるいは混練機の特徴である混練り、塗りつぶし、へら押し能力の弱い混練機を使用している場合は適さない。

3) Na系ベントナイトは耐熱性がよいので溶湯温度の高い材質や砂/溶湯比の小さなものを鑄込む場合は適している。

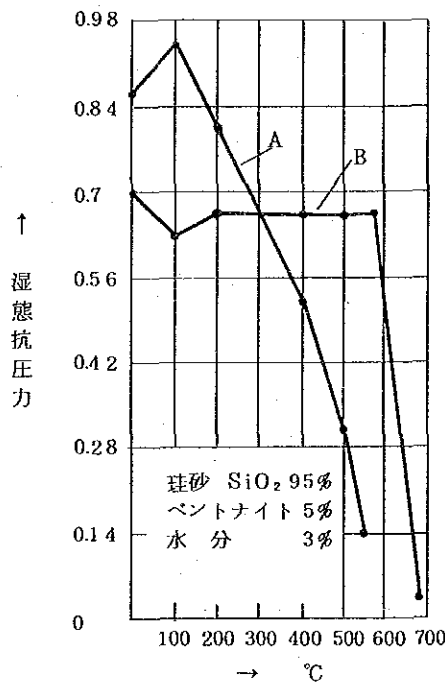
生産状況に於いて新砂の補給が少ない場合も同様である。

- 4) 型ばらしの容易さはCa系ベントナイトがよい。
- 5) ベントナイトは溶湯による加熱(200~ 600℃)により老化し粘結力を失なう。
- 6) ベントナイトは加熱によって変化し結晶水を失ったものは粘結力を失ない不活性化する。

この他にも注意するべき点はあると思えるが溶湯材質、砂/溶湯比、砂処理プラント、珪砂の種類などを総合的に検討してベントナイトを選択すべきである。

(6) 湿態抗圧力と加熱温度に於ける関係

この関係を図VI-25に示す。



単位 (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	強熱減量
A(Ca系)	64.00	17.10	4.70	3.80	1.50	0.20	0.50	8.00
B(Na系)	67.20	18.60	0.70	1.90	0.90	2.10	—	8.10

図でわかるようにベントナイトのイオンの種類によって温度劣化の度合いが変わる。

図VI-25 温度と湿態抗圧力の関係

ユニットサンド中のベントナイトの不活性分の増加はベントナイトの種類とベントナイトが高温にさらされる度合、すなわち砂/溶湯比、鑄込温度、型ばらし時間によって決定される。

2-4-2 鑄造欠陥と防止対策

(1) すくわれ

砂の膨脹が主原因であるが、すくわれの発生する要因として次のことが考えられる。

- 1) 鑄込温度が高い
- 2) 鑄型硬度が高い(砂の充填密度が高い)
- 3) 鑄型の水分が多い
- 4) ベントナイト量が少ない。
- 5) 砂の混練が不十分

対策としては鑄型の膨脹を小さくするよう二次添加剤の増量をはかったり上記の要因を1つずつ究明して行くことが必要である。

すくわれにくい生型砂は一般に熱膨脹が小さく熱間変形能が大きい砂である。配合もここに重点をおくことが必要である。

(2) ガスによる欠陥

鑄型から生ずる背圧が溶湯圧より大きいときに発生する。その要因として次のことが考えられる。

- 1) ガス抜き不十分
- 2) 押湯、溶湯圧の不足
- 3) 可燃物資が過多のとき
- 4) 水分が多いとき

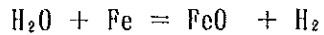
又、注湯温度が低いときもガス欠陥を発生する。これは溶湯に巻込まれたガスが逃げられずに静止したまま溶湯が凝固をするためにおこる。

対策としては鑄型水分を低くし鑄型の通気度を上げる。

溶湯の酸化をできるだけ防止し適正温度の鑄込を行うことが必要である。

ガス欠陥の中で特に悩まされるのは加工面などに発生するピンホール微細ガス欠陥である。ことに冷却の早い強靱鑄鉄に多い。これは溶湯中に溶けていたガスが凝固時に放出してできるものでそのガスも H_2 、 N_2 、 CO ガス等鑄型の種類に応じて生ず

る。H₂のおもな原因は水蒸気である。



この他、鋳型や中子の粘結材及び二次添加剤の分解ガスに起因して生ずるピンホールもかなり多い。

機械加工後の品質をよく調査しガス欠陥の防止対策をする。

(3) 砂咬み

表面安定度の劣化及び湯口系、鋳型の清浄不良により発生する。対策としては砂の流動性を上げ鋳型の充填密度を均一化する。活性粘土分を増やし鋳型の粘結力を上げる。

湯口系、鋳型を清浄にすること等が必要である。

(4) 焼着き、溶湯のさし込み

砂の粒度分布及び純度、鋳型の密度が低いこと等が要因となる。

対策としては砂の粒度調整及び粘結材の減少をはかる。珪砂の不純物（長石、雲母類）の少ないものを用いる。溶湯の酸化物と砂との反応を防ぐためにできるだけ溶湯の製錬を行なうこと等が必要である。

以上、鑄造欠陥の発生原因と防止対策を述べたが総合的に見るとある欠陥を防止するために実施する対策が他の欠陥を誘発する要因となることがおこる。このように砂の管理は非常に微妙で難かしいものであるが、毎日の砂特性と製品品質の状況を正確に把握しておくことにより鑄造欠陥対策として最も正しい処置が迅速に見い出されるものである。

2-5 造型の近代化 その3-樹脂中子造型

中子造型法は古くから乾燥型、油砂型、CO₂型等が使用されてきた。近年はこれらの造型法にかわりシェルモールド法や有機自硬性鑄型による中子造型法が急速に普及し生産性の向上を始めとして精度の高い中子鑄型が使用されている。ここでは中子造型法の代表的なものを紹介する。

2-5-1 シェルモールド法

熱硬化性樹脂を粘結材とした鑄型砂（レジンコーテッドサンド）をあらかじめ 250℃～300℃に加熱した金型に落下させたり、4～5気圧の空気圧により吹き込むことにより鑄型砂が金型から熱を伝達され樹脂の軟化を経て硬化するにつれて強固な鑄型が得られる。生型機械造型ラインの中子に多用されている。造型に2～3分を必要とする。

(1) 特 徴

- 1) ほとんどすべての金属の鑄造に使用できる。
- 2) 鑄型の厚みをほぼ均一に薄く作ることができる。（鑄型強度が高い）
- 3) 鑄型の保存性に優れる。
- 4) 寸法精度が高い（但し大型化すると変形量が増大するため要注意）
- 5) 生型砂に多量混入しても障害は殆どない。
- 6) 鑄型砂（レジンコーテッドサンド）の可使時間は無限に近い。

(2) 欠 点

- 1) 造形に多量の熱を消費する。
- 2) 金型が高温で交換が困難また予熱が必要である。従って非量産部品は不向きである。
- 3) 機械の寿命が加熱による損耗が大きく機械精度の保持が困難である。
- 4) 作業環境は熱及び悪臭により悪い。

写真VI-9にシェル中子及び造型機を示す。

2-5-2 ペプセット法

ペプセット法に用いられるポリウレタン樹脂粘結材は3成分構成で本剤はフェノール・ホルムアルデヒド樹脂、硬化剤はポリイソシアネート、触媒はピリジン系誘導体でありいずれも石油系溶剤溶液である。

ペプセット法は常温自硬性であるが四季の変化特に夏季及び冬季の日中の気温上昇などによる工場内の砂温度に対応した樹脂構成要素の配合比の調整を留意する必要がある。