

が用いられていたが、改正規格 (G 5901-1974) では10号から200号まで10種類に分けられ、それぞれの砂のピーク粒のメッシュ数にはば一値した数値としてある。たとえば100号はピーク中心の砂粒は、 149μ つまり100メッシュに相当している。この呼称は欧米では以前から用いられており、呼称からよその粒度を推定できる便利さがある。

3.3.7 鋳物砂の研究

EPMAの開発により、鋳型砂の挙動や焼着機構がしだいに明らかになってきた。たとえば、クロマイト・サンドは鋳鋼鋳物用鋳物砂として使用されているが、これは焼着を防止する性質が強いのである。焼着防止の機構を解明するためにEPMAを使用した。吉川によれば、鋳込時には溶鋼からMnが鋳型中に移行し、クロマイト粒のMg, Feと置換するので、スピネルの RO と R_2O_3 のバランスが保持され、Alの拡散が抑制される。粒間物質は Al_2O_3 -MnO-SuO₂系と、かんらん石固溶体に近い組成の二相となり、結局高温強度の高い焼結層を作り耐焼着性のすぐれたものとなることが判明した。また走査型電子顕微鏡の開発は、砂粒表面の凹凸はもちろん各種粘結剤の被覆状況をはじめ、砂再生状態の認識に有効に使用されるようになった。写真3.3.1にレジンコートサンド表面の表面を示した。

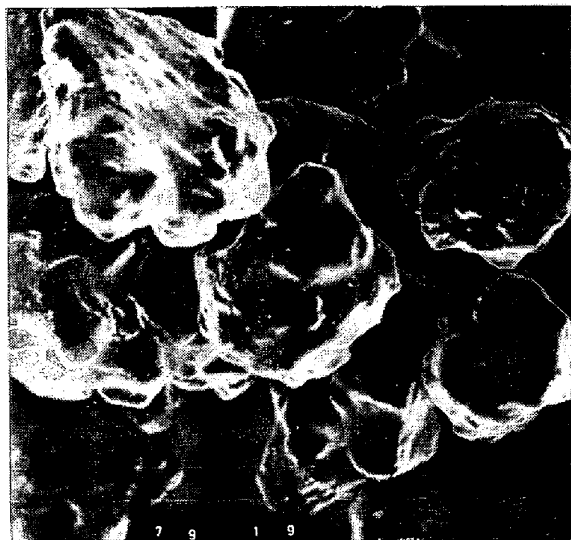


写真 3.3.1 レジンコートサンドの表面 (×100) (小林)

3.3.8 鋳物砂の再生

鋳物砂の価格および廃砂の処理費の高騰により、回収と再生が必須の条件となってきた。再生方法には、空気圧、機械力、水洗、燃焼によるものがあり、それぞれ効果をあげ、通常75%程度の再生が行われている。このために回収再生の容易な鋳造型法法の模索が行われるとともに再生しやすく、しかも再生率の高い鋳物砂の選択もあわせて要望されるようになった。

3.4 鋳造工程の自動化

鋳物工場の機械化は最近10年の間に急速な進歩をとげた。すなわち、新しい機械の開発と工程の自動化、高速化が行なわれた。製品の種類によつて異なるが、主として大量生産の工場では鋳造各工程が完全に自動化し、製品の生産速度も小物では数秒単位、中物 (自動車のエンジン程度) でも十数秒~数十秒単位で製造されるようになった。しかし大物 (数t~数十t) では自動造型、型ばらしなどは困難で、流動自硬性鋳型の採用のほかは特別な進歩があつたとは思えない。

以下工程別にその概要を記すことにする。

3.4.1 造型の自動化

(1) 自動造型機の発達

従来作業者が手操作で枠入れ、枠出し、型詰め、模型清掃を行なつていたジョルトスクイズ造型機は自動式のものに変わつてきた。特に手足を用いてバルブを操作していた従来形式の造型機は少なくなり、ボタン操作式のものや、タイマーにより自動造型が行なえるものが多くなつた。そのため作業者は労力を消耗することなく、しかも高速造型が可能となつた。

造型方式も従来のジョルトスクイズ万能から枠深さの浅いもの (250mm程度以下のもの) では、スクイズのみを行なうものが製作され、鋳型面硬度を一樣としさらに硬度を高めるためにスクイズ面を幾つかに分割した油圧ピストンによるマルチセグメント式で圧縮が行われるようになった。油圧は現在7~30 kg/cm² が用いられている。

ただ枠が深い場合には、ジョルトスクイズ式でないと十分な硬度が得られないが、この形式は振動・騒音を発生するのでいろいろな工夫が施されている。

また無枠式の造型機が比較的多く用いられるようになった。これは枠製作の費用節約、型ばらし時の枠の取扱い不要などの便利さのためである。鋳型寸法は500×600×300程度までであつたが、現在ではそれ以上のものも製作され始めた。ディサマチック造型機は無枠式の鋳型両面使用の特殊造型機であるが、造型速度が速いため大量生産工場で広く採用された。

さらに特殊な造型方式のVプロセス造型機 (鋳型中の空気を抜いて鋳型を硬化させる) が開発され、比較的薄物の鋳造に利用され始めた。

(2) パターン自動交換

製品の種類が多く、パターン交換の回数の多い工場では、交換時間短縮のためパターン自動交換装置が開発された。最近ではコンピュータコントロールにより一日の生産計画に応じて必要なパターンを選出し、所要数量の鋳型を造型するラインも開発されている。

パターンの自動交換を行なう一つの方式は、パターンシャトル装置によるものである。この場合は、パターンを造型ステーションから取出し、ストックコンベヤに移し、ストックコンベヤ中の必要なパターンをパターンシャトルに移して交換を行なう。上型、下型の交換に要する時間は約2 minである。

もう一つの方式は、パターンループ式の造型機を用いるもので、この場合は幾つかのパターンがループラインを移動して造型されるもので、パターンは造型機のテーブルに固定されていない。したがって造型の終わったパターンをパターンループラインから取出し、ストックラインにあるパターンをループラインに搬入して交換を行なう。

自動でパターンを認識するには、いろいろな方法がある。例えばパターン側面に数個の検出体を取付け、パターンが認識用センサーのある場所にきたとき、瞬間的にセンサーに電気信号を送り、その値を読みとり、あらかじめ定められた符号によりパターンを認識する方法などである。

(3) レイアウト

特に大量生産工場では円滑な流れに重点をおいた造型注湯、冷却、型ばらしなどのレイアウトが採用された。

比較的小物（接手、バルブなど）の多品種大量生産を行なう工場では1台の造型機に1列の鑄型ストック、注湯ラインが直結したものとし、これを生産量に応じて幾組か設け、型ばらし、後処理はまとめて行なう配置（図3・4・1）を採用したところが多い。

中物（自動車のエンジン部品など）の大量生産を行なう工場では、造型機と直列または並列にモールドコンベヤがあり、そのコンベヤは、エンドレスである配置（図3・4・2）のことが多い。この場合は、造型された鑄型はエンドレスコンベヤにのせられ、注湯、冷却、型ばらしが行なわれ、注湯は鑄型移動中に、冷却はコンベヤ上で行われる。製品の大きさによつては冷却期間が短かすぎるため、冷却区間を幾つかに分けし、製品の大小によつてそのいずれかを流すか、あるいは一定時間放置するようにしたものもある。また造型機とモールドコンベヤの間に鑄型ストックの場所を設け、造型と注湯のずれを調整するようにしたものもある。

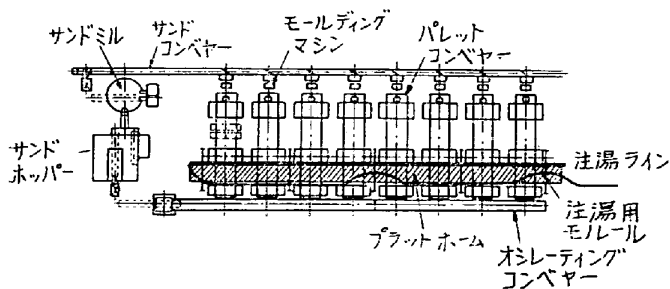


図 3・4・1 パレットコンベヤライン

モールドコンベヤのかわりにローラコンベヤを用い、自動送りプッシャーによつて鑄型を移動させる形式もある。この場合は間接的に鑄型は送られる。

3・4・2 注湯の自動化

注湯作業合理化のため各種の自動注湯装置が開発された。これには次のような形式がある。

(1) 定量注湯方式：一定量をひしゃくで杓みあげるか、取鍋にうけ、その全量を鑄型に注湯するもので、前者はダイカストに広く利用され、後者は鑄鉄鑄物に用いられている。

(2) 湯量検知方式：鑄型中に注湯された湯の量を検出して目的の量に達した時に注湯をとめるもので、湯口または揚りの湯が一杯になつたのを検知する方法と、重量を検知する方法とがある。湯面を検知する方法には光電管、針などが用いられている。重量を検知する方法はあらかじめ目標値を設定して、その値に達した時注湯がとまるようにする。両者とも利用されている。

注湯は取鍋傾斜またはストップによるものが一般的であるが、空気で湯面を加圧して溶湯を圧送する方法、電磁ポンプによる方法などが開発された。

3・4・3 型ばらし・鑄仕上げの自動化

パンチアウトマシンを用いて鑄枠から型砂および鑄物を押出す方法は早くから行なわれている。また、シェークアウトマシンによる砂落としも広く採用されているが、騒音、粉じんのため環境を害する点が多く、カバーを施してこれ避ける方向に向つている。騒音の少ないものとしてキルン状のドラムを用い、この中に鑄物を入れて低速回転させ鑄物砂をおとす方式が最近注目されている。もちろんこれらの作業は大物では連続的に流すことは困難であるが、中小物では流す方式をとつている。

鑄物の表面清掃にはショットブラストが広く採用されたが、大量生産品ではハンガーコンベヤを用い、移動中に清掃物を回転させ、砂の落ちやすい面は速く、落ちにくい面はゆつくり回転させ、調節可能なものが製作されるようになった。

砂落としと清掃とを兼ねた強力ショットブラスト装置は大物にも適用され成果をあげている。

3・4・4 後処理の自動化

鑄物の後処理の自動化はほとんど進んでいない。しかし自動車エンジン部品、ブレーキドラムなどのように決

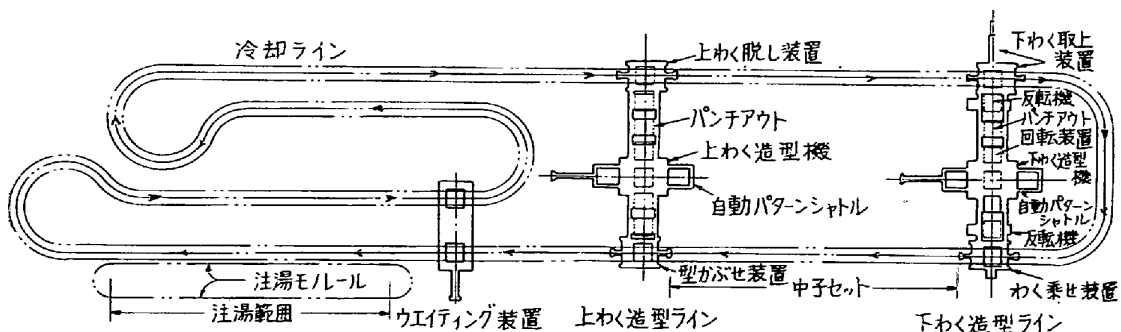


図 3・4・2 エンドレスモールドコンベヤライン

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。

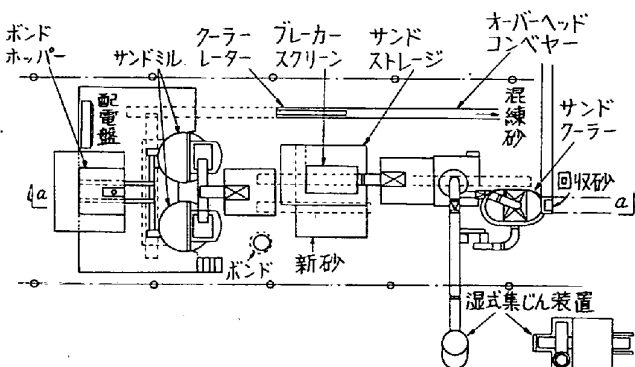


図 3-4-3 砂処理プラント

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1min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、100t/hr、後者で150m、40t/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