

まった形状の大量生産品については、専用の機械が開発され、その能力を発揮している。

シリンダブロックなどでは研磨部分を幾つかの工程に分け、一工程を終えれば次の工程へ製品を移して作業を行なわせるか、同一場所で次の作業を行なわせる方法をとっている。ブレイキドラムでは、外周に沿ってグラインダを動かすか製品を動かして研磨を行なう。

汎用機としては十分なものがないが、最近幾つかの機械が開発されている。

プログラムボードで前後、左右、回転、傾斜の4動作48工程を行なわせ、グラインダで任意形状の鋳物のばり取りを行なうものが米国で販売された。鋳物形状にあわせ作業があらかじめボードのピンを設定すればよい。

グラインダと鋳物外周面(ばりの部分)との接触部が検出部となり、グラインダが任意形状の鋳物の周に沿って動き、ばりを取る自動ばり取り機がわが国で開発中である。この場合はあらかじめプログラムを製作する必要がなく作業が簡単である。

またベルトグラインダにより、任意形状鋳物のばりを取る方式も開発された。この機械では鋳物の外周を単純化してプログラムをくみ、機械としてはそのプログラムによつて操作する。しかしベルトのコンタクトホイールを加工物に押付け、外形に追従しながら研削を行なわせるようにしている。

3.4.5 砂処理の自動化

(1) 砂処理プラント

砂の回収処理、混練などの各作業ならびに砂の移送の自動化が行なわれ、砂処理プラントとして設備されるようになった。

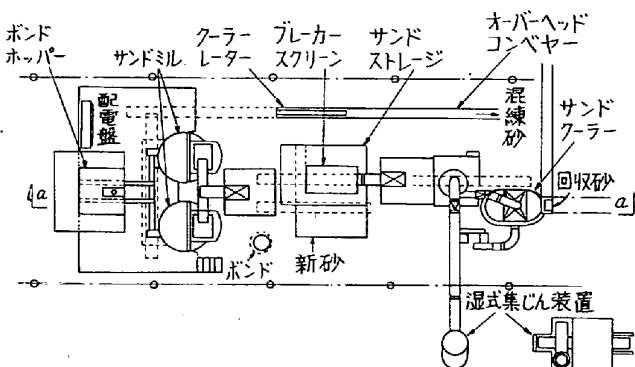


図 3-4-3 砂処理プラント

図 3-4-3 は砂処理プラントの一例であるが、回収砂をサンドクーラーに入れて冷却し、ブレイカースクリーンを通してサンドストレージに貯える。ストレージからサンドミルに送る際、新砂・ボンドを加えてミルで混練し、コンベヤで造型場へ送るようになっている。これらの砂の温度、量、水分などの測定が自動的に行なわれ、コントロールされるようになっている。

大量生産工場では型ばらしした砂の温度のコントロールが大切で、高温に過ぎるとコンベヤやサンドストレージに付着し、造型上も問題があるので、砂冷却装置を組込んでいる。

(2) 砂の性質コントロール

砂の性質を常時測定し鋳物に適した状態にコントロールすることは一般には行なわれていない。しかし処理砂の中からサンプルを取出し、迅速に水分、剪断強さ、圧縮強さ、通気度、温度を測定し砂添加物を調整する方法は考えられている。速いものでは約 1 min 程度で測定可能である。

コンベヤ上の砂のコントロールには水分のみを取上げてやつている場合が多い。これは水分が砂の管理上最も重要であるためである。水分測定には電極を挿入し、両極間の電気容量を測定して水分量を知る方法(連続的)、迅速乾燥法(間歇的)、砂をパイプレータで移送し、2つの穴から落とし、落ちた量の比で水分を知る方法(間歇的)などがある。

(3) 砂の移送

砂の移送はベルトコンベヤが多いが、粉塵の発生により作業環境を害するのでその対策がとられている。一つの方法はコンベヤ、特に移しかえの場所にカバーをする方法である。もう一つの方法は砂の空気輸送である。空気輸送は粘結剤のみ、または混練砂に利用され、通常圧送式が用いられる。すなわちタンク内に入れられた粉体を圧縮空気パイプ中へ吹込む。粉体が途中でつままるのを防ぐため、ブースターでスパイラル旋回を行なわせるか、適正な空気速度を用い粉体と空気とを分離し、柱状になつて粉体が移動するようにしている。輸送距離・能力は前者で最大 300m、100 t/hr、後者で 150m、40 t/hr である。

3.5 公害対策

3.5.1 公害規制とその対策最近の経緯

鋳造工場の各種施設から発生するばいじん・有害ガス・ふんじん・騒音・振動・排水などは大気を汚染し、工場周辺の環境を悪化させ、工場内作業環境をも悪くするおそれがあり、従来から必要に応じて各種の対策が立てられてきた。しかし最近四日市ゼンソク、田子の浦のヘドロなど工場廃棄物や排ガスに原因すると考えられる公害と、その人体への影響が大きく社会問題として取り上げられるようになるとともに、これらを規制する法律や地方自治体の条例もしだいに整備されてきた。たとえば昭和42年8月公害対策基本法が制定され、対象とする公害の範囲、公害防止に関する関係者の責務、公害対策の手法や方策についての基本的指針、公害行政運営の総合化のための方策などが定められ、さらに昭和43年大気汚染防止法および騒音規制法の制定、昭和44年には「いおう酸化物に係る大気汚染に関する環境基準」が設定された。

このように法規制がしだいに確立され、規制値それ自体も個々の規制から地域ごとの総量規制に進むなどの動きとあいまつて、鋳造工場についての調査と対策の検討もかなり積極的に進められるようになった。たとえば、(財)総合鋳物センターでは昭和46年公害対策委員会を設置し、専門技術の立場から研究を開始し、(社)日本鋳物協会関西支部公害対策研究会もキューボラばいじんを中心

に調査と防止技術の開発研究を推進してきた。さらにこの問題は諸外国でも関心が深まり、昭和47年米国で開催された第39回国際鋳物会議の際、新しく「鋳物工業の環境管理に関する国際委員会」(The International Commission Environment Control-Foundry Industry)の設置が西ドイツ代表から提案可決され、各国の代表委員で構成され、昭和49年6月までに3回の委員会が開かれ、活発に討議が進められている。

しかし鋳造工業では、公害発生源も公害の種類もきわめて多く、現状では規制値もまだ流動的なので、ここでは先に述べた総合鋳物センター、鋳物協会などの調査資料を中心にその概略を説明しよう。

3.5.2 公害とその対策

(1) 溶解炉の排出ばいじん、有害ガス

(a) 排出ばいじん

キューポラのごとき筒型炉から排出するばいじんの量と濃度は、JIS Z 8808-1970の煙道排ガス中のばいじん量の測定方法に準じて測定し、低周波炉の場合も炉蓋上にフードを設け垂直の煙道を作り、ここで同じ方法で測定し

表 3.5.1 キューポラばいじん

測定者	石 野	F. M. SHAW	G. ENGELS
ばいじん濃度, g/Nm ³	0.5~6.2	—	6~12
ばいじん量, kg/溶湯 t	0.3~10.4	0.45~22.5	2~18

表 3.5.2 低周波炉ばいじん (石野)

溶 解 方 法	冷材溶解	残 湯 溶 解	
ばいじん濃度, g/Nm³	0.156	0.123	0.218
ばいじん量, kg/溶湯 t	0.301	0.120	0.142

表 3.5.3 キューポラばいじん排出基準(1971年6月22日)

規制対象キューポラ		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 40,000 Nm ³ /hr 以上のもの	0.2 g/Nm ³ 以下	0.1 g/Nm ³ 以下
	排出ガス量 40,000 Nm ³ /hr 未満のもの	0.4 g/Nm ³ 以下	0.2 g/Nm ³ 以下

- 備考 1) 特別排出基準とは、施設集合地において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。(省令付則第3項参照)
 3) 羽口面断面積0.5 m²のキューポラは概ね3.7 t/hr程度のキューポラに相当し、また排出ガス量40,000 Nm³/hrのキューポラは大体20 t/hr前後のものに相当する。

うる。粒度はJIS Z 8801-1966の篩分け法と顕微鏡写真からFeretの定方向径測定法を併用して測定する。測定結果と国際委員会で報告された諸外国の値などを表3.5.1、表3.5.2、図3.5.1に示した。また、規制値の現状は表3.5.3のようである。

これらの図表で知られるごとく、排出基準と比較し相当多量のばいじんが出ること、ばいじんの粒度幅がきわめて広く、特に微粒が多いことが溶解炉排出ばいじんの特徴として注目される。

またばいじん成分は表3.5.4のようである。

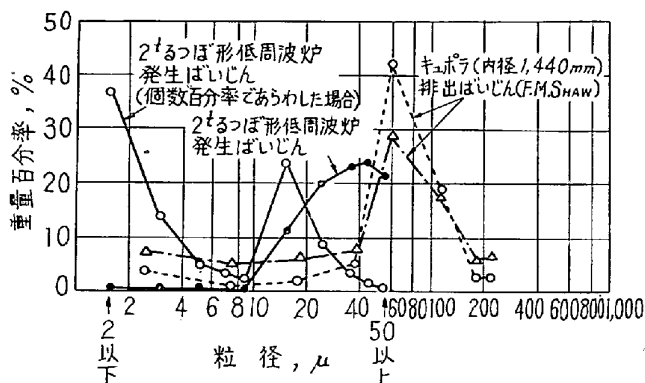


図 3.5.1 キューポラとるつぼ型低周波誘導炉から発生したばいじんの粒度分布の比較(石野)

表 3.5.4 ばいじんの成分(石野)

キューポラ*		低周波誘導炉**	
成分	%	成分	%
灼熱減量	40.3~56.8	Fe ₂ SiO ₄	27
Fe ₂ O ₃ + Fe ₃ O ₄	32.5~42.5	C	15.2
SiO ₂ 他	3.2~21.5	MnO	0.2
		Fe ₂ O ₃ + Fe ₃ O ₄	残

* キューポラばいじんは2t/h キューポラで数回測定

** 低周波炉ばいじんは2t/hr 1回測定値

(b) 有害ガス

有害ガス成分としてキューポラ排ガス中もつとも問題になるのは硫黄酸化物である。装入地金とコークスに含まれるS分は数多くの測定を整理してみると溶湯に50~80%、スラグへ6~9%、排ガスへ13~40%程度の比率で分配され、さらにコークス中のSのみに注目すると表3.5.5のようである。

実際のキューポラ排ガス中SO₂濃度をJIS K 0103のアルセナゾⅢ法により分析した結果、2 t/hrの小型炉で50~160 ppm、大型炉(5~8 t/hr)で170~235 ppmであつた。硫黄酸化物の規制値は、それぞれのキューポラ排出口高さ、単位時間当り排ガス量、キューポラが新設か既設かの別、地域などによつて規制値計算式中の係数Kが異なり、この値もしだいに低くなっているが、現状ではほとんどの地域で規制値以下であり、この硫黄酸化物除去は、

表 3-5-5 コークスの硫黄のキューポラ内における分配 (石野)

キューポラ 操業方式	硫 黄 分 配 率, %						測定 回数
	溶 湯 吸 収 率		スラグへの移項率		排ガス中含含有率		
	測定値	平 均	測定値	平 均	測定値	平 均	
熱風操業	30～52	40.6	9～12	10.2	39～59	49.3	2
冷風操業	42～70	48.1	7～14	9.1	19～50	42.8	7
平 均		46.4		9.4		44.2	

NO_xとともに今後の課題として残される。ただ水洗浄などで大幅に除去しうるので、対策はNO_xなどと比較するとはるかに容易であろう。

(c) 公害対策

ばいじんの粒径と各種集じん装置の効率の関係を表3-5-6に示したが、キューポラばいじんは先の図3-5-1のごとく粒度幅がきわめて広く、特に1 μ またはそれ以下の粒子がかなり含まれているので、サイクロンなどによる予備集じんと湿式、バグフィルタ、電気集じんなどとの組み合わせが必要であり、特に硫黄酸化物除去の面からみるとベンチュリースクラバなど湿式法の採用が望ましいが、ばいじん規制値がさらにきびしくなると、バグフィルタと硫黄酸化物除去の湿式洗浄の組合せが有効であろう。現在中小の鋳造工場ではベンチュリースクラバ

表 3-5-6 ダストの大きさに対する集じん機の集じん率 (福迫)

集じん装置の形式と名称		集じん率 η , %		
		ダスト粒径, μ		
		50	5	1
慣性集じん機		95	16	3
遠心式	中効率サイクロン	94	27	8
	マルチクロン	98	42	13
	高効率サイクロン	96	73	27
	管状サイクロン	100	89	40
湿式	ジェットスクラバ	98	83	40
	湿式サイクロン	100	87	42
	スプレータワ	99	94	55
	流動層式スクラバ	99	98	58
	ディスインテグレート(タイゼン式)	100	98	91
式	ベンチュリースクラバ	100	99	91
汚過	バグフィルタ	100	99	99
	同上リバースジェット型	100	99	99
電気	乾式電気集じん機	99	99	86
	湿式電気集じん機	99	98	92

が、大企業ではバグフィルタが最も多く使用されている。

(2) 排水とその処理

鋳造工場の水質汚濁を発生源別にみると、

- ① 溶解炉、砂処理場、仕上場などの各作業工程から出る含じん空気処理に湿式集じん装置を用いた場合の排水
- ② ダイカストマシン、コンプレッサドレンなどから出る機械油の混入した排水
- ③ 酸洗い、化学分析などの酸、アルカ

リ排水

などがある。

排水の排出基準は各河川、各水域によつて細かく決められているが、多くの鋳造工場について上述の水質汚濁発生源別に測定調査を行なつた結果、PH、BOD、COD、SS および油類に多少問題が残されているが、その他の有害物質はすべて基準以下であつた。また最近湿式集じん装置の使用水もほとんど完全循環方式が採用され、Na₂CO₃、NaOHなどを添加しオートマチックにPH調整を行なう方法が広く用いられている。SSについてはおもに自然沈殿方式が利用され、凝集剤の添加攪拌→沈殿槽→分離槽という組合せが最も多く、効果的であるが、完璧を期してフィルタプレスなどを設置した工場も散見される。

(3) 騒音について

鋳造工場で騒音公害源となる可能性の大きいものはキ

表 3-5-7 騒音規制基準 (昭和43年)

(単位: ホーン)

区域の区分	時間の区分		
	昼 間	朝 夕	夜 間
第 1 種 区 域	45 以上	40 以上	40 以上
	50 以下	45 以下	45 以下
第 2 種 区 域	50 以上	45 以上	40 以上
	60 以下	50 以下	50 以下
第 3 種 区 域	60 以上	55 以上	50 以上
	65 以下	65 以下	55 以下
第 4 種 区 域	65 以上	60 以上	55 以上
	70 以下	70 以下	65 以下

・ 区域の区分は次のとおりである。

- (1) 第1種区域 良好な住宅の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域
- (2) 第2種区域 住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
- (3) 第3種区域 住居の用にあわせて商業、工業等の用に供されている区域であつて、その区域内の住民の生活環境を保全するため、騒音の発生を防止する必要がある区域
- (4) 第4種区域 主として工業等の用に供されている区域であつて、その区域内の住民の生活環境を保全するため、騒音の発生を防止する必要がある区域

ェボラ用ブローア、アーク炉、デトロイト炉、溶解材料装入・切出装置、砂処理装置、造型機、シェイクアウトマシン、ショットブラストマシン、オシレーティングコンベア、コンプレッサ、集じん装置などである。昭和43年制定の規制基準を表3・5・7に示した。

これらの対策としてはブローアの場合、吸排気口に消毒器をつける、内側に吸音材を貼った防音室に納める、材料装入装置はもつとも困難で、防音構造建屋に入れる、造型機については、基本的にジョルトなどを用いない高圧造型機や減圧造型に変更するなどが考えられている。

現状ではこれらについての対策が、しだいに普及しはじめているところである。

3・5・3 作業環境の管理

工場内作業環境を清浄に保つことも公害防止とともに重要な課題である。特に鑄造工場の注湯解砕などの工程で発生する、ふんじん、シェル型や油中子などから発生する有害ガスなど、作業環境を悪くする原因は多い。ハ

表 3・5・8 解砕工程から排出するふんじん量の工場規模による分類 (石野)

企業規模	型ばらし場のふんじん濃度 mg/Nm ³		型ばらし作業 1カ月の延時間 hr	型ばらし作業中のふん じん濃度の平均値 mg/Nm ³ /hr
	最 高 値	最 低 値		
大 企 業	17.2	2.5	15.0	9.0
中 企 業	34.5	4.7	38.6	23.2
小 企 業	79.5	5.8	68.3	41.2
平 均	52.5	5.5	59.8	30.2

表 3・5・9 ガス測定場所とフェノールおよびホルムアルデヒド量
(最小～最大値), 臭気との関係 (石野)

ガ ス 測 定 場 所	フェノール量 ppm	ホルムアルデヒド量 ppm	臭気の種類*
シ ェ ル 中 子 成 型	0.31～0.51	1.44～1.71	3 ～ 4
シ ェ ル 主 型 成 型	0.21～1.64	0.50～2.78	2 ～ 4
シ ェ ル 中 子 使 用 鑄 込 込	0.21～0.78	0.56～1.83	3 ～ 4
シ ェ ル 主 型 使 用 鑄 込 込	0.13～1.16	0.72～1.67	2 ～ 4
工 場 内 中 央	0.08～0.23	0.22～1.11	1 ～ 2
工 場 外	0.14～0.53	0.22～0.82	1 ～ 2

* 臭気は J. S. NADER の5段階評価法による

表 3・5・10 ガス測定場所とアクロレイン量 (最小～
最大値), 臭気との関係 (石野)

ガ ス 測 定 場 所	アクロレイン量, ppm	臭気の種類*
油 中 子 焼 成	0.88	4
油 中 子 使 用 鑄 込 込	0.04～1.06	4
油 中 子 使 用 鑄 込 後 型 ば ら し	0.24～3.06	4
工 場 内	0～0.06	3

* 臭気は J. S. NADER の5段階評価法による

表 3・5・11 粉じん許容濃度 (日本産業衛生協会1972)

	粉 じ ん	許容濃度 mg/m ³
第1種 粉じん	遊離けい酸3.0%以上の粉じん, 滑石, ろう石, アルミニウム, アル ミナ, けいそう土, 硫化鉱, 石綿	2
第2種 粉じん	遊離けい酸 30 %未満の鉱物性粉 じん, 酸化鉄, 黒鉛, カーボンブ ラック, 活性炭, 石炭	5
第3種 粉じん	その他の粉じん	10

イポリウムエアサンプラーを用いて解砕工程のふんじん濃度, シェル型・油中子から発生する有害ガスなどを測定した結果の2, 3を表3・5・8, 表3・5・9, 表3・5・10に示した。

これらのうち, ふんじん濃度を表3・5・11に示す昭和47年制定の日本産業衛生協会のふんじん許容濃度と比較すると, 現状の鑄造工場の作業環境は非常に悪く, 対策が急がれていることが知られる。

3・5・4 む す び

英国で大気汚染に関する最初の法律ができたのは1863年, 水質汚濁防止法は1833年と聞く。わが国で公害対策が積極的に進められるようになったのは, きわめて新しい。しかしェボラ集じんをはじめ, 各工程の集じん防音などが急速に進められるとともに, ノンヘキサレジンの使用による無臭シェル, 騒音のない減圧造型法, 金型鑄造など脱公害技術の開発と自動制御による無人化工場の計画も盛んに進められている。特に昭和49年より(財)総合鑄物センターに発足した, クリーンファンドリーシステム開発研究委員会の成果と, その製造現場への適用が期待される。

3・6 鑄 鋼 の 技 術

3・6・1 大型鑄鋼の技術

(1) 概説

最近10年間に於ける鑄鋼の国内生産量の推移は, 年々増加の一途をたどり, 昭和48年の総生産量は