

けるであろう。(9) 式のバランスがくずれたとき、(9) 式が成立するようにアクションをとらないと熱レベルが変り、[Si] の値は変化するのであろう。今、

$$\Delta = mC_p T - q_2 M - q_3 C' \dots\dots\dots (12)$$

であらわす  $\Delta$  は熱レベルを示す意味をもつであろう。戸畑の場合  $m = 0.874$  (注、理論的には 1 となるべきであると考えられるが、熱伝達などの要素を入れて検討する必要がある) であり、 $\Delta = -20$  で転炉銑吹製に適した熱レベルとなつていゝと考えられる。(12) 式の中で  $M$  および  $T$  は操業において指定しうる値であるから  $\Delta$  の変化は  $C'$  によつて起る。 $C'$  は炉頂ガス分析から直接計算することもできるが、その意味を考へてみると、炉頂より装入された還元されるべき酸素の内間接還元および水素還元された分を除いて、炉下部高温帯にいたつて還元される酸素量と同等であり次式で示すことができる。

$$\begin{aligned} C' &= 12/16 \cdot O_D' \\ &= 12/16 \cdot (O^* - O_i' - O_h') \\ &= 3/4 \cdot O^* - \eta_{CO}(A - K_1) - \eta_{H_2} D_1 \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

ただし  $O^*$ : 還元さるべき酸素の装入速度

$O^*$  は鉾石中の還元すべき酸素の割合がわかれば、 $O/C$  とコークス装入速度より求められる。(13) 式の中で高炉にとり最も重要でありながら管理されていないのが、 $\eta_{CO}$  である。 $\eta_{CO}$  の変動によつて  $C'$  が変動し、高炉の熱レベルは刻々と変化しているのである。

このように炉頂ガス分析値により炉内の状況はかなり把握できる。羽口前で発生したガスは 2~4 秒で炉内を通過するので情報の伝達速度が早く、今後の高炉操業、特に自動制御のループに利用できるだろうと考えている。現在熱レベル  $\Delta$  と [Si] との関係を確認すべく努力しているが、実際面の問題として炉頂ガスの適確なサンプリングと連続分析の技術が必要であり、また [Si] は出銑ごとの分析という避けられないオクレやムダ時間があることが解析を困難にしている。

### VIII. 結 言

1. ソリューションレートの導入により熱的条件を物的条件に変換しうるようになり、コークス比の解明が容易となつた。
2. 戸畑の実績からソリューションレートに基づき各種操業要因のコークス比への影響を算出した。
3. ソリューションレートを含む熱レベル式を想定し、炉頂ガス分析に基づく日常操業管理の方針を示した。

669, 162, 275, 124, 2, 669, 162, 26  
(22) 鑄物用銑吹製時の成分管理につ  
いて No. 64184

富士製鉄, 釜石製鉄所

理博 青木 猪三雄・沢 村 惇  
星出 雄二・○泉 碩 純

## The Control of Chemical Compositions on Smelting of Foundry Pig Iron in Blast Furnace.

Dr. Isao AOKI, Jun SAWAMURA  
Yuji HOSHIIDE and Sekijun IZUMI.

I. 結 言 PP/609~611

高炉において鑄物用銑吹製の場合、最も重要なのは、その含有化学成分の管理である。銑鉄中の化学成分の管理の方法は各成分についてことなつており、一概に結論づけられない。すなわち、つぎの 3 つのグループにわけて考える必要があると思う。

- (1) 高炉ではほとんど管理不可能のもの……C
- (2) 装入物によりおのずから規制されるもの(全量銑鉄中に入ると思われるもの……P, Cu その他微量元素)
- (3) 高炉操業技術により管理されるもの……Si, S, Mn, Ti その他

高炉操業技術としてはこのうち(3)がもつとも問題となる。さらに S, Mn, Ti は高炉装入量と銑鉄中への歩留りによつてある程度の規制を受けるので、操業による規制はさほど困難な点は認められないのであるが、Si% の管理は、これが銑種を決定するうえでの主要元素でもあり、もつとも苦労している点である。釜石製鉄所において鑄物用銑吹製時に問題となる銑中 Si% の変動およびその管理方法について、実績をもとに各種の要因解析を行なつたので報告する。なおデータは最近継続して鑄物用銑を吹製している第 1 高炉のものを使用した。

釜石第 1 高炉: 火入れ S 33 年 11 月 18 日  
内容積 1018m<sup>3</sup>  
総出銑量 230万 t

### II. 各種操業要因の銑中 Si% に与える影響

1. 各種操業要因が変化しない炉況安定時  
炉況が安定してゐて、送風量の変更、棚吊り、休風、その他大巾な操業要因の変動が介入しないときは、送風温度  $\pm 30^\circ\text{C}$  位動かすことによつて銑中 Si% は管理限界内にあることが認められる。(Fig. 1)

当所における過去の実績でみると銑中 Si% とコークス比の関係は Fig. 2 のようになつてゐる。すなわち、銑中 Si 1.00% の変化によりコークス比は約 70kg 変化することになる。

2. 各種要因の銑中 Si% に与える影響について  
鑄物用銑において銑中 Si% の管理を行なう場合、これに影響する各種の要因があるが、ここではこれらの要因が特に顕著に表われて、銑中 Si% が大きく変動したのものについて考察を行なつてみる。ここでとりあげた要因は下記のものであるが、これらの要因は単独でなく、相互に若干交絡しあつてゐることは当然である。

- (a) 送風量の変化 (b) 休風の影響

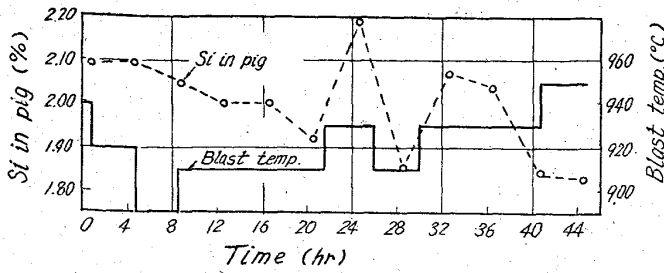


Fig. 1. Normal operation.

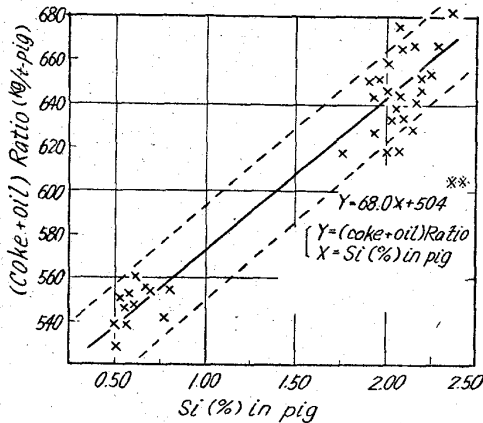


Fig. 2. The correlation of Si (%) in pig with fuel ratio. (1961\*1~1963\*12 data)

- (c) コークスの影響
- (d) 棚吊りの影響
- (e) 秤量車, 秤量機の影響
- (f) 酸素, 重油の影響
- (g) 焼結鉄の影響
- (h) 鉄種切替の問題
- (i) その他の影響
- (a) 送風量の変化について

高炉操業では送風量をできるだけ一定にすることが、炉況安定の要因になるが、事故その他で減風せざるをえない状態が発生する。Fig. 3 にその一例を示す。

Fig. 3 は事故による減風から復旧する場合の鉄中 Si% の変化について示しているが、減風により鉄中 Si% は一時的に (1 タップだけ) 高くなっているが、風量の

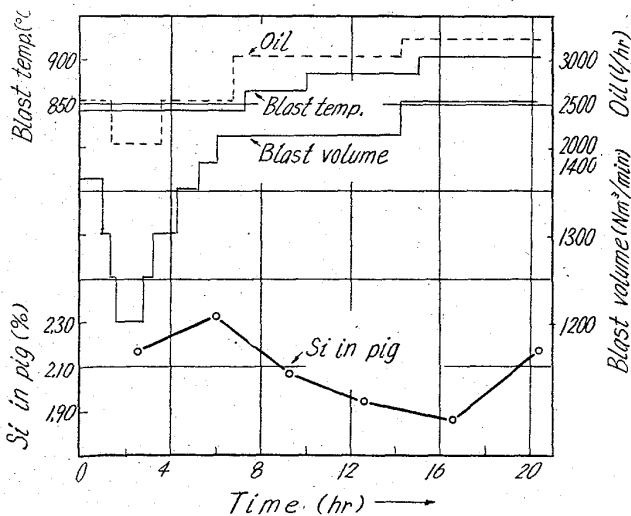


Fig. 3. The influence of blast ratio change to Si% in pig.

復旧とともに安定してきている。

(b) 休風の影響

定期休風以外に事故休風があり、これによつても鉄中 Si% の変動がかなり認められる。これら休風によつて鉄中 Si% がどのように変るかが問題であり、そのときの炉況によつてことなるが、だいたいの傾向としては休風前後の出鉄時の鉄中 Si% の差は  $\pm 0.30\%$  以内にはほとんど入っていることが認められる (昭和 38 年実績で 88.5%)。

(c) コークスの影響

コークスの影響として高炉操業上問題となるのは、

(ア) コークス灰分 (イ) コークス水分の2つが考えられる、当所においてはコークス水分の影響が大きい、日常コークス水分の管理目標は 3.0% としており、そのバラツキは、平常、問題とならないが、降雨ときには水分分析値の判明をまつて高炉でアクションをとつたのではおそく、降雨の状況を見てアクションをとらなければならない。コークス水分はサンプリングにも問題があり、迅速、適確につかむことはむづかしい、今後この点に関しての改善が鉄中 Si% の変動の減少に寄与する点は大いと思われる。

(d) 棚吊りの影響について

棚吊り、スリップの発生原因はいろいろ考えられるが、いずれに起因しているかを適確に判断して、適切なアクションをとる必要がある。実績によると短時間の棚吊りはあまり影響しないが、長時間にわたる棚吊りは鉄中 Si% に鋭敏に表われている。Fig. 4 はその一例である。

Fig. 4 は 2~3 時間にわたり棚吊りした場合であるが、棚吊り後の鉄中 Si% は一時的に低下しており、急激に変化している。現状では棚吊りを皆無にすることは困難であると思われるので、棚吊りの発生した場合には、棚落した後できるだけ鉄中 Si% を高めるような方向にもつていくことが必要と思われる。

(e) 秤量車, 秤量機の影響

鉄石、コークスの秤量誤差は、当然、炉況に変動を与え、鉄中 Si% のバラツキをもたらすことになるが、当所では、毎月定期的に検定を行なつて十分管理しているので、これが原因となる炉況の変動は最近においては見受けられない。

(f) 酸素, 重油の影響

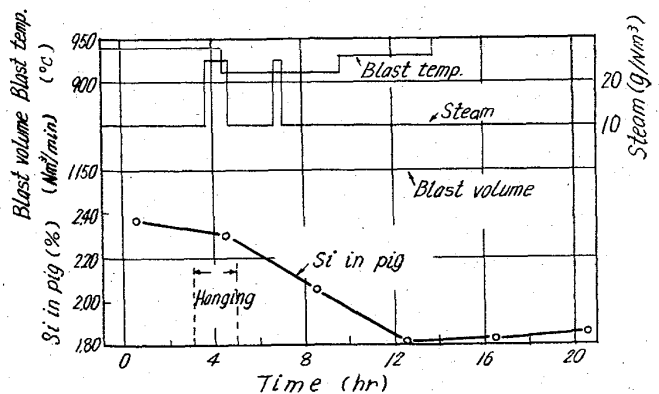


Fig. 4. The influence of hanging to Si% in pig.

鋳物用鋳吹製の高炉で重油吹込みを行なった場合に問題となるのは鋳中 S% の上昇と溶鋳温度の低下である。これにより吹込み量は制限を受ける。重油吹込み量を減少すると一時的に鋳中 Si% は上昇するが、それ以後は安定してくることが認められる。

酸素吹込量の影響としては、当所では酸素富化期間が短いので明確なことは今の所判らない。

(g) 焼結鋳の影響

焼結鋳配合割合は当所第 1 高炉は 60% 前後である。焼結鋳使用割合がコークス比に良好な結果を与えることは周知の事実であり、焼結鋳配合割合とコークス比の関係を実績から調べると 1.0% の使用増でコークス比 -1.1kg という結果がえられている。したがってこの割合でアクションをとり鋳中 Si% のバラツキをおさえている。また焼結鋳の品質は鋳鉄成分にも大きく影響するので、この管理を十分に行なうことが必要なことはいまでもない。

(h) 鋳種切替時の問題

鋳物用鋳は鋳中 Si% によつて鋳種が格付けされるといつてよく、吹製鋳種により鋳中 Si% の目標値が変つてくる。このため高炉操作上のアクションとしては、例えば F1-B (Si 1.81~2.20%) から F1~D (Si 2.61~3.50%) への場合には、

目標鋳中 Si%      2.00% → 3.00%  
CaO/SiO<sub>2</sub>          1.15% → 1.08%

という予定で鋳中 Si% 上昇に必要なアクションをとつている。Fig. 5 に鋳種吹替の際の鋳中 Si% の上昇の 1 例を示す。

これを見ると予定出鋳時には目標鋳中 Si% まで上らず、数タップ遅れることが認められる。大体鋳中 Si% の動きはこのような傾向を示し、大型高炉になれば、炉内熱含量などが影響してこのような結果が現れるのではないかと考えられる。大巾な鋳中 Si% の上昇、下降には一時的に大巾なアクションが必要とも考えられる。

(i) その他の影響

高炉操作上、上述した要因以外に鋳中 Si% の変動原因となつていると考えられるものを列記すると、

- (1) 計測器械の故障
- (2) 炉壁付着物の影響
- (3) 高炉操業者のミスアクション

などが考えられる。

III. 結 言

鋳物用鋳吹製ときにおいて最も問題となつている鋳中

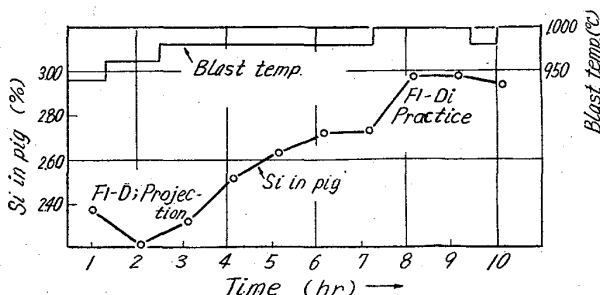


Fig. 5. The change of Si% range in pig Iron.

Si% の管理について実績をもとにしていろいろの場合について考察を加えたが、今後操業上留意すべきことは炉況の安定化という点につきるのであるが、特に次の点が改善されれば、さらに安定した鋳中 Si% の管理を行なうことができると思われる。

- (1) 計測技術の向上
- (2) 秤量の精度向上
- (3) 各種分析の迅速、正確化
- (4) 高炉装入物の品質向上

669.162, 267.62, 658.562, 3

(23) 高炉での脱硫に関する重回帰分析

川崎製鉄, 技術研究所 No. 64/85

佐々木 健二・安藤 博文

○佐藤 範彦・植谷 暢男

製鉄部

梅垣 邦一・篠崎 義信

Multiple Correlation Analysis on Desulphurization in Blast Furnace.

Kenji SASAKI, Hirobumi ANDŌ,

Norihiro SATŌ, Nobuo TSUCHIYA,

Kuniichi UMEGAKI and Yoshinobu SHINOZAKI.

I. 緒 言 7P1611~1615

従来、高炉における脱硫能に影響を与える諸要因の個々について論じた報文は多く発表されているが、諸要因が交絡しあつた上での脱硫能におよぼす影響を検討したものは少ない。本報告では実操業データを用いて重回帰分析を行ない、諸要因が交絡しあつた上での脱硫能におよぼす影響を検討した結果を述べる。脱硫能に影響を与える諸要因のうち今回は鋳鉄成分、スラグ成分、スラグ塩基度、溶鋳温度およびスラグ液相温度 (liquidus temp) を選択した。さらにスラグ塩基度の表現式についての検討結果も報告する。

II. 調査方法

選択した各特性値および要因は Table 1 に示したとおりであり、その平均値と標準偏差とをかかげる。なおデータは千葉製鉄所第 3 高炉 S38-10-1~S39-3-20 までのものであり、データ数は 171 個である。

ここで硫黄原子の活動度係数  $f_s$  を算出する際に用いた相互作用助係数は 1450°C~1500°C の値が求められていないので、1600°C の値<sup>2)</sup>を用い近似値とした。したがつて、 $L_s/f_s$  の値を用いることには問題がある。

III. 結果と考察

重回帰分析を行なった結果、特性値に対する要因効果が危険率 5% で有意であつたものは次のとおりである。正の要因効果を与えたものは溶鋳成分としての C, Si, 塩基度および溶鋳温度であり、負の要因効果を与えたものはスラグ成分としての Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> であつた。その他の各要因の有意性は |信頼区間| > 偏回帰係数となつて信頼がうすく、それらの各要因は有意性のないものとして除いた。溶鋳成分中 Mn, P が有意でなかつた。C, Si, Mn, P を要因に選んだ理由は硫黄原子の溶鋳中での活動度に影響を与える諸原子のうちその影響度の大きいものとい