

Fig. 5. History of the production rate in Po.

く示されている。(9)式は広範囲にわたる作業条件の変動に対して任意の条件のもとにおける製鋼能率の標準値を与える式として適当であると思われる。

また(9)式によつても若干のバラツキが残るが技術的要因以外にも事務処理上の問題もある。たとえば純製鋼時間の中にも実質的には非製鋼時間として計上すべきと考えられる loss time が混入している。この種の混入に対しては区分を厳密にすることにより事務上の手続きによつて処理できるから作業率を明確化することで精度の向上がまた期待できる。

4. 結 言

従来ほとんど理論的に検討されることのなかつた製鋼能率の換算係数に対して若干の検討を行ない溶銑、酸素、冷却剤などの換算係数を求め実績と照合した結果良く一致することを確かめ実際の管理に適用している。燃料原単位および製鋼能率が諸要因の1次式で表示できることすなわち燃焼原単位と製鋼能率が直線関係にあることの理論的必然性についてはさらに研究すべき問題と考えられる。

文 献

- 1) 製鉄研究, (八幡製鉄) 212号, p. 19
- 2) 中川, 他: 鉄と鋼, 52 (1966) 9, p. 1507

(137) マグネシア(低シリカ)ルツボによるカーボン脱酸純鉄の溶製

(純鉄の溶製—II)

石川島播磨, 技術研究所

工博 中村 素・田知本一雄

工博 栗山良員・恒久好徳・○福井浣一

Melting of Carbon Deoxidized Pure Iron in Magnesia Crucible of Low Silica Content.

(Pure iron melting—II)

Dr. Hajime NAKAMURA, Kazuo TACHIMOTO,

Dr. Yoshikazu KURIYAMA, Yoshinori TSUNEHISA and Kanichi FUKUI.

1. 結 言

C脱酸において溶鋼中に Si が侵入することについては前報¹⁾に報告した。この侵入 Si は一般の MgO ルツボに2%内外含まれている SiO₂ が、脱酸のために添加したCにより還元されるためであると考えられていた。しかしわれわれの試験においては、ルツボを繰り返し使用したため、このほかに炉修材および炉修用の粘結剤として使用した水ガラスにも原因があつたと考えられる。

一般の MgO ルツボに SiO₂ 同様2%程度含有されている Al₂O₃ も、Cによつて還元されて Al となつて鋼中に入るといわれているが、われわれの試験においては十分繰返し溶解後使用したためか、ほとんど侵入しなかつた。

今回は SiO₂, Al₂O₃ 共に0.5%以下という MgO ルツボを使用し、また炉修用の粘結剤としては苦汁を使用して、Siの侵入源を極力少なくしたC脱酸試験を行ない、生産に近い規模でかなりの純度の純鉄を溶製することができたので報告する。

2. 実験装置および方法

100 kg, 100kW, 3 kC 高周波真空溶解炉に20 kg 溶

Table 1. Chemical composition of electrolytic iron. (%)

C	Si	Mn	P	S	O	Cl
0.004	0.006	0.003	0.003	0.001	0.04~0.12	0.040

Table 2. Chemical composition of MgO crucible. (low SiO₂) (%)

MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
98.83	0.33	0.22	0.13	0.12

Apparent porosity: 25%

Table 3. Chemical composition of usual MgO crucible. (%)

MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
92.85	0.74	3.35	3.35	0.27

Apparent porosity: 38%

解用の炉体をとって、Table 1 に示す組成の電解鉄を MgO ルツボ (低 SiO₂) を繰り返し使用して溶解した。

Table 4. Change of chemical composition during carbon deoxidation. (%)

No.	Melting condition *	Sam- ple **	O		C	Si
			***	****		
11	a 0.20	MD	0.0886	0.0895	0.002	0.003
	b 1650M60	60	0.0022	0.0025	0.072	0.004
	c 1650M90	120	0.0022	0.0030	0.051	0.005
		150	0.0020	0.0030	0.035	0.008
12	a 0.13	MD	0.1022	0.1095	0.001	0.004
	b 1650M60	60	0.0018	0.0035	0.024	0.004
	c 1650H90	120	0.0019	0.0020	0.005	0.004
		150	0.0023	0.0020	0.003	0.003
13	a 0.13	MD	0.1052	0.1110	0.002	0.004
	b 1650M60	60	0.0025	0.0020	0.030	0.004
	c 1650M90	120	0.0024	0.0024	0.019	0.004
		150	0.0021	0.0015	0.015	0.005
14	a 0.10	MD	0.0561	0.0560	0.002	0.003
	b 1650M60	60	0.0026	0.0015	0.016	0.003
	c 1650M90	120	0.0029	0.0020	0.008	0.003
		150	0.0024	0.0028	0.002	0.004
15	a 0.10	MD	0.0882	0.0830	0.003	0.002
	b 1650M60	60	0.0026	0.0025	0.014	0.003
	c 1650M90	120	0.0020	0.0030	0.006	0.005
		150	0.0031	0.0040	0.003	0.003
16	a 0.10	MD	—	0.0835	0.002	0.004
	b 1650M60	60	—	0.0025	0.006	0.007
	c 1600H90	120	—	0.0025	0.002	0.004
		150	—	0.0035	0.001	0.004
17	a 0.10	MD	0.0823	0.0885	0.002	0.004
	b 1650M60	60	0.0020	0.0030	0.012	0.004
	c 1600H90	120	0.0016	0.0020	0.006	0.004
		150	0.0019	0.0025	0.003	0.004
18	a 0.08	MD	0.0940	0.0950	0.002	0.004
	b 1650M60	60	0.0109	0.0115	0.001	0.004
	c 1600H60	120	0.0135	0.0115	0.001	0.005
11 { 18	tap.	Mn	P		S	Al
		0.001	0.01~0.002		0.001	<0.004

* a : Additional carbon (%)

b : Deoxidation period—

1650 : temperature (°C),

M : Medium vacuum (100×10^{-3} mmHg),

60 : time (min)

c : Decarburization period—

1600 or 1650 : temperature (°C),

M or H : vacuum (H : $5 \sim 50 \times 10^{-4}$ mmHg)

60 or 90 : time (min)

** MD : Melt down

60, 120, 150 : 60, 120, 150 min. after carbon addition

*** Vacuum fusion process

**** Neutron activation techniques

このルツボの組成を Table 2 に、また一般の MgO ルツボの組成を Table 3 に示す。

3.1 C脱酸中の C, O の変化

前報¹⁾における一般の MgO ルツボを使用した場合に比較して C 添加時のはねあがり (spitting) がきわめてはげしいので、Ar を 500 mmHg に増加して少量づつ C を添加した。またその後排気しながら 1650°C に保持したが脱酸中のボイルのほうは前報¹⁾と異なり全く無かった。Table 4 に C 脱酸中の組成変化を示す。

前述のごとく今回の MgO ルツボ (低 SiO₂) を使用した場合脱酸期におけるボイルは全く無かったが Table 4 に示すごとく O は正常に下がっているの、ボイルは必ずしも脱酸に不可欠な条件では無いことがわかる。

添加 C 量については 0.20% (No. 11) は多すぎて、脱酸末期 (C 添加終了後 60 min を仮に脱酸期という) 0.072%、脱炭末期 (脱酸期終了後より 90 min を仮に脱炭期という) 0.035% の C を残留した。

前報¹⁾において好結果を示した添加 C 量 0.13% (No. 12, 13) のものは、今回は脱酸末期 0.024%、0.030% の C を残したので、この段階では多すぎる。(前報¹⁾では脱酸末期残留 C は 0.010~0.015% が適当であった。)しかしその後の脱炭期を 1650°C、中真空で処理した No. 13 は確かに脱炭末期においても 0.015% の C を残したが、1650°C、高真空処理の No. 12 は脱炭が促進されて 0.003% C まで下がって真空度の影響の大きいことを示した。

C 添加量 0.10% (No. 14, 15, 16, 17) のものは、脱酸末期残留 C が 0.006~0.016% であり、脱炭末期には 0.001~0.003% となり、今回の試験では最も安定した好結果を示した。

0.08% の C を添加した No. 18 は添加 C 量が少なすぎて逆に 0.0135% の O を残留した。

これら添加 C 量は正確には C 添加時 (溶落時) の O 量を一定にしてはじめて決まるもので、この O 量が変動したのでは添加 C 量は定まらない。従って安定した純鉄を溶製するためにはまず C 添加時の O 量を均一にする必要がある。今回の試験においてはこの点がまだ不十分であったので、目下この O 量を均一にする試験を実施中である。

MgO ルツボの特徴は、脱酸期においては前述したようにボイルが全く無かったことのほかに、上記のように添加 C 量が 0.10% で十分であったことである。(前報¹⁾においては 0.13%) これを C 添加時の O 量が前報¹⁾の場合よりむしろ多かつたこととあわせて考えると、今回の試験においてはルツボ材の還元消費された C がきわめて少なかったことになる。

脱炭期の特徴としては、脱炭反応がきわめてゆるやかに進行し、したがって脱酸に長時間を要したが、この間の O の増加が僅少であったことである。しかも共存 Si もきわめて少なかったことをあわせて考えると、このルツボを使用したことが、C 脱酸純鉄の製造に純度、作業性の両面から非常に役立つことになる。

Fig. 1 に両ルツボにおける脱炭期の C, O 変化を示す。

これら MgO ルツボ (低 SiO₂) の特徴は気孔率をはじめルツボの諸条件に帰因するものと考えられる。

3.2 C脱酸中の Si, Al の侵入

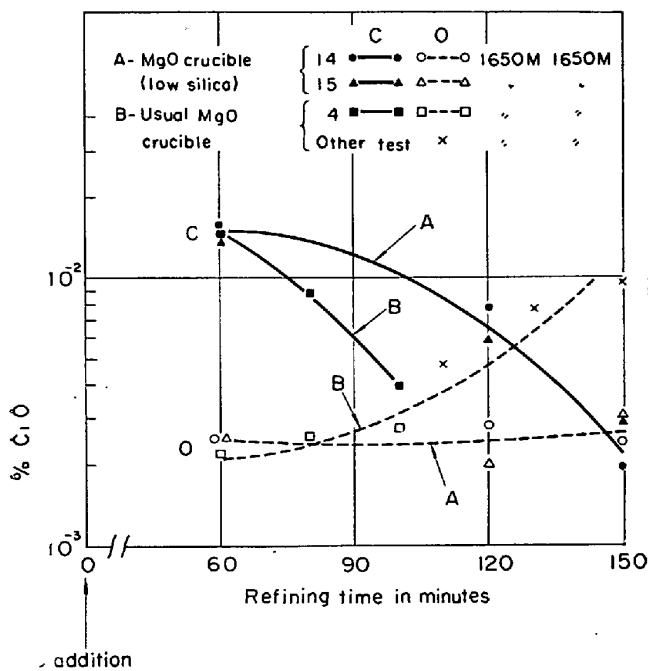


Fig. 1. Change of C, O during carburization period in case of crucible A and crucible B.

一般の MgO ルツボを時々補修 (粘結剤は水ガラス) して 1650°C でポイルした場合の侵入 Si が, 脱酸末期で 0.01~0.04% であったことは前報¹⁾に報告した。また同じルツボにおける侵入 Al については前報¹⁾に引きつづき分析したがいずれも 0.004% 以下で問題にならなかった。

しかし前報¹⁾においては, とくに Si, Al の侵入に注意をはらったわけではなかったため, その侵入経路には不明の点が多かった。そこで今回はルツボの初溶解より注意した結果, SiO₂, Al₂O₃ とともに 0.05% 以下という今回の MgO ルツボ (低 SiO₂) でも, ルツボの使用回数 1~5 回までの C 脱酸においては, Si, Al とともに 0.01% 程度の侵入の恐れがあることがわかった。

その後このルツボを繰返し使用して, C 脱酸試験を行なったが, もはや Si, Al とともに侵入が認められなくなった。これはおそらくはルツボ内面の溶鋼と接触する部分の SiO₂, Al₂O₃ が脱酸用の C により還元しつくされたと考えらるべきであろう。またこの傾向は一般の MgO ルツボについても同様であろうと考えられるので, 前報¹⁾の侵入 Si は炉修用の粘結剤として使用した水ガラスに帰因する可能性が多分にある。

以上の点より今回の試験においては, MgO ルツボ (低 SiO₂) を使用したほか, 炉修用の粘結剤には苦汁を使用して, Table 4 に示すように Si の侵入をほとんどおさえることができた。

補修用の MgO にも低 SiO₂ のものを使用すればさらに 0.001% 程度の純度の向上は可能かも知れない。また若干の O 増加を許すならば C を 0.001% におさえることも可能であろう。

4. 結 言

MgO ルツボ (低 SiO₂) を使用した 20 kg 溶解による C 脱酸試験の結果, O-0.003%, C-0.003%, Si-0.003

%, Al-0.004% 程度の純鉄を安定して溶製しうる見通しを得た。

(1) C 脱酸中のポイルは C, O 量のみならず気孔率その他のルツボの諸条件に影響される。今回の試験において使用した MgO ルツボ (低 SiO₂) においては, 前報の場合と異なり, 1650°C の脱酸処理ではポイルしなかつた。しかし脱酸, 脱炭ともに十分進行したので, ポイルが必ずしも脱酸に不可欠な条件ではないと考えられる。

(2) 添加 C 量については, 0.10% で十分でありこれより多くても少くとも不都合であつた。またこれを前報¹⁾のポイルのあつた場合の 0.13% と比較すると, ポイルのあつたほうがむしろルツボ材の無駄な還元を C を多く消費していることを示すものと考えられる。

(3) 今回の試験に使用した MgO ルツボ (低 SiO₂) の場合, 脱炭期における脱炭がきわめてゆるやかに進行したので, 前報¹⁾に比較して脱炭時間が若干延長された。しかしこの間の O 増加が僅少であつたので, かえつて純度, 作業性の両面から好都合であつた。これはおそらくはルツボ材 MgO の分解がきわめてゆるやかであつたためと考えられる。

(4) MgO ルツボ (低 SiO₂) を使用し, また炉修用の粘結剤として苦汁を使用して, さらにあらかじめルツボの内面の SiO₂, Al₂O₃ を十分還元洗滌することにより, Si, Al の侵入をほとんどおさえることができた。

(5) C 添加時 (溶落時) の O 量を均一にすることができれば, これに見合った量の C を常に添加することができる。ところが電解鉄の O にはかなりの変動があり, われわれの試験結果によると溶落時で 0.03~0.12% におよんだ。この解決のための一方法として, 電解鉄をはじめ 100 kg 真空溶解用の炉体を使用し, 溶解混合して O 量の均一なインゴットをつくり, これをルツボの径にあわせて丸棒に鍛造, 皮むきをして 20 kg に切断したメルティング, ストックをつくり, これを再溶解するという方法を検討中である。

文 献

- 1) 中村, 田知本, 栗山, 恒久, 福井: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 401

(140) エレクトロスラグ溶解法によるアルミ鉄合金の製造

理研ピストンリング 真 殿 統
理研ピストンリング研究所

虎石龍雄・鈴木賢造・〇脇 脩・吉川 甫
Making of Al-Fe Alloys by an Electroslag Melting Process.

Osamu MADONO, Tatsu TORAISHI, Kenzo SUZUKI,
Osamu WAKI and Hazime KIKKAWA.

1. 緒 言

エレクトロスラグ溶解法は脱硫, 非金属介在物の減少など, すぐれた品質の鋼を得る方法として最近とくに注目を集めているが, 当研究所においてはすでにほぼ10年