

Table 7. Chemical composition of sinter (%).

Dolomite brick fines (%)	T.Fe	FeO	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	CaO/SiO <sub>2</sub>
0	61.28	16.76	0.33	4.87	3.78	1.29
2.5	59.81	13.58	1.93	5.45	3.90	1.40
5.0	58.97	12.72	2.95	5.42	3.60	1.51

Table 8. Reduction test of sinter (Gakushin method).

Dolomite brick fines (%)	Degree of reduction (%)
0	71.0
2.5	78.2
5.0	78.9

示す。ドロマイト煉瓦粉配合割合が増すにしたがつて、塩基度および MgO は上昇し、T. Fe は低下の傾向を示している。

### 3.2.5 還元率

ドロマイト煉瓦粉配合焼結鉱の塊鉱還元試験結果を Table 8 に示す。この試験ではドロマイト煉瓦粉の配合増により還元率が向上しているが、これは焼結鉱中の CaO が増加したためと考えられる。

## 4. 結 言

ドロマイト煉瓦粉を添加した場合の焼結生産性および成品々質におよぼす影響を試験鍋を使用して調査した。

1. ドロマイト煉瓦粉を  $(CaO+MgO)/SiO_2=1.25$  になるように石灰石と置換して使用した場合、その配合割合が増すにしたがつて生産率および落下強度は向上したが、還元率は大巾に低下した。

2. ドロマイト煉瓦粉を  $CaO/SiO_2=1.25$  になるように石灰石以外の原料と置換して使用した場合、その配合割合が増すにしたがつて生産率はほとんど変わらないが、落下強度および還元率は向上する傾向を示した。

以上よりドロマイト煉瓦粉を焼結に使用する場合は還元率を低下させないような、すなわち  $CaO/SiO_2$  を低下させないような添加方法をとるべきと考えられる。

## (21) 焼結原料の管理による焼結鉱品質および生産性のコントロールの可能性について

(焼結原料管理についての研究—I)

日本鋼管、水江製鉄所

松本利夫・堀江重栄・八浪一温

梶川脩二・○齋藤祥三

Possibility of Sinter Quality and Productivity Control Through Blending Control of Sinter Feed

(Study on the sinter feed control—I)

Toshio MATSUMOTO, Shige-yoshi HORIE

Kazuharu YATSUNAMI, Shūji KAJIKAWA

and Shōzō SAITŌ

### 1. 結 言

高炉塊成原料のうち、コークスについては従来より多くの研究解析がなされ、原料炭の個別のコークス化性に基づく成品コークスの強度、生産性の推定がなされるようになり、品質管理の強化とあいまつて現在では品質はほとんど安定している。一方焼結鉱についてのこのような研究開発はかなり遅れていると思われる。焼結鉱は高炉使用上特にディメリットとなる問題点はなく、現状では粉鉱源の許す限り配合率は上昇する傾向にあり、このように高炉原料中に焼結鉱の占める割合が多くなるにつれて、かつてのコークスに対するごとくに焼結鉱品質管理の強化が重要な問題となつてくる。しかし、実際に焼結鉱の品質管理を強化するといつても品質の代用特性値である時産、強度、粒度、歩留、コークス原単位を制御するための再現性の良い管理方法が見出されていない現状では、より広範囲な塊成技術の基礎的研究を充実させることが必要であろう。本文では焼結鉱品質におよぼす要因のうち最も大きいと考えられる焼結原料の配合管理の方法と、それによる焼結鉱品質や生産性のコントロールの可能性について考えてみたい。

### 2. 焼結原料管理へのベッディング法の適用

#### 2.1 当社のベッディング操業について

焼結成品を管理するには、少なくとも原料が管理可能な状態になつていなければならない。この目的によく合致しているのがベッディング法である。ベッディング処理を行なうことにより原料性状のパラッキは少なくなり、ベッディングパイル全体が平均品質になるため、原料の品質を精度よく推定することができ、また原料の品質を自由に変更することができる。当社では扇島において粉鉱石のベッディング処理を行なつており、当水江製鉄所の焼結原料中の外地粉の全量を処理している。

次に当社におけるベッディング操業の概況を示す。

#### 2.2 ベッディング粉管理上の問題点

Fig. 1 のごとく、現状ではベッディング粉は Fe, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P の 4 成分および微粉配合率、発生粉購入粉配合比率が一定の限度内に入るように管理しており、その結果焼結鉱の成分、塩基度の安定のためには大きく寄与しているが、焼結鉱の他の重要な管理項目である時産、強度、粒度、コークス原単位、歩留のコントロールに何程の寄与をしているかは不明である。もつともこれら各

項目をコントロールするためには原料のいかなる性状を管理すればよいかということ自体がはつきりわかっていないためベッディングの管理項目に加えることができないのが現状である。そこでベッディング粉管理をより正確に推し進めるため、ベッディング粉のみの管理によつてどの程度それらの項目の管理が可能であるかを次に検討する。

3. 焼結原料のベッディングによる焼結鉱の物理的諸性質の管理の可能性について

3.1 重回帰分析による従来の実績の検討

昭和 39 年 9 月より昭和 40 年 10 月までの期間のベッディング粉構成銘柄別使用割合と焼結鉱特性値との重回帰分析に基づく同期間の計算特性値と同期間の実績特性値の対比を次に示す。このグラフの示すごとく、強度は最も直接的に原料の影響を受けやすく計算値と実績値との対応も良いが、他の特性値は原料以外の影響、たとえば時産については混合原料水分、成品粒度についてはホットスクリーン、コールドスクリーンの網目の状態などに左右されるため、ベッディング粉鉱のみによる推定だけでは精度がよくない。

この銘柄別使用量による推定は、単に銘柄別使用量と特性値との重回帰分析結果をならべたものにすぎず、要因が多いため推定の精度は良いが技術的な普遍性は少ない。

そこで銘柄間に普遍的な推定式を見出すために、各銘柄

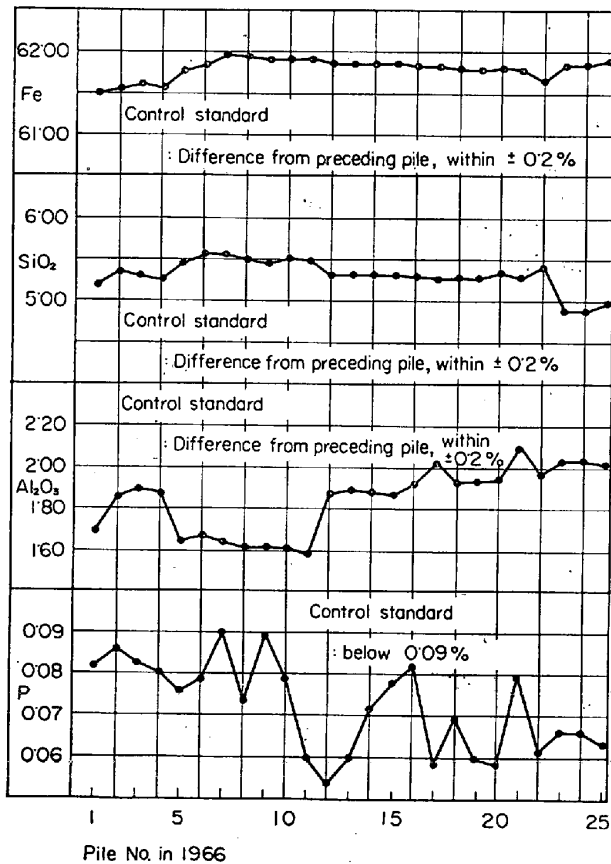


Fig. 1. Recent data on the chemical composition of blended fines.

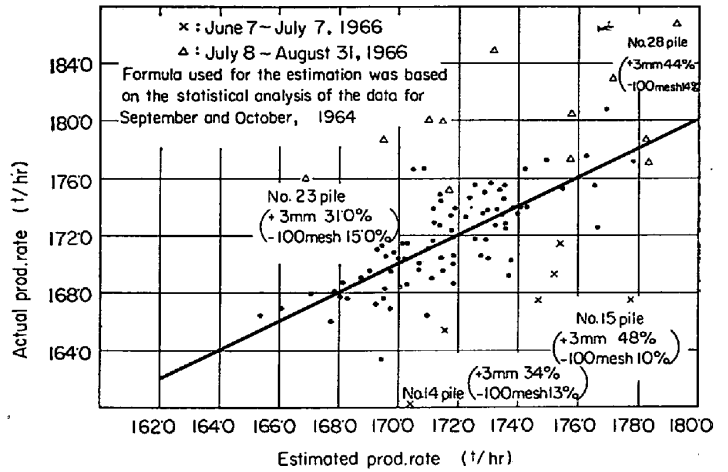


Fig. 2. Comparison of actual and estimated production rate (T/hr) based on multiple regression analysis of the relation between production rate and the composition of the bed blended fines.

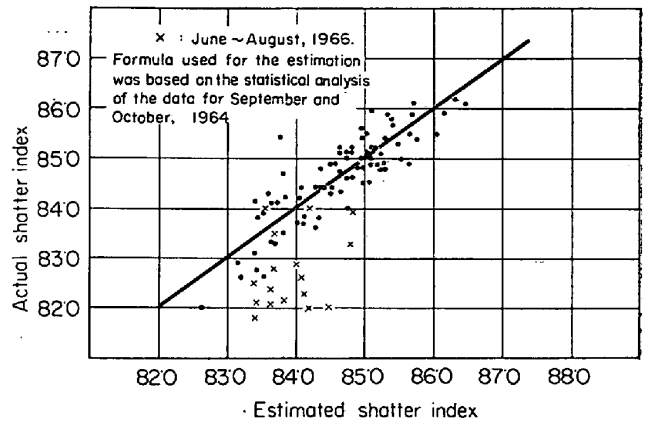


Fig. 3. Comparison of actual and estimated shatter index based on multiple regression analysis of the relation between the shatter and the composition of bed blended fines.

柄の焼結鉱特性値におよぼす有利性の順位と銘柄間に共通な成分、粒度などの性状の順位とを対比させて各銘柄の焼結鉱特性値へのきき方の相違を検討したが、それによつて時産については従来からいわれているように粒度があらく微粉の少ないものが良く、各銘柄の時産におよぼす有利性の順位と各銘柄の +3mm% の順位との順位相関係数  $r$  は  $r = -0.364\Delta$  であり、各銘柄の -100 mesh% の順位との順位相関係数  $r$  は、 $r = -0.710^{**}$  であつた。一方強度については、FeO 分の高い磁鉄鉱系のもの、および  $Al_2O_3$  分の低い鉱石が良いことがわかつたが、各銘柄の強度におよぼす有利性の順位とその銘柄の性状をあらわす項目の順位との順位相関係数は、

$$Al_2O_3\% \quad r = -0.654^{**}$$

$$FeO\% \quad r = 0.500^{**}$$

$$-100 \text{ Mesh}\%$$

$$r = 0.526^{**} \text{ (含磁微粉)}$$

$$r = 0.428^* \text{ (除磁微粉)}$$

であり、+3mm%, Fe%,  $SiO_2\%$  については有意差なしであつた。

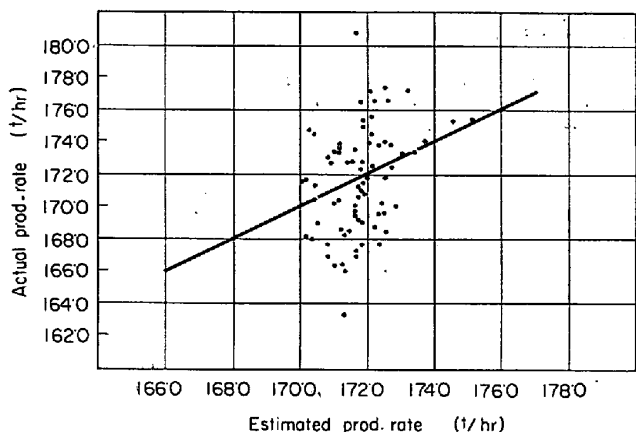


Fig. 4. Comparison of actual and estimated production rate(T/hr) based on multiple regression analysis of the relation between the properties ( $\text{SiO}_2\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\%$ ,  $\text{FeO}\%$ ,  $+3\text{mm}\%$ ,  $-100\text{mesh}\%$ ) of bed blended fines and the production rate.

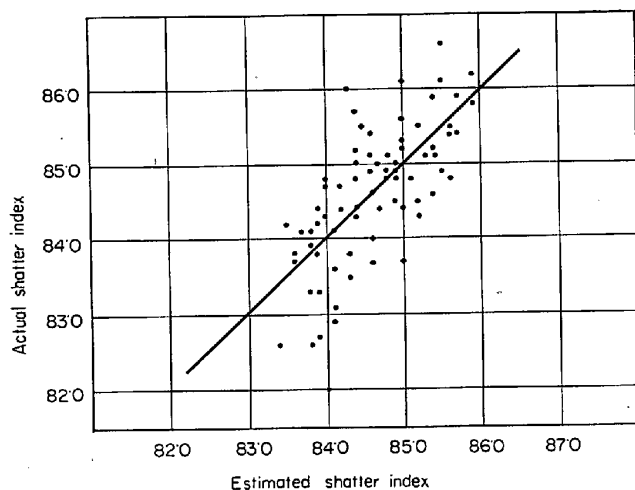


Fig. 5. Comparison of actual and estimated shatter index based on multiple regression analysis of the relation between the properties ( $\text{SiO}_2\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\%$ ,  $\text{FeO}\%$ ,  $+3\text{mm}\%$ ,  $-100\text{mesh}\%$ ) of bed blended fines and shatter index.

しかし、これら成分、粒度などの原料性状について昭和 39 年 9 月より昭和 40 年 10 月までの同期間で重回帰分析を行ない、前と同じく計算値と実績値とを対比させてみると、先に述べた銘柄別使用量による解析ほどの精度は得られなかった。これを Fig. 4, Fig. 5 に示す。

この図を Fig. 2, Fig. 3 と比較してみると、原料の物理、化学的性状から推定した特性値と銘柄使用量によって推定した特性値とがあう鉱石とあわないものがあつた。それを強度についていかなる銘柄の場合に両推定値があい、またはずれのかを重回帰分析により検討した。

これによると、磁微粉系のは物理、化学的性状から推定した強度よりも銘柄別使用量によって推定した強度が高目に出、高  $\text{Al}_2\text{O}_3$  系の鉱石は物理、化学的性状より推定した強度より銘柄別使用量によって推定した強度が低目に出ることがわかり、鉱種別に重みづけをする

ことにより現在のベッディング粉管理項目により強度を管理することは可能と思われる。

### 3.2 過去の実績により得られた特性値推定式の実際操業への適用

昭和 39 年 9 月より昭和 40 年 10 月までの期間のデータの解析により得られた時産ならびに強度推定式を現在の操業にあてはめたものを Fig. 2, Fig. 3 に示す。

#### 3.2.1 時産の推定について

Fig. 2 に示すように、期間による層別をすることができるが、これはベッディング粉以外の要因の変化による時産推定式の常数項の変化のためと考えられる。しかし、他のベッディング粉に原因する時産の変動については時産推定式により推定可能であつたが、精度はかなり悪い。なお、この期間の時産向上の理由の 1 つに粉鉱粒度があらくなつたことがあげられた。

#### 3.2.2 強度の推定について

Fig. 3 に示すように、強度の変動が少ないためよい推定はできなかつたが時産の場合と同じく推定式の常数項の変動がみられた。

## 4. 結 言

以上主に焼結鉱の物理的性状の管理の可能性について検討してきたが、その結果として次の結論を得た。

(1) 粉鉱ベッディングにより高度の管理を導入することによつて焼結鉱の品位のみならず、時産、強度をも管理することが可能である。

(2) 時産管理については、パイル中の  $+3\text{mm}\%$  が高く、 $-100\text{Mesh}\%$  の低いものが時産にとって有利なため、これらを管理項目に加える。

(3) 強度管理についてはパイル中の  $\text{FeO}$  分の高い磁鉄鉱系鉱石の配合率が高く、 $\text{Al}_2\text{O}_3\%$  の高い鉱石の配合率が低く、および  $-100\text{Mesh}\%$  の高いものが強度にとって有利なため、これらを管理項目に加える。

(4) また、これら時産強度管理のための各項目に銘柄別の重みをつけることにより、より以上に精度のよい管理が可能である。

(5) 時産、強度などの焼結鉱物理的性状の精度の良い推定式については、統計的な解析による実験式を得たにとどまり、普遍性のある再現性のよい推定方式を見出すにはいたらなかつた。

焼結プロセスの完全自動制御は近い将来に実現するであろうが、原料性状のコントロール以外の設備的な条件はコントロールしやすいし、すでに一部のものについてはある程度なされている。また原料性状のコントロールについても混合原料の水分については最適水分の発見の可否は別として、中性子水分計による一定水分へのコントロールが可能となつている。また混合原料水分以外の原料性状のコントロールにしてもベッディングによれば可能であるが、管理項目として何を選択すれば焼結鉱の物理的性状を精度よく管理できるかという点では不明の点が多い。

同じ粉原料からの塊成作業でありながら、コークスに比較して焼結工程は未検討の分野がはなはだ多く、将来ますます高炉装入原料中への焼結鉱の比重が増加し、また焼結プロセスや高炉プロセスの完全自動制御が期待される折から、焼結プロセスの総合的な解析がのぞまれる。