

(49) 洞岡純酸素転炉における熔銑配合率について

八幡製鉄所製鋼部

若林 一男・○武田 雅男

On the Pig-Ratio of a L. D. Converter at Kukioka Plant, Yawata Works.

Kazuo WAKABAYASHI and Masao TAKEDA

I. 緒 言

L D転炉が工場建設費，生産能率，作業費，管理費などにおいて経済的に有利であることは周知のとおりであるがそのコストを大きく可変する要因は主原料である熔銑と屑鉄の価格差である。しかしながら，工場の製銑能力に応じて熔銑配合率に弾力性をもたせる転炉操業を行なうために熔銑配合率の下限を追求することも重要である。

当八幡製鉄所洞岡転炉工場では低熔銑配合率操業に努
Table 1. An example of heat-balance in an L. D. converter at Kukioka.

Input		
Classification	× 10 ³ kcal/ t	%
Sensible heat of hot metal	233.4	50.7
Heat of combustion of Fe	19.2	4.2
" " C	132.5	28.7
" " Si	32.6	7.1
" " Mn	14.2	3.1
" " P	10.6	2.3
" " S	0.4	0.1
Heat of slag fotation	15.8	3.5
Sensible heat of scrap	0.6	0.1
" " " fluxes	0.3	0.1
" " " used oxygen	0.4	0.1
Total	460.0	100.0

Output		
Classification	× 10 ³ kcal/ t	%
Sensible heat of molten steel	337.1	73.3
" " molten slag	59.0	12.8
Heat loss by waste gas	40.0	8.7
Heat loss by decomposition of limestone	3.2	0.7
Radiant heat from converter surface	4.6	1.0
Heat loss from converter nose	3.5	0.8
Heat loss by cooling water for lance	5.6	1.2
Heat loss from others	7.0	1.5
Total	460.0	100.0

$$\eta_1 = \frac{\text{Sensible heat of molten steel and slag}}{\text{Input}} = 86.1\%$$

$$\eta_2 = \frac{\text{Sensible heat of molten steel}}{\text{Input}} = 73.3\%$$

力をつづけ 50 t 転炉において熔銑配合率 70% を切る操業が可能である実績を得た。以下簡単に最近の洞岡転炉工場における低熔銑配合の操業成績について報告する。

II. 転炉の熱精算

Table 1 に洞岡転炉 (60 t 出鋼) の熱精算結果を示す。計算の過程は省略するが，これから分るように転炉の入熱の 95% は熔銑の顕熱と潜熱でありしたがって炉容，熔銑成分，温度が一定であるとき，熔銑配合率を低下させるためには (1) 炉の熱効率をあげる。(2) 屑鉄以外の冷却効果として働く材料を減量する以外にはない。当転炉では極力非製鋼時間を短縮して出鋼ピッチをあげまた吹錬条件の検討を行ない炉の熱効率向上に努めるとともに，冷却効果の大であるスケール (屑鉄の 2.04 倍) 石灰石 (屑鉄の 1.5 倍) を可能な限り減量する方向をとつた。

III. 熔銑配合率と能率

および諸原単位との関係

当工場における熔銑配合率は年月を追って低下してきた。当工場の最近 2 カ年間における熔銑配合率の推移は省略する。また Fig. 1 に熔銑配合率と副材料 (石灰，石灰石，スケール，螢石) 原単位，酸素原単位，良塊歩留，製鋼能率との関係を示す。データは最近 1 年半の月平均の成績からとつた。

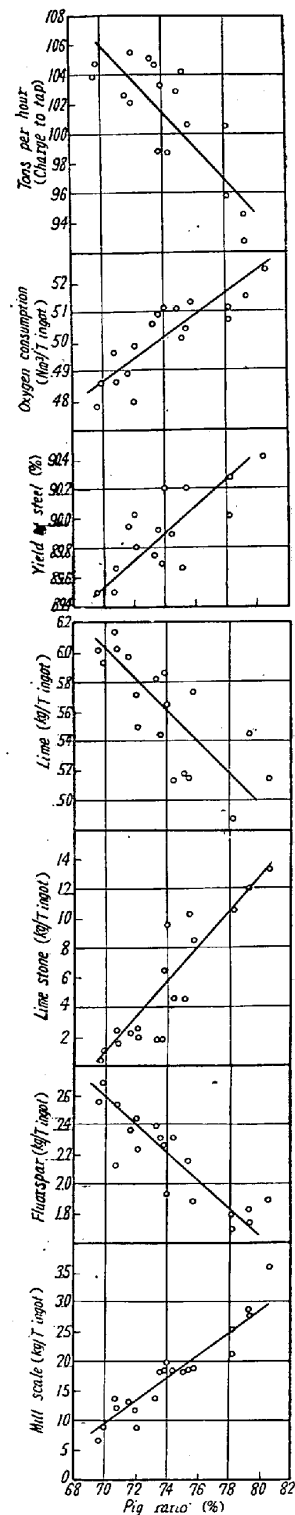


Fig. 1. Relation between pig-ratio and mill scale, fluorspar, limestone, lime, yield of steel, oxygen consumption and ton per hour.

IV. 熔銑配合率 70% 近傍の諸成績について

L D 転炉に副材料として装入される石灰, 石灰石, ミルスケール, 螢石は媒熔剤という本来の機能以外に冷却材としての機能をもっている. 中でもミルスケールの冷却効果が一番大であるから L D 転炉の熔銑配合率を低下させるためにはミルスケールの減量が一番効果がある. しかしミルスケールを減量すれば滓化が不良となるためこの品質におよぼす影響を原単位能率などと一緒に調査した.

データは実際操業成績からとりその条件としては

鋼種: 成品 [C] < 0.10% の極軟リムド鋼

吹止 [C]: 0.05~0.07%

吹止温度: 1585~1605°C

装入量: 67~71 t/ch

熔銑成分: 一定成分範囲

なお, 時間的に遅れのある ch は除外した.

Table 2 に 1 ch 当りミルスケール使用量 300 kg/ch (A), 1000 kg/ch (B) についての諸成績の平均値を示す.

(イ) 屑鉄配合率

屑鉄配合率は A と B では 1.9% 変化している. これよりミルスケール 0 kg/ch では屑鉄配合率 29.7% 近くなることが推定される.

結果では屑鉄配合率が 29.1, 29.4, 30.1% を示した.

(ロ) 脱 [P] 状況

スケールは石灰の滓化剤であり A は B に比して

滓化状態がわるいため, 同一条件で同一塩基度を得るために石灰を約 270 kg/ch 増量せねばならない. ミルスケール減量の代りに石灰増量, 螢石増量を行ない成品 [P] 成績ではほとんど同程度の成績が得られた. しかしなお, 石灰の size, 吹錬条件の検討によつてさらに品質の向上が期待される.

(ハ) 製出鋼歩留

ミルスケール中には FeO 65~72%, Fe₂O₃ 28~30% が含まれておりミルスケール 700 kg (A, B の差) の分解により Fe 約 490 kg 発生する. したがつてこれが 100% 利用されるものとすれば製出鋼歩留は 0.6% 上昇 (ただし 63 t 出鋼の場合) するはずである. Table 2 からミルスケール 700 kg より製出鋼歩留 0.5% 上昇しておりその歩留は約 83% である.

(ニ) 酸素原単位

ミルスケール 700 kg の分解により酸素 115 Nm³ 発生する. この酸素が 100% 利用されるものとすればミルスケール 700 kg/ch の増量により酸素原単位は 1.83 Nm³/t 低下するはずであるが Table 2 より酸素原単位は 1.3 Nm³/t 低下しておりその効率は約 71% である.

(ホ) 副材料原単位

(ロ) に述べたごとくスケールが 300 kg/ch になつてくると石灰の滓化状態がやや不良となるため石灰および螢石原単位をそれぞれ増加せねばならない.

V. コークス装入による低熔銑配合試験

さらに熔銑配合率を低下させるために coke の炉内装

Table 2. Results of low pig-ratio operation in an L.D. converter at Kukioka.

A: Mill scale 300 kg/ch N=45, B: Mill scale 1,000 kg/ch N=48

Main materials (t/ch)				Fluxes (t/ch)			Iron composition C, Si, Mn × 10 ⁻² % P, S × 10 ⁻³ %					
Pig iron	Scrap	Total	Scrap ratio	Lime	Mill scale	Fluorspar	C	Si	Mn	P	S	
A	49.35	20.12	69.48	28.92	3.224	0.300	0.157	457.4	58.6	91.6	239.5	31.7
B	50.21	18.48	68.69	27.00	2.958	1.000	0.144	465.1	60.8	88.0	241.5	32.1

P × 10 ⁻³ %		Slag analysis (%)											
Blow-end	Ladle	T. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Free lime (%)	P ₂ O ₅ /P	Basicity	
A	23.3	19.1	16.87	13.11	9.17	11.91	8.65	48.42	2.13	3.37	20.86	144.6	3.62
B	21.6	18.6	16.68	12.70	9.44	11.81	8.46	47.82	2.17	3.34	20.50	154.6	3.61

Slag weight		Time (mn)			Oxygen consumption		Metal yield	
t	%	Charging time	Refining time	Operating time	Nm ³ /t-pig	Nm ³ /t-ingot	%	
A	7.178	11.72	5.0	20.65	32.5	61.83	48.6	91.0
B	7.700	12.22	5.0	20.76	32.7	61.80	49.9	91.5

入試験を行なった。工場には coke 添加設備がないためにいかなる方法で coke を使用するのがもつとも効果的かを調査の目的とし

(A) 混銑炉から出銑時に熔銑鍋内に coke を添加する方法。

(B) 吹錬途中で一旦送酸を中止し rotary feeder から coke を添加する方法。

(C) 屑鉄装入前に炉内へ coke を装入する方法。

の三法について装入量 66,500kg, 屑鉄配合率 25.5%, 熔銑成分一定, 副材料使用量一定 (石灰 3,500kg ミルスケール 1,000kg 螢石 100kg) と条件を一定とし連続的に試験した。その結果を Table 3 に示す。

Table 3. Results of coke charged tests.

Process	Ordinary	A	B	C
n	—	5	3	3
Pig ratio	—	-1.3	-1.3	-1.3
Up temp. (°C)	—	+22	+26	+20
Charging time (mn)	5	5	5	8
Refining time (mn)	21.6	22.5	22	22.6
Operating time (mn)	34	36	37.0	38.5
Tons per hour (ch to tap)	107	101	97.5	94.5
Oxygen consumption (m ³ /t-ingot)	50.3	53.9	53.4	53.5

A; Charge coke (300 kg) into a pig ladle when pig iron is tapped from a mixer.

B; Charge coke (300 kg) into the converter from the rotary feeder.

C; Charge coke (300 kg) into the converter by scrap chute before scrap is charged.

各法においてその鋼浴温度上昇はほぼ等しいが熱効率の点ではB法が有利である。おおよそ coke 300kg/ch 使用により熔銑配合率 1.3% 減少できることが分つた。これは主原料 66,500kg/ch 装入の場合 coke 300kg/ch 使用は熔銑 900kg 減少 (屑鉄 900kg 増加) に相当する。装入屑鉄, 熔銑の 900kg の増減は装入材料の熱精算上から理論的に計算すると coke 224kg (coke 中の C を 80% とし CO₂ 17.0%, CO 80.0% に燃焼するものとする) となりしたがつて装入 coke の燃焼効率は 74.5% である。原単位, 能率面では coke 300kg/ch 装入によつて酸素原単位は 3~3.5 Nm³/t-ingot 増, 吹錬時間 1~2.5 分増, 製鋼能率は 6~13t/h 減となる。coke 粒度については粉, 粒 coke が良く塊 coke は溶解燃焼に時間を要し好ましくない。

VI. 結 言

LD 転炉の熔銑配合率を一番大きく左右するものは副材料のミルスケールと石灰石でありこれを極少まで減量することにより LD 50t 転炉の熔銑配合率を平均 70

%にまで下げることができる。またこれに付随して酸素原単位の切下げ, 吹錬時間の短縮による製鋼能率の向上を図ることができる。さらに転炉炉内に粉 coke を 5 kg/t 添加することにより熔銑配合率を 1.3% 下げることができる。

(50) 脱 P におよぼす造滓条件の影響について

(純酸素転炉の脱 P に関する研究—II)

八幡製鉄所技術研究所

工博 瀬川 清・渡辺司郎・○田中徳幸

Effect of Fluxing Conditions on Dephosphorization.

(Study on dephosphorization of a L.D. converter—II)

Dr. Kiyoshi SEGAWA, Shirō WATANABE
and Noriyuki TANAKA

I. 緒 言

純酸素上吹転炉では全吹錬時間が 20~30 分ときわめて短く, その間に熔鋼中の [P] もほぼ平衡に達している。このように酸化反応そのものがきわめて高速であるから脱 P 反応の管理という点では, 従来のような平衡論的研究にまつよりもむしろ速度論的研究を重視すべきと考えられる。すなわち転炉製鋼法では吹錬の過程において脱 C に先んじて脱 P を行なうことがとくに肝要で, 優先脱 P が遂行できればその後は適当なキャッチカーボンによつて操業をより合理的かつ経済的なものに行なうことができるはずである。かかる見地から当所では数年来, 相似則を適用した小型転炉を用いて主として Si 吹期における脱 P 反応と吹精条件ならびに造滓条件の関係を調査する実験を続けて来た。そしてこの内モデル炉の相似性の検討結果および吹精条件の影響については, その概要をさきの東海支部講演会²⁾に発表した。そこで今回は主として造滓原料組成, 粒度などの造滓因子の影響について調査した結果を報告する。

II. 実験方法

モデル炉に製鋼用冷銑 (C 4.4%, P 0.27%) 830~1900g を装入し, 加熱溶解する。溶解後浴温が一定温度になつたらただちに造滓原料を投入すると同時に純酸素吹錬を始める。メタルおよびスラグの試料採取や浴温測