

脚 註

- 1) 後で判るように全反應平衡が悉く同時に成立していることが必ずしも必要でない。3價の Fe 等については後報で述べる。
- 2) H. Schenck: Pysikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, 第 II 卷 4 頁以下これ等の量を示す數値に % を付けることを省略する。又便宜上例えば [Mn], (MnO) を「熔鋼中の Mn」, 「熔滓中の MnO」の意に使うこともある。
- 3) これらの恒數は多くの關係で結ばれておつて、悉

くが獨立ではない。

- 4) その電氣化學的測定については、大中都四郎: 鐵と鋼第 30 年, 第 3 號, 67 頁 (第 2 報未公表) 參照
- 5) (MnO) や (SiO₂) がこの尺度として不適當なことは必ず判ることである。
- 6) こゝに $[\text{FeO}]' = [\text{FeO}] \times 72/16 = [\text{FeO}] (1 + k_1/[\text{Fe}] \times 72/16)$ である, 但し 16, 27 は O, FeO の原分子量である。以後分析値 (ΣO) に 72/16 を乗じて得た値を $[\text{FeO}]'$ をもつて示し [O], [Fe] に平衡する $[\text{FeO}]$ と區別する。 (昭和 23 年 8 月密稿)

電氣爐に依るリムド鋼製法に關して

(昭和 23 年 4 月本會講演大會講演)

深堀佐市*・高雄 茂*・小室高雄*

ON THE RIMMED INGOT MAKING By HÉROULT FURNACE
USING THE REDUCING SLAG.

Saichi Fukabori, Sigeru Takao & Takao Komuro.

Synopsis:

We have successfully made rimmed ingot by Héroult furnace, using the reducing slag, which is proper to electric furnace, instead of the oxydizing slag proper to open hearth process.

Advantages of this method;—

1. Higher stability of the process.
2. Far better yield of Fe-Mn.
3. Higher availability of bad scrap.
4. Good quality of product.

we think that this method has the good prospect to be the best way to make sound semi-killed ingot without using Fe-Si or Al, and therefore we have a vague idea that this may be able to cultivate the new field of rimmed ingot unknown to open hearth.

1. 緒 論

終戦後、電氣爐に依つて普通鋼を作るようになったので、普通鋼の中の鋼板用鋼としてリムド鋼を電氣爐で作るといふ事態が起つて來た。

リムド鋼を電氣爐で作るには、

- a. 酸化精鍊
- b. 還元精鍊

が考へられる。酸化精鍊とは、平爐の精鍊法で、酸化スラグで精鍊するのであり、還元精鍊とは、電氣爐に特有な還元スラグで精鍊するのである。

昔から、リムド鋼には或る程度の酸化鐵が必要であると云はれてゐるので、電氣爐でリムド鋼を作るには、平爐と同じ様に酸化精鍊をすることが常識のように考へられてゐる。

併し、リムド鋼に酸化鐵が果して必要なのであらうか? 著者等は、酸化鐵の存在は、リムド鋼の附帶事情ではあるが、決して必要條件でないと考へてゐる。何故なら、鐵には如何なる場合も、酸化鐵は少ない程よいからである。唯リムド鋼の場合は、鎮靜氣味になつて、氣

* 關東製鋼株式會社澁川工場

第1表 標準作業表

リムド鋼熔解作業標準

関東製鋼株式会社川工場

公稱 八噸電弧爐 A炉 2400kVA B炉 3500kVA	追加装入	炭粉 石灰 石灰石 加炭劑	石灰 炭粉 石灰石 加炭劑	還元期	還元期	出鋼
時間	20分	1時間 ~ 1時間30分	3時間 ~ 3時間30分	15分	40分 ~ 1時間	
電圧			135V ~ 145V ~ 170V		110V	
成分						< 0.15 0.35
温度				5℃以上		4℃以上
作業要領	「還元」は「還元」の要領を参照す	↑ 追加装入は一回三回行フ	↑ 可及的速用迄天蓋を行フ	↑ 現在炉下「オア」は「オア」に注意シ「C」高熱は「C」後に入リ「C」分析ス ↑ 完全溶解は「C」分析ス	↑ 「還元」は「還元」の要領を参照す ↑ 「還元」は「還元」の要領を参照す ↑ 「還元」は「還元」の要領を参照す ↑ 「還元」は「還元」の要領を参照す ↑ 「還元」は「還元」の要領を参照す	↑ 「還元」は「還元」の要領を参照す
備考	熔解時間	8.500kg 装入	4時間	材料不良の場合	4時間30分	
	熔解方針	1. 熔解期→酸化期、同過酸化、熔湯を還元期へ於て之を取戻し炭を精錬期に用いる。炭の主目的は 2. 強オアインプが必要トス 3. 熔解期、可及的速に材料を投入し行ヒ時間、短縮を計リ炉下クロサイトバンド保護=努ム 4. 酸化期(普通の意味、酸化期=非ズ)の主目的は着熱ヲ主眼トス 5. 還元期、白滓維持ヲ目標トス 6. 出鋼温度は4.4℃以上ナルコト。但し使用製鉄率9%φ				

が鋼塊の表面に近く發生すると製品にならないので、所謂セミキルドにならない程度で極力酸化鐵を少なくすることは、鋼質上よい事であると考へられる。此の意味に於て著者等は、還元スラグを使用して、還元精錬することに依つて、リムド鋼を製造することに着手し、約一ケ年の經驗の結果、よいリムド鋼を樂に作る自信を得たので、此處に其の第1報を報告する次第である。

II. 還元滓によるリムド鋼の精錬法

これは還元滓をリムド鋼に適用した丈のもので、別に異とするところのものはない。唯問題は適當な調節丈である。

茲に8噸爐の標準作業表を掲げる。

作業の要領としては、

1. 炭粉を使用する。
2. 還元期の滓は白滓を目標とする。
3. カーバイト滓になりたるときは、壊して白滓にする。
4. すべて此等のスラグの調整は、サンプルの收まりを見て行ふ。
5. 收まり過ぎると所謂セミキルドになる。
6. 造塊の湯上り速度は平均 4.4mm./sec. である。

III. 還元法の利點

- a. 作業が安定してゐる。滓を掻いて還元滓にしたら0%の酸化がとまるので、ゆつくり着熱し、さし物

第2表

熔解台ま	副溶マンガン使用量 (kg)	セルマンガン (kg)	細塊マンガン (%)	歩留 (%)	電氣使用量 (kWh)
A 6177	0.10	16.0	0.31	92.0	2.7
6202	1.0	15.1	2.9	95.0	2.0
6204	2.6	6.3	3.4	95.5	0.6
6205	1.8	19.6	4.3	98.0	2.5
6206	1.4	12.5	3.0	82.5	1.9
6208	1.4	14.0	3.2	96.3	1.8
6209	1.7	16.8	3.3	100.0	2.3
6212	0.8	15.9	2.8	88.5	2.2
6213	1.0	15.4	3.0	96.3	2.1
6215	1.5	13.3	3.2	95.0	1.8
6216	0.9	19.0	3.5	96.0	2.5
6217	1.5	19.6	4.1	100.0	2.0
6220	0.6	28.0	4.2	100.0	3.7
6222	0.8	19.6	3.3	99.0	2.5
6227	0.9	25.6	4.3	80.5	3.8
6228	1.8	30.0	4.5	69.0	3.9
6229	0.9	19.6	3.4	91.0	3.8
B 5901	1.5	19.0	3.9	88.5	2.7
5903	1.0	22.7	4.0	94.0	3.2
5904	1.5	19.6	4.1	80.5	3.0
5905	1.3	12.8	2.9	94.5	1.7
5911	0.8	20.0	3.4	93.0	2.9
5913	1.4	10.0	2.7	91.0	1.5
5917	1.2	16.0	3.2	100.0	2.0
5921	0.8	19.0	3.2	95.0	2.5
5923	0.6	22.0	0.32	95.0	2.7
5926	0.10	22.0	0.38	94.0	3.2
5928	0.10	17.5	0.30	86.0	2.2
5929	0.6	22.0	0.38	100.0	3.0
平均				93.5	2.54

註 1. チャージ番号ノ誤差ハ僅カニモナリ。
 2. 第三列使用セル Mn kgニシテ純マンガン量ニ換算セルモノナリ。
 3. 使用 Fe=Mn 比率 6.3% Mn、低炭 7.1% Mn

をして、適當な時期に出鋼すればよい。

第 4 表

- b. 従つて失敗率が無い。
- c. 熔落ちのカーボンは低くても構はない。
0.05%位はざらにある。オアリングは手数が掛るのでむしろ好ましくない。このことは屑鐵を擇好みしないことを意味する。熔落ちが過酸化になつてゐても、還元期に於て恢復せしむることが出来る。
- d. Mnの歩留が非常に宜しい。Mnは除滓後に低質滿庵鐵を20kg位(8tに對し)入れ、最後には入れたり入れなかつたりである。還元法に於けるMnの歩留は90%以上(第2表)になつてゐる。(酸化法の場合は30~40%.)
- e. 鋼中の酸素が少い。これは衝撃値に關係あることで、第4表に出てゐる。
還元法の缺點としては、除滓後の時間が多少延長する以外には考へられない。

出鋼前熔鋼中、酸素量 (分析ハ-テイ法)

平 爐				電 爐				スラゲ
NO.	C	Mn	O ₂	NO.	C	Mn	O ₂	
67	.03	.21	.029	A6365	.13	.23	.020	カーボナイト酸化
65	.08	.16	.029	A6366	.11	.30	.012	カーボナイト
66	.03	.24	.041	A6367	.14	.20	.030	カーボナイト
84	.04	.26	.029	A6369	.07	.25	.013	カーボナイト
81	.03	.21	.027	A6370	.16	.38	.018	白 滓
78	.04	.19	.029	A6371	.14	.26	.035	酸 化
77	.15	.33	.056	A6373	.06	.28	.028	酸化白滓
75	.03	.24	.061	A6375	.08	.20	.021	酸化白滓
74	.06	.26	.023	B6081	.17	.31	.015	酸化白滓
73	.05	.23	.035	B6082	.08	.23	.038	酸化白滓
72	.06	.22	.035	B6084	.20	.28	.021	酸化白滓
71	.04	.18	.033	B6085	.09	.37	.019	カーボナイト
69	.06	.17	.026	B6088	.09	.20	.037	酸 化
70	.04	.23	.029	B6089	.11	.31	.018	酸化白滓
				B6090	.09	.25	.037	酸 化
				B6091	.13	.24	.005	カーボナイト
平均	.05	.224	.036	平均	.12	.27	.023	

IV. 滓 の 成 分

CaO/SiO₂ FeO MnO

還元法..... 3前後 3~7% 1~1.9% (第3表)
酸化法..... 1.8~2.3 12~20 4.8~8.5

第3表 スラゲ分析

スラゲ分析

分析番号	スラゲ (出鋼前)						備 考
	SiO ₂	FeO	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	
A 6422	20.50	4.57	67.16	5.55	1.16	0.197	
6428	23.16	7.30	54.67	3.81	1.55	0.409	酸化-カーボナイト-螢石酸ス
B 5148	19.70	6.89	55.71	3.99	1.63	0.168	酸化-白滓-酸化
6150	25.60	3.03	50.41	5.01	0.54	0.298	
6159	17.66	7.72	53.98	11.18	.73	0.339	カーボナイト-白滓
C 159	21.94	7.15	52.31	8.87	1.46	0.376	ノロ出来ス酸化
D 4735	19.00	4.95	54.57	6.39	1.54	0.167	
平均	21.28	5.80	56.02	7.66	1.68	0.267	

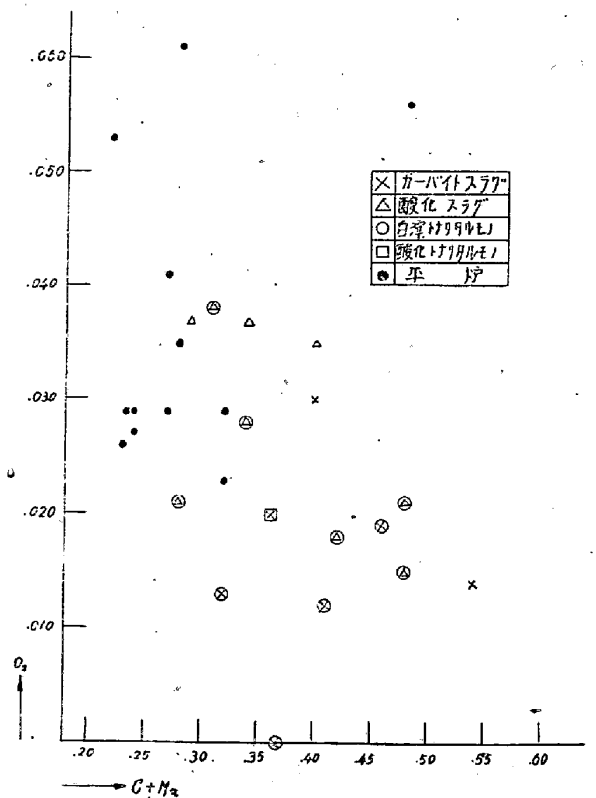
V. 鋼中酸素量の定量

出鋼直前のサンプルを、ハーテイ法によつて其の含有酸素分を定量して見た。これと對象する平爐も同様に、出鋼直前のサンプルに依つた。結果は第4表に示す通りである。電気爐の中には、1回丈酸化法のものゝ酸素量が入つてゐる。これを圖示すると第1圖となる。

以上の結果から大體次の様なことが云へる。

- a. 還元法に於て normal な状態のものは
O₂.....0.01~0.02%
- b. 酸化法のものゝ1回丈であるが
O₂.....0.029%
- c. 平爐の場合の normal なものは
O₂.....0.026~0.029%

出鋼前熔鋼中、酸素量(分析ハ-テイ法)



第 1 圖

電気爐で酸化精鍊をした (b.) の場合と、平爐の場合 (c) とが似てゐるのも面白い。

VI. 衝 撃 値

含有酸素量が斯くの如きものとすれば、これと密接な關係がある衝撃値は、平爐と電気爐の場合どんな差があるであらうか?この結果を第5表に示す。但し、使用した

サンプルは、前章の含有酸素量を測定したものとは無關係であつて、鶴見の壓延工場で、當社の電氣爐製（還元精鍊）と、平爐製の鋼板から、夫々 10 個のサンプルを採つたものに就て試験したものである。そして其の結果を平均したものに依つて、平爐と電氣爐との比較の概念を得ることとした。第 6 表は其の衝撃試験 平均値である。分析平均に示す様な兩者の分析値の差はあるが、次の様なことは結論されると思ふ。

- イ. 電氣爐還元精鍊製鋼塊は、平爐のそれよりも衝撃値が高い。
- ロ. 衝撃値から見て、前者の方が、後者よりも、同一鋼塊内に於て、より均一である。（均一といふ點では前者はキルドに近い。）

第 5 表

衝撃試験結果表
平爐製鋼塊

Charge No.	厚 (mm)	シヤロ- KEM/Cm ²		成分					
		T	B	C	Mn	P	S	Cr	
91	8	8.74	10.00	0.5	.24	0.18	0.41		
81	8	9.36	11.21	0.3	.21	0.15	0.66		
83	8	6.55	11.21	0.6	.20	0.25	0.78		
174	12	5.20	9.53	0.4	.15	0.12	0.22		
115	8	5.45	5.73	0.6	.35	0.13	0.56		
117	8	7.27	7.60	0.7	.25	0.18	0.49		
107	8	9.72	11.21	0.6	.25	0.15	0.57		
105	12	9.02	11.73	0.6	.25	0.15	0.57		
103	12	9.25	9.25	0.9	.30	0.18	0.99		
101	12	8.25	11.48	0.5	.16	0.12	0.51		

電氣製鋼塊

A 6172	8	7.62	9.55	0.5	.30	0.22	0.20	.13
B 5048	8	8.32	10.43	1.0	.32	0.13	0.20	.56
B 5884	8	29.30	22.70	0.8	.33	0.10	0.31	0.02
B 6129	8	12.76	13.40	0.2	.34	0.06	0.22	.16
A 6406	6	6.90	9.68	0.1	.39	0.06	0.24	.07
B 6120	8	8.67	11.60	0.2	.30	0.18	0.21	.03
B 6123	8	7.62	12.76	0.9	.24	0.23	0.32	.12
A 6361	8	7.62	11.60	0.5	.32	0.25	0.36	.13
A 6383	8	13.52	10.43	0.8	.38	0.11	0.88	.07
A 6399	6	8.74	7.27	0.5	.26	0.20	0.39	.09

第 6 表

衝撃試験平均値

	平 爐	電 爐
T 側	7.89 KEM/cm ²	9.08 (11.13) KEM/cm ²
B 側	9.96	10.72 (11.92)

() はオ 5 表中 ※ を含めた平均

	平 爐	電 爐
T 側	100 %	115 (141) %
B 側	100	107 (118)

	T 側	B 側
平 爐	100 %	126 %
電 爐	100	118 (107)

分析平均

	C	Mn	P	S	Cr
平 爐	0.06	0.24	0.017	0.060	—
電 爐	0.13	0.32	0.015	0.030	0.14

VII. 鋼塊内の氣泡状態

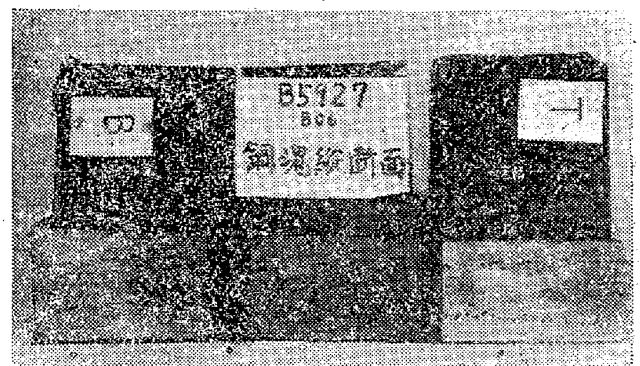
鋼塊内部の氣泡状態はどうなつてゐるか云ふに、實際問題としては、現實に鋼板になつてゐるのであるか

ら、心配のないことである。著者等は數個の鋼塊を切つて、其の断面を見た。第 2 圖は電氣爐に於ける還元熔解の代表的な鋼塊である。心配されてゐた氣泡も鋼塊の肌から 35~mm も内部に入つてゐるので、ブローホールの疵となつて表面に出る心配は無い。此の鋼塊は 600kg の板用鋼塊である。これと比較するために、電氣爐で酸化精鍊せるものも切斷して見た。(第 3 圖)そして兩者に氣泡に關しては殆んど差を認められないことを知つた。



第 2 圖

C Si Mn P S Cr Cu
A-6147 ·18 ·03 ·28 ·018 ·017 ·18 ·22
還元熔解セルモノヲ B06 型 = 注型セルモノ



第 3 圖

C Si Mn P S Cr Cu
B-5927 ·16 ·06 ·32 ·016 ·014 ·32 ·29
無還元熔解

又、リムド鋼として還元精鍊が行き過ぎた場合はどうなるか。第 4 圖は其の例であつて、多數の氣泡が表面近く (10~13mm) 發生して、所謂セミキルドの状態を呈する。板の表面の氣泡疵となる惧れがあるから注意してみなければならぬ。(第 4 圖は底部の横斷圖である。)

以上は小鋼塊であるから、氣泡が内に入つてゐるが大鋼塊ではどうであるかといふ心配があるが、當社では現在 2 噸備平鋼塊を此の方法で安全に製造してゐるから、そんな心配は要らない。



第 4 圖

	C	Si	Mn	P	S	Cr
D-4740	.10	.02	.38	.012	.020	.06

還元熔解法 = ヨリ過脱酸トナリタルモノノ底部



第 5 圖

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
A-6770	.06	.03	.09	.008	.014	.31	.41



第 6 圖

	C	Si	Mn	p	S	Cr	Cu
A-6735	.07	.03	.21	.009	.015	.06	.44

VIII. 結 論

以上、要するに電氣爐に於てリムド鋼を製造する場合には、平爐と同じ様な酸化スラッグ（酸化法）に依るよりも、電氣爐の特性を活かして還元スラッグ（還元法）に依る方が、材質的にも優秀なものを作り得るといふ見透しを持つてゐるが、其の確認に就て研究を進めて見る積りである。

作業の安定性、Mn の歩留、不良スクラップの使用能力から云へば、はつきり優れてゐることを證明した。

尙、此の方法は硅素鋼を使用しないで健全なセミキルド鋼を作る一つの方法と考へるので、此の點に就ても、リムド鋼の世界に、平爐鋼に到達し得ない境地を拓くことが出来るだらうといふ考へを持つてゐる。

終りに、此の論文の發表を許された當工場長岡理喜雄氏、及び當時の研究生田坂鋼二氏に深甚の謝意を表す。

(昭. 24. 4 寄稿)

著者等が現在興味を持つてゐる問題は、一番小さな鋼塊、即ち 80kg の鋼塊をリムド鋼で押上げることである。酸化法で此の鋼塊を作るとすれば、あらゆる條件が完備されなければ、鋼塊の形を作ることすらも難かしい。注入中、湯が或る程度上つたところで、すーつと湯面がひいて見たり、注入管に湯が呑込まなかつたり、注入終了頃注入管から湯が逆流したりする。餘程條件が具らない限り、即ち熔落ちが適當で、オアリングをして充分精練し、適當の脱酸をして、適當の熱を持つてゐない限り、鋼塊になる事すらも容易でない。

そこで著者等は、還元精練をすることに依つて、注入中の事故無しに鋼塊にすることが出来ることを習得した。但し還元精練の精練範圍が非常に狭いために、表面氣泡の全然ない健康なリムド鋼を百發百中というところまでは行つて居ないので、今尙研究を進めてゐる状態である。第 5 圖はよい 80kg 鋼塊の断面であり、第 6 圖は悪いものゝ断面圖である。

鑄鋼材の基本的性質に就て (II)

(昭和 23 年 4 月本會講演大會講演)

木 下 禾 大*

ON THE FUNDAMENTAL PROPERTIES OF
THE CAST STEEL (II)

Toshihiro Kinoshita

The synopsis of part II of this report was already given in that of report I in the Journal of August, 1949.

* 三菱重工業株式会社社長崎造船所