

IV. 総 括

酸素富化水蒸気併用操業は、引続き実施中であるが、現在迄の結果を要約すると、

(1) 操業度およびコークス比について

理論上は、酸素富化率を1%増すと、送風量は一定であつても、コークス消費量が約5%増大することになる。当操業では、コークス消費量が約4%の増大となつた。出鉄量は、酸素富化率2.2%によつて、13%の増大を見たが、これは富化率1%に対して、約6%増となる。コークス比は、第3期迄の炉況不安定期には、むしろ上昇したが、それ以降は低下の傾向となり、酸素富化率2.2%によつて、約15kg/tの低下を見た。これは、富化率1%に対して約7kg/tの低下となる。

(2) 水蒸気の併用について

酸素を富化した場合に懸念されるトラブル、すなわち、炉内温度分布の不均衡に基づく棚吊りに対しては、水蒸気の併用が最も効果的であると考えられる。ただ送風中の湿分量は酸素富化率に比例して必ずしも公式的に増す必要はなく、当操業で行なつた程度の酸素富化では、炉況の安定化には、25ないし27g/Nm³位で十分と考えられる。かようにして、銑鉄トン当り羽口先の生成ガス顕熱の増加分を利用して、コークス比の低減を計るのが得策と考える。

(3) 計器管理上の問題点について

O₂/airの比率制御を行ない、送風量の測定には、分流管方式を採用して、所期の目的を果しているが、問題になつた点をあげると、

(a) 放風時に分流管圧力調節計のダイヤフラムに大きい差圧がかかり、ダイヤフラムを破損するので、水封式の安全装置を製作した。

(b) 分流比は1.5/10,000を採用し、現在のところ、特に支障はないが、水蒸気を併用している関係もあり、分流管の管径が小さいと、ドレンの存在が、流量測定の精度に悪影響を与えるので、分流比は、10/10,000程度にする方が望ましい。

(3) 熔鉱炉装入物降下および羽口風量の位置による変化について

(RI 利用による熔鉱炉装入物降下の研究—Ⅲ)

富士製鉄、釜石製鉄所

工博 富永 在寛・工 土居の内孝
工 八塚 健夫・工〇駒木 俊一

On the Difference of Burden Travelling and Blast Volume around the Blast Furnace Periphery.

(Study on the travelling of blast-furnace burden with radioactive isotopes—Ⅲ)

Arihiro Tominaga, Takashi Doinouchi,
Takeo Yatsuzuka, Shunichi Komaki.

I. 緒 言

前報²では釜石第1高炉(旧第10高炉)においてR I Co⁶⁰の使用により装入物降下時間を測定し、炉内の場所によつて降下時間に相違があることを報告した。このような不均一な装入物降下に対する原因には炉のプロファイルや炉内の通気性等の種々の要因があると考えられるが、中でも羽口風量の不均一性が大きな影響をもたらすものではなからうかと考えられる。

今回は釜石第2高炉(旧第8高炉)において炉内の場所による装入物降下状態および羽口風量分布について測定した若干の結果を報告する。

II. 試験方法および結果

試験は1958年11月から1959年1月にわたり釜石第2高炉平炉用銑吹製時にCo⁶⁰を利用して炉内の各所の装入物降下時間を測定し、一方12月中に特殊ピトー管の使用により各羽口の風量測定を行つた。

1) 装入物降下時間

a) 鉱石降下時間の測定については前報¹⁾²⁾で報告した方法によりCo⁶⁰(鋼または鉱石封入容器)を炉頂より炉の東西南北方向に投入し、出鉄時の熔銑放射能の検出から降下時間を推定した。その測定結果を総括してTable 1に示す。

b) コークス降下時間については前報²⁾ではCo⁶⁰線源をそのままコークス容器に入れ、水ガラスとコークス粉で封じたものを使用したが、今回はCo⁶⁰を少量の銑鉄(5g)に溶解した後、コークスに明けた孔から鑄入し、ピッチとコークス粉で封じコークス化したものと、Co⁶⁰線源を硝酸液に溶解した後コークスあるいはカーボンブロックの孔から注入し、同様にピッチとコークス粉で封じコークス化したものを使用して測定した。炉頂より投入

Table 1. Travelling time of iron-ore and operation data at Kamaishi No. 2 blast-furnace.

No.	Date	Co ⁶⁰ container	Put in side	Travelling time h-mn	Blast volume m ³ /mn	Blast pressure kg/cm ²	Blast Temperature °C	Ore/coke ratio	Sinter in burden%
1	1958.11.30	Steel	East	9.30	1300	1.03	740	2.50	42.3
2	" 12.8	"	"	9.25	1300	1.11	840	2.58	36.3
3	" 12.11	"	"	9.10	1220	1.10	830	2.56	41.4
4	" 12.23	Ore	West (iron notch side)	10.10	1200	1.21	740	2.53	48.8
5	" 12.14	Steel	"	10.00	1200	1.03	740	2.65	54.3
6	" 12.15	"	"	10.20	1220	1.00	810	2.69	55.0
7	" 12.19	"	South	8.50	1200	1.14	840	2.50	42.5
8	1959.1.31	"	"	8.00	1250	0.98	710	2.47	43.1
9	1958.12.20	"	North	12.20	1200	1.16	780	2.65	44.8
10	" 12.21	"	"	11.40	1250	1.16	730	2.72	55.8

Table 2. Travelling of coke and operation data at Kamaishi No. 2 blast furnace.

No.	Date	Co ⁶⁰ container	Co ⁶⁰ seal methods	Put in side	Travelling time h-mn	Blast volume m ³ /mn	Blast temperature °C	Blast pressure kg/cm ²
1	1958.1.12	Coke	Alloyed into Iron	South	8.15	1300	720	1.32
2	" 1.13	"	"	"	8.10	1350	720	1.27
3	" 1.14	"	"	North	18.15	1300	790	1.12
4	" 1.19	"	Dissolved with Nitric acid	South	8.10	1340	770	1.28
5	" 1.20	"	"	"	7.55	1340	820	1.28
6	" 1.15	"	"	North	10.30	1300	780	1.30
7	" 1.22	Carbon Block	"	South	7.05	1370	800	1.26

して炉床までに降下する時間の測定結果を総括して Table 2 に示す。

2) 羽口風量の測定

測定には Fig. 1 示すとき特殊ピトー管を使用した。測定は釜石第 2 高炉羽口数 14 本のうち出銑口側 (羽口 No. 1, No. 14) を残した 12 本の羽口について各羽口の覗き孔から特殊ピトー管をブローパイプ中に挿入し、差圧、温度および圧力を測定し、次式によつて羽口風量を算出した。

$$v = K\sqrt{2gH/M}$$

$$Q = 60 \cdot v \cdot A$$

v = 流速 m/s

H = 差圧 mmAg

M = 空気密度 kg/m³

Q = 流量 m³/mn

A = ブローパイプの断面積 m²

K = 常数

しかしながらピトー管係数が未知であるために実際炉に送り込まれた送風量と計算値の和が一致しないので個々の羽口風量は全送風量に対する割合として表わした。

それらの測定結果を Fig. 2 に示す。

III. 考 察

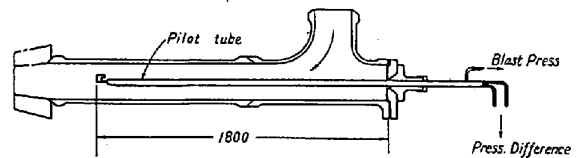


Fig. 1. Equipment for measurement of air blast volume.

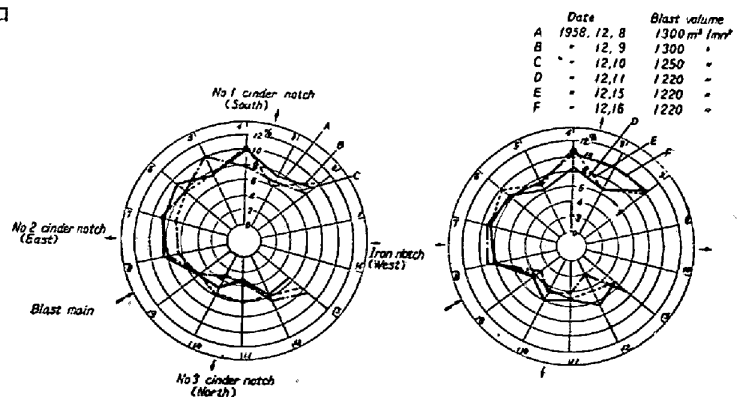


Fig. 2. Blast distribution to tuyeres at Kamaishi No. 2 blast-furnace.

試験当時第 2 高炉は湿分 10 g/m³ の定湿度送風が行われており、装入物中焼結鉄配合割合は 40~55%、送風温度 710~840°C の比較的高温送風により良好かつ安定操

業が行われていた。

装入物中鉱石降下時間は Table 1 に示す通り南側付近が一層激しく、不均一な装入物の降下が行われていることが推定される。一方羽口風量分布は Fig. 2 よりみられるごとく、全般的に南側から東側にかけて送風が多く、北側が少く、やはり不均一な羽口送風がなされているように推定される。したがって J. M. Stapleton³⁾が述べているように送風量の多い羽口付近では装入物の降下が活発となり、また、G. G. Lykashev⁴⁾が論じているように降下速度の速い方向に装入物が傾いて降下するために炉内の場所によつて不均一な装入物降下が生ずるのではなからうかと考えられる。

熔鉱炉内のコークス降下時間については I. G. Polovchenko⁵⁾ や A. Kohn⁶⁾ の報告があるが、両者共コークスの降下時間は鉱石の 1.80 倍を要するとしている。われわれは Co⁶⁰ を種々な形でコークスに入れてコークス降下時間の測定を行つたのであるが、Table 2 に見られるように鉱石降下時間とほぼ同一時間となつた。結局、Co⁶⁰ のごとく、たとえ硝酸化物の形でコークス中に封じて使用しても高温の還元性雰囲気中で還元され、コークスの気孔を通過して熔銑と接触し、あるいはコークスが割れて熔銑と反応して鉱石降下時間と同じ結果として現われるのではなからうかと考えられる。したがって次期試験に際しては Ca⁴⁵ を使用する計画である。

IV. 総 括

以上、釜石第 2 高炉において装入物降下速度および羽口風量分布について測定した結果を報告した。これらの結果を総括するとつぎのごとくである。

1) 装入物中鉱石降下時間は炉内の場所によつていちじるしく異り、南側がきわめて速く、北側が遅い不均一な装入物降下が行われているように推定される。

2) 各羽口からの送風量は均一でなく全般的に南側から東側にわたる羽口から多量な風量が送り込まれ、一方北側付近では少なくなつていようである。

3) 以上のごとく、第 2 高炉の場合南側付近の羽口送風量の多い方向は装入物の降下時間も速く、また北側の送風量の少い付近で荷下りが遅くなつていようから両者には密接な関係があるようにみられる。

4) Co⁶⁰ を金属の形および酸化物の形で使用してコークス降下時間を測定したが鉱石降下時間と同じ結果を示し、満足な結果が得られなかつた。

参 考 文 献

- 1) 富永, 八塚, 庄野, 沢村: 鉄と鋼, 43 (1957) p. 873~874
- 2) 富永, 八塚, 駒木: 鉄と鋼, 44 (1958) p. 960~961

- 3) J. M. Stapleton: Blast Furnace and steel plant, (1957), 9, p. 1007~1017
- 4) G. G. Lykashev: stal, 12 (1958) p. 682~687
- 5) I. G. Polovchenko: stal, 12 (1957) p. 1057~1068
- 6) A. Kohn: UNESCO 第 1 回国際アイソトープ会議資料 (1957) 194

(4) 羽口前衝風透入深さによる高炉操業の研究

中山製鋼所

工 菊池 正・工〇野路 哲三

Study on Blast Furnace Operation by Penetration of Air in Tuyere Zone.

Tadashi Kikuchi, Tetsuzô Nozi.

I. 緒 言

高炉の羽口の前には、衝風によつてコークスが旋回運動をしているレースウェイと呼ばれる空間が生じている。羽口の覗孔を通して金棒を挿し込むと、かたい炉芯につきあたるが、それまでの距離が燃焼帯奥行と考えられている。衝風の透入深さと炉況との関係について、いろいろ研究が行われているが、著者らはさきに、その経時変化、ストックライン上 CO₂ 分布との関連性、装入物による影響について報告した。今回はさらに、操業に応用できるように研究を進めた結果を報告する。

II. モデル実験結果の高炉への適用

近年レースウェイの大きさについて透明な模型を用いた研究が行われ、Wagstaff と Holman により²⁾無次元のペネットレーションファクター (PF) と、レースウェイファクター (RF) によつて関係づけられることが明らかになつた。

$$(PF) = K_1(RF) + K_2$$

K_1, K_2 は定数

$$PF = D/D_j \dots \dots \dots (1)$$

$$RF = V^2/g\sqrt{S} \cdot \rho/\rho_s - \rho \cdot (A_j/A_m)^{0.75} \dots (2)$$

ただし、 D はレースウェイの径 m, D_j は羽口径 m, V は羽口でのガス流速 m/s, S は装入物 1 個の粒子の表面積 m², ρ はガスの密度 kg/m³, ρ_s は装入物の密度 kg/m³, A_j は羽口面積 m², A_m は炉床面積 m² である。

高炉操業への適用に際しては、(1) の D は各羽口の平均透入深さ、 D_j は測定羽口平均径とし、一方風量計の読み W , 開孔羽口の総断面積 A_j , 羽口先端を結ぶ湯留径 A_m を用い、(送風温度 + 273) を T , (風圧 + 1034) を P とおき、羽口前のコークス粒度は装入時のコークス平均粒度