

ore/coke の上昇による風圧の上昇分は 0.175 kg/cm^2 と考えられ、風圧の上昇は ore/coke の上昇によるためと考える。

焼結配合率を増加すると炉内ガス分布が均一化されることは河西等の論文¹⁾にも見られるが、これを考慮すると風圧の上昇は若干大きい。この原因は近年生鉄の整粒が良好になつてきているのに対し(当所では10~30 mm 90%以上を目標としている)焼結鉄の粒度範囲は大きな巾を持つているため、炉内通気性の改善に寄与する程度が小さくなつてきているためと考えられる。また焼結鉄の還元後強度が生鉄に較べ小さいことも一因であろう。

3.2.3 炉壁に与える影響について

Fig. 1 に示すごとく焼結配合率の上昇と共に朝顔、炉腹およびシャフト下段の炉壁温度の上昇があつた。

この原因は炉内還元性の好転の結果高温帯が上昇すると、炉壁付着物が自溶性焼結鉄の性質から安定した付着層になりにくいためと考えられる。第1高炉では昭和40年5月より炉壁保護の目的で焼結配合率を約50%にして操業を行なつている。

3.2.4 鉄中[S]について

炉内脱硫率は焼結配合率の上昇と共に上昇した。①期では脱硫率 93.5% が③期では 95.8% であつた。鉄滓量の増加 (290.7kg/t-p → 329.7kg/t-p) と鉄滓中 MgO の上昇 (4.83% → 6.96%) が原因と考える。

4. 結 言

和歌山第1高炉を対象とし焼結配合率の高炉操業におよぼす影響を調査したが、出鉄量、燃料比への影響はほぼ予想通りであつた。ただ炉壁におよぼす影響は現象の把握に止まりその機構の解明は今後の課題である。

文 献

- 1) 河西, 実松: 鉄と鋼, 45 (1959), p. 491

662.749.2; 669.162.2
(33) 貯骸使用による高炉操業について

八幡製鉄, 八幡製造所

光井 清・斧 勝也

〇佐々木 盛治

〃 堺製鉄所 奥田 康介

On Blast-Furnace Operation with Yard Coke.

Kiyoshi MITSUI, Katsuya ONO,

Seiji SASAKI and Kosuke OKUDA.

1. 結 言

高炉の改修等によるコークス生産量と出鉄量のアンバランスから、コークスを一時貯えてのち使用する場合が起きる。このような貯骸の使用については一般に貯骸の成分変動の影響を最小にするよう高炉操業が行なわれている。しかし貯骸を多量に使用した場合の溶鉄成分の変動についてはこれまであまり定量的に検討されていないようである。そこで東田第1高炉(内容積 894m³)において50%までの貯骸使用試験を行ない、貯骸使用上の問題点を明らかにすることにした。

2. 貯骸の成分変動が溶鉄成分に与える影響の推定

2.1 水分変動の影響

貯骸は降雨等によつて水分の変動が非常に大きくなりこのため高炉操業に与える影響はかなり大きくなることと考えられる。いま東田第1高炉の操業条件(コークスベース 6000 kg/charge, 鉄鉄生成量 11,500 kg/charge)を例にとつて溶鉄中の [Si], [S] の変動を推定してみる。コークス中の貯骸使用割合を z% とし、その水分変動が Δx% ある場合について考えてみる。

2.1.1 [Si] の変動

水分変動によつて装入コークス量が増減し、そのためによる造滓量の変化によつて [Si] が変動する。

(1) コークス量の変動によるもの

$$\Delta \text{Coke} = 6,000 \times \Delta x / 100 \times z / 100 = 0.6 \Delta x \cdot z \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta \eta = 0.6 \Delta x \cdot z / 11.5 \dots\dots\dots (2)$$

ただし

ΔCoke: 1回装入当りのコークス量の変動 (t/charge)

Δη: コークス比の変動

[Si] 1% の変化がコークス比 75 kg/t-p に相当すると仮定すればコークス量の変動による鉄中 [Si] の変化 Δ[Si]₁ は次式で示される。

$$\Delta [\text{Si}]_1 = \Delta \eta / 75 = 6.96 \Delta x \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots\dots (3)$$

(2) 灰分変動によるもの

コークス量の変動により装入コークスの灰分量が変化し、このため造滓量が変り鉄中 [Si] の変動になつて表われる。いまコークス中の灰分を 11%, 造滓量 10kg/t-p のコークス比におよぼす影響を 2.5 kg/t-p とすると装入灰分量の変動による鉄中 [Si] の変動 Δ[Si]₂ は次式で示される。

$$\Delta [\text{Si}]_2 = -0.6 \Delta x \cdot z / 11.5 \times 0.11 \times 2.5 / 10 \times 1 / 75 = -1.91 \Delta x \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots\dots (4)$$

したがつて貯骸の水分変動による鉄中 [Si] の変動 Δ[Si]_w は次式のようになる。

$$\Delta [\text{Si}]_w = \Delta [\text{Si}]_1 + \Delta [\text{Si}]_2 = 5.05 \Delta x \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots\dots (5)$$

2.1.2 [S] の変動

コークス装入量の変動により装入 S, 造滓量, スラグ組成, [Si] 等が増減し、それに依つて鉄中 [S] が変動する。この関係を当所で開発した脱硫モデル式¹⁾を利用して求めてみる。

$$(S)/[S] = (\text{CaO}) \cdot f \dots\dots\dots (6)$$

ただし

$$\log f = 0.382[\text{Si}] - 0.08(\text{SiO}_2) - 0.038(\text{Al}_2\text{O}_3) + 0.07(\text{MgO}) - 0.0012V_s + 0.127T_s + 2.394$$

V_s: 造滓量 kg/t-pig

T_s: 装入硫黄 kg/t-pig

[]: 鉄中成分 %

(): 鉄滓中成分 %

コークス装入量の変動によつて、硫黄の分配比がどのように変化するかを第6式から求める。いま貯骸を使用したことによつて f が f' に変化した場合、鉄滓成分が大きく変動しない範囲では f と f' との関係は次式で示される。

$$\log f - \log f' = 0.382 \Delta [\text{Si}]_w + 0.127 \Delta T_s = 5.91 \Delta x \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots\dots (7)$$

したがってコークス量変動による分配係数の比 n_1 (貯骸を使用しない場合の分配比と貯骸使用時の分配比の割合) は次のようになる。

$$n_1 = f/f' \dots\dots\dots (8)$$

第 8 式に第 7 式を代入すると第 9 式が求まる。

$$n_1 = \exp(1.374x \cdot z \times 10^{-3}) \dots\dots\dots (9)$$

2.2 灰分変動の影響

貯骸使用の場合にはコークス炉の種類、製造条件等の差異によるコークス中の灰分変動についても考慮せねばならない。

2.2.1 [Si] の変動

灰分の変動によりコークス中の固定炭素の変動、および造滓量の変動が考えられる。いま装入コークスの灰分が $\Delta y\%$ 変動した場合について検討してみる。

(1) 固定炭素の変動によるもの

灰分 $\Delta y\%$ の変動による銑中 [Si] の変動を $\Delta[\text{Si}]_3$ とし、コークス中の平均固定炭素を 89% と仮定すると次のようになる。

$$\Delta[\text{Si}]_3 = 6,000 \times \Delta y / 100 \times z / 100 \times 1 / 11.5 \times 1 / 75 \times 1 / 0.89 = 7.82 \cdot \Delta y \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots (10)$$

(2) 造滓量の変動によるもの

同様に造滓量の変動による銑中 [Si] の変動 $\Delta[\text{Si}]_4$ は次式で示される。

$$\Delta[\text{Si}]_4 = 1.74 \Delta y \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots\dots (11)$$

したがって灰分変動による銑中 [Si] の変動 $\Delta[\text{Si}]_a$ は次式のようになる。

$$\Delta[\text{Si}]_a = 9.56 \Delta y \cdot z \times 10^{-4} \dots\dots\dots (12)$$

2.2.2 [S] の変動

灰分の変動による硫黄分配係数の比 n_2 は第 6 式から

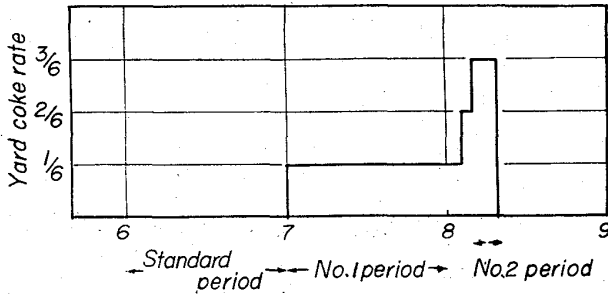


Fig. 1. Yard coke rate during test periods.

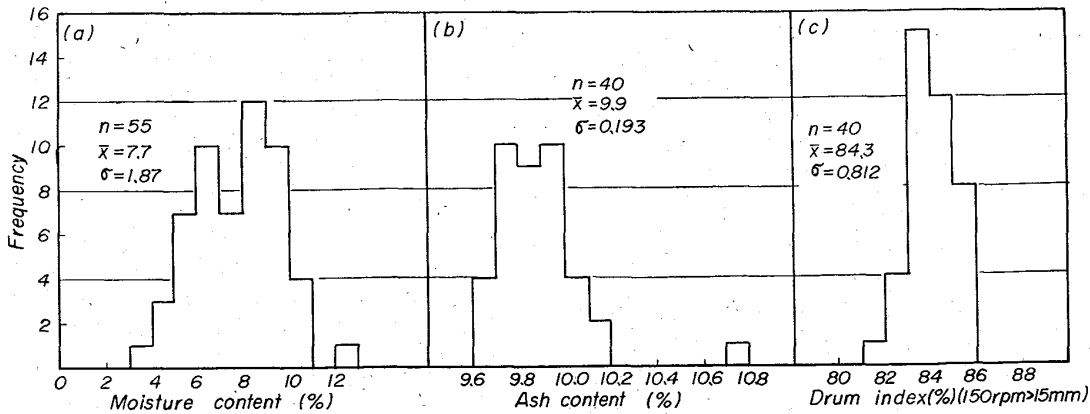


Fig. 2. Histogram of moisture (a), ash content (b) and drum index of yard coke (c).

Table 1. Operating data.

Item	Period	Standard S. 40. 6	1. S. 40.7	2. S. 40. 8.5~8.9
	Blast volume (m ³ /min)		1588	1557
Blast pressure (g/cm ²)		1514	1459	1326
Top pressure (g/cm ²)		620	556	468
Coke ratio (kg/t)		512	516	527
Oil ratio (kg/t)		37.3	43.3	45.9
Ore/coke		3.013	2.997	2.926
Sinter ratio (%)		45.2	46.1	57.0
Effective production (%)		65.4	81.5	58.6

求まる。

$$n_2 = \exp(1.76 \Delta y \cdot z \times 10^{-3}) \dots\dots\dots (13)$$

3. 貯骸多量使用試験

3.1 試験方法

貯骸使用試験は東田第 1 高炉で 7 月 1 日より開始した。試験日程および貯骸配合割合は Fig. 1 に示す通りである。第 1 期では 6 回に 1 回の割合で貯骸を装入した。この場合には 1 日の貯骸必要量は一時に送り、No. 1 バンカーに入れ水分を測定したうえで使用した。第 2 期においてはバンカーの容量および送骸スケジュールの関係から第 1 期のような操作が困難であつたため、各番送りとした。コークス装入量は水分の測定結果が判明した時点で補正し乾装入量に換算して装入した。

3.2 貯骸の性状

貯骸の水分、灰分および潰裂強度のヒストグラムを Fig. 2 に示した。サンプリングは第 1 期では 1 日 1 回、第 2 期では 1 日 3 回、送骸ベルト上で行なつた。

3.3 炉況

Table 1 に貯骸使用試験の操業成績を示す。基準期間として 6 月 1 日~30 日の操業を示した。第 1 期では羽口破損等による休風が 10 回 (34°45') もあつたが、溶銑成分には大きな変動はなく、目標銑歩留 81.5% と好調であつた。第 2 期においては、成分変動が多く目標銑歩留 58.6%。ore/coke は低下し、棚、スリップが多い。特に 7 日より棚が瀬発したので、9 日に貯骸使用を中止した。棚の瀬発については、貯骸使用によるものかどうかは判然としない。

4. 考

察

貯骸使用期間における銑中 [Si], [S] の変動を Table 2 に示した。6 月を基準期間として銑中 [Si], [S] の変動は操業上避け得ない変動と考え、すべてコークスのサンプリング時における誤差とすると銑中 [Si] は 0.10% [S] は 0.05% が最大の変動と考えられる。ここで銑中 [Si] 0.10% が全て水分誤

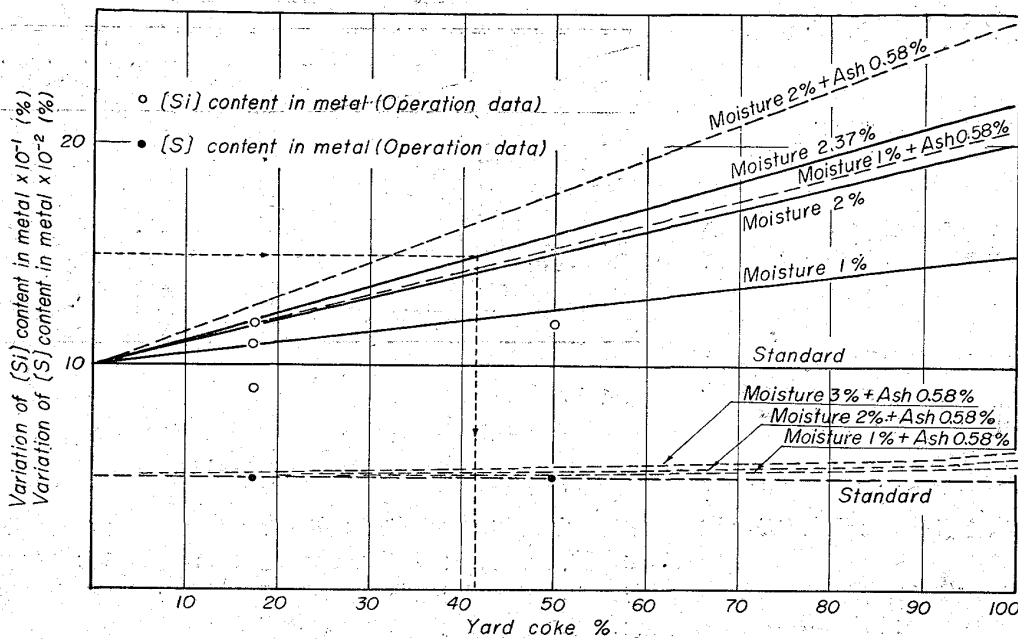


Fig. 3. Relation between yard coke rate and [Si], [S] content in metal.

Table 2. Variation of [Si], [S] content in metal.

Item \ Period	Standard S. 40.6			1 S. 40.7			2 S. 40.8	
	1	11	21	1	11	21	5	9
[Si] × 10 ⁻¹	10	10	8	9	11	12	12	
[S] × 10 ⁻²	5	5	5	4	5	5	5	

差によるものとすれば、水分によるサンプリング誤差は最大 1.98% となる。貯骸を使用することによつて水分灰分のサンプリング誤差は一層大きくなるものと考えられ、1ロット、120t の貯骸サンプリングにより基準状態より 1%、2% 多く水分が変動するものと考えた場合の推定鉄中 [Si], [S] を Fig. 3 に示した。また、灰分の変動も同時に考えられ、Fig. 2 (b) の灰分変動より 3σ = 0.58% の最大変動を第12式より導いて加えた。なお、実際操業結果より鉄中 [Si], [S] の変動をプロットした。

4.1 鉄中 [Si] の変動

Fig. 3 より、灰分変動を考慮しない場合、第5式より実績値で最も変動の大きい点での水分誤差は 2.37% となる。しかし、灰分変動 3σ = 0.58% を考慮すると、その水分誤差は 2.0% 以内になる。これより推定すると、貯骸 30%、50%、100% 使用の場合、鉄中 [Si] はそれぞれ 0.13%、0.16%、0.22% と変動するものと考えられる。貯骸50%使用時の実績値が鉄中 [Si] 0.12% と非常に低く出ているが、0.16% まで変動する可能性がある。そこで、実際操業で鉄中 [Si] の変動を 0.15% 以内とするには、1ロット 120t のサンプリング測定では貯骸 40% までの使用にしなければならない。

4.2 鉄中 [S] の変動

貯骸使用実績より求めた [S] の変動は、標準期間と差異は見られない。貯骸使用による変動推定値を第9式第13式より求めたが、非常に変動が小さく、貯骸 100%

使用で、鉄中 [Si] 変動より求めた最大水分誤差 2.37% では鉄中 [S] 0.006% にも達せず、水分誤差 2%、灰分 3σ 変動で鉄中 [S] 0.06% の変動となる。従つて現状のサンプリングで、鉄中 [S] の変動は 0.06% 以内でおさえられるのである。

5. 結 言

貯骸使用について次の結論を得た。

1) 貯骸使用結果より推測すると、1ロット、120t のサンプリング後、乾量補正して使用した場合、貯骸 30%、50%、100% 使用の時、それぞれの鉄中 [Si] の変動は

0.13%、0.16%、0.22% となり、鉄中 [S] は 0.06% 以内でおさえられるであろう。

2) 鉄中 [Si] の変動を実際操業において、0.15% 以内で操業を行なう場合は、貯骸は 40% 以内の使用にしなければならない。貯骸を 50% 以上使用する場合は分析精度を増す必要がある。

3) 貯骸を 6 回に 1 回 (1/6) 使用した場合、操業上問題点は無かつた。6 回に 3 回 (3/6) 使用においては、炉況は悪かつた。これが貯骸によるものか否かは判断し難いので今後検討する必要がある。

文 献

1) 第24回製鉄部会資料、(昭和39年)鉄24-1-講

669, 141, 17; 662, 749, 2012, 23

669, 162, 283, 4.

(34) 半還元海綿鉄のコークス比への効果

(溶鉄炉シャフト部における還元過程に関する研究-I)

八幡製鉄、技術研究所

工博 小菅 高・工博 児玉 惟孝

堀尾 竹弘・○稲垣 憲利

Effect of Sponge Iron on Coke Rate.

(Study of reduction process in shaft of blast furnace-II)

Dr. Takashi KOSUGE, Dr. Koretaka KODAMA, Takehiro HORIO and Noritoshi INAGAKI.

1. 緒 言

高炉シャフト部における間接還元の状態はカーボンソルーション反応を仲介としてコークス比に影響を与える重要な要因である。学振法塊状鉄鉱石標準還元試験値と高炉内間接還元率とは高度の相関があり¹⁾、この結果からコークス比の推定を行なうことが可能であるが、シャフト部の還元状態は種々の因子によつて影響されるので