

Stockline : (a) 0.5m, (b) 1.5m, (c) 2.0m, (d) 2.5m
 Photo. 2. Distributions of burdens on different stocklines under normal charging conditions.

なつた場合と鉄石ベースを一定にして ore/coke 比が高くなつた場合について試験を行つたが、いずれの場合でも ore/coke 比が高くなると炉中心部に塊鉄の分布が多くなり、炉壁側特に、山の位置では粉鉄が多く分布して鉄石層の厚みが増すために炉中心部は通気性がよく炉壁に近い山の部分では通気性が低下すると推察される。

以上の他に原料粒度を変化させた場合および装入量を変化させた場合の装入物分布についても検討を行つた。

669, 162, 241, 669, 162, 215.2
 (6) 実際高炉における装入物分布の調査

62186
 (高炉装入物分布の研究—II)

富士製鉄釜石製鉄所

1215~1217
 土居の内孝・八塚 健夫
 庄野 四朗・駒木 俊一

On a Distribution of Burden Materials in Blast Furnace Practice.

(On the distribution of burden materials of the blast furnace—II)

Takashi DOINOCHI, Takeo YATSUZUKA,
 Shirō SHŌNO and Shunichi KOMAKI.

I. 緒 言

第 1 報では模型装置を使用してスキップ式マッキー型

装入装置を有する釜石 No.2 B.F. の装入物分布特性を検討した。本報では実際高炉におけるステラー型および衝突板を有するマッキー型装入装置による分布特性を比較検討するために炉頂装入装置の調査結果および実物大の装置により分配器からの原料の落下状態を求め、釜石 No.2 B.F. の吹入れ填充時の測定結果と結びつけて分布特性を考察した。

II. 試 験 結 果

実際高炉で使用する装入原料は種々の粒度組成からなりたち焼結鉄の如く比較的球状化のものと南方系の粘性鉄物では分配器からシュートするときの落下速度が異なり、衝突板での反撓のしかたも変つて来る。従つて実際高炉の各ストックラインにおける装入比* の変化を求める場合、各原料別に計算することは複雑であるので本試験では原料としてコークス粒度：30~100mm、鉄鉄石(インド鉄およびゴア鉄)：5~60mm について原料を実物大装置の分配器からシュートさせて衝突板での反撓位置を各々測定し、釜石 No.1 B.F. および No.2 B.F. について原料の落下抛物線および装入比を求めた。

(1) 分配器からの原料の落下状態

装入装置は Fig. 1 に示す如く釜石 No.1 B.F. はステラー型であり、No.2 B.F. は衝突板を有するマッキー型であつて各々異つた装入装置を有している。

分配器から原料をシュートした時分配器の先端から衝突板での反撓位置は下記の如くである。但し、No.1 B.F. の場合、鉄鉄石の反撓位置は装入装置の調査結果である。

原料名	No.1 B.F.	No.2 B.F.
コークス	690mm	990mm
鉄鉄石	860mm	1150mm

次に第 1 報の公式(1), (2)および(3)より落下抛物線を求めると下記の如くである。

分配器から衝突板迄、コークス:

$$\begin{aligned} \text{No. 1 B.F.} & \quad y = 0.92x + 0.005x^2 \\ \text{No. 2 B.F.} & \quad y = 1.19x + 0.01x^2 \end{aligned}$$

分配器から衝突板迄、鉄鉄石:

$$\begin{aligned} \text{No. 1 B.F.} & \quad y = 0.92x + 0.010x^2 \\ \text{No. 2 B.F.} & \quad y = 1.19x + 0.015x^2 \end{aligned}$$

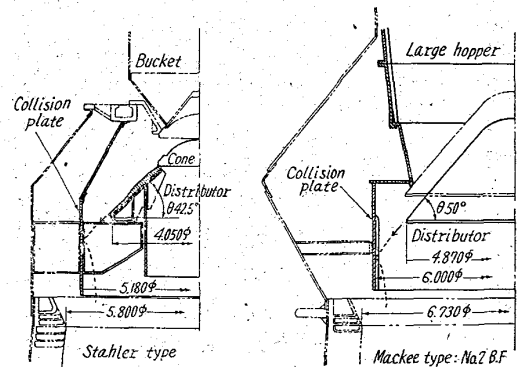


Fig. 1. Charging apparatus of the top at Kamaishi No. 1 and No. 2 B.F.

* 装入物頂点間距離を炉頂径で割つた値を装入比とす。

Table 1. Variation of charging relationship in various stocklines at Kamaishi No. 1 and No. 2 blast furnaces.

Stockline height (m)	Charging relationship					
	No. 1 B. F.		No. 2 B. F.		Blowing-in time of No. 2 B. F.	
	Coke	Ore	Coke	Ore	Coke	Ore
0	0.885	0.886	0.890	0.891	—	—
0.5	0.787	0.883	0.887	0.888	—	—
1.0	0.871	0.879	0.883	0.887	—	—
1.5	0.867	0.876	0.880	0.885	0.879	0.906
2.0	0.864	0.874	0.876	0.883	—	—
2.5	0.857	0.871	0.873	0.881	0.869	0.890

反撈後 コークス:

$$\text{No. 1 B. F. } y = 8.24x + 0.010x^2, \quad \text{No. 2 B. F. } y = 16.33x + 0.61x^2$$

反撈後, 鉄鉱石:

$$\text{No. 1 B. F. } y = 10.55x + 1.420x^2, \quad \text{No. 2 B. F. } y = 22.90x + 1.87x^2$$

(2) ストックラインの深度による装入比の変化

前式より求めた各高炉の各ストックラインの深度による装入比および吹入填充時の装入比を Table 1 に示すが、全体的に No. 2 B. F. の装入比より No. 1 B. F. の方が小さく装入物分布の山の位置が炉中心側に幾分づれる。従つてストックラインの深度による装入比の変化は No. 2 B. F. より No. 1 B. F. の方が大きく、いいかえれば No. 2 B. F. のように衝突板を有するマッキー型より、No. 1 B. F. のように固定分配器を有するステラ型装入装置の方がストックラインの深度による装入比の変化が大きくなるものと考えられる。

No. 2 B. F. における填充時の装入物分布状態を Photo. 1 に示すが、模型試験の結果と同じく M 型分布をなしており、炉中心部に塊状の原料、特にコークスが分布し、炉壁側に鉄鉱石が分布することおよび原料分布の偏析が生じることが判つた。

このことについて、模型装置で炉頂における原料分布の偏析状態の測定を行なつたが、旋回ホッパーの回転角

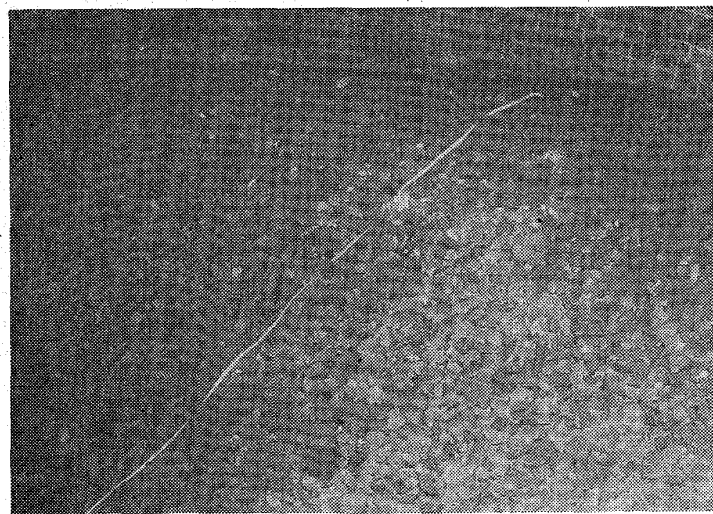


Photo. 1. Distribution of burden materials in the stack top.

度 0 度で装入を行つた時、スキップの反対側の炉頂に多量の原料が分布し、スキップ側に比較的粒度の大きい原料が分布する。また、旋回ホッパーの回転角度 180 度で装入した時、その逆方向に同じ傾向が生ずる。実際高炉の場合でもその様な現象が生じることが確認された。

III. 総 括

以上、装入物分布特性について模型装置を使用して検討し、さらに実際高炉の場合についても考察を行なつた。これらの結果を総括すると次のごとくである。

(1) 衝突板を有するマッキー型装入装置の場合、旋回ホッパーの回転角度を 0 度で原料装入した時、炉頂のスキップ反対側に多量の原料が装入され、スキップ側には比較的粒度の大きい原料が分布される。また、旋回ホッパーを 180 度回転して装入した時、その逆方向に同様な傾向が生ずる。

(2) 釜石 No. 2 B. F. における普通装入状態での装入物分布は M 型状態であり、ストックラインが深くなるに従つて装入比が小さくなり、装入物の山の位置が炉中心側に移行し、炉中心部のコークス分布量が増加して行く傾向を示す。

(3) ore/coke 比が高くなつた場合、増鉄と共に炉中心側での鉄鉱石分布量を増すが、炉壁側でも鉄鉱石層が厚くなり山の位置には多量の粉鉄が分布する傾向を示す。

(4) 衝突板を有するマッキー型およびステラ型装入装置における分配器から原料の落下状態では釜石 No. 2 B. F. のごとく衝突板を有するマッキー型より釜石 No. 1 B. F. のごとく固定分配器を有するステラ型の方が衝突板での反撈後、炉中心側に幾分寄つて原料が落下するためにストックラインの深度による装入比の変化が大きく、且つ装入物分布状態も大きく変わることが考察された。

文 献

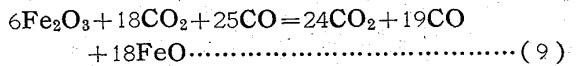
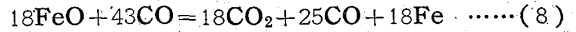
- 1) GERHARD. HEYNERD, et ali.: Stahl u. Eisen, 80 (1960)
- 2) R. L. STEPHENSON, et ali.: Proc. Blast Furn., (1953)
- 3) J. VIBRAC: Iron and Coal, 168 (1954) 2
- 4) S. P. KINNEY: U. S. Bureau of Mines. Tech. Paper, (1930) No. 459
- 5) J. BOLAND: J. Iron & Steel Inst.

- (U.K.), 199 (1961) Part 3, p. 253~257
- 6) 辻畑敬治, 他: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1255~1256
- 7) P. B. STUBBS, et ali.: Blast Furn. & Steel Plant, 41 (1953), p. 772~775
- 8) E. W. NIXON, et ali.: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 174 (1953), p. 331~335
- 9) 和田亀吉: 実際製鉄法, p. 145

によつて還元されるのが理想的であり, その場合が最も燃料消費量が少ないと説明した。

III. パプロフの説

パプロフは平衡論的にグリュエナーの説の誤りを指摘した。平衡状態図から見て, 685°C で FeO を還元するには還元ガス中の CO₂:CO の比が 0.72 以下でなければならない。従つて還元反応式は次式で表はさなければならない。



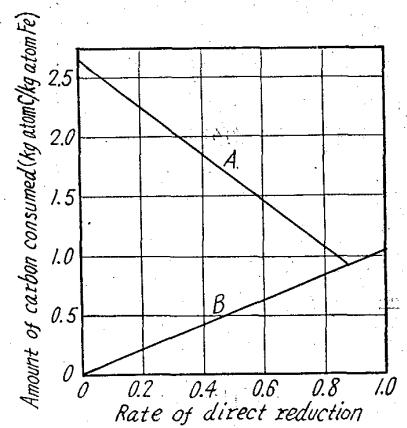
これが酸化鉄を 100% 間接還元するための限界である。今銑鉄成分を 93% Fe, 4% C とし, コークス中の固定炭素を 85% とし, 且つ石灰石の使用量を 0.5 t/t 銑鉄としてコークス比を求めると 0.702 となる。しかるに実際の高炉操業では, これより小さいコークス比のものが多い。従つてグリュエナーの説には誤りがある。

一方直接還元では



この場合の銑鉄 t 当りコークス消費量は, 0.214 あるいは 0.321 である。ライボヴィチおよびラムはこのことから直接還元率の割合と炭素消費量の関係を求めた。(Fig. 1)。

また現代の大型高炉の熱消費量は 3000~3200 kcal/kg である故, 今送風温度を 800~900°C とすれば最良の間接還元率は 70~76% である。従つて現在の高炉の操業成績を向上させるためには, 間接還元率を増すように努力せねばならない。

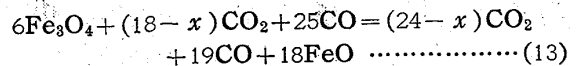
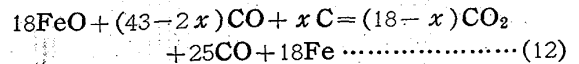


A: Amount of carbon consumed by indirect reduction.
B: Amount of carbon consumed by direct reduction.

Fig. 1. Relation between rate of direct reduction and calculated amount of carbon consumed.

IV. 考察

まずパプロフの説明の誤りを指摘しよう。実際の高炉の下方では, 酸化鉄の直接還元とともにカーボンのソリューション, ロス反応が進行している。従つて還元反応式は次のように表わさなければならない。今 x 量のカーボンがソリューション・ロスで消費されたとすれば, 次式で示されるよりも, さらにコークス消費量は少なくて良い。



今仮に x=10 としパプロフと同様にして計算するとコ

669, 162, 283, 169, 162, 263, 232, 169, 749, 2, 012, 23

(7) 鉄鉱石の間接還元とコークス比の理論的検討

(高炉内における鉄鉱石の還元とコークス比—I)

八幡製鉄所技術研究所

工博 児玉 惟孝・○重見 彰利

Theoretical Consideration for Indirect Reduction of Iron Ore and Coke Rate.

(Iron ore reduction in blast furnace and coke rate—I)

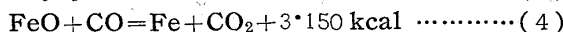
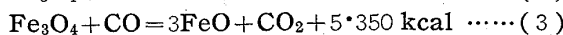
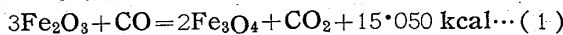
Dr. Koretaka KODAMA and Akitoshi SHIGEMI.

I. 緒言

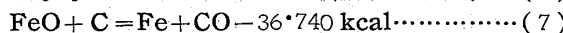
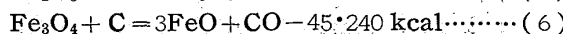
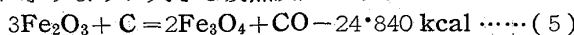
高炉の間接還元とコークス比の関係については, 19世紀の終りにフランスの冶金学者グリュエナーがまずその原理を発表し, 100% 間接還元を行なうのが理想的溶銑炉であるとする氏の考えが永い間信頼されて来た。その後パプロフが, ガス平衡論からグリュエナーの理論の誤りを指摘した。このことからライボヴィチおよびラムは, 送風温度 800°C~900°C の場合の最良の間接還元率は 70~76% であり, 高炉技術者は間接還元率をこの値まで上げるべきであるとした。しかしながら筆者は次のように考える。直接還元率あるいは間接還元率とコークス比は一律に決るものではなく, 間接還元率をしてコークス比を下げるための目安とすべきでない。コークス比を下げるためには羽口先で生成する銑 t 当りの CO 量を直接下げるように努力すべきである。単位還元ガス当りの間接還元量は出来るだけ増すべきであるが, 間接還元率を高めることがむしろコークス比の上昇をもたらすこともある。次に以上のことをまず理論的に検討する。

II. グリュエナーの説

酸化鉄の CO による間接還元は, 次式で示されるように大きな発熱反応である。



これに対して固体炭素による酸化鉄の直接還元は, 次式に示すように大きな吸熱反応である。



以上のことからグリュエナーは鉄鉱石は間接還元だけ