

669,162,2=622,341,1-185,669  
 (30) 小型高炉における自溶性焼結鉱による  
 162,275,124による鑄物用鉄の吹製について  
 三栄鉄工 63220

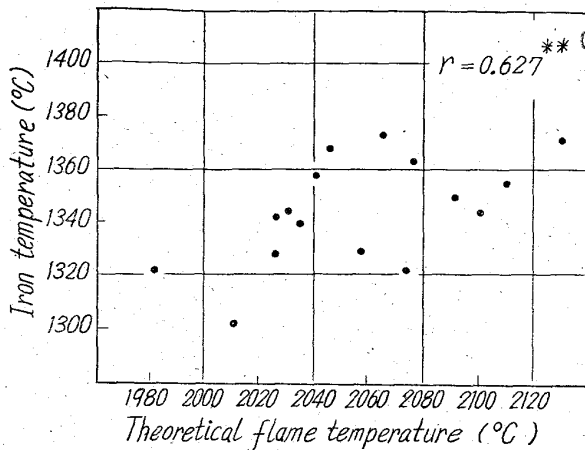


Fig. 3. Correlation between iron temperature and theoretical flame temperature at tuyere level.

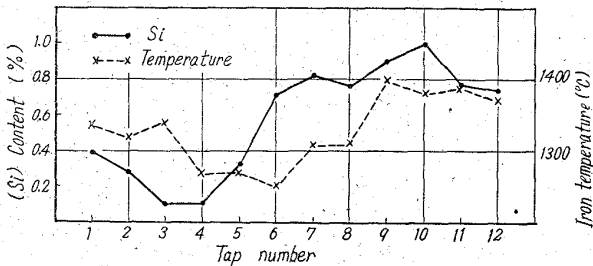


Fig. 4. Behaviour of (Si) content and iron temperature under unusual blast furnace condition.

下を防ぐのみでなく、溶鉄温度の維持や鉄中 Si の安定化にも好結果を与えるものと思われる。

VI. 結 言

重油吹込時の 2 高炉操業実績を検討して次のような結果を得た。

1. 羽口当りの重油吹込量で層別した場合、鉄中 Si と溶鉄温度の間には高度に有意な直線回帰関係が認められる。
2. 溶鉄温度と羽口当りの重油吹込量の間には高度に有意な負相関が認められる。
3. 溶鉄温度と羽口先燃焼ガス温度の間には高度に有意な正相関が認められる。
4. 溶鉄温度が同一レベルの場合には重油吹込量が増すにつれて鉄中 Si も増加する傾向が認められる。これは操業条件の変化によつてボツッシュにおける SiO<sub>2</sub> の還元が促進されるものと考えられる。
5. 以上の結果から重油吹込操業では、鉄中 Si や溶鉄温度を安定させるために (i) 多数の羽口から重油を均一に吹込む。(ii) 重油を完全燃焼させる。(iii) 羽口先の燃焼ガス温度が一定となるように熱補償を行なう、一ことが必要であると考えられる。

(30) 小型高炉における自溶性焼結鉱による鑄物用鉄の吹製について

三栄鉄工

63220

○安武正幸・佐藤勝美・村尾 澄  
 森田治男・笹川 浩

Operation of Foundry Pig Iron with Self-Fluxing Sinter in the Small Blast Furnace. 1216~1318

Masayuki YASUTAKE, Katsumi SATO,  
 Sumiru MURAO, Haruo MORITA  
 and Hiroshi SASAGAWA.

I. 緒 言

当社は昭和23年再生鉄メーカーとして発足したが、その後鉄源状勢の変化および製品品質の向上のため昭和30年より焼結鉱による操業に切替えた。昭和35年第4次改修に当り自溶性焼結鉱 100% 操業を目標として製鉄諸設備の新設、改造を行ない12月3日火入を行なつた。この第4次高炉における鑄物用鉄吹製実績は極めて優秀で一般高炉の水準を上廻るものと確信するので、この概要につき報告することとした。

II. 製鉄設備の概要

(1) 高 炉

高炉は炉径 3,200mm φ, 内容積 129.4m<sup>3</sup>, 実効内容積 116.5m<sup>3</sup>, 公称能力 100 t/d である。煉瓦積には全て輸入フリントクレーおよびシリマナイト使用の粘土質煉瓦を使用した。送風羽口は 80mm φ, 8 本, 鉄滓羽口は 40mm φ, 1 本である。

(2) 原料捲揚装入設備

原料の秤量はコークス, 鉄石共 1 台の秤量車にて行なつている。原料捲揚は傾斜スキップにて行ない, 装入装置はマッキングリスシール型を使用し, 6 点配分装入を行なつている。

(3) 熱風炉

カウパー式 2 基を設置し, チェッカー型式は 40mm φ 円穴のフライン型一層積で加熱面積は 1 基当り 5000m<sup>2</sup> である。各弁操作およびガス燃焼は, 直列空気, 半自動式で計器室よりの遠隔操作を行なつている。ガスバーナー能力は最大 9000 Nm<sup>3</sup>/h である。

(4) 送風機およびガス清浄設備

送風機はモーター駆動の 4 段ターボブローで風量制御はアスカニア方式を用い, 吸込側ダンパー制御により行なつている。その能力は 540 kW, 最大風量 300 Nm<sup>3</sup>/mn, 最大風圧 0.8 kg/cm<sup>2</sup> である。

ガス清浄設備は一次に重力沈降式の二重管除塵器を, 二次に予冷塔, タイゼンワッシャー, セパレーターの組合せを採用した。この設備の能力は 20,000 Nm<sup>3</sup>/h で最終清浄度は 20mg/Nm<sup>3</sup> 以下となつている。

III. 操 業 実 績

今回は吹込後第 2 年目 (昭和36年12月~37年10月) の操業実績を報告する。

(1) 装入原料

当社高炉が最も特長とする処は自溶性焼結鉱 100% 操業を行なつている点である。焼結鉱は硫酸焼結など国内

Table 1. Size grading of burden materials.

Item Period	Sinter						Coke				
	50~ 25mm %	25~ 15mm %	15~ 10mm %	10~ 5mm %	<5mm %	Mean size mm	100~ 50mm %	50~ 25mm %	25~ 12mm %	<12mm %	Mean size mm
1961 Dec.	17.1	24.2	19.4	31.7	7.6	16.24	23.6	68.9	7.2	0.3	44.8
1962 Jan.	13.2	23.9	20.3	34.4	8.2	15.06	27.3	63.8	8.5	0.4	46.0
Feb.	19.7	25.1	18.0	29.4	7.8	17.07	27.9	63.2	8.5	0.4	46.2
Mar.	17.7	23.1	19.2	32.0	8.0	16.26	27.8	64.8	7.0	0.4	46.4
Apr.	15.6	24.0	18.3	34.7	7.4	15.73	29.4	62.0	7.7	0.9	46.7
May	18.7	23.7	19.2	33.8	4.6	16.80	18.2	72.0	8.3	1.5	42.2
Jun.	20.1	20.8	16.7	35.8	6.6	16.64	25.6	65.4	7.7	1.3	45.2
Jul.	19.6	24.2	16.8	32.8	6.6	16.92	36.0	58.5	4.5	1.0	49.8
Aug.	18.0	21.6	16.0	37.4	7.0	16.05	37.1	57.0	4.7	1.2	50.2
Sep.	21.6	24.1	16.4	32.3	5.5	17.53	34.7	59.0	5.2	1.1	49.2
Oct.	20.9	22.7	16.8	34.1	5.5	17.18	38.1	56.4	4.4	1.1	50.6

Table 2. Properties of burden materials.

Item Period	Sinter					Coke		
	T. Fe %	FeO %	S %	CaO/SiO <sub>2</sub>	Shutter test %	Ash %	Total water %	Drum index +15mm%
1961 Dec.	55.97	12.52	0.070	1.02	62.5	10.04	5.8	92.9
1962 Jan.	56.22	13.71	0.062	1.06	63.7	9.87	4.1	92.4
Feb.	56.23	13.50	0.067	0.98	65.0	9.80	4.2	92.9
Mar.	56.39	10.23	0.061	1.01	61.6	10.22	2.8	92.3
Apr.	56.93	10.24	0.056	1.05	63.0	9.99	3.6	92.6
May	56.28	9.54	0.069	1.03	63.5	9.97	4.2	92.4
Jun.	56.45	10.64	0.062	1.11	65.2	10.32	6.1	92.5
Jul.	56.47	10.15	0.066	1.06	64.1	9.73	5.5	93.4
Aug.	56.51	9.72	0.062	0.93	62.4	9.54	2.9	92.3
Sep.	55.97	9.59	0.055	1.05	64.5	9.25	3.8	92.1
Oct.	55.96	9.76	0.063	1.13	64.4	9.25	5.3	92.1

Table 3. Operation data of 4th blast furnace.

I P	Pro- ducts t/d	Product- ivity t/m <sup>3</sup> /d	Coke rate kg/t	Ore/ Coke	Blast vol. Nm <sup>3</sup> / mn	Blast temp. °C	Blast humidity g/Nm <sup>3</sup>	Top gas CO/ CO <sub>2</sub>	Sinter in ore burden %	Metallic charge kg/t	Si in Pig %	S in Pig %	Slag CaO/ SiO <sub>2</sub>	Solution loss kg/t	Indirect reduci- bility %
1962 Jan.	198	1.53	560	2.90	219	895	5.1	1.37	92.4	20	1.86	0.029	1.03	95.1	62.8
Feb.	208	1.61	553	2.90	230	867	6.3	1.42	88.3	20	1.97	0.036	0.99	89.0	63.3
Mar.	207	1.60	544	2.98	220	881	7.1	1.28	97.1	19	1.66	0.027	1.08	88.5	64.9
Apr.	206	1.60	546	2.94	219	893	11.3	1.32	97.1	19	1.69	0.028	1.03	87.9	64.6
May	203	1.57	543	3.02	215	887	15.7	1.33	100.0	23	1.67	0.031	1.00	89.5	63.8
Jun.	203	1.57	551	2.96	216	894	17.0	1.28	100.0	20	1.58	0.032	1.02	84.1	66.4
Jul.	203	1.57	554	2.89	220	899	18.9	1.27	100.0	18	1.75	0.037	0.97	83.8	66.6
Aug.	207	1.60	555	2.92	221	897	21.5	1.34	99.7	19	1.78	0.037	0.95	85.2	65.4
Sep.	208	1.61	552	2.95	220	895	16.8	1.43	100.0	21	1.78	0.029	1.01	93.5	64.4
Oct.	208	1.61	544	2.97	218	898	12.2	1.42	100.0	19	1.71	0.037	1.01	94.1	62.5

I: Item P: Period

原料約 70%, 輸入鉄鉱石約 30% により製造している。当高炉においては鑄物用鉄吹製のため焼結鉄中の微量成分については特に留意し, このため焼結鉄配合原料の成分管理を厳重に行なっている。

高炉装入原料の整粒は最も重視している点で, Table 1 に示す如く粒度は全般的に小さく整粒されているにも

かわらず, 粉率は極めて低くなっている。焼結鉄の塩基度は, 高炉においては石灰石の装入を行わず全量焼結鉄に配合しているため, 鉄滓塩基度より  $CaO/SiO_2 = 1.05 \pm 0.05$  を目標として製造している。併しながらコークスの水分, 焼結鉄の品位, および塩基度は当社がコークスを外部より購入し, 焼結鉄原料に国内原料を多く

Table 4. Heat balance. ( $\times 10^3$  kcal/t-pig iron)

Item	Period		1961 Dec.	1962 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
(1) Combustion heat of C to CO at tuyeres			806.9	803.3	797.1	778.0	777.5	756.8	778.4	784.6	781.7	770.9	767.6
(2) Reduction heat of ore by CO			65.2	65.7	64.4	65.3	65.5	65.7	65.7	64.5	65.5	65.1	64.6
(3) Sensible heat of dry blast			458.2	464.5	444.9	441.2	448.3	433.4	449.7	455.5	452.7	445.4	445.1
(4) Sensible heat of moisture			3.5	3.5	4.2	4.7	7.6	10.2	11.5	12.9	14.6	11.2	8.1
(5) Sensible heat of burden			4.0	2.6	3.0	3.9	6.4	9.3	9.4	10.3	11.7	10.2	7.8
(6) Formation heat of slag			55.0	54.1	53.6	53.3	51.1	55.7	57.9	55.8	55.4	54.6	55.4
Total input			1,392.8	1,393.7	1,367.2	1,346.4	1,356.4	1,331.1	1,372.6	1,383.6	1,381.6	1,357.4	1,348.6
(1) Reduction heat of SiO <sub>2</sub> , MnO, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			116.0	113.0	119.0	103.0	104.0	103.0	97.4	108.2	109.8	109.9	104.2
(2) Solution loss heat			291.1	318.2	297.8	296.1	294.1	299.5	281.4	280.4	285.1	312.9	314.9
(3) Decomposition heat of lime stone			3.3	4.6	6.3	4.9	4.3	2.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
(4) Sensible heat of molten pig			307.4	305.0	309.6	279.0	298.2	297.4	293.8	300.6	301.8	301.8	299.0
(5) Sensible heat of molten slag			166.2	162.0	163.1	155.5	149.6	162.7	167.1	161.9	163.9	161.9	162.7
(6) Decomposition heat of moisture in blast			14.9	13.3	16.4	17.9	28.4	38.5	43.0	48.0	54.3	42.0	26.1
(7) Enthalpy of moisture in top gas			39.5	28.5	31.1	18.0	21.4	21.4	28.5	26.1	16.1	19.8	25.6
(8) Sensible heat of dry top gas			155.5	154.4	162.7	160.5	166.7	175.0	126.9	131.4	148.0	161.9	151.6
(9) Others			298.9	294.7	261.2	311.5	289.7	231.5	331.5	324.0	302.6	247.2	265.0
Total output			1,392.8	1,393.7	1,367.2	1,346.4	1,356.4	1,331.1	1,372.6	1,383.6	1,381.6	1,357.4	1,348.6

使用する関係上変動多く、炉況にやや不安定を来す原因となつている。

(2) 操業状況

操業実績を Table 3 に、熱精算結果を Table 4 に示す。当高炉は鑄物用銑吹製を行つており、このため重油、水蒸気の添加を行なわず 900°C の高温送風を行なつてはいるが、スリップ、ハンギングなどは時々起す程度で炉況に影響はなく、送風量、送風温度も殆んど一定で均一操業を続けることができた。また銑滓の CaO/SiO<sub>2</sub> を 1.00±0.05 とする低塩基度操業を行なつた。これらにより高炉操業実績は極めて好成績を示し、出銑比 1.60 t/m<sup>3</sup>、コークス比 550 kg/t を記録した。

IV. 操業実績の検討

当高炉は前述の如く自溶性焼結銑の 100% 使用、低塩基性操業の実施、高温送風の採用などにより好成績を示したが、ここに夫々の要因が出銑比およびコークス比におよぼした影響につき検討した結果の概要を述べる。

(1) 自溶性焼結銑の 100% 使用

自溶性焼結銑が高炉操業成績の向上に役立つていることは、各高炉の実績により実証されていることであるが高率配合を行なつた場合、焼結銑の粉化がかえつて操業成績を低下せしめることがあつた。当高炉では小型高炉の特長を生かし、焼結銑製造に当つては強度より還元性を重要視し、またコークス、焼結銑の整粒に特に留意した。このため炉内の上昇ガス分布は良好となり、銑石の還元が一層有効に行なわれたと考える。これが自溶性焼結銑特有のボッシュ・スラッグの好流動性と相まつて、高風量の使用を可能とし、出銑比の向上、コークス比の低下をもたらしたと考える。

(2) 低塩基度操業

CaO/SiO<sub>2</sub>=1.0 前後にて操業を行なつたが、これにより Si の還元を容易にし、コークス比低下の一助となつたものとする。この場合銑鉄中の S が問題となるが、脱硫率が 92~94% と特に良好ではないにもかかわらず、低コークス比および焼結銑 100% 装入により S 入量が少なく、銑鉄中の S は 0.03~0.04% におさまつた。

(3) 高温送風

水蒸気などの添加を行なわず、900°C の送風温度を使用しているが、スリップ、ハンギングなど通風障害や装入物の不均一降下は殆んど起つていない。これは前述のごとく、装入物の整粒および自溶性焼結銑の使用によるもので、高温送風の Co 比の低下におよぼす影響は極めて大きいと考えられる。

V. 結 言

以上述べたごとく、自溶性焼結銑 100% 使用、装入物の整粒、低塩基度操業、高温送風などの実施により炉況は極めて安定し、鑄物用銑吹製操業において燃料、酸素などの吹込を行なうことなく、出銑比 1.60 t/m<sup>3</sup>、コークス比 550 kg/t を記録した。