

単位装入量の増加は鉱石還元面よりみれば好ましいと考えられるが、高炉操業上重装入に伴うシャフトでの圧力損失を減少させる必要のある場合、あるいはシャフト冷却板破損などのため、内部操業が望ましい場合にはコークスペースを減少させるか、適当なベースの鉱石ベース装入法は有効な方法である。

V. 結 言

当所洞岡第 2 高炉の 1/15 シャフト模型を使用して ore/coke の増加に伴う装入物分布、ガス流通分布の変化について検討した。その結果、

(1) 炉内に装入された粉鉱石の 50~60% は炉周辺部に分布し、これは ore/coke、コークスペースによつて大きな変化はない。

(2) 装入物粒度は炉周辺と中心部では約 0.45mm 程度異なりこれは装入平均粒度の約 20% に相当する。

(3) 炉内における ore/coke は炉周辺、中間部は中心部に比しかなり高く、コークスペースが減少すると、この差は大きくなるのが認められ、単位装入鉱石量が増加すると鉱石が炉の中心部に流入することが判つた。

(4) ガラス面を利用したガス流通分布実験の結果、炉内流通分布は ore/coke の上昇によつて、周辺流が増加することが認められ、ore/coke が同一の場合はコークスペースの少ない方が炉中心部付近の等流量面はなだらかになり、炉中心部の流通性は良好となる。

(5) 流量測定による流通分布実験の結果、ore/coke が増すと全流量に対する周辺流の割合が増加し、ore/coke が同一の時はコークスペースの高いほど、周辺流は増加することが認められた。

(6) 焼結鉱を使用した場合も生鉱石の場合と同様の傾向を示すが、生鉱石に比し、周辺流と中心流の流量差は小さく、全体として流通分布は均一化してくる。

(7) 以上総合すると、炉内のガス流通分布は装入物分布によつて大きな影響を受け、ore/coke の増加、あるいはコークスペースの増加によつて、単位装入鉱石量が増加すると炉中心部に鉱石が流入しやすくなり、全流量に対する周辺流の割合が増加し、装入物層の圧力損失も増加することが認められた。この傾向は還元面より見れば好ましいと考えられるが、増風などの操業上、重装入に伴う圧力損失あるいは冷却板破損などの問題で炉内通気性を改善するには、コークスペースを減少させるか、あるいは適当なベースの鉱石ベース装入法が有効な方法である。

669.162.227

(18) 室蘭第 3 高炉の高圧操業について

富士製鉄、室蘭製鉄所 No. 64180
山田 竜男・竹川 利夫
永井 忠弘・野崎 充

High Top-Pressure Operation of Muroran No. 3 Blast Furnace. pp 1599-1601

Tatsuo YAMADA, Toshio TAKEKAWA, Tadahiro NAGAI and Mitsuru NOZAKI.

I. 緒 言

室蘭第 3 高炉は昭和 38 年 1 月 10 日火入れしたが、そ

の後の操業は高圧操業の実施によつて、きわめて高い生産性を示している。ここに火入れ後約 1 年間の操業実績と、その間高圧操業の効果を調査するために行なつたいろいろの試験の結果について報告する。

II. 火入れ後の操業経過

Fig. 1 に火入れ後約 1 年間の操業実績を示す。火入れ当時は市況悪く生産を抑制していた。4~5 月は生産を抑制したまま高圧操業に移りコークス比の低下をはかり、6 月から漸次増産態勢に入つた。11 月以降完全にフル操業に入り、出鉄比 1.7 以上 (2070 t/day) を記録している。さらにコークス比の低下をはかるため、9 月から重油吹込みを開始した。昭和 39 年に入つてからも、前年に引き続いて同様な高い生産性を示しており、コークス比は 450 kg/t 程度まで低下している。

III. いろいろの高圧試験

高圧操業のコークス比および生産性に対する効果を調査するため、4 次に行なつたいろいろの高圧操業試験を行なつた。これらの結果を Table 1 に示す。

(1) 第 1 次および第 2 次試験

高圧操業によりコークス比が低下するかどうかを低い操業率 (第 1 次) および高い操業率 (第 2 次) のおのおの場合について調査した。この試験により、炉頂圧を高めると低い操業率においてはコークス比はかなり低下するが、高い操業率においてはその低下の度合いが小さくなること、同時に高圧操業によれば、高い操業率においても安定した操業が保証されることが判明した。

(2) 第 3 次テスト

室蘭第 3 高炉の生産性の限界を追求するため、11 月に高出鉄試験を行なつた。試験は最初炉頂圧力 0.5 kg/cm² で開始したが、増風とともに若干の棚つりを生じてきたので最終的には 0.7 kg/cm² に上げた。これによつて高炉操業上何らの障害もなく出鉄比 2.0 の壁を破り、11 月 11 日には 2.02, 17 日には 2.05 を記録した。この試験から、炉前作業で若干の改造を行なうならば、常時 2,500 t/day の出鉄も可能であることがわかつた。

(3) 第 4 次試験

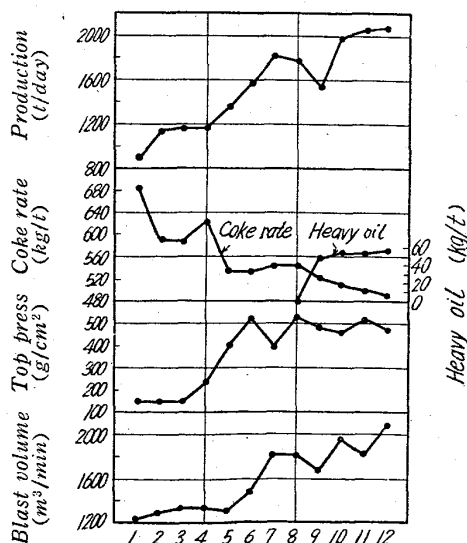


Fig. 1. The operation results of Muroran No. 3BF in 1963.

Table 1. The results of high top-pressure operation tests of Muroran No. 3 B.F. (1963~1964)

Duration of test	1 st test				2 nd test			3 rd test			4 th test	
	5/2~ 5/4	5/5~ 5/7	5/8~ 5/10	5/11~ 5/13	7/4~ 7/11	7/13~ 7/31	8/2~ 8/7	11/1~ 11/10	11/11~ 11/15	11/11~ 11/13	2/1~ 2/20	2/21~ 3/31
Top press. (kg/cm ²)	0.20	0.30	0.60	0.80	0.15	0.50	0.70	0.50	0.55	0.70	0.50	0.50
Production (t/day)	1425	1460	1500	1560	1819	1872	1946	2140	2275	2481	2068	2000
Coke rate (kg/t)	577	557	540	521	551	545	533	496	506	498	490	450
Heavy oil (kg/t)	0	0	0	0	0	0	0	54	50	50	45	55
Coke rate (corrected, kg/t)	577	559	559	535	551	556	541	550	549	548	535	513
Blast temp. (°C)	700	710	810	820	980	1040	1010	940	880	945	960	980
Blast volume (Nm ³ /min)	1430	1460	1410	1450	1780	1850	1910	2140	2340	2410	1980	1780
Blast press. (kg/cm ²)	1.52	1.61	1.77	1.93	1.39	1.69	1.85	1.78	1.99	2.09	1.80	1.65
Top gas temp. (°C)	220	210	200	180	150	150	140	180	170	175	180	180
" CO ₂ (%)	17.1	18.1	18.4	19.3	17.7	17.8	18.6	17.0	16.2	16.8	17.5	18.0
" CO (%)	23.3	23.5	22.3	22.0	25.1	24.9	23.8	24.5	24.4	24.6	23.4	22.6
Hot metal Si (%)	0.77	0.67	0.71	0.73	0.75	0.78	0.73	0.69	0.72	0.60	0.72	0.67
" S (%)	0.020	0.026	0.033	0.025	0.031	0.022	0.025	0.021	0.020	0.037	0.024	0.024
Slag volume (kg/t)	252	252	256	283	350	350	340	306	292	306	303	322
Calculated gas velocity (m/sec)	3.45	3.35	2.95	2.70	4.20	3.85	3.80	4.10	4.15	4.05	4.02	3.55

第1次~3次にわたる試験の解析から、われわれはコークス比と炉内ガス速度の間には密接な関係があると考えた。この関係をさらに明確にするため、第4次試験を行なった。試験は炉頂圧を一定とし、送風量を低下することによって行なったが、計算ガス速度 0.47m/sec の低下によってコークス比は 22kg/t 減少した。

IV. 考 察

第1次~4次にわたる一連の試験の結果を補正コークス比の差と計算ガス速度の差について総括すると Fig. 2 のようになる。コークス比とガス速度の間には図中点線で示すような関係が存在すると思われるが、考察を簡略化するため図中直線のような関係を定めた。

$$\Delta CR = 46.4 \Delta \bar{u} \dots\dots\dots (1)$$

室蘭第3高炉の標準操業状態を考えると、(1)式は、

$$CR = 46.4 \bar{u} + 352.7 \dots\dots\dots (2)$$

となり、さらにガス速度と送風条件、送風圧と送風量および炉頂圧、コークス比と銑鉄t当たり所要風量、などの関係を加えると、最終的に次の2式が定まる。

$$CR = (2.259 \times 10^4 V_B / P_r) + 170.1 \dots\dots\dots (3)$$

$$CR = 5.654 \times 10^2 V_B / (V_B + 4.286 \times 10^{-3} P_2 + 49.20) + 352.7 \dots\dots\dots (4)$$

ここで、

CR: コークス比 (kg/t)

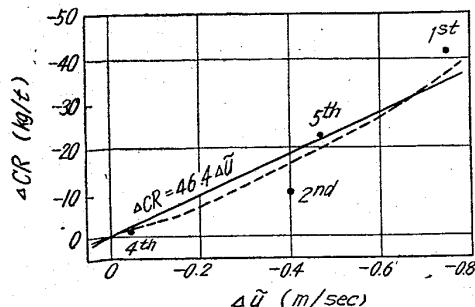


Fig. 2. Relation between gas velocity and coke rate.

P_r : 出銑量 (t/day)
 V_B : 送風量 (Nm³/sec)
 P_2 : 炉頂圧 (kg/m²)

Fig. 3に P_r と P_2 をパラメータとして、送風量とコークス比の関係を示した。この図は高压操業のコークス比に対する効果を定量的に示すとともに、高压高炉がきわめて多様な操業を行ないえることを示している。すなわち経済情勢に応じて「低コークス比+低出銑量」と「高出銑量」の両極端の間の操業を自由に行ないえることは、高压高炉の大きな特徴であろう。

V. 総 括

室蘭第3高炉の1年余の操業実績といろいろの試験の結果、次のようなことが判明した。

- (1) 炉況を阻害することなく出銑比2.0以上の生産

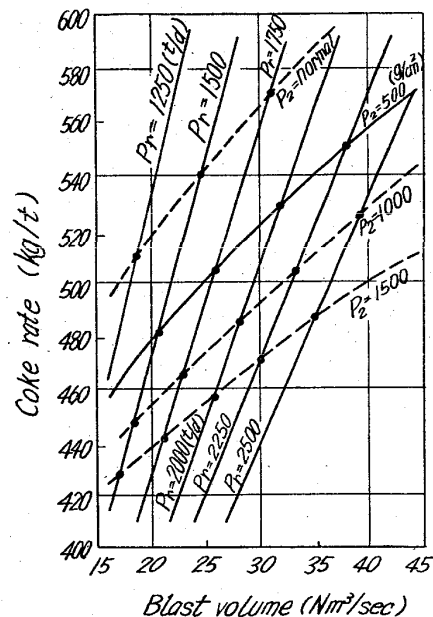


Fig. 3. Effect of high top-pressure operation on coke rate.

669.162.263, 669.162.275.3

が可能である。

(2) 高圧操業によつてコークス比は低下するが、その低下の度合いは炉内ガス速度とほぼ比例する。したがつてコークス比の低下の度合いは操業率によつて変わる。

(3) 高圧高炉によれば、経済情勢に応じてきわめて多様な操業を行なうことができる。

669.162.212, 669.162.264.4

(19) 鶴見第 1 高炉々内状況の調査

日本鋼管, 鶴見製鉄所 No. 64181
 長谷川友博・根本秀太郎・田中 和夫
 阪本 英一・黒田 浩一・○中谷源治

Investigation into the Inner Side of the Blast Furnace No. 1 at Tsurumi Works.

Tomohiro HASEGAWA, Hidetarō NEMOTO,
 Kazuo TANAKA, Eichi SAKAMOTO,
 Koichi KURODA and Genji NAKATANI.

I. 緒 言 PP/6012/604

鶴見第 1 高炉 (内容積 1143m³) は、経済界の不況により大中減産を実施後、立上り期において、棚つりを頻発し長期的炉況不安定におち入つたが、この原因として、長期間の減産操業により炉内ガスパスが変化したことも考えられ、38年10月以来、シャフト 10 カ所に測定口を開口し、炉内ガス成分、圧力、壁付の調査を行なうとともに、操業面においては、(i) 軽操業の実施、(ii) 焼結鉱の節分、(iii) 整粒鉱の増配合、(iv) 低塩基度操業、(v) 重油吹込み量の減少ないし停止、(vi) 一部シャフト冷却水の給水停止などの対策をとつた結果、炉況は39年4月より好転しつつある。本報は炉況の好転した前後で、上記調査項目にあらわれた変化を検討したものである。

II. 測定方法

測定口は、シャフト部に 9 カ所、炉腹に 1 カ所、計 10 カ所である。この測定口から奥に詰つた附着物を酸素で穿孔し炉内まで貫通させた後、丸棒で壁厚を測定し、内部から噴出するガスの採取および圧力測定を行なつた。

III. 測定結果および考察

1. 炉壁温度とシャフト壁付

シャフト炉壁温度は、Fig. 1 のように、減産態勢の強化された37年9月以降、下段、中段が下降し回復しないまま現在に到つている。Fig. 2 に38年10月以降のシャフト壁付状況の推移を示す。図中の数値は火入れ時の煉瓦プロフィールを基準とし、壁付を+、損耗を-で示す。当初、上段で 50~100mm、切立部で 200mm 程度の損耗、中段で 200~400mm の壁付が見られたが、炉況の好転した39年4月以降、後者は消滅した。ただし、シャフト中段炉壁温度は変化していない。

2. 炉内ガス圧分布曲線

Fig. 3 は、シャフト各レベルのガス圧 P と風量 V の比 P/V を順次結んだ曲線であり、炉況安定時 (39年4月実線39年3月以前、一点鎖線)、棚つり時 (点線) に層別し、それぞれ典型的な例が示してある。各例とも 6

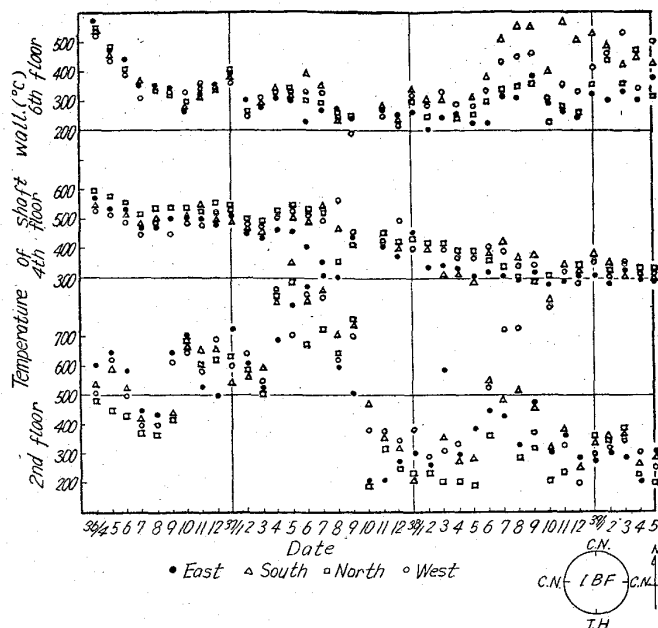


Fig. 1. Transition of temperature of shaft wall.

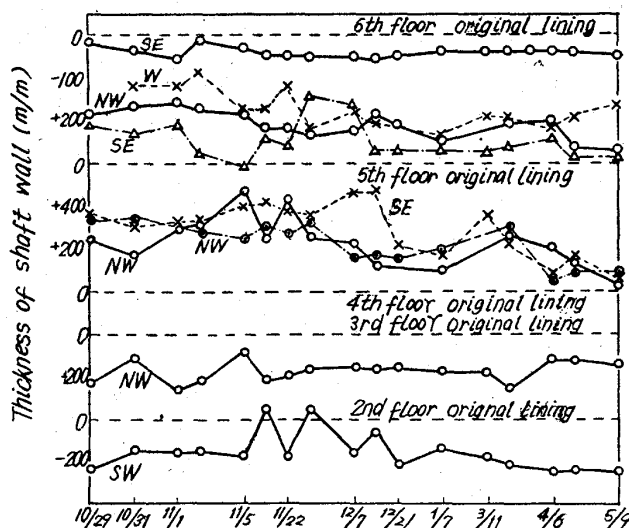


Fig. 2. Transition of shaft profile.

床~5床にかけての圧力勾配が大きくなつている。棚つり時には、装入面が下つているため6床での圧力降下は少ないが、6床~4床で大きくあらわれている。炉況の好転した39年4月以降の例では、シャフトでの圧力降下が少なくなつておりむしろ朝顔での圧力降下があらわれている。この現象からシャフト壁付との対応、棚つり位置の推定を行なうのは今後の課題である。

3. 炉内ガス CO₂

Fig. 4 は、炉周部の CO₂ を (2) 項の層別法にしたがつて示したものである。これによると、棚つり時には4床~5床での CO₂ が低下しているが、炉況が回復すると多少上昇している。一方、39年4月以降のパターンは、CO₂ がさらに上昇している。LOGINOV¹⁾らのソ連における一連の研究から炉内ガスは高炉断面で一様でなく、炉芯部および周壁部では低くその中間で高いことおよび CO₂ の高い部分で還元が十分進行していることが明らかにされている。この考え方によれば、炉壁沿いの CO₂