

井バーナーよりのカッティング酸素は石灰装入完了後より通酸する。

b) 酸素使用法

装入時間の延長と冷鉄装入量の増加による溶解遅延を防止するため、装入期の天井バーナーよりのカッティング酸素量は増加する必要があるこれは加炭法においてはきわめて有効である。溶解促進用の吹込みは装入終了後ただちに天井バーナーカッティング酸素を炉前よりのハンドランシングに切替え溶解を促進し、炉床に溶鋼が一定量貯つて来れば通常のランシングに切替えて吹込み酸素を 15m³/t 使用することにより溶落に達する。

c) 製鋼能率

Fig. 1 (大型炉) および Fig. 3 (小型炉) に示すごとく大型炉は高銑操業時と比較して大差なく、小型炉では、全溶銑法 (A) と加炭溶銑法 (B) を比較すると約 15% 低下、全冷銑法 (E) と加炭冷銑法 (F) と比較すると大差はない。

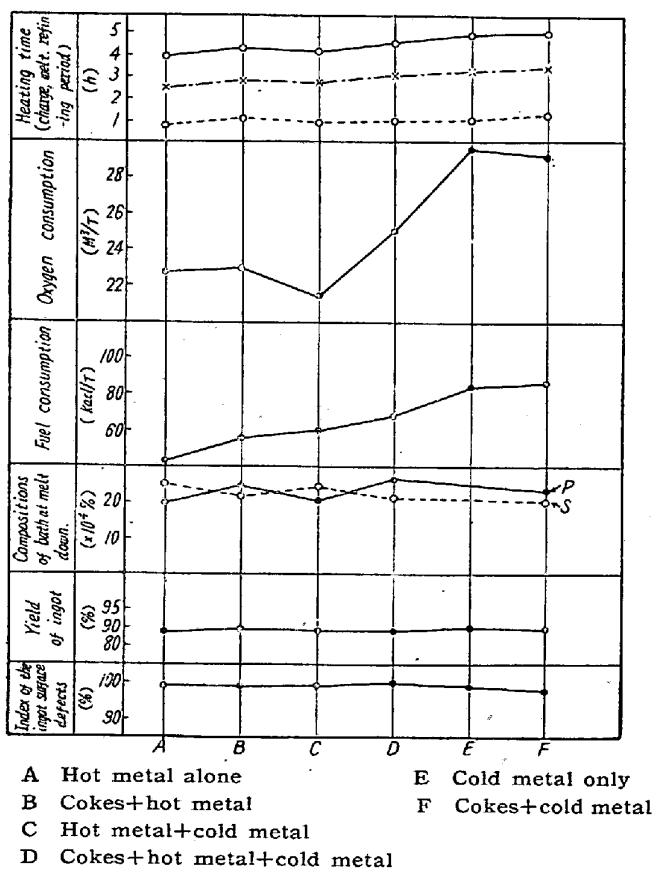


Fig. 3. Operation data at various use of pig iron (with a 60t furnace).

d) 燃料原単位

冷材装入量が増加するにしたがつて増加する。すなわち小型炉では (A) と (B) で約 10% の差、(E) と (F) で約 7% の差を生ずる。

e) 良塊歩留

大型炉は高銑配合操業と比較して銑石使用量が大中に減少するので低下の傾向にあるが、小型炉は各操業法間に有意な差は認められない。

f) 溶落 [C] のばらつき

酸素コークス法については Table 2 に見るごとく、通常操業と比較してやや変動の巾が大きくなるが、操業上とくに支障を生ずるほどの変動はない。装入全炭素量の歩留は大型炉では差が少なく、小型炉ではやや悪い。

Table 2. Yield of charged C and melt (C).

Furnace size (t)	Kinds of operation	Yield of charged C %	Range of "melt down C" %
120	Coke+Hot metal	24.5	0.70±0.27
	Hot metal alone	27.1	0.70±0.25
60	Coke+Hot metal	25.0	0.70±0.22
	Coke+Cold metal	20.3	0.70±0.23
	Hot metal alone	29.6	0.70±0.18

g) 鋼質への影響

酸素コークス法の場合、当然溶解が遅れる結果熱上りに問題を生じ脱磷脱硫の不良や平滓成分変化などが憂慮されたがピルガーマイル管用直圧小型鋼塊溶製の場合について見ても溶落成分としての P および S は酸素加炭法とその他の操業法との間に差がなくまた同鋼塊表面欠陥指数も 98%~100% と材質上の問題は皆無であった。

IV. 結 言

平炉製鋼法は最近の大量酸素の使用により製鋼能率および諸原単位の面でいちじるしく進歩したがとくに以上述べたごとく、銑配合率など原料事情の大巾な変更にも充分適応できるようになった。これは急速な純酸素転炉発展の現状においてなお平炉製鋼法の存在価値を決定づける一つの拠点ということができよう。

(48) 平炉工場における最適酸素配分について

八幡製鉄所製鋼部

河野 拓夫・〇西村 悦郎

Study on an Optimum Allotment of Oxygen in Open Hearth Furnace Plants.

Takuo KOHNO and Etuo NISHIMURA.

I. 緒 言

当八幡製鉄所では 1949 年 4 月、平炉作業に初めて酸

素を導入したがその後酸素の使用量は漸時増加の傾向をたどり、現在良塊 1t 当り約 10~25m³ 使用している。その間にみられた製鋼能率および諸作業成績の向上は酸素の使用によるところがきわめて大きい。

酸素の使用方法については各平炉工場ごとに需給状況に応じた使用試験を行ない、その結果が日常の標準作業におこまれ、その効果は製鋼部会などの機会を利用して詳細に報告されている。

しかし当所のように炉容、基数、炉型式、製造鋼種および操業方式などの異なつた数個の平炉工場を有する場合、酸素供給能力に制限がありしかも酸素の効果は各平炉によつて異なつたものであればその配分如何で全生産量の変動することが考えられる。ここでは 2~3 の仮定を設けて最大の生産量を与える酸素配分方法を検討したのでその結果の概略を報告する。

II. 計算条件および計算結果

1) 製鋼能率と酸素使用量との関係

平炉操業に酸素を適用する場合その目的は周知のように i) 助燃による燃焼効率の向上, ii) 溶解促進, iii) 脱炭促進である。現在までの操業結果から同一容量の炉においては上記目的に使用された良塊 t 当りの酸素使用量と製鋼能率との間には一次の関係があり酸素使用量の増減により製鋼能率もまた増減することが認められている。Fig. 1 に当所各平炉についてそれぞれ上記関係を示す。大型平炉の製鋼能率が大きいのはもちろんであるが良塊 t 当り単位量の酸素の効果も概して大きいことが図からわかる。

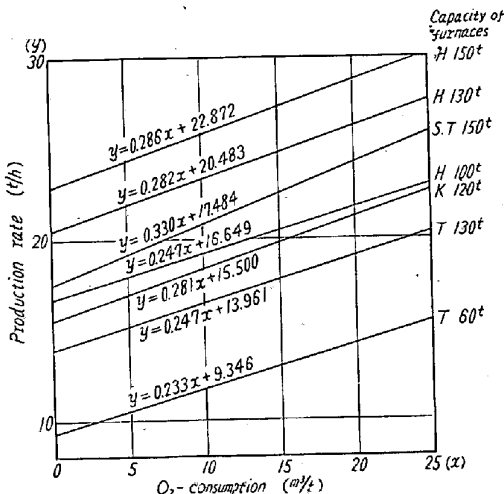


Fig. 1 Relation between O₂-consumption and production rate with various furnaces.

2) 数式化

a) 製鋼能率

$$y_i = a_i x_i + b_i \dots\dots\dots (1)$$

全稼働炉の製鋼能率合計 (第 i 炉が k_i 基ある場合)

$$Y = \sum_{i=1}^n [k_i (a_i x_i + b_i)] \dots\dots\dots (2)$$

b) 酸素使用量

$$v_i = y_i x_i = a_i x_i^2 + b_i x_i \dots\dots\dots (3)$$

全稼働炉の酸素使用量合計 (第 i 炉が k_i 基ある場合)

$$V = \sum_{i=1}^n [k_i (a_i x_i^2 + b_i x_i)] \dots\dots\dots (4)$$

ただし

y_i: 第 i 炉 1 基の製鋼能率 (t/h), a_i: 酸素 1m³/t を用いた場合の製鋼能率の向上量 (t/h), b_i: 酸素使用零の場合の製鋼能率 (t/h), x_i: 酸素使用量 (m³/t), Y: 全製鋼能率 (t/h), v_i: 酸素使用量 (m³/h), V: 全酸素使用量 (m³/h), なお suffix i は炉容別を示す。

c) 最大生産量の決定

酸素供給量一定の場合最大生産量を得るためには 4 式の V を供給量に等置し 2 式の Y が最大になるような x_i を決めれば良い。またこの x_i は以下に示すように LAGRANGE の年数法によつて決めることができる。すなわち

$$F = \sum_{i=1}^n [k_i (a_i x_i + b_i)] - \lambda \{ \sum_{i=1}^n [k_i (a_i x_i^2 + b_i x_i)] - V \} \dots\dots\dots (5)$$

$$\partial F / \partial x_i = a_i - \lambda (2a_i x_i + b_i) = 0 \quad (i=1 \dots n) \dots\dots (6)$$

$$\partial F / \partial \lambda = \sum_{i=1}^n [k_i (a_i x_i + b_i)] - V = 0 \dots\dots (7)$$

λ: 任意の補助の未知数

3) 計算結果

平炉の稼働基数は各月の生産予定および修繕計画などを考慮して決められるため毎月一定したものでなく、酸素供給量もまた発生設備の稼働状況および転炉工場を始めとする所内他部門との関連によつて割当てられ各月間かなりの変動がある。それゆえ試算の基礎として昭和 35 年 7 月の平炉稼働実績および酸素供給量を用いた。各平炉の稼働率および稼働基数を考慮した 1 時間当りの製鋼能率と酸素使用量との関係を期間別炉別に求め、これらの数値を酸素供給量とともに 6 式および 7 式に代入した結果得られた酸素割当量と酸素割当量差異 (最適割当量 - 実績割当量) とを Table 1 に示す。また Table 2 に最適割当量下における月間生産量および実績生産量との差異を示す。表から最適酸素割当量下における生産増は約 1904 t になることがわかる。なお S 工場 60 t 平炉は酸素を使用していないため計算もこれに準じた。

III. 結果の検討

稼働中の炉について最大製鋼能率を得るための酸素割

Table 1. Result of calculation of O₂-allotment. (m³/t)

			H			S		T			K
			100 t	130 t	150 t	60 t	150 t	60 t	130 t	150 t	120 t
I	Cal.	(m ³ /t)	4.74	0	0	0	11.98	18.42	10.21	11.98	11.01
	Diff.	(%)	-10.06	0	-13.10	0	7.38	18.42	4.41	4.88	-6.69
II	Cal.	(%)	4.18	0	0	0	11.40	17.82	9.62	11.33	10.40
	Diff.	(%)	-5.83	0	-8.70	0	2.30	17.12	2.32	3.33	-6.30
III	Cal.	(%)	12.36	0	6.21	0	19.58	26.01	17.81	19.57	18.59
	Diff.	(%)	-4.24	0	-15.19	0	6.28	15.91	4.21	-0.83	-5.51
IV	Cal.	(%)	14.04	11.21	7.68	0	21.25	27.68	19.46	21.18	20.26
	Diff.	(%)	-5.45	-1.99	-8.72	0	5.55	13.48	3.36	5.48	-5.84
V	Cal.	(%)	4.54	1.95	0	0	11.90	18.22	10.01	11.77	10.80
	Diff.	(%)	-8.66	-8.35	-9.30	0	3.30	17.62	3.51	5.47	-6.50
VI	Cal.	(%)	10.52	7.89	4.20	0	17.81	24.14	15.94	17.60	16.73
	Diff.	(%)	-5.78	-5.11	-11.60	0	9.91	11.84	1.34	7.70	-2.47

Table 2. Production of ingots under optimum O₂-allotment (t).

		H				S			T				K	Total
		100 t	130 t	150 t	Total	60 t	150 t	Total	60 t	130 t	150 t	Total	120	
I	Cal.	3230	0	2195	5425	3589	2058	5647	6252	1582	1634	9468	10107	30648
	Diff.	-449	0	-358	-807	0	234	234	1968	104	123	2195	-1027	596
II	Cal.	6072	0	2745	8817	6487	2340	8827	7841	1960	2311	12112	14404	44160
	Diff.	-494	0	-298	-792	0	83	83	2318	68	120	2506	-1388	409
III	Cal.	2837	0	1183	4020	2570	1150	3720	3697	882	1069	5648	6525	19913
	Diff.	-151	0	-209	-360	0	100	100	889	51	-12	927	-489	178
IV	Cal.	18117	1357	8084	27559	18502	7656	26158	20884	9885	7263	38032	40930	132680
	Diff.	-1224	-30	-831	-2085	0	573	573	4152	436	535	5123	-3182	428
V	Cal.	1489	1010	1098	3597	2692	734	3430	2609	1341	952	4901	6033	17962
	Diff.	-137	-113	-128	-378	0	37	37	788	71	81	939	-596	2
VI	Cal.	3626	2180	2311	8117	5288	516	5804	6545	3436	1441	11422	13532	38874
	Diff.	-269	-138	-319	-726	0	58	58	1205	63	158	1426	-467	291
Total					-5148			1085				13116	-7149	1904

当量を計算したがその結果は Table 1 に示すように実績とはやや異なっている。すなわち最適割当量は H150 t, H130 t 平炉など 1 回当り出鋼量の多い炉に対しては実績よりも少なく、製出鋼量ではこれら大型炉の約 1/3 にしか当たらない 60 t 平炉に対しては実績に比して非常に多くなっている。

この原因としてつぎのようなことが考えられる。

第一に酸素 1m³/t が製鋼能率におよぼす効果は Fig. 1 に示したように小型炉に比べて大型炉の方がやや大きい、酸素供給量 (m³/h) が変わった場合酸素の増減に

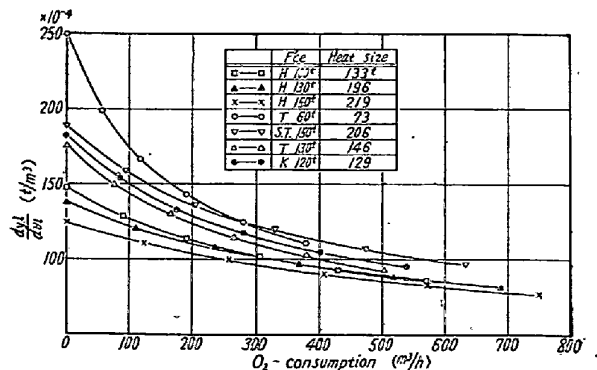


Fig. 2. Change of effect of O₂.

よる製鋼能率の変化率は Fig. 2 に示す。ように小型炉の方がいちじるしく大きくしかもその減少率も大きい。したがって供給量が少ない場合は小型炉使用の方が有利である。第一に 3 式に示すように酸素使用量 (m³/h) と良塊 t 当りの酸素使用量とは 2 次の関係にありしたがって製鋼能率 (t/h) を同じだけ増すための酸素量は小型炉ほど少なくてもよい。

上記 2 つの事項から酸素は製鋼能率の向上度の小さい大型炉よりもむしろ小型炉で多量使用の方が生産量を増すためには有利であることがわかる。製鋼能率の変動は製鋼時間の長短によつて決まる。また酸素を鋼浴に吹込んだ場合、酸素そのものによる脱炭、昇熱は炉別に差は無いと考えれば、良塊 t 当り時間当り同一の酸素量を大型炉、小型炉に吹込めば溶解および精錬時間は両者とも近い所まで短縮できるであろうが現在小型炉の約 3 倍かかる大型炉の装入時間を短縮することは困難でありこの点からも大型炉が不利であることが窺われる。また装入時間を左右する屑鉄と溶銑の装入割合は過去 4 カ月の平均値が 49・8% (銑鉄比 56・1%) である。これは昭和 33 年度平均溶銑比 61・1% に比較して約 11% の低下であり、これも製鋼能率低下の一因になつている。

IV. 結 言

酸素供給量一定のもので最大生産量を得るための割当量について検討した結果 1) 最適酸素配分量は現状の割当とはかなり異なつており、小型平炉に多用する方が生産量は増大する。 2) 最適酸素配分下における生産量と実際生産量との差は昭和 35 年 7 月の実績から試算した結果約 1900 t であつた。 3) 製鋼能率の変化率は酸素量の増加によつて減少するがその傾向は小型炉のみが大きい。 4) 大型炉の装入時間が全装入時間に占める割合は小型炉のそれに比して大きく、現状ではこの時間を短縮することが困難であるからしたがって製鋼能率の向上は大型炉の方が不利であると考えられる。

(49) 平炉酸素吹き込み天井ランスに関する模型実験

川崎製鉄千葉研究所

佐々木健二・○松野 淳一・河西 悟郎

A Model Experiment on a Roof Oxygen-Lance of an Open Hearth Furnace.

Kenji SASAKI, Junichi MATSUNO and Gorō KASAI.

I. 結 言

当工場においては、大量酸素の使用により平炉の能率がいちじるしく向上したが、さらに能率の向上をはかるため、現在ドアよりランスパイプで行なつている酸素の吹き込みを一部天井ランスによる方法により増強すべく検討中である。その基礎資料を得るため模型による実験を行なつたので結果を報告する。天井ランスにおいてはノズル形状により吹き込みの状況が大きく左右されるがこの実験ではノズル形状の効果を調査することを主眼とし、5 種のノズルを試作してスプラッシュの飛散、酸素吸収の効率の二点について比較を行なつた。Fig. 1 に試作ノズルの形状を示す。

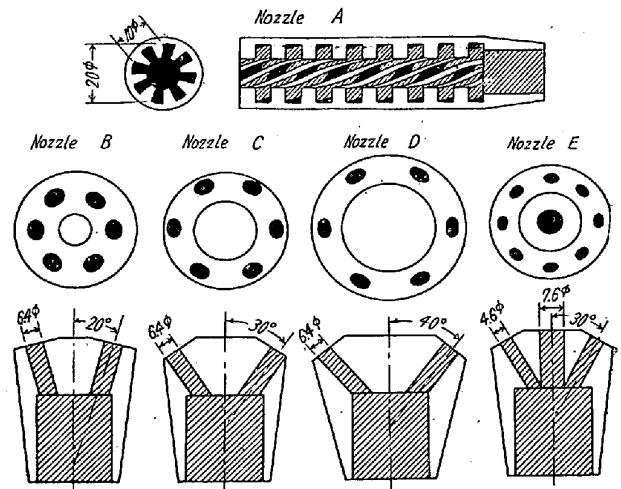


Fig. 1. Nozzles.

II. 模型系の相似性について

模型実験を行なう場合、模型と実体との間に運動の相似性を持たせるためレイノズル数、フルード数などの無次元数を模型と実体の間で一致させる必要がある。しかるにそれらの数をすべて一つの模型で一致させることは不可能であつて適当な取捨を行なわねばならない。この実験ではガス噴射による浴凹みの形、およびスプラッシュの運動の相似性を保たせるため、フルード数と飛沫数の二つを一致させることとした。この実験では酸素ガスの代わりに空気、溶鋼の代りに 57% グリセリン水溶液を用いたが、この模型系はそのような条件と満足するものである。実験におけるガス流量は 0.6~0.8m³/mn でこれは実炉における流量 1000~1300m³/h に相当する。スラッグの模型としては流動パラフィンを用いたが、これはその粘性係数から考えてやや粘いスラッグに相当するものである。

III. スプラッシュについて

スプラッシュの飛び方はノズル間で明瞭な差がある。