

1日のコークス燃焼量は0.6t以下となつている。これがいわゆる高炉の経済的操業度にたまたま一致したのではないかと考えられる。

(2) 羽口の流量調整

高炉の各羽口から入る送風量を均一にするために、当所では昭和33年1月以降、各炉に還状管入口と各羽口支管の間の差圧を表わす計器を取付け、その指示にしたがつて羽口バルブを定期的に開閉して流量の調整をおこなうこととした。現在のところでは手動にてバルブを操作するに過ぎず、試験的な段階であるが、コークス比の低下と炉体寿命の延長にかなりの期待が持たれるので将来は米国式に自動調整をおこなうべく計画中である。

(3) 高風熱操業

従来送風温度は設備上および操炉上の見地より700~750°Cに止めていたが、最近熱風炉における燃焼管理の強化、耐熱性の羽口ノズルの使用などにより常時800°C前後の高風熱が炉況にも何等支障を来さずに使用可能となつたので、コークス比の低下に相当の役割を果たしている。

(4) 装入方法の改善

第4および第5高炉では従来バケット式装入装置にて、COCO装入をおこなつて来たが、昭和33年2月より毎日一定時間COOCのdouble chargeをはさむ装入方法を実施し炉内における装入物分布の改善をはかつた。

(5) 操炉技術の標準化

数年来、高炉操業技術の標準化を計画し、漸次その整備に努めてきたが、最近にいたりその技術標準の作成が完成し、日常の操炉はこれにもとづいて行なうようになった。すなわちP、Mn%、塩基度のaction chartを始めとして、炉熱の操作基準や異常事故対策についても一定の基準を決定した。

IV. 結 言

最近における高炉操業成績の向上の原因としては次のことがいえる。

- (1) 鉄鉱石予備処理の強化
- (2) 自溶性焼結鉱の使用
- (3) 経済的操業度
- (4) 羽口の流量調整
- (5) 高風熱操業
- (6) 装入方法の改善
- (7) 操炉技術の標準化

これ等の諸対策はコークス比の低下に貢献したことは明らかであり、その各項目の定量的な効果については目下研究中である。

(9) 自溶性焼結鉱の製造ならびに 100% 装入による高炉操業

The Making of Self-Fluxing Sinter and the Blast Furnace Operation with 100% Sinter Burden

K. Kasai, et alius.

住友金属工業小倉製鉄所

工〇河西 健一・実松竹二

I. 緒 言

小倉製鉄所においては昭和30年夏以来、石灰焼結鉱の有利性を確認し、さらにこれを発展させる目的をもつて、本年5月わが国において最初の100%自溶性焼結鉱による高炉操業を1カ月間継続実施し、コークス比の大巾な低下などその結果が得られたので、ここにその概要を報告する。

II. 焼結鉱の生産概況と性状

日産能力880tのD.L.式焼結機により生産をおこなつた。月間を通じ生産性は良好であり、作業上のトラブルはなかつた。成品品位としては石灰石の高配合(15%)により5%添加の場合より脱硫率が若干低下した程度で強度的にも普通焼結鉱と大差なく酸化率も良好であつた。

当所の自溶性焼結鉱の原料の特色としては鉄源ベースが外国などはMagnetite系であるのに対しHematite

Table 1. Raw material mix.

Size of raw material mix					
+10 mm	10~5 mm	5~3 mm	3~1 mm	-1 mm	Mean size
5.6%	18.7%	12.1%	24.4%	39.2%	3.41 mm
Raw material mix (in dry base)					
Pyrite cinder	Imported ore	Mill scale	Iron sand	Mn ore	Lime stone
34.8%	31.0%	10.5%	6.9%	1.6%	15.2%

Table 2. Sinter produced.

Sinter size (after sintering machine)								
-10mm	10~15mm	15~25mm	25~50mm	50~75mm	75~100mm	+100mm	Mean size	
14.8%	12.9%	18.7%	15.5%	13.9%	10.9%	13.3%	46 mm	
Sinter size (after ore bin)								
Strength (shutter test)	-10mm	10~20mm	20~35mm	35~50mm	+50mm	Mean size		
62.0	27%	34%	20%	10%	9%	23mm		
Sinter analysis, %								
Fe	FeO	S	Cu	CaO	SiO ₂	Mn	TiO ₂	CaO/SiO ₂
56.11	10.62	0.065	0.118	9.79	7.94	0.72	0.96	1.23

系をベースとして、60% 使用した点である。

原料配合および使用焼結鉱の性状は Table 1 および Table 2 に示す。

III. 高炉操業の概要

当所第一高炉（全内容積 543m³、公称能力 450 t）において 5 月一カ月間操業を実施した。装入物は自溶性焼結鉱 100% 配合とし、これに造滓剤として若干の平炉滓を使用した。

4 月 28 日より焼結鉱の配合を 50% より逐次増加し 20 時間後に自溶性焼結鉱 100% の配合とした。最初の 100% 配合時の Ore/Coke は 2.46 であつた。その後炉況は順調で逐次荷を増加し 24 時間後には Ore/Coke は 2.9 に達し計算上のコークス比は 565 kg を示した。

以後炉況は順調で 1 回の Hanging もなく送風量は 650m³/mn constant で送風温度平均 840°C、Ore/Coke は 2.9~3.1、コークス比は 548 kg で一カ月間安定操業を継続し得た。

操業の内容は Table 3 に示すとおりである。

Table 3.

Kokura No. 1 BF Data	
(100% Self-fluxing sinter burden)	
Total volume, m ³	543
Number of tuyeres	12
Tuyere area, cm ²	1,596
Number of couper stoves per furnace	2
Heating surface of one stove, m ²	13,000
Raw materials	
Coke: Average ash content, %	12.3
Average moisture content, %.....	3.4
Average size, mm	48.1
Coke rate, kg/t.....	548

Sinter: Average size, mm	23.0
Content of under 10mm, %.....	27
Content of over 50mm, %	9
Sinter consumed, kg/t	1.641
Wind: Pressure, kg/cm ²	0.61
Volume, m ³ /t	1.530
Temperature, deg °C	836
Iron: Analysis, %	
C	4.380
Si	0.670
Mn	1.170
P	0.175
S	0.033
Temperature (approx.), deg °C.....	1328
Production, daily, t	555
Slag: Analysis, %	
SiO ₂	34.97
Al ₂ O ₃	14.20
FeO.....	0.84
CaO.....	40.75
CaO/SiO ₂	1.16
Volume (calculated), kg/t	439
Temperature (approx.), deg °C ...	1352
Gas: Analysis, %	
CO ₂	17.2
CO	22.8
H ₂	1.2
N ₂	58.8
Temperature (approx.), deg °C	230
Volume (calculated), m ³ /t	1,994
Flue dust, kg/t	18.0

IV. 操業諸元に対する考察

(1) 生産量

生産計画にもとずき生産量の制限を受けたため、Full 生産は実施できなかつた。すなわち送風量 650m³/mn constant で 555t/day の生産量であつた。銑鉄 t 当り

送風量は $1,530\text{m}^3$ であつて、従来の高炉操業に比してきわめて低い値を示している。1日のコークス燃焼量は炉床径 5.6m に対し 305t であつて低い操業度であつたと考えられる。

生産量を決定する主要因子としては高炉内装入物を通過するガス量、すなわち1日のコークス燃焼量が考えられる。炉床径 5.6m の高炉における1日コークス燃焼可能基準量は 400t (わが国各高炉の平均値、資料：製鉄部会編 製鉄技術の展望 p. 328) といわれているのでコークス比 570kg とすれば日産 700t となり全内容積 (543m^3) 1m^3 当り 1.3t/day の生産能率は期待できよう。

(2) コークス比

今回の操業は1カ月間であつたが、コークス比はきわめて低下し 548kg と月間コークス比としては高炉操業における世界の最低記録を示した。この要因としては次の条件が考えられる。

i. 自溶性焼結鉱の還元性

焼結鉱の還元性が一般生鉱石に比し良好であることはすでに認識されているが、これに石灰石を添加することにより難還元性の Fayalite を消失させ、さらに酸化鉄を包圍しているガス還元有害なるガラス質珪酸塩を解消せしめることが自溶性焼結鉱の間接還元性を向上せしめる大きな要因となつている。

今回の操業において炉頂ガス成分は平均して CO : 22.8% CO_2 : 17.2% CO/CO_2 : 1.33 と従来の高炉原料では経験しなかつた値を以て炉況が安定し操業が順調であつたことは本焼結鉱のガス還元性の優秀性を示す一つの証明であると考えられる。

ii. 高温送風

自溶性焼結鉱を 100% 使用した本操業においては高温送風 (850°C) で Hanging 等の操業上のトラブルが全然なかつた。したがつて風量風圧の安定にともない熱風炉の熱効率の向上により月間を通じて 840°C という高温送風が可能であつた。これはコークス比低下の一因と考えられる。従来の当所の平均送風温度は 750°C であつたので少くとも $20\sim 30\text{kg}$ のコークス比の低下に寄與したものと考えられる。

iii. 炉内ガス分布の均一性

コークス比を左右する要素として Heat Balance 上直接数値としてはあらわれないが、しかも非常に重要な因子としてシャフトを上昇するガスの分布がある。炉内各部を通過するガス量が均一でしかも上昇速度が均一であることは炉内還元を一樣にかつ円滑に行わしめ炉況を安定させると共に還元ガスを有効に消費する最大条件で

ある。

この点に関して自溶性焼結鉱の 100% 使用はきわめて満足すべき結果を示した。すなわち Fig. 1 (図省略会場にて掲示) はドイツ式のガス測定装置 (炉頂より 6m 下のシャフト部に炉内を貫通して設置された Zimmermann Type Continuous gas Measuring Equipment) により本操業時と All 生鉱石による操業時との炉内各部のガス温度およびガスの CO_2 量を測定した結果を示したものであるが、前者は後者に比しいちじるしく分布が均一化され還元状態も良好であることを示している。

iv. 石灰石の分解熱の吸収

本操業においては高炉に装入されるべき石灰石は全て焼結原料中に装入される。しかも石灰石の粒度を適正にし焼結技術の向上により焼結原料中の石灰石は安価なコークスにより全て安定した CaO の形となつて焼結成品中に含有されている。したがつて高炉内では $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ に分解するための分解吸収熱を必要としない。

当所における一般操業時の造滓剤の原単位は平均石灰石 250kg 、平炉滓 100kg であるので、この石灰石 250kg の分解に必要な熱量は約 $110,000\text{kcal}$ であり、コークス 1kg の発熱量を $6,000\text{kcal}$ とすれば自溶性焼結鉱の使用により約 20kg のコークス比の低下が見込まれるが、シャフトガスの成分あるいは炉頂ガスの潜熱および顕熱等を考慮すれば約 40kg のコークス比の低下に寄與したものと考えられる。

V. 結 言

一般に焼結原料中に 10% 以上の石灰石を添加することは焼結条件を悪化せしめ正常の焼結作業を阻害するといわれてきたが今回当所での実験焼結作業において鉄源ベース中 Hematite 系が 50% 以上あつても原燃料粒度、石灰石粒度あるいはコークス添加量など適正に選択すれば生産能率も低下を来さずまた石灰石 15% の添加により高炉原料として好適な性状を有する自溶性焼結鉱が量産され得ることが判明した。

高炉に 100% 使用した結果は既述のとおりであるがこれを概括すれば

(1) コークス比: いちじるしく低下する。自溶性焼結鉱の塩基度 1.25 (CaO 10% , SiO_2 8%) の条件において Fe 56% 以上であればコークス比は 570 以下の操業が可能である。

(2) 炉頂ガス: 発生量の減少とともに (鉄鉱 t 当り $2,000\text{m}^3$) 成分的には CO $23.0\sim 23.5\%$ CO_2 $17.0\sim$

17.5% となる, また炉頂温度の上昇は見られない。

(3) 出銑量: 今回の操業はフル操業でなかつたので出銑能率の増大については結論的なことはいえないが操業の結果より推論すれば全内容積 1m³ 当り 1.3T/D以上が期待できる。

(4) 銑滓塩基度と銑鉄中の S: コークス比の低下とともに焼結銑中の S 含有量の低いことにより S ソースは銑鉄 t 当り約 5kg となり 1.16 の塩基度 slag にも充分操業がおこなわれ銑鉄中の S 含有量は平均炉前で炉外脱硫後で 0.033% を示した。

(5) 炉況: きわめて安定し 1 カ月間の hanging は皆無でありほとんど炉況調整のための action をとる必要がなかつた。

以上のごとく自溶性焼結銑を 100% 使用せるこの操業法は装入銑石を焙焼焼結することによりその有効性を確認された一連の銑石予備処理法の最後の段階を示すものである。

(10) 炉頂装入装置内および装入面における装入物の分布について

Distribution of Blast Furnace Burdens in the Furnace-Top Charging Equipment and the Charging Level

M. Yamamoto, et alii.

八幡製鉄所製銑部

工 児玉 惟孝・ 上野賢太郎
工 深川弥二郎・ 工〇山本 崇夫

I. 緒 言

装入物の分布が熔銑炉炉況におよぼす影響は大きい, これを決定する因子として, 炉頂装入面については装入装置内の装入物分布がある。当所東田熔銑炉工場では炉頂装入装置型式, 形状寸法, コークス・ベース, 装入スケジュール, スキップ内への打込状況等各炉でことなっており, くわえて装入物の性状の差により炉内の分布, したがって炉況に大きな影響を与えているものと考えられる。これらは総合的に調査解析されなければならない問題であるが, その第一段階として以下にのべる調査をおこない, 操業上の参考にせんとした。

II. 試験方法および結果

装入装置内の分布調査に当つては休風時を利用してホッパー上および爆発口より観察調査した。

(1) 銑石粘性の分布におよぼす影響

a. 単独装入の場合

粘性銑石としてヅングン銑を, また非粘性銑石として焼結銑をそれぞれ単独にスキップにて装入してそれぞれ上ベル上, および下ベル上での分布状況を調査した。

i) ヅングン銑 3t を東側スキップで装入した場合の上ベル上, および下ベル上での分布を Fig. 1 に示す。

ii) 焼結銑 3t を西側スキップで装入した時の状況を Fig. 2 に示す。

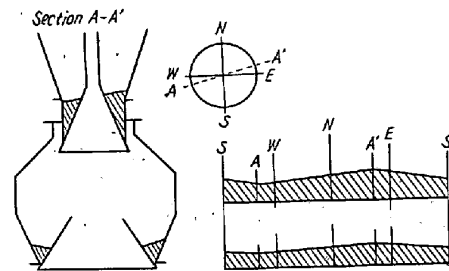


Fig. 1. Distribution of Dungun ore on the small and large bells.

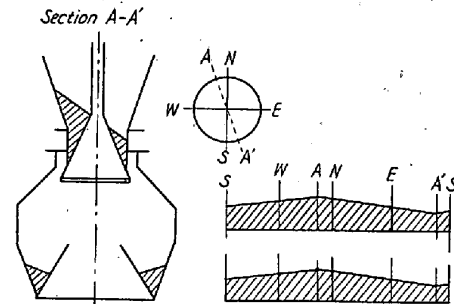


Fig. 2. Distribution of sintered ore on the small and large bells.

Fig. 1, 2 中 A-A' は量的に最も多く(あるいは最も少く)集中する場所を示すもので, 上ベル上では両者ともにスキップと反対側(熱風炉側—北側—以下この表現を使う)に偏在するが, 粘性の大なるヅングン銑は打ち込みスキップ側への近寄り方が大となる。粘性小なる焼結銑では熱風炉側への近寄り方が大となる。下ベル上では上ベル上と同様な偏在傾向が保持される。

b. 混合装入の場合

粘性銑石としてヅングン銑, 非粘性銑石として石灰石を混合して装入した場合について次の調査をおこなつた。

i) ヅングン 1.5t 石灰石 1.5t の混合装入に際して, ヅングンを先にスキップ内に入れ, その上に石灰石を入れて装入した場合の上ベル上, 下ベル上の分布を Fig. 3 に示す。

ii) ヅングン 1.5t 石灰石 1.5t について石灰石を先にスキップ内に打ち込んだ場合の上ベル上, 下ベル