

新日本製鐵(株) 八幡製鐵所 戸田秀夫

釜石製鐵所○宇野成紀 大水 勝

光和精鉱(株) 北沢忠雄 (株)鐵原 棟方雪郎

## 1. 緒 言

製鉄工場より発生する各種ダスト類は、その大部分を、焼結原料として回収使用しているが、高炉湿ダストについては、Zn含有率が高いため、ほとんど利用できなかった。高炉湿ダストの脱Zn法としては、還元処理方式が知られているが、新日本製鐵(株)では、より簡易、安価な方式として、液体サイクロンによるZnの分級分離法を開発し、実機化<sup>1), 2), 3)</sup>した。本方式は湿ダスト中のZn, Pbなどが、微細粒域に偏在していることに着目し、効果的な分級によって、低Znの湿ダストを得るもので、1977年4月釜石製鐵所に設備を建設、運転開始した。この脱Zn処理によって、高炉湿ダストの安定使用が図られるとともに、焼結、高炉操業に良好な効果を示しているため、その概要を報告する。

## 2. 高炉湿ダスト中の亜鉛、鉛の存在形態

本方式の開発にあたって、湿ダスト中の各種鉱物の存在状態を調査した。

### 2. 1 粒度別分布

#### 2. 1. 1 ふるい網による篩分け

高炉湿ダストスラリーを、250~44  $\mu\text{m}$ の標準篩でふるい分け、Zn, Pb等の粒度別分布を調べた。その結果、表1に示すように、Zn, Pbは微細部分に偏在しており、微細粒子をふるい分けるとZn, Pbの大部分は除去でき、粗粒部分は、製鉄原料として利用できる可能性のあることがわかった。

#### 2. 1. 2 サイクロサイザーによる分級

高炉湿ダスト中のZn, Pbを多く含んだ微細粒子を分離するには、分級処理、特に後述する液体サイクロンによる分級が有望と考えられた。そこで分級の基礎データを得るため、Warman社製サイクロサイザーを用いて、湿ダストの粒度別分布および、Zn, Pbの粒度別分布を調べた。

試験結果の一例を図1に示す。累積重量曲線を見ると、ストークス径15  $\mu\text{m}$ 付近から急に上昇している。

一方、Zn, Pb分布曲線は15  $\mu\text{m}$ よりも細粒部の累積分布率がきわめて高く、15  $\mu\text{m}$ 以上の勾配はそれほど大きくない。

したがって最適分級径は、ストークス径15  $\mu\text{m}$ 付近であり、これよりも分級径を大きくすると、Zn, Pb除去率は若干向上するが、図1 Fe, C等の回収物量が急激に減少する。

分級径を小さくしても、回収物量はそれほど増加せず、同時にZn, Pbの除去率もやや低下するので、いずれも好ましくない。

表1 高炉湿ダストの粒度分布および化学成分の粒度別分布

| 粒径<br>( $\mu\text{m}$ ) | 重 量<br>分布率<br>(%) | Zn        |            | Pb        |            | Fe        |            | C         |            |
|-------------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
|                         |                   | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) |
| +250                    | 8.5               | 1.84      | 3.3        | 0.27      | 3.3        | 7.4       | 2.2        | 75.4      | 16.3       |
| 250<br>~149             | 11.9              | 1.06      | 2.6        | 0.19      | 3.1        | 13.1      | 5.6        | 66.8      | 20.2       |
| 149<br>~74              | 13.7              | 0.86      | 2.5        | 0.16      | 3.1        | 22.0      | 10.7       | 55.6      | 19.4       |
| 74<br>~44               | 11.3              | 0.82      | 1.9        | 0.18      | 2.7        | 39.2      | 15.8       | 31.6      | 9.1        |
| -44                     | 54.6              | 7.89      | 89.7       | 1.15      | 87.8       | 33.7      | 65.7       | 25.2      | 35.0       |
| 平均                      |                   | 4.80      |            | 0.71      |            | 28.0      |            | 39.3      |            |

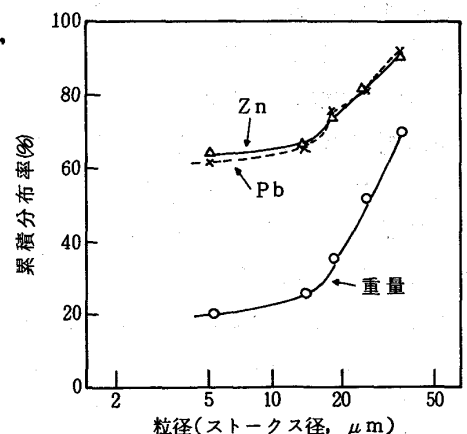


図1 サイクロサイザーによる高炉湿ダストの粒度分布およびZn, Pbの粒度別分布

以上の実験結果から、高炉湿ダスト中のZn, Pbは微細粒域に偏在しており、最適分級径 $15\mu\text{m}$ 付近で分級すると、回収物は供給物の $70^{\text{wt}}\%$ 、Zn, Pbの除去率は $60\sim 70\%$ となることがわかった。

## 2.2 存在形態

分級回収物から、さらにZn, Pbを除去することと、分級微細粒部のZn, Pbの濃縮の可能性を探るため、高炉湿ダスト中のZn, Pbの存在形態を調査した。写真1に湿ダスト粒度 $20\sim 50\mu\text{m}$ の特性X線像の一例を示す。

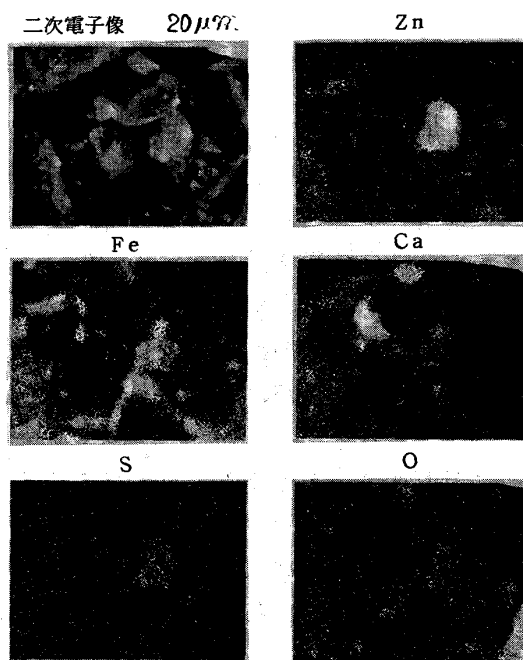
これらの写真およびX線回折の結果等から、以下のように推定された。

- 1) Znは、硫化物、酸化物、ジンクフェライト、Zn, Pbを含んだカルシウムフェライト、金属状Zn、らしきもので存在する。
- 2) 粒度別には存在状態の顕著な差はないが、粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の微細粒子には、硫化物および金属状Znらしきものがやや多い傾向がある。

なお、Pbは微量のため、EPMAでは存在形態を推定できなかった。

このように、湿ダスト中のZnは種々の鉱物形態で存在し、かつ粒度別の形態の差もほとんどないため、化学反応等を加えない簡単な処理で、さらにZnを分離することは困難と判断された。

写真1 湿ダストの特性X線像



## 3. 液体サイクロンによる分級試験

高炉湿ダストを $15\mu\text{m}$ 程度の粒径で効率良く分級する手段として、設備構造が簡単で、かつ大量処理も可能な液体サイクロンを選び、図2の実験装置により分級試験を行なった。

サイクロンは図に示すように、オーバーフローパイプが水封された負圧式液体サイクロンを用いた。この負圧式サイクロンは、サイフォン内部が負圧になっており、サイフォン圧を変えることによって分級点を微調整でき、また、アンダーフロー部の逆止弁によって安定した性能が得られる。

分級試験は、供給スラリーダスト濃度 $10\sim 20\%$ 、フィード圧 $0.5\sim 1.0\text{ kg/cm}^2$ 、オーバーフローサイフォン圧 $50\sim 100\text{ mm Hg}$ の範囲で実施した。

図3はフィード圧、サイフォン圧と、アンダーフローへのダスト回収率、Zn混入率の関係を示したものであるが、フィード圧、サイフォン圧を

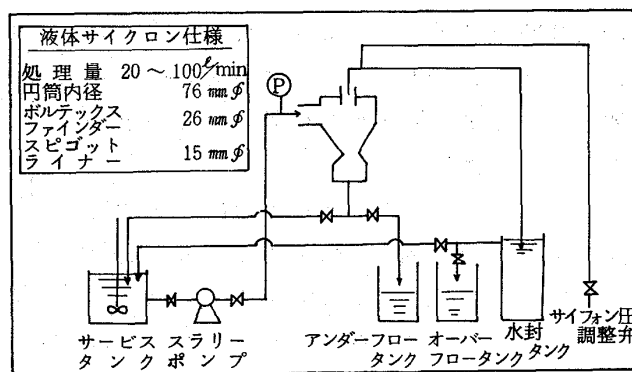


図2 分級試験フロー

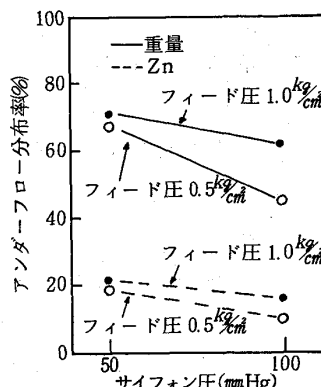


図3 フィード圧、サイフォン圧とアンダーフローダスト回収率、Zn混入率の関係

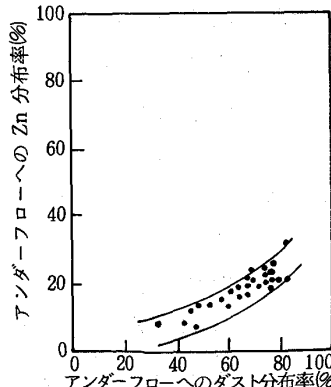


図4 ダスト分布率とZn混入率の関係

上げると、アンダーフローへのZn混入率は少なくなるが、同時にダスト回収率も減少する。  
ダスト回収率を30～85%に変化させた場合の、ダスト回収率とZn混入率の関係は図4のようになり、  
ダスト回収率80%のときのZn混入率は20～30%であった。

#### 4. 脱亜鉛処理設備

液体サイクロンによる分級分離で、低Zn湿ダストが得られることを確認したので、釜石製鐵所、第1高炉、第2高炉の湿ダスト処理系統に分級処理設備を設置した。

##### 4.1 設備基本計画

設備能力は、第1高炉、第2高炉から発生する高炉湿ダストのほか、置場に貯蔵している高炉湿ダストも処理し得る1500 Dry - t/月とした。

負圧式液体サイクロンは基礎試験で使用したものと同一仕様とした。

また、オーバーフロースラリーの脱水は、いったん静置沈降でダスト濃度を2%→9%に上げた後、フィルタープレスに供給する方式とした。

##### 4.2 処理設備

図5に処理設備のフローシートを示す。

シックナースピゴットから排出したスラリーは、ダスト濃度を $\gamma$ 線密度計で連続測定し、シックナー循環水を加えて、5～15%の範囲の設定濃度に調整する。

濃度調整したスラリーは、フィードタンクで攪拌した後、0.5～1.0 kg/cm<sup>2</sup>の設定フィード圧で、並列に6基設置している負圧式液体サイクロンに供給する。

サイフォン圧は分級状況に応じて、10～100 mmHgの範囲で調整する。

分級後のアンダーフロースラリーは、オリバーフィルターで脱水後、他のダスト類とともに、ディスク型の造粒機で1～5mm程度のミニペレットとし、焼結原料として使用する。

オーバーフロースラリーは、沈降槽で3時間前後静置した後、上澄液はシックナーに戻し、沈降槽下部に濃縮したスラリーは、フィルタープレスで脱水処理する。

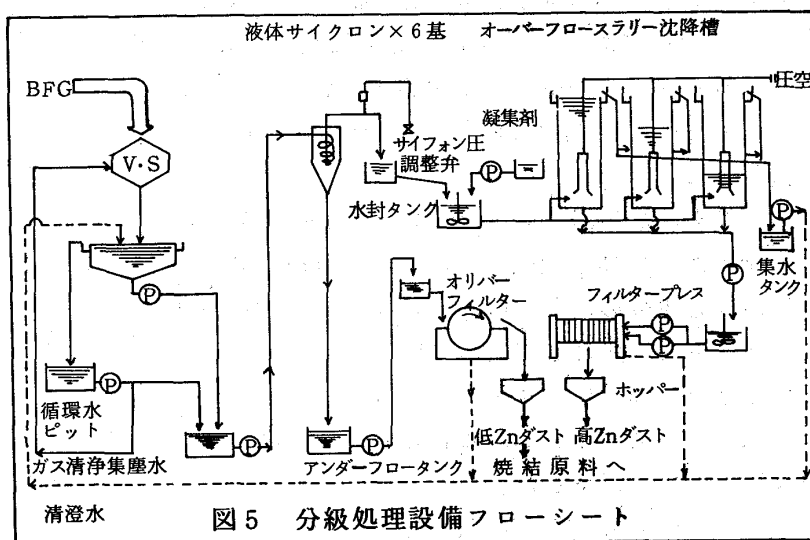


図5 分級処理設備フローシート

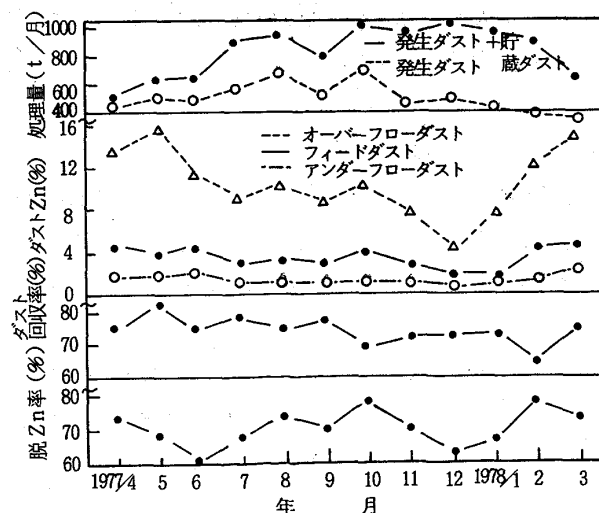


図6 脱Zn処理実績

#### 5. 操業結果

処理設備は1977年4月、運転を開始し順調な操業を続けている。

図6に主要な操業諸元の推移を示したが、高炉湿ダストのZnは良く分離され、フィードダストのZn

3～5%に対し、焼結原料として回収使用するアンダーフローダストのZnは、ほぼ1%で推移している。

一方、分離除去したオーバーフローダストのZnは、8～15%に達し、Znの除去率は60～80%になっている。

さらに、Fe、C含有率をみると、表2に示すように、アンダーフローダストのFe、C含有率は、フィードダストよりも濃縮されており、資源価値を高めている。

分級後の高炉湿ダストの粒度分布の測定例を図7に示す。DA粒径（アンダーフローダストおよびオーバーフローダストへ、それぞれ混入する微粒、粗粒割合が同一となる粒径）は12 $\mu$ mであり、良好な分級状況である。

なお、分級後のオーバーフローダストをサイクロサイザーで分別し、粒度毎に主要成分の分析を行なった。（表3）

Znは大部分が10 $\mu$ m以下の粒度域に偏在しており、オーバーフローダスト分離の効果が確認された。

このように、脱Zn処理後の高炉湿ダストのZnは大幅に低下した。

そこで従来、高炉湿ダストは高炉へのZn装入量規制範囲内で使用調整していたが、処理設備稼働後は発生分のほか、置場に貯蔵している高炉湿ダストも、処理し使用している。

その結果、図8に示すようにミニペレット中のCは5～6%迄上昇し、焼結粉コークス原単位は約2kg/t低下した。

また、高炉へのZn装入量は、従来0.3kg/t程度であったが、脱Zn処理後は0.2kg/t以下で安定して推移している。

## 6. 結 言

高炉湿ダスト中のZn、Pbなどが、微細粒域に偏在していることに着目し、液体サイクロンによるZn、Pbの分級分離法を開発し、実機化した。

分級処理後の低Zn湿ダストは、各種のダスト類とともに、ミニペレットとし、焼結原料として有効に回収使用している。

## 参考文献

- 1) 戸田秀夫；鉄と鋼，Vol. 63-No. 4（1977）. S 57
- 2) 日本鉄鋼協会共同研究会，第51回製鉄部会・鉄51-9-共
- 3) 戸田秀夫 宇野成紀；製鉄研究，No. 295（1978），昭和53年6月

表2 分級によるFe、C含有率の変化

（1977年6月～1978年1月実績）

|            | 重量<br>分布率<br>(%) | Fe        |            | C         |            |
|------------|------------------|-----------|------------|-----------|------------|
|            |                  | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) |
| オーバーフローダスト | 27.1             | 24.61     | 19.2       | 26.28     | 26.2       |
| アンダーフローダスト | 72.9             | 38.50     | 80.8       | 27.46     | 73.8       |
| フィードダスト    |                  | 34.74     |            | 27.14     |            |

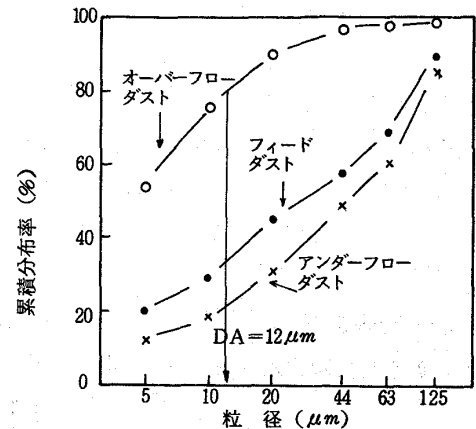


図7 分級後のダスト粒度

表3 オーバーフローダストの粒度別成分

| 粒 径<br>( $\mu$ m) | 重 量<br>分布率<br>(%) | Zn        |            | Fe        |            | C         |            |
|-------------------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
|                   |                   | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) | 品位<br>(%) | 分布率<br>(%) |
| +18               | 2.1               | 0.96      | 0.2        | 22.68     | 2.8        | 50.40     | 4.6        |
| 18～10             | 8.3               | 1.50      | 0.9        | 31.99     | 14.8       | 32.05     | 11.5       |
| -10               | 89.6              | 14.50     | 98.9       | 16.36     | 82.4       | 21.62     | 83.9       |
| 平 均               |                   | 13.14     |            | 17.78     |            | 23.16     |            |

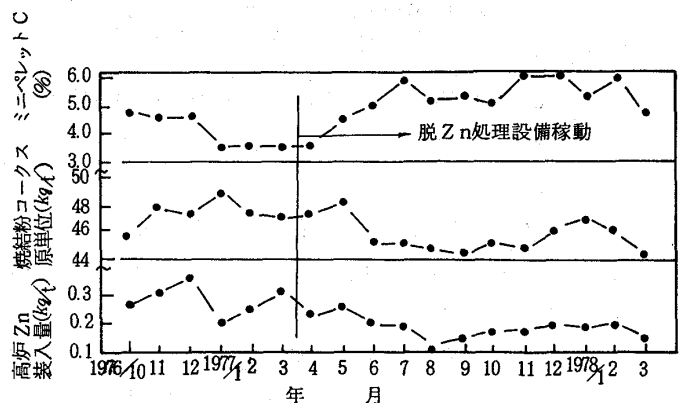


図8 ミニペレットC、焼結粉コークス原単位  
高炉Zn装入量の推移