

Table 1.

Factors	Average	Units	Recurrence coefficients	Recurrence coefficients
Blast temperature	697.6°C	+100°C	-20.4**	-21.5**
B. F. slag ratio	424.7 kg	+100 kg	+25.4**	+24.5**
Coke consumption	589.8 t/d	+ 10 t/d	+ 1.6**	+ 1.5**
Coke ash	10.9%	+ 1%	+11.0**	+10.0**
Miscellaneous ferrous materials	5.9 kg	+100 kg	-48.0**	-38.0**
Si	0.76%	+0.1%	+ 4.8**	+ 4.2**
Mn	1.10%	+0.1%	+ 5.2**	+ 3.8**
Alumina in B. F. slag	18.2%	+ 1%	- 4.6**	- 5.1**
Basicity	1.19	+0.1	+ 2.0	+ 4.0
H ₂ in furnace-top gas	1.78%	+ 1%	+ 8.7*	+ 8.2*
Thickness of deposits on wall	561 mm	+100 mm	- 2.2*	-
Sinter consumption	758.5 kg	+100 kg	+ 4.0**	+ 3.3**
Sinter basicity	0.52	+0.1	- 1.4	- 1.4
Contribution ratio (n=153)			0.96	0.98

ためと考えられ、この誤差が小さくなれば相関があるはずである。

(2) 壁付き厚さは、測定精度の悪い点から第2回目の計算には除いた。

(3) 焼結鉱に関する因子については34年2月から自溶性焼結鉱(石灰粉配合10%)に切替えているので、この解析結果は現在の操業にそのまま適用するのは問題がある。

(4) 高炉滓中アルミナの回帰係数が負となっているのは、高アルミナ系鉱石は還元性が良好なためと考えられる。

(5) 炉頂ガス H₂ については、実用上送風中湿分-炉頂ガス中 H₂ の解析結果から、送風中湿分+10 g/Nm³ で、コークス比+6.8 kg/t という関係に置き換えて適用する。

(6) この要因解析は、第4高炉のデータより行なったものであるが、実際検討の結果他の高炉にも適用し得るものであった。

V. 結 言

各操業要因のコークス比におよぼす影響を求めため650電子計算機を使用して、重回帰分析を行ない、満足すべき結果を得た。計算は第4高炉のデータにより行なったものであるが、他の高炉にも十分適用出来るもので、この関係式は過去の実績検討への利用のみならず、さらに高炉生産計画にまで適用し、好結果を得ている。これからの方向として今回の計算で明確な関係の得られなかつた他の要因について検討し、コークス比との関係を明らかにする考えである。

(6) 鉄鉱石のボッシュ・ガスによる還元過程について

(高炉燃料吹込みに関する基礎的研究— I)

神戸製鋼所神戸工場

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

On the Process of Iron Ore Reduction by Bosh Gas.

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

Hideo SUGIZAWA, Eiichi MATSUO,

Seiichi KOJIMA, Kazuo KUNII

and Masaharu KITAJIMA

I. 緒 言

高炉内でのガス還元過程、とくに水素の挙動を明らかにすることは調湿操業や最近注目を浴びている燃料吹込みの効果調べる上に重要な事柄である。

かかる意味から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排ガスの連続分析結果よりガス還元過程を調べた。

II. 実験方法

(1) 供試鉄石

供試鉄石は均質で結合水量の異なるものとしてゴアSK鉄および韓国鉄を選び10mm±1mmに整粒して用いた。これらの化学成分をTable 1に示す。

(2) 還元条件

高炉内での還元条件に近づけるため高炉の温度分布から昇温速度を200~900°C/2h, 900~1100°C/2hとし

還元ガスとしては CO:40%, H₂: 10%, N₂: 50%なる混合ガスを用い流量は 250 Ncm³/mn を選んだ。

還元過程の追求は還元排ガスを乾燥後オルザット型ガス分析器およびガスクロマト・グラフ(柳本Ⅱ型, モレキュラーシーブ 5 A 使用) によつて 15 mn ごとに分析し組成から次に示す方法によつて行なつた。

III. 還元排ガスの解析

前記のように鉄鉱石を 200~1100°C まで (CO+H₂+N₂) ガスで還元する場合には Table 2 に示すような反応が行なわれるものと考えられる。すなわち還元反応以外に Boudouard 反応, 水性ガス反応も附随して行なわれ排ガス組成より還元過程を正しく把握するにはガス成分を素反応の生成物に分別する必要がある。

これらの反応の内には反応前後にガス容量の変化するものがあるので還元前後の流量変化から Table 2 に示す各反応過程を解析した。ただし CO₂^K については鉱石中の炭酸塩が少ないので考慮していない。なお解析法の詳細は会場において述べたい。

IV. 還元過程の解析結果

Fig. 1, 2 に両鉱石の還元過程を示すがいずれの場合にも CO, H₂ による還元反応以外に Boudouard 反応および水性ガス反応が認められる。以下これらの反応過程についてかんたんに説明する。

(1) 還元反応

CO による還元はゴア SK 鉱では 250°C 付近より始まり 700°C 付近でもつとも活発に行なわれ爾後は徐々に低下する。韓国鉱の場合は 400°C 付近より始まり 720°C 付近で最高に達し以後は漸次低下する。

H₂ による還元はゴア SK 鉱の場合は 560°C 付近より始まり 920°C 付近で一定値に達し 爾後はほとんど変化しない。また韓国鉱では 470°C 付近より始まり以後

の経過は前者とほぼ同じである。

このように CO による還元は比較的低温側で行なわれるに反し H₂ による還元は高温側で行なわれていることがわかる。また鉱石によつて還元開始温度が異なるのは被還元性の相違によるものでとくに H₂ 還元の場合は結合水量の差によつて水性ガス反応域が異なるためと考えられる。

(2) Boudouard 反応

ゴア SK 鉱では 280°C 付近より CO の分解反応が始まり +CO₂^B が生成し 730°C 付近で終了するがただちに solution 反応が始まり 1030°C 付近で完了する。韓国鉱の場合は CO の分解反応は 430°C 付近より始まり 730°C 付近で終了するが同時に solution 反応が始まり 1000°C 付近で完了する。

いずれの場合も +CO₂^B 量と -CO₂^B 量はほとんど等

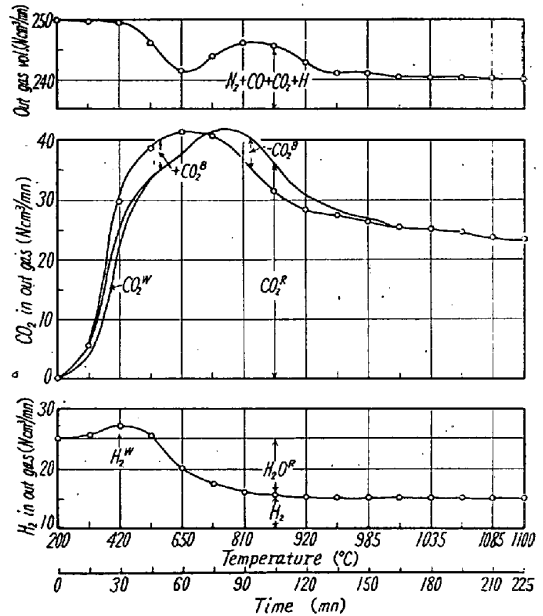


Fig. 1. Reduction process of Goa SK iron ore.

Table 1. Chemical composition of ores. (%)

Ores	T. Fe	FeO	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S	CaO	C. W	CO ₂
Goa. S. K	62.41	6.40	0.77	29.30	5.58	0.061	0.017	0.06	3.70	0.17
Korean	47.39	2.00	0.16	11.75	0.78	0.011	0.459	0.45	0.41	0.15

Table 2. Reactions at iron ore reduction.

No.	Reactions	Change of gas volume	Symbole of gas product.	Remarks
①	Fe _x O _y + YCO → XFe + YCO ₂	0	CO ₂ ^R	Decomposition of CO } Boudouard Solution loss } reaction Water gas reaction Calcination of carbonate
②	Fe _x O _y + YH ₂ → XFe + YH ₂ O	-1 mol	H ₂ O ^R	
③	2CO → CO ₂ + C	-1 mol	+CO ₂ ^B	
④	CO ₂ + C → 2CO	+1 mol	-CO ₂ ^B	
⑤	H ₂ O + CO → CO ₂ + H ₂	0	CO ₂ ^W , H ₂ ^W	
⑥	MeCO ₃ → MeO + CO ₂	+1 mol	CO ₂ ^K	

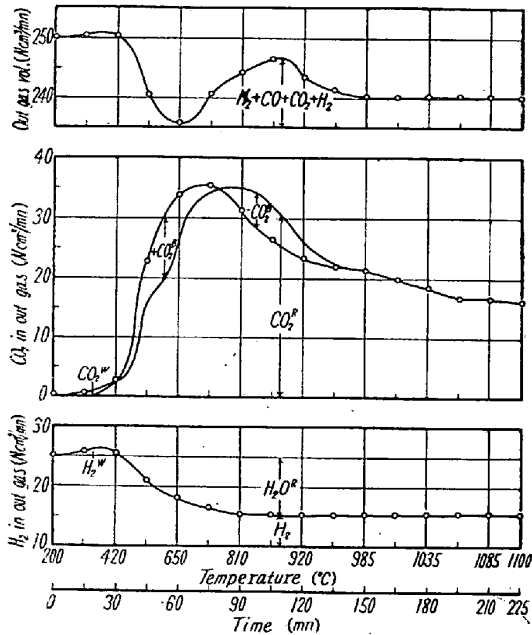


Fig. 2. Reduction process of Korean iron ore.

しく析出炭素のほとんどが solution 反応にあずかるものと考えられる。

(3) 水性ガス

鉱石の結合水の気化によつて起る水性ガス反応はゴアSK 鉱の場合には 270~580°C の間で、また韓国鉱では 270~450°C の間でそれぞれ認められるが反応によつて生成される H_2^W , CO_2^W は前者の方がはるかに多い。これは両者の結合水量の相違に基づくものである。

V. 結 言

以上の結果を要約すると、

(1) 鉄鉱石を ($CO+H_2+N_2$) ガスによつて 200~1100°C の間で還元する場合 CO , H_2 による還元以外に Boudouard 反応、水性ガス反応が認められた。

(2) CO による還元は比較的低温側で、 H_2 による還元は高温側で行なわれ、これらの還元の開始温度は鉱石の被還元性、結合水量に関係するものと考えられる。

(3) Boudouard 反応は 280~1030°C の間で行なわれるが析出炭素のほとんどが solution 反応にあずかる。

(4) 鉱石中の結合水が気化することによつて行なわれる水性ガス反応は 270~540°C の範囲で起るが反応量は結合水量に左右される。

(7) 高炉内のガスとくに水素の挙動について

(高炉燃料吹込みに関する基礎的研究—Ⅱ)

神戸製鋼所神戸工場

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

On the Behavior of Injected Gases, Especially Hydrogen.

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

Hideo SUGIZAWA, Eiichi MATSUO,

Seiichi KOJIMA, Kazuo KUNII

and Masaharu KITAJIMA

I. 緒 言

前報(第Ⅰ報)に述べたように高炉の調湿操業や燃料吹込みに関連して炉内における H_2 の挙動とくに還元に対する利用度を正しく把握することが重要であるので前報の鉄鉱石の還元過程の解析結果から炉内におけるガス組成の変化を考察するとともに灘浜第1高炉の調湿操業実績から H_2 還元に対する考え方を明らかにした。

II. 高炉内のガス組成の変化

高炉内を通過するガス組成の変化を定性的に示すと Fig. 1 のようになる。

(1) N_2

羽口に入つてから炉頂より出るまで量的な変化はない。

(2) CO および CO_2

羽口前で生成した CO は溶解帯での直接還元の結果さらに増えその後 CO による間接還元が始まり CO_2^R が生成するが solution 反応も行なわれ CO は若干減少する(図中- CO_2^B)、またこの反応は容積が増えるので ($CO+CO_2$) は増加する。このように間接還元を行ないながら炉内を上昇し 700~300°C の領域に入ると CO の分解反応が起こり CO の一部は CO_2^B になりまた ($CO+CO_2$) は減少する。

またシャフト上部では石灰石、鉱石中の炭酸塩の分解により CO_2^K が発生し CO_2 および ($CO+CO_2$) は増加する。400°C を中心として水性ガス反応も行なわれ CO_2^W が生成し CO_2 は増加する。そして 200°C 付近になるとすべての反応速度が低下しそのまま炉頂ガスとして出て行くものと推定される。