

# 第 61 回 (春季) 講演大会講演大要

Preprints for the 61st Grand Lecture Meeting of  
The Iron and Steel Institute of Japan.

## (1) 戸畑第 1 溶鉱炉火入後 1 年の操業経過について

八幡製鉄所戸畑製造所

井上 誠・深川弥二郎・○安田弘路  
On Operation Results of Tobata No. 1 Blast Furnace for a Year after Blowing-in.

Makoto INOUE, Yaziro FUKAGAWA  
and Kozi YASUDA.

### I. 緒 言

戸畑第一溶鉱炉 (内容積 1603 m<sup>3</sup>) は昭和 34 年 9 月 1 日に火入したわが国最初の 1500 t 高炉であるが火入後 1 カ年以上経過した今日まで順調な操業を続けて来た。そこでこの 1 カ年をふり返つて第一溶鉱炉の特異性、操業速度上昇の影響などを折りこみながらその操業経過を報告したい。

### II. 操 業 概 要

火入後の高炉操業実績は Fig. 1 に、装入原料性状は Table 1 に示す。

出銑量は火入当月の 842 t/d (0.53 t/m<sup>3</sup>) から次第に増加させ 1 年後には 2004 t/d (1.25 t/m<sup>3</sup>) に達しその後もなお増加している。コークス比は火入の月を除けば出銑量の増加にある程度比例して高目となつた。これを補うため高送風温度使用に努めたが 6 カ月目頃から棚、スリップなど通風障害が増えたので送風中湿度を次第に増加して行なつた。なおこの期間には新焼結設備が出来

ていながつたので焼結鉱の配合率は低く平均使用割合は約 38% 程度であつた。

### III. 操業速度上昇の影響および第一溶鉱炉の特異性

#### (1) 出銑量の増加

火入後操業速度の上げ方には決定的な方式はないが当所では過去において最初から高い操業度で操業した炉は比較的炉壁損傷が速かつた事実に基づき操業速度は低い所から漸次上昇させる方針を取つた。送風量は最初月平均 1170 m<sup>3</sup>/mn から 1 年後には 2300 m<sup>3</sup>/mn 程度の送風量に上げた。通風状態は最初の 2~3 カ月目は風量増加に対してなんら支障はなかつたが、次第にスリップ、棚吊を起し始め 6~7 カ月目にはかなり頻繁になつた。棚吊の原因は主としてシャフト下部の炉壁付着物に起因すると思われる。これは Fig. 4 のシャフト下部温度低下によつて示される。炉壁付着原

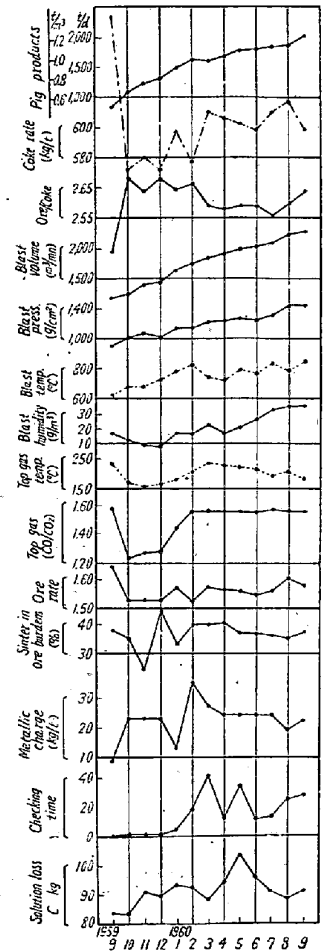


Fig. 1. Operation results of Tobata No. 1 blast furnace.

Table 1. Quality of the burden.

Month		1959 9	10	11	12	1960 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Coke	Ash (%)	10.03	10.06	9.95	9.99	9.95	9.85	10.08	10.18	10.09	9.80	9.70	9.61	9.66
	Drum index (%)	94.3	94.2	94.4	94.2	94.0	94.1	94.3	94.2	93.9	94.1	94.0	93.9	94.0
	Size +100mm (%)	0.9	0.6	0.3	0.8	1.8	2.2	1.9	0.9	1.1	1.2	0.9	0.9	0.2
	Mean size (mm)	58.5	56.1	54.0	56.2	55.8	61.1	56.5	54.7	54.9	55.2	54.6	54.8	52.1
Sinter shutter index (%)		86.5	87.3	86.6	86.3	86.0	86.6	85.5	85.6	85.8	85.8	86.3	86.8	87.5
Iron ore	Fe (%)	59.81	59.37	59.69	59.53	59.26	59.32	59.12	58.71	58.77	59.13	59.03	58.57	58.40
	Size -10mm (%)	8.4	10.4	16.4	21.2	17.8	20.5	22.2	24.7	25.7	24.6	24.4	26.2	24.9
	Size +50mm (%)	1.5	1.7	9.1	4.2	2.6	3.9	3.4	3.3	1.9	5.7	7.0	2.6	2.7
	Mean size (mm)	27.2	26.6	26.4	26.4	26.0	26.1	24.8	24.3	22.7	24.2	24.2	20.8	22.1

因としては火入当初操業速度が低かつたことが影響していると考えられる。その後棚吊はある程度減少し増風に対してとくに支障とはならず漸次増風して行なつた。7月下旬  $1.15 \text{ t/m}^3$  程度の出銑量となつて滓口より流出する溶銑が増加したので出銑回数をふやし7回とした。8月よりさらに増風し  $2250 \text{ m}^3/\text{mn}$  としたがこれに対し Fig. 2 に示すように風圧の上昇が従来のそれに対して大きく、当時の原料条件における送風量の限界を思わした。その後新焼結工場完成によつて焼結銹配合を増加したところ増風がある程度可能となつた。

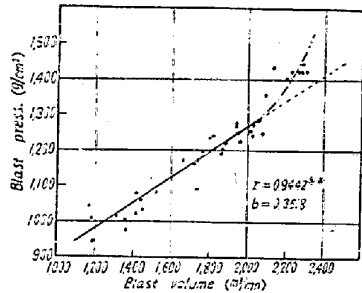


Fig. 2 Relation between the volume and the pressure of blast.

(2) コークス比

火入当月および焼結銹を増量した12月、メタリックを増量した2月を除けば月の経過とともに上昇の傾向を取っている。この傾向には操業速度の影響が強く、この他装入銹石鉄分の影響も考えられる。操業速度上昇によつてコークス比が増加することは増風によつて、棚、スリップなど通風障害が多くなり、対策として銹石量の減少、送風湿度の増加を行なつたことおよび炉頂温度の上昇が熱的な損失となり、送風温度の上昇にもかかわらずコークス比が上昇したものである。ソリューションロス

は操業速度とは明確な関係を示していないように見えるが、1月以降送風中加湿量を漸次増加したことによつてソリューションロスの増加を抑制したと見ることも出来る。火入後1カ年の熱精算と同期間における500t炉および1000t炉との比較を Table 2 に示す。

総熱量に就いては火入後2~3カ月目と1年後とでは約  $10^4 \text{ kcal}$  程度の増加を示しているが、大半は送風湿度の増加によつて、一部は炉頂ガス温度上昇によつて費やされている。また操業速度上昇によつて炉壁損失の減少が窺える。また他高炉と特徴ある違いは見られないようである。

(3) 銑鉄成分および溶銑温度

Fig. 3 に溶銑温度、成分などの変化を示す。

火入後10日間の鋳物銑吹製期間を除いては転炉用銑を吹製している。この間における Si, S, 溶銑温度、銹率  $\text{CaO/SiO}_2$  の関係を見るとつぎのような相関関係が見られる。

Si と S,  $\text{CaO/SiO}_2$ , 溶銑温度との関係

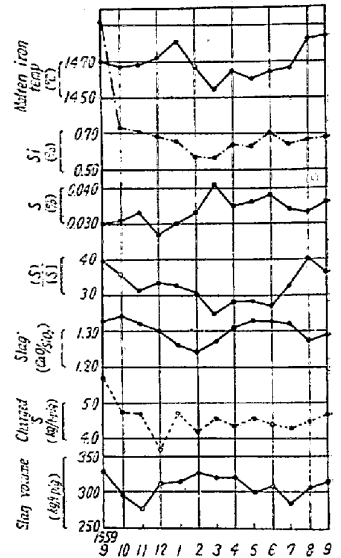


Fig. 3. Variations of molten iron temp., Si, S, etc.

Table 2. Heat balance (Unit:  $10^3 \text{ kcal}$ )

	Furance		Tobata No. 1 blast furnace											500 t 1000 t				
	Month	1959					1960									'59 '60	'59 '60	'59 '60
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10~9	10~9	10~9	
In put	C burned to CO.	1077	898	891	867	884	863	917	899	869	868	879	900	858	881	871	911	
Out put	Reduction of Fe.	46	43	36	42	38	42	43	42	44	46	44	45	44	43	44	44	
	Heat in dry blast.	382	350	352	364	409	417	398	377	403	389	432	417	427	395	440	439	
	Heat in moisture.	10	6	5	4	11	10	14	10	13	15	21	22	23	12	19	21	
	Heat generated total.	1515	1278	1284	1278	1342	1332	1372	1328	1329	1318	1376	1384	1352	1331	1374	1415	
	Direct reduction of Si, Mn, P.	99	62	61	60	60	52	53	53	43	47	44	45	45	52	60	60	
	Solution loss.	263	263	285	232	293	291	277	295	326	301	266	279	237	289	353	297	
	Calcination of lime stone.	57	54	54	42	44	44	49	49	48	43	42	46	48	47	56	42	
	Carried out by pig iron.	316	315	315	316	318	315	312	315	314	315	315	318	319	316	300	300	
	Carried out by slag.	148	134	125	140	140	147	144	140	135	138	128	138	143	138	168	138	
	Decomposition of moisture in blast.	51	30	24	19	43	40	58	43	50	65	81	90	88	52	68	81	
Carried out by moisture in top G.	52	48	72	56	67	42	47	52	60	78	83	86	85	65	58	63		
Sensible heat of dry top gas.	201	121	110	117	129	146	179	171	163	157	142	159	135	144	118	182		
Others.	332	251	235	244	248	255	253	210	190	174	255	223	202	228	193	252		

偏相関係数

$$r_{Si\ S\ S\text{-}BT} = -0.0350$$

$$r_{Si\ B\ \text{-}ST} = 0.4180^{**}$$

$$r_{Si\ T\ \text{-}SB} = 0.7305^{**}$$

Si……銑鉄 Si  
S……銑鉄 S  
B……銑滓  $\frac{CaO}{SiO_2}$   
T……溶銑温度

回帰式  $Si = 0.694B + 0.265T - 0.061S - 411.73$

S と  $CaO/SiO_2$ , 溶銑温度との関係

偏相関係数  $r_{SB\ \text{-}T} = -0.2914^*$

$$r_{ST\ \text{-}B} = -0.5418^{**}$$

回帰式  $S = 408.25 - 0.269B - 0.231T$

一般に Si, S に対し溶銑温度はもつとも強い影響を示しているが、この期間における Si, S と溶銑温度との関係は上記回帰式よりつぎのようになる。

Si%	S%	Temp. (°C)
0.70	0.032	1483
0.50	0.044	1427

この期間においては1460~1470°C 程度の時がもつとも良好な炉況で、これは他高炉に比しかなり高目である。

またこれと関連して脱硫率も低目で 91~92% であつた。しかしながらこの後焼結銑を約 60% に増加したところ溶銑温度および脱硫率は他高炉との差が減少して来た。

(4) 炉高関係

火入以後の炉底温度、煉瓦膨張およびシャフト煉瓦温度は Fig. 4 に示す。

炉底温度は炉底煉瓦表面より 6139mm 下のコンクリート温度であるが漸次上昇し、1年間で約 300°C 近くあつた。シャフト上部における煉瓦膨張は 30mm 程度である。シャフト温度の上部、中部では漸次増加しているが、下部は一時低下を示している。これは前述のように炉壁付着物によるものと思われる。また 8 月よりの温度上昇は付着物が脱落し、炉壁侵食も進み始めたことを想像させるが、現在のところ炉体には別に異状は認められない。

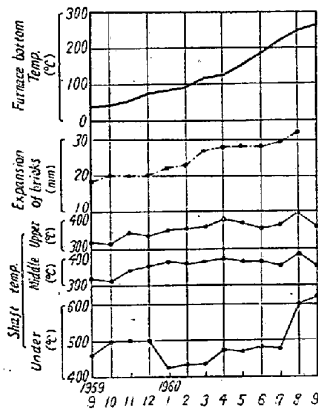


Fig. 4 Variations of temperature and expansion at several parts of the furnace.

IV. 総 括

(1) 火入後操業速度の上げ方として徐々に行なうことは炉体保護上好ましいと考えられるが、初期にあまり低い送風量で長く操業すると炉壁付着物を生じ、これが以後の増風時支障となる場合がある。

(2) 操業速度の上昇によつてコークス比は上昇したが、これに増風に伴い棚、スリップが増加した対策として増湿、減銑したことが主な原因である。操業速度上昇によつてソリューションロスの増加は見られなかつたがこれは増湿により抑制されたと考えられる。

(3) 炉体各部の温度、膨張などはまだ徐々に進行しているが概ね順調に推移しているものと考えられる。

(2) 広畑第 3 高炉設備について

富士製鉄広畑製鉄所 長谷川 晨  
New Equipments of No. 3 Blast Furnace in Hirohata Works.

Akira HASEGAWA.

I. 緒 言

鉄鋼需要の漸進的拡大に備え、第 1 次合理化計画に引き続き、昭和 32 年から第 2 次合理化計画に着手した。その前半においては圧延設備を増強近代化し、後半においては製鋼、製鉄設備を強化し、銑鋼の生産能力のバランスをとるとともに量的増大を計つた。第 3 高炉は第 2 次合理化計画の要であり、しめくりとして、昭和 35 年 9 月末完成、10 月 1 日火入作業を開始した。第 3 高炉の建設に当つてはいわゆる最新の方式が採用された。以下にその内容を報告することとする。

II. 高 炉 設 備

(1) 高炉基礎

高炉基礎は最近の大型高炉に多く用いられているウエル工法とし、複断面ウエルを採用した。複断面ウエルは 2 重構造であり、水平力に対して強く、4 本柱 8 本柱の荷重配置に対して外径、内径を適宜合理的に選定出来、上版の厚さが薄く、コンクリート量が少く、掘削量が少から工期も短かく、工事費用も少なくてよい。このウエルの外径は 20m、深 15m であり、わが国の高炉基礎としては最大のものである。また従来の高炉では、基礎の温度分布を知ることは不可能であつたが、基礎上版に 3 段計 9 個の取換可能な熱伝対を取付け、基礎の熱影響を把握出来るよう考慮した。

(2) 炉体構造

炉体の荷重支持の方法として鉄皮式、鉄带式、自由立式の三型式があるが、次の理由により、炉頂設備はラーメン構造の鉄骨 4 本柱で支持し、シャフト部は 8 本柱で支持する鉄骨 4 本柱鉄皮式を採用した。

ア. 鉄皮式または自由立式の炉に比し、炉容の拡大が容易であること。