

第 56 回講演大会講演大要

(Preprints of the 56th Grand Lecture Meeting of
the Iron and Steel Institute of Japan)

(1) 新 G 式焼結工場における工場実験とその効果

On the Factorial Experiment, Practice and Its Effect of "New Greenawalt" Sintering Plant.

T. Kitagawa, et alii.

富士製鉄釜石製鉄所

土居楠美・〇喜多川武・穂坂有郎

I. 緒言

釜石の G 式焼結工場は約 20 年を経た旧式なものであったが昭和 31 年と 32 年と 2 度にわたって改造をおこなった。その結果いわゆる新 G 式の高風圧操業が可能となり、原料と成品輸送関係の設備、計器が更新増強された。したがって生産性は以前より大巾に増加できることが予測された。ところが他方原料中の微粉のしめる量が増加し粒度組成は急激に微細化して、100 mesh 以下のものが約 40% 程度存在するようになった。このような事情のもとで最適焼結条件を見出し、いかにして品質と生産を確保するかという主眼から昭和 32 年 6 月に工場各部の性能試験と要因実験を兼ねた大規模な工場実験を実施し、種々の有益な情報を得た。それにもとずいて妥当とされる設備の改善は重点的に実施し、適正操業条件を維持し、その効果をさらに実績からも再確認し、最終的には原料配合から焼結工程、成品輸送にいたるまでの標準作業を定め、生産工程の合理的管理を実施することができた。本報告においては工場実験の計画、実施要領および結果について簡単にとりまとめ、適正操業条件決定の概要をのべ、最近の焼結鉞の品質向上と稼働率向上に対して効果的であった点について論及した。

II. 工場実験の計画

微粉原料を対象とした焼結作業における経済的適正条件を知るためにまずその生産性を関数で表わして検討し焼結時間、吸引負圧、燃料配合率の因子を取上げさらに事故率に影響するサイクロンダストコレクターの型式についても比較することとした。今 4 基の鍋を有する焼結工場の生産高は次の関数関係で表現できる。

$$P = 4 \times W \times N \times (1 - \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

$$= 4 \cdot M \cdot \eta \{1440 / (t_1 + t_2)\} (1 - \alpha) \dots\dots\dots (2)$$

こゝに P: 生産高 (T/D)

M: パン当り装入原料 {M = 装入密度 × 内容積}

η: 鍋歩留

W: パン当り生産高 (T)

N: 日産パン枚数

α: 事故および修繕による休止率

t₁: 焼結時間 (mn)

t₂: 転覆, 装入, 点火の作業所要時間 (mn)

1140: 60mn × 24 (mn)

この場合生産高 P の最も経済的に高い値を示めず点を見出すことが第 1 の目的であり、またその影響因子としては歩留と焼結鍋回数を支配する排気負圧と焼結時間ととりさらに品質と焼結進行速度の要因として燃料配合率を採用し最後に事故率に関係のあるサイクロン除塵器の収塵について焼結機別に比較検討した。因子と水準を Table 1 に示す。

Table 1. Factors and levels.

| | | | | | | |
|---------------------|----------------|-------|---------------------|-------------------------|----------------|-------|
| A: Sintering time | A ₀ | 20mn | C: Coke% in raw mix | C ₀ | 3% | |
| | A ₁ | 24" | | C ₁ | 4" | |
| | A ₂ | 28" | | C ₂ | 5" | |
| B: Suction pressure | mm | | | D: No. of sintering pan | D ₀ | No. 2 |
| | B ₀ | -1000 | D ₁ | | No. 3 | |
| | B ₁ | -1250 | D ₂ | | No. 4 | |
| | B | -1500 | | | | |

実験計画に当つては前掲の 4 因子について 3 水準の実験を行うため完全実施とする数が多くなり今回は

34型 1/3 実施とし交互作用に関する情報は若干犠牲にした。また各パン同時に実施する為因子 C については分割法を採用した。実験は 3 日間にわたり同一条件のものを繰返数 2 で行った。

計画した構造模型の式とそれによる模型に対して行うべき F 検定の分散分析表を Table 2 (表省略) にまた因子と各水準に従つて作成したわりつけ表を Table 3 (表省略) に掲げた。

これらに従つてさらに細目にわたる時間割やプログラムを作つて実験を実施した。

III. 実験の実施と解析法

原料配合を一定としたまゝで計画に従つて予定通り各

Table 4. Resultance of Analysis; Significant or not.

| Factors | FeO% | Yield | Marking of sintering | Cyclone dust | + 60 mesh% in dust | Temp. of exhaust gas | Amplitude of fan |
|-------------------|------|-------|----------------------|--------------|--------------------|----------------------|------------------|
| D: Coke% | * / | * / | | / * | | | |
| A: Sintering time | | * / | ** / | | * / | ** / | |
| B: Suction press | | | * / | * / | * / | * / | ** / |
| C: Pan | | | | * | ** | ** | ** |
| Remarks | | | | | AC ² * | AC ² * | |

部にわたって実験を行なった。そして 30 項目にわたる対象測定値の情報を得た。データは多種多様におよぶので結果はホールソートカードに記入し別に作成した解析用紙によつて計算の手順化をおこない迅速に結果を得た。解析の方法はまず燃料の影響を出してから他の 3 要因の方を分析した。

IV. 解析結果

多くの情報のうち特に効果的と見られる重要な 7 つの特性値については Table 4 に示したような有意性が見られた。すなわち要因の変化によつておのおの変つてくる様相が判明した。またおもなものを Fig. 1 (省略) に示す。

i) FeO 燃料配合比にしたがつて FeO は上り従来の試験鍋による結果とよく一致するが若干その値は低い。

ii) 落下強度: 時間をかけて焼く程また燃料は 5% まででは多くすればするほど強度は強くなる。

iii) 焼結状況判定点: 焼結時間の効果が第 1 で次に圧力の影響が大きくなる。

iv) サイクロンダスト: 排気圧力が上がると吸引されるダストが増加してくる影響が見られ燃料が余剰な時に特にはなほだしいことがわかった。また、3号機の改造型サイクロンの性能が良いことも立証された。

v) 粗粒ダスト (60メッシュ): ダスト中の粗粒量のしめる比率をしらべた結果、圧力が 1350 以上付近から急激に高くなることが判明し負圧が高い時には微粒子は除塵しにくい傾向を示して来た。また 3号機は微粉まで除塵する好い性能であった。

vi) 排ガス温度: 焼結時間が長くなれば排ガスの温度が最も高くなつて来、また圧力もそれにつく影響を示した。しかし炉別に非常に差がでることが判明した。

vii) ファンの振動: 2台直列の中の 1 次側の排風機の水平振動については排気圧を上げると振動が若干低下することが認められたがその絶対値は小さく安全運転の

範囲内であることが確認された。

V. 考察と現場操業への応用

各要因の効果が概略ながら実験結果から判明したので適正な焼結操業条件を推測し実施に移した。この場合 6 月に実験して 8 月には実行を開始した。

i) 燃料: コークス添加量は現在の標準配合では 5% 前後が強度もよく FeO も 20% 以下ではなほだしくは fussion bond の状況にもならぬため、成品 t 当 55~60 kg に安定させている。

ii) 焼結時間と吸引圧力: 微粉原料を対象とする時は高風圧操業にも若干の欠点があられてくる。すなわち極端に風圧が上昇してくると微粉原料の場合は吹きぬけや孔掘りの状態となりサイクロンダストは増え歩留は低下しその上排風機には含塵率の高いガスが行くこととなりランナーの寿命を縮め事故率が増加する。したがって新 G 式の高風圧操業も粒度構成によつては風圧に限度があり、今回の実験結果によつても次のようなことがいえる。もし抵抗が一定であれば排気負圧と流量の関係は

$$F = K \cdot \sqrt{P} \quad \begin{cases} F: \text{排気流量} \\ P: \text{排気負圧} \\ K: \text{常数} \end{cases}$$

であらわされる。今 24 分焼結で負圧 1250mm A.q. の時から 1500mm A.q. に上昇させたたとすると理論的には

$$\sqrt{\frac{1500}{1250}} = 1.096 \quad \text{倍の流量が期待され焼結時間は 24 分}$$

から 21 分 57 秒に短縮し得ることが堆定されるが実験結果では排気負圧 250mm の上昇では高々 1.7 分の効果しかのぞめず、排ガス温度の方もそれを裏付けした結果となつている。しかも成品の落下強度は時間延長の効果も判然とあられてくるだけであるし歩留についてもダストが急増する点が予想されるため標準作業としては初期排気負圧 1350 mm A.q. 焼結時間 23 分 (22~24 分) を採用することとした。

iv) サイクロンダストコレクター

釜石で検討して改造した 3号機の型が良いと明白にな

つたので漸次全機この型に更新した。

VI. 結 言

原料工程にわたつて大巾な変化があつた場合その新しい操業条件を適正に維持していくことは第 1 の急務であるが、釜石の G 式焼結工場においても種々の改造や原料事情の変化があつた後、大規模な実験によつて焼結機本体での特性や要因の効果をしらべ標準作業の基礎を作りそれによつて操業を実施し製鉄作業の目的にそう良質な焼結鉱を能率的に生産しうることができた。とくに現在までに効果のあつた点は次のごとくである。

- i) シンターリングファンの寿命延長…以前の約 3 倍となつた。
- ii) 焼結鉱の品質向上…粉率低下し FeO 安定し、強度上昇す。
- iii) 生産と品質が安定して高炉に好影響を与えた。特に高炉灰の発生量は低下しコークス消費量は節減することができた。釜石の熔鉱炉では鑄物銑吹製時にこの焼結鉱を 55% 程度使用しているがコークス比は 0.71 前後となつており、焼結鉱の重要性は再確認されている。

(2) 硫酸滓の流動焙焼における圧降下について

Pressure Drop in the Fluidized Roasting of Pyrite Cinder

K. Okajima, et alii.

名古屋大学工学部 理博 佐野 幸吉
 " 工井上 道雄
 " 工岡 嶋 和久

I. 結 言

著者等は硫酸滓の乾式脱銅法に関する一連の研究を進めているが、これに流動焙焼を適用するに当り、予め高温における流動化条件を明白にしておくことが焙焼炉を安全操業する上に必要ではないかと考えられる。

たとえば、本研究の場合には、焙焼温度が 1000°C 附近にもなると流速に関係するところの相当な限定条件が生じて来るから、高温における硫酸滓の流動焙焼を一般的流動化条件を用いて取扱うことに疑問がある。このような意味から、次には 2.4cm 径の流動管を用いて室温から 1150°C までの温度範囲にわたつて測定した硫酸滓の流動焙焼における圧降下について報告する。

II. 実験装置

実験装置を Fig. 1 に図示した。流動管は 2.4cm 径

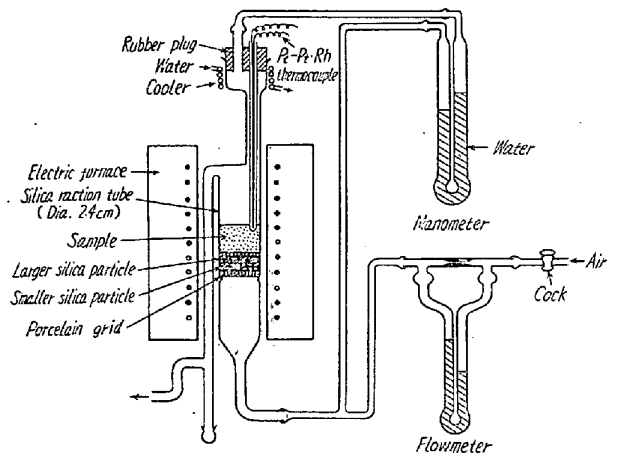


Fig. 1. Experimental apparatus.

の不透明石英製である。流動床は 0.1cm 径の多数の孔を明けた磁製板の上に比較的大きい粒径の石英粒を 5g その上に比較的小さい粒径の石英粒を 7g 充填したものである。石英粒は試料の落下を防ぐために入れるのであつて、大きい方の粒径は 0.23~0.38cm, 小さい方のそれは 0.08~0.23cm である。加熱はニクロム線捲電気炉によつて行い、Pt-Pt-Rh 熱電対によつて流動管内の試料の温度を測定する。送風機より空気を送り、その流速を毛細管流速計によつて一定に保つて流通させる。空気が試料、ならびに石英粒を通過する前後の圧降下は圧力計により水柱で測る。

III. 実験方法

実験試料としては 100~150 メッシュの日鉱日立硫酸滓を用いた。

実験方法は次のごとくである。まず、大、小の石英粒のみについて圧降下を測定する。すなわち Fig. 1 のごとく、大、小の石英粒を入れて、一定温度に保ち、空気を流通させて管中流速約 3.2cm/s 付近より次第に流速を減少させ、その都度圧降下を測定する。次に試料を石英粒の上に充填し、約 3.2cm/s 付近の流速から次第に流速を減少させて圧降下を測定する。測定はまず室温においておこない、次第に温度を上昇させて 1150°C までの各温度についておこなつた。温度を上昇させる時は流速は 2.5cm/s に一定に保つた。

IV. 実験結果

1 例として試料 15g の場合の測定結果についてのべる。

Fig. 2 には試料と石英粒によつて生ずる圧降下曲線上の各流速における圧降下の値から、その流速に相応する石英粒のみの圧降下曲線上の値を差引いて、試料のみの圧降下 ΔP をもつて流速 U に対し図示した。図における $\Delta P = 3.32$ の値は Parent 等による理想的圧降下