

# 鑄物用珪砂

山田正春

鑄物には その対象によつて種々あるが(第1表)いづれも熔銑炉 または電気炉で溶解した銑鉄または鋼を造型砂で固めた鑄型に流し込み 冷却後造型砂を崩壊除去して製品をうる。この造型砂には 珪砂 ジルコンサンド オリピンサンドなどがあるが もっとも大量にかつ普通に使用されるのは珪砂である。

珪砂の3大用途のうち 第2位を占める鑄物用珪砂は昭和36年度には約63万トン使用され 板ガラスおよびその他ガラス製品用の100万トン以上につぐ重要なものである。今後は一時的な好・不況はあろうが わが国の機械工業の進展に伴つて その基礎である鑄物工業もそれに比例する発展が予想され 昭和40年度には約90万トンの需要が見込まれている。したがつて鑄物工業は機械工業とともに消長するが 機械工業はここ数年にわたり鋳工業部門中 著しい高度の成長を達成している。機械工業のうち 特に鑄物の占める割合の大きいものは工作機械 繊維機械 ミシンなどであつて その重量の80%が鑄物の部分で占められるが その他電気機械 鍛圧機械などでも40~60%を占めるといわれ われわれの生活に直接 間接にいかにか鑄物の結びつきが大きいかを痛感させられるのである。

ところでこれらの機械工業の基礎をなす鑄物工業にとつて 珪砂は不可欠の原料であるにもかかわらず 従来関係業界において鑄物用珪砂を軽視していたきらいがあり 先進諸外国に比べこの面で多分のハンデキャップがあつたことはいなめない。戦後わが国の鑄物技術の後進性が云々されたのもむべなるかなで 最近ではこの面においておおいに関心が高まつてきたといえる。

## 鑄型の材料と作り方

鑄型は 砂 バインダー コンバインダー クッション

第1表 鑄物の種類と鑄込温度

種別	鑄込温度	備考
鑄鋼	1,550~1,600°C	強靱鑄鋼 (C 3.0% Si 1.6~1.8% Mn 0.6~0.7% J I S の F C 25~35°) の場合で普通鑄鋼はこれより100°C下る
可鍛銑鉄 (マリアブル)	1,400~1,450	表面を黒鉛化した銑鉄であるが 靱性あり
銅 銅合金	1,200	銅合金はブロンズ (Sn 10%前後)
真 鍍	1,200	亜鉛30~40%
軽合金	800~850	アルミニウム マグネシウム

ン剤によつて作られる。成型には木型を使つたり 造型機を使つたりの方法がある。バインダーには ベントナイト系粘土から尿素樹脂にいたるまで 多くあるがこれは鑄型の分類と方法に重要なものである。コンバインダーは たとえば つぎにのべる炭酸ガス型法のように 炭酸ガスを通ずるまでの生型の強度を持たせるため混入物として穀粉 (0.2~0.3%) などが用いられる。クッション剤は 砂そのものでは耐火度が保てないので 鑄型を黒鉛の溶液に浸して 鑄込みの時 表面にガスフィルムを作つて 砂と湯をしゃ断するために用いられる。この黒鉛は一般に 国産鱗状黒鉛40% アリiston40% コークス粉末15% 前後の配合で作られることが多い。

## 鑄型の種類

鑄型は前記の原料で作られるが その種類は主としてバインダーによつて分類されている。つぎにその概略をのべる。

### A. バインダーに粘土を用いるもの

#### 1) 生型

- a) 生砂 粘土分12~14%を含有する珪砂(主として野間砂が使用されている)を使用する
- b) 合成砂 これは戦後発達した鑄物技術の所産で 各粒度の珪砂を配合して作る

#### 2) 乾燥型

粘土を入れ 水分の多いものはマネ型と称する

### B. 粘土以外のバインダーを用いるもの—特殊鑄型

- 1) 炭酸ガス型 (水ガラス型) 水ガラスを主とし 少量の糖密を添加し それに炭酸ガスを通ずると乾燥しなくても型が硬化する
- 2) 油砂型 アマニ油 桐油 魚油などを用いる
- 3) 尿素樹脂型 (シェルモールド) レジンなどの尿素樹脂を使う方法で さらに促進剤が添加される

第2表 各種鑄物の生産実績

年	銑鉄鑄物 (トン)	可鍛銑鉄 (トン)	銅合金鑄物 (トン)	軽合金鑄物 (トン)
30	924,652	58,200	35,802	11,627
31	1,241,523	73,402	48,445	15,255
32	1,433,813	90,611	59,240	20,302
33	1,169,502	79,462	51,023	19,872
34	1,483,117	100,273	55,526	26,052
35	1,988,123	129,053	72,571	34,875
36	2,379,000	155,329	84,730	41,894

通産省機械統計による

註: 36年はいずれも概算

ることが多い。レヂンは 1 kg 250 円程度で鑄物 1 トン作るのに 1 万円位と高価につくため 精密鑄造などに主として用いられる。

- 4) エアーセッティング型      バインダーは油であるが 特殊な油を使う最近の方法である
- 5) セメント型                  セメント60%位を混じて放置し一緒に固まらせる方法である

なお鑄型には 外型を形づくる主型（おもがた）と内部を形づくる中子（なかご）がある。また最近 鑄物砂の新しい傾向を示すものとして 東洋コーテットサンドがある。これは珪砂にレヂン3%程度を配合して 200~250°C で処理したもので 従来の砂のままの売買とちがって バインダーを配合し そのまま鑄型を作れるようにして販売するものである。このコーテットサンドで鑄型を作るときは 型に入れて250°C位にすると レヂンのために化学反応を起こして凝固するものである。現在東洋コーテットサンドには主として愛知県篠岡地区の珪砂が使用されているとかで 価格は2万円/トン程度ということである。東洋コーテットサンドの特長としては 耐温性 長期間の貯蔵可能 流動性のいいこと シェルの強度が大きく しかも均一であること ブローイング方式に最適であることなどがあげられているが 従来のシェルモールドとちがうのは それに添加する促進剤にあるようで 通気性には影響ないといわれている。いずれにしても この種のもは 鑄物用珪砂の将来の1つのあり方を暗示するものとして その将来性が非常に注目されることである。

### 造型砂として大切な4つの条件

造型砂としての珪砂に要求される重要なことは 耐熱性 通気性 造型性 崩壊性の4つである。これによって珪砂の規格がきまるのであるが 鑄型の種類によって必ずしも一定でない。すなわち 鑄型の種類によっておのおのに適する珪砂がきまってくるわけである。

1. 耐熱性  $\text{SiO}_2$  の純度が高く85~95%で 酸化鉄や耐火度を下げる不純物をきらいが 特に1号 2号ではこれが厳密である。なお石英は単結晶で さらに結晶中に揮発物質を包蔵するものがあるが このようなものは 鑄込みの高温時に破裂して当初の粒度より細くなるので適当でない
2. 通気性 鑄込みの時にガスは完全に逸散する必要がある。ガスは粒子間を通して逃げるので 粒形と粒度が問題となり粒度分布は均一でなく 2~4のピークを有するように配合されることが多く 粒形は丸いものが多い

い

3. 造型性 粒形は球状が理想で 角張ったものは「焼きつけ」が多くなる。同じ粒度の砂を使うと熱膨張で「すくわれ」を生ずる。型の強度は 粒度分布のピークの高いものはわるく また粒形の角張ったものの方が強いが これは通気性をわるくするので適当でない。前記の石英中に揮発物を夾雑するものは 鑄込みの時破砕されて粒度が変わるのでよくない
4. 崩壊性 鑄物ができてから 鑄型が簡単に崩壊して製品を容易に取り出せることが必要である。しかし主体はあくまで1, 2, 3である

なお粒形の丸いものは バインダーの量が少なくても 1つの要素で 鑄肌をきれいにすることともに重要であるが とくに高価なレヂンを使うシェルモールド法や 主としてアマニ油を使用する中子用では 重要なことである。

### 需給と生産量

鑄物用珪砂の需要は 機械工業の消長に比例することはすでに述べた。そしてわが国の機械工業が経済成長の中核的な担い手であって 一時の好・不況はあっても今後さらに発展して行くであろうことも疑いをはさむ余地はない。最近の珪砂の生産消費実績および今後の予想を第3表に示したが 逐年増加の傾向にあり 昭和40年には約90万トンの需要が推定されている。

第3表 鑄物用珪砂の生産・消費実績および予想（単位：1,000トン）

種 別	35年	36年	37年 (見込み)	40年 (見込み)
鑄 鋼	310	380	423	553
強靱 鑄鉄	45	60	68	88
普通 "	104	122	129	130
可 鍛 "	34	40	42	59
そ の 他	22	29	40	45
合 計	515	631	702	875

（鉱山局の資料による）

鑄物用珪砂には 天然珪砂（第3, 4紀および海岸砂）人造珪砂 コニカル珪砂などがあるが 本邦の全珪砂生産量の80%は東海地方に集中しており 鑄物用珪砂の場合は この比率がさらに大きくなる。

しかし 近時工業地帯地方分散の傾向があり 珪砂の価格引き下げと輸送問題解決のため 各地に新しい産地の開発が進められている。一方最近昭和34・35年頃から 戦後はじめて良質の南ベトナムの カムラン珪砂の輸入が再開され 珪砂の需給に1つの新しい要素を加えるにいたっている。このことは 東海地方の主要産地

の珪砂鉱床の将来性とも関連し また国内資源の量と質からみて わが国の珪砂鉱業の将来に多分の問題点となっているが これについては後述する。

### 国内の鑄物用珪砂資源

従来鑄物用珪砂としてもっとも多量に使用されたものは 愛知県知多半島の野間砂 内海砂であった。その他愛知県三河地区などの人造珪砂 瀬戸 多治見 土岐津地区のコニカル珪砂などがあつたが 数年前 長野県下において古生層のチャートが花崗岩の影響をうけて粒状化し 容易に砂状となる珪砂が発見され 特にその粒形が非常に丸いことなどからおおいに注目され かつさかんに稼行されるようになった。最近にいたって これと同種のものが愛知県篠岡地区などで開発されているがその他にも 2・3 知られている。また従来からの内海砂のような海岸砂も 愛知県渥美半島や山口県下などで採取されている。これらの鑄物用珪砂を成因的に分類して その概要をのべればつぎのとおりである。

#### 1) 海岸砂

この種のものでは知多半島の内海砂が有名である 内海砂には 海岸の吹き上げ砂 海辺砂および浅海海底砂などがあり いずれも少量の貝殻を含む この種のものはじゅうぶん水洗を行なわないと鑄物の表面に赤鉄鉱ができるなど 仕上がりに難点がある

内海地区の他 渥美半島 山口県下などでも最近稼行されるようになってきている

#### 2) 第3・4 紀堆積層中の珪砂

##### a) 蛙目珪砂(コニカル珪砂)

愛知県瀬戸地区 岐阜県多治見 土岐津地区などに産する蛙目珪砂を コニカルミルで加工して使用されコニカル珪砂と称される

##### b) 野間砂

第4紀洪積世に属する野間貝層中の砂層で 12~14%の粘土を含有するので 一般に生型用に利用される 野間地区は本邦の最も重要な鑄物用珪砂の産地であるが その将来性とも関連して 本邦各地に多いこの種の堆積層について新鉱床獲得につとめる必要がある

##### c) その他

本邦の新第3紀層中の砂層には 各地で小規模に地方的色彩をもって稼行されているものが多い この種のもは 資料も不じゅうぶんなものが多いので今後じゅうぶん調査研究を行なつてその実態を把握するようつとめるべきである

#### 3) 浅間篠岡型珪砂

古生層のチャートが花崗岩の影響をうけて粒状化し 容易に砂状になるものおよび古生層のチャートが変成作用をうけて石英片岩となり さらに花崗岩の影響をうけて粒状化して容易に砂状になるものなどがあるが 前者には長野県下 愛知県篠岡地区など 後者には三河地区の一部などがあり 一部ではインペラブレーカーで破砕しているものもある この種のもは 粒形は丸いが粒度が細かすぎる(200メッシュ以下)ものもあり 採取歩留りもおちるものがあるが 長野県下のもは篠岡地区に比しやや粗い この型のもはその地質条件から本邦各地には未知鉱床がかなりあるものと推定されるので おおいに探査につとめる必要がある

#### 4) 人造珪砂

珪岩や石英片岩および一部のチャートなどで いくぶん前記 3) に近いものは インペラブレーカーで破砕して人造珪砂を作つても 粒形が比較的角張らないので鑄物用として利用される この種のものには 愛知県三河地区の三栄銀砂 三河珪石などがある とくに三栄銀砂は優秀な設備を有して 品質のすぐれた鑄物用人造珪砂を産出している

### 今後の問題点

鑄物を1トン作るのに鑄物砂2トン(新しい砂1トンと回収した古砂1トン)を必要とするといわれる。機械工業の発展にあたって その重要な一端を担う鑄物砂がいかに大きな位置を占めるかを今さらながら痛感させられる次第である。鑄物工業の根幹である鑄物砂についての問題点は実に多いといえる。現実にはオッタワサンドのように単結晶で 粒形の丸いすぐれた珪砂を使った鑄物はどうしてもでき上りが立派だといわれること 国産珪砂の価格と品質の関連性 ジルコンサンドは別としてオンピンサンドがもっと安く出回るようになるかどうか またその時の珪砂との関係 カムラン珪砂が実用面で今後どういつた位置を占めるであろうか等々。

しかし ここでは国産珪砂の将来性について問題点をしばつて考えると 次の諸点にあるといえないだろうか

#### 1. 鑄物砂の鉱物学的問題点の確立

良い鑄物砂とは何かというのは 現在では鑄物工業の立場から その使用試験を経てはじめていえることであるが これを鉱物学的に規定できるようにじゅうぶん検討を行ない その結果をおしすすめて新しい珪砂資源の活用を計ることはできないだろうか

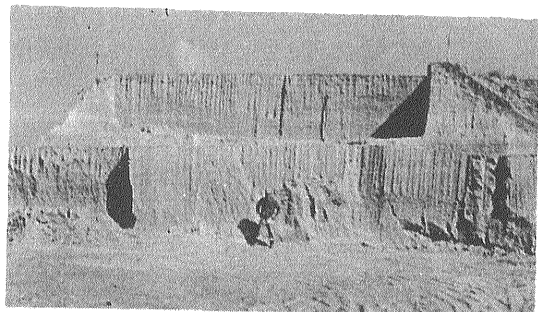
#### 2. 新産地の開拓

前記の問題とも関連して 地質学的にも既知鉱床と同一の地質条件の地域についてじゅうぶん調査・研究を行な

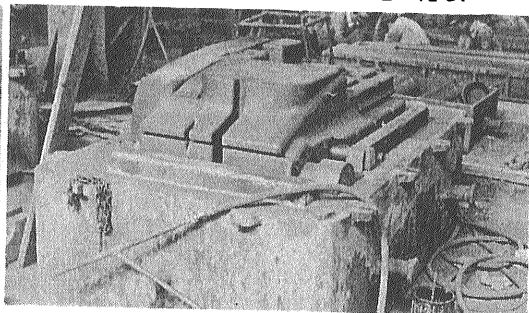
って新産地の発見と開発につとめるべきである

### 3. 古砂の回収

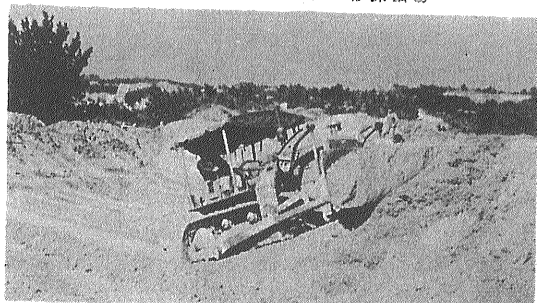
現在の古砂回収状況は 生型 乾燥型などでは主型のコンカル珪砂は80~90%回収されるが、中子はほとんど回収できないとわれる 種々の問題はあるだろうがその他の鑄型の場合も含めて、たとえば水選 風選 薬品処理その他の方法で 安価に回収できるようにつとめるべきである



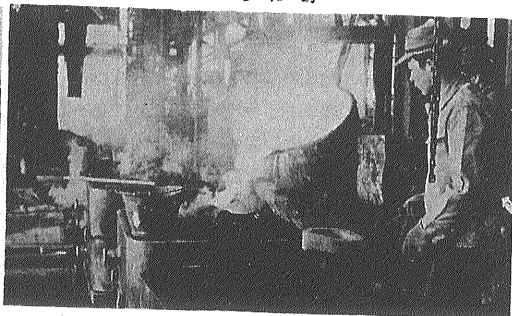
愛知県知多半島野間地区奥田山珪砂採掘場



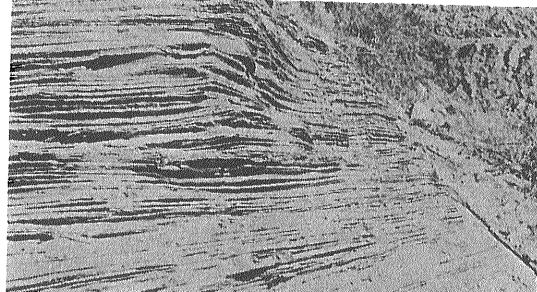
でき上がった鋳



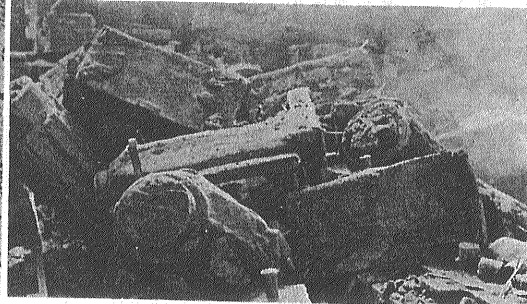
愛知県知多半島野間地区前田山のブルドーザーによる排土作業



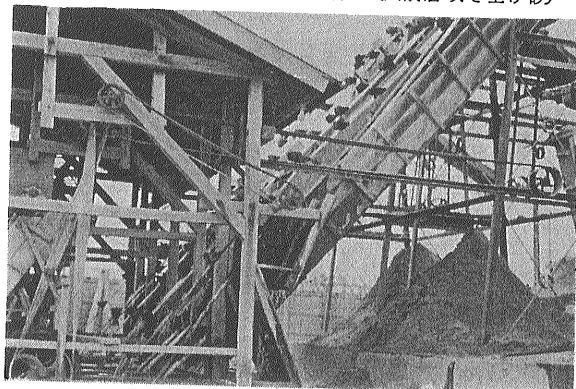
キューブラーから運ばれた湯を鑄型に流し込む



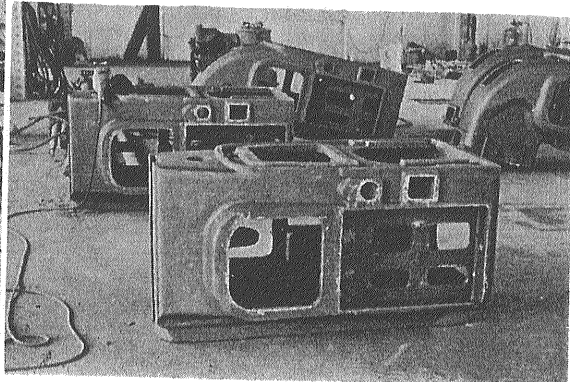
愛知県知多半島小野浦地区の海岸砂(風成層 吹き上げ砂)



鑄型に流し込んだ湯が冷却すると砂ごと取り出す



海岸砂(吹き上げ砂・浜辺砂・海底砂)は塩分を含むので徹底的に水洗を行なう



砂をきれいに取り去れば鑄型ができあがる

### 4. 海岸砂について

海岸砂は鋳業法の適用をうけないが 生産量はかなり大きいものである 海岸砂の今後の開発に当たっては多分の問題があると考えられるので 適切な鋳業行政 指導の実施が望まれる

いずれにしても 一時的な好・不況に左右されずに 今こそ国内の鑄物砂資源の量と質を安定させるよう努力を払わねばならない時期にきているといえる。