

重油などの燃料を添加して ore/coke が増加してコークス比が低下する現象は特に、Si, S が目標値になるまで荷重を増加する操作によつて現われる。第Ⅲ期では鑄物鉄への切替準備のため銑鉄組成が悪化した。一般的に重油比および荷重の増加を慎重に行なつたために大きな変動は見られない。

V. 結 言

東田第 4 高炉で熱風により霧化して重油添加し重油比 70 kg/t により次の結果を得た。

- 1) 炉頂ガス CO<sub>2</sub>% は 13.5 から 1.8~2.4% 増加し 15% 台になつた。H<sub>2</sub>% は 1.5~1.8% 増加した。
- 2) コークス比は生および補正で 150 kg/t 前後減少し重油 1 kg に対するコークスの減少量は 2 kg 前後になつた。これらの値にはソリューションロスおよび羽口前燃焼炭素の大巾な減少が含まれている。
- 3) 出鉄量に対する影響は明確な結論をだすにいたらないが、ore/coke の増加に伴い通気性が悪化した。一方羽口前燃焼炭素は大巾に減少し銑鉄トン当りに必要な送風量は約 15% 減少した。
- 4) 生産計画により出鉄量の増加をしなかつたために、約 15% の減風を行なつたことにもよるが炉況は良好になり棚、スリップはほとんど皆無になつた。

文 献

- 1) 抜山・棚沢 応用力学講演 (昭和 13 年 11 月 5 日)

669, 162, 283; 669, 162, 263, 232

(13) 高炉内における水性ガス反応およびボッシュガスの還元利用率について 62/193

(高炉燃料吹込みに関する基礎的研究—Ⅳ)

神戸製鋼所神戸工場  
 1230~1231  
 杉沢英男・松尾英一・小島勢一  
 中央研究所

国井和扶・喜多島正治・○並河亮介  
 Study on Water Gas Reaction and Gas Utilization of Bosh Gas in Blast Furnaces.

(Fundamental study on fuel injection into blast furnaces—Ⅳ)

Hideo SUGIZAWA, Eiichi MATSUO,  
 Seiichi KOJIMA, Kazuo KUNII,  
 Masaharu KITAJIMA and Ryōsuke NAMIKAWA.

I. 結 言

高炉への重油吹込み 操業に関連して、炉内での生成 H<sub>2</sub> の挙動、それにとまなう水性ガス反応の進行度およびボッシュガスの還元利用率を正確に把握しておくことが必要となつてくる。著者らは前報<sup>1)</sup>に引きつづき、鉄鉱石のガス還元を高炉内の条件にできるだけ近づけて行ない、還元廃ガスの連続分析結果から、とくに水性ガス反応を中心として鉄石のガス還元過程の追求を行なつた。以下実験結果を述べる。

II. 実 験 方 法

供試鉄石、試験装置はすべて前報<sup>1)</sup>と同じものを使用し、実験方法も同じ条件で行なつた。

III. 廃ガス解析法

鉄鉱石を CO-H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 系還元ガスにより還元した場合に起り得る化学反応として Table 1 に示す 7 つの反応を取り上げた。

上記の反応系における還元廃ガスの成分は CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> および H<sub>2</sub>O であるが、このうち H<sub>2</sub>O 分は反応管から排出された直後に濃硫酸に吸収させているので、実際の測定は常に H<sub>2</sub>O 分を除いた残りの 4 気体について行なつていることになる。ここでは、還元廃ガス量のうち H<sub>2</sub>O 分を含まないものを見掛けの体積 (以下サフィックス P で示す)、H<sub>2</sub>O 分の補正を行なつたものを真の体積 (r で示す) と呼び、相互間の体積組成の転換を行なつた。以下に示す諸式の詳細な導出は会場で述べる予定である。

H<sub>2</sub>O 分の補正を行なつた真の体積中に占める CO, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> の値は (1) 式で与えられる。

$$(x\%)_r = (x\%)_P (N_2\%)_0 / \{ (N_2\%)_0 + (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (H_2\%)_P (N_2\%)_0 \} \dots (1)$$

還元廃ガスの真の体積 (v<sub>r</sub>) およびその中に占める H<sub>2</sub>O 分の割合 (H<sub>2</sub>O%)<sub>r</sub> はそれぞれつぎのようになる。

$$v_r = v_0 \{ (N_2\%)_0 + (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} / (N_2\%)_P \dots (2)$$

$$(H_2O\%)_r = \{ (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} / \{ (N_2\%)_0 + (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} \dots (3)$$

また、還元廃ガスの真の体積変化は (3) 式から Δv = v<sub>r</sub> - v<sub>0</sub> で与えられるものである。

Table 1. Chemical reactions occurring in reduction process.

Reactions	Changes in volume	Symbols of gases	Remarks
① Fe xOy + yCO ⇌ xFe + yCO <sub>2</sub>	0	R	Reduction of iron ores
② Fe xOy + yH <sub>2</sub> ⇌ xFe + yH <sub>2</sub> O	0	R	
③ 2CO ⇌ CO <sub>2</sub> + C	± 1 mol	B	Boudouard reaction
④ H <sub>2</sub> O + CO ⇌ H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub>	0	W	Water gas reaction
⑤ C + 2H <sub>2</sub> O ⇌ CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub>	± 1 mol	I	
⑥ C + H <sub>2</sub> O ⇌ CO + H <sub>2</sub>	± 1 mol	II	
⑦ 3Fe + 2CO ⇌ Fe <sub>3</sub> C + CO <sub>2</sub>	± 1 mol	C	Cementation and decarburization

i) 水性ガス反応

鉄鉱石の気体還元の場合は、Table 1 に示した炉内の反応系は全体として水性ガス雰囲気中で起つているものと考えることができ、この場合の平衡定数  $kp = P_{H_2O} \cdot P_{CO} / P_{H_2} \cdot P_{CO_2}$  を求めると (4) 式が得られる。

$$kp = \{ (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} \times (CO\%)_P / (CO_2\%)_P (H_2\%)_P (N_2\%)_0 \dots (4)$$

ii) 還元量の算出

還元ガスのうち鉄鉱石の還元に作用したガス量 ( $CO^R + H_2^R$ ) は次式で与えられる。

$$CO^R + H_2^R = -v_0 \{ (CO\%)_P (N_2\%)_0 + (N_2\%)_0 - 2(N_2\%)_0 (H_2\%)_P + 2(N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_P \} / (N_2\%)_P \dots (5)$$

上式から、還元過程における CO および H<sub>2</sub> による酸素除去量  $w(g)$  および、還元率  $R(\%)$  は、鉄石の含有酸素量を  $w_0(g)$  とすると、つぎの両式で与えられる。

$$w = -\Sigma (CO^R + H_2^R) / 1.4 \times 10^3 \dots (6)$$

$$R = -\Sigma (CO^R + H_2^R) / 14w_0 \dots (7)$$

IV. 実験結果

i) 水性ガス反応

水性ガス反応 ( $H_2 + CO_2 \rightleftharpoons H_2O + CO$ ) の平衡定数  $kp$  を与える実験的方程式として、A. Gokcen<sup>2)</sup> は次の式を提出している。

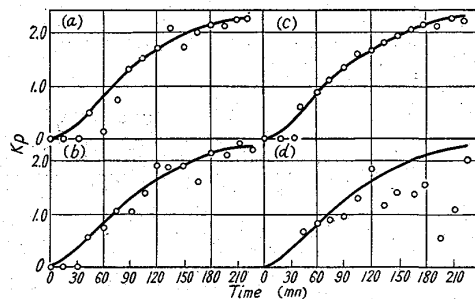
$$\log kp = -1,418/t + 1.388 \dots (8)$$

還元ガス分析値を (4) 式に代入して求めた  $kp$  の値と、(8) 式から求めた  $kp$  の値との比較を、各組成の還元、ガスに対して示したのが Fig. 1 である。同図中、プロットで示したものは (4) 式から求めた  $kp$  の値、実線で示したものは (8) 式から求めた値である。

ii) 還元ガスの還元利用率

前報で述べたように、還元ガス中の CO および H<sub>2</sub> の個別の還元利用率を正確に求めることは炉内で水性ガス反応が起つているために不可能であるので、ここでは還元ガスの鉄鉱石の還元に作用した総利用率  $\eta(CO+H_2)$  を求め、各種組成の還元ガスに対する還元利用率の比較を行なった。還元ガスの還元利用率  $\eta(CO+H_2)$  は次式で与えられる。

$$\eta(CO+H_2) = (\text{還元ガスの還元利用量}) / (\text{総還元ガス量}) = -\Sigma (CO^R + H_2^R) / \dots$$



Compositions of reducing gases  
 a: N<sub>2</sub> 57.5%, CO 40.7%, H<sub>2</sub> 1.8%  
 b: N<sub>2</sub> 50.2%, CO 44.8%, H<sub>2</sub> 5.0%  
 c: N<sub>2</sub> 49.6%, CO 40.2%, H<sub>2</sub> 10.2%  
 d: N<sub>2</sub> 56.3%, CO 40.6%, H<sub>2</sub>O 3.1%

Fig. 1. Equilibrium curves for water gas reaction.

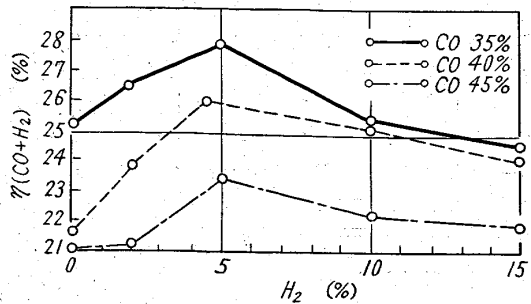


Fig. 2. Relations between compositions of reducing gases and the degree of utilization.

$$\Sigma (CO+H_2) \dots (9)$$

上式中の  $\Sigma (CO^R + H_2^R)$  は (5) 式で与えられるものである。(9) 式にもとづき、各種組成の還元ガスに対して求めた  $\eta(CO+H_2)$  の値を Fig. 2 に示す。

V. 結 言

以上の結果をまとめると、

① 鉄鉱石の還元過程にともなう反応系的水性ガス雰囲気はほぼ平衡に達していることを認めた。このことは炉内において相当活発に水性ガス反応が進行していることを意味する。

② 還元ガス中の CO および H<sub>2</sub> 含有量とその還元利用率  $\eta(CO+H_2)$  は、CO 含有量の増加とともに低下し、一方 H<sub>2</sub> 含有量が 5% まではその増加とともに上昇し、約 5% のところに最大値を有することがわかった。

文 献

- 1) 杉沢 他: 鉄と鋼, 47 (1961)10, p. 1264~1270.
- 2) A. GOKCEN: J. Metals, (1956) 11, p. 1958.

669, 162, 267.4:662, 764.094. 18  
 (14) 高炉への R ガス吹込試験について  
 日本鋼管川崎製鉄所 62194  
 千葉 五郎・〇里見弘次  
 R-Gas Injection Test into the Blast Furnace.  
 1231/1223  
 Gorō CHIBA and Koji SATOMI.

I. 結 言

最近、高炉への各種燃料の吹込みが注目され、すでに一部では試験ないしは実際操作が実施されているが、川崎製鉄所では第 5 高炉で R ガス吹込み試験を行なったので、その結果をここに報告する。

R ガスの吹込みは 1962 年 3 月 16 日より開始したが、吹込み初期はガス精製装置の故障により吹込みを中断せざるをえなかつたので、試験期間として 4 月 1 日より 30 日まで、比較期間として 3 月 11 日より 15 日までをとつた。

R ガスのコークスに対する置換比は、理論計算によれば R ガス 1 Nm<sup>3</sup> (7,360 kcal/Nm<sup>3</sup>) に対しコークス 1.1 ~ 1.4 kg であつたが、実績もほぼ同程度であり予想通りの結果がえられた。出鉄量については、目標出鉄量、播揚能力の制約などにより増産におよぼす効果は確認で