

CO₂ 分解を pH 11.0 まで行なった結果 400 mesh 通過割合が無添加の場合の 20% から 9% に減じかつ分布の中は狭くピークが立つことを認めた。また X 線回折の結果析出アルミ水和物は 40°C では bayerite および pseudoböhmite, 70°C では bayerite および hydragillite, 80°C では hydragillite であった。

以上の結果 Na₂O/SiO₂ が 2 程度の脱珪酸液から良質のアルミ水和物を製造するには CO₂ 50% 以下の低濃度ガスを 70°C 程度で徐々に吹き込み (試験工場では CO₂ 3.6 Nm³/hr·m³ 脱珪液), pH 11.0 で吹き込みを中止して濾別することが重要である。前記の脱珪酸液 5.1 m³ を使用して試験工場において一定条件の下に 10 回の操業を行なった結果を Table 4 に示した。

脱珪酸液 0.5 m³ を反応槽に仕込み 60 r/m で攪拌しながら、70°C に昇温してから CO₂+N₂ 混合ガス (CO₂ 30%) を 6 Nm³/hr·0.5 m³ の一定流量で吹き込み、pH 11.0 まで約 400 min の分解を行なった。吹き込み停止後スラリーを中継槽に移した後に遠心脱水機で濾過し、附着母液を十分に振り切った後、ケーキを取出しこれを別の攪拌槽で洗滌し高純度水酸化アルミとして回収した。液中 Al₂O₃ 析出率は 95.6% で、その品位は Bayer 法に比較すると Na₂O, SiO₂ などの不純物は若干多いが、いずれも許容限界内にあり、また CrO₃ についてはほとんど問題はない。粒径については種子添加を行なわなかつたので、<400 mesh 29% とかなり細粒であったが、種子添加で品質の低下なしに Bayer 法相当の粒径を得ることは可能であろう。

またアルミ水和物を 1200°C で 2.5 hr 間焼成したアルミナの X 線回折の結果では CO₂ 分解法, Bayer 法ともに α-Al₂O₃ であり粒度の面でも両者ともに同様の傾向を示した。

以上の高純度アルミ水和物の分離濾液には、なお 1.3 g/l の Al₂O₃ が含まれるので、この濾液を再度 CO₂ 分解して pH 9.5 まで 340 min 間処理を行なった。Al₂O₃ 析出率 95% で濾液中 Al₂O₃ は 0.07 g/l に低下し、この濾液は Na 回収工程に移される。

析出物は dawsonite の生成領域で分解を行なうために、Al₂O₃ は低く、Na₂O は 21% に達しており、脱珪酸の工程に循環使用されるべきものである。

6. 結 言

ラテライトのソーダ焙焼抽出液より Al, Cr および Na などを回収する一連の処理法を開発し、Al 回収については dolomite 添加による脱珪酸法と CO₂ 分解によるアルミ水和物の析出法によつて、高純度の水酸化アルミを製造できることを認め、その適正条件を求めた。Na および Cr の回収については次回に報告する。

文 献

- 1) 古井, 三井田: 鉄と鋼, 53 (1967)
- 2) 伊藤, 柳瀬, 宮本, 酒井: 特許出願中
- 3) 清山: 九州大学未発表論文

(26) 広畑第 1 高炉第 5 次改修とその後の操業

富士製鉄, 広畑製鉄所

小田部精一・○島田 駿作・長谷川 晟

The Fifth Remodelling Program of Hirohata No. 1 Blast Furnace and Subsequents Operations

Seiiti OTABE, Shunsaku SHIMADA and Akira HASEGAWA

1. 緒 言

広畑第 1 高炉 (第 1 次) は昭和 41 年 2 月 1 日に吹止め、直ちに改修工事に入り 83 日の短期間で工事を完成し、4 月 27 日火入れ、その後順調な操業を続けている。第 5 次第 1 高炉は先に改修の第 5 次第 2 高炉 (昭和 39 年 8 月 24 日火入れ) とほとんど同じで、高圧操業を行なうことができ、バルブシール型装入装置、鉍石切出しにスケールホッパー・コンベヤのほか、ガス清浄に 2 段ベンチュリースクラバーなどを採用した。

2. 設 備 概 要

第 1 高炉および付属設備の改修方法と規模は、第 5 次第 2 高炉改修とほとんど同じである。本報告では第 5 次第 1 高炉改修の特長点を述べる。

2.1 原料切出しおよび装入設備

従来の秤量車切出し方式を取りやめ、鉍石切出しスケールホッパー・コンベヤ方式を採用し、捲揚運転室からの遠隔自動切出しを可能とした。装入装置はバルブシール型を採用したが、特に磨耗の激しい小ベルについては、シート面を haynes 合金で肉盛溶接し寿命の延長化をはかった。また、大小ベル磨耗状況を容易に知り得るよう、ベルのシート面数カ所に ⁶⁰Co を埋込んでいる。捲揚制御はマスタータイマー方式を採用し、鉍石切出しより炉頂装入までの一連の自動化をはかった。高圧操業のシーケンスはバルブシール型装入装置の特長を生かし、ノルマルシーケンスのみを採用した。

2.2 高炉設備

2.2.1 炉 体

プロフィールの決定にあたっては、既設 8 本柱、鉄皮、炉体基礎および炉頂装置の諸点から可能なかぎり大きくするように考慮し、内容積は第 4 次の 1273 m³ より 1407 m³ に拡大した。Fig. 1 に第 5 次第 1 高炉のプロフィールを示す。

羽口数 20 本・出銃口 2 コ・出滓口 2 コの配置、炉底・朝顔部の外部注水方式の採用、シャフト部の密閉型銅製冷却板 832 枚の取付け、炉底基礎部への強制冷却装置の設置、各部炉壁浸食状況調査のための ⁶⁰Co の埋込みなどは第 5 次第 2 高炉と同様である。

炉底部にはカーボン煉瓦を使用し、朝顔鉄皮にはプロフィールと同じ傾斜をつけ、粘土質煉瓦を積んだ。冷却板にはガス漏れ防止のため冷却板ロック装置を設け、パッキンによるシール方法を採用した。

2.2.2 炉体付属設備

ガス捕集管、下降管、除塵器の更新、およびブリーダ管の改造を行ない、高圧可能なようにしたが、特にブリーダ管より下降管に至る配管構造は、熱膨張および高圧

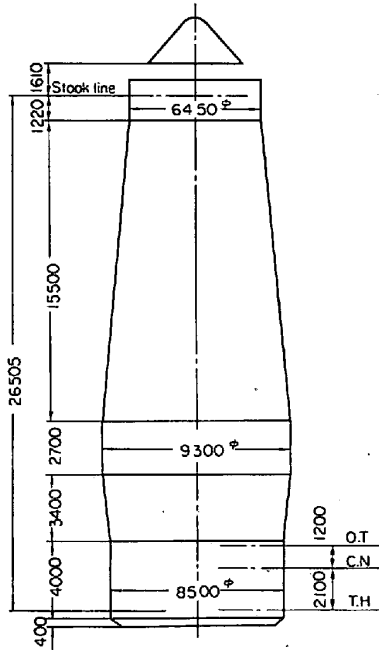


Fig. 1. Profile of Hirohata No. 1 blast furnace.

時の内圧力に耐えるよう配慮するとともに、下降管頂部に至るまでの管内面にはキャストブライニングを行ない、熱変形防止をはかった。

出銑口開孔機は、環状風管下の走行レールに懸垂されるハンガー型式を採用し、出銑時にはマッドガン上に退避可能な構造とした。また、マッドガンおよび出銑口開孔機の運転操作は、鑄床内に設けた運転室より容易に行なえるようにした。

羽口排水温度計を設け、羽口の管理を強化するとともに、シャフト部に炉内圧計を取付け、炉況判断の指針とし操業の円滑化をはかった。

2.3 熱風炉

4基の旧熱風炉本体鉄皮を使用することとし、炉頂部は5m延長し、送風量 $2800 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 、送風温度 1000°C の高圧送風が可能にした。燃焼ガス量 $60000 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ のパナ、蓄熱室の加熱面積 25950 m^2 、蓄熱室の煉瓦重量 940 t /基のカウパー式熱風炉として3基の改修を行ない、1基は後日の改修を待つこととした。熱風炉切替装置は空気圧駆動による全自動式で、ガス清浄運転とともに新設の熱風炉計器室で一括して管理し得るものとした。

2.4 ガス清浄

1次清浄に広畑型のベンチュリースクラパー、2次清浄にアジャスタブルスロート型のベンチュリースクラパーを設置し、 $260,000 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ のガス量を処理して、 $15 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ の最終ガス清浄度を取得できるようにした。1次ベンチュリースクラパー出口、セプタム弁の後にスイング式ゴッグル弁を設置した。

2.5 送風機

旧遠心式送風機の撤去あとに、 $12,200 \text{ kW}$ 蒸気タービン駆動13段前後置静翼型軸流式送風機1台を新設した。能力は最大風量 $3200 \text{ Nm}^3/\text{min}$ (風圧 $2.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$)、最大風圧 $3.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (風量 $3000 \text{ Nm}^3/\text{min}$)である。

2.6 高圧制御機器

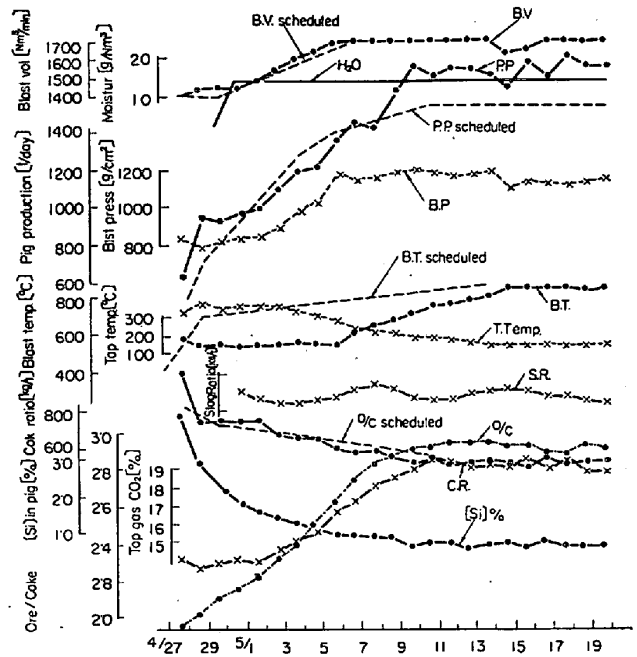


Fig. 2. Operation result of No. 1 blast furnace (5th) at Hirohata Works after blowing in.

いわゆる高圧制御としての炉頂圧制御(セプタム弁制御、ブリーダバルブ制御)、炉頂ペルホッパー均排圧制御およびベンチュリースクラパー水位制御のほかに、非常減圧制御を行なうようにした。セプタム弁、ベンチュリースクラパー水位制御の常用・非常用の各バタフライ弁は電気制御-油圧駆動とし、均排圧弁およびブリーダ弁は、電気制御-空気圧駆動とした。

3. 火入れ後の操業

トップチャージを $\text{ore}/\text{coke} 1.25$ として火入れした広畑第1高炉は、Fig. 2に示すように順調な操業を推移し、火入れ後10 dayで出銑比 1.25 に達するハイペースで操業が行なわれた。溶銑バランス上、鑄物銑とする余裕がなく急速な増荷で $[\text{Si}]$ は平常の製鋼用銑にさげられた。炉内ガス利用がよかつたので、重油なしで $\text{ore}/\text{coke} 2.95$ に達して出銑量、コークス比ともに満足し得る成績が得られた。

火入れ後40 dayで重油吹込みを開始し、コークス比低下をはかった。火入れ後約5カ月間の操業をTable 1に示すように出銑比は送風量増大とともに何のトラブルもなく急上昇していき、燃料比も出銑増とともに低減していった。しかし、出銑量が $2200 \text{ t}/\text{day}$ を越えると、増風によるコークス比の上昇が見られるようになり、われわれはこれを1高炉の限界送風量とみなした。しかし、溶銑バランス上さらに、多くの出銑が要請され、おはばな出銑増の計画がたてられた。計画作成にあたっては好調な炉況を維持しながら出銑量を増していくかという点を考慮してTable 2に示す計画をたてた。

3.1 増風計画

3.1.1 コークス比

限界送風量を上まわる増風についてコークス比の上昇は炉床面積 1 m^2 当りのコークス比の上昇は $1 \text{ Nm}^3/\text{min}$ につき $10.5 \text{ kg}/\text{t-pig}$ 上昇するという統計的データに

Table 1. The results since blow-in of Hirohata No. 1 blast furnace-5th.

	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	
Iron production	t/day	—	1641	1836	2083	2232	2276
Production ratio	t/day/m ³	—	1.17	1.30	1.48	1.58	1.62
Coke rate	kg/t	—	558	483	475	468	473
Oil rate	kg/t	—	—	31	37	34	34
Fuel rate=C.R.+OilR.	kg/t	—	558	514	512	502	507
Ore rate	kg/t	2008	1579	1577	1562	1538	1531
Sinter % in ore	%	69.5	73.5	66.0	72.7	70.1	73.0
Blast volume calculated	Nm ³ /min	1587	1647	1678	1904	1926	2054
Additional O ₂ %	%	—	—	—	—	—	0.16
Blast pressure	g/cm ²	808	1130	1181	1296	1324	1392
Blast temperature	°C	552	775	916	915	959	943
Moisture in blast	g/Nm ³	22	24	23	26	29	31
Blast vol./Blast press		0.564	0.678	0.691	0.673	0.665	0.662
Ore/Coke		1.74	2.83	3.26	3.30	3.29	3.24
Slag rate	kg/t	504	314	308	301	290	268
Slag basicity=CaO/SiO ₂		1.26	1.25	1.30	1.31	1.32	1.30
Si in iron	%	3.10	0.91	0.73	0.63	0.58	0.60
Variation of [Si]	%	0.77	0.32	0.30	0.23	0.24	0.27
S in iron	%	0.015	0.030	0.032	0.032	0.032	0.028
Composition of top gas							
CO	%	25.8	23.2	21.7	22.2	21.7	22.3
CO ₂	%	14.0	18.4	19.8	18.9	19.7	19.1
CO ₂ /CO+CO ₂		0.385	0.442	0.477	0.461	0.476	0.462
Number of hanging		0	8	2	2	0	4
Blast speed at tuyere	m/sec	—	212	224	208	199	202
Mean gas speed in furnace	m/sec	—	3.7	4.0	4.2	4.1	4.3

Table 2. The schedule of increasing in production rate 1.50→1.70 at Hirohata No. 1 blast furnace-5th.

Period	Base			Schedule					
	July 6~15	July 16~25	July 27~28	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
Blast vol. Nm ³ /min	1900	1950	2000	2050	2100	2150	2200	2250	2300
Number of charging ch/day	119	124	129	133	137	141	145	149	153
Blast temp. °C	920	904	932	950	950	950	950	950	950
Moisture g/Nm ³	25.5	27.0	25.4	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Blast press. g/cm ²	1276	1311	1310	—	—	—	—	—	—
Blast vol./Blast press.	0.67	0.67	0.66	—	—	—	—	—	—
Production of iron a chage t/ch	17.5	17.6	17.6	17.3	17.0	16.6	16.4	16.1	15.8
Coke rate kg/t	476	472	472	480	489	498	507	516	525
Iron production t/day	2068	2172	2260	2300	2325	2345	2375	2395	2420
Mean gas speed in furnace m/sec	4.26	4.33	4.40	4.47	4.54	4.60	4.66	4.73	4.80
Blast speed at tuyere m/sec	188	193	198	203	205	207	209	211	214

よるもので計画し、さらに増風における炉壁付着物の溶解を考慮し、計画より高目の推定コークス比とした。

3.1.2 羽口先スピード

羽口先スピードは 200 Nm³/sec 以上に管理しながら 120 mm φ の鉄製リングをはずし、送風機の能力に見あつて増風するとともにレースウェイへの急激なショックを避けるため 2 day ごとに 50 Nm³/min を目標として増風を計画した。

3.1.3 炉内ガススピード

炉内ガススピードは鉄石の還元状態および炉況上、大きな影響を与えるため各社における炉内ガススピードならびにプロフィールを参考として最高値を 4.8 m/sec と決定、それによつて最終送風量を 2300 Nm³/min と計

画した。

3.2 増風過程と考察

3.2.1 送風機切替え

計画にしたがつて増風を行なつたが ore/coke が高いため風圧がさがらず、2000 Nm³/min までしか現在の送風機では送れなかつた。このため 9 月 13 日に送風機切替をした。

3.2.2 ガス利用率の低下

送風機を切替えた後、羽口先スピード管理のもとに当初計画した増風ピッチよりも早く 1 日ごとに 50 Nm³/min 増風し 2200 Nm³/min まであげていつたところ、炉内ガス利用率がいちじるしく低下 (CO₂ 20→17%) し、急激な下向きとなつておはば減荷を余儀なくされ

Table 3. Carbon balance and heat balance at Hirohata No. 1 BF-5th.

	May	June	July	Aug.	Sep.	
Carbon balance						
Blast vol. calculated	Nm ³ /t	1450	1300	1290	1248	1262
Input	kg/t	497.1	456.1	453.5	445.9	451.0
Output						
Burned by blast	kg/t	326.3	292.5	290.3	280.8	284.0
Direct reduction of SiO ₂ etc	kg/t	7.8	6.3	5.4	5.0	5.1
Burned by moisture	kg/t	23.2	25.8	22.4	24.1	26.1
Solution loss	kg/t	85.3	78.8	82.1	82.3	81.5
Heat balance						
Input	10 ⁸ kcal/t	1271.6	1209.3	1200.6	1183.4	
Combustion with blast		750.0	672.5	667.3	645.6	
Indirect reduction of Fe-oxide		98.3	96.4	95.8	94.8	
Sensible heat of dry blast		364.1	385.1	382.4	387.8	
Sensible heat of moisture		11.4	11.6	13.0	14.7	
Formation of slag		47.7	43.1	42.1	40.6	
Output						
Direct reduction of SiO ₂ etc		65.5	56.9	50.7	47.6	
Decomposition of CaCO ₃		28.3	29.6	13.3	17.1	
Water-gas reaction with moisture		58.4	50.1	56.2	60.7	
Sensible heat of slag		136.4	123.2	120.4	116.0	
Sensible heat of iron		290.0	290.0	290.0	290.0	
Solution loss		285.3	263.7	274.6	275.0	
Heat loss		250.6	261.5	237.6	234.3	

た。ガス利用率が低下した原因として、① 炉内プロフィールが予想していたよりも小さかった。② 増風ピッチが早すぎた。以上の2つが考えられ、還元反応のバランスをくずした。その後ガス利用率は徐々に回復し、4日ほどでCO₂ 20% 台に戻った。

3.2.3 酸素富化

2200 Nm³/min 以上の送風量を送ることは今までの増風過程でのトラブルを考えると炉況不調を起す恐れがある。まだ計画出鉄まで伸びてきたこともあつて 2200 Nm³/min にとどめた。しかし酸素バランス上使用できるようにするため9月22日より0.6%の酸素富化を実施した。

3.2.4 操業結果

これらの操業により10月には出鉄比は1.7以上をマークしている。日産新記録においては出鉄比2.05 (2880 t/day) で棚 slip も皆無であつた。特記すべきことは火入れ後123 day 間も突発休風がなく、その休風原因は送風羽口が(鑄巢)破損したものである。また計画コークス比よりも低く操業できたことは限界送風量以上の増風に対して昭和37年頃に解析したデータをもとにして、推定したため整粒鉱の粒度差が出たと考えている。

4. カーボンバランスおよびヒートバランス

火入れ後約5カ月間のカーボンバランスとヒートバランスを Table 3 に示す。これによるとカーボンバランスより求めた鉄 t 当りの計算風量がコークス比低下とともに低下しているし、ソリューションロスも熱風顕熱とほぼ同様な熱量となつていて、妥当な還元反応が行なわれていると思われる。また熱損失も出鉄量増加とともに減少している。

5. 結 言

広畑第5次第1高炉の改修は先に改修の第5次第2高炉とほとんど同じで1部改良が加えられ83 day 間の工

事後火入れした。それ以来常に計画を上まわる操業を続けあいついで記録を更新し10月に入つて出鉄比1.7以上の生産をしている。そのため出鉄時間を極力、延ばし湯溜りの負荷を軽減するようつとめている。なお高圧操業に入るのは昭和42年5月頃の予定である。

文 献

- 1) 芹田, 嶋田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 645
- 2) BFI 研-3-6-2

(27) 鶴見第1高炉の生産性向上について

日本鋼管, 鶴見製鉄所

長谷川友博・前田一徳・阪本英一・○佐藤武夫

Improvement of Productivity at Turumi

No. 1 Blast Furnace

Tomohiro HASEGAWA, Kazutoku MAEDA

Hidekazu SAKAMOTO and Takeo SATO

1. 緒 言

鶴見製鉄所第1高炉(内容積1143 m³)は昭和36年4月火入れし、順調な操業を続けたが、昭和37~38年に減産操業を行なつた後、炉況不安定となり、生産量・燃料比共一進一退を続け、必ずしも芳しい成績ではなかつた。

この間、調査の結果シャフト部に壁付が確認され、軽操業を行なうなどして操業面で壁付の除去を計つたが、効果は上らなかつた。このため、40年6月から41年6月までに8回にわたつて、爆破による壁付除去を行なつた。一方、原料面では鉱石および焼結鉱の篩別をさらに強化した。その他、事故低減のための諸対策、高温送風