

6) 全停止処置

主各種計測器の作動を停止させた後、最後に電源の主スイッチを切る。なおCO分
析計は、全停止後ダストフィルターなどの清掃を行なって翌日の操業に備える。

(10) 非常時の緊急処置

1) キュボラ運転管理体制

非常処置は、総括的な判断ができる現場運転責任者が責任をもって行なうもので
なければならない。

運転責任者は各部署から迅速に正常か否かの報告を受け事態を正しく判断し、順
序に従って適切な処置を指令し、実行させるものでなければならない。

そのために、キュボラ運転管理体制を作って、非常処置の訓練を行ない、非常時
に正しく対応できるようにしておかなければならない。

2) 非常停止時の処置

キュボラ操業中に停電した場合や設備に重大な故障が発生し操業を急停止した場
合は、最小限以下の処置を行なう。

a) 直ちにキュボラ全羽口を開く。

b) 防爆孔は全て開く。

c) 非常停止が約10分以上となれば、樋部の溶湯およびスラグを排出して処理す
る。その後再開に備えてキュボラ出湯口が詰まらないかを監視する。(ときには
出湯口を棒で突いて穴あけを行なう。) またこの間は高温ガスバーナーなどで出
湯口を加熱すると良い。(なお、出湯口が詰まれば操業不能となるので、キュボ
ラは炉底を開き、炉内装入物全量を排出させ、操業終了時の処置を取らなければ
ならない。)

3) 非常停止後の再開

a) 再開しても異状がないかを確認する。

b) 樋部の溶湯がそのままのとき(非常停止後約10分以内のとき)は、排風機お
よび集塵機用空気圧縮機を運転する。この時に防爆孔を閉じる。その後再燃焼炉
各機器の運転を再開した後、キュボラ送風機を運転し、全羽口を閉めて正常運転
に入る。

c) 樋部の溶湯およびスラグを抜いたとき(非常停止が約10分以上であるが再開
が可能なことが確認されたとき)は、上記と同じく、排風機の運転から始めて、

順次羽口を閉るまでの順序で行なう。その後出湯口から溶湯およびスラグが排出されたら、樋部の処置を行ない、前炉への溶湯流入を待つことになる。

— 参考文献 —

- 1) 日本鋳物協会編：鋳鉄溶解ハンドブック（丸善、1983）P. 50.
- 2) 日本鋳物協会編：鋳鉄溶解ハンドブック（丸善、1983）P. 51.
- 3) 日本鋳物協会編：鋳鉄溶解ハンドブック（丸善、1983）P. 52.
- 4) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 200.
- 5) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 202.
- 6) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 204.
- 7) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 205.
- 8) 日本鋳物協会編：鋳鉄溶解ハンドブック（丸善、1983）P. 66.
- 9) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 66.
- 10) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 66.
- 11) 日本鋳物協会編：鋳鉄溶解ハンドブック（丸善、1983）P. 72.
- 12) W. Patterson and F. Neumann : Giesserei, 48 (1961), 3, 49.
- 13) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 205.
- 14) 日本鋳物協会編：新版キュボラハンドブック（丸善、1968）P. 205.
- 15) 加山、中江：日本鋳物協会キュボラ部会提出試料（1967-2）.
- 16) 阿部、斉藤、松村：鋳物28（1956）, 11

2-8 鋳込みの近代化

現状は鋳込み準備に重錘を張り気（浮力）止めに使用するため準備工数が増大しそれが原因して掛堰容量が小さくなる等の問題がある。また取鍋に於いても耐火材に乾燥型用造型砂を使用しており耐火性に問題がある。

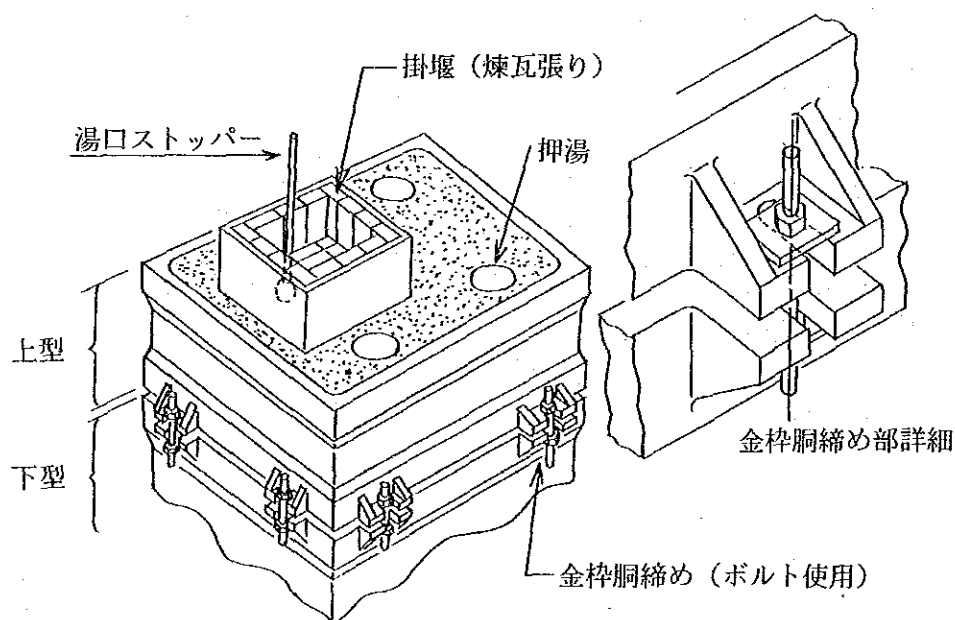
これらの問題を解消するために次に述べる改善が必要である。

2-8-1 鋳込準備方法の改善

鋳型の張り気（浮力）止めに重錘の使用を廃止しボルト締め方式を採用するとともに掛堰容量を鋳込み重量の3分の1（ $1/3$ ）程度の溶湯が溜められる大きさに拡大する。

図VI-61に改善後の鋳込み準備の状況を示す。

写真VI-16の金枠のボルト締めの実施状況を示す。



図VI-61 鋳込み準備

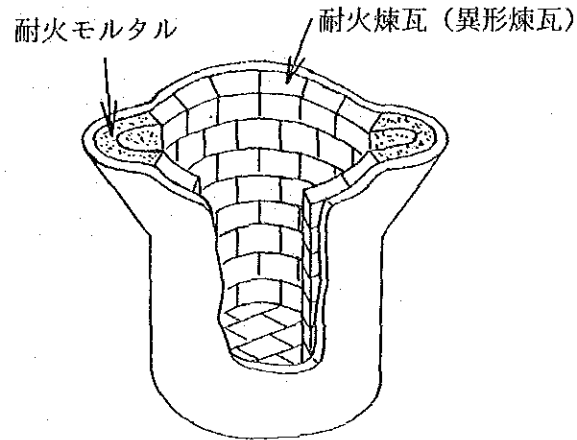
2-8-2 取鍋乾燥・取鍋予熱の改善

取鍋の予熱はガスバーナーもしくは重油バーナーにより内張り煉瓦が $600\sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ に上昇するまで完全に行なう必要がある。

写真VI-17に取鍋のガスバーナーによる乾燥状況を示す。

2-8-3 取鍋の内張りの改善

取鍋の内張りについて図VI-62に示す。また写真VI-18に取鍋の内張り煉瓦の状況を示す。

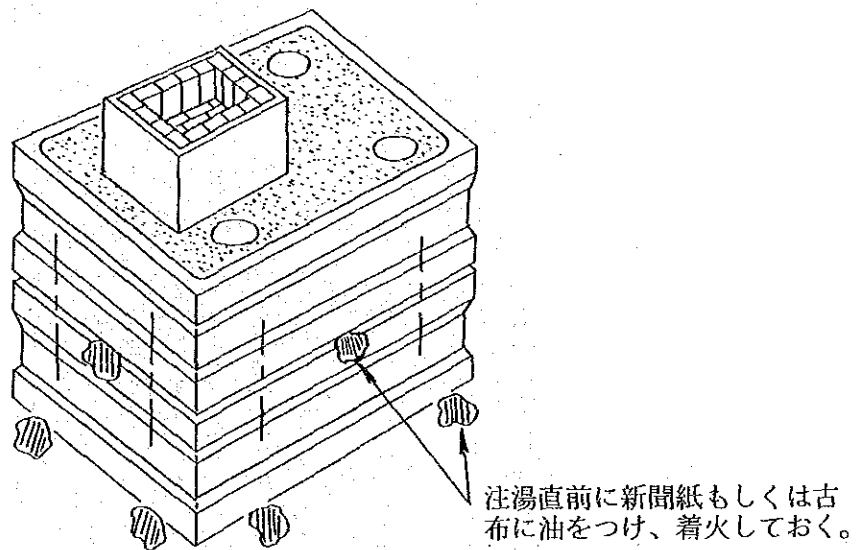


図VI-62 耐火煉瓦を使用した取鍋

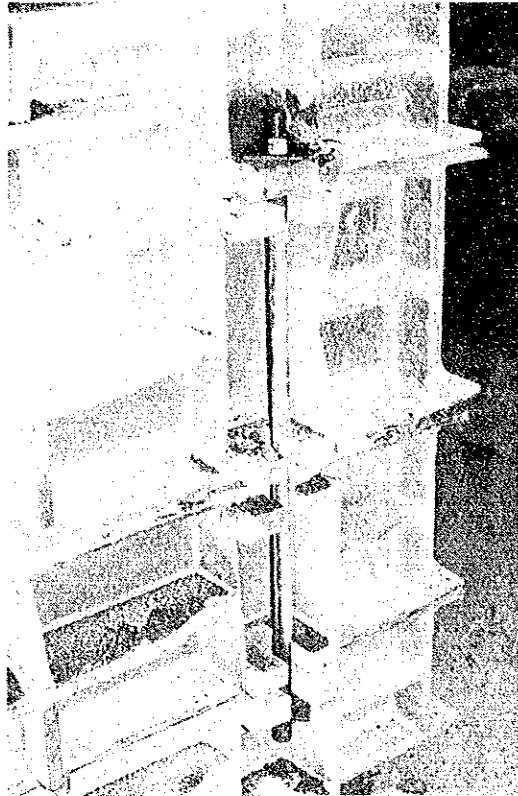
2-8-4 鑄型発生ガスの誘導

注湯の際に鑄型から発生するガスを鑄型の外へ効率よく誘導する。

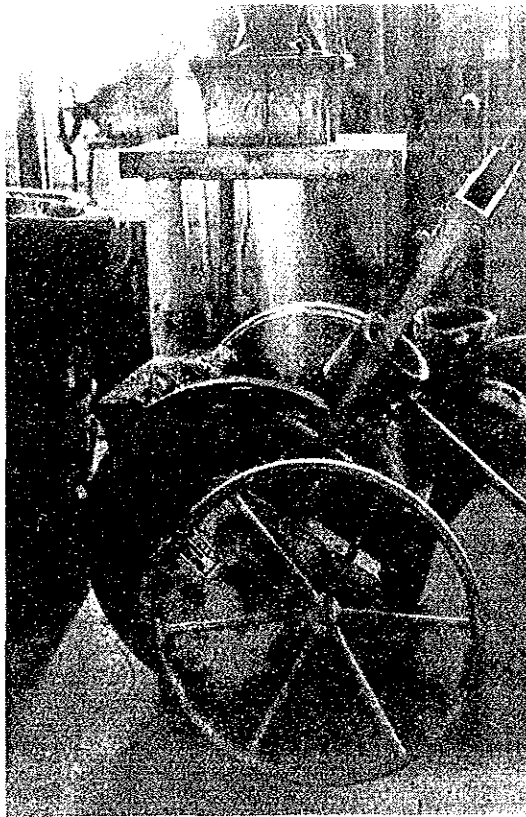
図VI-63に準備の状況を示す。



図VI-63 鑄型発生ガスの誘導



写真VI-16 金枠のボルト締め



写真VI-17 取鍋のガスバーナー乾燥



写真VI-18 取鍋の内張り煉瓦

2-8-5 鑄込温度と鑄込み時間の計測

注湯時に溶湯の鑄込み温度をオプティカルパイロメーター（光学温度計）もしくはインマージョンパイロメーター（浸漬型温度計）により計測しストップウォッチで鑄込み時間を計測する必要がある。

2-8-6 大容量取鍋の採用

取鍋の容量は、原則として鑄込み重量に対して1個の取鍋に溶湯を受け鑄型に注湯すべきである。やむをえず大型鑄造品の場合に取鍋を2個、3個と準備して溶湯を分割することがあるが湯質の均質化ができない。

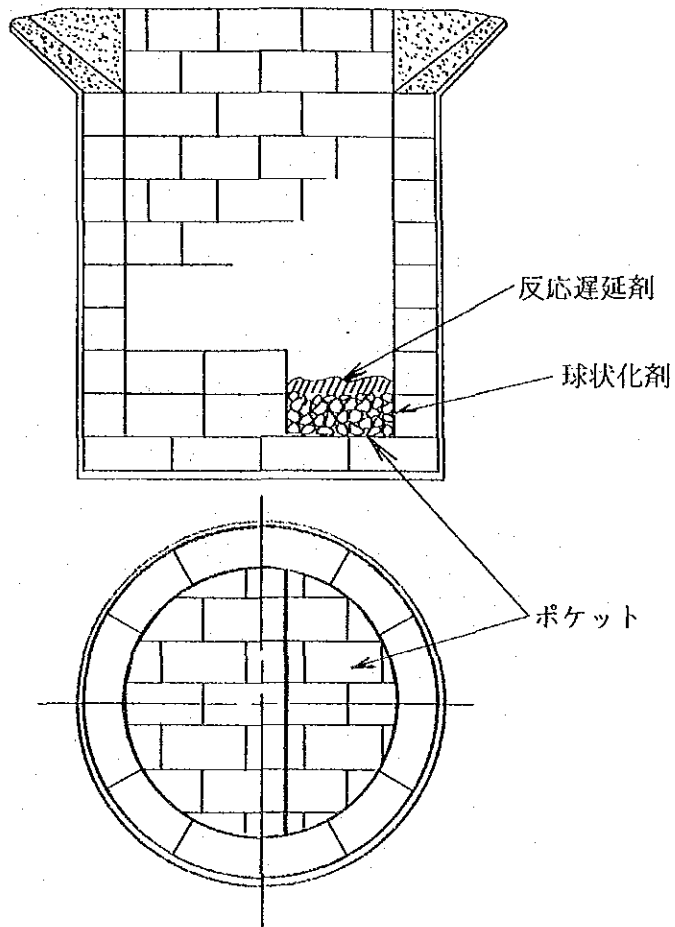
湯質の均質化は特に球状化処理時には重要である。

・取鍋球状化処理法

球状黒鉛鑄鉄の球状化処理は通常取鍋の底に球状化剤を置きその上に反応遅延剤をできるだけ均一に覆い溶解炉から溶湯を取鍋に受けて行なう。

この場合の取鍋の構造はポケット方式と呼ばれるもので取鍋の底にポケットを設けその中に球状化剤及び反応遅延剤を投入する方式で広く用いられている。ポケット方式の取鍋の使用法を図VI-64に示す。

尚、球状化処理時には溶湯と処理剤の反応が激しく、溶湯が噴き上げるため取鍋容量は処理溶湯重量の1.5倍程度になるような深さのものを用いる。



図VI-64 ポケット方式の取鍋

2-9 整品仕上げの近代化

2-9-1 現状の設備工具の改善

(1) 現在使用されているハイドロブラストは水噴射圧力が低いと水噴出口（ノズル）から製品までの距離が遠いため鋳物に付着している砂が完全に分離除去されない。特に砂厚さの薄い中子部分はハイドロブラスト処理後も残存砂が多く残っており、この砂を除去するための余分な整品仕上げが必要である。

ポンプの能力を検討して水噴射圧力を70kg f / cm²以上に改善する必要がある。

(2) 仕上げ工具の種類が少ないために鋳物のコーナー部に浸み着いた砂が完全に除去されていない。また中子部分に焼き着いた砂及び幅木部分の鋳バリが完全に除去されていない。これらの問題を解決するために各用途に適した仕上げ工具を完備する必要がある。

写真VI-19に各種仕上げ工具及び使用例を示す。

(3) 各種仕上げ工具が整ったら工具整理棚を設置して一仕事、一片付けを励行し作業場を清潔に保つことが大切である。

2-9-2 高性能ショットブラストの採用

(1) クレーン式ショットブラストの採用（鑄造第一分廠）

1) ハイドロブラストをクレーン式ショットブラストに置き換える。ショットブラストの能力は最大単品重量と処理数をもとに決める。除去された砂はショットと分離回収する。

分離回収された砂は砂再生ラインに送られる。またショットはそのまま再使用される。ショットブラストの鋳物吊上げ装置はショット時に自動回転するのでショット効率が高い。小さな鋳物を効率よく吊るための装置例を写真VI-20に示す。

2) ショットブラストの設置によりショットブラスト処理された鋳物は殆ど砂の付着がなくなる。従って整品仕上場には鋳物に付着した砂が落下しないので床面が平らで美しく保てる。この結果作業性は向上するが大切にことは床面を常に美しく維持することである。

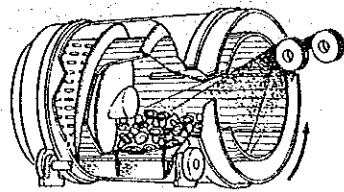
3) 鋳物の形状によってはショットが局部的に鋳物に残存する。例えば、水室中子等は通常鋳物本体に袋状に配されているためショットは必ず残存する。

この残存したショットを効率的に抜き取るために鋳型合わせに使用する掃除機を使用するとよい。

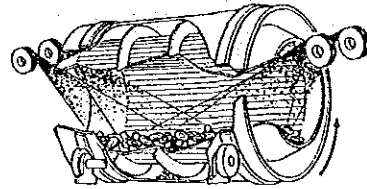
(2) タンブラー式ショットブラストの採用（ casting 第二分廠）

重量が 5 ～ 20kg 程度の小物部品は（但し薄肉物インペラー及びケーシング類を除く。）
タンブラー式ショットブラストを設置することにより生産性が向上する。

図 VI-65 にタンブラー式ショットブラストを示す。



▲連続式ショットブラスト（ドラムタイプ）



▲連続式ショットブラスト

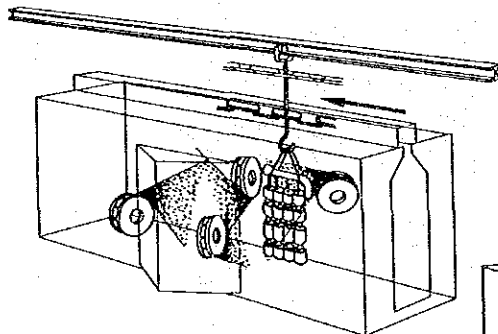
図 VI-65 タンブラー式ショットブラスト

(3) ハンガー式ショットブラストの改造（ casting 第二分廠）

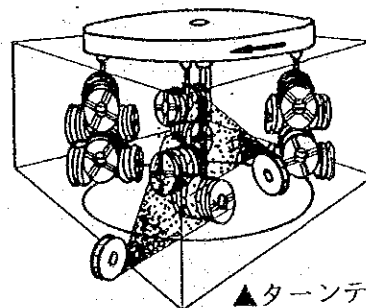
現在使用されているハンガー式ショットブラストはショット効率が低くショット後の
の鑄肌に砂が残存して鑄物が白っぽく見える。従って現在のハンガー式ショットブラ
ストの改造を行なう必要がある。この能力向上に対する改造は沈陽鑄造廠の責任にお
いて実施する。

鑄造第二分廠で生産されている部品のインペラー等の形状、大きさに薄肉のものに
はハンガー式ショットブラストは効果的である。

図 VI-66 に示すターンテーブル式ショットブラストも利用価値が大きいと考える。

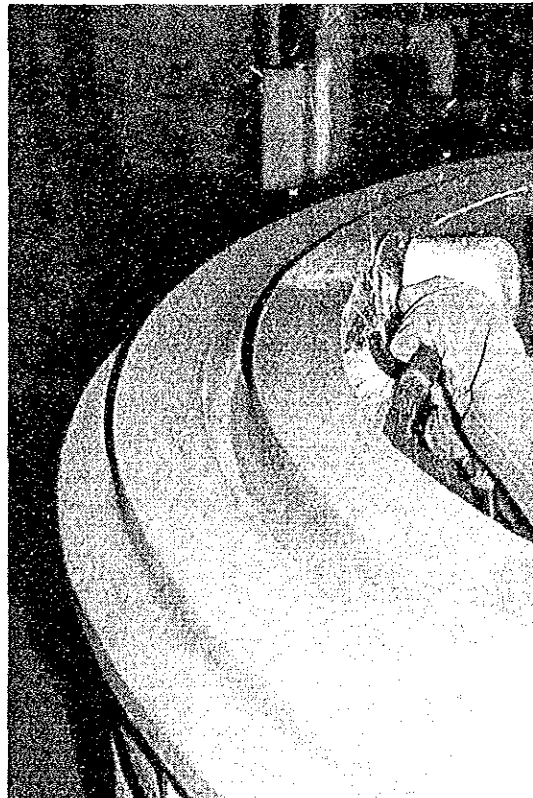
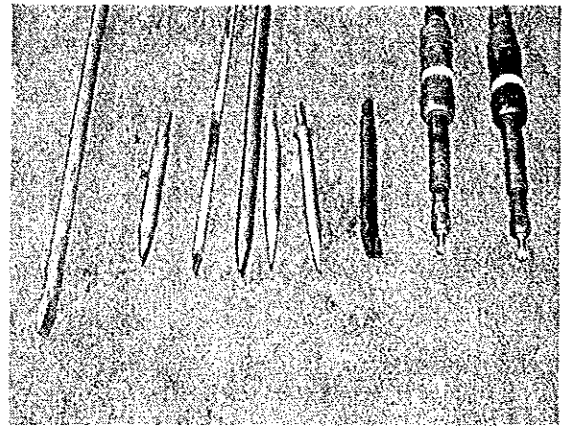
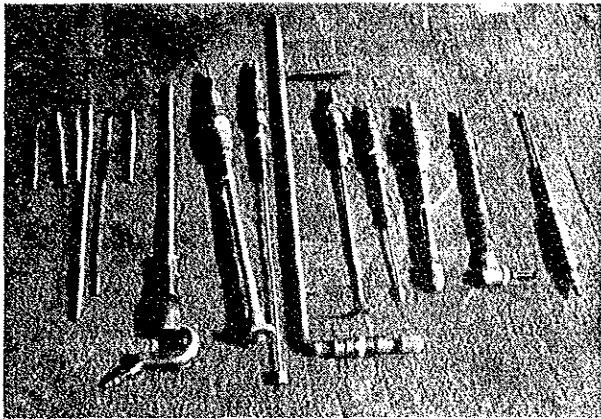
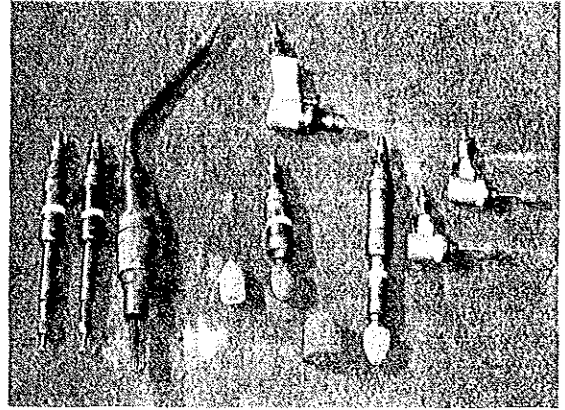
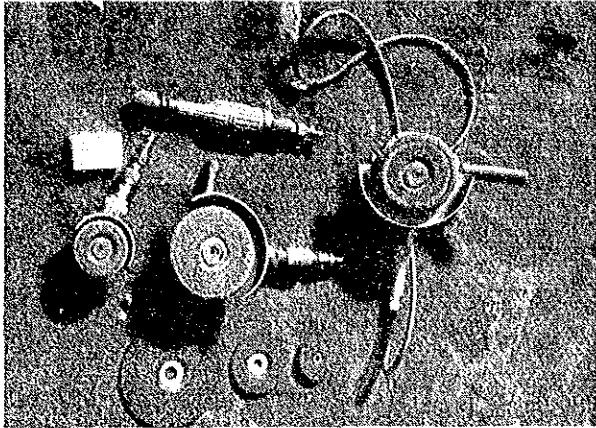


▲シングルモノレールタイプ

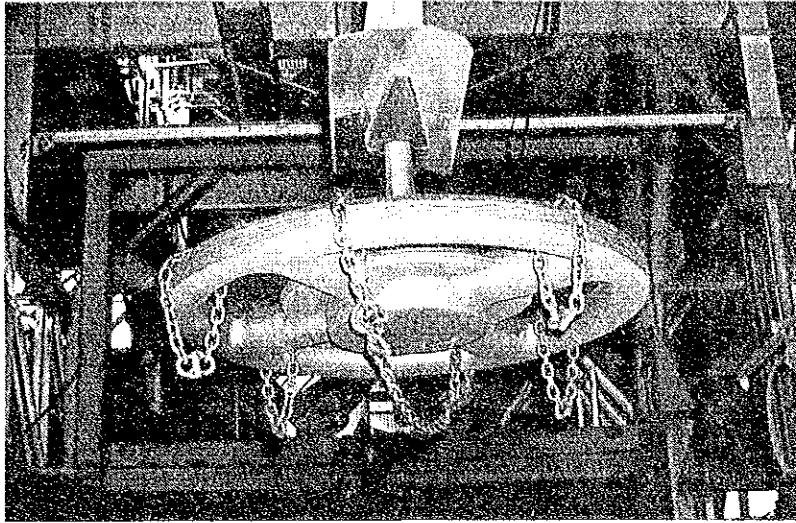


▲ターンテーブルタイプ

図 VI-66 ハンガー式ショットブラスト



写真VI-19 仕上げ工具の種類及び使用例



写真VI-20 クレーンショットブラストの吊り上げ装置

3. 計測と試験検査の近代化

3-1 鋳物工場における計測と管理

安定した良い品質の鋳物を経済的に作り出すためには、製造工程における計測と管理が必要である。鋳物工場では各種の計測が行われている。

図VI-70は、日本の自動車部品の鋳鉄鋳物工場の各工程における計測と管理の例を示すものである。

溶解工程では、材料の秤量、キュポラーの風量、風圧、排ガスの組成、出銑温度、化学組成の測定、造型工程では砂の温度、鋳型硬度、砂試験室では水分、通気度、砂強度、その他、また材料検査室では材料分析、顕微鏡組織、機械的強さなどの試験が行われている。

これらの計測のほかにも環境、公害関係の計測が実施されている。

表VI-44はこの工場で用いられている計測器の性能を示したものである。

図VI-70 鑄造工場における計測 (鑄鉄工場)

(鑄物便監、日本鑄物協会)

- 温度測定
 - 溶湯 (放射温度計) 1,200~1,600°C
 - 水 (電気抵抗式温度計) 0~100°C
 - 送風 (熱電温度計) 200~500°C
 - 排風 (") 100~900°C
 - 風量 (オリフィス) 250~450 m³/min
 - 風圧 (電圧ポジショナー) 500~1,300 mmH₂O
 - 水量
 - O₂, CO, CO₂, SO x, NOx
 - 非ガス中粉じん量
 - CE値 (CEメータ)
 - チェル (三角チェル) 4~8mm

- 重量測定
 - (リアディング・マグネット) 1.5t
 - (ホッパー・スケール) 100~700kg
 - (台秤機) 10~50kg
 - (ロード・セル) 5~2,000kg

- 寸法測定
 - (プロックゲージ, ベイトゲージ)
 - (ノギス, マイクロメーター)
 - (三次元測定器)
 - 硬度 (ブリネル硬度計) HB170~255
 - 空気圧 (空圧計) ~7kg/cm²

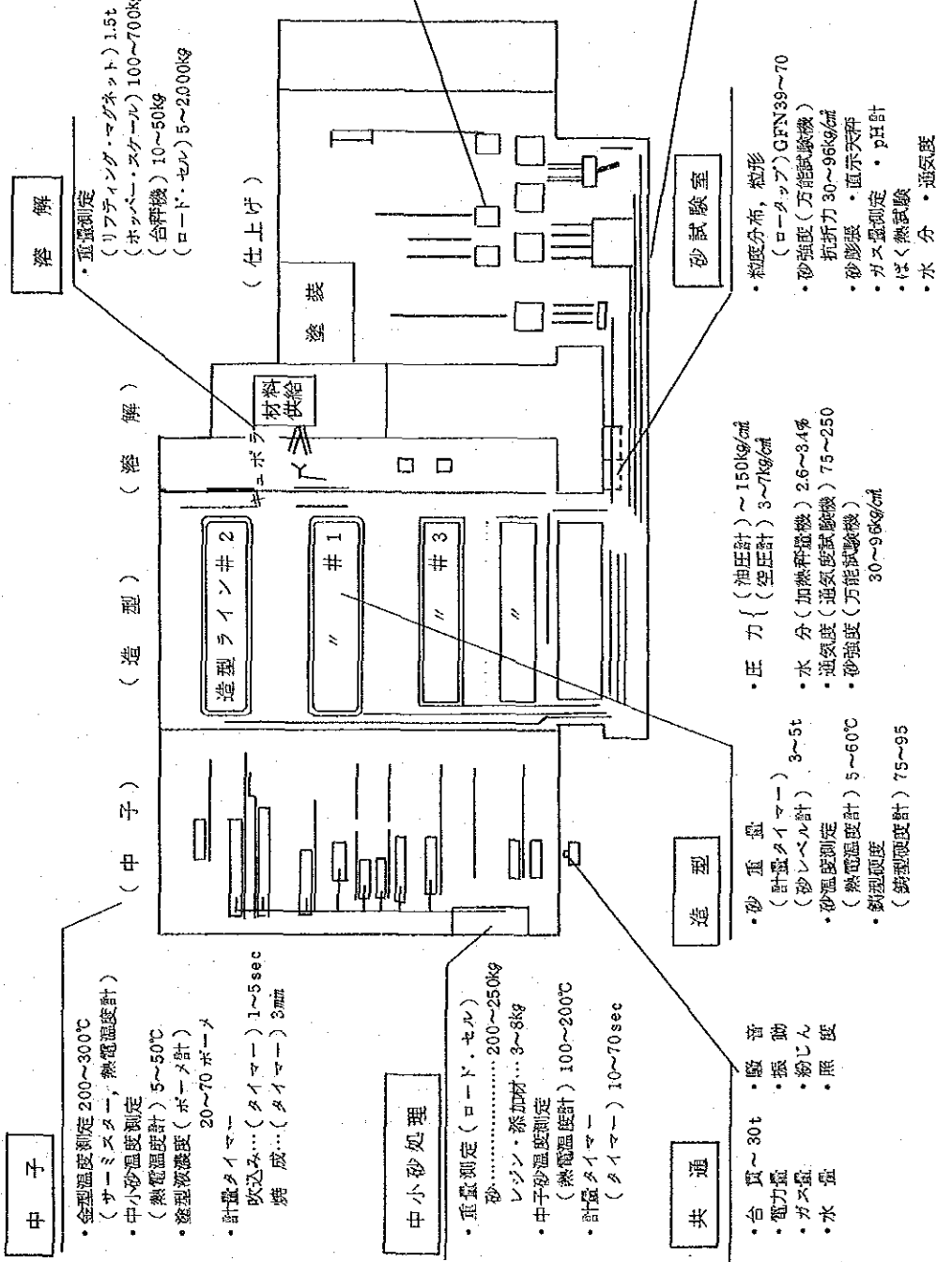
- 材料検査
 - 材料分析
 - 発光分光分析
 - 原子吸光分光分析
 - 化学分析
 - アムスラー試験機
 - 直示天秤
 - 走査型電子顕微鏡
 - X線回折装置
 - 硬度
 - ブリネル
 - ロックウェル
 - ビッカース

- 粒度分布, 粒形
 - (ロータップ) GFN39~70
 - 砂強度 (万能試験機) 抗折力 30~96kg/cm²
 - 砂膨脹
 - 直示天秤
 - ガス量測定
 - pH計
 - ばく熱試験
 - 水分
 - 通気度

- 圧力
 - (油圧計) ~150kg/cm²
 - (空圧計) 3~7kg/cm²
 - 水分 (加熱秤量機) 2.6~3.4%
 - 通気度 (通気度試験機) 75~250
 - 砂強度 (万能試験機) 30~96kg/cm²

- 砂重量
 - (計量タイマー) 3~5t
 - (砂レベル計)
 - 砂温度測定 (熱電温度計) 5~60°C
 - 鉄型硬度 (鑄型硬度計) 75~95

- 台貨 ~30t
- 電力量
- ガス量
- 水量
- 騒音
- 振動
- 粉じん
- 照度



中子

- 金型温度測定 200~300°C (サーミスタ, 熱電温度計)
- 中小砂温度測定 (熱電温度計) 5~50°C
- 鑄型液温度 (ボーマ計) 20~70 ボーマ
- 計量タイマー
 - 吹込み... (タイマー) 1~5 sec
 - 鑄成... (タイマー) 3 min

中小砂処理

- 重量測定 (ロード・セル)
 - 砂..... 200~250kg
 - レンジン・添加材... 3~8kg
- 中子砂温度測定 (熱電温度計) 100~200°C
- 計量タイマー (タイマー) 10~70 sec

共通

- 砂重量
- 鉄型硬度 (鑄型硬度計) 75~95
- 台貨 ~30t
- 電力量
- ガス量
- 水量
- 騒音
- 振動
- 粉じん
- 照度

表VI-44-1/3 鋳物工場で用いられている計測

工程	測定項目	計測器	計測の範囲	精度
溶解 (キル)	装入材料の重量	リフティング・マグネット	1.5 t	
		ホッパー・スケール	100 ~ 700kg	フル・スケールの 0.5%
		台秤	10 ~ 50kg	± 0.2kg
		ロード・セル	5 ~ 2,000kg	フル・スケールの 0.5%
	溶湯の温度	放射温度計	1,200 ~ 1,600°C	±10°C
		浸漬型温度計	0 ~ 1,600°C	± 1.5°C
	水の温度	電気抵抗式温度計	0 ~ 100°C	± 2°C (2級)
	送風の温度	熱電温度計	200 ~ 500°C	± 1.5°C
	排風の温度	熱電温度計	100 ~ 900°C	± 1.5°C
	送風の流量	オリフィス	250 ~ 450 m ³ /min	標準偏差の 2 倍
送風の風圧	ダイヤフラム風圧計	10 ~ 1,300 mmH ₂ O	± 0.5%	
炉頂ガスの組成	赤外線分析計	0 ~ 20%	± 0.2%	
炉内圧力損失	電子式 d/p 差圧伝送器	0 ~ 500 mmAq		
送風空気湿度	露点検出器			
溶湯成分	CEメータ		} C, Si, Mn ± 0.1%	
	カトバック (分光分析計)			
“	チル試験			± 0.5mm
溶解 (電気炉)	装入材料重量	トラック・スケール	1 ~ 20 t	10kg
	電力	電力計	~ 6,000kW	
	合金鉄・造滓材投入量	台秤	~ 150kg	1/10kg
造型	砂水分	連続砂水分測定器 (電気抵抗式水分計)	2.0 ~ 3.5%	± 0.1%
	砂温度	連続砂温度測定器 (熱電対)	5 ~ 110°C	± 2%
	砂成型性	モルゲリティ・テスター コンパクティティ CB (充てん率)	0 ~ 80%	± 1% ± 0.05%
	鋳型硬度	鋳型硬度計	0 ~ 100	± 1

表VI-44-2/3 鋳物工場で用いられている計測

工程	測定項目	計測器	計測の範囲	精度
注湯	鋳込み温度	オプティカル・ピロメータ	700 ~ 3,500°C	フル・スケールの±0.6% (2,000 °C以下) フル・スケールの±1.2% (2,000 °C以上)
		イメージジョン熱電対	700 ~ 3,500°C	± 3 °C
		放射温度計	600 ~ 1,600°C	±1.0 °C
	鋳込み重量	秤		
		光電管		
		ロード・セル		
検査	寸法	ノギス、マイクロメータ		1/10 (1/100)
		ダイヤル・ゲージ等		3/1,000
	欠陥	浸透探傷装置	0.05mm以上	欠陥寸法 5/100
		磁粉探傷装置	0.05mm以上	同 5/100
		X線透過装置	肉厚10~ 50mm	同 5/100
		γ線 ⁶⁰ Coの透過装置	38~200mm	
	組織	光学顕微鏡	~1,000 倍	分解能10 ⁻³ mm
		電子顕微鏡	~100,000 倍	同 10 ⁻⁷ mm
		走査型電子 ^μ (SEA)	~ 50,000 倍	1.5 ~ 2 × 10 ⁻⁵ mm
分析		けい光X線分析装置	0.1 ~ 100%	1/10~ 1/100
		X線マイクロアナライザ (EPMA)	0.1 ~ 100%	0.1 ~ 0.01%
		ガス分析装置	~ 1,000ppm	ppm
		イオン・マイクロアナライザ (IMA)		ppm
環境公害	PH	J I S 判定測定法による	0 ~ 14	±0.1pH
	COD, BOD, SS		0.1mg/ℓ 以上	2 ~ 4 %
	銅, 亜鉛, 鉄, その他	同	0.001 ~ 0.1mg/ℓ 以上	3 ~ 5 %
	シアン, 鉛, 6価クロム	同	同	2 ~ 5 %
	ひ素, 総水銀		同	2 ~ 5 %

表VI-44-3/3 鋳物工場で用いられている計測

工程	測定項目	計測器	計測の範囲	精度
環境公害	ばいじん, SO _x NO _x	J I S 判定測定法による	SO _x NO _x : 0 ~ 2,000ppm	± 2 dB(A)
	騒音、振動		ばいじん : 0.001mg/m ³ 以上	
	廃棄物 (水銀、カドミウム、6 価クロム、ひ素、シアン)		30~130dB(A)	
	粉じん		0.001mg/ℓ 以上	
材料試験	静的強さ	万能試験機他		± 1.0%以内
	ひずみ及び応力	抵抗線ひずみ計 他		± 0.5%以内
	硬 さ	ブリネル硬度計、 ロックウェル硬度計、 ショア硬度計		± 1.0%以内
	衝 撃	シャルピー試験機		± 1.0%以内
	疲 勞	回転曲げ、平面曲げ、 引張圧縮		± 5.0%以内
	クリープ	クリープ試験機		荷重精度 ± 1.0% 以内
	摩 耗	すべり摩耗、 ころがり摩耗		± 5%以内
	ぜい性破壊	Jic Kic COD 試験		

3-2 溶解における計測と管理

キュボラ操業の計測管理は、使用する原材料ごとの成分管理（化学組成の分析管理）、大きさの管理に始まって、材料配合と装入管理、送風量、送風温度、送風圧力、排ガスの温度とCO濃度の管理、そして出湯溶湯の温度と化学組成等に至るまで、全てを計測して総合的に組合せて解析し、管理することが必要である。このためには、これら個々の計測器および分析装置等の保守および取扱い技術の習得と総合的な技術レベルの向上が重要となって来る。

次に誘導電気炉の操業では、合理的な配湯計画によって稼動時間を合理化することで電力費を節減するほか、溶湯温度および溶湯化学組成の管理が重要である。

これら計測管理で得られた測定結果は、整理して記録し、集積すると共に事後に活用することがさらに大切である。このためにも近代化された設備を保有するだけでは不十分で、担当者間の連携と、技術者の育成がなくてはじめて真の近代化へ到達することができる。

3-2-1 キュボラ操業に必要な計測と管理

キュボラの溶解操業は複雑な現象と工程を総合したものであり、また計測器や機械による測定や自動化は困難な部分も多く残されており、結果的に技術の習得が重要となってくる。

しかし、キュボラは地金と共に燃料を装入し、燃料の燃焼熱で固体（地金）を液体（溶湯）にする単純な炉であると考え、入側である装入物（地金、コークスその他）の管理と送風の管理が最も大きな意義を持って来る。すなわち、

- 各種地金類の個々の化学組成とその変動巾を正確に把握すること。（成分分析の技術レベル）
- 各種地金ごとの化学組成に基づいた正確な装入材料の配合計算
- 配合計算に基づいた確実な地金類その他の計量と装入管理
- 適正なコークス比に基づいたコークスの計量と装入
- コークスを一定速度で燃焼させるため、炉況が変動しても必ず一定量の送風を行なう定量送風
- 送風湿度（熱風）の一定化

など、炉内へ挿入される物質の全てを一定化させることが、出側である溶湯の温度と化学組成などを一定させる基本となる。このためにも地金や溶湯の化学組成を正確に求め

られる分析装置、地金計量器、送風の流量・湿度・圧力などの計測とその管理技術は重要な意味を持っている。

しかし、キュポラ炉内は空洞の中に、固体、液体、気体が存在し、これら三相間の熱移動と、固体であるコークスは燃焼して消失すること、装入地金や添加物（Fe-Si、Fe-Mnなど）はそれぞれ熔融点が異なること、装入物の形状を揃えると云っても形状の変化中が大きい（とくに返り材および廢鋼）こと、加えて操業の時間経過とともに炉壁レンガが損耗して炉内の形状が変化するなど、溶湯の温度や溶湯の化学組成に与える変動因子は数多く予想され、複雑である。加えて炉内の状況を直接測定可能な方法は、未だ実用化されていないのが現状である。

このため、操業中の炉況の判断は、炉外から測定が可能な計測を可能な限り行ない、これらの測定値を組み合わせることによって炉内の状況を推測し、対策を実施することになる。各種測定値から、どのようにして炉内の状況を判断するかについて、測定項目毎に述べる。

(1) 出湯温度の測定

操業中に出湯温度が低下する最も多い原因の一つにコークベットの低下が考えられる。また送風量と送風温度、地金やコークスの形状と配合比率の変動によっても起こり得る。なおコークベッドの低下は、風箱圧力の低下や炉頂CO濃度の低下としても現れるのでこれらを総合して判断することになる。

この場合の根本的な対策は、追加コークスを装入することであるが、追加されたコークスが炉内を降下し、コークベットまで到達するまでには、30分前後の遅れが生ずる。このためコークスを追加するか否かの判断は慎重に思考しないと過剰装入の恐れが発生する。しかし幸なことに同じ操業条件であれば、毎回ほぼ同じ経過時刻に出湯温度の変化が現れることが多いため、必ず過去の操業記録を入念に整備して参考にすると、判断のあやまりを減少させることができる。

また、コークス粒度が小さくなったときは出湯温度が低下しやすいこと、操業当初から引続いて出湯温度が上がらない場合には、ベッド用コークスの粒度が前回と異なっていたかまたは品質が異なった場合が多いので注意が必要である。いずれの場合も大巾なコークスの追加が必要であるばかりでなく、風箱風圧や炉頂CO濃度も異状値を示すことが多い。

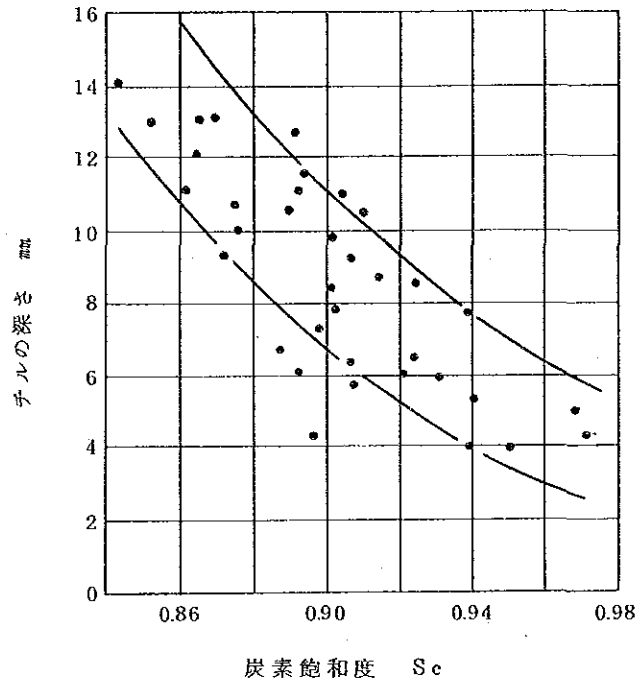
また、出湯温度の瞬間的な変動に対して、送風量を変化させたり、熱風温度を変更

することも有効ではあるが、この方法は溶湯の酸化や溶湯の化学組成を変動させることが多く、また以後の操業を不安定にすることも考えるとできれば送風量や送風予熱温度の変更はしない方がよい。

(2) 溶湯成分の分析

溶湯の性状を溶解現場で迅速簡単に判定する方法の一つとしてチル（白鑄鉄化）試験法が、昔から用いられて来た。しかしこの方法は、図VI-71に示すようにチル巾と化学組成（炭素飽和度 S_c 、 $S_c = C\% / (4.23 - Si\% / 3.2)$ の間には変動があり過ぎるため、高品質溶湯の判定には不適當である。これに代るものとして1961年頃から熱分析法（CEメーター）の開発が進められ、今日では広く用いられるようになったが、この方法C、Si、P以外の元素の化学組成が安定していることが条件となるなど、高品質溶湯の管理には不充足である。

このためにも、発光分光分析装置（カントバック）を設置して溶湯を一定間隔で採取し、試料を気送管で分析室へ送って直ちに分析し、化学組成を溶解現場に遠隔表示して、組成管理が可能なシステムの確立が必要である。これによって始めて完全な溶湯成分の変動が確認され、キューポラ操業によって刻々変動する溶湯の化学組成をもとにした地金の種類や、その配合変更を行なうことが出来るようになる。加えて不足する成分の適切な炉前添加や、球状黒鉛鑄鉄製造時における脱硫球状化処理材の適切な使用が可能となる。



図VI-71 炭素飽和度とチル深さとの関係

(加山：鑄鉄鑄物教本、共立出版、1966;38)

また、SiやMnの減耗率の把握から炉頂添加剤と、炉前添加剤の合理的な配分による鑄鉄組織の改善とその歩留まりの向上および溶湯の成分管理が容易に行えるようになる。

(3) 送風量の測定

キューポラ送風量の測定は通常オリフィス（綴り機構）型流量計が用いられる。送風量は炉内圧力（風箱風圧）の変動によって刻々変化するが、これを手動で細かく調節することは困難である。このため大型キューポラでは必ず風量自動制御装置を設置して、送風量の変動に起因する炉況の変動を防止する。キューポラ操業の基本は、地金やコークス比およびこれら原材料の状況が決定されると、これらの条件下で、出湯温度が最高になるよう、送風量を定めて、一定量で送風することである。この適正送風量はコークス品質や使用量（コークス比）などによって変化するため、実績を積み重ねながら適正值を見出さなければならない。このためにもキューポラ操業記録を整備し、利用することがぜひとも必要である。

図VI-72は参考のために球状黒鉛鑄鉄溶製のための実験記録記入様式を示した。

現場鑄造廠の溶解において、計測管理の目的をよく検討して、必要な各種計測値を

記入する溶解記録表を作成しなければならない。

図VI-72 溶解記録

		溶解No		溶解日		年月日						
		X	R			目的						
⑨ 送風量 (Nm ³) ⑬ 送風酸素濃度 (%)	⑤ 送風絶対湿度 (g/Nm ³)	30	1620									
		25	1600									
		20	1580									
		15	1560									
		10	1540									
	⑥ 送風温度 (°C) (冷風×1.2)	40	1520									
		35	1500									
		30	1480									
		25	1460									
		20	1440									
⑩ 除湿器温度 (°C) (1.2 入出口)	⑦ 炉壁温度 (°C)	1100	800									
		1000	700									
		900	600									
		800	500									
		700	400									
	⑧ CO ₂ 含有量 (%) 1.2 炉頂内	16	300									
		12	200									
		8	100									
		4	0									
		0	0									
経過時間		分		0	30	60	90	120	150	180		
時刻		時分										
試料採取時期・回数												
出湯	成分	C	%									
		Si	%									
		Mn	%									
		P	%									
		S	%									
			%									
種・球状化処理												
引張強さ		kg/mm ²										
耐力		"										
伸び		%										
かたさ		HB										
スラグ中のFeo		%										
装入地金組成		規格	C%	Si%	Mn%	P%	S%	%	%	(特記事項)		
銑鉄												
鋼材												
戻り銑												
天候												
気温		°C										
湿度		%										
キヨボラ												
羽口比												
羽口数		コ										
地金配合		配合比率										
銑鉄		%										
鋼材		%										
戻り銑		%										
石灰石		%										
コークス粒度		mm										
込コークス比		% (ドライベース)										
ベッド高さ		mm (羽口上)										
送風量		/分 (自動補正)										
1山装入量		kg (地金ベース)										
掛数		山										
目標溶湯												
装入地金の平均組		C	Si	Mn	P	S						
A												
B												
点火用ガス量		m ³										
全上時間		0 1 ~ 0 1										
点火完了時間		0 1 ~ 0 1										
点火用		kg										
ベッド調整		kg										
小計		kg										
追込用		kg (水分 %)										
合計		kg										
空吹開始		時分										
" 終了		時分										
装入開始		時分										
送月開始		④ 時分										
初湯		時分										
装入終了		時分										
送風停止		⑤ 時分										
溶解時間		④-⑤ 分間										
銑鉄		kg										
鋼材		kg										
戻り銑		kg										
コークス		kg										
全出湯量		kg										
(初湯量)		(kg)										
全スラグ量		kg										
溶解歩留まり		%										
全出湯速度		t/h 出湯量/溶解時間										
定期溶解速度		t/h 装入間隔より										

(4) 送風温度の測定

送風温度は、直接炉況や出湯温度、溶湯の化学組成に影響を与えるため一定温度で送風することが望まれる。ただ排熱回収型熱風キューボラでは、操業当初は排熱の温度が低いため、送風温度は時間の経過と共に上昇し、安定する。この操業初期の熱風温度の上昇変化は、ベッドコークスによって大きく影響されるので、過去の溶解記録を参考にしながら対処することが最良の方法である。

なお熱風発生装置を長期間使用すると、設置当初ほどの高温の熱風が得られなくなることが発生する。この場合は熱交換器内面に粉塵の付着によることが多いため休日に掃除することになる。このためにも送風温度の記録とその管理が必要である。

(5) 風圧の測定

キューボラを正常に操業するための一つとして、送風圧力の測定が必要である。風圧は通常風箱で測定されるが、これは送風の炉内装入材による通風抵抗を示し、送風量が一定であれば棚吊りや羽口のスラグ塞りなどで異状に変化する。また、コークベッドの低下によっても変化するため、常に風圧を監視することによって、異状の原因発見と迅速な対応が可能となる。

(6) 炉内部排出ガスのCO濃度の測定

排ガス中のCO濃度が低下する原因として、コークベッドの低下、予熱帯下部や溶解帯での棚吊り、羽口詰まりなどによるコークスの異状燃焼が考えられる。

なおCO濃度は通常赤外線式連続分析計が用いられる。この分析計は、排ガス少量を常時吸引して流すことによって連続的に分析され、CO濃度が記録される。

この分析計の保守管理で重要なことは、操業中はたえず粉塵を含んだ排ガスを吸引していることから、吸引導管とダストフィルターが詰り易いことであり、分析中は常に異状の有無を監視し対策を実行することが必要である。

排ガス中のCO濃度の変化は、キューボラに続く排ガスの再燃焼炉の燃焼に大きな影響を与えるため、大きな変動を起こさないよう、コークス品質や粒度、追込コークス比および確実な材料装入などの管理が望まれる。

(7) 炉内排出ガス温度の測定

キューボラ本体排ガスの温度は、再燃焼炉の燃焼持続に大きな影響を与える。しかし操業が順調であれば500℃前後で比較的安定することが多い。

またこのガス温度は、操業初期の立上り時の変化と、操業終了時刻（送風停止時

刻) の決定に用いられる。

キューボラでは材料装入を停止すると、炉内装入物のレベルは次第に低下し、炉内は空洞になって来る。そして炉内は装入物が減少するにつれて、装入物の予熱に要する熱量が減少するため、排ガス温度は次第に上昇して来る。熱風キューボラは炉内に金属製のコーンが組込まれており、その耐熱性との関係から排ガスを 700℃程度になった時点(通常装入終了から15分程度におこる)で、炉内に一部の地金を残したままで送風終了とすることが必要である。

(8) 炉壁温度の測定

炉内の内張レンガは、操業中は時間の経過と共に浸食される。とくに炉最高温度帯(羽口から上部 500mm程度の間)は、激しく浸食され、炉壁が薄くなって来る。このため炉外壁の温度は時間の経過と共に上昇するため、外壁の温度を測定することによって浸食量を推測することができる。したがって送風開始約 3 時間経過してからは、15~20分間隔で最高温度帯部分の外壁を全周にわたり表面温度計を用いて測定する。

炉壁温度が約 400℃以上に達した場合は、鉄皮の強度保護のため水冷を行なうことが必要である。

(9) 装入レベルと装入回数の測定

装入レベルを一定に保つことは、キューボラ安定操業の基本である。装入レベルの測定は材料装入者が毎回レベル測定器を操縦して行なう。装入レベルが一定しにいと、再燃焼での排ガスが燃焼不良(失火)を起こしたり、熱交換器での熱風の発生温度に異状を生じて高温の溶湯が得られなくなるので注意が必要である。

次に装入時間間隔の管理は棚吊りなど異状現象の発見を容易にする。また装入回数の管理は異種材料への切替管理および装入終了時刻の予測、溶解量の把握に無くてはならない測定項目である。

3-2-2 低周波誘導電気炉溶解の計測と管理

低周波誘導電気炉は、とくに高温が必要な合金鋳鉄および球状黒鉛鋳鉄の溶湯を最初にキュボラによって溶解し、これをさらに昇温するために用いる。低周波誘導電気炉の計測管理は、省エネルギーを計るための電力管理、溶湯温度の管理、および溶湯の成分管理に大別することができる。

(1) 電力管理

溶湯単位重量当りの消費電力を少なくするためには、キュボラで可能な限り高温の溶湯を得て、電力による昇温を少なくすること、および同一材料の鋳造品を可能な限り集約して、材質ごとの必要溶湯をまとめることが基本となる。これは配湯の時間待ちを少なくすることによってこの間の消費電力の損失を防ぐばかりでなく、限界能力で操業することによって、単位重量当りの電力消費量を節減する効果がある。このためにも造型部員との事前打合わせによる配湯計画の綿密な作成が基本となる。

(2) 溶湯温度の測定

溶湯の温度は必要以上に昇温しないよう、正確な温度を測定して出湯するよう心掛けることが大切である。

なお過度の昇温は、溶湯の品質を悪化させるばかりでなく、炉体レンガ等の寿命を短くすることにもなるので注意が必要である。

(3) 溶湯の成分管理

キュボラから得られた溶湯は、その化学組成をキュボラ担当者から入手し、合金鋳鉄や球状黒鉛鋳鉄の目標組成と比較して不足分を合金鉄その他の添加剤によって、昇温中または排湯時に添加する。配湯直前に分析用試料を採取して分析を行ない、注湯成分を確認するとともに鋳造品の品質保証にも活用する。このためにも高精度で迅速な分析が多元素同時にできる発光分光分析装置（カントバック）の設置とそれを使う高度の分析技術の習得が、高品質溶湯を得るための必須の条件となる。

3-2-3 溶湯の品質管理

(1) 出湯温度の計測法

溶湯温度は鑄込み時の溶湯の流動性、製品の性質、鑄造欠陥の発生などに大きく影響する。また出湯温度によりキュボラの炉況を推定することも可能であり、出湯温度を測定管理することは品質管理上重要である。

溶湯の温度測定には光高温計、浸漬熱電対温度計、輻射温度計等が使用されるが、一般的には光温度計、浸漬熱電対温度計が多い。

1) 光高温計

現場的に迅速に高温の溶湯を測定するのに使用される。

浸漬熱電対温度計にくらべ精度は劣るが測定作業性がすぐれている。

読取温度が実際の温度より低く出るので、必ず浸漬型熱電対温度計を併用し補正値を常に確認しておかなければならない。

2) 浸漬熱電対温度計

光高度計にくらべて、精度が高く、連続測定が可能である。この装置は常時、保護管、熱電対、回路の絶縁、抵抗値、基準接点の温度補備等を点検し、誤差のないように注意しなければならない。

(2) 溶湯成分の確認法

溶湯が規定の化学成分、機械的性質を満足しているかどうかを注湯前に検査するためには、迅速な炉前試験が必要である。チル試験、CEメーター（炭素当量計、Carbon Equivalent Meter）によるCE分析が採用されている。また化学分析は分析時間が長くなり、現場的でないので日本では発光分光分析装置（カントバック）がよく使用されている。チル試験はすでに、クサビ型試験片で実施されているのでここではCEメーターおよび発光分光分析装置について述べる。

1) CEメーター（炭素当量計、Carbon Equivalent Meter）

CEメーターは鑄鉄の凝固開始温度（初晶温度）と凝固終了点（共晶凝固温度）を利用して溶湯のCE値およびC、Siの分析値を推定するものである。

最近では冷却曲線をコンピューターにより解析することにより黒鉛球状化率まで推定できる機能をもったものも開発されている。

CE値は鑄鉄の性質、例えば抗張力、剪断強度、ブリネル硬度、およびチル深さ、湯流れ性、ひけ性などの鑄造性と関係するため、品質管理上重要な因子としてあつ

かわれている。図VI-73にCEメーターを示す。

2) 発光分光分析装置 (カントバック)

溶湯が規定の化学成分を満足しているかどうか注湯前に検査するためには、迅速な炉前分析が必要である。図VI-74に発光分析装置の一例を示す。

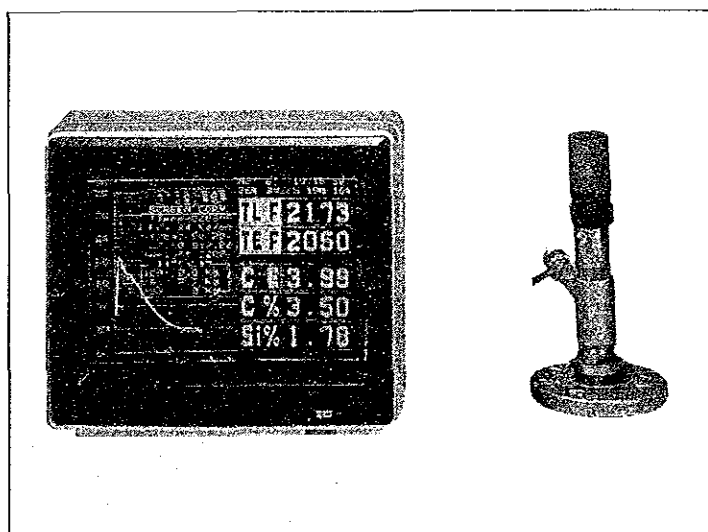
分光分析の原理は試料と対電極間で火花放電を行い必要な元素スペクトル線の強度を測定し試料中の各元素の量を知るものである。

分析は各種元素可能であるが、同時分析するための検出器の数により制限される。

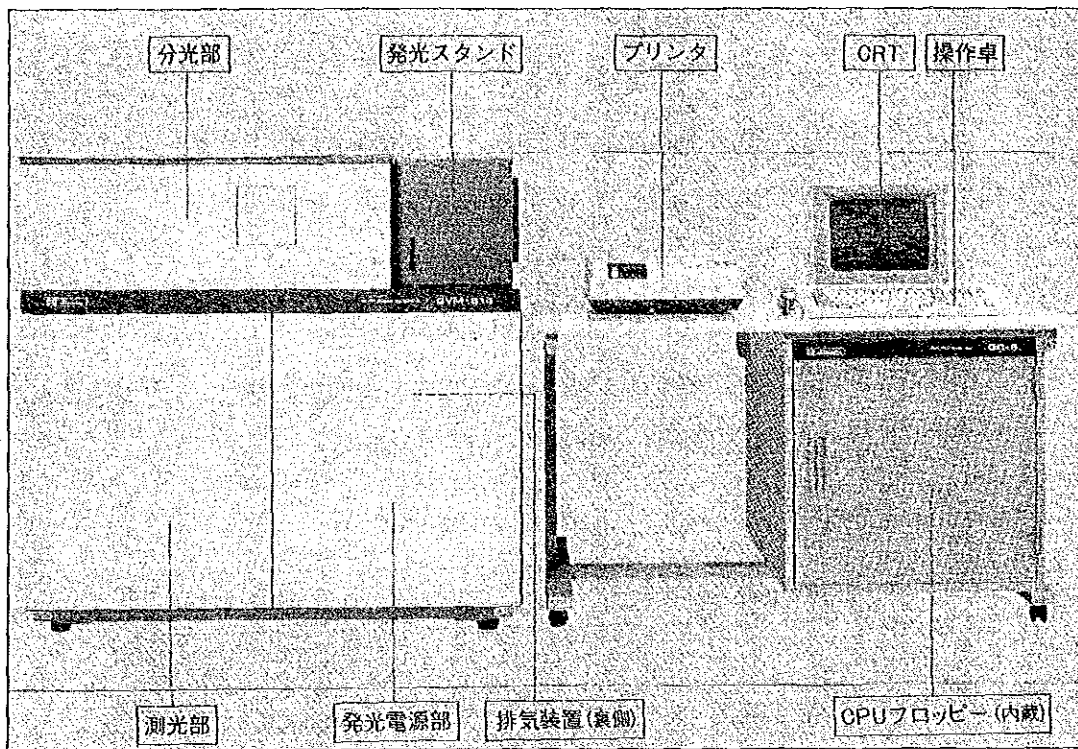
通常の機器での分析元素と分析範囲を表VI-45に示す。

分析元素	分析範囲 (%)	分析元素	分析範囲 (%)
C	0.005 ~ 4	Ti	0.001 ~ 1
Si	0.005 ~ 4	V	0.005 ~ 3
Mn	0.005 ~ 13	Al	0.001 ~ 1
P	0.005 ~ 0.5	W	0.01 ~ 25
S	0.003 ~ 0.5	Co	0.005 ~ 20
Cu	0.001 ~ 1	Nb	0.005 ~ 2
Ni	0.001 ~ 30	Sn	0.005 ~ 0.2
Cr	0.001 ~ 30	B	0.0005 ~ 0.1
Mo	0.005 ~ 5	Mg	0.0001 ~ 0.2

表VI-45 カントバックによる分析元素と分析範囲



図VI-73 CEメーター



図VI-74 発光分光分析装置 (カントバック)

3-3 造型砂試験方法

(1) 水分試験法

感量0.1 gの天秤にて試料50 gを秤量し、これを105±5℃に乾燥し、恒量になった後デシケーター中にて室温まで冷却し、再び秤量してその減量より遊離水分を次式で求める。

$$\text{遊離水分} [\%] = \frac{\text{減量} [\text{g}]}{\text{原量} [\text{g}]} \times 100$$

(2) 粘土分試験法

試料砂を105±5℃で恒量になるまで乾燥した後、デシケーター中にて室温まで放冷する。この乾燥試料砂を感量0.1 gの天秤にて50 g秤り取りこれを試料とする。次にこれを分散させた後、その粘土分を分離し、分離後の残りの砂を乾燥し、その重量を秤量して粘土分を次式で求める。

$$\text{粘土分} [\%] = \frac{\text{試料} [\text{g}] - \text{分離後の残りの砂} [\text{g}]}{\text{試料} [\text{g}]} \times 100$$

1) 分散法

a) 回転水洗機を用いる方法

試料を所定の容器に入れ、水475ml 3%NaOH水溶液25mlを添加し、容器を62~72rpmで回転させる。

b) 煮沸による方法

試料に水300ml、3%NaOH水溶液2.5 mlを加え、30分煮沸する。

2) 分離法

サイホンによる方法

分離処理の終了した試料を2000mlのビーカーに移し、よく覚拌した後10分静置し、サイホンにより底面から25mmになるまで上水を流出させる。再び水を15cmまで加えよく覚拌した後10分静置し上記と同様にして上水を放出する。第3回以降は静置時間を5分として上水を放出し、放出水が清澄になるまで繰り返す。

次に残った砂を105±5℃で恒量になるまで乾燥し、放冷後秤量する。

(3) 粒度試験方法

粒度分を分離した乾燥砂(第2項の試験から得る)の全量をロータップふるい機の最上部に移し、蓋をした後15分間振動する。各ふるい面上の砂粒の重量を感量0.1 g

の天秤にて秤量し次式により求める。

$$\text{粒度 (\%)} = \frac{\text{ふるい面上の砂の重量 [g]}}{\text{試料 [g]}} \times 100$$

試料 [g] は、粘土分と砂粒の合計の意味で、一般的には、50gである。

表VI-46 JIS及びAFSの各メッシュに対する粒度係数

メッシュ	14	20	28	35	48	70	100	145	200	280	PAN
JIS	16	22	32	45	63	89	126	178	253	357	620
AFS	10	10	20	30	40	50	70	100	140	200	300

粒度指数を求めるときは、表VI-46に示す粒度係数を用いて、次式により求める。

$$\text{粒度指数} = \frac{\sum (W_n \times S_n)}{\sum W_n}$$

W_n : 各ふるい面上の砂粒の重量 [g]

S_n : 表VI-46、に示す粒度係数

(4) 通気度試験方法

鑄型砂を台を挿入した焼入れ鋼製の試験筒（内径 $\phi 50 \pm 0.1$ mm，高さ110~150mm）に入れ、試験片つき固め機により3回つき固めて、 50 ± 1 mmの試験片を作製する。これを試験筒に挿入したまま通気度試験器に取り付け、空気2000mlが試験片を通過排出するとき、その試験片上に挿入される空気と、試験片を通過排出される空気との間に起る空気の圧が一定したとき、（一般に1000mlの空気が通過排出したとき）の値及び2000mlの空気の排出所要時間とを測定し、次式により求める。

$$\text{通気度} = \frac{V \times h}{P \times A \times t} \quad t : 2000\text{mlの空気の排出所要時間 [分]}$$

V : 通過する空気の量 [ml]（一般に2000ml）

h : 試験片の高さ [cm]（一般に 5.0 ± 0.1 cm）

P : 空気圧 [cm H₂O] A : 試験片の断面積 [cm²]

(5) 表面安定度試験法

試験片つき固め試験片により、3回つき固めて作製した $\phi 50 \times 50$ mmの標準試験片を6メッシュのふるいと受皿を重ねたふるい上にのせ、全体をロータップふるい機にかけ1分間振動する。

ふるい面上に残った試験片の重量をもとの試験片重量で割って100を乗じた値が表

面安定度である。

$$\text{表面安定度} [\%] = \frac{\text{ふるい面上に残った試験片重量} [g]}{\text{もとの試験片重量} [g]} \times 100$$

(6) コンパクトビリティー試験法

鑄型砂を6メッシュのふるいを通して高さ100mmの試験筒に入れ、(上面が試験筒高さと同じになるよう定木等でならす)

つき固め試験機で3回つき固める。このつき固めによって沈んだ深さを元の砂の高さ(100mm)で割って、パーセントで表す。

(7) 強熱減量試験法

微粉碎した後に乾燥した試料1gを容量20~30mlの白金るつぽに採取し、ゆるく蓋をしてから始めの約5分間は低温で加熱し、次に徐々に温度を高め、900~1000℃で約30分強熱して、冷却後秤量する。さらに同一温度で約15分ずつ反復強熱して恒量となった後次式により求める。

$$\text{強熱減量} [\%] = \frac{\text{減量} [g]}{\text{試料} [g]} \times 100$$

(8) 活性ベントナイト量試験法

鑄型砂を乾燥機で熱風により3分間、冷風により2分間乾燥し、5gを秤量して、300mlのビーカーに入れ蒸留水50mlを加える。これを石綿付き金網を敷いた電熱器上で10分間煮沸する。溶液の飛散を防止するために時計皿の蓋をしておく、煮沸後、蒸留水でビーカーの内壁、時計皿等についた付着物を、先端にゴムをかぶせたガラス棒でこすり落とす。

ビーカーを冷水浴中で室温まで冷却したら、0.5N硫酸2mlを添加して攪拌装置で30秒間攪拌する。

次にメチレン青液の点滴に移る。メチレンは青試薬は、特級のメチレン青3.75gを蒸留水1000mlに溶かしたものを用いる。このメチレン青液の点滴は、最初に消費予定量の3分の2程度をビーカーに添加して2~3分間攪拌する。

この溶液に短冊型に切った濾紙(ろし)を浸すか、ガラス棒によりこの溶液を濾紙上に滴化してその境界線を観察する。

メチレン青の添加が飽和していれば、境界線より外側に鮮青色のハローが生ずるが、飽和していなければ黒青色の汚れ状のものが付着するだけである。

以降飽和に達するまで、メチレン青液を1 mlずつ添加を続け、ハローの幅が2 mm程度に達した点をもって終了点とする。この時点のメチレン青消費量により活性ペントナイト量を求める活性ペントナイト量の定量は、事前に作成した検量線による。

1) メチレン青試薬の作り方

メチレン青 (3.75 g) + 蒸留水 (1000ml)

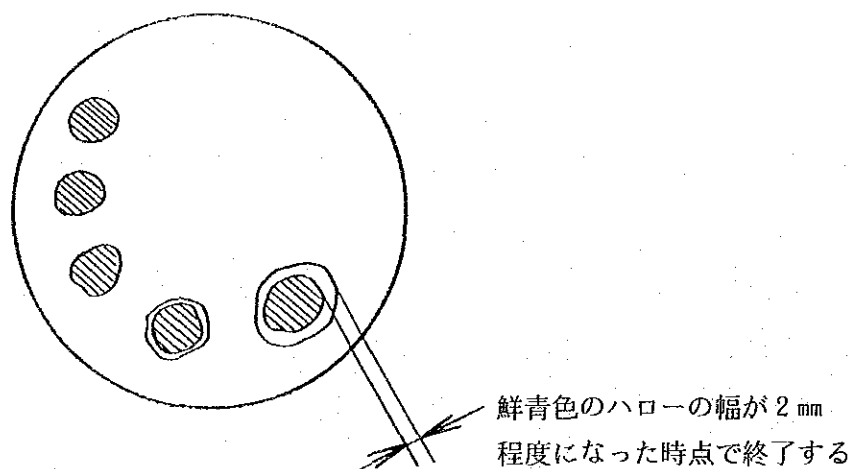
2) 0.5 N 硫酸

水 + 硫酸 (14ml) → 1000ml

3) 検量線の作成方法

- 1) 使用ペントナイトを0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 grをそれぞれ秤量する。
- 2) 300ml ビーカーにペントナイトを入れ蒸留水を50ml加え、10分間煮沸する。
- 3) 冷却後0.5 N硫酸を2 ml添加し、約30秒間攪拌する。
- 4) メチレン青液を点滴して、ハロー幅2 mmを終点とする。
- 5) この手順で0.2, 0.3, 0.4, 0.5 grについて順次行なう。
- 6) 各ペントナイト量に於いてハロー幅が2 mm程度になったときのメチレン青消費量の点を結ぶ。

濾紙上に滴定したハローの変化する状況を図VI-75、に示す。



図VI-75 濾紙上に滴定したハローの変化

3-4 試験・検査の近代化

品質管理および品質保証体制における試験検査の役割と機能は基本となるもので工場近代化に当っては製品の品質管理、製品の品質保証活動に適した試験・検査の方法、技術および評価基準を導入し実施することである。検査員の技量、技術知識、経験などの相違により、検査方法が違ったり、検査員の主観的判断によって検査の内容が異ならないように、試験条件（方法・計測器）、検査手順、判定方法など具体的にした検査基準を整備し検査を実施することである。以下に日常の検査の中に特に改善すべき点を述べる。

3-4-1 寸法検査方法の改善

鋳造品は形状的に複雑なものが多く、その寸法は模型の誤差、造型工程における寸法の誤差、注湯時の中子の移動、鋳物の冷却過程における変形、熱処理工程における変形等と製造上のあらゆる原因によりばらつきを生じる。従って寸法検査は通常全部品について実施されるものである。但し、量産品の場合はその部品の品質レベル抜取検査が採用される場合が多い。検査工程における寸法検査の工数は大きく、寸法検査の省略は強く望まれるものである。

寸法検査の効率化と精度の向上のための鋳造方案設計時に寸法検査のための基準座を鋳造品にあらかじめ付加して鋳造する基準座方式の寸法検査方法の採用を提案する。この基準座方式は、製品の形状によっては定盤での罫書を省略することができ、検査効率を著しく向上させる。

又、この基準座により、検査工程前にも作業者が簡単に寸法をチェックできる利点があり品質管理上にも役立つものである。

基準座の設置については、製品の機能上、問題のない位置を選定し鋳造方案設計時にあらかじめ客先の承認を得ることが必要である。

基準座方式の例を図VI-76に示す。

3-4-2 非破壊検査の充実

鋳造品の一般の非破壊検査には、次に示す方法がある。

- 放射線透過検査
- 超音波探傷検査
- 磁粉探傷検査
- 浸透探傷検査（けい光浸透探傷試験、染色浸透試験）

これらの検査は客先要求仕様により実施されなければならないが、製造者自身の品質管理、品質保証の活動の中においても品質確認のため実施されなければならない。

初品検査、初期流動品、あるいは工程中で品質上の不具合、異常が認められたとき、および、技術的に鑄造方案上鑄造欠陥がしやすい個所についてはそれぞれの条件に最適な非破壊検査を選択し実施されなければならない。特に溶接補修を行なった個所は染色浸透検査あるいは磁気探傷検査を行い。割れ等の有害な欠陥がないことを確認されなければならない。又、外観検査において判定のための補助検査としての非破壊検査を有効に活用する必要がある。

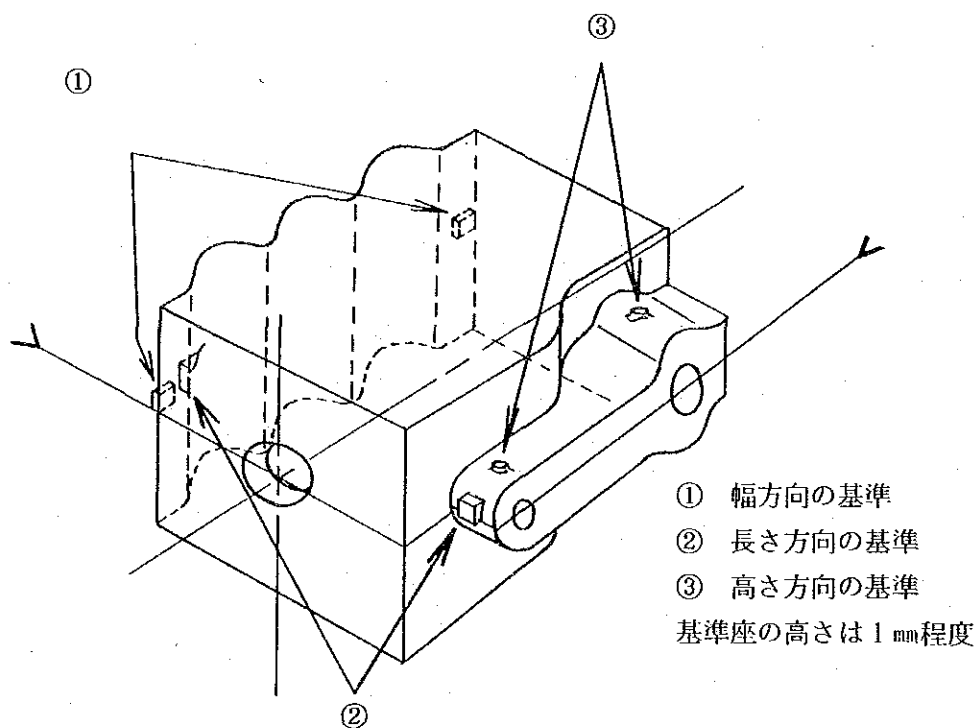
3-4-3 外観検査の充実

外観検査は検査員の肉眼によって鑄肌の表面粗度、表面欠陥を判定するもので、人間の感覚を用いる官能検査のため、品質にバラツキが生じやすい。このため鑄肌のできばえや表面欠陥の品質の表し方には、図や写真による表現が用いられる。種々の表面欠陥を5～6級に区分し標準写真を利用することである。

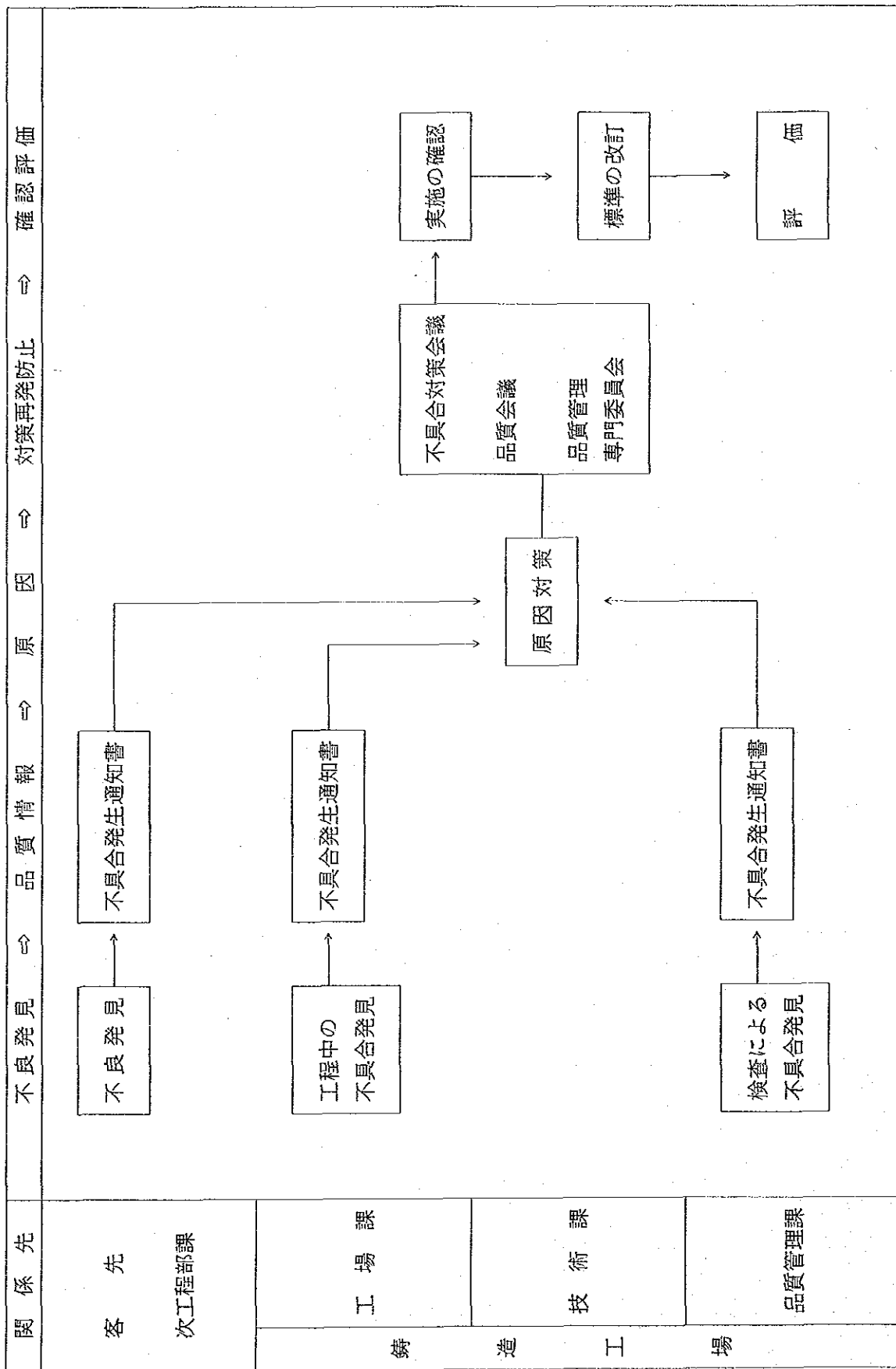
又、検査員の教育訓練を行い。一定の検査水準を維持することが重要である。

3-4-4 客先納入後の品質確認

現在沈陽鑄造廠の客先であるブローア一廠、その他の機械工場には沈陽鑄造廠の専任検査員が駐在して、納入品の機械加工中の品質問題を処理している。品質問題の状況によっては技術員が派遣され、それらの問題を処理している。しかしながらそれらの問題処理が次回の工事に確実に生かされるシステムとなっていない。今後納入後の品質を向上させるための有効なフィードバックシステムを確立する必要がある。そのためには不具合の発見したときには必ず不具合処理票を発行し、不具合の原因、対策についての検討結果は記録として残す必要がある。不具合処理系統図を図VI-77、不具合処理票の例を図VI-78に示す。



図VI-76 基準座の設置例



図VI-77 不具合処理系統

図VI-78 不具合処理票の例

()

配布先																					
鋳管	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>鋳造品フィードバック速報</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>No. _____</p> <p>発行日 _____</p> <p>品質管理部鋳造グループ</p> </div> </div>																				
鋳1																					
鋳2																					
鋳技																					
工番		材質		M承認	SM承認	G L	担当														
控	形式又は 工事名称	CH, No.																			
計	品名	個数																			
<p>状況・略図</p>																					
<p>処置</p>					<p>検討事項</p>																
<p>原因及び対策</p>																					
								<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">対策部門</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; height: 40px;"></td> <td style="width: 50%; height: 40px;"></td> </tr> </table>		対策部門											
対策部門																					
<p>根拠経路</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">発行</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">O L</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">承認</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">対策検討</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">対策承認</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">発行元</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">担当者 発行</td> <td style="font-size: small;">検 討</td> <td style="font-size: small;">S M, M</td> <td style="font-size: small;">原因及び 対策記入</td> <td style="font-size: small;">原因、対策 記入、課M, SM</td> <td style="font-size: small;">関係先配布 ファイル整理</td> </tr> </table>										発行	O L	承認	対策検討	対策承認	発行元	担当者 発行	検 討	S M, M	原因及び 対策記入	原因、対策 記入、課M, SM	関係先配布 ファイル整理
発行	O L	承認	対策検討	対策承認	発行元																
担当者 発行	検 討	S M, M	原因及び 対策記入	原因、対策 記入、課M, SM	関係先配布 ファイル整理																

4. 環境改善と省エネルギー

4-1 溶解工程の環境改善と省エネルギー

溶解工程の環境改善の主力は、世界各国ともキュポラ排ガスの媒塵の除去に向けられており、この装置としては乾式濾過集塵方式（バグフィルター）が用いられるようになって来た。

また、低周波誘導電気炉や、球状黒鉛鑄鉄製造時の発生粉塵対策も、次第に進められてきた。

次にキュポラは熱風キュポラを採用することによって排熱を回収することが一般化しつつある。また低周波誘導電気炉の換業は出湯の待ち時間の縮少が省エネルギー化の基本であり、いずれにしても溶解工程では受配 計画の合理化が基本となる。以下に溶解工程の環境改善と省エネルギーの考え方について述べる。

4-1-1 環境改善および公害防止

(1) 溶解炉排出物の各国公害規制

産業公害を防止して、生活環境の汚染や住民の健康破壊を防ぐため、世界で最初に法律を制定したのは、英国である。（1833年水質汚濁防止法、1863年大気汚染法）

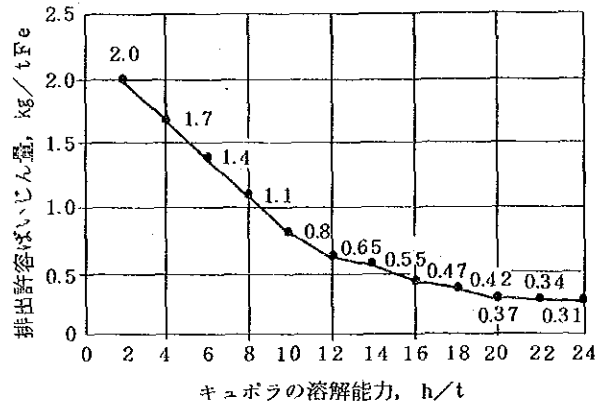
しかし、世界各国が共通して鑄鉄溶解炉の公害防止や環境管理に本格的に取り組むようになったのは、1960年代後半に入ってからのものであり、日本に於いても同じである。鑄鉄溶解炉の公害対策は、各国ともその主力をキュポラに置いており、いずれも排出媒塵（粉塵）についての規制が主力となっている。

図VI-79はフランスの排出許容値を、図VI-80は西ドイツの許容値を、また表VI-47はユーゴスラビアの許容値を表VI-48には日本の排出基準を示したが、日本の場合は、都道府県条令によってこの表よりもさらにきびしい規制が上のせされるようになっている。

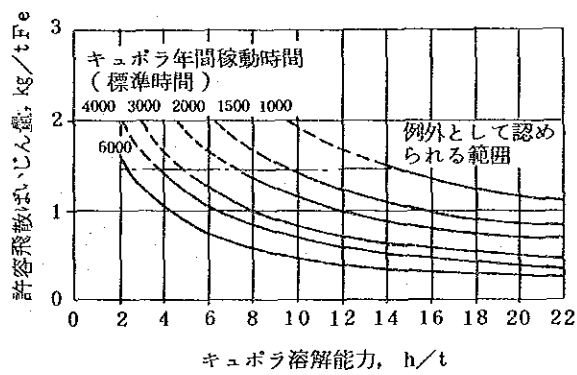
次に硫黄酸化物については、日本の鑄鉄溶解炉の場合、その排出量と着地濃度によって規制され、通常煙突の高さが地域によってきめられるほか、特定の地域に対しては硫黄酸化物の除去を求められることもある。

なお、窒素酸化物については日本のキュポラの場合では、排出量が少ないので通常公害規制の対象にはなっていないのが現状である。

また排水を伴う装置に対しては、日本の場合きびしい排水規制が行なわれるため、キュポラは通常排水を出さないように公害対策設備を採用することが多い。



図VI-79 新設キュボラの排出許容ばいじん量 (フランス)



図VI-80 キュボラ溶解にともなう飛散ばいじん許容量 (西ドイツ)

表VI-47 キュポラの許容排出ばいじん濃度（ユーゴスラビア）

キュポラの大きさ (送風量, N m ³ /h)	許容排出ばいじん濃度, mg/N m ³			
	既設キュポラの場合		新設キュポラの場合	
	10 μ以下 のばいじん *	全ばいじん**	10 μ以下 のばいじん	全 ばいじん
20000以下	500	800	300	600
20000~60000	400	600	200	400
60000以上	300	500	100	150

*10 μ以下のばいじん濃度の規制は1974年1月1日より実施

**全ばいじん濃度の規制は1965年1月制定

表VI-48 キュポラばいじん排出基準（昭和46年6月22日制定）

規制対象キュポラ		一般排出基準	特別排出基準
規制対象	区分		
羽口面断面積 0.5 m ² 以上のもの	排出ガス量 40000N m ³ /h 以上のもの	0.2 g/N m ³ 以下	0.1 g/N m ³ 以下
	排出ガス量 40000N m ³ /h 未満のもの	0.4 g/N m ³ 以下	0.2 g/N m ³ 以下

備考 1) 特別排出基準とは、施設集合地（表 120参照）において46.6.24 以降の

新設設備に対する排出基準（法第8条第3項，省令第7条第2項参照）

2) 上記排出基準について、直罰規定は2年後（48.6.28）まで、改善命令は

1年後（47.6.23）までは適用されない。（省令附則第3項参照）

3) 羽口面断面積0.5 m²のキュポラは概ね3.7t/h程度のキュポラに相当し、また排出ガス量40000N m³/hのキュポラは大体20t/h 前後のものに相当する。

3) このほか地方条令による上のせ基準が適用される場合もある。

(2) キュポラ排ガス中の含有物質と捕集装置

1) キュポラ排ガス中の含有物質の発生量と組成キュポラ媒塵量は、キュポラの形式、装入材料の種類、操業条件、操業時間帯によってかなり異なっており、正確には実測する必要がある。しかし従来から多くのデータが発表されており表VI-49は媒塵発生量および濃度を、表VI-50は媒塵の粒度分布を、表VI-51は媒塵の成分の1例を示した。

また表VI-52は排ガス成分の例を、表VI-53はコークス中硫黄分の分配率を示した。

これらから云えることは、大型熱風キュポラでは媒塵の発生量が相当多量であり、その粒度は異状に細かい粒子までが含まれている。このため各国の公害規制位置を達成させ、煙の色が見えない程度（水蒸気の白煙は除く）まで捕集除去するためには高効率の集塵装置が必要である。また排ガス成分はボイラ等他の燃焼炉と比較してSO₂が非常に低いことが特徴である。この原因は、コークス中の硫黄分は大部分が溶湯およびスラグち吸収され、加えて排ガス中のダスト（媒塵）にも含まれるため、高性能の集塵装置を通過後の排出ガス中の硫酸酸化物は少なくなる。なお排出ガス成分中の窒素酸化物も高温熱焼炉であるにもかかわらず異状に低いが、この原因はキュポラ炉内は一酸化炭素など還元性ガスが多く含まれるため、窒素酸化物の発生は少なくなることによっている。（ただし、高灰分コークスを用い、加えて低コークス比で操業すると窒素酸化物は若干増加するので注意が必要である。）

以上のことから硫酸酸化物の除去装置は、一般に特別の規制がある場合や、大型キュポラを連続操業する場合以外は設置しない。（硫酸酸化物の除去は一般にアルカリ水による洗滌方式が用いられる）また窒素酸化物の除去方法は、キュポラでは上述のように低濃度のため一般には使用されていないのが現状である。

2) キュポラ用集塵機

最近の公害規制値を満足させるキュポラ集塵機としては、各国とも乾式濾過方式であるバグフィルター、高圧横型水洗滌方式であるベンチュリースクラバー、高圧放電型の電気集塵機の3種類に集約された傾向が見られる。この中でもバグフィルター（Bag Filter）集塵機は、キュポラ排ガスを濾過するだけで高い集塵効率が得られること、水を使わないため排水公害を発生しないこと、電力消費がベンチュリースクラバーよりも少ないことなどから、今日ではキュポラ集塵機の大

表VI-49 発生ばいじん量および濃度

キュボラ形式	No.	ばいじん濃度 [g/N m ³]	ばいじん量 [kg/t]	備 考	文献
冷風キュボラ	1	6~11	5~10	1.8~8t/h 7t/h	3
	2	6.9~17.3	5.6~13.2		4
	3	1.3~6.0	—		5
熱風キュボラ	1	6~14	8~12	2.7~14t/h	3
	2	4~22	3~17		4
	1	0.5~6.2	0.3~10.4	鋳物協会関西支部	2

表VI-50 キュボラ排出ばいじんの粒度分布

粒子の大きさ μm	粒度分布 (累積), %	
	冷風キュボラ	熱風キュボラ (酸性)
1000以下	90~100	95~100
500以下	80~ 90	90~100
200以下	60~ 80	65~ 95
100以下	40~ 65	40~ 80
50以下	20~ 50	30~ 60
20以下	10~ 30	20~ 40
10以下	5~ 25	15~ 35
5以下	2~ 20	10~ 30
2以下	15まで	5~ 20

表VI-51 キュボラ排出ばいじんの成分

成 分 名	分析時の形態	含有率, %
Si	SiO ₂	20~40
Ca	CaO	3~ 6
Al	Al ₂ O ₃	2~ 4
Mg	MgO	1~ 3
Mn	MnO	1~ 2
FeとFe酸化物	Fe	12~16
灼 熱 減 量	—	20~50

表VI-52 排ガス成分の例

成 分	測定位置	7 t/h冷風キュボラ			10 t/h熱風 キュボラ (490℃)
		送風直後	出湯中	装入終了後	
SO ₂ [ppm]	1	4.1	4.2		3~36 (平均20)
NO _x [ppm]	1	3.5	9.7	4.7	
	2	4.3	11.1	13.8	
	3	2.6	2.6	6.9	
CO [%]	1	0.1	0.0	0.0	12.6
	2	0.2	0.0	0.0	
	3	12.0	14.7	3.6	
CO ₂ [%]	1	12.2	13.2	1.7	12.0
	2	14.0	7.6	13.6	
	3	11.6	10.0	20.7	
O ₂ [%]	1	8.6	7.2	19.2	1.8
	2	6.6	13.2	6.8	
	3	0.1	0.0	1.6	

注) 測定位置

1 : 炉頂 2 : 煙道装入口上2150mm 3 : 装入口下1000mm

表VI-53 コークス中硫黄分の分配率

キュボラ形式	冷風	冷風	冷風	熱風	熱風	熱風	熱風
キュボラ容量 [t/h]	2	5	8	20	25	30	40
溶湯 [%]	56.1	72.2	48.2	62.5	46.8	48.5	55.7
スラグ [%]	21.6	11.6	9.5	20.0	12.3	30.2	14.4
ダスト [%]	5.3	0.5	14.3	2.3	8.4	5.5	8.4
排ガス [%]	17.1	15.9	27.7	15.2	32.5	15.8	21.5

部分を占めるようになった。

(3) 低周波誘導電気炉の環境改善

低周波誘導電気炉における発生ばいじん（煤塵）濃度は、通常 $0.1 \sim 0.2 \text{ g/Nm}^3$ 程度で、これはキュボラより発生するばいじん濃度に比較して $1/10 \sim 1/50$ 程度と少なく、硫黄酸化物の発生もない特徴をもっている。

このため小型誘導電気炉では、環境改善のための本格的な集塵機は使用されない場合もあるが、中大型機では、次の2種類のいずれかの方法が採用されるようになりつつある。

1) 天蓋フード式

この方式は冷材溶解の場合のように、材料装入直後などばい煙発生量が一時的にかつ急激に増加するときに有効な方式であるが、処理風量が多くなる欠点があり、捕集されたばい煙を処理するための集塵機の容量が大きくなる。図VI-81はその概要図を示したが、フードが炉の上部にくるため旋回させる必要があり、材料装入方法や、取鍋による受湯方法に制約を受ける。この方式は大型の低周波誘導炉に多く採用されている。

2) リングフード方式

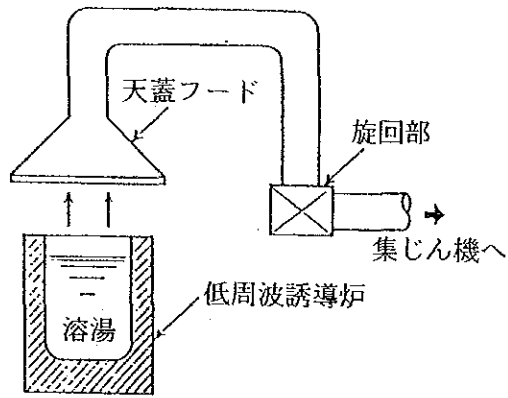
この方式例を図VI-82に示すが、天蓋フード方式に比べて約 $1/2 \sim 1/3$ 集じん風量で通常作業時の集じんが可能である。しかし冷たい材料や溶湯を一時に多量装入するときなどに発生するばいじんを全量吸引することはできない欠点がある。またリングフードが常に高温にさらされているためにフードの材質に注意が必要である。この方式は溶解作業を低下せず、天井走行クレーンの障害にもならないので、採用される場合が多くなって来た。

3) 集じん機の形式

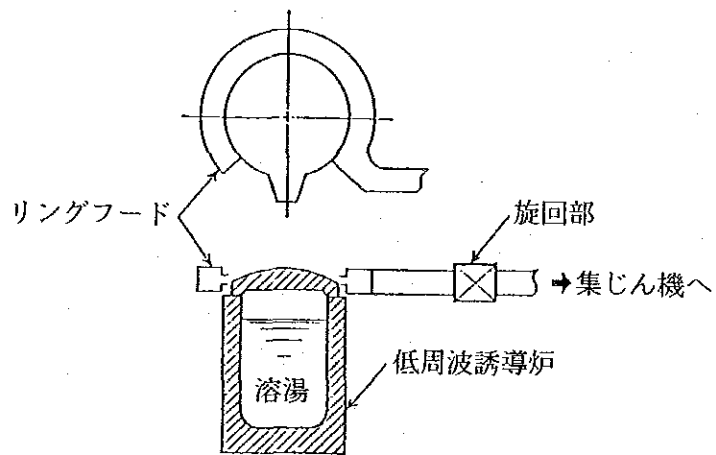
低周波誘導炉の発生ばいじんは特に細かいため、天蓋フード方式、リングフード方式とも捕集ばいじんの除去にはバグフィルター集塵機が用いられる。

(4) 球状黒鉛鑄鉄製造時の粉塵対策

鑄鉄溶湯を脱硫および球状化処理する際には、一時的に多量の粉塵が発生することは避けられない現象である。とくに置注ぎ法を用いる場合には激しい光輝と共に瞬間的にかつ爆発的に粉塵が発生する。この粉塵を捕集し集塵処理することによって、職場作業環境を改善し、さらに粉塵公害を防止するためには、現場の実情に応じた工夫



図VI-81 天蓋フードの例



図VI-82 リングフードの例

が必要である。

この発生粉塵は、特に細かく発生が一時的であるため、一般には特殊なフードを、一回の脱硫・球状化処理量と処理剤などを考慮して設計し、そのほぼ全量を捕集して、バグフィルターで集塵処理する方式が一般に用いられる。

このためにも将来球状黒鉛鋳鉄の生産が増加するのであれば、事前に鋳物工場側で集塵機設計のための基礎的なデータの蓄積が必要である。

4-1-2 溶解工程の省エネルギー

(1) キュボラの省エネルギー

近代化計画では、キュボラを排熱回収型熱風キュボラを採用し、これによって出湯温度を上昇させ、加えて溶湯の品質を向上させるよう努めた。また、キュボラ排ガスの再燃焼を維持させるためには、若干の補助燃料（都市ガス）が必要であるが、この都市ガスの使用量を極力減少させるため、各種の方法を採用した。

このようにして、キュボラから発生する熱量の約50%をしめるキュボラ排ガスの一部を熱風として回収し再利用することにした。

しかし、キュボラ排ガスの大部分を回収することは、キュボラだけでは不可能であり、キュボラ以外に残りの排ガス熱を利用する方法があれば、さらに省エネルギー化を進めることができる。例えば、熱風を発生させた後の排ガスをボイラ等に導き、水蒸気や温水として回収して工場内の各種の乾燥や暖房、風呂への利用などが考えられる。いずれの場合も廃熱発生時間帯と利時間帯がほぼ一致していることが条件となるので、日本においても大部分の鋳物工場では未だ未利用の状態であり、今後のこととされている。

(2) 誘導電気炉の省エネルギー

低周波誘導電気炉は、熱源として高価な電力を使用するため省エネルギーはとくに重要である。溶湯1t当りの電力消費を極力少なくするためには、

- 1) 可能な限り炉の容量まで溶湯を入れて操業する。
- 2) 可能な限り限界値まで電力負荷を大きくして昇温速度を上げる。
- 3) 受湯するキュボラ溶湯は高温であることが望ましい。
- 4) 必要以上に溶湯を高温にしない。
- 5) 受湯および排湯までの待ち時間を極力少なくして、一定温度での時間待ちによる電力消費をさける。

などがあげられる。また溶湯の材質を安定化させるためには、同一品種の溶湯を続けて行なうようにすれば、無駄な残湯を少なくすることにもなり、これも有効な手段である。このためには、上流側であるキューボラ担当者と下流側である造型・注湯担当者とは密接な事前調整による受配湯計画を立案し、その実行が低周波誘導電気炉の省エネルギーを実現する基本となる。

4-2 一般環境衛生設備

4-2-1 集塵装置

鋳物工場では粉塵を多く発生する設備および作業工程がある。表VI-54は鋳造工場における浮遊粉塵の測定の例を示したものである。これらに示すように鋳造工場における作業環境は悪く、集塵装置の設置等によりこれを改善しなければならない。

日本衛生協会勧告「じん肺性粉じんの抑制目標」を表VI-55に示す。一方工場外の環境保全、公害防止のための方策も実施されなければならない。

集塵装置を計画する上で重要なことは処理する粉じんに適した性能の集塵装置を選択することであり、集塵装置の性能、設置場所など充分検討されなければならない。

各種集塵装置き実用範囲を表VI-56に示す。又、図VI-83は熱風キューポラーの集塵フローチャートの例を示す。

表VI-54 鋳造工場における浮遊粉塵の測定
単位 (mg/m³)

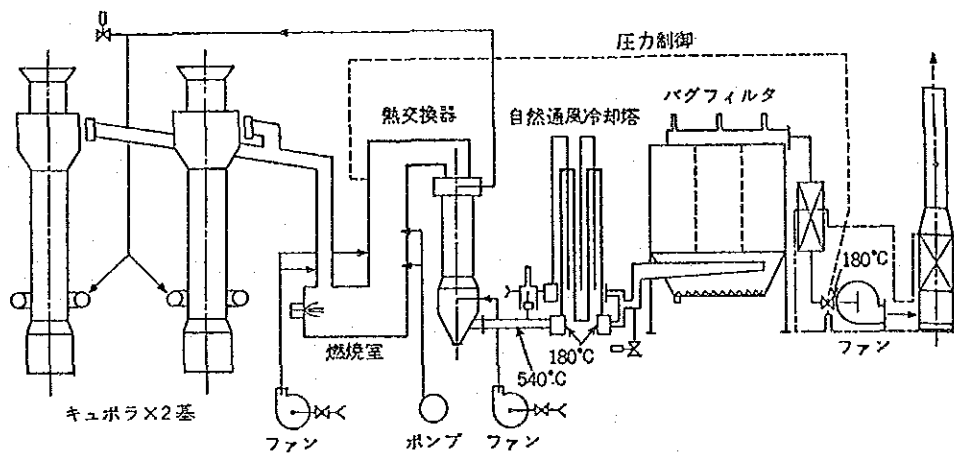
工 程	測 定 地		平 均 濃 度	
	最大値	最小値	全平均値	極大値を除いた平均値
炉 前	19.46	0.99	4.24	3.79
注 湯	23.0	1.5	5.24	3.27
調 砂	60.4	1.69	14.51	6.87
造 型	8.7	0.6	2.92	2.81
解 枠	89.7	0.3	15.22	14.26
清 浄 処 理	20.6	1.77	9.22	—
仕 上 げ	14.1	1.07	3.41	2.44
電 気 熔 接	336	107	228	—
ガ ス 切 断	3.96	2.63	3.28	—
脱 硫 処 理	690	440	575	—
球 状 化 処 理	970	690	818	—

表VI-55 日本産業衛生協会勧告「じん肺性粉じんの抑制目標」の許容濃度

	種 類	許容濃度 (mg/m ³)
第1種粉じん	滑石、ろう石、アルミニウム、アルミナ、けいそう土、硫化亜鉛、硫化焼鉛、ベントナイト、活性炭、黒鉛	0.5
第2種粉じん	遊離けい酸10%未満の鉛物性粉じん、酸化鉄、カーボンブラック、石炭、酸化亜鉛、二酸化チタン、ポルトランドセメント、石灰石、大理石、線香材料粉じん、粉、綿じん、木粉、皮靴粉、コルク粉、ペークライト	1
第3種粉じん	その他の無機および有機粉じん	2

表VI-56 各種集じん装置の実用範囲

分類名	形式	取り扱われる粒度(μm)	圧力損失 (mmH_2O)	設備費	運転費
重力集じん装置	沈降室	1000~50	10~15	小程度	小程度
慣性力集じん装置	ルーバー形	100~10	30~70	"	"
遠心力集じん装置	サイクロン形	100~3	50~150	中程度	中程度
洗浄集じん装置	ベンチュリースクラバー	100~0.1	300~900	"	大程度
音波集じん装置		100~0.1	60~100	中程度以上	中程度
ろ過集じん装置	バグフィルター	20~0.1	100~200	"	中程度以上
電気集じん装置		20~0.05	10~20	大程度	小~中程度



図VI-83 熱風キュボラー用の集塵フローチャートの例

4-2-2 騒音対策

騒音は聴力低下や難聴を生じたり、健康を害したりするばかりでなく、会話妨害とか騒音公害を発生する。表VI-57は鋳物工場における騒音発生状況を示す。騒音は粉塵などとともに鋳造工場の作業環境改善の重要課題である。鋳造工場の騒音対策の例を以下に述べる。

(a) 送風機； キュボラや集じん機に使用される。

送風機の発生する騒音は吸・吐出口からの空気音、ケーシングからの透過音および固体音が主なものである。吸・吐出口については消音機の設置および防音壁の設置により音を遮断することができる。

(b) 振動コンベアーとシェイクアウトマシン； 集塵用フードと兼用の防音室で囲う。開口部があり、充分でないがかなりの遮音効果が得られる。シェイクアウトについては空気ばねを使用して振動、騒音を低減する工夫が行われている。

(c) 造型機； ジョルトを伴う造型機は大きな騒音と振動を発生する。空気ばね、あるいはジョルトの合面に合成樹脂などを入れてジョルトの際の振動音を低下させる工夫が行われている。近年はジョルトの代りにブロー方式が多くの造型機に使用され騒音、振動の問題が著しく改善された。

(d) 圧縮空気排気音，エアシリンダーや造型機のスクイズシリンダーからの圧縮空気を大気中に排出する場合，急激に膨脹して大きな音となる。この対策としては消音器が使用される。

表VI-57 鑄造設備関係騒音発生状況

設 備 名		騒音値 [dB (A)]	機械からの距離, 能力など
溶解関係	低周波誘導炉	73~78	1m点 5~8t/チャージ
	キユポラ用送風機	86~90	溶解炉前 6~25t/h
	キユポラ用送風機	97~101	1m点 12~100kW
	溶解材料装出し	96~112	1m点
	溶解材料切り出し	101~103	1m点
	アーク炉	99	1m点
	アーク炉	106	1m点 チャージ直後
砂処理	砂混練機	78~93	1m点 250~500kg/バッチまたは 21~36t/h
	振動ふるい	93	1m点 7.0kW
	サンドミル	77	1m点
造型機	造型機(ジョルトスイ方式)	87~105 (平均94)	1m点, ジョルト時 ジョルト容量300kg 以下, 12台について
	造型機(ジョルトスイ方式)	102~105	1m点, ジョルト時 ジョルト容量300kg 以上
	シェル中子造型機 サンドランマ	80~93 85	1m点 直上 1.6m点
後処理	サンドスリンガ	90	2m点
	シェイクアウトマシン	91~115(平均102)	5m点 11台について
	ショットブラスト	84~105(平均93)	1m点 7台について
	ショットハンガブラスト	90~96 (平均93)	1m点 4台について
	コアノックアウトマシン	94~98	1m点 ショットブラスト式
	ニューマチックハンマ ノックアウトマシン	102~113 105~117	1m点 1m点 バイブレータ式
振動コンベヤ コンプレッサ 集じん機 集じん機 ターボ送風機 ターボ送風機 ターボ送風機 モータ(75kW以上, 4P)	集じん機	85~101(平均93)	1m点 8台について
	集じん機	95~110	1m点 30kW以上
	集じん機	77~99	ファンあるいは排気口から1m点対策なし
	集じん機	70~90	1m点 マフラ付設あるいは押し込み型
	ターボ送風機	70~80	1m点 防音室および排気マフラ付設
	ターボ送風機	80~92	500m ³ /min未満 250~350mmAq
	ターボ送風機	85~100	500~2000m ³ /min 250~400mmAq
	ターボ送風機	90~106	500~2000m ³ /min 400~600mmAq
	モータ	80~90	1m点 負荷時 全閉外扇

4-2-3 工場照明

工場の照明は各作業に適した照度が得られるように工場内の明り取り、照明設備が配置されなければならない。

鑄造工場は、溶解作業および鑄枠のばらし作業等による粉塵が発生するので工場建屋の明り取りや照明器具は汚れる。従って作業環境を維持するために定期的に作業場の照度を計測し基準の照度が得られるように保守管理されなければならない。

鑄造工場の各作業場における必要照度（ルクス）を表VI-58に示す。

表VI-58 鑄造工場における照度

作 業	J I S Z 9 1 1 0	
	標 準 (ルクス)	範 囲 (ルクス)
検 査	5 0 0	3 0 0 ~ 7 0 0
造 型	2 0 0	1 5 0 ~ 3 0 0
バリ取り砂落し	1 0 0	7 0 ~ 1 5 0
注 湯	5 0	3 0 ~ 7 0
キ ュ ポ ラ	5 0	3 0 ~ 7 0
熱 処 理	5 0	3 0 ~ 7 0
材 料 置 場	2 0	1 5 ~ 3 0

5. 工場近代化達成時の状況

工場近代化計画にもとづき、近代化が達成された時点の沈陽鑄造廠の概要を述べる。

沈陽鑄造廠の鑄造品の生産は鑄造第一分廠、鑄造第二分廠および鑄造第三分廠において各々独立して生産活動が行われている。それ故に工場近代化達成時の状況は、三つに区分して説明する。すなわち、生産管理と鑄造工程に関する全廠共通項目は、5-1全廠の近代化で説明する。

生産技術の近代化の具体的施策は、5-2鑄造第一分廠の近代化および、5-3鑄造第二分廠の近代化において述べる。

鑄造第二分廠の近代化においては、鑄造第一分廠の生産技術の近代化と共通する技術は説明しないが、主要設備のレイアウトプラン（工場配置図）は一つ案を提案する。鑄造第三分廠の近代化は、鑄造第一分廠と鑄造第二分廠の近代化と共通する技術で考えることができるので、ここでは述べない。

5-1 全廠の近代化

5-1-1 全廠の近代化の概要

表VI-59に全廠の近代化の概要を示す。

表VI-59 工場近代化の内容(1/4)

区分	項目	第一期	第二期
1. 生産管理の近代化	(1) 調達管理	① 購入材料の品質管理システムの改善	① 購入材料の品質管理システムの確立運営
	(2) 在庫管理	① 購入材料; 製品生産量, 調達期間と在庫量のバランス化 ② 製品在庫; 製造期間の短縮と在庫量の低減	
	(3) 工程管理	① 標準工数の見直しと適性日程計画の立案	① フラン砂造型法導入による標準工数及び適性日程の設定 ② 納期管理体制の確立
	(4) 品質管理	① 品質保証体制の改善 ② 重要品質部品および重要工程の選定による重点品質管理の実施 ③ フィードバックシステムの確立による製造品質設計, 製造工程の改善 ④ 客先機械工場の品質パトロールの強化による不具合早期発見, 迅速対策の実施	① 基準の定期的見直しと歯止め対策の固定化 ② 不良低減のための品質管理, 技術の向上 ③ 品質評価方法の確立 ④ 品質保証体制の確立
	(5) 設備管理	① 保守点検チェックシートの改善 ② 日時点検結果の評価方法の改善	① 予測保全による設備管理の確立

表VI-59 工場近代化の内容(2/4)

区分	項目	第一期	第二期
2. 生産技術の近代化	(1) 鑄造方案設計の近代化 (2) 模型製作	① 鑄造方案管理システムの改善 ① 木型用副資材の改善	① 鑄造方案管理システムの確立運営 ① 木型構造の簡素化と模型用新材料の使用
		① 生型造型法の改善 ② 造型用副資材の活用 ③ 被せ方法の改善	① フラン砂造型システムの採用 ② 砂配合の改善と砂管理 ③ フェノール砂中子造型システムの採用
	(4) 溶解	① 溶解用原材料管理の改善	① 溶解用原材料管理の確立運営 ② 非熱回収熱風キェボラの採用 ③ 低周波誘導炉による二重溶解と溶湯保持操業の採用
	(5) 鑄込	① 鑄込準備法の改善 ② ガス抜きとガス誘導の改善 ③ 鑄込管理の改善	① 大容量取鍋の採用と取鍋内張の改善 ② 取鍋の乾燥と予熱方法の改善
	(6) 焼鈍	① 炉積法, 炉校法の改善	① 燃焼装置と温度制御装置の採用
	(7) 整品仕上	① 鑄仕上工具の改善	① 高性能鑄仕上機械の採用 ② 高性能ショットブラストの採用

表VI-59 工場近代化の内容(3/4)

区分	項目	第一期	第二期
2. 生産技術の近代化	2-2 計測・検査技術の改善	/	(1) 溶解の計測 ① キュボラ操業の計測と管理 ② 電気炉操業の計測と管理 ③ 出湯温度の計測 ④ 炭素当量の計測 ⑤ 化学成分の迅速分析
			(2) 生型砂管理の改善 ① 生型砂試験の改善 ② フラン砂試験と砂管理の充実
			(3) 試験・検査の近代化 ① 各先納入後の品質確認の充実 1-1 三次元寸法計測器の採用 1-2 超音波原寸計の採用 ② 非破壊検査の充実
2-3 環境改善・省エネルギー	(1) キュボラ	/	① 排熱回収熱風キュボラによる省エネルギー — ② キュボラ排ガス収塵装置の採用 ③ 送風機、排風機の防音対策
			(2) フラン造型システムの採用 ① 鋳型乾燥炉の廃止 ② サンドスリランガン・ランナーの廃止 ③ ハイドロブラストの廃止
			(3) 燃焼装置の熱効率改善 ① 取鍋の予熱と焼鈍炉の省エネルギー対策
			(4) 電気炉省エネルギー対策 ① 省電力低周波誘導炉の採用

表VI-59 工場近代化の内容(4/4)

区分	項目	第一期	第二期
3. 生産量の増大	鑄造第一分廠	機械用鑄鉄鑄物：13,300 匁/年 目標不良率：3%以内	機械用鑄鉄鑄物：15,000 匁/年以上 目標不良率：1.5%以内
	鑄造第二分廠	機械用鑄鉄鑄物：4,600 匁/年 目標不良率：6%以内	機械用鑄鉄鑄物：6,000 匁/年以上 目標不良率：1%以内
	鑄造第二分廠 手込造型	機械用鑄鉄鑄物：5,400 匁/年 目標不良率：6%以内	機械用鑄鉄鑄物：7,000 匁/年以上 目標不良率：2%以内
	鑄造第三分廠	機械用鑄鉄鑄物：1,500 匁/年 目標不良率：7%以内	機械用鑄鉄鑄物：2,000 匁/年以上 目標不良率：2%
	全 廠	機械用鑄鉄鑄物：24,800 匁/年 目標不良率：4.5%以内	機械用鑄鉄鑄物：30,000 匁/年以上 目標不良率：2%以内

5-1-2 生産管理の近代化

生産管理の近代化は、生産性の向上、納期の安定、および客先が満足する品質を提供するための品質保証体制を確立することにより達成される。

生産管理の近代化における調達、工程、品質および設備等の管理システムの状況は下記のとおりである。

生産管理の近代化系統図を図VI-84に示す。

(1) 購入品の品質確保

沈陽鑄造廠が要求する品質の原材料および副資材を入手するために実施するものである。

購入品の品質のばらつきは製品品質へ著しく影響する。従って購入に当っては要求する品質を明確とした購入仕様書により、品質保証体制の確立された認定ベンダーリスト（認定業者リスト）に登録された業者の中から業者を選択し購入できる。

(2) 在庫量の低減

購入材料は、生産に必要な資材の在庫量と購入期間（リードタイム）のバランス化を計り、極力在庫量を低減する。

製品在庫は、製造期間の短縮および不良率を低減することより在庫量を低減する。

(3) 納期の短縮

製造プロセスに合った基準日程の見直し、標準工数の見直し、工程能力の把握を行い納期の短縮を計る。

(4) 不良率の低減

1) 不良率

工場近代化達成後の全廠および各分廠の不良率を表VI-60に示す。

これまでの品質上の問題を洗い出し、問題の絞り込みを行い、効率的な品質管理システムと品質保証体制の確立により達成する。

表VI-60 工場近代化達成後の不良率

全 廠		2%以内
第 一 分 廠		1.5%以内
第二分廠	手込造型ライン	2%以内
	機械造型ライン	1%以内
第 三 分 廠		2%以内

2) 品質保証表およびQC工程表の活用

品質保証表は製造開始前に客先の要求品質と製造品質の合致を計るもので、これにより鑄造品質設計および製造工程計画を立案する。

QC工程表は品質保証表をもとに作成され、品質を工程に作り込み、製造過程の品質保証を実行する。

又、これらの品質保証表およびQC工程表には製造中の不具合、客先からの品質情報および過去の経験データ、および現状の工程における品質管理データが生産に充分反映される品質管理システムとし品質保証体制を確立する。

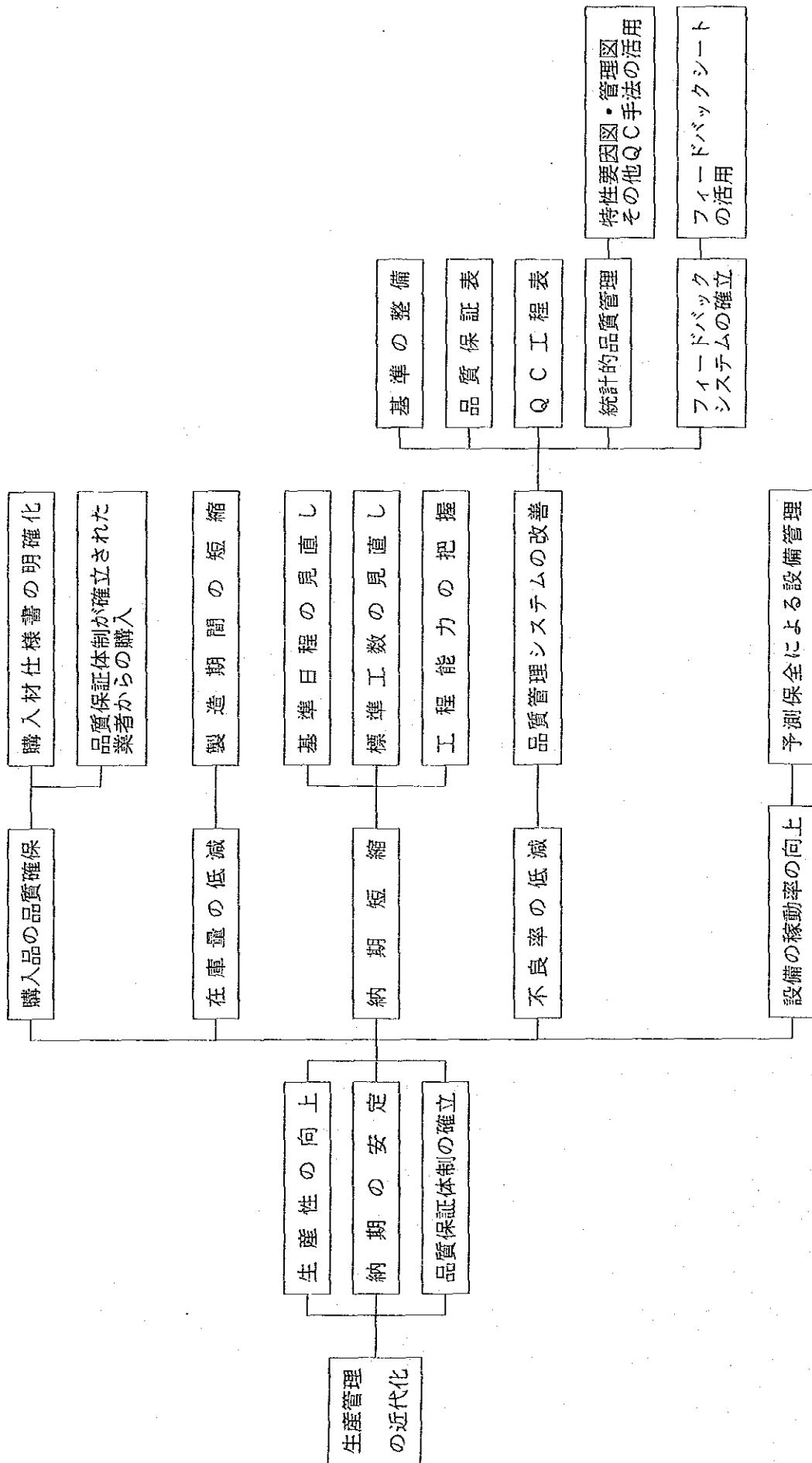
3) 基準（品質基準、技術基準、作業基準）の整備品質管理および品質保証を実施する上で生産に活用する上で適性な基準が整備されていなければならない。いくら基準を多く作成しても、実際にそれが活用されなければ全く意味のないものである。

沈陽鑄造廠の作業基準は製造工程の基準が主体になっている。これらは製造する上で基本的な基準であり重要なものであるが、品質の向上を目標とするには横糸である工程別の作業基準と縦糸である部品別基準が必要である。重要品質管理部品に対しては各製造工程で行われるべき作業と計測を定めた基準が必要であり、それは各工程の能力や作業者の意見が折込まれたものでなければならない。

基準の改訂は、品質規格の変更等のように要求仕様が変わる場合は当然改訂されなければならないが、生産工程において作業方法を変更する場合のように基準を守る側の条件が変わる場合も、工程能力に対応する基準に改訂されなければならない。

4) 統計的品質管理の導入

統計的品質管理の導入は、製造行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実施することが工程中の不良品の発生を予防することであり、且つ製品の品質のばらつきを抑えるものである。



図VI-84 生産管理の近代化系統図

統計的品質管理方法とは、データの数値による管理を目で見る管理によりそのアクションを正確に早くする手法でQC 7つの手法といわれるものである。すなわち、特性要因図、パレート図、グラフ、ヒストグラフ、チェックシート、管理図、散布図を有効に活用する。

5) フィードバックシステムの確立

品質管理を実施する上で重要なことは製造工程および検査で発見された不具合、客先納入後、発見された不具合について原因を正しく追求し、すみやかに再発防止を計ることである。

これらの不具合の発見から原因の追求、再発防止対策までの一連の品質管理活動をフィードバックシステムと呼んでいる。

フィードバックシステムの効率化を計るためにフィードバックシート（不具合処理票）を活用し製品品質の履歴を管理する。

(5) 設備の稼働率の向上

設備の稼働率を向上させるため、予測保全による管理を実施する。設備の稼働状況をチェックシートにより点検し、それらの点検データにより効率的な保守修理管理を行う。

5-1-3 生産量

工場近代化後の生産量は次のようになる。

(1) 全廠の生産量

機械用鋳鉄物 30,000 t/年

30,000 t/年は1986年の生産量の約1.42倍となる。

(2) 各分廠の機械用鋳鉄物生産量（近代化調査対象品）

単位 t/年

第 一 分 廠		15,000
内 訳	普 通 鋳 鉄	11,500
	球 状 黒 鉛 鋳 鉄	3,000
	合 金 鋳 鉄	500
第 二 分 廠		13,000
内 訳	手 込 造 型 ラ イ ン	7,000
	機 械 造 型 ラ イ ン	6,000
第 三 分 廠		2,000

5-2 鋳造第一分廠の近代化

5-2-1 生産技術の近代化と工場配置計画

(1) 生産技術の近代化

1) 造 型

フラン樹脂砂造型を導入する。年間鋳物生産量は鋳造第一分廠近代化後の計画値15,000TONを基本条件とする。

混練機は、連続式とバッチ式を併設し、鋳型の大きさごとに生産性効率を高めることを主眼において配置する。ここで、混練機の稼働率はバッチ式ミキサーを70%、連続式ミキサーを50%とする。

その理由は故障修理を見込むとともに、バッチ式ミキサーは混練時に造型準備作業を並行して進めることができるので稼働率を比較的高く算定できる。しかし連続式ミキサーは最初に混練砂を排出してから次の造型準備作業（ガス抜き材、芯金、押湯等の設置）を終えるまで混練が休止するため稼働率は低くなる。

砂/溶湯比を5とする。その理由は、現状の乾燥型砂混練量と鋳物生産量の比は平均4.55程度（月あたり5000TON/1100TON）であるが、フラン樹脂砂は可使用時間を過ぎると使用不可能となるために、造型時に床面に落ちた砂は直ちに金枠内とか

中子模型内に戻す必要がある。この点が乾燥型砂と異なり、混練された砂が全量使えないからである。

砂再生設備は現在使用しているシェークアウトマシンを流用し、その直後で破碎機を設置する。シェークアウトマシンで金枠から分離された高温の砂は破碎機上で冷却されるので、破碎機から回収砂タンクまでの砂輸送は耐熱ゴム製のベルトコンベアーが使用できる。

砂再生機は2連配置とすることにより、1連が故障しても砂再生が全面的にストップすることはない。砂再生設備の稼働率は、故障修理を考慮して80%とする。

シェークアウトマシンの能力が30tと大きいので、回収砂タンクの容量を100TONとして2基（再生ライン毎）設置すればシェークアウトマシンを8時間稼働させ、砂再生設備は操作係が1名張りつくことにより全自動で稼働させればよい。

2) 溶解

熱風式キューポラを導入する。熱風式キューポラにより高温出湯をはかり、溶湯の酸化防止を始めとして装入材料の溶解歩留まりを向上させ、溶湯品質を高める。

合金鑄鉄及び球状黒鉛鑄鉄に対しては、低周波誘導炉を導入し、二重溶解方式の採用により、合金材料の歩留まり向上及び完全熔融をはかり溶湯品質を高める。図VI-85にキューポラ、電気炉併用の溶解システムを示す。

操業条件と省エネルギーを考慮して、熱風温度は400°C以上とする。熱交換器が排ガス温度を自動的に温度調節する。

材料計量装置を導入し、装入材料の計量管理を正確に行う。

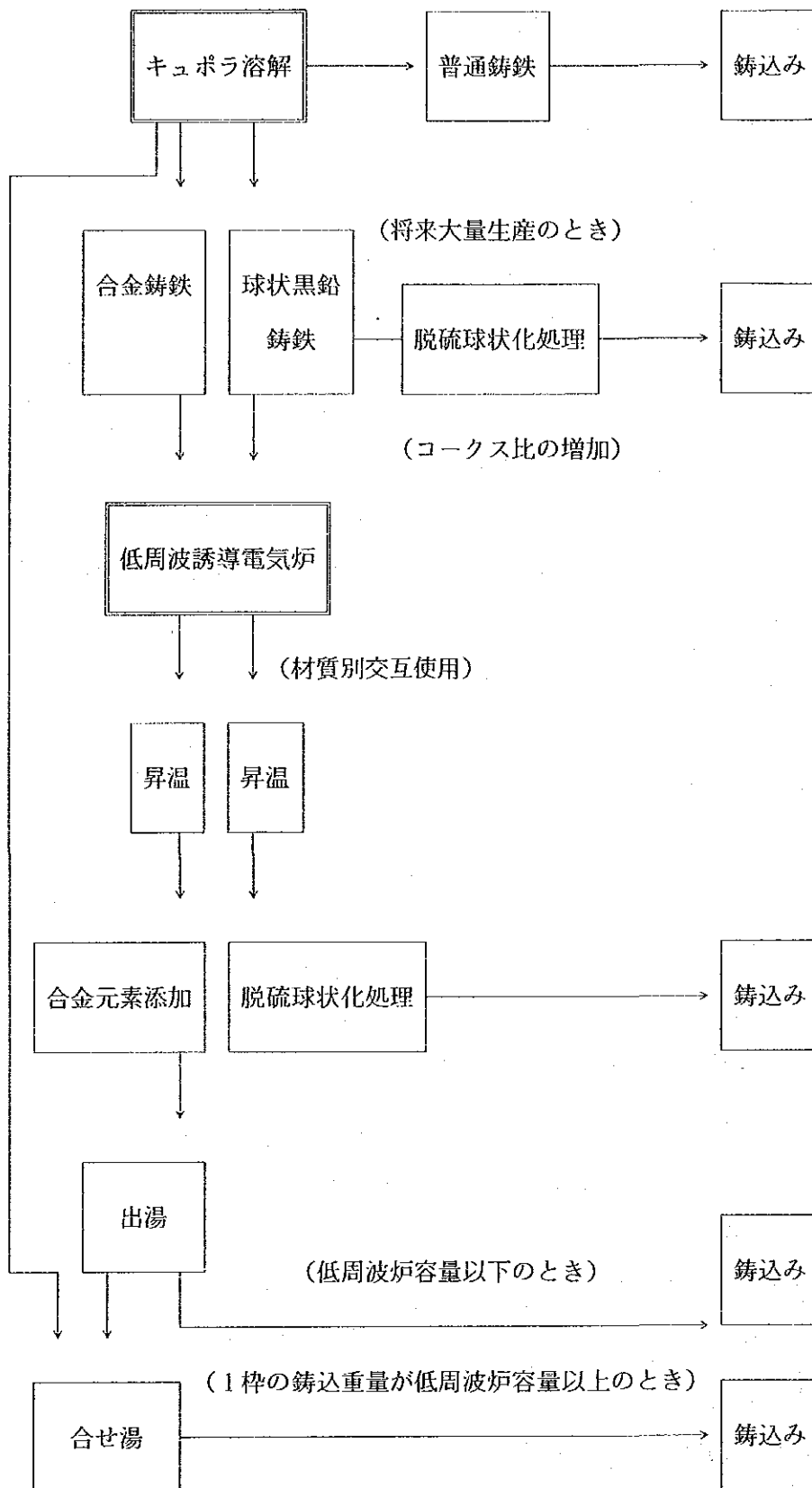
排ガス粉塵の除去は、乾式濾過式集塵機により行う。

3) 鑄込み

熱風式キューポラ導入による高温出湯に対しては、取鍋の内張りを耐火煉瓦とし、溶湯の温度低下防止のために重油バーナー、もしくはガスバーナーにより取鍋予熱を実施する。

球状黒鉛鑄鉄の球状化処理は処理材と溶湯の反応が激しいため、溶湯の飛散を防止するために溶解湯処理重量に対して30~40%大きめの取鍋を準備する。

また、処理材の歩留まりを向上させるためには、溶湯と処理材の反応がゆるやかな方がよい。従って取鍋をポケット方式とする。



図VI-85 キュボラ、低周波誘導電気炉併用の溶解システム

注湯時に湯垢等の巻き込みを防止するために掛堰の容量は、鑄込み重量の3分の1以上溶湯を保持できるものとする。

出湯後の溶湯温度低下に伴う鑄造欠陥を防止するためにクレーンに吊った取鍋の積み替えは極力なくする。(例えばクレーン→台車→クレーンのような積み替え)

4) 製品仕上げ

高性能クレーン式ショットブラストの導入により、鑄物表面に付着した砂を短時間で除去する。

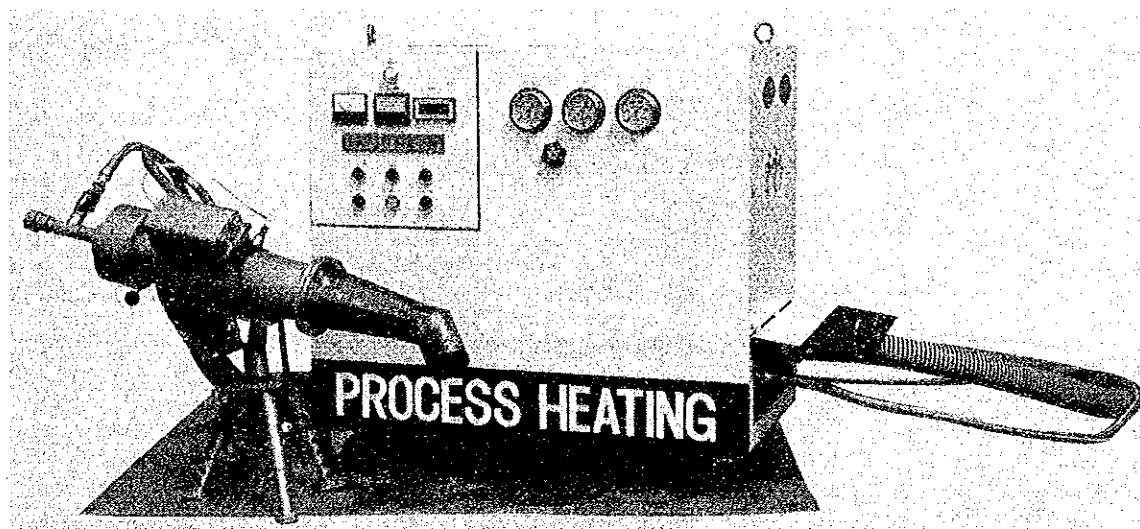
用途別に適応した仕上げ工具を完備して、鑄ばりとか、鑄物コーナー部に付着した砂を効率よく除去して、鑄物を美しく仕上げる。

5) 焼 鈍

焼鈍炉はガス焚、油焚の方法が考えられる。高速バーナーの採用により、燃料の流量制御をするだけで150～1300℃までの広範囲に熱風温度を管理できる。

熱風の流速を50～150 m/sで管理できる。この高速循環流により炉内の温度分布はほぼ均一になり、鑄物は均一加熱される。従って、着火、昇温、保持、冷却が正確に管理できる。

写真VI-21に高速バーナー装置を示す。この装置はバーナー、ファン、制御機器、安全装置内を内蔵しており、電源と燃料配管を接続するだけで運転できる。



写真VI-21 高速バーナー装置

6) 計測・検査

安定した品質の鋳物を作るため、溶解、造型および検査において各種の計測管理を実施する。

a) 溶解工程における計測

炉の操業上の計測として送風圧力、送風量、送風温度、湿度、COガス濃度および装置各部の温度等の炉の操業上の計測および溶湯管理のための計測を行う。

(1) 出湯温度の管理

溶湯温度は鋳込み時の溶湯の流動性、製品の性質、鋳造欠陥の発生などにより大きく影響するので、その測定はきわめて重要である。

溶湯温度の測定には出湯温度を連続に測定する放射温度計、および取鍋内の溶湯温度を測定するための浸漬型熱電温度計を採用する。

(2) 溶湯の機器分析

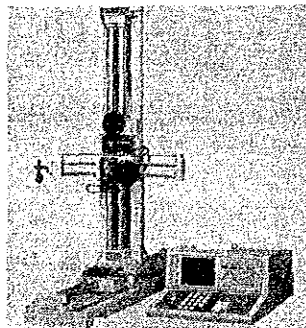
溶湯が規定の化学成分を満足しているか鋳込み前に検査するためCEメータによるCE分析、および発光分光分析装置を設置し迅速且つ正確な溶湯の化学成分管理を行う。

b) 造型工程における計測

鋳造品における不良は、鋳型砂に起因すると見られる欠陥が大部分である。したがってこれを防止するためには、原材料の受入れ管理と混練砂の日常管理を行う。又、造型結果については、鋳型の硬度を管理し、一定条件で造型が行われていることを確認する。原砂および混砂の各種試験方法についてVI章3-3、造型工程における計測と管理に述べたとおりである。

c) 検査工程における計測

検査工程において模型と製品の寸法検査の充実を計るため、三次元寸法計測器超音波厚さ計等の検査機器の充実を行う。



写真VI-22 三次元寸法計測器

(2) 工場配置計画

図VI-86に鑄造第一分廠近代化配置図を示す。

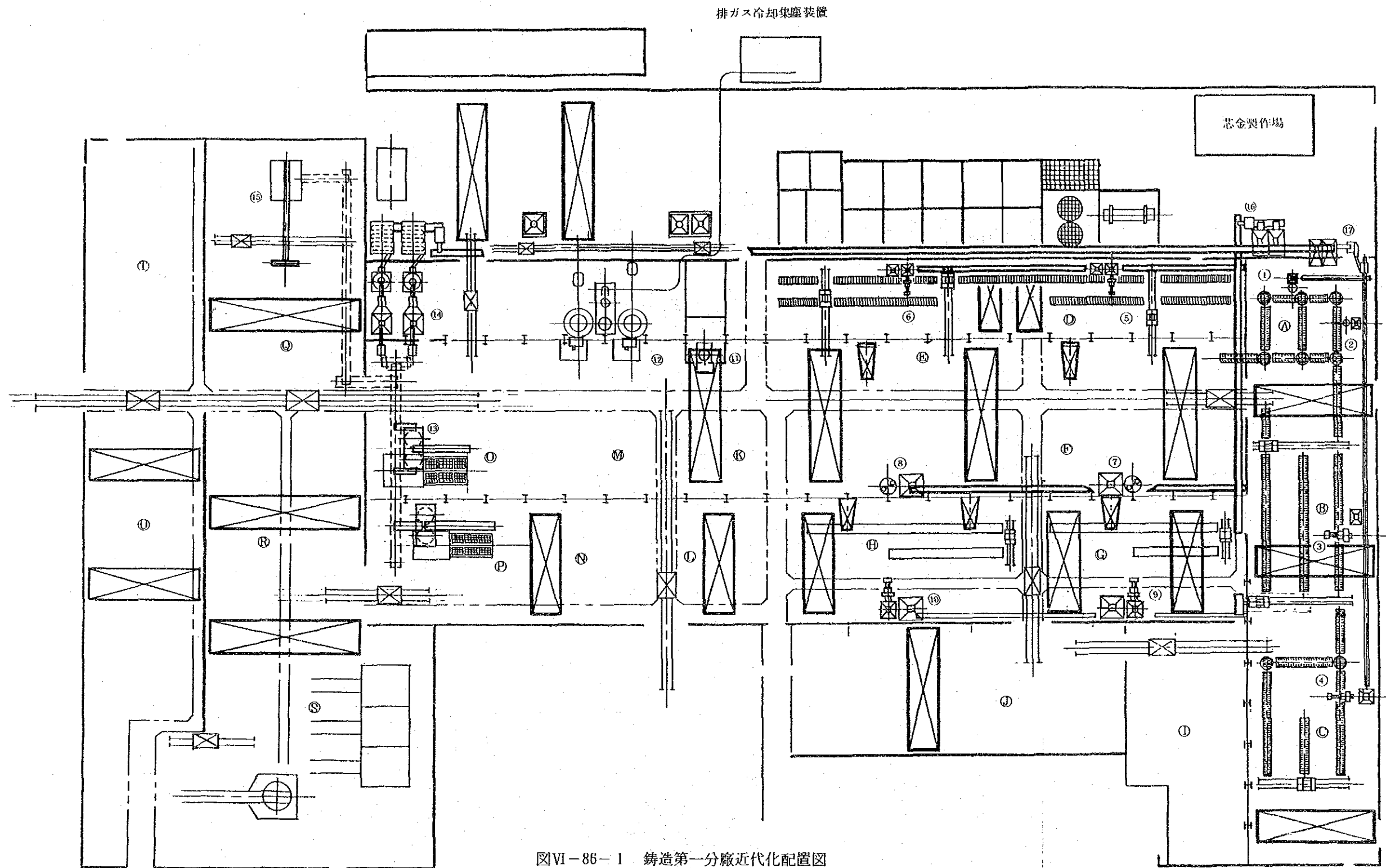
この配置図は第1項、生産技術の近代化で述べた基本条件及び現状の建屋構造に基づき作成した工場配置計画の内容と導入設備について述べる。

1) 工場配置の考え方

a) 造型

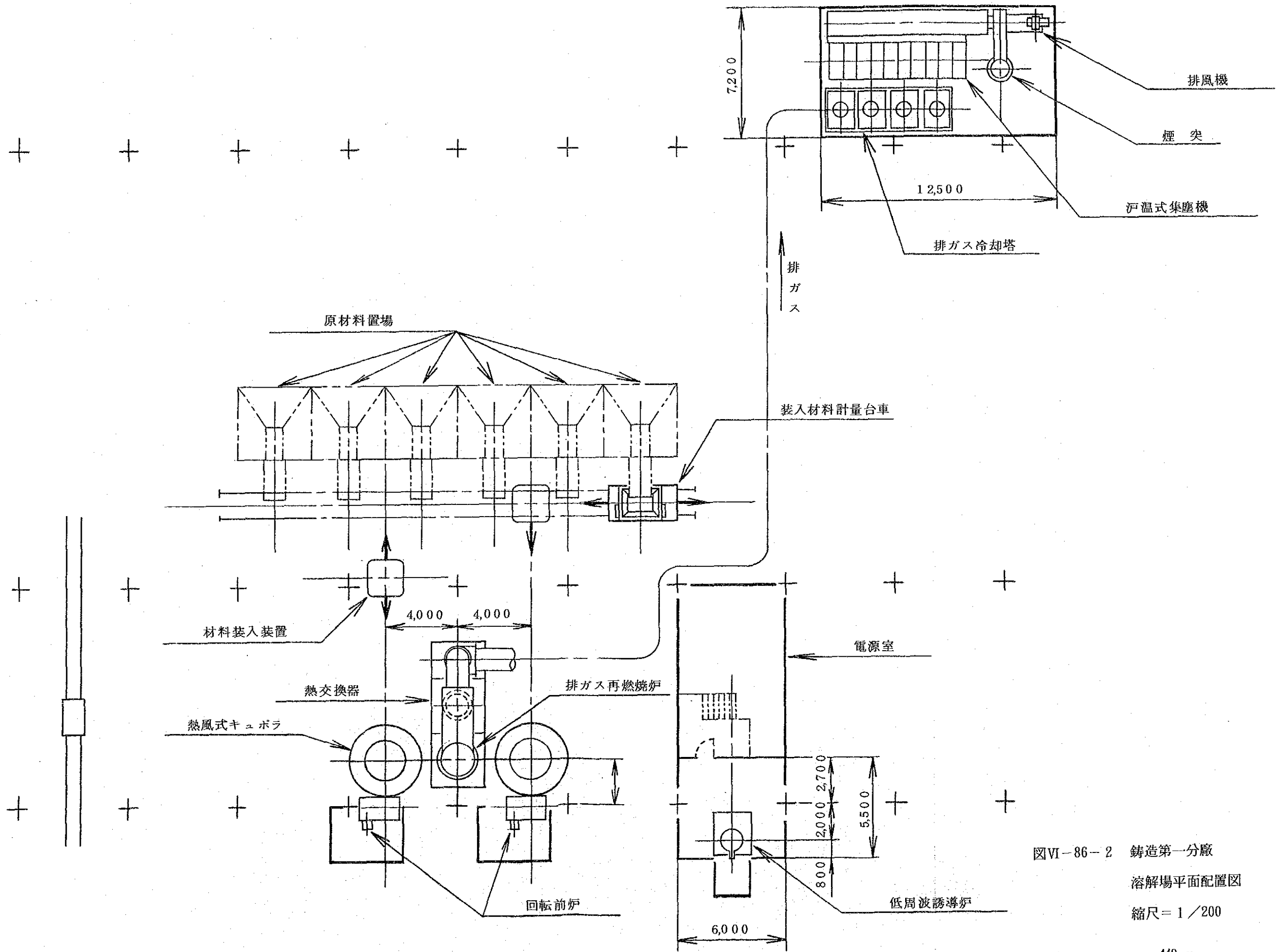
造型ラインは、小物、中物、大物造型についてそれぞれが効率よく鑄物生産が行なえるよう作業区分を集約した。

- ① 小物用中子造型ラインは、バッチ式ミキサーを2基設置し、鑄型の搬送は手押式ローラーコンベアとする。
- ② 小物用主型造型ラインは、連続式ミキサーを2基設置し、鑄型の搬送は、電動式ローラーコンベア及び電動台車とする。
- ③ 中物用中子造型ラインは連続式ミキサーを1基設置し、鑄型の搬送は電動式ローラーコンベア及び電動台車とする。
- ④ 中物用主型造型ラインは、中物用中子の一部も併せて造型する、連続式ミキサーを2基設置し、鑄型の搬送は、電動式ローラーコンベア及び電動台車とする。
- ⑤ 大物用中子造型ラインは、既設の連続式ミキサー1基とし、鑄型の搬送は電動式ローラーコンベア及び電動台車とする。
- ⑥ 大物用主型造型ラインは、大物用中子の一部も併せて造型する、バッチ式ミキサーを2基設置し、混練砂を専用の砂箱に受けてクレーンにより、目的地まで運搬する。写真VI-23に大物用鑄型造型の例を示す。

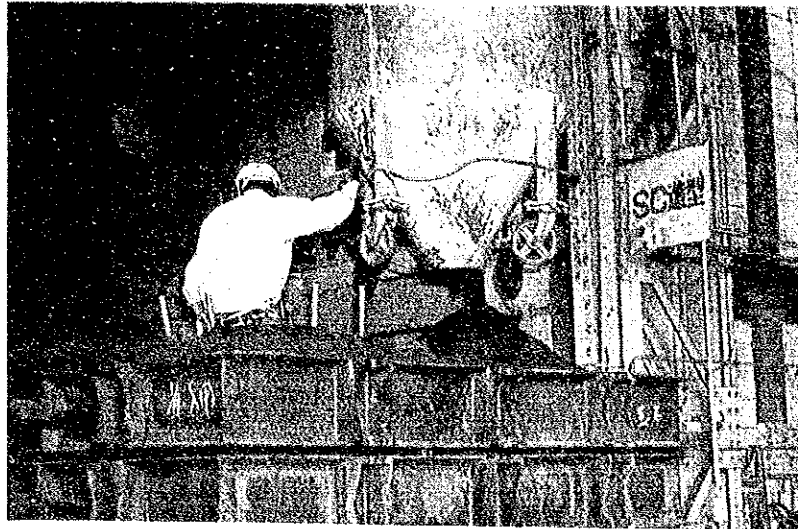


図VI-86-1 鑄造第一分廠近代化配置図

縮尺 = 1/600



図VI-86-2 鑄造第一分廠
 溶解場平面配置図
 縮尺 = 1/200



写真VI-23 大物用鋳型造型

b) 鋳込み

鋳型合せの完了したものは、取鍋の積み替えを極力なくすようにクレーンの走りに合わせて注湯場を集約した。但し中物鋳込み電動台車による積み替えを要する。

c) 解棒、砂落し

鋳物の大きさによって、鋳込み後の鋳型内冷却時間が異なるため大物用及び中物用の鋳込場と解棒場の面積を広くした。鋳込後の鋳型が長時間、造型場付近に滞留して造型作業に支障することを防ぐためである。

2) 作業区分と設備

図VI-86に示す符号に基づき作業区分と設備について述べる。

a) 作業区分

A：小物用中子造型場、ここで造型した中子をEに搬送する。

B：大物用中子の一部及び中物用中子造型場、ここで造型した中子をそれぞれの目前によりF及びGHに搬送する。

C：中物用中子造型場、ここで造型した中子をGHに搬送する。

D：小物用主型造型場、小物用中子の一部造型を行い、鋳型合せも一部行うが基本的にはEで鋳型合わせ及び鋳込みを行う。

E：小物用鋳型合わせ及び鋳込み場

F：大物用主型、中子造型を始めとして、鋳型合わせ、及び鋳込みも行う。

G : 中物用主型造型場、中物用の中子の一部造型を行い、鑄型合わせ及び鑄込みも行う。

H : 中物用鑄型合わせ場、鑄込みも行う

I : 木型保管場

K : 大物用の鑄込み場、Kの面積不足はFで補なう。

L : 中物用の鑄込み場、Lの面積不足はGHで補なう。

M : 大物及び小物の解砕場

N : 中物の解砕場

O : 大物及び小物の砂落とし

P : 中物の砂落とし

Q : ショット待ちの鑄物置場

R : 製品仕上げ場

S : 焼鈍炉

T : 整品補修場

U : 検査及び防錆塗装場

b) 設 備

① : バッチ式ミキサー (60kg/バッチ)

② : バッチ式ミキサー (30kg/バッチ)

③ : 連続式ミキサー (既設 12TON/Hr)

④ : 連続式ミキサー (10TON/Hr)

⑤⑥ : 連続式ミキサー (5 TON/Hr)

⑦⑧ : バッチ式ミキサー (600kg/バッチ)

⑨⑩ : 連続式ミキサー (12TON/Hr)

⑪ : 低周波誘導炉 (3 TON)

⑫ : 熱風式キュボラ (13TON/Hr)

⑬ : 破碎機 (20TON/Hr × 2 台)

⑭ : 砂再生装置 (10TON/Hr × 2 式)

⑮ : クレーン式ショットブラスト (最大吊り上げ鑄物重量15TON × 1 基)

⑯ : 再生砂、新砂タンク (容量 再生砂タンク200TON、新砂タンク100TON)

⑰ : 再生砂、新砂タンク (既設 容量は各100TON)

3) 設備能力の算定

設備能力は1日あたりに必要とする混練砂量、溶湯量等に対して処理能力が不足してはならない。以下に主要設備の処理能力を述べる。

a) 1日に必要な混練砂量

$$15000\text{TON}/\text{年} \times 5 \div 12\text{ヶ月}/\text{年} \div 25\text{日}/\text{月} = 250\text{TON}/\text{日}$$

b) 混練機の砂供給能力

$$\begin{aligned} \text{造型区分 A} \quad & \{60\text{kg}/\text{バッチ} + (30\text{kg}/\text{バッチ})\} \times \text{バッチ} / 4\text{分} \times \\ & 480\text{分}/\text{日} \times 0.7 = 7,560\text{kg}/\text{日} \end{aligned}$$

$$\text{造型区分 B} \quad 12\text{TON}/\text{Hr} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.5 = 48\text{TON}/\text{日}$$

$$\text{造型区分 C} \quad 10\text{TON}/\text{Hr} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.5 = 40\text{TON}/\text{日}$$

$$\text{造型区分 D} \quad 5\text{TON}/\text{Hr} \times 2\text{台} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.5 = 40\text{TON}/\text{日}$$

$$\begin{aligned} \text{造型区分 E} \quad & 0.6\text{TON}/\text{バッチ} \times 2\text{台} \times \text{バッチ} / 5\text{分} \times 480\text{分}/\text{日} \times 0.7 \\ & = 81\text{TON}/\text{日} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{造型区分 F} \quad & 0.6\text{TON}/\text{バッチ} \times 2\text{台} \times \text{バッチ} \times 5\text{分} \times 480\text{分}/\text{日} \times 0.7 \\ & = 81\text{TON}/\text{日} \end{aligned}$$

$$\text{造型区分 G} \quad 12\text{TON}/\text{Hr} \times 2\text{台} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.5 = 96\text{TON}/\text{日}$$

1日あたりの混練砂提供能力は合計 313TON となる。

c) 砂再生設備

1日に必要な砂量及び再生設備能力を基準に必要な稼働時間を求める。

$$250\text{TON}/\text{日} \div (10\text{TON}/\text{Hr} \times 2\text{台} \times 0.8) = 15.6\text{Hr}/\text{日}$$

毎日15.6Hrの稼働を要するため、2交替制による砂再生操業となる。

d) キュボラの溶解時間

年間铸件生産量を基本に1日あたりの铸件生産量を求める。

$$15000\text{TON}/\text{年} \div 12\text{ヶ月}/\text{年} \div 25\text{日}/\text{月} = 50\text{TON}/\text{日}$$

ここで铸造品の歩留まりは現状の65% (製品重量/溶解重量 $\times 100 = 1100\text{TON}/1700\text{TON} \times 100 = 64.7$) を採用して1日あたりの溶解重量を算定すると、

$$50\text{TON}/\text{日} \div 0.65 = 77\text{TON}/\text{日} \text{となる。}$$

従って熱風式キュボラの溶解能力を13TON/Hrとすれば、8時間操業程度で1日の溶解を完了できる。

e) クレーン式ショットブラスト

最大鑄物単重 15TONを刷上げることができる。鑄物の形状によるが、10～15分のショット投射時間で殆ど完全に砂を除去できる。

小物の鑄物を処理する場合は、吊上げ装置を使用して、一度に2～4個を吊上げてショット投射すると効率を高められる。

5-3 鑄造第二分廠の近代化

5-3-1 機械造型ラインの新設計画

現状の機械造型ラインは生産能力、鑄物品質ともに向上は望めない。その理由は造型、砂混練、中子造型それぞれに於いて鑄造第二分廠の努力に支えられて、生産性及び品質の維持向上がはかられているが、主型砂の特性及び油砂の特性を最大限に生かすためには設備上の問題が多い。例えば、混練砂の原料投入に自動計量装置がない。油砂中子の乾燥において変動が多い等がある。

従って機械造型ラインは、最新鋭の設備を導入し、設備の移行段階で現状の生産が休止しないように建屋の新築も同時に計画を進める。

図VI-88に機械造型ラインの平面配置を示す。

(1) 機械造型ラインの生産技術の近代化

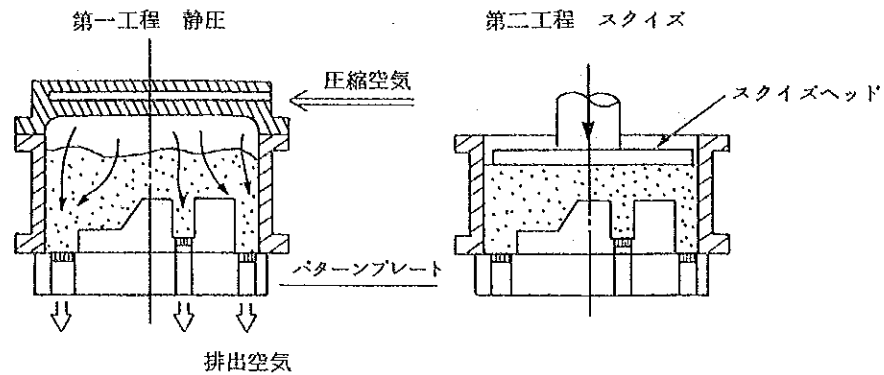
1) 主型造型

鑄造第二分廠機械造型ラインの近代化後の年間鑄物生産量の計画は6,000TONである。この計画生産量を達成するために、全自動静圧造型機を導入する、全自動静圧造型機は上型、下型交互造型方式を採用する。

静圧造型は、金枠に砂を投入し、圧縮空気によって砂を充填させる。この圧縮空気はパターンプレートに設置した空気抜孔から外部へ抜けるその次にスクイズヘッドで砂を充填する。この造型法は鑄型の下部から上部へほぼ全面にわたり均一な鑄型硬度が得られる。

また、抜型性に優れており模型の抜け傾斜がちいさくでき、寸法精度の高い鑄型が得られる。

図VI-87に静圧造型の原理を示す。



図VI-87 静圧造型の原理

2) 砂回収再生

砂回収設備は、サンドクーラー（砂冷却機）の前に砂温水分比例注水装置を設置して、回収砂の水分を管理する。更に混練機に投入する直前に砂の水分を自動計量して定めた水分量になるよう自動注水する。

砂、ベントナイト、でん粉、石炭粉等の混練機への投入は計画投入量を自動計量により管理する。

3) 中子造型

中子造型の近代化は、既に述べたようにフェノール樹脂砂を導入して、主型の造型速度に対応できるものとして、機械造型によるシェル中子もしくはコールドボックス中子造型ラインを設置する。

4) 溶解

現在生型造型ラインに設置されているキュボラにより溶解し、新工場に運搬して低周波誘導炉により昇温保持及び成分調整を行なう。

しかし、将来的にはキュボラを新工場内に移設もしくは新設する。

5) 鋳込み

注湯ラインへの溶湯運搬はモノレール式ホイストにより行なう。

取鍋の内張りは耐火煉瓦とし、ガスバーナーもしくは重油バーナーにより予熱する。

6) 整品仕上げ

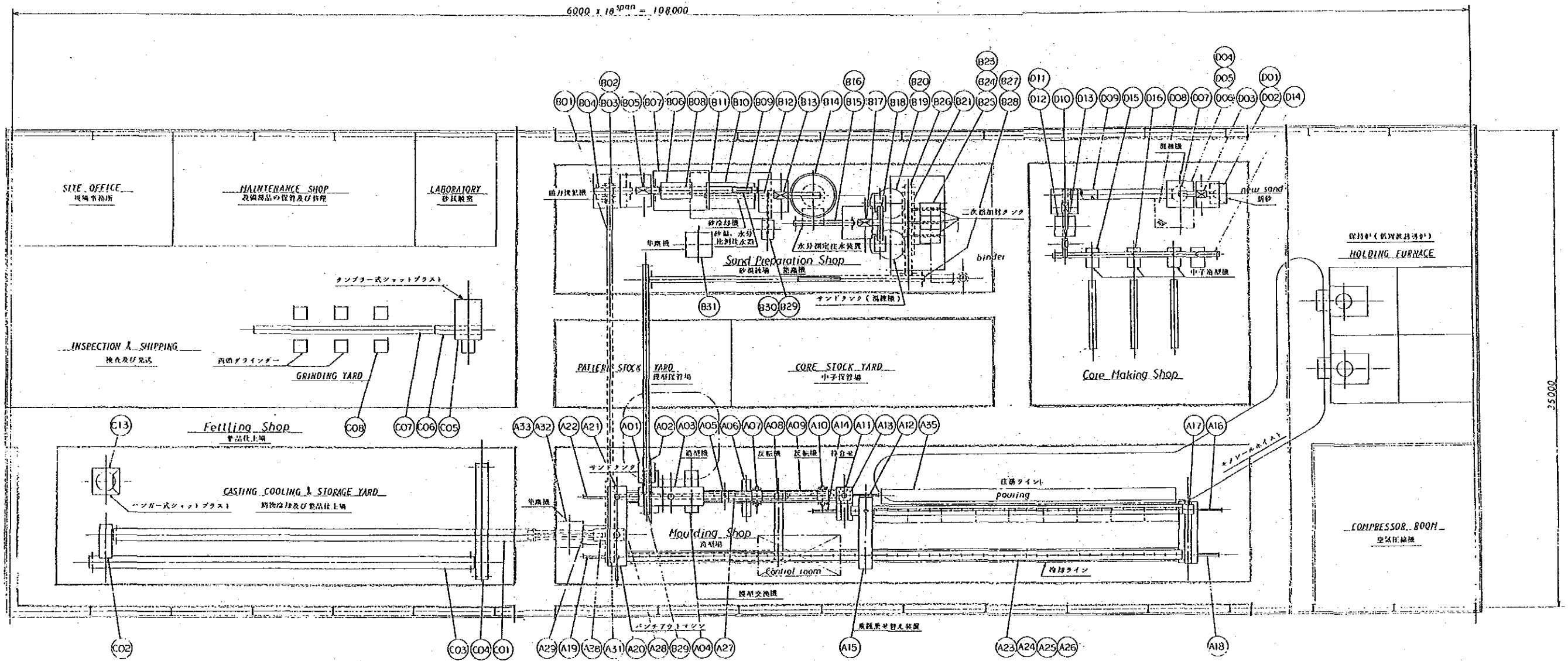
ハンガー式ショットブラストとタンブラー式ショットブラストを設置して鋳物の大きさ、形状によってショットブラストを使い分ける。

用途別に適応した仕上げ工具を完備して鋳バリとか、鋳物コーナー部に付着した砂をこすりつよく除去して鋳物を美しく仕上げる。

(2) 工場配置計画

図VI-88に鑄造第二分廠機械造型近代化配置図を示す。

年間鑄物生産量6,000TONを基本条件に作成した、導入設備計画の内容と設備能力について述べる。



図VI-88 鑄造第二分廠の新設工場の配置図

1) 導入設備

a) 造型設備

① 造型機は静圧造型機で上型、下型を交互造型する。

造型された鑄型は自動送り、自動反転され、中子を人の手で収めたら自動で鑄型合せ及び重錘乗せをして注湯ラインに送られる。模型交換は、交換機を造型機本体に備えている。

② 注湯された鑄型は冷却ラインに送られ、重錘を取り外し、パンチアウトにより鑄物と砂がシェイクアウトマシン上に落下する。

金枠は造型機に送られる。

③ 砂混練は原材料の投入を規定量になるようになるよう自動計量して正確に砂混練機に投入される。

④ 中子はシェルマシンもしくはコールドボックスマシンにより自動造型する。造型された中子は中子専用パレットに保管して、注湯ラインへ搬送する。

⑤ 中子砂は新砂を使用し、高速混練機で混練する。

砂混練は砂及び樹脂の投入規定量になるよう自動計量して正確に混練機に投入される。

b) 砂回収設備

① パンチアウトによりシェイクアウトマシン上に落下した鑄物と砂はシェイクアウトマシンで鑄物と砂が分離され、砂冷却機に砂が送られる過程で磁力撰鉱機により鉄分は回収される。

② 混練機に投入される回収砂は静圧造型の特性を生かすためにサンドタンク内でエアレート（空気により砂をほぐす）する装置を備える。

c) 溶解設備

既設のキューボラにより溶解し、溶湯を新工場に運搬して低周波誘導炉に移し、昇温保持しながら必要量を順次注湯ラインに供給する。

d) 整品仕上げ設備

① ハンガー式ショットブラストにより比較的寸法の大きいもの、割れやすいもの、吊り上げの容易なものの表面処理を行なう。

② タンブラー式ショットブラストにより比較的寸法の小さいもの、割れ難いもの、吊り上げの困難なものの表面処理を行なう。

③ 用途別に適応した仕上げ工具により鋳バリ除去及び細部の仕上げを行なう。特に油圧仕切弁のような小物部品は、両頭グラインダーにより鋳バリの除去を効率的に行なう。

2) 設備能力

a) 金枠寸法

鋳造第二分廠の機械造型で生産している部品のうち単重 5 kg～40kg のものを数個込めもしくは 1 個込めとし、1 枠あたりの平均製品重量を 20kg とする。

この条件を基本として金枠内寸法を $650 \times 500 \times 180 / 180$ (mm) とする。

b) 造型枠数

1 時間あたりの造型枠数を 100 枠 (鋳型合せ完了枠数) とする。

年間鋳物生産量を 6,000TON、1 枠あたりの製品重量を 20kg、故障修理を含む設備の稼働率を 75% とし、1 日の操業時間を求める。

$6,000,000\text{kg} / \text{年} \div 12 \text{ヶ月} / \text{年} \div 25 \text{日} / \text{月} \div 2,000\text{kg} / \text{Hr} \div 0.75 = 13.3\text{Hr} / \text{日}$
となる。

c) 混練機

1 枠 (上型+下型) の砂重量は 175kg である。

$$(0.65^M \times 0.5^M \times 0.35^M \times 1.5 \times 10^{-3} = 175)$$

1 時間に 100 枠造型に要する砂量は、 $175\text{kg} \times 100 \text{枠} / \text{Hr} = 17,500\text{kg} / \text{Hr}$ となる。ここでサンドカッターによる減少及びこぼれ砂による減少があるため、 $20,000\text{kg} / \text{Hr}$ の能力が必要である。

従って混練機は $900\text{kg} / \text{バッチ} \times 11 \text{バッチ} / \text{Hr}$ の能力のものを 2 台設置する。

この混練機は自動水分調整、原材料の自動計量投入装置を備えている。

d) 砂回収装置

$20\text{TON} / \text{Hr}$ の砂回収能力を持ち、砂温管理として砂冷却機を備え、その能力は夏場の室温 32°C のときに大気の相対湿度が 60% 以下の条件で砂温目標値約 40°C に管理する。

e) 注湯ライン

注湯可能枠数は 27 枠とする。従って取鍋容量は、500kg とする。但し、球状黒鉛鋳鉄用は 700～800kg とする。

f) 低周波誘導炉

溶湯の昇温保持及び成分調整（合金鋳鉄）に設置する。

誘導炉の容量は 5 Tを一基、成分調整用に 1 Tを 1 基とする。

g) 注湯後鋳型内冷却時間

注湯後バンチアウトにより鋳物と金枠を分離するまでの鋳型内冷却時間は32分～50分とする。

h) 中子造型機

シェルマシンもしくはコールドボックスマシンを 4 台設置する。

主型造型は 1 時間あたり 100 枠であり、この造型速度に対応する中子供給ができればならない。

シェルマシン、コールドボックスマシンとも造型周期は、中子の大きさによって若干異なるが、通常 2～3 分である。

小さな中子は金型に 2～4 個収めて、造型効率を高める。

中子造型機の稼働率は故障修理を含めて 80%として操業を 3 交替制勤務により、翌日必要とする中子を不足なく準備する。

1 日の主型造型枠数

$$100 \text{ 枠} / \text{Hr} \times 13.5 \text{ Hr} / \text{日} = 1,350 \text{ 枠} / \text{日}$$

中子の造型周期を 2 分 30 秒として、1 日に中子を平均 1.5 個造型すると、

$$2,700 \text{ 個} \div (24 \text{ Hr} \times 0.8 \times 60 \text{ 分} / \text{Hr} \div 2.5 \text{ 分} / \text{回} \times 1.5 \text{ 個} / \text{回} \cdot \text{機械} 1 \text{ 台}) = 3.9$$

となり、造型機は 4 台となる。

i) 中子砂混練機

中子砂混練機は砂及び粘結材を自動計量及び自動装入する。1日に必要とする中子数量は 2,700 個程度であり、沈陽鑄造廠第二分廠の機械造型ラインに投入されている部品の中子重量は数百グラムから 2 kg 程度のものである。

従って、1日あたり必要とする混練砂量は 2,500 kg～3,000 kg 程度と推察される。このことから混練機能力及び型式は 1 TON/バッチのバッチ式ミキサーとする。

5-3-2 手込め造型改造計画

現状の手込め造型ラインは建屋の広い面積を鋳型乾燥炉が専有しており、造型場が非常に狭い。

主型造型用混練砂は生型砂及び乾燥型砂であり、中子造型用混練砂は油砂及び乾燥型

砂である。このために品質の安定が困難であり生産性の向上も望めない。

鑄造第一分廠の近代化が達成された段階で鑄造第二分廠の手込めラインをフラン造型による近代化をはかる。

近代化後の年間鑄物生産量は7,000TONである。

生産技術の近代化は5-2-1の鑄造第一分廠の近代化参照。

(1) 工場配置計画

図VI-89に鑄造第二分廠手込め造型近代化の配置図を示す近代化フラン造型とするため、現状の乾燥炉は全て撤去する。乾燥炉の撤去により生まれた空間は造型場として活用する。図VI-89に示す符号A B E Gの主たる作業場の建屋が低いので、建屋の改造を行ない、同時に採光をはかり作業場を明るく環境改善する。

工場配置計画の内容と導入設備について述べる。

1) 工場配置の考え方

a) 造 型

- ① 主型造型は連続式ミキサーを4基設置し、鑄型の搬送は電動式ローラーコンベアー及び電動台車により行なう。
- ② 中子造型はバッチ式ミキサーを2基設置し鑄型の搬送は手押式ローラーコンベア及び電動台車により行なう。
- ③ 鑄型合せ用として主型造型場に3Tの天井クレーンを2基設置する。

b) 鑄込み

- ① 注湯ラインを設置する。注湯ラインは電動式ローラーコンベアーを導入し、鑄型合わせの完了したものを順次材質別に注湯ラインへ搬送する。注湯ラインに2TONの天井クレーンを各2基(計4基)設置する。
- ② 旧の生産量において、注湯ラインの保有枠数を超える鑄型は鑄型合せ場で鑄込む。

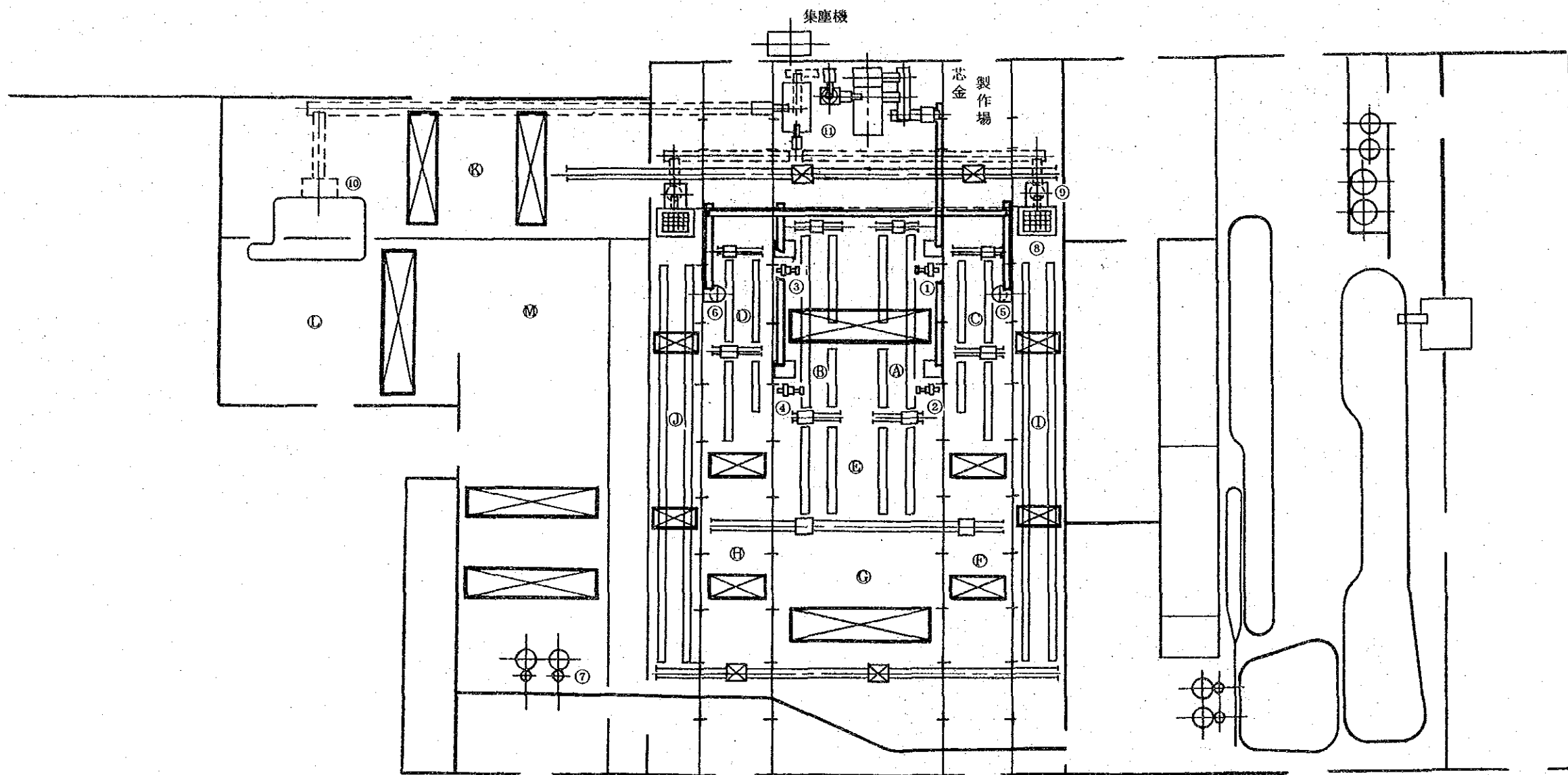
c) 解棒、砂落し

注湯ラインの続きにシェークアウトマシンを設置する。ここで金棒と鑄物及び砂を分離して電動台車により金棒は造型場へ、鑄物は製品工場へ送る。

2) 作業区分と設備

図VI-89に示す符号に基づき作業区分と設備について述べる。

a) 作業区分



図VI-89 鑄造第二分廠近代化配置図

縮尺 = 1/500

- A・B : 主型造型場
 C・D : 中子造型場
 EFGH : 鑄型合せ場
 I J : 注湯ライン、このラインの保有枠数を超える鑄型はFGHで鑄込む。
 K : ショット待ちの鑄物置場
 L : 製品仕上場
 M : 製品補修及び製品仕上場

b) 設 備

- ①、② : 連続ミキサー (10T/Hr×2台)
 ③、④ : 連続ミキサー (5T/Hr×2台)
 ⑤、⑥ : バッチ式ミキサー (60kg/バッチ×2台)
 ⑦ : キュボラ (既設、5T/Hr×2基)
 鑄造第一分廠の熱風式キュボラにおける近代化達成時に熱風化改造を計画する。
 ⑧ : シェークアウトマシン (10T×2基)
 ⑨ : 破碎機 (10T×2台)
 ⑩ : ハンガー式ショットブラスト (既設、12M/Hr×1基)
 ⑪ : 砂再生装置 (10T/Hr×1式)

3) 設備能力の算定

設備能力は1日あたりに必要とする混練砂量、溶湯量等に対して、処理能力が不足してはならない。以下に主要設備の処理能力を述べる。

a) 1日必要な混練砂量

手込め総計ラインの年間鑄物生産量は計画7,000TONである。

砂/溶湯比を5に設定する。

$$7,000\text{TON}/\text{年} \times 5 \div 12\text{ヶ月}/\text{年} \div 25\text{日}/\text{月} = 117\text{TON}/\text{日}$$

b) 混練機の砂供給能力

$$\text{造型区分 A } \{ (10\text{TON}/\text{Hr}) + (5\text{TON}/\text{Hr}) \} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.5 = 60\text{TON}/\text{日}$$

$$\text{造型区分 B } \{ (10\text{TON}/\text{Hr}) + (5\text{TON}/\text{Hr}) \} \times 8\text{Hr}/\text{日} \times 0.5 = 60\text{TON}/\text{日}$$

$$\text{造型区分 C } 60\text{kg}/\text{バッチ} \times \text{バッチ}/4\text{分} \times 480\text{分}/\text{日} \times 0.7 = 5\text{TON}/\text{日}$$

造型区分 D $60\text{kg}/\text{バッチ} \times \text{バッチ} / 4\text{分} \times 480\text{分}/\text{日} \times 0.7 = 5\text{TON}/\text{日}$

1日あたりの混練砂供給能力は合計 130TON となる。

c) 砂再生設備

1日に必要な砂量及び再生設備能力を基準に必要な稼動時間を求める。

$$117\text{TON}/\text{日} \div (10\text{TON}/\text{Hr} \times 0.8) = 14.6\text{Hr}/\text{日}$$

毎日 14.6Hr の稼動を要するため、2交替制による砂再生操業となる。

d) キュボラの溶解時間

年間鋳物生産量を基本に1日あたりの鋳造物生産量を求める。

$$7,000\text{TON}/\text{年} \div 12\text{ヶ月}/\text{年} \div 25\text{日}/\text{月} = 23.5\text{TON}/\text{日}$$

従ってキュボラの溶解能力 5TON/Hrであるから1日の溶解時間は10時間程度となる。

Ⅶ 工場近代化の実施計画

Ⅶ 工場近代化の実施計画

1. 全体の実施計画

工場近代化計画の基本計画（Ⅱ 4.参照）に沿って三つの期に区分して推進する。その推進過程を表Ⅶ－1に示す。

2. 個別の実施計画

各項目毎の実施計画を下記の表に示す。

1) 生産管理の近代化

表Ⅶ－2

2) 鑄造工程の近代化

表Ⅶ－3

3) 鑄造第一分廠の近代化

表Ⅶ－4

4) 鑄造第二分廠の近代化

表Ⅶ－5

表VII-1 近代化計画実施の推進管理

理段階・項目	第一期	第二期	第三期	次期近代化計画
P 近代化計画策定	報告書検討			
D 生産管理の近代化	現状見直し・改善	新管理機能の確立		
	教育・準備			
D 鑄造工程の近代化	現状見直し・改善	新技術設備機器導入計画（予算・購入） 調整・試験・稼働		
C 近代化計画評価			実績調査・評価 見直し・改善	
A 次期近代化計画			次期計画策定	実施計画作成 準備 実施

表Ⅶ-2 生産管理の近代化実施計画

項目	期	第一期	第二期
①調達管理の改善			
②調達管理における品質管理システムの確立と運営			
③納期管理の改善			
④納期管理の確立と運営			
⑤品質保証体制の改善			
⑥品質保証体制の確立と運営			

表Ⅶ-3 鑄造工程の近代化実施計画

項目	期	第一期	第二期
①鑄造方案管理システムの改善			
②鑄造方案管理システムの確立と運営			
③生型造型法の改善			
④フラン砂造型システムの導入			
⑤フェノール樹脂中子造型システムの導入			
⑥溶解用原材料管理の改善			
⑦熱風キューボラによる溶解技術の確立			
⑧低周波炉による溶解技術の確立			
⑨炉前計測管理の確立			
⑩鑄込作業の改善			
⑪造型砂試験と管理の確立			
⑫寸法、肉厚、形状検査の改善			
⑬非破壊検査の適用			

表Ⅶ-4 鑄造第一分廠の近代化

項目		期	第一期	第二期
第一分廠	現有フラン造型ラインの活用			
	①ミキサーの増設			
	②電動ローラーコンベアの設置			
	③被せ、鑄込場の確保		—	
	フラン造型ラインの拡張			
	①ミキサーの増設			—
	②電動ローラーコンベアの設置			—
	③中子、主型造型ラインの区分化		—	
	溶解設備			
	①熱風キューボラーの設置			— —
	②低周波炉の設置			—
	砂回収再生設備			
	①シェークアウトマシンの改造及び砂塊破砕機の設置		—	— —
	②砂再生装置の設置		—	—
熱処理、鑄仕上設備				
①クレーングラストの設置			—	
②熱処理炉の改造		—		
試験・検査設備				
①CEメーターの設置			—	
②発光分光分析装置の設置			—	
③三次元計測装置の設置			—	
④その他			—	

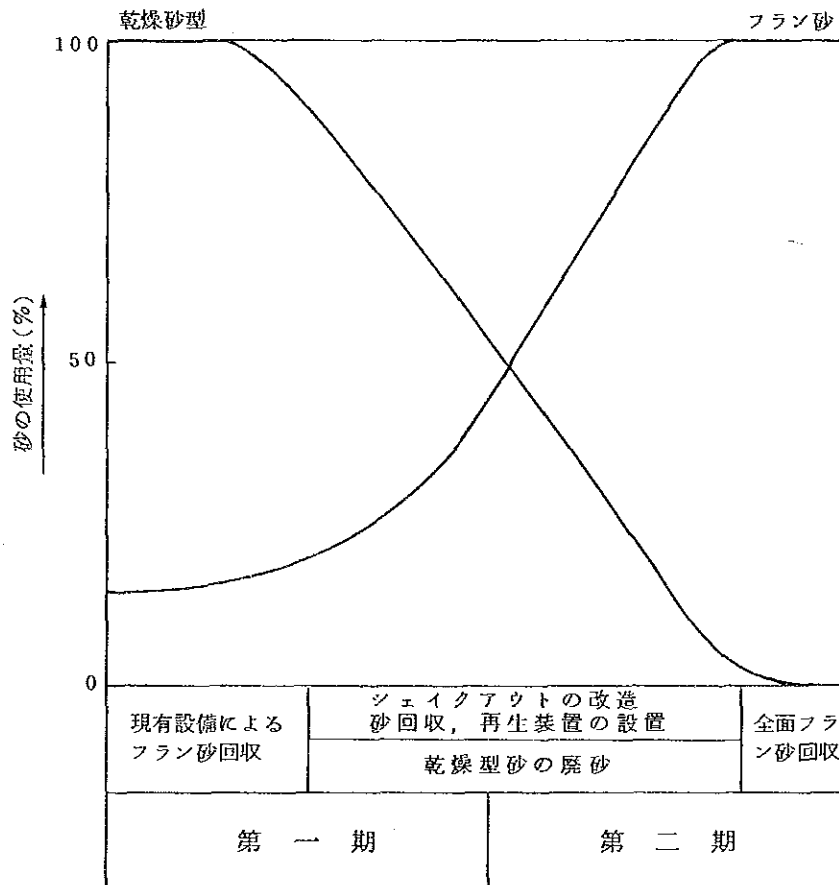
表Ⅶ-5 鑄造第二分廠の近代化

項目		期	第一期	第二期	第三期
第二分廠	生型機械造型工場の新設				
	①レイアウトおよび建屋計画				
	②建屋建設			—	
	③機械の設置			—	
	④低周波炉の設置			—	
	⑤稼動				—
	フラン砂造型ラインの設置				
	①レイアウトおよび建屋				
	②建屋の改造			—	
	③機械設備の導入			—	
④稼動				—	

5) 工場近代化による乾燥型砂およびフラン砂の使用量の推移

第一分廠におけるフラン砂造型システムへの変換は現状の生産量を維持しながら実施するため、現状の乾燥型およびフラン砂の使用量は相反する関係にあって図VII-1に示すごとく推移する。

フラン砂造型システムの砂回収ライン（砂搬送ライン）は現状の乾燥型砂のラインを一部流用するため、フラン砂切換途中においてはフラン砂の回収を優先するので乾燥型砂は回収できなくなりその期間中は廃砂の処理を行う。



図VII-1 工場近代化による乾燥型砂およびフラン砂の使用量の推移

3. 実施計画の遂行

実施管理とは実施の日程計画を立てて、その遂行を管理することである。

近代化計画の遂行は、下記の管理によって円滑に行うことができる。

- ① 近代化計画全体の実施計画と個別の実施計画が作られて管理されること。
- ② 近代化計画の全体を構成する個々の段階や近代化項目の相互関係を明確に位置づけして管理する。

- ③ 日程計画は現実に即して精密に立てる。そして日程進捗実績を把握して、その後の計画を見直し、修正する。
- ④ 工場幹部や計画遂行責任者と計画遂行担当者との情報交換を密に行い幹部、責任者、担当者の役割にもとづいて、問題点を早く正確に発見認識して、適切に処置対策が講じられるようにする。

管理状態の調査や監査、操業状態の現場観察がされなかったり、情報交換がされないと問題点の発見はできない。又問題点を発見しても、全体の機能組織との関連において自分の役割が認識されなかったり、近代化計画実施管理全体との関連において自分の担当する仕事の目的や重要性が認識されないと工場近代化計画の実施はできない。

工場近代化は、現状よりも高度の管理の実行によってはじめて実現できるものである。