

© 1983 ISIJ

技術報告

Na₂CO₃ により事前精錬した溶銑の上吹き 転炉での脱炭試験

山本 里見*・石川 英毅*・桑原 正年*
小久保一郎*²・中嶋 睦生*²・小菅 俊洋*³

Decarburization of Na₂CO₃ Pre-refined Hot Metal in LD Converter

Satomi YAMAMOTO, Hidetake ISHIKAWA, Masatoshi KUWABARA,
Ichiro KOKUBO, Mutsuo NAKASHIMA, and Toshihiro KOSUGE

Synopsis :

Decarburization of desiliconized, dephosphorized and desulphurized (pre-refined) hot metal was studied. The pre-refined hot metal (45 T) was charged in LD converter (75 T/heat) and oxidized with top blown oxygen. Since [P] and [S] contents of hot metal had been reduced to the specified concentration range for those elements, the flux (lime) was not used. The amount of slag formed at the turn down was less than 5 kg/t.s and the thickness of slag on the steel bath was estimated to be 5 mm.

The metallurgical characteristics of decarburization without the use of flux were summarized as follows.

- 1) High efficiency (97%) of oxygen used for the oxidation of elements (C, Si, Fe, etc) was kept throughout the whole blowing period even in the production of low carbon steel.
- 2) Very low concentrations of [N] and [H] at turn down were obtained (less than 10 and 2 ppm, respectively).
- 3) Iron yield of heat was improved by 0.37%.
- 4) The amount of dust evolved during the blowing was the same as that of the ordinary heats. The iron content of the dust was 10% higher than that of the ordinary heats.
- 5) Bath temperature was raised at the rate of 120°C/[%C] during the decarburization.

1. 緒 言

最近の製鋼プロセス研究の課題のひとつとして、転炉の精錬機能を分割する多段製鋼法(または分割精錬法)がある。同法は精錬工程を脱けい、脱りん、脱硫および脱炭の各段階に分け、おのおのの段階で最適な反応条件をえることを目的としている¹⁾²⁾。脱りん、脱硫工程には、副材料種類および反応炉形式など多くの方法があるが、脱炭工程は前工程と関係なく共通の技術として開発されている。

あらかじめ精錬された溶銑は、脱炭時にスラグ精錬を行う必要はなく、副材料を用いない、もしくはごく少量用いる脱炭操作が適切と考えられている。本報では、このような脱炭法をスラグレス脱炭法とよぶことにする。

80~100 kg/T. S と大量のスラグのもとで脱炭・脱り

んを行う通常操作では、スラグに起因する操業上の支障が知られているが、スラグレス脱炭ではこれらを解決できると期待される。すなわち、i) スロッピング、スラグ(T. Fe) および粒鉄による大きい鉄損失、ii) 脱炭酸素効率の変動、iii) 高吹き止め[H]などの解決が考えられる。

一方、i) スプラッシュ、ダストを吸収するスラグの機能がなく、鉄歩留りが低下するとともに操業が不安定になる。ii) 火点で生成した鉄酸化物の活量を小さくするスラグがないため、耐火物原単位が大きくなる。など現行操業よりも不利になる点も懸念される。

筆者らは、Na₂CO₃ で溶銑を連続精錬することを基本にした多段製鋼法の開発を目的とし、半工業的実験を行っており³⁾、その一環として 75 t 上吹き転炉でのスラグレス脱炭試験結果について報告した⁴⁾。

昭和 54 年 4 月本会講演大会にて発表 昭和 57 年 5 月 4 日受付 (Received May 4, 1982)

* 新日本製鉄(株)生産技術研究所 (Process Technology R & D Laboratories, Nippon Steel Corp., 1-1-1 Edamitsu Yawatahigashi-ku Kitakyushu 805)

*² 新日本製鉄(株)八幡製鉄所 (Yawata Works, Nippon Steel Corp.)

*³ 新日本製鉄(株)光製鉄所 (Hikari Works, Nippon Steel Corp.)

山田ら⁵⁾は、180 t 上吹き転炉でランス高さを通常操業の2倍にして送酸することにより、スラグレス脱炭で極低炭域まで脱炭酸素効率が一定になることを見出した。梅沢ら⁶⁾は、底にポーラスプラグを設置した炉でFe-C系溶鉄(500 kg)を副材料なしで上吹き脱炭し、脱炭時の突沸現象を避けるには、適正な送酸速度と浴攪拌とが必要であることを見出ししている。喜多村ら⁷⁾は、200 t 上底吹き転炉(LD-OTB)でのスラグレス脱炭で通常操業よりも脱炭酸素効率および吹き止め[Mn]が高くなり、吹き止め[O]、[N]が低くなることを見出ししている。また、マンガン鉱石使用で吹き止め[Mn]を高くできることもあきらかにした。さらに、実験炉、実用炉での試験結果^{8)~10)}が報告されている。

本報告はNa₂CO₃で事前精錬した溶銑を上吹き転炉で脱炭した試験結果をもとに、上吹きスラグレス脱炭の特色をまとめたものである。

2. 試験設備と試験方法

2.1 試験設備

八幡製鉄所旧第三製鋼工場 OG 転炉(75 t/ヒート)を試験炉として用いた。同炉は築炉後の内容積74.0 m³、炉高・炉径比(H/D)=1.43の炉形状をもち、最大送酸速度は13 500 Nm³/hである。炉形状や付帯設備などの変更、改造はおこなわなかつた。

2.2 試験方法

爐型連続精錬炉でNa₂CO₃によつて脱りん脱硫した溶銑³⁾を用いた。輸送鍋内容積の秤量、試料採取および测温をしたのち、同鍋から直接転炉に装入した。

通常操業時の転炉内壁には大量のスラグが付着している。スラグレス脱炭では、この付着スラグが溶出してくる。これを避けるために試験操業に先立ち、高いランス位置での送酸で炉壁スラグを流出させる操業を1ヒート行い、それ以後を試験操業とした。5~7ヒート連続して試験した。

通常溶銑、スクラップを併用せずに事前精錬された溶銑のみを装入し、吹き止め温度調節は鉄鉱石装入によつた。溶銑装入量は平均44 tであり、これは75 t 転炉での軽装入下限値から決定した。大部分の試験では副材料を全く使用しないが、2~20 kg/T. HMの生石炭、軽焼ドロマイトを使用する試験を少数加えた。

脱炭時、送酸速度、L/L₀[†]は固定した。比送酸速度は通常操業での上限210 Nm³/T. hを下限とし、300 Nm³/

† L/L₀: 上吹き酸素ジェットによる溶鉄浴のへこみの深さ(L)の静止浴深(L₀)に対する比率を示す。この値が大きいくほど、いわゆるハードブローとされている。

Table 1. Experimental conditions.

Items	Experimental Heats	Ordinary Heats
Oxygen Flow Rate (Nm ³ /h)	9000/13000	13000
Specific Oxygen Flow Rate (Nm ³ /T.h)	210/300	165/207
L/L ₀	0.6/0.9	0.8
Charged Hot Metal (T/heat)	40.1/51.2	60.2/75.3
Charged Scrap (")	—	8.1/12.4
Consumption of Iron Ore (kg/T)	0/12.1	3.7/51.9
Consumption of Lime (")	0/12.1	27.1/50.3
Consumption of Dolomite (")	0/15.7	—
Blowing Time (min.)	6.9/13.0	13.8/17.6

Table 2. Chemical compositions of hot metal and steel in experimental and ordinary heats.

		C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	T (°C)
Experimental Heats	Hot Metal	3.98	0.065	0.14	0.020	0.007	1260
	Steel	0.045	tr.	0.14	0.018	0.006	1650
Ordinary Heats	Hot Metal	4.51	0.54	0.42	0.085	0.024	1274
	Steel	0.07	tr.	0.18	0.015	0.016	1651

Turn down [%C] < 0.10

T. hまで変更した。ランスノズル仕様、L/L₀は通常操業と同じとした。操業条件および溶銑、吹き止め成分を、同一転炉で同時期に行つた通常操業でのそれと比較して示すと、Table 1, 2 のようになる。

送酸開始とともに脱炭速度(排ガス量)が急激に増大し、吹錬中スロッピングはもちろん炉口部での排ガス息つき現象もなく、静かな操業である。吹き止め後炉を傾動すると、溶鋼面の1/3以上にスラグがなく直接溶鋼を観察できる。炉肩部およびランスに地金付着がみられるヒートがあつた。出鋼後鋼塊法または連続鑄造法で半製品をえ、鋼片、製品調査に向けた。

溶銑、溶鋼分析はカントバック法により、吹き止めスラグは化学分析によつた。吹き止め[N]、[H]は、不活性ガス搬送融解-熱伝導度法により分析した。

3. 試験結果

3.1 スラグレス脱炭の操業特性

3.1.1 吹き止めスラグの組成およびその量

副材料を装入しない場合でも、溶銑[Si]、鉄鉱石中SiO₂、炉壁付着スラグの溶解および耐火物溶損などにより、吹き止め時に少量のスラグが存在する。副材料を装入しないおよび少量装入した試験での、吹き止めスラグ

Table 3. Chemical compositions of slags at turn down.

	(%)					
	CaO	MgO	SiO ₂	T.Fe	MnO	P
Heat without Flux	9.08	29.3	25.0	16.4	9.10	0.080
Heat with CaO:160 Dolomite:80(kg/heat)	17.4	14.1	17.2	24.7	1.38	0.26

組成例を示すと Table 3 のようになる。

試験前に炉壁付着スラグの溶解操作を行つても、残存スラグが長期にわたつて吹き止めスラグ組成に影響する。同一炉で副材料を装入しない試験を連続して行つた際の、吹き止めスラグ組成推移の例を示すと Fig. 1 のようになる。初ヒートでの (CaO)22% がしだいに減少し 8% と低い値となり、(MgO) は除々に上昇し 25% 以上となる。しかし、Table 3 に示したように少量の副材料装入により、(MgO) は 5~15% 程度に低下している。

Fig. 1 に示した試験のスラグ量を Si 物質収支から算定すると、No. 4 以降の試験では平均 200 kg/ヒートとなる。この量は脱炭時に 5 mm 程度のスラグ層のあることに相当し、吹き止め時の観察結果とはほぼ一致すると考えられる。

3.1.2 脱炭反応

本試験では、事前精錬した溶銑を使用するほかに、比送酸速度を 210~300 Nm³/T. h と大きくしたので、脱炭時間は 6.9~13.0 min と通常操業 (平均 15.6 min) よりも短い、特異な現象は認められなかった。

送酸開始後、脱炭速度は送酸速度で律速される値にただちに到達し、それが低炭域まで維持されているのが、吹錬時の排ガス流量推移から推定できる。また、フレームドロップ (低炭域で排ガス量が急激に低下する現象) が低炭側に移行し、[C]<0.02% でこの現象が確認された。

溶銑中 C, Si, Mn, P, Fe の酸化に消費された総酸素量^{†2}の供給酸素量^{†3}に対する比率を酸素効率 (η_{O₂}) と定義し、各試験の酸素効率と吹き止め [C] との関係を示すと Fig. 2 のようになる。スラグレス脱炭での酸素効率が全吹き止め [C] 域にわたつて高い。おのおのの平均値は通常操業で 85% となるのに対し、スラグレス脱炭では 97% と高い。スラグレス脱炭では低炭域まで酸素効率が低下せず、しかも FeO 生成量が少ないので脱炭酸素効率も低炭域まで高く、前記のフレームドロップ現象の観察結果とよく一致している。比送酸素速度を大きく

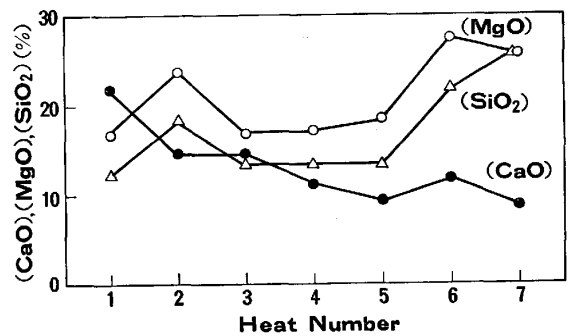


Fig. 1. Changes in chemical compositions of slag in consecutive fluxless heat.

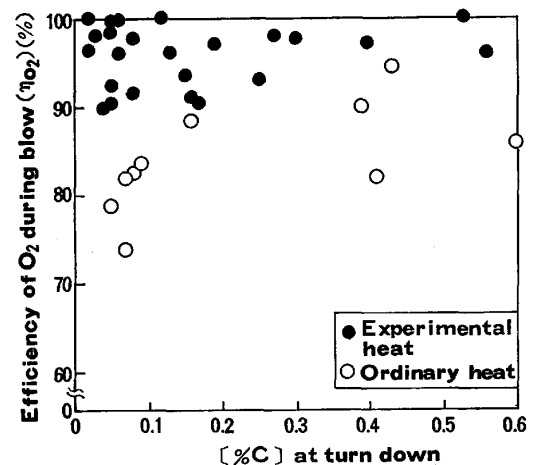


Fig. 2. Relation between efficiency of O₂ during the blow and [%C] at turn down.

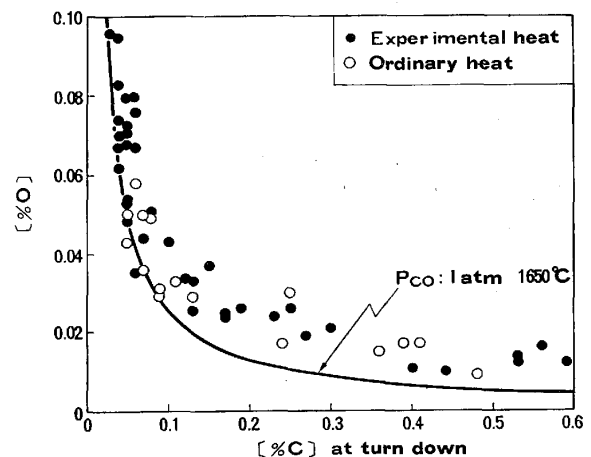


Fig. 3. Relation between [%O] and [%C] at turn down.

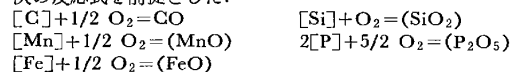
変動させているが、酸素効率への影響はあきらかでない。

分析による吹き止め [O] と吹き止め [C] との関係を示すと Fig. 3 のようになる。スラグ量の影響はみられず、P_{CO}=1 atm, 1650°C の条件で求めた [C]-[O] 平衡値に、全試験結果が近接している結果が得られた。

3.1.3 脱炭時の [P], [S], [Mn] 推移

副材料を装入しない脱炭では、[P] の変動はほとんど

†2 次の反応式を前提とした。



†3 供給酸素量: 送酸量に装入鉄銑石、鉄マンガン銑石の酸化鉄、酸化マンガン中酸素を加えた。

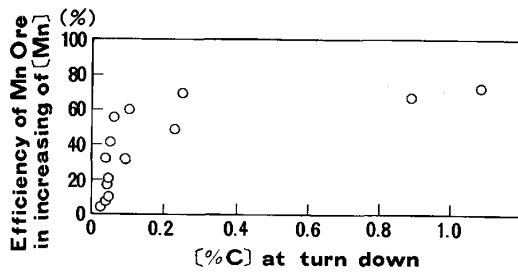


Fig. 4. Effect of [%C] at turn down on efficiency of Mn ore in increasing of [Mn] content in steel.

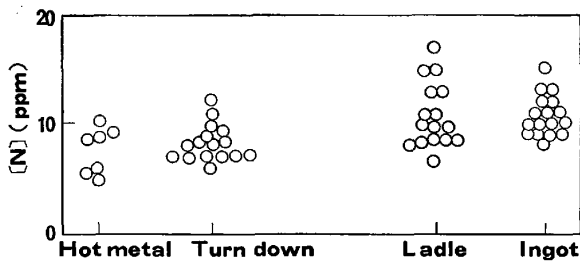


Fig. 5. Changes in [N] content during the steelmaking process.

ない。5~20 kg/T. HMの生石炭，ドロマイトを装入すると，脱炭時の脱りんがみられた。

吹き止めスラグ(P)が0.1~0.2%と低く，しかも取鍋へのスラグ流出量も少ないので，キルド鋼，セミキルド鋼での吹き止め以降の復りん量は平均0.0006%($n=16$)で，通常操業での0.0038%($n=6$)よりも小さい。

[S],[Mn]の変動もみられない。スラグ量が少ないので，脱炭時にマンガン鉱石を装入すると吹き止め[Mn]を高く保つことができ，マンガン合金鉄の節減につながる。Mn:33.4%，Fe:21.8%の鉄マンガン鉱石を4~7 kg/T. HM装入する試験を行つた。脱炭前後で[Mn]に変動がないことから，同試験での[Mn]変動はすべて鉄マンガン鉱石中Mnによるとし，その歩留りを吹き止め[C]との関係で示すとFig. 4のようになる。吹き止め[C]>0.1%で歩留りは50%以上となり，マンガン合金鉄節減に有効なことを確かめた。

3.1.4 ガス成分の挙動

吹き止め[N]は吹き止め[C]<0.10%の範囲で平均8.2ppm(6~12ppm)となる。しかし，再吹錬すると通常操業での再吹錬ヒートと同様に20~30ppmと高くなる。吹き止め[N]が低いのは， Na_2CO_3 で事前精錬した溶銑[N]が平均8ppmと低いのが，その原因のひとつと考えられる。

スラグレス脱炭で低炭材(薄板材，軟線)を溶製した際の[N]推移をまとめるとFig. 5のようになり，吹き止め[N]6~12ppmが鋼塊内でも7~13ppmと低く保

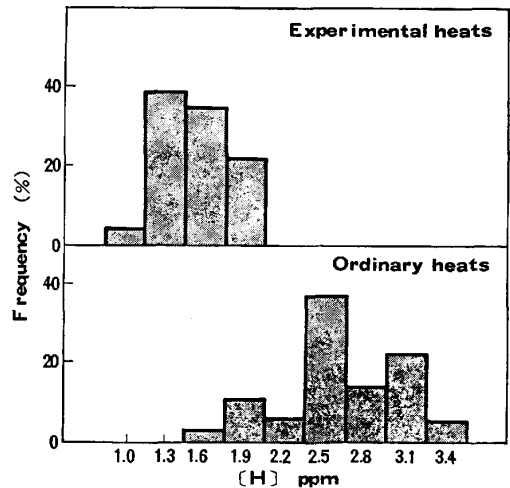


Fig. 6. Comparison of [H] content in ingots. (High carbon killed steel)

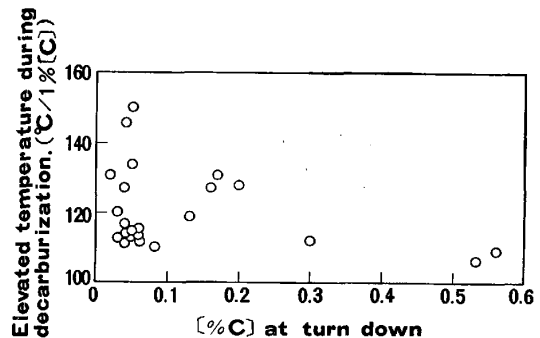


Fig. 7. Relation between amount of elevated temperature during the decarburization and [%C] at turn down.

持されている。多段製鋼法が低窒素鋼溶製に有利な手法であるといえる。

吹き止め[H]は吹き止め[C]と関係なく2ppm以下と低い。キルド鋼の铸型内容鋼[H]を通常操業の場合と比較するとFig. 6のようになり，低水素鋼の溶製も可能である。

少量の副材料を装入したヒートでの吹き止め[H]は，副材料なしの場合と等しい値となつており，本試験範囲の副材料を使用しても，吹き止め[H]にほとんど影響しないことがわかる。

3.2 脱炭時の浴温変化

事前精錬された溶銑の脱炭では，[C]酸化熱のみで昇温される。脱炭前後の浴温差に，装入した鉄鉱石による冷却代(6.8°C/kg鉄鉱石/t.s)を補正した値を，発熱源の脱炭量([C])で除した昇温量と吹き止め[C]との関係を示すとFig. 7のようになる。低炭域で吹き止めると120°C/1%[C]となり， $[\text{C}] + 1/2 \text{O}_2 = \text{CO}$ の酸化反応によると計算した昇温量107°C/1%[C]よりも大きく，これは炉内でのCO2次燃焼の寄与によると推

Table 4. Chemical compositions of dusts.

	(%)			
	M,Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	T,Fe
Experimental heats	14.3	68.9	9.23	74.3
Ordinary heats	3.0	60.4	21.8	65.2

定される。

3.3 ダストの発生量とその組成

湿式集塵機集塵水を沈殿池入口で 5 min 間隔に採取し、ダスト量および組成を調査した。スラグレス脱炭時のダスト量は 300~600 kg/ヒートと変動した。同一方法で測定した通常操作時のダスト量は平均 9.4 kg/T. S (n=12) であるのに対し、スラグレス脱炭では平均 10.0 kg/T. S であった。同調査で得られたダストの平均組成を示すと Table 4 のようになり、スラグレス脱炭でのダストは金属鉄分の高いのが特色といえる。

スラグレス脱炭では、ダスト量が脱炭時間に比例する傾向がみられる。ダスト発生場所を火点近傍とすると、同一脱炭時間でのダスト発生量で比較するのが適切といえる。通常操作でのダスト総量 (648 kg/ヒート) をスラグレス脱炭との平均脱炭時間比 (11.5 min/15.6 min) で補正すると 478 kg/ヒートとなり、スラグレス脱炭での実績 421 kg/ヒートと大きな差はない。スラグレス脱炭でダストとしての鉄損失は増大しないといえる。しかし、これらは確かめられていないので、後述の鉄収支には測定値を用いた。

3.4 転炉耐火物の溶損

スラグレス脱炭操作の 1 炉代に占める比率が小さいので、溶損量を定量化できなかった。

4. 考 察

4.1 溶鋼・スラグ間のみかけの平衡値

吹き止め時のみかけの脱りん平衡値 K_p' ($(P_2O_5)/[P]^2(T, Fe)^5$) を、比較操作とした通常操作を含め (CaO) との関係で示すと Fig. 8 のようになる。同図から (1) 式の回帰式が求まる。同転炉通常操作時の K_p' は (2) 式¹²⁾ で示されている。(2) 式が低 (CaO) 域でも成立すると仮定して、1650°C での計算値を Fig. 8 に併記した。低 (CaO) 域での K_p' は、高 (CaO) 域から推定した値よりも 10 倍以上大きい。

$$\log K_p' (=P_2O_5)/[P]^2(T, Fe)^5 = 0.0776(\%CaO) - 0.496 \times 10^4(1/T) - 2.67 \dots (1)$$

$$\log K_p' (=P_2O_5)/[P]^2(T, Fe)^5 = 0.105(\%CaO) + 2.76 \times 10^4(1/T) - 21.24 \dots (2)$$

低 (CaO) 域で K_p' が大きいのは、共存する (MgO) (15~25%) によるとも考えられるので、Surro¹³⁾ らの

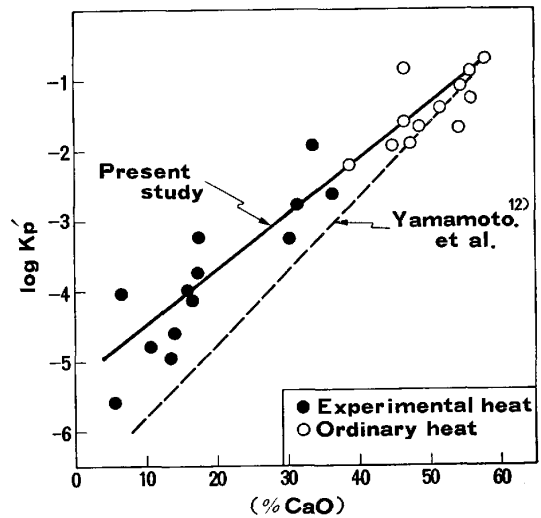


Fig. 8. Relation between $\log K_p'$ and (%CaO).

Table 5. Comparison of Fe output in Fe material balance between experimental and ordinary heats.

	(%)			
	Steel	in Slog	in Dust	not estimated
Experimental heats	97.36	0.27	0.86	1.51
Ordinary heats	96.99	1.40	0.59	1.02

MgO 飽和スラグでの脱りん平衡式を外挿し検討した。高 (CaO) 域では実績値と計算値とが対応するが、低 (CaO) 域では計算値が実績値より小さく、同式では K_p' の差を説明できなかった。

吹き止め時の Mn 分配比は (3) 式で示され、鉄マンガン鉱石装入の影響はみられなかった。

$$(MnO)/[Mn] = 0.246(\%T, Fe) - 33.1(CaO/SiO_2) + 65.1 \times 10^4(1/T) - 260.3 \dots (3)$$

4.2 鉄歩留り

スラグレス脱炭では、鉄歩留りの向上が期待される。次の測定値、計算値を用いて鉄収支を計算した。出鋼量：鋼塊、残塊、残湯の実秤値と鍋付地金量の目測量をとる。

スラグ量：Si 物質収支による計算値をとる。

ダスト量：脱炭中およびその後 15 min 間に、集塵水中の含塵量を 5 min 間隔に測定し、その総和重量をとる。

ダスト組成：採取ダストの平均組成をとる。

スラグレス脱炭および通常操作各ヒートの鉄収支の平均値を示すと、Table 5 のようになる。

スラグレス脱炭では、スラグ中への鉄損失が通常操作より 1.13% 少ないが、収支上の不明鉄量が 0.49% 増大するため鉄歩留りの向上は 0.37% に留まっている。

Table 6. Comparison of heat balance between experimental and ordinary heats.

	Experimental heats		Ordinary heats	
	$\times 10^3 \text{kcal/T.S}$	(%)	$\times 10^3 \text{kcal/T.S}$	(%)
Sensible heat of hot metal	272.23	43.36	235.40	35.49
Combustion heat of C	87.91	14.05	100.56	15.16
Combustion heat of Si	6.69	1.07	40.93	6.17
Combustion heat of Mn	0.13	0.02	5.90	0.89
Combustion heat of P	0	0	2.92	0.44
Combustion heat of Fe	17.09	2.73	31.84	4.80
Heat of slag formation	0.25	0.04	10.68	1.61
Heat of decomposition of Fe_3C	19.52	3.12	19.90	3.00
Latent heat of waste gas	221.87	35.46	215.18	32.44
Total sum.	625.68	100.00	663.31	100.00
Sensible heat of steel	335.18	53.57	324.76	48.96
Sensible heat of slag	4.82	0.77	47.56	7.17
Sensible heat of waste gas	37.29	5.96	39.20	5.91
Sensible heat of dust	3.57	0.57	2.65	0.40
Heat of decomposition of FeOre	7.01	1.12	29.78	4.49
Heat of decomposition of Lime	0	0	0.66	0.10
Latent heat of waste gas	221.87	35.46	215.18	32.44
Heat loss	15.94	2.55	3.52	0.53
Total sum.	625.68	100.00	663.31	100.00

鉄歩留りの低いヒートでは、ランスや炉壁肩部への地金付着が観察されているので、不明鉄量はランスや炉壁への地金付着量に相当する量と考えられる。

不明鉄量は 0.2~2.6% とヒート間で大きく変動している。送酸時のスピitting (地金飛散) 現象にガス吹き付け条件が影響することが、水モデル実験から知られている¹⁴⁾。不明鉄量への操業要因の影響として、(4)式が得られた。 L/L_0 を大きく、脱炭時間を長くするほど不明鉄量が少なくなっている。

$$\text{不明鉄量}(\%) = -3.67(L/L_0) - 0.58(\text{脱炭時間: min}) + 10.1 \dots \dots \dots (4)$$

石川ら¹⁴⁾は水に空気を吹き付け水の飛出量を測定し、あるランス高さで飛出量が最大になり、またランス高さが小さくなると水滴が大きくなる傾向を見出している。スラグレス脱炭でも同様の現象があり、 L/L_0 を大きくすることで溶鉄滴が大きくなり、その飛散距離が短く不明鉄量が減少したと推察される。吹錬時間の影響は、脱

炭速度を小さくしたことによると考えられる。

ランスや炉壁への地金付着は鉄歩留りを低下させるだけでなく、安定した操業をも困難にさせるものであるから、スラグレス脱炭に適した脱炭法の検討が必要である。

4.3 熱収支

スラグレス脱炭は、溶銑[Si]が低い、スラグ量が少ないなど、通常操業と熱的条件が大きく異なる。スラグレス脱炭 24 ヒート、通常操業 13 ヒートの物質収支平均値を用い、両操業の熱収支¹⁵⁾を比較すると Table 6 のようになる。Table 6 から、スラグレス脱炭の特色として次項をあげることができる。

i) 事前精錬された溶銑は、[Si]、[C] が通常溶銑よりも低いため酸化発熱量が少ない。Table 6 に示した収支によると、 $55.6 \times 10^3 \text{kcal/T.S}$ 発熱量が小さい。

ii) スラグ量が少ないため、スラグ顕熱損失は通常操業時よりも 42.8kcal/T.S 少ない。

スラグレス脱炭時の熱損失が通常操業時の約 5 倍と大きくなっている。溶鋼面を被覆するスラグが少ない、同一炉体からの一定放散熱を小さい出鋼量で除していることの他に、溶銑が供給されるまで平均 57 min 操業を停止することによる炉体冷却も原因と考えられる。各ヒートでの出鋼から次の溶銑装入までの時間(待時間)と熱損失量との間に、待時間の延長とともに熱損失量が大きくなる傾向がみられる。スラグレス脱炭で待時間が 20 min から 50 min 以上に延長されると、熱損失量が約 $20 \times 10^3 \text{kcal/T.S}$ 増大しており、Table 6 の熱損失量の差は両操業での待時間の差(約 25 min)を考慮すると、この大きな熱損失は、スラグレス脱炭の特色とはいえない。

これらの特色が組み合わされたスラグレス脱炭では、潜熱が通常溶銑(4.5%[C]、0.54%[Si])よりも $46.7 \times 10^3 \text{kcal/T.HM}$ 小さい溶銑を、スラグ顕熱(滓化熱を差引く)を $32.3 \times 10^3 \text{kcal/T.S}$ 減少させて脱炭しており、両者への差に相当する入熱量(溶銑比)を大きくする必要がある。

本試験は待時間が長い、溶銑温度が低いなど特異な条件下で行われている。これらの条件が解消された場合の操業条件を、計算で求めた。40%[C]-0.05%[Si]-0.15%[Mn]-0.020%[P]、1300°C の溶銑が 20 min 以内の待時間で供給され、鉄鉱石原単位 10 kg/T.S と操業条件を定めた。スクラップ配合比は、連铸 Al キルド鋼(吹き止め:[C]=0.05%、1605°C)で 8.2%、脱ガス連铸 50 キロ厚板(吹き止め:[C]=0.05%、1680°C)で 4.4% と計算される。

Na_2CO_3 による溶銑連続精錬では、スクラップ装入に

より反応温度を制御している³⁾。大型炉ではその量が 40 ~ 100 kg/T. HM と計算されているので、系全体でのスクラップ消費量が大きく減少することはないと考えられる。

5. 結 言

Na₂CO₃ で連続精錬した溶銑のみを 75 t 上吹き転炉に装入し、副材料を装入せずに上吹き法で脱炭する試験(吹き止め時のスラグ量約 5 kg/T. S)を行い、次の特色があきらかになった。

i) スロッピング、炉口での排ガス息つきなどがみられず、安定した吹錬ができる。

ii) 通常操業時の酸素効率は吹き止め [C] < 0.10% で急激に低下するのに対し、スラグレス脱炭でのそれは吹き止め [C] = 0.02% の低炭域まで低下せず、全試験ヒートの平均値は 97% と高い。

iii) 脱炭前後で [P], [S], [Mn] の変動はない。鉄マンガン鉱石を装入すると、含有 Mn の 50% 以上が溶銑[Mn] 上昇に寄与している。(吹き止め[C] ≥ 0.10%)

iv) 吹き止め[O]は通常操業のそれと変わらないが、吹き止め[N], [H]はそれぞれ 10, 2 ppm 以下と低い。

v) スラグレス脱炭ではスラグ中への鉄損失が減少するが、鉄取支上の不明鉄量が大きくなったため鉄歩留りの向上は 0.37% に留まった。ダスト量は変わらない。

vi) スラグレス脱炭での昇温量は 120°C/1%[C] で、[C] が CO になるとして計算した昇温量 107°C/1%[C] より大きい。事前精錬した溶銑の反応熱量は小さいが、

スラグ顕熱の減少、溶銑配合増でそれを補っている。

文 献

- 1) 山本里見, 梶岡博幸: 鉄と鋼, 65 (1979), S 210
- 2) 丸川雄浄, 城田良康, 姉崎正治, 平原弘章: 鉄と鋼, 67 (1981), p. 323
- 3) 山本里見, 藤掛陽蔵, 坂口庄一, 藤浦正己, 梶岡博幸, 吉井正孝, 福岡弘美: 鉄と鋼, 65 (1979), S 212
- 4) 小久保一郎, 尾形昌彦, 小菅俊洋, 中嶋睦生, 桑原正年, 山本里見, 山口武和: 鉄と鋼, 65 (1979), S 213
- 5) 山田健三, 宮下芳雄, 栗山伸二, 中島龍一, 半明正之, 田口喜代美: 鉄と鋼, 66 (1980), A141
- 6) 梅沢一誠, 二杉真造, 有馬良士: 鉄と鋼, 66 (1980), S 884
- 7) 喜多村実, 伊東修三, 松井秀雄, 木村雅保: 鉄と鋼, 67 (1981), S 880
- 8) 中村康久, 山本里見, 大隈正義, 阿部泰久: 鉄と鋼, 68 (1982), S 13
古垣一成, 高島 靖, 松永 久, 梅沢一誠, 南昭喜, 中村康久: 鉄と鋼, 68 (1982), S 15
- 9) 岡村祥三, 中島英雅, 丸川雄浄, 姉崎正治: 鉄と鋼, 68 (1982), S 192
- 10) 森下 仁, 山田純夫, 馬田 一, 数土文夫: 鉄と鋼, 68 (1982) S 193
- 11) たえば, E. T. TURKDOGAN and L. E. LEAKE: JISI, 192 (1959), p. 162
- 12) 山本雅彦, 吉井 等, 村上昌三: 鉄と鋼, 54 (1968), S 456
- 13) H. SUIJO, R. INOUE, and M. TAKADA: Trans. ISIJ, 21 (1981), p. 250
- 14) 石川英毅, 溝口庄三, 瀬川 清: 鉄と鋼, 58 (1972), p. 76
- 15) 鉄鋼熱計算用数値 (日本学術振興会, 日本鉄鋼協会編) [日刊工業新聞社]