

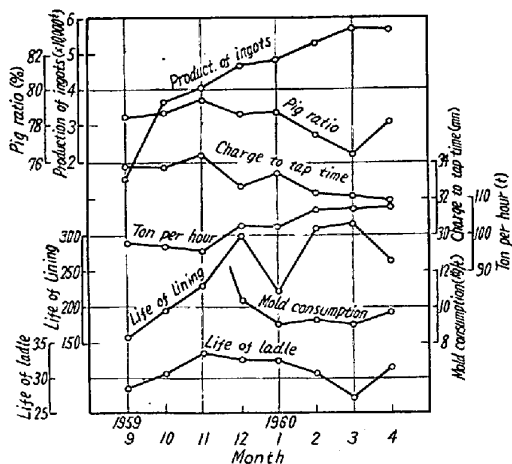


Fig. 2. Operational results.

の内訳はつぎのとおりである。

屑鉄および熔鉄装入	3mn
吹錬	20mn
排滓測熱試料採取	5mn
出鋼	4mn

1 回あたり良塊量は平均 58 t, 14~22 t の扁平鋼塊 3~4 本取りである。製鋼および準備時間と暦時間の比で表わす作業度は、3 月以降 0.85 を越えたが生産は順調に 58,000 t/月に達しているにもかかわらず、なお低い値を示しているので出鉄量の増加とともにさらに増産が期待される。

(2) 吹錬 熔鉄は戸畑 1500 t 高炉のみから供給され、混鉄炉通過後つぎのような成分を示している。

C 4.40~4.60%, Si 0.50~0.75%, Mn 0.80~1.10%, P 0.160~0.220%, S 0.025~0.040%, Temp. 1320~1350°C

混鉄率は製造鋼種、熔鉄成分などにより異なるが mn 73%, max 85%, 月間平均は 76~82% である。副材料は生石灰 40~50 kg/t 鋼, スケール 10~30 kg/t 鋼, 石灰石 5~25 kg/t 鋼を使用し、鋼滓量は 11~12% である。差物前各成分は平均値で C 0.06~0.10%, Mn 0.18~0.25%, P 0.015~0.020%, N 0.0012~0.0020% での中率は 75~85%, 出鋼成分的中率は 96% 以上である。差物前温度は各鋼種とも $\pm 10^{\circ}\text{C}$ で管理されるが的中率は 70~75%, 出鋼前必要に応じて再吹錬あるいは冷却材(屑鉄)を装入して調節し的中率は 80~87% に向上する。酸素使用量は 50 m³/t 鋼である。

製造鋼種は主として極軟リムド鋼で、熱延薄板、冷延薄板、亜鉛鉄板が 80% を占め、高級仕上鋼板および構造用炭リムド鋼板がそれぞれ 10% 程度である。

(3) 築造 炉体を使用する煉瓦は永久ライニング用約 50 t の外、焼成ドロマイト煉瓦約 65 t, タールドロ

マイト煉瓦約 56 t, タールドロマイトスランプ材約 16 t である。煉瓦積は炉内が均一に侵食されるように装入側および鋼浴部は 2 段積とし、築造後は鋼浴部内径 3,130 mm, 炉口部内径 1,500 mm, 高さ 7,000 mm である。炉修繕所要時間はつぎのとおりである。

冷却(炉底取外を含む)	8 h
毀し	24 h
築造準備(修理台取付その他)	2 h
煉瓦積およびスランプ(炉底取付を含む)	46 h
出鋼孔築造	2 h
その他	2 h
合計	84 h (3½ days)

炉切替の際は 500~1,000 kg の塊コークスを装入し、約 60 分吹酸して 1,200°C 以上に充分加熱した後熔鉄を装入する。Fig. 2 に炉の使用回数を示したが max 360 回に達し炉材原単位は 8 kg/t 鋼以下となった。

IV. 結 言

戸畑純酸素転炉工場は昨秋順調に操業を開始し 1,500 t 高炉の好調な出鉄とともに生産を上昇し、純酸素転炉鋼塊は洞岡転炉とあわせ当社鋼塊生産量の 30% を占めるようになった。今秋 11 月の高炉 2 基稼働に対応してさらに 70 t 転炉 1 基 1,350 t 混鉄炉 1 基の増設を行ない、120,000 t/月以上の鋼塊を生産する工場に発展する予定である。

(55) 純酸素転炉における吹錬諸要因の解析

日本鋼管川崎製鉄所製鋼部

岸田 正夫・水井 清

○斎藤 剛・伊藤 雅治

Analysis of Some Factors in L. D. Steelmaking.

Masao Kishida, Kiyoshi Mizui,

Katashi Saito and Masaharu Ito.

I. 緒 言

当工場における底吹転炉が発展解消し、純酸素上吹転炉を稼働始めてより 2 年半を経過したが、この間操業はきわめて順調で、作業も安定し、いろいろの技術改良とともに、月間生産量 5 万 t をこえ、良塊歩留 92%, 作業能率 チャージ/時間で 1.72 と良好な成績を収めている。これをさらに向上させるべく、技術、作業の諸標準

を改訂し、吹錬上の諸問題を解決するため、吹錬要因の解析を行なつたので報告する。

II. IBM 650 型電子計算機による解析

従来吹錬上の要因と特性値については、いろいろと手計算で解析を行なつてきたが、一特性値に対する要因が多く、かつたがい交絡して解析することはきわめて困難であつたので IBM 650 型電子計算機を利用して下記のごとく重回帰分析を行なつた。

- i) データー 昭和 34 年 8 月～10 月 224 チャージ
- ii) 対象鋼種 パイプ用リムド鋼
- iii) 特性値 製鋼歩留、終点における [P]%, 吹錬時間
- iv) 要因 溶銑 Si%, 溶銑 P%, 炉冷 (一, 二次), スクラップ量, 鉄鉱石量, 溶銑温度, 螢石使用量, 終点における [C] %

Table 1. Multiple regression analysis of factors.

$$y = \alpha_0 + \alpha_1(\chi_1 - \beta_1) + \alpha_2(\chi_2 - \beta_2) + \dots + \alpha_9(\chi_9 - \beta_9) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^9 \alpha_i(\chi_i - \beta_i)$$

(Characteristics (Y))		Factors	Constant (α_0)	Si% in pig iron (χ_1)	P% in pig iron (χ_2)	Vessel life (1st) (χ_3)	Vessel life (2nd) (χ_4)	Scrap (χ_5)	Iron ore (χ_6)
		β_i		0.85	0.22	—	—	9.0	700
		Mean		0.912	0.209	5.2	26.2	9.05	698
(Yield (Y ₁))	α_i	92.38	91.48	-1.138 6	-3.733 7	0.553** 4	-0.067** 3	0.571** 1	-0.0009 6
([P] % at end point (Y ₂))	α_i	21.81	12.33**	26.911** 2	11.630 8	2.583** 3	-0.169 6	-1.601* 4	-0.012** 1
(Blowing time (mn) (Y ₃))	α_i	24.26	24.78**	-0.536 7	2.686 4	-0.217 2	0.021 3	-0.018 9	-0.0003 5

(Characteristics (Y))	Temp. of pig iron (χ_7)	Fluorite (χ_8)	[C] At end point (χ_9)	V_E	V_T	Oe	r^2	r
	1250	120	12					
	1258	112	11.3					
(Yield (Y ₁))	0.020** 2	-0.002 8	-0.083** 5	1.4442	1.8960	1.200	0.238	0.488**
([P] % at end point (Y ₂))	0.012 9	-0.043* 5	-0.179 7	30.939	44.903	5.560	0.311	0.56**
(Blowing time (mn) (Y ₃))	0.0014 8	0.0062* 1	-0.020 6	0.6128	0.6493	0.784	0.056	0.24**

Table 2. Variation of characteristics for variation of each factor.

Factors	Si % in pig iron	P % in pig iron	Vessel life (1st)	Vessel life (2nd)	Scrap	Iron ore	Fluorite	Temp. of pig iron	[C] % at end point
Variation of factors	%	%	—	—	t	kg	kg	°C	%
Characteristics	0.10	0.010	—	—	1.000	100	100	100	0.01
Yield	-0.113	-0.037	$y=0.553x^{**}$	$-0.067x^{2**}$	0.57**	-0.093	-0.168	1.97**	-0.083**
[P] % at end point	2.69**	0.116	$y=2.583x^{**}$	$-0.169x^2$	-1.60*	-1.17**	-4.28*	1.23	-0.179
Blowing time	-0.053	0.026	$y=-0.217x$	$-0.021x^2$	-0.018	-0.025	0.614*	0.140	-0.020

v) 計算 特性値と因子間の有意差検定および重回帰分析

III. 解析結果に対する考察

i) 溶銑 Si% 溶銑 Si% の変動は終点における [P] % に対してきわめて有意に影響をおよぼすもので、Si 0.10% に対して [P] で 0.003% 変動する。これは溶銑 Si% に応じて焼石灰配合量を変化しているため鋼滓層基度の影響は一応除外されていると考えられ、鋼浴温度の変動による脱磷平衡の変化によるものと考えられる。

ii) 溶銑 P% 今回取り上げた特性値に対してはあまり明確な影響はないようである。が各特性値に対して傾向としては考えられる結果である。

iii) スクラップ量 製鋼歩留に対してはきわめて有意な結果となり、スクラップ 1 t の変動によつて 0.57% 変化する。すなわち溶銑配合比を下げスクラップ量を増加すれば歩留は上昇する。また終点 [P] % はスクラップが増加することにより低温吹錬となり脱 P に対して有効である。1 t の増加により 0.002% 磷が低下する。

iv) 鉄鉍石量 鉄鉍石使用量の変動は終点の [P] % に対し負の関係においてきわめて有意である。鉄鉍石 100 kg に対し 0.001% の [P] が変動する。すなわち冷却剤としての鉄鉍石が多量使用可能ならば鋼浴が低温となり脱磷が促進されるようである。

v) 螢石 螢石使用量の増減は終点 [P] % ときわめて有意である。一方また吹錬時間との間にも関係があり、螢石を増量すると鋼滓が噴出気味となり単位時間当りの酸素流量を減少せしめるため吹錬時間が延長される。

vi) 溶銑温度 溶銑温度は製鋼歩留に対しきわめて有意で温度が 100°C 上昇すれば約 2% 歩留は向上する。

vii) 終点における [C] 製鋼歩留に対しきわめて有意である。当然のことながら不必要に吹き下げることは歩留を低下せしめる結果となる。

viii) 炉体使用回数

炉体の使用が進むにつれて、炉体耐火物は損耗するので炉体に関するいろいろの数値は変化する。Table 3 にこれを示す。

Table 3. Comparison of vessel data in one life.

		At start	At end
Inner volume	m ³	30	55
Inner volume/charge	m ³ /t	0.56	1.0
Surface area of the bath	m ²	5.1	9.1
Depth of the bath	mm	1,600	1,300

a) 製鋼歩留 炉体使用回数一、二次ともにきわめて有意で 200 回程度において歩留は最高値となり、両端(新炉、旧炉)に近づくにつれ低下する。Fig. 1 の a に示す。すなわち新炉においては鋼滓層および鋼浴の深さが大きいので吹錬中の slopping が起りやすく、噴出による歩留の降下となる。一方旧炉においては、鋼滓層の厚みが小さくなるためと鋼浴の表面積が大きく、深さが小さいので、溶鋼の循環運動が不良

となり spitting (地金細粒の飛散) が起り歩留が低下すると考える。

b) 吹錬時間

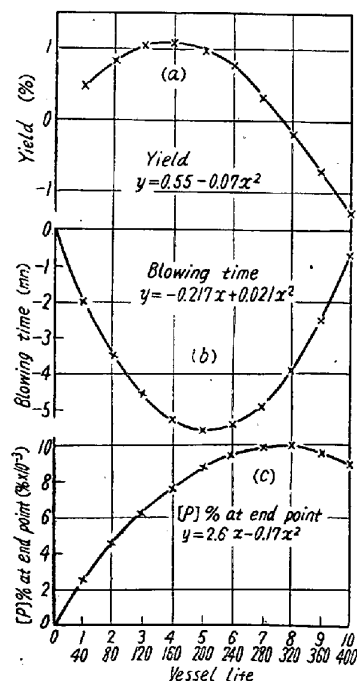


Fig. 1. The relation between vessel life and the characteristics.

炉体使用回数一、二次ともに吹錬時間に対しては有意とはならなかつたが、その係数よりグラフを書くと Fig. 1 の b となり中央部で最も短くなり両端では長くなる。これは製鋼歩留と関係して操業的な原因によると考える。すなわち新炉においては slopping 防止のため脱炭速度を抑えるべく酸素流量/単位時間を低くしたもつ、一方旧炉では spitting のため同様に酸素流量を低くするとともに鋼浴層の表面積が大きくなり、溶鋼の循環運動が不良となり脱炭速度が低下することが考えられる。

c) 終点における [P]%

炉体使用回数一次の項が有意で、二次項は有意でない。すなわち使用回数が進むにしたがって脱磷は悪化し 300 回を過ぎると 0.010% も [P] が上昇する。

これは炉体使用回数が進むにしたがって鋼滓中の酸化鉄が減少し脱磷が悪くなると考えられる。

ix) 寄与率

上記吹錬上の 10 要因の製鋼歩留に対する寄与率は 23.8%, 終点の [P] % に対しては 31.1%, 吹錬時間に対してはわずかに 5.6% である。

すなわち純酸素上吹転炉においてはこれら 10 要因の他に、鋼滓の噴出量、吹錬中の酸素圧力、鋼滓の塩基度などの要因が大きく影響していると考えられる。

IV. 考 察

今度取り上げた 10 要因に対して管理して行くべき要因を考えると各特性値を通じて溶銑 Si%, 溶銑温度、スクラップ量、鉄鉱石量は転炉を操業する上において十分に管理すべきものでありついで炉体の使用回数であり、操業に応じた炉体のプロフィールの研究を行ない、もつとも効果ある使用法を確立すべきであると考え。またかかる計測可能な要因の外に計数化のきわめて困難な外の要因があり今後はこのかくれた要因の究明が必要である。

また IBM 電子計算機を利用する場合誤差項をより小さくするためには取り上げる要因、特性値につきより十分なる準備のもとに計算にはいることがより明確なる結果を出すことになるものと考え。

(56) 上吹転炉に使用する溶銑成分について

八幡製鉄所戸畑製造所

大石将司・山本志郎・〇荒木八郎

On the Chemical Composition of Hot Metal for LD Converters.

Masashi Oishi, Shiro Yamamoto
and Hachiro Araki.

I. 結 言

上吹転炉操業において溶銑、屑鉄の使用比率をその需給バランス、原価面からみて最適なものとし操業を順調ならしめる溶銑成分を選ぶことはきわめて重要である。

戸畑転炉工場で使用している溶銑成分は Table 1 に示すような実績を示しているが、これらの成分の妥当性についてつぎのように検討を進めた。

Table 1. Range of the recent hot metal analysis, %

C	Si	Mn	P	S
4.40 ~4.60	0.50 ~0.75	0.80 ~1.10	0.16 ~0.22	0.025 ~0.040

1) 生産計画で溶銑配合率が決定されたとき、供給される溶銑成分が溶製上ならびに成品品質の考慮の上からどのようなものになるか検討した。

2) 溶銑成分の変化によつて当然その熱バランス上、屑鉄配合率を変動させえるのでその場合の生産面からの検討を行なつた。

調査データはすべて極軟鋼を対象として、その溶製方法が標準作業にのつとつたものを採用した。

II. 冶金的な面より見た溶銑成分

上吹転炉において溶製技術面から溶銑成分を検討する場合の問題点としては、つぎの 2 点がある。すなわち脱磷と鋼浴温度である。前者は主として P, Si% が関係し、後者には C, Si% が溶銑成分としてはおもなファクターと考えられる。溶銑配合率が一定 (80%) の場合、溶銑成分の変化による鋼浴温度コントロールは副原料中の冷却材として働くスケール、石灰石などによつて行なわれるのでここでは前者の脱磷をおもに取上げた。

1) 溶銑中の Si, P% について

a) 装入量 62 t, 溶銑配合率 80% の場合溶銑中の Si, P% によつて変化するスラグ量を求めたものが Fig. 1 である。図からスラグ量が溶銑の Si% および希望の塩基度によつて変化することがわかる。理論値に対