

Table 3. Fe balance from calculation result (kg Fe/t).

Nominal furnace capacity	Fe input			Fe output						
	Metallic charge	Fe in Fe ore	a	Ingot	k	b	Slag loss	Oxidation loss	d	Unknown Fe
120 t	1120	7	14	1000	13	5	47	54	15	7
	1115	12					50	54	14	5
	1102	27					53	54	13	5
	1088	43					54	55	12	6
	1074	58					54	56	11	7
	1061	73					57	58	11	4
	1047	88					54	60	11	6
60 t	1136	3	9	1000	15	5	59	56	9	4
	1136	3					60	56		3
	1122	18					61	56		3
	1105	36					60	57		4
	1089	53					62	57		3
	1073	71					62	58		4
	1056	88					60	60		4

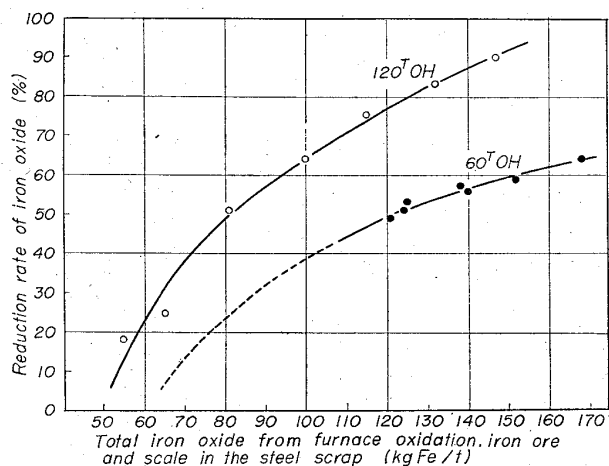


Fig. 3. Reduction rate of iron oxide. ($\lambda_x = \lambda_z$)

大型平炉に比べて自然酸化量が大であるのに酸化量に比例してスラグ損失が増加しないのは酸化鉄の還元能力が大きいためと思われる。還元能力の大なる理由として自然酸化が大なるためもともと全 FeO ポテンシャルが高いことライムアップが早いことなどが考えられる。

5. 結 言

鉄バランス・モデルより任意の条件下における平炉の自然酸化を求める方法を考え、作業成績をあてはめたところ従来の報告と一致した。これらを炉内現象の追跡に適用することによりより定量的考察が可能となることが期待される。

文 献

- 1) C. H. HERTY, et alii.: The Physical Chemistry of Steelmaking, (1934), p. 104
- 2) T. E. BROWER and B. M. LARSEN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 176 (1948), p. 92
- 3) 一戸: 八幡製鉄技研報告, 25 (1950) 1, p. 110
- 4) 田尻, 田中: 鉄と鋼, 41 (1955), p. 951
- 5) B. O. H. (3rd edition), p. 817

669.046, 55 : 669, 127.3
: 621, 365.5

(70) 高周波真空溶解炉による電解鉄のC脱酸に関する研究

(純鉄の溶製—I)

石川島播磨重工業, 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・○福井洗一

Study on the Carbon Deoxidation of Electrolytic Iron by High Frequency Vacuum Induction Furnace.

(Melting of pure iron—I)

Dr. Hajime NAKAMURA, Kazuo TACHIMOTO,

Dr. Yoshikazu KURIYAMA, Yoshinori TSUNEHISA

and Kanichi FUKUI.

1. 緒 言

鉄鋼の機械的性質におよぼす元素, 化合物の単独の影響, 一般物性研究等の分野で, 近年純鉄の純度の要求が高くなってきた。一般に純鉄としては電解鉄が用いられていたが, 酸素介在物が多いきらいがあつたので, 比較的簡単な電解鉄の脱酸方法として, 真空溶解によるC脱酸が開発されてきた。しかし従来のC脱酸は脱酸のみを目的としたもの, および C, O を対象としたものが多く^{1)~4)}, C脱酸中に侵入してくる Si の問題を加えたものは少ない。C, O, Si をともに下げた最も良いものの例としては, 20 kg 溶解の場合 C-0.003%, O-0.002%, Si-0.002% という報告⁵⁾があるが, 溶解条件(温度, 真空度の影響等)については, はつきりしていない。今回は 20 kg 高周波真空溶解炉を使用して, C脱酸により, C, O, Si をともに下げた純鉄を溶製する条件を求めるための試験を行なつた。その結果を報告する。

2. 実験装置および方法

2.1 実験装置

100 kg, 100 kW, 3 kc/sec 高周波真空溶解炉に, 20 kg 溶解用炉体を取りつけ, MgO ルツボにより溶解した。

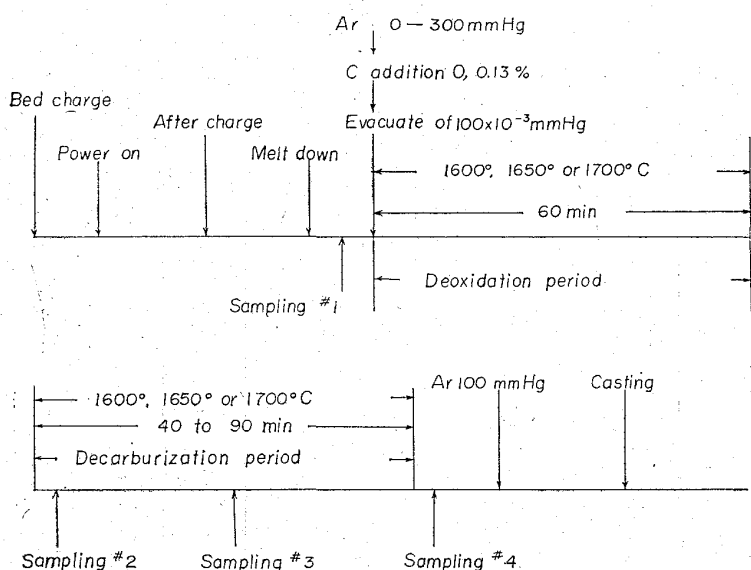


Fig. 1. Melting procedure.

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

C	Si	Mn	P	S	O
0.005	0.007	0.006	0.003	0.004	0.04~0.08

Table 2. Melting condition.

Group	No.	Deoxidation period			Decarburization period	
		Add. C%	Temp.	Vac.	Temp.	Vac.
I	1	0	(1600)	H	[1600]	H
II	2	0.13	(1600)	M	[1600]	M
	3		(1600)	H	[1600]	H
	4		(1650)	M	[1650]	M
	5		(1700)	M	[1700]	M
III	6	0.13	(1650)	M	[1600]	H
	7		(1650)	M	[1600]	M
	8		(1650)	M	[1650]	H
	9		(1650)	M	[1700]	M
	10		(1650)	M	[1700]	M

Where

() : Deoxidation temperature (°C)

[] : Decarburization temperature (°C)

H : High vacuum (1~5×10⁻³ mmHg)

M : Medium vacuum (100×10⁻³ mmHg)

2.2 実験方法

Table 1 に示す組成の電解鉄を Fig. 1 に示す作業手順図に従って溶解した。

脱酸用のCは電極用黒鉛を大豆粒程度に砕いて、300°Cで2~3hr乾燥して使用し、試料採取は純鉄製ルツ

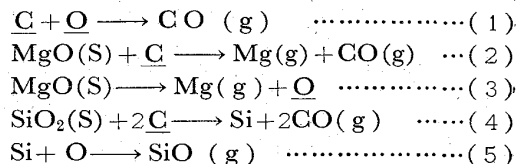
ボ(内径30,高さ50mm)を、つき棒の先端にとりつけ、予熱することなく直接くみとつた。

2.3 溶解条件

(Table 2 参照)

3. 実験結果および考察

3.1 C脱酸の主反応式



3.2 C脱酸中のC, Oの挙動

C脱酸中のC, Oの変化を Fig. 2, 3 に、また [%C][%O] 変化を Fig. 4 に示す。

Group I (No. 1) 全く脱酸されない。

Group II (No. 2, 3, 4, 5) は脱酸期の処理温度を決めるための試験であるが、従来の試験結果では0.13%のCを添加したものが、適当であつたので、以下脱酸用のCは0.13%のみについて行なつた。No. 2, 3 が低温で全くボイルせず多量のCを残したのに対して、No. 5 は高温のため脱酸期にすでにCが下がりすぎて、脱酸期においてOが増加した。脱酸期の処理温度は No. 4 の1650°Cが適当であり、脱酸末期の残留Cは0.015%内外がよい。

Group III (No. 6, 7, 8, 9, 10) は脱酸期を1650°Cでボイルせしめて、その後の脱炭期の温度、真空度を変化せしめて適当な脱炭期の処理条件を求めようとした試験である。No. 8, 10 および No. 4, 9 の高温のものが、よく脱炭されて温度が脱炭に大きな影響をおよぼすことを示した。またO増加についても高温ほど著しく、No. 7 の低温高真空のものが若干脱炭不足(C=0.004%)ではあつたが、Oは0.0015%で、この試験においては、最も低いものであつた。

Table 3. Consumption ratio of carbon for deoxidation.

No.	a %	b %	c %	d %	e %
4	0.133	0.015	0.010	0.035	0.073
6	0.133	0.014	0.014	0.043	0.061
7	0.133	0.018	0.009	0.032	0.074
8	0.135	0.010	0.016	0.026	0.082
9	0.134	0.014	0.008	0.031	0.081
10	0.134	0.010	0.037	0.025	0.063
Average	0.134	0.014	0.016	0.032	0.072
Ratio	a - b = 100%		13%	27%	60%

Where

a : Additional C(0.13%) + C at melt down = total C

b : C at the end of deoxidation period = residual C

c : C consumed to reduce SiO₂

d : C consumed for deoxidation

e : C consumed to reduce MgO etc. = a - (b + c + d)

3.3 C 脱酸中の Si の変化

C 脱酸においては Si が (4) 式により主としてルツボ (2%内外の SiO₂ を含む) より侵入する. Fig. 5 に C 脱酸中の Si の変動を示す.

Group I (No. 1) ほとんど変化なし.

Group II (No. 2, 3, 4, 5) No. 2 は低温のため脱酸末期では Si の侵入は少なかったが, 残留 C が多いため脱炭期に入っても増加した. No. 5 が高温にかかわらず Si の侵入が極めて少なかった原因については, 不

明の点もあるが, 純鉄製造の一つの方向を示す可能性もあると考えられる.

Group III (No. 6, 7, 8, 9, 10) の脱炭期 1650°C で一様にボイルせしめたものの侵入 Si が, 0.01~0.04% までバラツいて Si の侵入が不安定であることを示した. また No. 6, 9 のいずれも中真空のもの侵入 Si が, 脱炭期に増加または横ばいとなるのに対して, No. 7, 8, 10 の高真空のもの侵入 Si が, 脱炭末期に明らかに減少した. この反応は反応式 (5) で示されている.

3.4 脱炭用に使用された C の消費の割合 (Table 3 参照)

4. 結 言

C 脱酸におけるボイルは, C, O 量のみならずルツボの諸条件, および鋼浴の温度, 高周波電流による攪拌効果等かなり多様な要素に影響されるもので, この試験は当技研の 20 kg 炉体の例を示すものである. そして今回の試験においては, C-0.004, O-0.0015, Si-0.008% という, 内外の文献に比較して遜色ない^{1)~5)}純鉄を溶製できた.

(1) 脱炭期処理温度は 1650°C が適当であり, 脱炭末期残留 C は 0.015% 程度がよかつた.

(2) 脱炭期 1650°C でボイルせしめ, 溶落時 O が 0.045% 内外の場合, 0.13% 添加した C は, 脱炭末期までに約 90% を消費し, その内脱炭に約 30%, SiO₂ の還元約 10%, MgO その他の還元約 60% の割合で消費されているようである.

(3) 脱炭期の処理条件は 1600°C, 高真空のものが, 脱炭において若干劣つたが, O 増加がなく侵入 Si も減少して最もよい結果を示した.

(4) Si の侵入については脱炭末期までに大部分が侵入するが, 脱炭期高真空の場合再酸化して放出され減少する. この侵入 Si の対策としては低 SiO₂ ルツボ (SiO₂-0.5% 以下) の使用とか, 脱炭純鉄の再溶解⁵⁾などを検討する必要がある.

(5) 脱炭用の C 量としては, 従来の試験結果より, 0.13% を加えた. しかし問題点として, 市販電解鉄の O にはかなりの変動があり, 今回の試験においても 0.038~0.068% のひらきがあつた. そこで今後は電解鉄を一度ほかの大型真空溶解炉で溶解混合して, O を均一にし, この O に見合った C を添加脱炭すべきである.

(6) 本試験においては, ボイル中の試料採取を行ななかつたので, 図中に示した脱炭期の成分変化は, 単に溶落または添加成分と, 脱炭末期成分を結んで示したものである.

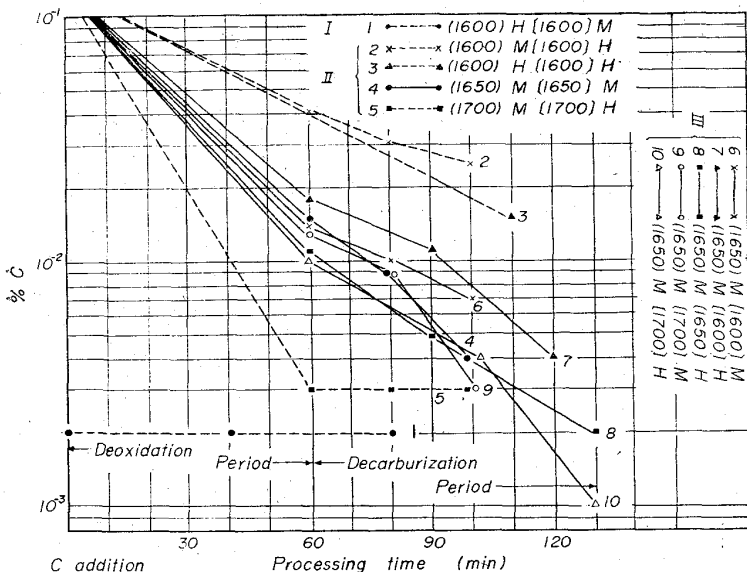


Fig. 2. Change of C during carbon deoxidation.

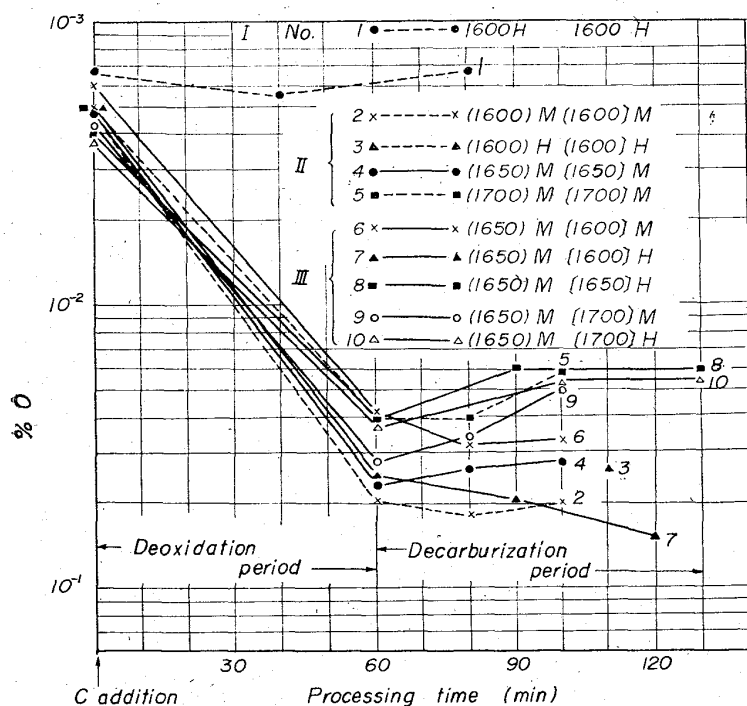


Fig. 3. Change of O during carbon deoxidation.

文 献

- 1) 渡辺: 鉄と鋼, 47 (1961) 12, p. 1670
- 2) 川畑, 渡辺: 鉄と鋼, 47 (1961) 5, p. 715
- 3) 草川, 大谷: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1472
- 4) PIERRE et ali.: Trans. of the Vacuum Metallurgy Conference, (1959), p. 81
- 5) W. A. FISHER: Stahl u. Eisen, 82 (1962) 22, p. 1541

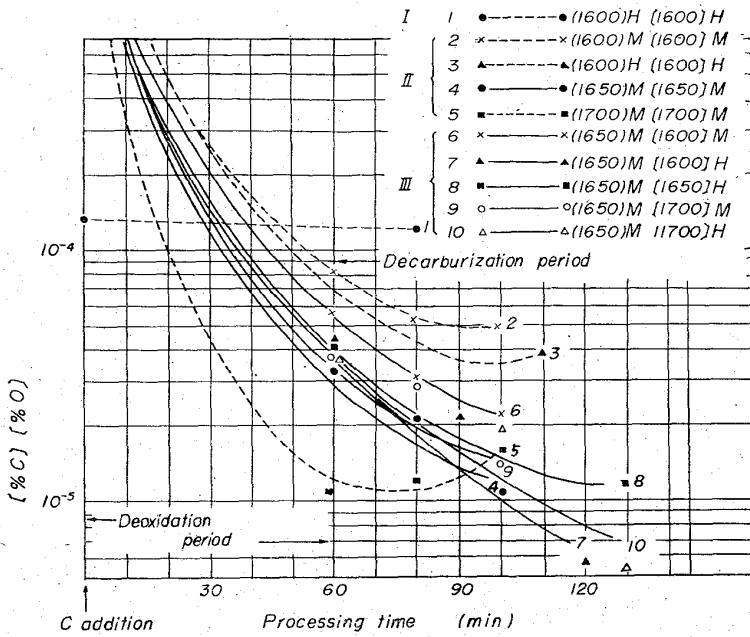


Fig. 4. Change of [%C][%O] during carbon deoxidation.

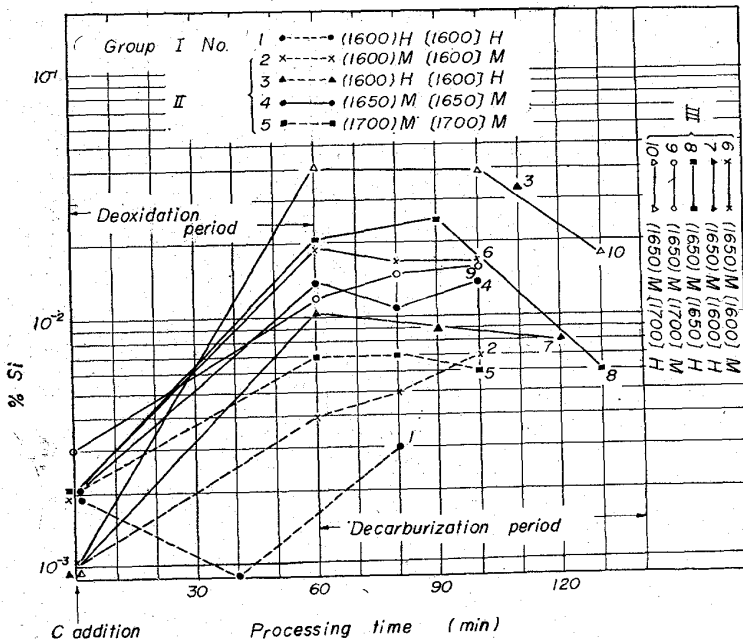


Fig. 5. Change of Si during carbon deoxidation.

669.187.2:533.9

(71) プラズマ製鋼炉の設計製作と稼働結果について

(プラズマ製鋼炉開発研究—I)

大同製鋼, 中央研究所

上中 正一・野崎 善蔵

工博 江口 勇・○徳井 輝雄

On the Development and Operation of ht Plasma Jet Furnace.

(Development of the plasmajet furnace—I)

Shoichi UENAKA, Zenzo NOZAKI,

Dr. Isamu EGUCHI and Teruo TOKUI.

1. 緒 言

プラズマジェットは最近各方面から注目され, その応用研究が活発になつている. 現在実用段階に入つた応用例は, わが国においては溶接・溶断などである. 米国・英国においてはさらに溶解炉の開発が行なわれている。

筆者らは, プラズマジェットのもつ超高温, 不活性雰囲気ガスに注目し, これを鋼の溶解精錬に利用することに着手した。

本報告はプラズマ製鋼炉の開発およびその溶解実験の諸結果について述べたものである. 溶解された鋼の品質については第2報でのべる。