

を示している。

一方 Si の還元は熱レベルに大きな影響を受けると考えられるから、(7) 式の入熱項と出熱項の差 k にほぼ比例することが考えられる。

以上のことから明らかなごとく、コークスの消費速度と η_{CO} 、 η_{H_2} の変化を検出することによつて熱レベルを媒体として Si の制御が可能と考えられる。

3. コークス消費速度の検出

高炉が定常状態にある場合、コークスの消費速度はある程度の誤差を認めれば、装入回数あるいは装入物の降下速度に比例する。当所東田 6BF に装入物降下速度計を考案設置し単位時間あたりの降下量を検出した。1日あたりの装入回数と装入物降下指数との関係を Fig. 1 に示した。両者の間には原点を通る直線関係が成立する。今、1 チャージあたりの装入コークス量を C_0 (kg/charge) とするとコークス消費速度 R_C は次式で表示できる。

$$R_C = 0.932 \cdot (C_0/60) I_D \dots \dots \dots (8)$$

I_D : 1 hr 当たり装入物降下指数

4. 日常操業への適用

東田 6BF において装入物降下指数を検出し、上記数式を使用して Si との対応を検討した。解析期間中炉況は比較的良好であり、送風温度、重油吹き込み量は一定であり、炉熱調整は送風湿度および ore/coke で行なわれた。したがつて本報において Si との対応を検討するにあつて、連続操業に伴う時系列を考慮して各要因の前回からの変化量と Si の変化量との関連性を求めることとし、(7) 式を参考にして次の構造式で検討した。

$$\Delta Si = -a_1 \Delta C' - a_2 \Delta M$$

ΔSi : Si の変化量, %/100

$\Delta C'$: ソリューションロス炭素の変化量, kg/Nm³

ΔM : 送風湿度の変化量, g/Nm³

昭和 41 年 9 月 10 日~9 月 18 日間のデータについて検討した結果を Fig. 2 に示した。この結果から装入物の降下指数を検出することによつて炉熱の動向をかなり正確に推定することができ、日常の操業管理に適用することができる。

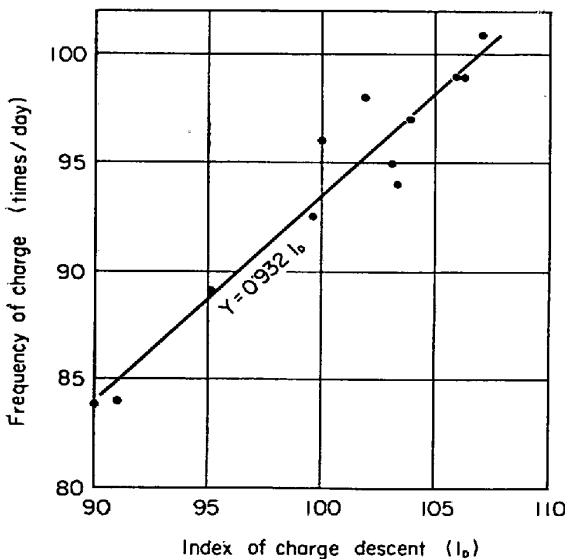


Fig. 1. Relation between index of charge descent and frequency of charge.

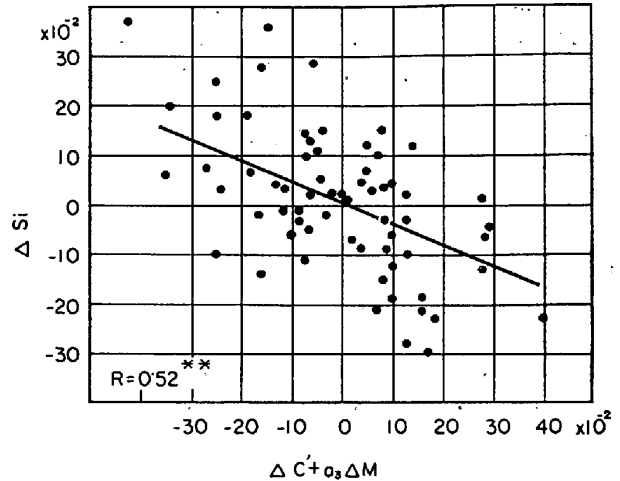


Fig. 2. Relation between ΔSi and $\Delta C' + a_3 \Delta M$
 $a_3 = a_2/a_1$

5. 結 言

コークス消費速度と炭素ソリューション反応量との関係を求め、コークスの消費速度の変化を検出することによつて熱レベルを媒体として炉熱を管理する構造式を誘導した。東田 6BF に装入物降下速度計を考案設置し、日常操業との関連性を検討した結果、構造式により炉熱の動向をかなり正確に推定することができ、操業管理に活用することができる。

文 献

- 1) 深川, 山本, 稲垣: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1607

(51) 高能率羽口について

(高性能高炉操業法の研究—I)

大阪製鋼

○堺千代次・渡部 正・堤 寿孝
大智邦彦・山本権治

On the High Efficient Tuyeres

(The study of high efficient blast furnace operation method—I)

Chiyoji SAKAI, Tadashi WATANABE,
Toshitaka TSUTSUMI, Kunihiko ŌCHI
and Naraharu YAMAMOTO

1. 結 言

この数年来世界の製鉄技術の水準は著しく向上しており、特に日本の製鉄技術の進歩は他を凌駕してめざましいものがある。ことに装入物事前処理、高温送風、調湿送風、酸素富化送風、燃料吹き込み、高圧操業および自溶性焼結鉱・ペレットのような人造鉱石の品質の改良などの操業技術の進歩により、著しい生産性の向上とコークス比の低下がもたらされるようになったが、本操業法は新羽口により炉内のガス分布を理想的ならしめ、大中の増風を可能にし、さらに顕著な生産速度の上昇と炉況安定、鉄鉄成分の均一化、コークス比の低減、および炉の寿命を延長する新しい高炉操業技術を提唱するものである。

2. 本操業法における羽口研究の概要

筆者らの長年にわたる実地作業上の経験、諸種の文献など¹⁾²⁾から次のように観察される。

すなわち、従来の羽口は普通先細りの円形であり、羽口よりの衝風はただ直線的に炉内に吹込まれるだけであつて、衝風の分布が不十分なため、羽口と羽口の間衝風の届かないいわゆるデッド・ゾーンを生ずる。近時高生産性が要求されるようになり、羽口間の間隔を縮め羽口数を多くしようとする傾向にあるが、いくら羽口数を多くしてもこのデッド・ゾーンを完全に無くすることはできないし、また羽口数が増えるだけその設備は複雑となり管理は困難となる。また羽口より吹込まれた衝風は風量を増加するほど、レース・ウェイが上下に深くなるので、炉内同一水平断面におけるガス分布およびガス速度は場所によつて不同を生じ、溶解帯は上昇し、その層は厚くなつて全面的に平均して高温となり得ず、炉況の不安定を招来し、生産性を十分に發揮することができな

かつたのである。また炉壁煉瓦の物理的・化学的損耗も多く、炉の寿命を短くしていた。これらの点は最近の操業技術により積極的に改善されているが、これらの優秀な操業技術を 100% 生かす方法は炉内における衝風の分布を理想的にする羽口を使用することであり、根本的な研究が行なわれるべきである。

筆者の 1 人、堺千代次はつとにこの考えを持ち、昭和 28 年住友金属工業(株)小倉製鉄所に勤務していた頃、楕円形の先端部の長径を水平に置き、その先端部を短径を含む垂直面で羽口中心線に対して斜断した羽口(B型)を考案³⁾し、羽口間のデッド・ゾーンを縮小し、炉内ガスの分布を良好にして炉の能率を向上せしめんとしたのであるが、衝風の横方向への拡大および分布の均一性において不十分であり、所期の目的を果すことはできなかったのである。

その後さらに研究を続けた結果、水を扇状に薄く横方向にひろげて飛ばすには水道管につないだゴム・ホースの先端を斜めに切り、指で上下から押えて扁平状とし、ホース口を左右にひろげればよいことにヒントを得て、製作したのが新型のD型羽口である。この羽口の形状を Photo. 1 に示す。

D型羽口は Photo. 1 に見るように、羽口先端送風出口部の垂直断面の形状を扁平状とし、Fig. 1 に示すように羽口横断面における内壁の両側辺のうち、短辺の開度を 90° より大きくして外方に開き、長辺の開度を約 90° とし、羽口中心線にほぼ平行させて内壁を先端に向かつて「八の字」に開き、短辺側は開度大とともに出口面積を大きくして衝風を横水平方向にひろげるようにし、長辺側は開度小とともに炉中心に指向して出口面積を小さくし、衝風を強く炉芯に向かつて吹込むようにした羽口である。この D 型羽口を使用することによつて送風比 [送風量 (Nm³/min)/内容積 (m³)] を 2.3 まで増加させたが、炉況はますます安定して出鉄比 2.55 t/day/m³ (昭和 41 年 10 月平均) の好成绩をあげ、一応所期の目的を達成することができた。

Fig. 2 に示すように、この D 型羽口は羽口よりの衝風を炉中心部に深く浸透させるとともに、炉の横断面方向にも扇状に薄くひろげ、羽口間のデッド・ゾーンおよび炉芯を縮小し、各羽口前の燃焼帯をそれぞれ連続せしめ

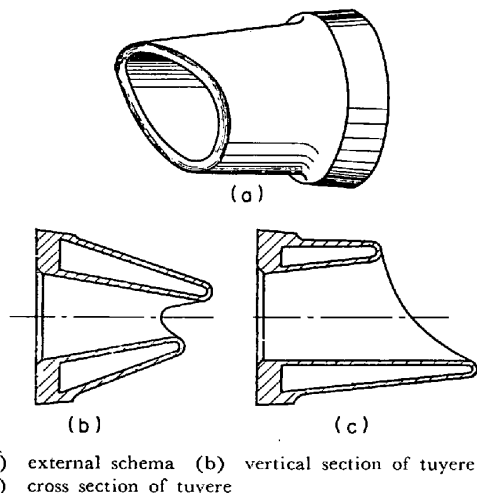
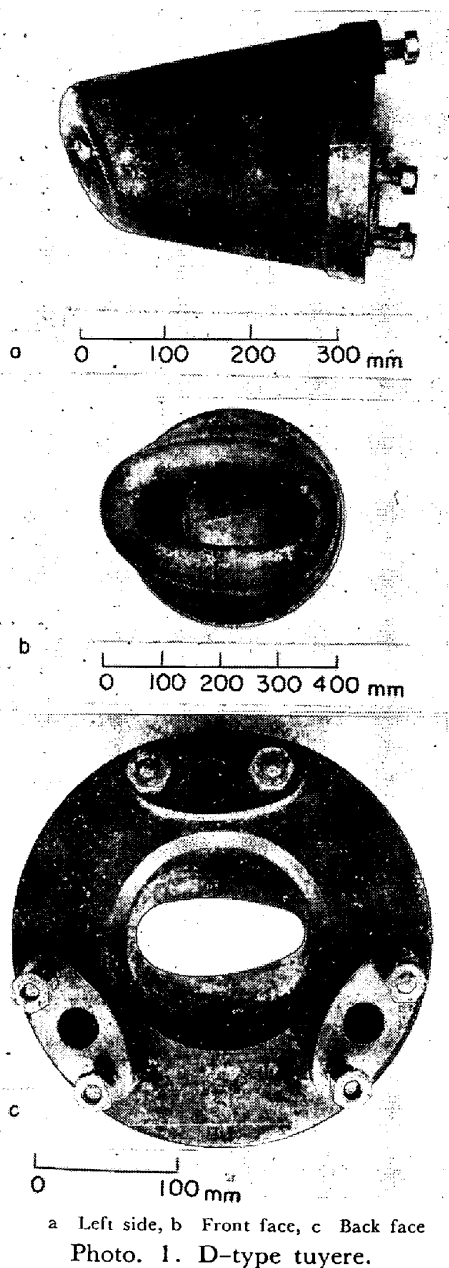


Fig. 1. Schema of D-type tuyere.

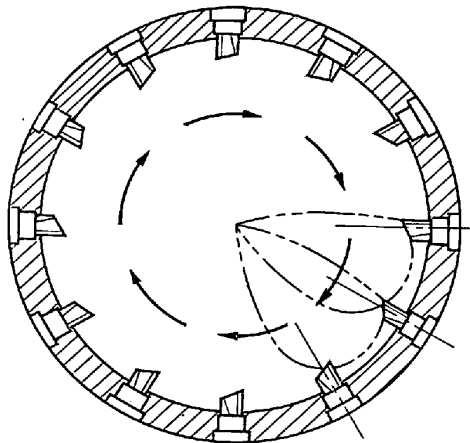


Fig. 2. Imaginable schema of blast in the blast furnace with D-type tuyeres.

て一環となし、衝風の分布を均一ならしめ、増風により衝風が炉内を旋回するように狙ったものである。したがって溶解帯は下り、その層は薄く集中的に高温となり、炉横断面におけるガスの分布は均一化するので、炉況は安定して P/V は低下し、送風量の増加が容易になったものと思われる。また羽口先端断面は扁平卵形をしているので、その最大短径の位置により、炉壁と炉中心間の最もガスの通り難い部分にも衝風が多く通るようにしてある。

3. 本操業法における羽口使用実績

3.1 羽口形状の変遷

Table 1. Change of tuyeres.

Period	Type	Diameter	Projecting length
Jan. 1963~ Sep. 1963	A	160×56, (104 φ, conversion into circle)	250 mm
Oct. 1964~ Nov. 1963	B	155×60, (104 φ, conversion into circle)	290 mm
Nov. 1963~ Sep. 1964	A	160×56, (104 φ, conversion into circle)	250 mm
Oct. 1964~ Dec. 1964	B	170×68, (107 φ, conversion into circle)	290 mm
Jan. 1965~ Jul. 1966	D	160×82, (115 φ, conversion into circle)	230 mm
Aug. 1966~	D	165×82, (120 φ, conversion into circle)	200 mm

昭和 38 年 1 月から昭和 41 年 10 をまでの間に使用した羽口の変遷を Table 1 に示す。

当社は火入れ以来主として A 型楕円羽口を使用してきたが、増産を目的として昭和 38 年 10 月~11 月および昭和 39 年 10 月~12 月に B 羽口を使用したところ、この羽口は構造的に弱かつたため、その破損対策として先端の R を拡大し、内壁を先端より「八の字」型にひろげた D 型羽口を開発したのでその後使用を中止している。昭和 41 年 8 月から同 D 型羽口の径を 120 mm φ と

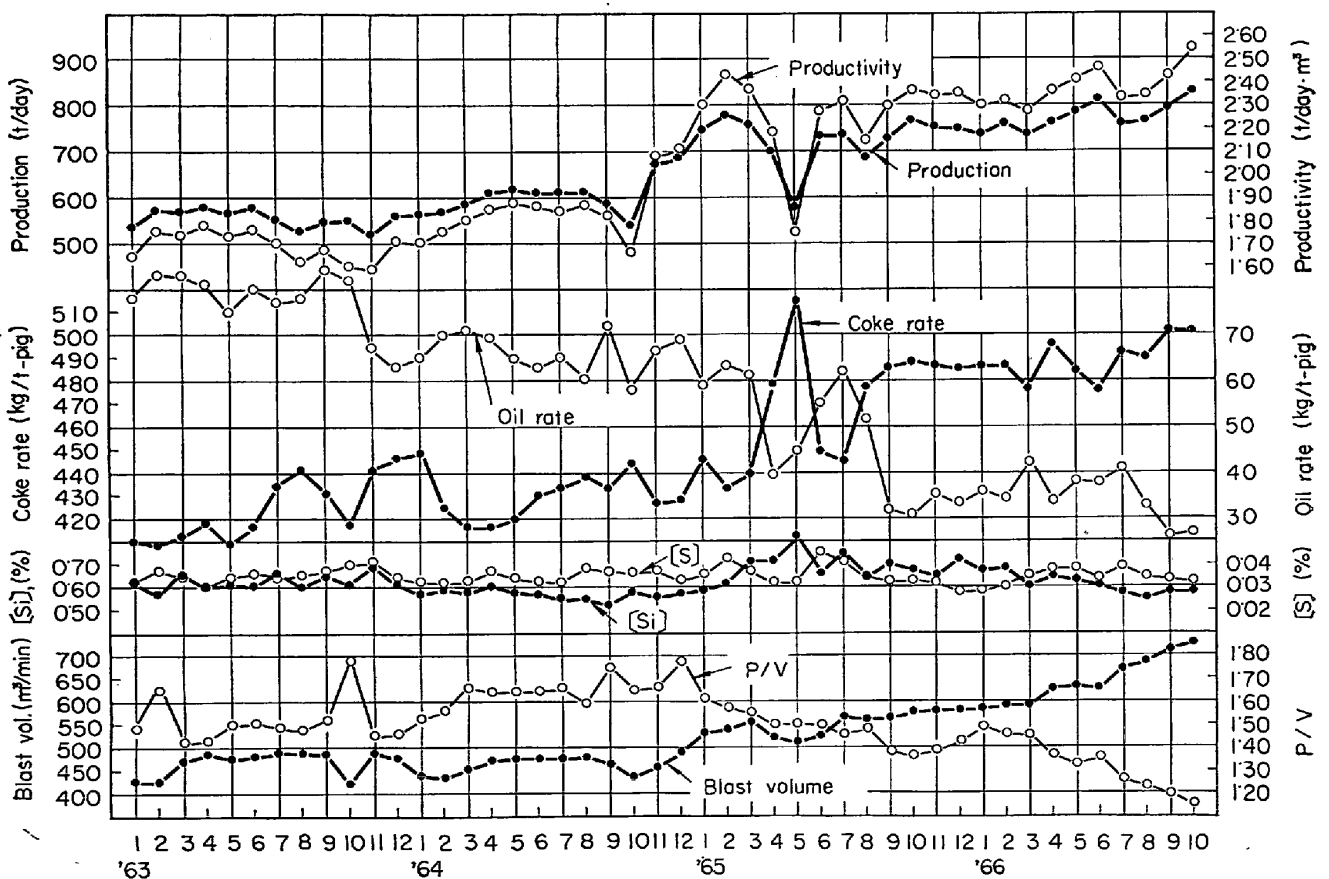


Fig. 3. Change of production, fuel rate, composition of pig iron and blast volume.

Table 2. Size distribution of sinter and coke.

Sinter (Sampling at second hot screen)							
	<5 mm	5~10	10~25	25~50	50~75	75<	Mean
1/'65~9/'65	2.92%	20.38	39.89	25.93	9.37	1.51	24.55 mm
10/'65~6/'66	4.54%	18.96	36.21	29.00	10.19	1.10	25.89 mm

Coke (Sampling at coke bunker)							
	<10 mm	10~20	20~30	30~50	50~75	75<	Mean
1/'65~9/'65	1.45%	6.71	16.16	60.20	14.83	0.65	38.88 mm
10/'65~6/'66	1.46%	6.51	17.66	65.39	8.82	0.08	37.24 mm

して突出を 200 mm としたのは羽口前速度を考慮したためである。この D 型羽口は 6 カ月の定期交換以外ほとんど破損していない。

3.2 D型羽口使用時の実績

昭和 38 年 1 月から昭和 41 年 10 月までの操業実績を Fig. 3 に示す。

出銑量についてみると、昭和 38 年は最高月平均 579 t/day であったが、D 型羽口を使用して増風が可能になってから、昭和 40 年 2 月は 776 t/day (出銑比 2.37 t/day/m³、以下出銑比は () で示す) を出銑することができた。昭和 41 年 6 月には火入れ以来初めて月平均 804 t/day (2.47) となり同年 10 月には 830 t/day (2.55) の大台を突破することができた。

コークス比は増風に伴う送風温度の低下から漸次上昇せざるを得なくなり、昭和 38 年 1 月は 410 kg/t-pig であったものが昭和 41 年 10 月は 501 kg/t-pig と約 90 kg/t-pig の増加になっている。これは送風温度が昭和 38 年 1 月の 1018°C から昭和 41 年 8 月の 850°C まで 168°C も下り、増風によって酸素富化率を 4.3% から 2.0% まで下げているため、重油比も 78 kg/t-pig から 27 kg/t-pig に減少せざるを得なくなつたためである。

[Si] については昭和 41 年 10 月の本操業法確立の段階において、規格 0.40~0.80% に対し初めて 82% の合格率となり、P/V については、昭和 38 年 1 月は 1.48 であったが、昭和 41 年 10 月は 1.16 となり、増風後 P/V は大巾に低下している。

送風量と風圧の関係についてみると、Fig. 4 に示すように D 型羽口のほうが同一風量においても風圧を低くすることができる。Fig. 4 と同一期間の装入物粒度については Table 2 に示すようにほとんど同じであるから、P/V の低下にはほぼ関係がないことがわかる。

4. 結 言

近年製銑技術の進歩はめざましいものがあるが、送風羽口についてはあまり研究されていないように思える。筆者らは長年羽口による高炉々況改善の研究を進め、ここに楕円羽口を垂直面で斜断して送風出口断面を扁平卵形となし、先端に向かつて八の字に開いた D 型羽口を開発して、昭和 41 年 10 月に月平均出銑量 830 t/day、出銑比 2.55 t/day/m³ の好成績を上げることができた。

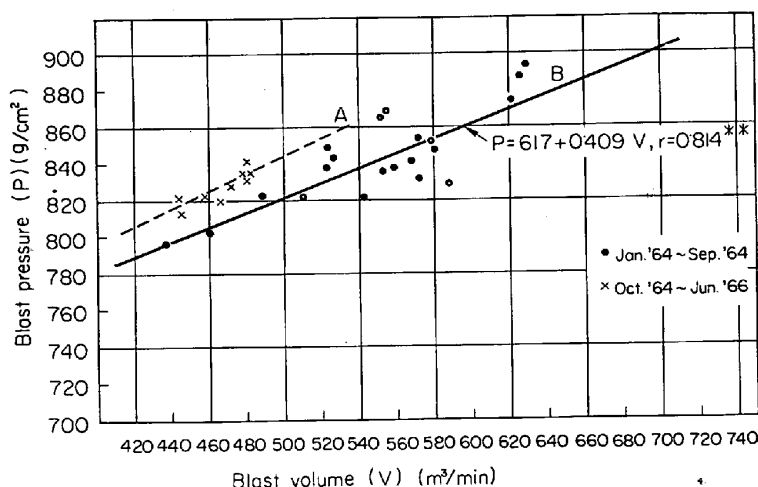


Fig. 4. Relation between blast volume and blast pressure.

文 献

- 1) 児玉, 重見, 緒方, 堀尾: 鉄と鋼, 48 (1962) 12, p. 1555
- 2) A. D. GOTLIB: 高炉製銑法の理論, (1966), p. 323, 日本鉄鋼協会
- 3) 堺千代次: 特許公報, 昭 30-3201, (1955)

(52) コークスペース変更による炉況調整について

富士製鉄, 技術開発部 若林敬一
 〃 広畑製鉄所

嶋田駿作・江崎 澣・○高城俊介

The Blast Furnace Operation with Changing Coke Base

Keiichi WAKABAYASHI, Shunsaku SHIMADA
 Kiyoshi ESAKI and Shunsuke TAKAGI

1. 緒 言

高炉の炉況を支配する要因は数多くあるが、炉頂部における装入物の分布も非常に大きな影響を与えることが認められており、装入物分布に関する実験も古くから多く行なわれている。しかし、実際に高炉に適用して、炉況改善を行なつた例の報告は比較的少ないようである。