

(12) 酸性操業による鑄物銑の吹製

富士製鉄室蘭製鉄所

中島 長久・加瀬 恣

山田 竜男・〇堀 清次

Manufacture of Foundry Pig Iron by Acidic Operation.

Hitoshi NAKAJIMA, Tsutomu KASE,

Tatsuo YAMADA and Seiji HORI.

I. 緒 言

従来室蘭製鉄所で鑄物銑を吹製する場合は、銹滓塩基度を1.10~1.2程度にして操業してきた。その後、塩基度を上げ、熔銑温度を高め、操業しても、コークス比上昇の割には品質の改善に大きな効果を期待出来ないことが判つたので、最近では逆に塩基度を極度に下げ、1.0以下の酸性操業を実施している。

このため、コークス比がいちじるしく低下したほか、銑鉄成分にもかなりの改善がみられ、操業も好調で別に問題はない。つぎに最近までのこの経過について報告する。

II. 操 業 実 績

当所では鑄物銑は需要に応じて間歇的に吹製しているが、昭和32年11月以降の第2高炉における実績をのべると、Table 1, 2 のとおりである。

Table 1. Blending ratio of blast furnace burdens.

No. of period	I	II	III	IV
Period	32.11.1 } 33.1.4	33.7.11 } 8.31	33.12.1 } 34.1.31	34.2.1 } 3.31
Ore ratio	1.675	1.682	1.694	1.687
Dungun (A) (%)	16.0	9.5	11.5	8.5
Quatsuino	—	—	—	16.7
Goa (H)	2.1	—	—	—
Nevada	19.2	8.1	12.1	9.7
Peru	22.6	—	—	—
India	—	36.0	24.7	12.7
Temangan	—	—	8.1	8.0
Sinter ore (Used for foundry pig iron)	36.1	40.4	38.3	38.8
Mitsumoriyama (Domestic ore)	3.0	—	—	—
Scrap	1.0	6.0	5.3	5.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Kaminokuni Mn ore (Domestic fine ore) (kg/t-p)	26	22	—	—
Crushed silica brick	37	67	21	24
Lime stone	177	284	139	123
Coke	911	792	680	673

Table 2. Result of blast furnace operation.

No. of period	I	II	III	IV
Period	32.11.1 } 33.1.4	33.7.11 } 8.31	33.12.1 } 34.1.31	34.2.1 } 3.31
Pig productinn (t/d)	546	682	725	842
Coke ratio	0.911	0.792	0.680	0.673
Slag volume (kg/t-p)	301	418	271	290
CaO/SiO ₂ ratio in slag	1.17	1.05	0.94	0.95
Blast volume (m ³ /mn)	1178	1228	1057	1261
Blast temp. (°C)	657	730	756	799
Top gas temp. (°C)	309	246	207	235
Si% in pig iron	2.00	1.86	1.89	1.95
S% in pig iron	0.021	0.020	0.030	0.030
Ti% in pig iron	0.125	0.090	0.088	0.082
Molten pig temp. (°C)	1497	1465	1477	1460
S input (kg/t-p)	8.39	6.77	5.06	5.04
Rate of de-sulphurization (%)	97.5	97.1	94.2	93.8
TiO ₂ input (kg/t-p)	2.99	2.87	2.99	3.10
Ti yield (%)	70.5	51.7	48.8	45.0

実際に酸性操業となつたのは、Table 2 に示すように第Ⅲ期以後であるが、塩基度を下げる試みは第Ⅱ期より実施している。第Ⅰ期の塩基度は1.17で従来の操業と変りはない。

III. 操業実績に対する考察

当所の酸性操業はコークス比および銑鉄中 Ti の低減を主目的としているが、同時に脱硫の問題が重要になってくるので、実際操業ではこれらの関連を十分に考慮している。

以下、操業諸特性について実績より考察を加えてみる。

1. 出銑量

計画生産によつて出銑量は限定されるので、出銑量におよぼす影響を実績より得ることは出来なかつた。

2. コークス比

前述のごとくコークス比はいちじるしく低下し、0.67 台の好成績を得た。この要因として送風温度、塩基度および銹滓量の影響が大きいと思われるので、これらの関係を検討した。Fig. 1 にコークス比と銹滓量、塩基度および送風温度の関係を示す。

つぎにコークス比 (y) と銹滓量 (x), 塩基度 (x₂), 送風温度 (x₃) との重相関関係を調べたところ、Table 3 のような結果が得られた。

この結果によると非常に有意な関係のあることがわか

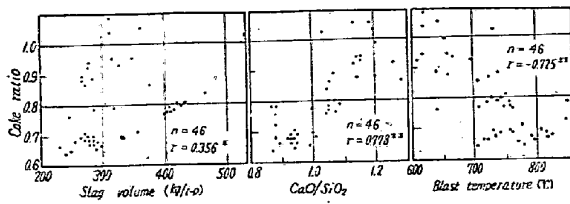


Fig. 1. Relation between coke ratio and slag volume CaO/SiO₂ and blast temperature.

Table 3. Result of multiple correlation analysis.

	Coke ratio	Slag volume	CaO/SiO ₂	Blast temp.
Coke ratio	—	0.356* [0.864]**	0.793** (0.572)**	-0.725** (-0.516)**

Note; []: Multiple correlation coefficient.
 (): Partial correlation coefficient.
 Others: Single correlation coefficient.
 *, **: Significant at the 0.05 and 0.01% level.

る。なおこの場合の回帰式はつぎのとおりである。

$$y = 0.00039x_1 + 0.5358x_2 - 0.0008x_3 + 0.708$$

すなわち、鉍滓量 100 kg の減少はコークス比 0.039 低下させる。塩基度を 0.1 下げるとコークス比は 0.054 低下する。また送風温度 100°C の上昇は 0.080 低下に役立つ。

3. 銑鉄中の S

酸性操業でもつとも懸念されるのは、銑鉄中の S 含有量である。Table 2 に示したように、脱硫率は I 期で 97.5% であつたものが、IV 期では 93.8% に低下している。しかしコークス比の低減およびマンガン源の振替えなどにより S 入量がおおの約 1 kg 宛減少しているので、銑鉄中の S は 0.02% から 0.03% に上昇した程度に押えられている。この程度の S は各社のそれと比較しても別に問題となる値ではない。

4. Ti 歩留

最近業界で銑鉄中の微量成分まで問題にされるようになり、就中 Ti を極力減少させるのが常識となつて来た。従来当所鑄物銑吹製時の Ti 歩留は 65% 以上の高率であり、銑鉄中の Ti を下げるには TiO₂ 入量を下げるとともに、いかにして Ti 歩留を下げるかということが大きな問題であつた。Ti 歩留に影響をおよぼす要因としては、TiO₂ 入量、鉍滓量、塩基度、炉床温度などが考えられるが、このうち炉床温度については銑鉄中の Si% で判断出来るので、これらと歩留の関係を調査した。Fig. 2 に Ti 歩留と銑鉄中 Si%, 塩基度、および鉍滓量の関係を示す。

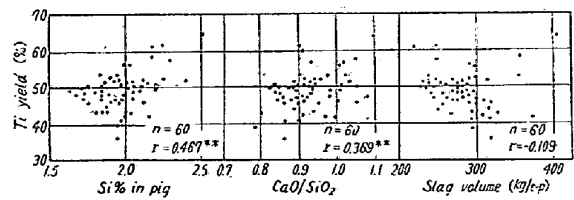


Fig. 2. Relation between Ti yield% and Si% in pig, CaO/SiO₂, slag volume.

つぎに Ti 歩留 (y) と Si% (x₁), 塩基度 (x₂), 鉍滓量 (x₃) との重相関関係を調べたところ、Table 4 のような結果が得られた。

Table 4. Result of multiple correlation analysis.

	Ti yield (%)	Si% in pig	CaO/SiO ₂	Slag volume
Ti yield (%)	—	0.467** (0.484)**	0.369** (0.388)**	-0.109 (-0.412)**

Note; []: Multiple correlation coefficient.
 (): Partial correlation coefficient.
 Others: Single correlation coefficient.
 *, **: Significant at the 0.05 and 0.01% level.

この結果によると、Ti の歩留に対してこれらの要因が非常に利いていることがわかる。なおこの場合の回帰式はつぎのとおりである。

$$y = 13.21x_1 + 26.84x_2 - 0.054x_3 + 13.79$$

この式から 1 例として、TiO₂ 入量が 3.0 kg/t-p, Si 2%, 塩基度が 1.0 の場合、鉍滓量を 210 kg/t-p 以上に保つと、銑鉄中の Ti は 0.1% 以下となる。酸性操業を実施してから鉍滓量は減少しているにもかかわらず、塩基度の低下、炉床温度の低下によつて Ti の還元率は非常に低下し、45~50% 程度になつている。

IV. 結 言

鑄物銑の吹製に酸性操業を実施することにより、つぎのような結果を得た。

1. コークス比を大巾に低減出来た。
2. コークス比の低減とともに、S 入量が減少するので、脱硫率が低下しても銑鉄中の S は 0.030 程度であり、成分的に問題はない。
3. Ti 歩留が低下し、銑鉄中の Ti が非常に低くなつた。このため鑄鉄時の排滓などの効果と相俟つて、型銑の外観、破面もよくなり、材質的には黒鉛球状化性のきわめて良好な銑鉄が生産されるようになった。
4. 鉍滓を酸性にしても順調な操業が持続され別に支障はない。