

(6) 尼崎製鉄所 No. 1 高炉第 2 次 改修後の操業実績について

尼崎製鉄所

末光 秀雄・藤井 成美
大河内雅彦・鎌谷 重雄

On the Foundry Pig Iron Making Performance after 2nd Rebuilding in No. 1 Blast Furnace at Amagasaki Works.

Hideo SUEMITSU, Sigemi FUJII,
Masahiko OKOTI and Sigeo KAMATANI.

I. 緒 言

No. 1 高炉は第 2 次操業期間において No. 2 高炉稼働後、鑄物鉄専用炉として操業された。その間、鑄物鉄の品質改善ならびに高炉操業法について研究が行なわれ、第 2 次改修においては合理的な改造が行なわれた。第 3 次吹入に引続き鉍石 2 次整粒設備、第 2 焼結工場が操業を始め高炉原料は充分に処理された整粒鉍と焼結鉍が使用された。その後、焼結鉍の生産量増強に応じて焼結鉍使用率を高め原料鉍石の粉塊の均衡が計画通り達成された。改善された原料鉍石を使用し、高温送風を実施することによつて主として鑄物用鉄が吹製されたが高炉操業成績の向上については顕著なものがあった。ここにおいて吹入後、最近に至るまでの高炉操業実績の概要について報告することにした。

II. 第 2 次改修の概要

第 1 次改修においては朝顔部以下の改築を行ない、シャフトおよび炉腹部は旧炉壁をそのまま使用し内容積 541m³、公称能力 400 t/d 高炉として再開された。このため第 2 次操業期間においてはシャフト炉壁の損傷がとくにいちじるしいものがあった。しかし種々、炉命延長策を施しながら総出鉄量は 1,045,389 t に達した。第 2 次改修においては限定された空間で可能な限り炉容積を拡大するためリングガーターを除去し、鉄皮自立式とした炉壁を薄くして内容積 662m³ まで拡大し公称能力 500 t/d 高炉とした。また高温送風を行なうため送風支管弁を撤去し、代わりにエアブリーダーを設けて高炉ガスの逆流を防止すると同時に送風支管の耐熱性を強化した。熱風炉についても高温送風実施のためドームを 1 m 延長し、蓄熱室煉瓦積を格子型からフライン型に改築して伝熱面積を 9,800m² まで増大した。次に No. 1 高炉炉歴を示す。

第 2 次操業期間: S.28.4.1~S.34.12.1

第 2 次改修期間: S.34.12.1~S.35.3.30

第 3 次吹入: S.35.3.31

III. 高炉装入原料について

鉍石事前処理は高炉能力をもつとも効果的に増進する確定した方法であることは充分に認識されている。当所においてもこの問題についてとくに重要視し、設備の増強と合理化に努力してきた。No. 1 高炉吹入後、第 2 次鉍石整粒設備が操業を始め 6~35mm 粒度の整粒鉍が高炉に供給されるようになった。また粉鉍処理のため D. L. 式焼結機 (焼結有効面積 32.4m²) 2 基が新設されて鉍石の完全処理が可能となった。Table 1 に高炉原料切出口における焼結鉍、ならびに鉍石 (石灰石, Mn 鉍を含む) の月平均粒度実績を示した。表示するように高炉装入原料の粉率はきわめて低いものであり、次節に述べる高炉操業実績の向上が理解されるものと思う。なお焼結鉍の強度は 75~80% であり、焼結鉍塩基度は他の高炉装入鉍石によりその目標値に変更はあつたが、大約 0.90~1.10 範囲の石灰焼結鉍が生産された。しかし焼結鉍使用率の増加にともない Fe 成分ならびに塩基度の管理は徐々に強化された。概して No. 1 高炉は前述のように主として鑄物鉄を吹製されたため整粒鉍石および焼結鉍ともに鑄物鉄に有害な微量成分含有率の高いものについては充分に管理され、鑄物鉄の品質について努力された。

Table 1. Size grading of sinter & sized ore after ore bin.

	Size of sinter					Mean size (%)
	75~50 mm (%)	50~25 mm (%)	25~10 mm (%)	10~5 mm (%)	<5 mm (%)	
Apr.	0.2	4.4	55.2	30.9	9.3	14.0
May	1.3	11.8	49.4	28.4	9.1	16.8
June	0.5	9.1	51.6	29.9	8.9	15.3
July	0.1	9.8	47.5	31.2	11.4	14.8
Aug.	0.3	11.5	54.7	25.1	8.6	16.2
Sep.	0.4	11.8	56.9	23.8	7.1	16.6
Oct.	—	10.8	51.5	28.1	9.6	15.4

	Size of sized ore					Mean size (%)
	—	46.6	45.8	4.4	3.2	
Apr.	—	46.6	45.8	4.4	3.2	25.93
May	—	47.7	43.8	4.3	4.2	25.99
June	—	45.2	52.5	1.0	1.3	26.18
July	0.1	29.5	66.7	1.9	1.8	22.02
Aug.	—	48.9	49.6	0.7	0.8	27.09
Sep.	—	44.2	53.5	1.2	1.1	26.06
Oct.	—	41.0	55.8	1.6	1.6	25.30

IV. 高炉操業実績

本報においては吹入れから 11 月上旬までの高炉操業実績について報告することにした。まず吹入操業は順調

Table 2. Operation data of No. 1 blast furnace at Amagasaki Works.

Period	Grade of pig iron	Blast vol. (m ³ /mn)	Blast temp. (°C)	Sinter % in burden (%)	Coke ratio	Daily production (t/d)	Si% in pig (%)	S% in pig (%)	Slag basicity	Slag vol. (kg/t)	Flue dust (kg/t)	Indirect reducibility (%)
Apr., 1~10	Foundry	787	470	43.9	0.786	453	2.13	0.035	1.10	438	9	64.1
11~20	//	808	659	43.0	0.698	552	1.93	0.028	1.12	379	—	60.6
21~30	//	805	705	36.4	0.652	584	1.95	0.029	1.04	268	—	60.4
May, 1~10	//	819	732	55.4	0.659	575	1.73	0.021	1.06	271	9	61.0
11~20	//	841	868	42.2	0.658	608	2.22	0.024	1.01	295	—	60.0
21~31	//	850	824	50.2	0.620	649	1.95	0.032	0.99	319	—	61.5
June, 1~10	//	850	881	58.2	0.608	663	1.96	0.027	1.03	330	7	60.8
11~20	//	847	889	71.5	0.594	672	1.89	0.021	1.08	308	—	60.1
21~30	F: 21~22 B: 23~30	855	873	69.2	0.566	712	0.91	0.026	1.09	413	—	64.2
July, 1~10	Basic Foundry	850	892	69.7	0.546	764	0.62	0.048	1.07	414	7	62.7
11~20	//	847	915	82.5	0.599	680	1.95	0.020	1.07	307	—	59.3
21~31	//	863	935	87.9	0.575	702	1.95	0.021	1.01	265	—	60.3
Aug., 1~10	//	878	916	85.4	0.586	669	1.93	0.019	1.05	249	9	60.2
11~20	//	873	894	85.9	0.583	696	1.92	0.021	1.03	243	—	59.1
21~31	//	850	938	79.2	0.573	732	1.90	0.030	0.98	281	—	59.7
Sep., 1~10	//	849	937	73.7	0.570	753	1.98	0.033	1.02	261	9	59.2
11~20	//	850	944	76.4	0.578	716	2.19	0.028	1.04	262	—	59.0
21~30	//	850	961	66.5	0.565	748	1.88	0.036	1.02	286	—	60.2
Oct., 1~10	//	850	959	81.6	0.559	752	2.00	0.043	1.07	305	6	60.2
11~20	//	850	974	83.3	0.538	792	1.80	0.050	1.00	306	—	58.8
21~31	//	850	979	77.2	0.563	771	1.90	0.035	1.03	321	—	60.3
Nov., 1~10	//	848	976	88.2	0.554	783	1.96	0.032	1.01	322	5	60.2

* Sulphur percent in pig iron, treated by soda ash.

に経過し、炉況の安定を保ちつつ通常操業に移行した。吹入初期においては120mmφ×300mm羽口を12本使用したが出銑量増強のため5月7日に130mmφ×300mmに取替えた。しかし炉壁温度分布の不均衡が現われたため、その炉壁部に位する No. 1, 2 および 12 羽口を135mmφに拡大したため炉壁温度の偏りが解消した。Table 2 に高炉操業実績について旬間平均値をもつて表示した。報告時間における吹製銑種は主として鑄物銑であり、普通銑は5月23日~6月10日に吹製されたにすぎない。概して全操業期間を通じて片減り、棚懸りなどの装入物降下不調はなく安定した操業を持続することができた。したがってダスト発生量はきわめて少なく、送風量も生産計画により一定量にセットすることができた。焼結銑装入率は生産量増加とともに40%から90%近くまで高め、熱風温度も熱の有効利用のため熱風管、送風支管の耐熱状況を監視しつつ徐々に高め、980°Cまで達成することができた。上述のように原料事前処理、高温送風、ならびに高焼結銑配合により高炉操業成績は

いちじるしく向上し、鑄物銑吹製時において7月中旬コークス比は0.600まで達成し、その後大中に低下して10月に至り0.560を凌駕する成績であった。同時に出銑比は1.2t/m³におよぶ向上を示した。

V. 高炉操業実績に対する考察

高炉出銑能力増強、コークス比低下に関する報告は数多くあるが、当所においては整粒設備、焼結設備の処理能力増強により、とくに高炉装入原料の物理、化学的性状の管理を徹底して実施した。この結果、炉内装入物降下は円滑となり通気性は改善され、ガス-固体間反応は好転し大中なコークス比の低下と出銑量の増加が達成できた。操業面においても操業者が経験的に炉況を判断して action する必要なく、一定の風量と風温を指定して操業することが可能となり、操業技術の標準化がきわめて容易となつた。次にコークス比を低下した操業要因について考察し、その概要を述べる。

(1) 自溶性焼結銑使用率の増加と整粒銑石の使用

石灰添加焼結銑は普通焼結銑に較べてコークス比低下に有効であり、焼結銑使用率の増加はコークス比を低下することは周知のことである。Table 2 に示すように自溶性焼結銑使用率の増加はきわめて効果があつた。さらに整粒ならびに粉の除去は操業成績を向上するもつとも重要な要因であることは説明するまでもない。このため

Table 3. Iron percent in burden.

	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.
Fe (%)	58.7	58.2	57.60	57.68	59.29	58.90	58.45

整粒鉱はもちろん、焼結鉱についても 10mm 以下の粉は除去され、また空冷処理により粉の発生を防止した。また焼結鉱使用率が 80% 以上となつてから Al_2O_3 成分にもよるが、石灰石の分解熱を減ずるため高炉装入石灰石量を 15~20 kg/t-pig となるよう焼結鉱塩基度を調整した。

(2) 高温送風

第 2 次改修において熱風通過管の耐熱性が強化され、高温送風を行なうことが容易となつた (11 月中旬 990°C 達成)。

当所の操業データから送風温度 100°C の増加はコークス比 0.020~0.030 低下の効果が認められており、コークス比低下に効果があつたものと考えられる。風圧の変動、降下不調現象がなく一定した最高温度の送風を行ない得たことは完全な鉱石事前処理により炉内反応の変化がきわめて少なく、溶解層の熱バランスが常に安定していたものと思考できる。

(3) 低鉱滓比ならびに低塩基度操業

鉱滓塩基度は低目で操業し、鑄物銑吹製時の塩基度は 1.00~1.05 を目標とした。脱硫効果は塩基度よりむしろ溶解温度が強く影響するため鑄物銑吹製時においてはとくに支障があるとは考えられず、かえつて Si の還元を容易にしたものと思われる。低塩基度と関連して低鉱滓比で操業された。操業実績に示したように 300kg/t-pig 以下の鉱滓量で操業されたことが多く、コークス比の低下に寄与したものと思われる。鉱滓量の減少は脱硫反応低下の懸念があるが、溶銑と溶滓間の脱硫反応について還元性も併せ表わされている OELSEN の脱硫指数 $k_{Si-S} = (S) / \{ [Si] \sqrt{[Si]} \}$ を用い、4 月下旬~11 月上旬 (普通銑吹製時は除く) の旬間平均値から、鉱滓量とコークス比による影響を求め 95% の信頼度により次の関係が得られた。

$$\text{脱硫指数: } Y = 12.37 - 0.199X_1 + 0.130X_2$$

ただし、 X_1 : 鉱滓量 (kg/t-pig)

X_2 : コークス量 (kg/t-pig)

操業された鉱滓量域では鉱滓量の低下は反つて脱硫指数を高め少量の鉱滓が有効に利用されたことが解つた。

以上、コークス比低下の要因について記述したが、Table 2 の間接還元率に示すように概して 60% 付近の還元率であり、コークス比低下のため適切な挙動を示したものと思われる。

IV. 結 言

No. 1 高炉、第 3 次吹入とともに高炉原料事前処理の強化のため、鉱石 2 次整粒設備と第 2 焼結工場が完成さ

れた。ここにおいて出銑能力増加とコークス比低下のための操業上、つぎの操業要因につき努力された。

- (1) 自溶性焼結鉱の高率配合
- (2) 装入原料鉱石の整粒
- (3) 高温送風
- (4) 石灰石装入量の節減
- (5) 低鉱滓比と
- (6) 低塩基度鉱滓による精錬

この結果、高炉炉況はきわめて安定し操業上のトラブルは大巾に減じ、鑄物銑吹製時においても操業成績はいちじるしく向上し、コークス比 0.560, 出銑比 1.2 t/m³ まで達成された。

(7) 溶銑炉の各羽口への衝風分配

八幡製鉄所技術研究所 石 光 章 利
 “ 製銑部 加 藤 孝 五
 “ 技術研究所

重見彰利・斧 勝也・〇堀尾竹弘

Blast Distribution into the Blast Furnace Tuyeres.

Akitoshi ISHIMITSU, Kōgō KATO,
 Akitoshi SHIGEMI, Katsuya ONO
 and Takehiro HORIO.

I. 緒 言

溶銑炉炉内のガス分布は炉の操業上きわめて重要であつて、これが不均一の場合は片減り、吹抜け、棚吊りなど種々の障害をひき起し、炉壁損耗のため炉の寿命にまで影響をおよぼす。したがつて、炉内のガス分布はできるだけ均一であることが望ましい。炉内のガス分布はいろいろの条件に左右されるが、とくに装入物分布および送風分布の影響が顕著であると考えられる。先に当所洞岡第 2 高炉において、ピトー管による羽口衝風分布測定を行なつたところ、きわめて正確な結果を得ることが出来た。その実験によれば、衝風分配は各羽口ごとにかなり大きい差異があり、通風状態の良好な羽口と不良な羽口とかなり明確に分かれているのが認められた。

そこで今回は酸素吹込みによつて羽口衝風分布を改善することが出来るかどうかを確認すること。また支元管弁の調節および水蒸気吹込みによる影響を検討するため、東田第 4 および第 5 高炉を使用して羽口流量調整試験を行なつた。

II. 測 定 方 法

測定装置は Fig. 1 に示す通りである。ピトー管は羽