

2

Bell-less Top Operation at Chiba No.2 Blast Furnace

(Junsaku Kurihara) (Hiromitsu Takahashi) (Kazuo
Okumura) (Yoichi Karikome) (Kyoji Okabe) (Mikio
Kondo)

:

2 4

Synopsis :

A bell-less top has been installed for the 4th campaign of Chiba No.2 blast furnace in due consideration of its high flexibility in controlling burden distribution in the furnace. Before blowing-in, tests were conducted to obtain comprehensive information about the burden distribution by using the full-scale top for No.2 blast furnace as well as a reduced-scale model. ITV-system and mechanical profile meter for observing the motion and piling behavior of burden materials have been developed and installed to fully utilize the flexibility of the bell-less top. Various charging patterns were tried in actual operation. As a result, the control method of the burden distribution has been established to meet any operational requirement, either for full-capacity or reduced, as well as foundry pig iron production. Furthermore, the charging method for small size sinter has been newly developed to reduce the overall cost of pig iron.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

千葉 2 高炉におけるベルレス装入装置の活用

Bell-less Top Operation at Chiba No. 2 Blast Furnace

栗原 淳作*

Junsaku Kurihara

高橋 洋光**

Hiromitsu Takahashi

岡部 依児**** 近藤 幹夫****

Kazuo Okumura

Yoichi Karikome

岡部 依児*****

Kyoji Okabe

近藤 幹夫*****

Mikio Kondo

Synopsis:

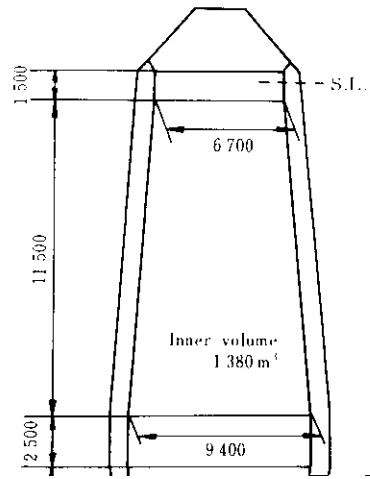
high flexibility in controlling burden distribution in the furnace. Before blowing-in, tests were conducted to obtain comprehensive information about the burden distribution by using the full-scale top for No. 2 blast furnace as well as a reduced-scale model. TV-system and mechanical profile meter for observing the motion

験、実操業において最適装入パターンを得るに到る過程、さらに鑄物鉄操業、小塊焼結鉱装入方法などについて紹介する。

2. 設備とベルレス装入法の概要

千葉2高炉は1976年7月26日に火入れを行い、第4次操業に入った。Fig. 1にベルレストップの概略図を、Fig. 2に炉体プロフィールを示す。垂直シュートの口径600mm、分配シュート長さ3000mm、回転速度8rpm、傾動速度0.27rpmであり、傾動角は 2° ~ 52° の10ポイントの選択ができる。

ベルレストップは流量調整ゲートの開度調整に



名)の図10の山で、傾動ポイントを用いた使用

ない装入を1重リング装入、二つは2重リング装入、三つ以上をまとめて多重リング装入とも称する。例えば、(C₁: 22222, C₂: 77777, O₁: 33333, O₂: 33333)の装入パターンはコークスの2重リング、鉾石の1重リング装入と称する。

3. 実機テスト

実炉にベルレストップを設置する前に、炉頂装入装置の実機を千葉製鉄所内の原料ヤードに仮設し、各種の実験を行った。装人物として、コークス(+30mm)、焼結鉾(木屑のヤード焼結鉾)、塊

ストックライン形状のベルレス装入パターンによる変化を把握するために、単一銘柄による装入実験を行った。3~4チャージ連続して装入した後、ストックライン形状を測定した結果をまとめてFig. 4に示す。

3-2-1 コークス

1ポイントまたは3ポイントの1重リング法ではV型分布を示し、炉壁部に500~800mmの平坦部を形成する。6あるいは8ポイントを使うとM型となる。10ポイントでは、中心部に200mmほどのくぼみを持つ山を作り、頂上は中心から500mm

ト) および実操業での配合比に合わせた焼結鉾75%、塊鉾石22%、ペレット3%のものを使用した。

3-1 装入物流量の測定

外に形成される。1ポイントから10ポイントへと傾動角が減少するに従って、頂上の位置は中心に向かい、炉壁方向の装人物の堆積は減ってくる。傾動角は10ポイントでの傾動角は20°であった。

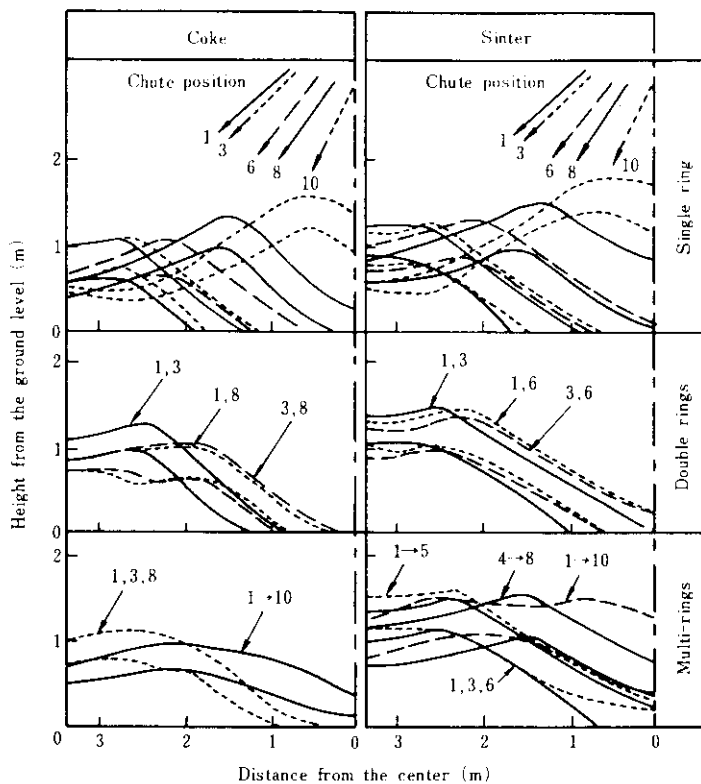


Fig. 4 Burden distributions at full-scale tests with charging of either coke or ore

なり傾斜は緩やかになる。10ポイントでは中心のくぼみの少ない台形を形成し、コークスよりも斜面の傾斜が緩く頂上の峰も外側になる。中心より

level (m)

— Coke
 Sinter

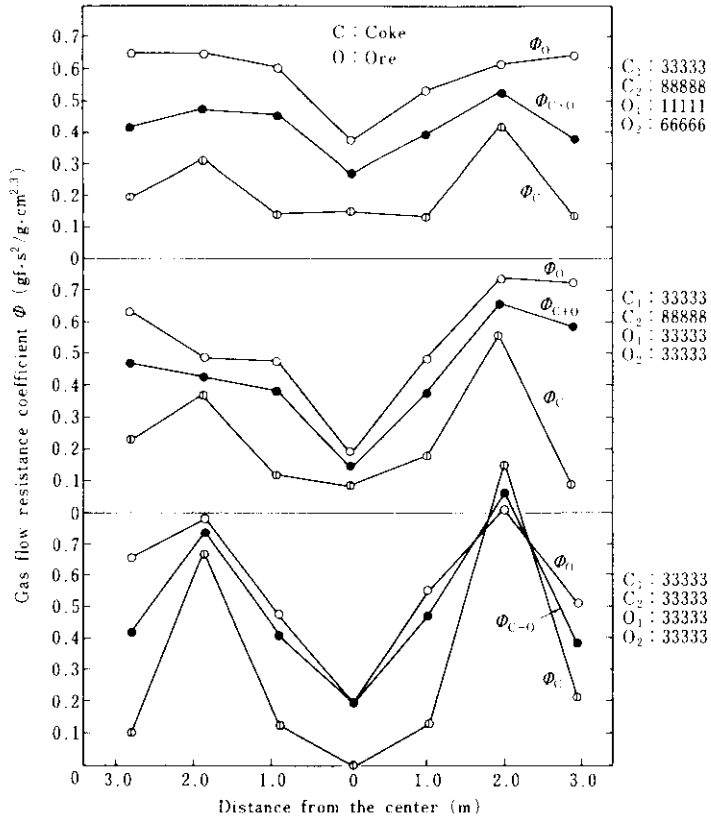


Fig. 7. Gas flow resistance distribution for various charging patterns.

Table 2 Harmonic mean grain size and calculated gas flow resistance at full scale

Coke charging pattern	Radius (m)	Ore charging pattern					
		Single ring (33333 33333)		Multi rings (12345 12345)		Double rings (11111 66666)	
		D_p (cm)	ϕ (gt. ² /g.cm ³)	D_p (cm)	ϕ (gt. ² /g.cm ³)	D_p (cm)	ϕ (gt. ² /g.cm ³)
		Pattern No. 3					
	0	1.80	---	1.84	0.11	1.30	---
	0.95	1.00	0.44	0.90	0.42	0.96	0.39

ω : シュート角速度
 l : 代表長さ
 g : 重力加速度

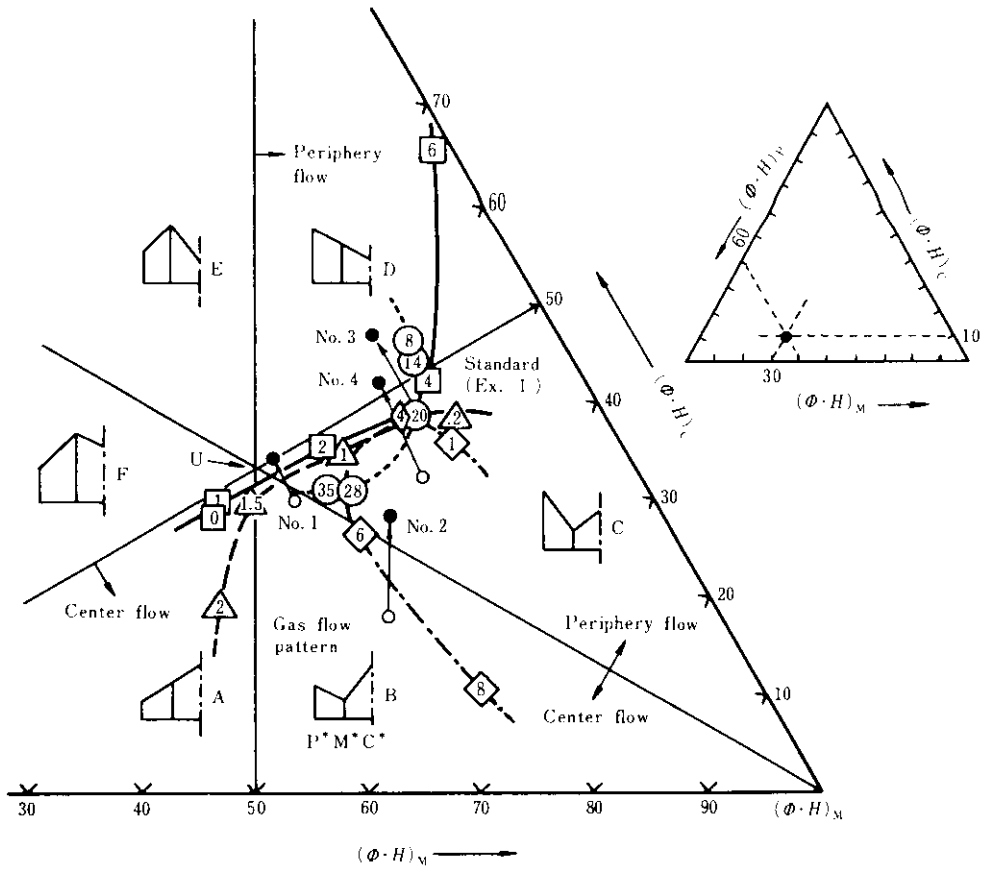
の通気抵抗指数 Φ と平均層厚 H の積の 3 元表示を試みた。鉱石層に適用した Fig. 10 に基づいて、表示方法、評価方法について説明する。

この本実験に適用する場合は、上記の回転速度は

$\omega = 2\pi N / 60$ (rad/sec) として、 N は rpm である。

28rpm となる。そこでシュート回転速度を 8～35 rpm の範囲で変えて、コークス、鉱石とも 3 ポイントで装入し、鉱石の装入面形状を求めると、Fig. 8 に示すように 28rpm では実績と一致せず、20rpm で一致することがわかり、実験では 20rpm を採用した。ガス流量については、ベルの場合の経験をそのまま適用したところ、Fig. 9 に示すよ

し、お断面全体の平均 $(\Phi \cdot H)$ に対して各部分の平均 $(\Phi \cdot H)$ が占める百分率を算出し、それぞれ $(\Phi \cdot H)_C$, $(\Phi \cdot H)_M$, $(\Phi \cdot H)_P$ とする。この値から、3 元図中の位置が決定される。例えば、中心部 10%、中間部 30%、周辺部 60% であるとした場合の 3 元図中の位置は、Fig. 10 右上図のように決定する。これらの位置によって、中心流、中間流、周辺



Experiment I Experiment II

- Rotating speed of chute
- △ Stock line level
- Chute position No. of ore charge
- ◇ Chute position No. of coke charge
- Without gas flow
- With gas flow
- Suffixes P.M and C denote peripheral, middle and central zones respectively

Fig. 10 Ternary diagram for graphically expressing the radial distribution of gas flow resistance

と、さらに No. 4 として ($C_1: 11233, C_2: 56789, O_1: 33444, O_2: 44444$) のパターン の合計 4 種類 について行った実験の結果も Fig. 10 に示した。その結果、No. 1 は均一な分布、No. 2 は中心流、No. 3 は周辺流のパターンとして特徴づけること

るように変化する。

5. 操業技術の確立

火入れ以来約 2 年半経過した現在までに、高出

5・1 新しいセンサーの開発

使用可能なこと

(2) 半径方向の任意の点での測深が可能なこと

(1) 鉛石、コークス装入後の原料面プロファイルお
とりの様子

に、本装置の応用例を **Table 4** に示す。

さらにこれらの情報を定量的に把握するために以下のように指数化を行っている。すなわち、

(1) 炉芯赤熱帯の広がり D :

これは、炉頂暗視装置によって得られた映像の濃度情報を12段階にカラー表示し、各々の面積比率を自動演算して、デジタル表示するもので、中心流の多少の判定に用いる。

(2) 流動化度 F :

これは、目視によって赤熱部全体の装入物の流

しては、3次操業のデータを参考に次のように設定した。

(1) 経済性指標としての基準

燃料比 476kg/t iron 以下、ガス利用率 48.5% 以上

(2) 通気性判定指数としての基準

$\Delta P/V$ 0.58 以下、 $\Delta P/V$ の日間変動範囲 0.05 以下。ただし、 $\Delta P/V$ はそれぞれ(送風圧力-炉頂圧

力)、送風量を意味する。

(3) 長期的な異常炉況を示さないこと。

経験的に 1 ~ 3 未満の範囲で正常な炉況、3 以上では吹抜けと判断している。

5・2 操業推移

5・2・1 操業基準

片減りなし、溶銑温度日間変動範囲 30℃ 以内。

上記(1)、(2)、(3)を満足しない場合、装入パターンを変更し操業の改善を図った。

5・2・2 炉頂ガス指数⁷⁾

Table 5 Operational indices

Operation period No.	1	2	3	4	5	6
Hot metal production (t/day)	2 957	2 457	2 805	3 055	2 413	2 680
Blast volume (Nm ³ /min)	2 295	2 234	2 260	2 302	1 977	1 981
Blast temperature (°C)	1 069	1 062	1 064	1 032	1 046	1 225

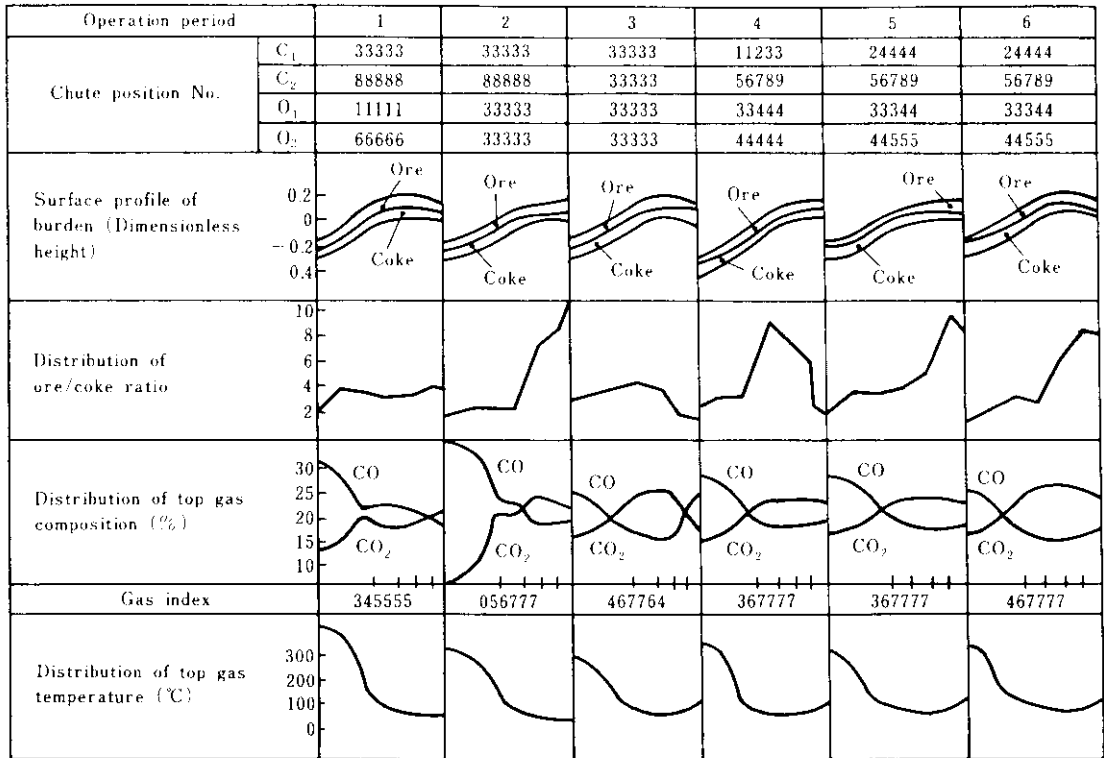
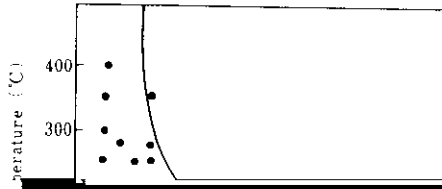


Fig. 12 Profile of burden surface, gas index and distribution of ore/coke ratio of top gas composition

and of top gas temperature during each period

参考までに、第6期の装入パターンによる実機

を行った場合には、周辺流が過大なガス分布とな



193°Cと比較的低位である。

- (3) が況の良否を示す Go-Stop 指数¹⁰⁾にも大差なく、が況の好調さを示している。
- (4) が頂監視装置の映像からの情報である、が芯赤熱帯の広がり D は、製鋼鉄吹製期よりも大きい。

Table 6 Comparison of operation data between steelmaking and foundry pig iron production

	Foundry pig iron production	Steelmaking pig iron production
Hot metal production (t/day)	2 096	2 492

Table 7 Grain size distribution and void fraction of the soil

(1) Without SS

Point	Grain size distribution (%)					D_v	I_s	I_v	I_{cv}	e
	75	150	300	600	1060					

傾動ポイント3～6を用いれば良い。実機装入実験結果に基づく装入物落下曲線を Fig. 18 に示す。

考慮し、#2ポイント近傍に堆積させる方法。

当初、装入バッチ数を増やす必要もなく、装入

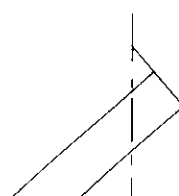
整には次の基本的な方法が考えられる。

- (1) SSのみ単独の1バッチ装入として、#2ポイント近傍に堆積させる方法(例えば、C↓C↓O↓SS↓、C↓C↓O↓SS↓)。
- (2) 2重リング以上の鉍石チャージにおいて、が

用し、操業指数を見ながら鉍石の装入パターンを微調整した。

その後、所定位置への命中率の向上を意図して、前者の方法を実験した。すなわち、毎チャージ装入するのではなく、一定チャージ間隔に鉍石の第2バッチをSSにおきかえて多量に装入する

の上下位置によりチャージ内でのSS装入時期を



である。第2バッチで装入するのは、コークスとの混合層の形成を抑制することを意図している。

実操業における使用結果では、当初の検討どおり通気性の悪化なしに順調な操業が維持できている。その結果、返鉍中の+5mmを85%以上回収し、焼結工場における焼結鍋歩留りを0.7%程度上昇させることができた。

- 9) 栗原, 高橋, 奥村ほか: 鉄と鋼, 64 (1978) 11, S469
10) 長井, 田村ほか: 鉄と鋼, 64 (1978) 4, S51

