

なつたと、き実際操作中の溶鉱炉で測定したごとくベル上に山を形成した。

大ベル上に原料を装入した後にウインチを作動してベルを降下させた。そのときの降下速度は 600 mm/s である。装入はこのような方法でくりかえし行なつた。

b) ベースコークスについて

当実験装置においては、最初に装入されるものが床のコンクリートにあたるわけで、これは実際操作と比較し大変ことなつた状態である。そこでこれを修正すべくコークスにて山を形成した。これをベースコークスとよんだ。

c) 実験内容

今回の実験にて調査したおもな項目はつぎの 4 項目である。

- (i) 鉱石およびコークスのウェアリングプレートとの衝突位置の測定。
- (ii) 鉱石およびコークスの装入層の形状測定。
- (iii) 鉱石およびコークスの装入前後の粒度分布測定
- (iv) 鉱石およびコークスの装入層における空間体積の測定。

以上 4 項目について原料配合を変えあるいはコークスの量、ベースコークスの形を変化させて実験をおこなつた。ただし各回共副原料についてはその配合におうじて装入した。また 2 回の実験に関しては、完全整粒鉱石使用と粉塊混合鉱石使用にておこないその他は当時使用していた鉱石をそのままの姿で使した。

IV. 総 括

今回の実験結果を総括すると大体つぎのごとくなる。

- (1) 現在の当所 No.2 B.F. における装入分布型は V 型と推定される。このさい鉱石およびコークスの安息角はそれぞれ約 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ と $21^{\circ} \sim 35^{\circ}$ であつた。
- (2) 装入分布型からみて 1.5~2.0m 捲の時がもっとも平均して鉱石、コークスが装入されると思われる。
- (3) コークス量の変化による装入分布型の変化は認められなかつた。
- (4) 装入後の粒度分布はかならずしも粉鉱が炉壁に多く塊鉱が中心に多いという原則通りではないが、一応その姿をなしている。
- (5) 整粒鉱石使用の場合と粉塊混合の場合との比較では空間体積(鉱石)が前者の方が後者より $0.7\text{m}^3 \sim 0.8\text{m}^3$ 程度 one charge について大であることがわかつた。
- (6) 空間体積については焼結鉱の配合の多い程空間体積が大であることが判つた。

(7) 鉱石およびコークスとウェアリングプレートとの衝突位置は鉱石とコークスとで大きな差はなかつた。

(8) ベースコークスの形に関してはたしかな結論はえられなかつた。

すなわち、大きくみて V 型装入型であることと、鉱石のサイジングの必要性を認めた。Fig. 3 に装入型の一例をしめした。

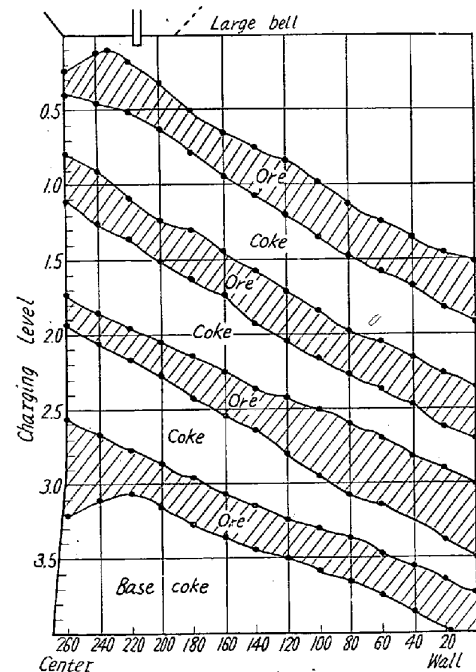


Fig. 3. Example of distribution of ore and coke.

なお、今後の実験の進め方としてはいかなる装入分布型あるいは空間体積が溶鉱炉操業にもつとも良い結果をあたえるかという問題を解決する方向に進めなくてはならないと考える。

(12) 高炉々内反応系の一考察

(高炉のコークス比におよぼす因子についての検討—I)

神戸製鋼所灘浜工場

杉沢 英男・松尾 英一・○小島 勢一

A Consideration on the Reaction System in the Blast Furnace.

(Studies on the factor effective to coke ratio of a blast furnace—I)

Hideo Sugisawa, Eiichi Matsuo
and Seiichi Kojima.

I. 緒 言

熔鉱炉のコークス比を規定する因子を量的に把握するため、本報では炉頂から純炭素と純酸化鉄のみを装入し羽口から酸素単味を吹込んで炉底に純鉄を還元して熔融状態で得る縦型炉を仮想し、この簡単な反応系よりなる模型について純鉄 t 当り所要炭素量におよぼす要因を物質精算と熱平衡を組合わせて考察し、その検討をおこなった。

II. 模型炉における所要炭素量

この反応系における酸化鉄の還元反応として、CO による間接還元と、炉下部における炭素での直接還元とを仮定し、つぎの各反応量を考える。(単位は kg/t Fe)

CO₂ となる炭素量 $C \eta_{co}$
 羽口前で O₂ にて燃える炭素量 $3O_B/4$
 間接還元で奪われる O₂ $4C \eta_{co}/3$
 直接還元で奪われる O₂ $O_M - 4C \eta_{co}/3$
 直接還元に要する炭素量 $4O_M/3 - C \eta_{co}$
 ここで

C : 所要炭素量 (kg/t Fe)

O_B : 羽口よりの吹込み酸素量 (kg/t Fe)

η_{co} : CO ガスの間接還元への利用率

O_M : 酸化鉄中の酸素量 (kg/t Fe)

である。

これより Fe t 当り所要炭素量 C について求めると

$$C = 3(O_B + O_M) / 4(1 + \eta_{co}) \quad \text{..... (1)}$$

(1)式で O_M = 一定と考えれば、 C は O_B と η_{co} によつて規定されることをしめしている。 O_B を決定するにはこの反応系の熱平衡を考察せねばならない。

III. 標型炉における熱的平衡

模型炉の熱的平衡を考える方法として、JOSEPH¹⁾の直接還元を Solution-loss として計上する方法を用い、装入酸化鉄はすべて Fe₂O₃ として考察する。

(入熱) (単位は kcal/t Fe)

羽口前で酸素にて燃える炭素の発熱量
 $2,430 \times 3O_B/4$

酸化鉄の還元熱 $40 \times 1,000$

吹込み酸素の顕熱 $O_B \times t \times \text{比熱}$

t : 羽口よりの酸素単味吹込み温度 (°C)

(出熱)

直接還元熱損失 (solution-loss)
 $3,200(322 \cdot 5 - C \eta_{co})$

熔鉄の持去る熱 $300 \times 1,000$

炉頂ガスの持去る熱

輻射, 伝導, 冷却水などの炉体熱損失 } S

これらの入熱 = 出熱と置いて O_B にかんして解くと

$$O_B = \frac{S + 1,292 \times 10^3 - 3,200 C \eta_{co}}{1,822 \cdot 5 + t \times \text{比熱}} \quad \text{..... (2)}$$

(2)式を(1)式に入れると(3)式となる。

$$C = \frac{\frac{3\{S + 1,292 \times 10^3 - 3,200 C \eta_{co}\}}{1,822 \cdot 5 + t \times \text{比熱}} + 430}{4(1 + \eta_{co})} \quad \text{..... (3)}$$

IV. S 項の検討

熱平衡で用いた S の内容につぎの通りである。

$$S = \sum \left\{ \begin{array}{l} \text{炉頂ガス持去り熱} \cdots \cdots \cdots \text{①} \\ \text{冷却水の持去り熱} \cdots \cdots \cdots \text{②} \\ \text{炉体からの輻射, 伝導, その他} \cdots \cdots \text{③} \end{array} \right.$$

この中で①は、炉内反応がまったく同じ割合でおれば、時間当り生成純鉄量 (t/day) には無関係に Fe t 当り一定熱量で計上されるものであるが、②および③は時間当り生成純鉄量が増大するほど、Fe t 当り熱量は減少してあらわれる性質のものである。いまかりにこの系の①の熱損失を 12×10^4 kcal/t Fe で時間当り純鉄生成量に無関係に一定とし、一方②+③の熱損失を 2×10^5 kcal/mm と考えれば、純鉄生成量を W t/day として S は W の函数でしめされる。

$$S = 2 \times 10^5 \times 1,440/W + 12 \times 10^4 \quad \text{..... (4)}$$

V. 所要炭素量の決定

(4) 式の関係を (3) 式に入れ、 $t = 100^\circ\text{C}$ 、および 900°C の場合について求めると次式となる。

$t = 100^\circ\text{C}$ のとき

$$C = (39,037/W + 299) / (1 + 2 \cdot 301 \eta_{co})$$

$t = 900^\circ\text{C}$ のとき

$$C = (35,476/W + 275) / (1 + 2 \cdot 183 \eta_{co})$$

(5)式を用いて、 W 、 η_{co} に数値を入れ C を計算して図示すると Fig. 1 のごとくなり、 W 、 η_{co} 、 C は曲面上の一点として座標が決る。

VI. 間接還元率の関係

間接還元率を $q\%$ と置くと

$$q = (4C \eta_{co} / 3O_M) \times 100 = (40C \eta_{co}) / 129$$

となり、これに(5)式の関係を入れると $t = 100^\circ\text{C}$ 、 900°C の場合の間接還元率が求まる。これを図示すると Fig. 2 となり、 W 、 η_{co} 、 q が曲面上の一点として座標で決まる。

Fig. 1 と、Fig. 2 を見ると、時間当り純鉄生成量 W が増加するほど、間接還元率は減少している。これは W が増大するにしたがい、 S の値が減少するので、羽口前での t 当り炭素の燃焼熱が少なくて済み、それだけガス化、炭素量も減ずる。したがって η_{co} が同じ値ならば CO₂ によつて奪われる酸化鉄の O₂ 量も減じ、間接還元率が

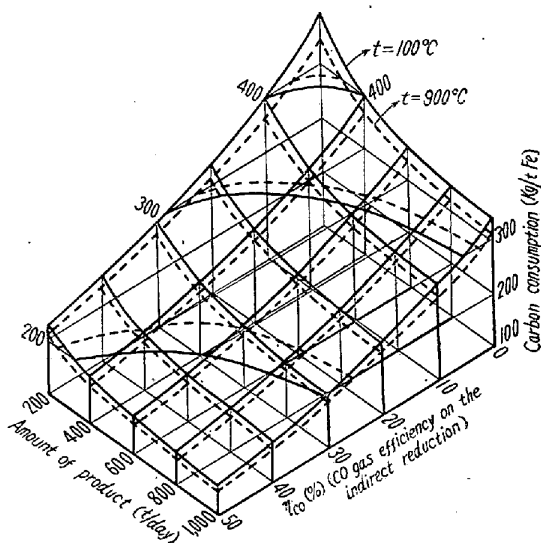


Fig. 1. Influence of the produce, η_{CO} and the oxygen temperature (t) on the carbon consumption of the typical blast furnace.

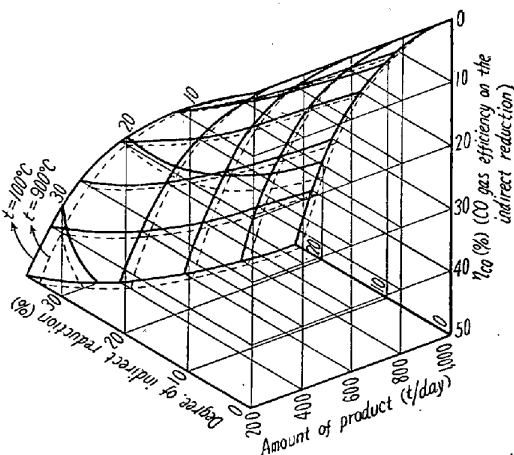


Fig. 2. Influence of the produce, and the oxygen temperature (t) on the degree of indirect reduction in the typical blast furnace.

さがってくる。換言すれば、 W が増加した場合、間接還元率が少なくて熱平衡を保ちうるものであり、同様に羽口より吹込まれる O_2 の顕熱が増加すると、 q が小さな値でこの系の熱平衡を保ちうる事がわかった。

VII. 結 言

以上熔鉱炉内の代表的な反応を標型化して考察し、所要炭素量におよぼす因子を熱平衡を用いて把握し、これらと間接還元率との関係も検討した。この考察に準じて実際の熔鉱炉のコークス比に関する検討をすすめる。

文 献

- 1) T. L. JOSEPH: Blast Furn. & Steel Plant, July, August (1947) p. 944~948

(13) 灘浜第 1 高炉の炉内還元に関する検討

(高炉のコークス比におよぼす因子についての検討—Ⅱ)

神戸製鋼所灘浜工場

杉沢 英男・松尾 英一・○小島 勢一

A Study of the Reduction in Nada-hama No. 1 Blast Furnace.

(Studies on the factor effective to coke ratio of a blast furnace—Ⅱ)

Hideo Sugisawa, Eiichi Matsuo and Seiichi Kojima

I. 緒 言

第 1 報で簡単な熔鉱炉の反応系を仮想して、所要炭素量におよぼす因子を量的にみいだしたが、本報ではこの考察に準じて実際の熔鉱炉のコークス比について検討した。実際の熔鉱炉では第 1 報の模型炉にふくまれない多種多様の因子が入って複雑になるが、これらは灘浜第 1 高炉 (全内容積 752m³, 昭和 34 年 1 月 16 日火入) の実績値を用いて処理し、コークス比におよぼす各種の因子について検討した。

II. 炉内ガス化炭素量

熔鉱炉内の炭素精算にもとずき、第 1 報に準じて炉内ガス化炭素量をもとめると次式が成立する。

$$C = \{V(0.225 + 0.00039x) + (3/4) \times (O_M - 0.0009((V\eta_{H_2}) + E)) / (1 + \eta_{CO}) \} \dots (1)$$

ここで

C : 炉内ガス化炭素量 (kg/t pig)

V : 羽口よりの衝風量 (Nm³/t pig)

y : 衝風中の水分 (g/Nm³)

O_M : 還元にて取除かれる酸化鉄の酸素量 (kg/t pig)

E : Si, Mn, P の還元に要する炭素量 (kg/t pig)

η_{CO} : CO ガスの間接還元への利用率

η_{H_2} : 衝風中水分々解で生じた H_2 のうち還元に利用される割合

である。

一方熔鉱炉の熱平衡を考える方法として、根本的には JOSEPH¹⁾の方法に準じておこなうが、炉内での水素による還元を計上し、これを出熱の項に入れ、炭素および CO ガスによる還元系と切離して計算した。このさい水素による還元は、各装入酸化鉄にたいしてその配合割合におうじて還元作用がおこなわれたと見做している。これらの方法を Table 1 にしめす。表中の右側に炉内ガス化炭素量に影響のすくない項目 $x = 23$, $\eta_{H_2} = 30\%$,