

第3表 各種煉瓦性質對照表

對 鑛 滓	ス ポー リ ン グ 性	熔 融 點 °C	軟 化 點 kg/cm^2 最盛點	永 久 收 縮 (%)	熱 膨 張 率 (1000°C)	磨 減 率
珪石煉瓦	酸性大	1730	1650	約 (1700) +0.5~-+1.5	1.7	小
シヤモット煉瓦	中性小	1730	1450	(1500) -0.5~-1.5	1.4	大
蠟石煉瓦	弱酸性小	1670	1350	(1400) +0.5~-2.0		大
クロム煉瓦	中性稍大	1790	以上 1450	(1400) -0.5~-1.5	2.0	大
マグネシヤ煉瓦	鹽基性大	1825	以上 1470	(1500) -0.5	3.5	稍大
高礬土質煉瓦	中性小	1825	以上 1550	(1600) -0.5~-1.0	1.9	稍大
スラジスト A-1	中性極小	1825	以上 1700	(1700) +0.5~-+0.8	2.6	小

い。其他、クロム、マグネシア、電鑄、電熔等の製品に於ても他の煉瓦を以て代換し得ない特徴を有する反面、又缺陷を有つためその用途もある範囲を出ない状態である。最近平爐、電氣爐等の天井爐材に對し、原料赤白珪石不足の聲があり、又特殊鋼等に對して爐材より來る SiO_2 分が製品品位に悪影響を及ぼす點、更に熔鑄爐も大容量のものが

建設されたが之に就て一部では從來の粘土質煉瓦では安全でなく、何等か新しいものに轉換する必要ありといふ聲もある。換言すれば之等の事柄は現在の耐火物に何事か革新的要求の暗示を投げかけてゐるやうである。筆者は常に珪石煉瓦の特徴と粘土質煉瓦の特徴を兼ね備へた耐火物を製造し得たら窯爐工業者はその設計に、窯爐使用者は作業能率の向上に新機軸を出し得るのではないかとかねて念願してゐた者である。スラジスト A-1 はこの目的に適合した製品である事は前掲各圖表が之を立證してゐるものと思ふ。この意味から本煉瓦を推奨し得る用途は、相當廣範囲に亙るもので、例示すれば

平爐天井、電氣爐々蓋、熔鑄爐々底、同朝顔、湯溜部及びシャフト部

等で之等には確信を以て推奨し得るものである。之の用途からしても、珪石煉瓦と粘土質煉瓦の兩使用部門に夫々革新的立場を發揮してゐるのである。尙一々の用途に就ては其方面の方々の判断に俟ち、併せて御教示を仰ぎ度いと思ふ次第である。

固定鹽基性平爐に依る特殊熔解法に就て

(日本鐵鋼協會第 26 回講演大會講演 昭 16. 10. 東京)

近 藤 光 治*

ON THE SPECIAL METHOD OF MELTING WITH A STATIONARY BASIC OPEN HEARTH FURNACE

Mituharu Kondô

SYNOPSIS—In the stationary basic open hearth furnace used heretofore, which has a difficulty in substituting slags, the slag usually contains more than 10% of SiO_2 , so that there is a limit around 0.01% P and 0.02% S in the usual refining. However, the author made success in practising a Hoesch-system refining two times using a Merz-type open hearth furnace and managed to obtain a steel melt with 0.003~0.010% P and 0.006~0.012% S. The following are the conclusions from viewpoint of the actual operation:

- (1) It is recommended to keep the CaO/SiO_2 in the slag to the second order in the first melting, to tap as soon as possible before the failure of the furnace bed, and, in the second melting, to make the highly basic slag with the CaO/SiO_2 of the fourth order as soon as possible.
- (2) Therefore, a considerable quantity of fluorite should be used to retain a suitable quantity of CaF_2 in the slag.
- (3) The Mn in the steel melt should be retained at least up to 0.2% in the case of the second melting, to make the desulphurization effective.

I. 緒 言

鹽基性平爐精鍊に依り製鋼原料中の磷及び硫黄を除去し得ることは周知の通りであるが、普通の固定式平爐では脱

磷率 90%、脱硫率 40% 程度が限度であつて之以上は困難である。特に硫黄の顯著なる低減は至難と言はねばならぬ。

一方酸性平爐に於ては磷、硫黄の除去は全く不可能であるから、優良な屑鋼並に銑鐵が入手難な昨今では高級鋼の

* 日本製鋼所室蘭製作所

熔製には幾多の困難に遭遇して居る現状である。

依つて日本製鋼所室蘭製作所に於ては各品位の屑鋼及び銑鐵を原料として現有のメルツ式 25 坩 固定平爐に簡単な改装を施し、所謂ヘツシュ (Boesch) 法と稱せられる二回精鍊法を實施して精製鋼、鋼塊、高品位銑鐵を作つた結果脱磷率 92%、脱硫率 70% に達し製品の $P=0.003\sim 0.010\%$ 、 $S=0.006\sim 0.012\%$ のものが容易に得られる事が判つた。

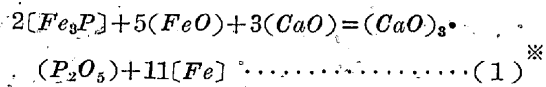
従て普通の鋼屑並に銑鐵が入手出来る限り酸性平爐の高級鋼熔製に當つても支障を來たさぬ自信が得られたので、茲に該熔解の成績を報告として参考に供する次第である。

II. 脱磷・脱硫に関する知見

先づ順序として固定式塩基性平爐に依る冷銑屑鐵法の普通熔解に於ける脱磷・脱硫反應に就て知見の二三と共に実績の一端を次に述べる。茲に普通熔解と謂ふのは掲題の特殊熔解に對應する言葉で、ヘツシュ法に依らざる一般熔解を指すものである。

1. 脱磷反應に就て

既に周知の如く脱磷反應は(1)式に依つて表はされる。



(1) 式の平衡恒数を K とすれば K は (2) 式で示される

$$K = \frac{[\Sigma P]^2 \cdot (FeO)^5 \cdot (CaO)^3}{(\Sigma P_2O_5)} \dots\dots (2)$$

$$\text{即ち } \frac{(\Sigma P_2O_5)}{[\Sigma P]^2} = \frac{(FeO)^5 \cdot (CaO)^3}{K} \dots\dots (3)$$

(3) 式にて左邊は滓——熔鋼間の磷の分配率、換言すれば滓化率を示しこの値の大なる程脱磷は良好なるを示す。

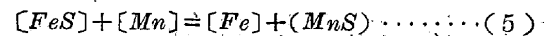
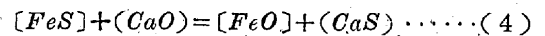
又 K は一定温度では恒値であるから、(3) 式から脱磷を促進する鋼滓の組成は如何なるものである可きかを大體知る事が出来る。即ち (FeO) 及び (CaO) が大なる程良い事となる。然して茲に謂ふ (FeO)、(CaO) は夫々遊離の状態にある成分濃度を指すものなる故、他の組成に因り影響されること勿論で、(SiO₂)・(P₂O₅) の如き酸性成分は出来るだけ少くなければならない。然し固定式平爐では装入材料及び爐體・爐壁材から溶込む珪酸分の爲に (SiO₂) を 15% 以下にすることは困難である。一方 (CaO) を餘りに多くすれば滓は厚く流動性は悪くなり、造滓操業が困難となるの

みならず、精鍊時間も長引く。又 (FeO) を多くすれば勢ひ爐床は荒れ、鋼浴の歩留りは減じ、脱酸劑の過量を要し時には脱酸不充分的故に製品を廢却に導く事ともなる。

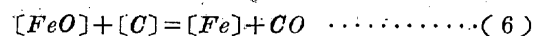
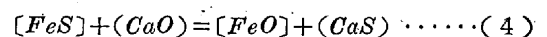
次に留意すべきは (FeO)、(CaO) 共に増加する結果カルシウム——フェライトの生成する事である。これに就ては最近 E. Diepschlag¹⁾ が遊離石灰の分析的研究を行ひ相當量の (CaO)₃・Fe₃O₄ が存在する事を認めて居る。著者の統計的調査の結果に依るも (FeO)、(CaO) を増加してもこれに比例して脱磷の進行しない事は後述の通りである。

2. 脱硫反應に就て

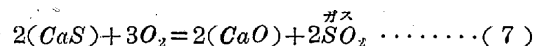
脱硫反應は次の二式特に (4) 式に支配されると云はれて居る。



この兩式に就て磷の場合と同様な推理を行へば、脱硫を促進する條件として次の如きを擧げることが出来る。即ち鋼滓の鹽基度高く遊離石灰多きこと、(FeO) 少く爐内が還元性なること、鋼浴 Mn 量多きこと等である。この内鋼滓の鹽基度高き事は絶對的な必須條件と見られ、著者の調査に依れば脱磷に於けるよりも一層高鹽基性なるを要する如く考へられる。次に (FeO) は平爐では電氣爐と異り還元性に迄低減することは不可能である。電氣爐の還元期に於ては (4) 式と共に (6) 式が成立して脱硫は極度に進むことは良く知られた事實である。著者は



後述の如く平爐熔解で (FeO) と脱硫率を検討したのであるが寧ろ (FeO) 大なるものの方が良好な脱硫を示した。鑛石投入期に於ても多少の脱硫が認められる點より考へて平爐内の酸化性雰囲気は (7) 式の右行反應が行はれて硫黄の揮散を促すものと考へたいのである。

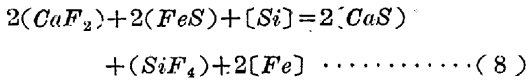


加熱ガス中の硫黄分と脱硫との關係に就ては從來多くの議論の存する處ではあるが、この影響は熔落迄の間であつて鋼滓が出来れば (7) 式の反應が起り得るものと考へる。但爐雰囲気中の硫黄分は低きを必要とするは勿論で、發生爐用炭の吟味も等閑に附すべきものではない。最後に言したいのは螢石の脱硫力である。螢石は (CaO) の多い難熔

* 上式にて $[\Sigma P]$ は鋼浴中の全磷含量%、(FeO) は鋼滓中の FeO 含量(%)を表はす、以下同様。

¹⁾ E. Diepschlag: Archiv Eisenhüttenw., 14, (1940~41), 421.

性の鹽基滓の融點を低下し、石灰の追加投入を容易ならしめる一方、(8)式に依りカルシウムは脱硫に働いて(CaO)の作用を助長するものと考へられて居る。又(CaF₂)が多くなるとこれが直接脱硫力を示すとも云はれて居る。



平爐でも多くなると以上の事が考へられるがその詳細は後述する。

3. 實操業の統計的調査

上記は従來多くの研究者に依り研究されて居る反應過程を列擧し、これに若干の考察を加へたのであるが、次に當製作所に於ける實績を統計的に調査した結果に就て述べる。尙I及び2項の鋼滓の影響に就てはH. Schenck²⁾の著書に溫度、滓の容積その他と共に詳細が論述されて居る。

調査は普通熔解に依る鋼塊の熔製 45 チャージに就て 3年間に互り行つたものである。尙本項目に就て述べるのが本文の目的でないから結果は纏めて圖示し結論のみを記述するに止める。

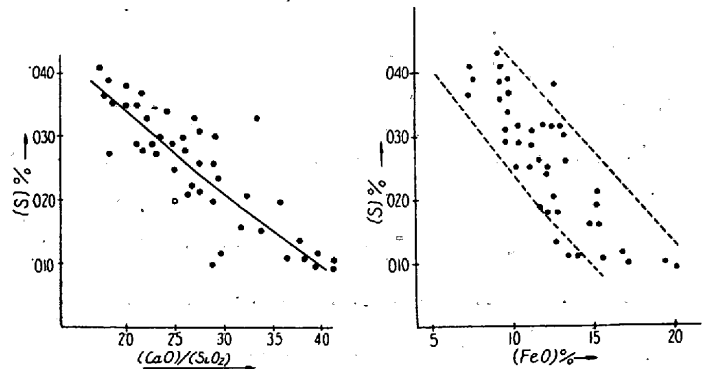
1. 脱磷に対する調査 脱磷に対する鋼滓組成の影響は前述の如くであるから、調査方法としては(P₂O₅)/[P]と(FeO)、(SiO₂)及び(CaO)/(SiO₂)との關係を分析値より求め、これを圖示したものが第1~3圖である。尙分析試料は鋼滓・鋼浴共總て出鋼 15mn 前に採取したものである。

第1及び第3圖を見るに(P₂O₅)/[P]は(FeO)及び(CaO)/(SiO₂)が増加するに伴ひ大となるが、或限度以上

は必ずしも兩者の増大に伴つて大となつて居ない。即ち(FeO)は13~14%に、(CaO)/(SiO₂)では3.5附近に限度がある如く考へられる。これは既述した通り(FeO)、(CaO)が増加する結果カルシウムフェライトが出来て脱磷力が減殺される爲と考へる。又他の一因として鹽基度が上昇する爲滓の流動性が悪くなる事も考へられる。が何れにしても(P₂O₅)/[P]が200~300と云ふ値は普通熔解に於ける平爐滓として極限の値であつてこれ以上の脱磷を期待する事は無理であらう。第2圖は(SiO₂)の影響を見たもので明かに(SiO₂)の低値は脱磷に効果があり25%以上になるとその悪影響の大なる事が想像される。

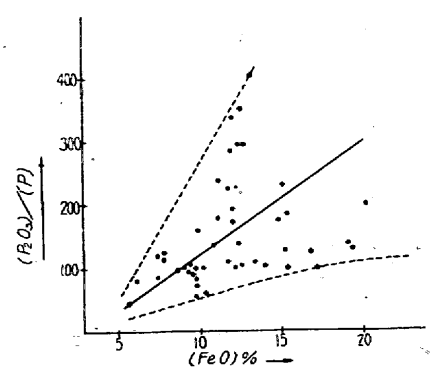
本調査に於ける脱磷率^{*}は配合材料に依り多少異なるが75~90%であつた。

2. 脱硫に対する調査 前項に倣ひ脱硫に及ぼす(CaO)/(SiO₂)及び(FeO)の影響を圖示したものが第4、第5圖である。但この場合にはガス雰囲気の影響及び鋼滓中の

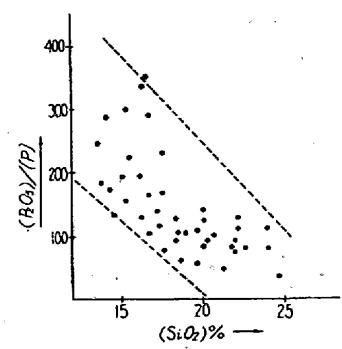


第4圖 [S]と(CaO)/(SiO₂)との關係 第5圖 [S]と(FeO)との關係

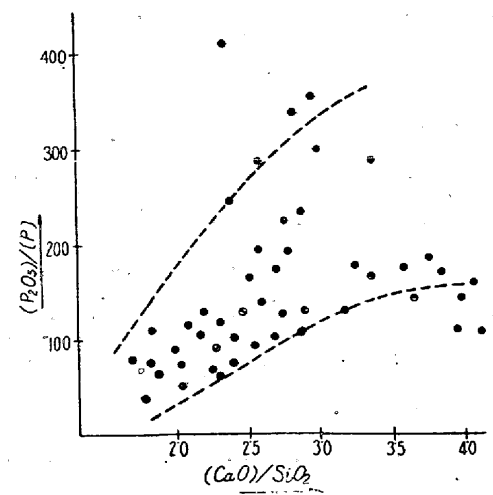
^{*} 脱磷率 = $\frac{(\text{装入材料中の磷の計算含量}) - (\text{製品磷含量})}{(\text{装入材料中の磷の計算含量})} \times 100$



第1圖 (P₂O₅)/[P]と(FeO)%との關係



第2圖 (P₂O₅)/[P]と(SiO₂)%との關係



第3圖 (P₂O₅)/[P]と(CaO)/(SiO₂)との關係

硫黄分析値の誤差大なるに鑑み直接鋼浴の硫黄量を比較の對象に採つた。第4圖に於て[S]は(CaO)/(SiO₂)の増加に伴ひ低下する。然して脱磷の場合以上にこの影響は敏感であり、且より高鹽基性の滓を要するものと考へられる。然し(CaO)/(SiO₂)を4.0以上にすることは普通操業法では容易でない。(FeO)の影響は第5圖に示す如く豫期に反して(FeO)大なるものが脱硫度は良好であつた。尙本調査に於ける脱硫率は30~40%であつた。

3. 總括 以上を總括して表示すれば第1表の如くなる。

第1表 脱磷・脱硫に及ぼす鋼滓の影響

	脱磷に對する影響	脱硫に對する影響
(CaO) (SiO ₂)	増加に伴ひ促進される。但3.5以上になれば幾分減少される。	4.0迄は増加に伴ひ促進される。但これ以上にすることは操業上困難なり。
(ΣFeO)	増加に伴ひ促進される。但13~14%以上になつてもその割に進まない。	影響は微弱である。寧ろ多き方が促進されると考へられる。
(SiO ₂)	少い程促進されるが15%以下にするには操業上困難である。	

要するに普通法で脱磷脱硫・を極度に強行せんとすれば爐操業に種々の困難を伴ひ、引ては製品を廢却に導く事になる。假令それ迄に到らずとも第1表の如く滓の組成には或限度の制肘を受ける事は免れ得ない處である。然して(SiO₂)及び(P₂O₅)を極度に吸収した第1回目の滓を分離し、新しき鹽基性滓を以て之に換へ得れば、この點大いに改良される事は明かであつて、茲にヘツシュ法の持つ意義が出て來る譯である。

尙參考迄に第1表の關係を具體的に示す一例として調査記録の一部を第2表に示した。本表にてAは昭和14年度、Bは本調査後熔解法を改良の上實施した各6チャージの平均で裝入材料には變りがない。

第2表

時 期	鋼 浴		鋼 滓					
	P	S	SiO ₂	FeO	CaO	CaF ₂	(CaO)/(SiO ₂)	
A	裝入材料より來る計算	100	035	—	—	—	—	—
	熔 落	—	—	21.21	14.34	40.63	0.75	1.45
	出 鋼 前 取 鋼	017	025	20.26	11.71	42.30	0.43	2.10
B	裝入材料より來る計算	100	035	—	—	—	—	—
	熔 落	—	—	17.46	11.61	48.03	3.16	2.75
	出 鋼 前 取 鋼	007	014	13.76	17.93	47.93	1.81	3.56

A 熔解の脱磷率は75%、脱硫率は29%、又B熔解は夫

々89%、62%で螢石の使用により従來に見ざる良き脱硫率を示したもので、この程度が普通熔解に依り達し得る限度と考へられる。尙螢石の直接脱硫に就ては實驗室的試験結果もあるが茲に割愛してヘツシュ熔解の項にて觸れる事とする。

III. ヘツシュ熔解法

固定式鹽基性平爐に於ける普通熔解では脱磷・脱硫に限定のある事上述の通りである。又最近は熔解原料の品質が次第に低下する傾向にある。一方酸性平爐による特殊鋼熔製には良質の銑鐵並に精製鋼が要求されるのであるから、その打開策として低級の銑鐵及び鋼屑を用ひ鹽基性平爐で磷、硫黄の少なき酸性平爐用銑鐵又は精製鋼を製することを考究する必要が生じたのである。而してその方法としては次の如きものが考へられる。

- イ) A平爐にて熔解せる鋼浴をB平爐に移注し精製する法。
- ロ) 鑛石投入期の沸騰盛んなる時期に鋼滓を溢出せしめた後石灰その他の造滓劑を加へ新鋼滓を作る法。
- ハ) 一旦熔解後出鋼し取鍋に受け鋼滓を完全に除き熔浴のみを再び同一平爐に注入精鍊する法。

以上の内イ、は熱損失及び爐の不經濟なる點より實施困難なるは明かな爲、先づロ)を試みた。然し鑛石の浪費及び滓一浴の分離不完全に終り成功しなかつたので、ハ)の所謂ヘツシュ法を試みた。その結果豫期以上の成功を納め、昭和15年5月以降一年間に約50チャージの熔解を行ひ、現在では試験の域を脱し日常作業化せんと計畫中である。

扱このヘツシュ法に似た試みは以前から行はれたが、ヘツシュ法の名を冠して一般に認めらるゝに至つたのは1905年より7年にかけて獨逸のヘツシュ製鋼所で固定式30種平爐により高磷のトーマス熔銑を精鍊したのに初まる。當時の熔解記録はStahl und Eisenに報告されて居る³⁾。以下當所に於ける實績に就て記述して見よう。

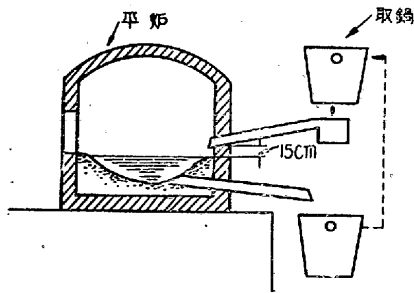
1. 熔 解 要 領

本熔解は總て固定メルツ式鹽基性平爐で行つた。最初は酸性平爐用の低磷・低硫精製鋼を熔製することを主目的としたが現在では同じ用途の高級銑鐵並に鋼塊をも熔製して居る。この間自ら多少操業法を異にする點があるが熔解の

³⁾ Fr. Springorum: St. u. E., 30, (1910) 396.

要領は概ね次の如くである。

先づ装入材料が熔落たる後、適度に鑛石を投入してボーリングを行はしめ鋼浴中の珪素・燐を炭素と共に低下せしめ炭素含量1%前後となりたる時フェロマンガンを0.5%を投入して出鋼する。受鋼時取鍋内にて熔滓の沸騰甚しき時はシリコンマンガンを0.1%又は珪化石灰0.03%内外を投入する。受鋼後直ちに取鍋を平爐の出鋼側に特設したる注入樋の受口に移動し275inの耐火ノズルを通じて熔鋼のみを再び同一平爐に移注する。その要領は第6圖に示す如くである。現在では移注開始迄に約10m、注入に同じく10mを要して居る。注入樋の出口は第6圖の如く材料装入口の下面より15cm上方



第6圖 移注要領圖

に取付けあり、爐床との接續部はマグネサイトにて強固にスタンプし成形した注入終了後は直ちに後述の如き造滓劑を投入し、鹽基度特に高い((CaO)/(SiO₂)) > 4) 鹽基性鋼滓を作り第二次の精錬を行ふ。以下便宜上最初の熔解を第一熔解、再精錬の熔解を第二熔解と稱す。尙第一、第二熔解共脱硫作用を助成する爲フェロマンガンを適宜投入して[Mn]を0.2%前後に保つやう努めた。

2. 使用原料と其化學成分

本熔解は昭和15年5月以降一箇年以上に亘つて居る爲

(1) 使用鉄鐵品位(%)

	C	Si	Mn	P	S
兼二浦鉄	3.6~3.8	1.8~2.1	2.4~2.9	0.2~0.3	0.030
八幡鉄	3.6~3.7	0.9~2.4	1.2~1.4	0.3~0.35	0.040
ターター鉄	3.5~3.6	0.6~1.1	0.3~0.6	0.2~0.3	0.048
本溪湖下級鉄(5號鉄)	3.6~3.7	2.5~2.6	0.7~0.8	0.03~0.04	0.024
バーン鉄	4.0~4.1	1.7~2.0	1.2~1.3	0.22~0.25	0.025~0.030
鞍山鉄	3.5~3.6	2.4~2.5	0.8~0.9	0.12~0.13	0.03~0.04

(2) 鐵鑛石並に造滓劑品位(%)

	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	P	S	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	CaF ₂	Na ₂ CO ₃
ジングン鐵鑛石	60.0	2.3	0.022	0.028	4.5	0.03	0.20	—	—
石灰石(岩手産)	0.21	0.66	—	—	0.18	—	54.4	—	—
スケール(社門厚)	—	—	0.014	0.04	—	—	—	—	—
ホタル石(關東州産)	—	5.5	—	—	—	—	—	90.0	—
マンガン鑛石	4.10	10.0	0.1	—	5.53	40.0	1.08	—	—
ソーダ灰	—	—	—	—	—	—	—	—	>90
コークス	—	—	0.03	0.3	—	—	—	—	—
木炭	—	—	0.026	0.01	—	—	—	—	—

使用原料の化學成分には相當相違があるが、その概ねの範圍は次の通りである。

3. 熔解種別

本熔解の回数は合計53チャージでこれを主成材料により次の三種に分類する事が出来る。

種別A: 社内鋼屑(a)90~100%に比較的low phosphorus low sulfurの本溪湖鉄0~10%を配合装入し主に低炭素の酸性平爐用精製鋼を熔製するを目的としたるもの。

種別B: 社内鋼屑(c)を10~30%、市販鋼屑(b)を20~30%、普通鉄鐵40~70%を配合装入し酸性平爐用精製鋼・高級再製鉄及び鋼塊を作るを目的としたるもの。

種別C: 普通鉄鐵100%より高級再製鉄を作るを目的としたるもの。

配合その他熔解成績は附表I~IIIに26チャージに就て表示した。

(ハ) 鋼屑の代表品位(%)

類別	C	Si	Mn	P	S
a	0.3	0.2	0.5	0.020	0.02
b	0.3	0.1	0.4	0.040	0.03
c	0.3	0.2	0.5	0.025	0.03

この内(a)は所内で生じた鍛鋼屑及び削屑で良質のもの(b)は市販の屑で概略の豫想値を示したるもの、(c)は所内で回収した下級屑で酸性又は鹽基性鋼滓を混入し(a)に比し品質低きものである。

(ニ) 爐床材料品位(%)

	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
ドロマイト(滿洲産)	21.38	1.14	—	—	34
焼マグネサイト	84.7	9.85	1.47	0.88	1.65

尙爐床はマグネサイトで約8割程度(厚さ約15cm)をスタンプ法に依り構築し、その上部2割はドロマイトを焼付け被覆した。

4. 造滓劑

種別A, B, Cに依り造滓劑の配合を變化した。

第一熔解で装入したる造滓劑は附表I~IIIに記述の如く、Aは熔落炭素量低きを慮り4~6%の木炭を8~10%の生石灰と共に加へ、これにフェロマンガンを0.5%を共用した。Bは生石灰7~10%及びスケール1~9%を配合しこれにフェロマンガンを、或はマンガン鑛石、ソーダ灰を共用した。Cはスケール7~12%でBよりも稍多く生石灰は5~7%で稍少ない。

第二熔解の造滓劑は熔解の良否を左右する重要な因子となる。故にその配合には種々苦心した。本熔解で使用した

るものは A, B, C に依り第 3 表の如き配合のものである。

第 3 表の内 SA-1 は試験の最初に試用したもので石灰量多く且生石灰なりし爲、滓の出来る迄に長時間を要し操業上困難なる故、脱磷・脱硫の成績は良好であつたのが、一回限りで使用を中止した。SA-4 は SA-2 に 27% の木炭を混用したが電氣爐と異り豫期した脱硫率を挙げ得なかつた。

第 3 表 第二熔解の造滓剤配合割合

熔解種別	造滓剤番 號	鋼浴に對する使用割合(%)	混 合 割 合					
			燒石灰 (生石灰)	螢石	マンガン鐵石	鐵鐵石	木炭	ソーダ灰
A	SA-1	8~10	60	2	12	12	14	—
	SA-2	5~6	36	18	27	19	—	—
	SA-3	5~6	45	22	33	—	—	—
	SA-4	7~8	27	13	20	13	27	—
B	SA-2	5~6	36	18	27	19	—	—
	SB-1	5	40	10	30	20	—	—
	SB-2	5~6	43	17	27	5	—	8
	SB-3	5~6	47	18	29	6	—	—
C	SB-4	5~6	44	23	27	6	—	—
	SC-1	5~6	45	29	26	—	—	—
	SC-2	5~6	36	36	28	—	—	—

SA-2 が結果も最良であり、操業も容易なる故種別 A では主にこれを使用した。

種別 B に使用したる、SA-2, SB-1 は脱炭作用を盛んにする爲、SB-2, SB-3, SB-4 はこれを控目にして高炭素のものを熔製するを目的とし、前者の鐵鐵石を一部螢石で置換したものである。

又種別 C は高品位の再製銑を作る目的上鐵鐵石を避けたが造滓剤の熔解悪く主として螢石の配合を増した SC-2 を使用し目的を達した。

5. 熔 解 成 績

熔解成績は種別 A, B, C, に別け夫々附表 I, II, III に表示した通りである。本表にて分析試料採取時期の欄の〔原料〕は配合材料から計出した計算値、〔I〕は第一熔解の熔落 10 mm 後に、〔2〕は第二熔解の造滓剤投入直後に採取した鋼浴・鋼滓の分析値であり、〔製品〕は製品の分析値を示したものである。何れも第二熔解の $(CaO)/(SiO_2)$ は 4 以上となつた爲 FeO が 20% 以上のものあるに拘らず相當の脱硫を示して居る事は、一般に鹽基性平爐で FeO 少き場合にのみ脱硫良好なりと考へらるるに對し興味ある事實と思ふ。

種別 C は前述の如く、普通銑 100% より低磷・低硫の再製銑の熔製する目的のものであるが、表示の如く充分目的を達するを得た。但酸性爐用としては相當珪素量の高き

を要するが磷・硫黄の還元を抑制しても 1.2% 程度に上げる事は容易と考へる。尙これに就ては目下試験中である。又熔解番號 50 は第二熔解にて空氣弁を平常の三割程度に絞り出來得る限り鋼滓の酸化を防止したもので、 (FeO) は 1.43% の低値を得原料中の硫黄計算量 0.047% に對し 0.006% に低下し、脱硫率は 88% と云ふ良好なる成績を示した。これは鹽基性平爐にては空氣弁の適度な調節により高炭素の熔解では多少でも酸化性の弱い雰囲気を得られる事を示すものである。

本熔解による製品の磷・硫黄の成績は磷に就てみると種別 A で平均 0.004%, 種別 B で平均 0.006%, 種別 C で平均 0.007%, 硫黄に就ては種別 A, B, C により夫々平均 0.009%, 0.01%, 0.012% である。又この脱磷・脱硫率は第 4 表の如くて熔解種別 A は装入材の磷・硫黄低き故脱磷

第 4 表 本法に依る脱磷・脱硫率 (%)

熔解種別	熔解番號	脱磷率	脱硫率	平均率	
A	1	85.0	65.0		
	6	85.0	42.9		
	8	85.0	57.1	脱磷率	
	17	86.4	65.0	85.3	
	20	81.8	65.0	脱硫率	
	21	86.4	60.0	57.6	
	24	31.8	50.0		
	25	90.9	56.0		
	B	4	94.3	65.8	
		5	94.3	72.7	
		11	93.6	58.8	
		12	98.6	70.3	
15		97.5	70.6		
28		81.8	68.4	脱磷率	
30		97.3	71.1	95.8	
37		97.4	73.0	脱硫率	
C	39	95.8	73.7	70.2	
	42	97.8	71.4		
	43	98.0	70.0		
	53	94.7	77.1		
	46	97.5	68.6	脱磷率	
	47	97.4	71.4	97.3	
	48	98.5	73.8	脱硫率	
	49*	95.2	69.0	70.5	
50	63.2	87.2			
52	98.1	69.6			

(* 特殊熔解につき平均に加算せず)

率 85.3%, 脱硫率 57.6% であるが B, C は夫々 95% 以上及び 70% の高率を示した。

6. 熔 解 記 録 例

本熔解で鋼塊を造ることも出来る。参考として附表 IV は熔解番號 53 の熔解記録を本法の一例として表示したもので、銑鐵 55% 配合のものより 15t, 8t の鋼塊各 1 本を熔製したものである。

附表 IV 製品熔解記録の一例 熔解番號 53(附表 II)

作業時刻	C %	投入物	記事	鋼浴試料化學成分				
				C %	Si %	Mn %	P %	S %
午前 1-15/ 1°-45				2.33	0.86	0.85	0.15	0.035
7°-20' -30' -40'	1.15	螢石 20kg 鐵 鑛石 200kg	解 落					
-50'	0.90	フェロマンガン 0.5% カルシウムシリサイド 0.03%	出 鋼	0.004	0.28	0.015	0.018	
8°-00'								
20'		←.....	注入初め					
27'		←.....	注入終り					
35'		←.....	造 滓 剤 投入初め					
40'	0.75							
9°-00'		←.....	同 上 投入終り					
20'		←.....	鐵 鑛 100kg	0.008	0.20	0.003	0.010	
30'	0.55							
45'	0.44							
50'	0.37							
55'		CaO 80kg SP. 0.2%						
10°-00'	0.32							
5'	0.30	シリコンマンガン 0.1%						
10'	0.29	CaO 50kg						
5'	0.29	フェロマンガン 0.6%						
20'				0.01	0.50	0.004	0.009	
10°-30'	0.31	フェロシリコン 0.6%	出 鋼	0.28	0.63	0.008	0.008	

IV. 本熔解に対する考察

1. 熔解所要時間

熔解所要時間は附表 I~III に示した如くである。即ち本法の開始當時は作業に不馴れの爲普通法に比し約 2h の延長を示したが、其後操業法の改善と熟練とに依り逐時短縮を見、現在に於ては普通法と同一程度即ち装入後 7~8.5 h にして出鋼するを得てゐる。

次にその内譯を種別に依り表示すれば第 5 表の通りである。

第 5 表 所 要 時 間

種別	装入→熔落	第一熔解	出鋼→注入	第二熔解	合計
A	6°-30'~11°-00'	33'~1°-14'	14'-21'	1°00'~2°-29'	8°-30'~12°-47'
B	4°-10'~6°-35'	25'~1°-07'	16'-30'	1°00'~2°-24'	7°-20'~9°-13'
C	4°-00'~5°-05'	20'~1°-15'	20'-29'	53'~2°-45'	6°-02'~8°-20'

上記の時間を平均すると次のやうになる。

種別	装入→熔落	第一熔解	出鋼→注入	第二熔解	合計
A	7°-44'	51'	18'	1°-35'	10°-28'
B	5°-27'	50'	20'	1°-45'	8°-25'
C	4°-26'	38'	22'	1°-40'	7°-06'

第 5 表に於て装入→熔落が A, B, C の順に短いのはその装入材料配合から見て當然の事である。これを除いては精錬時間の長短に最も影響あるのは、第二熔解の所要時間であり、この原因は云ふ迄もなく造滓剤の組成である。即ち

この造滓剤の選擇には脱磷・脱硫力の問題と熔融の難易との二點を考慮すべきである。造滓剤の熔融時間を左右する第一のものは(螢石)+(マンガン鑛石)/(燒石灰)の値である。この關係を試験熔解の實績から表示すれば第 6 表の如くである。

第 6 表 (螢石)+(マンガン鑛石)/(燒石灰)と第二熔解所要時間

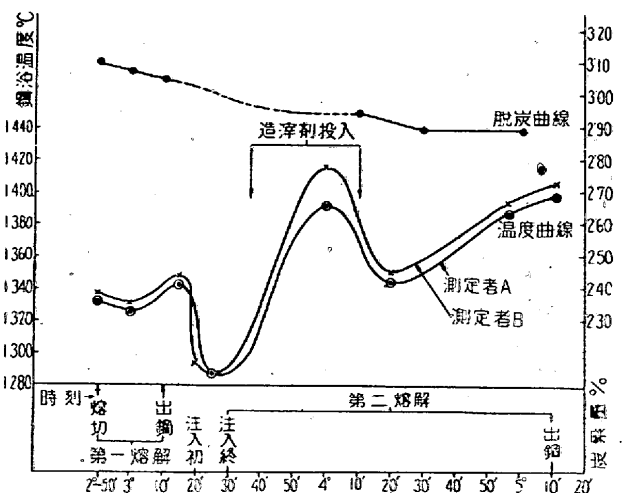
熔解種別	造滓剤番號	(螢石)+(マンガン鑛石)/(燒石灰)	第二熔解所要時間平均
A	SA-1	0.23	2°-29'
	SA-2, SA-4	1.20	1°-38'
B	Sb-1, Sb-2, Sb-3	1.00	1°-47'
	Sb-4	1.12	1°-49'
	SA-2	1.20	1°-46'
C	Sc-1	1.20	2°-20'
	Sc-2	1.70	1°-18'

即ち第 6 表に於てこの比が 1.2 以上のものは良好と見られる。特に第二熔解にて脱炭を避けたい場合(種別 C)には少くとも 1.7 位が必要と考へる。又鑛石を投入し相當ボーリングを行はしめて差支なき場合には 1.0 程度でも比較的短時間に操業するを得た。尙造滓剤は總て 700~900°C に 4~5h 豫熱し置く事が極めて効果がある。

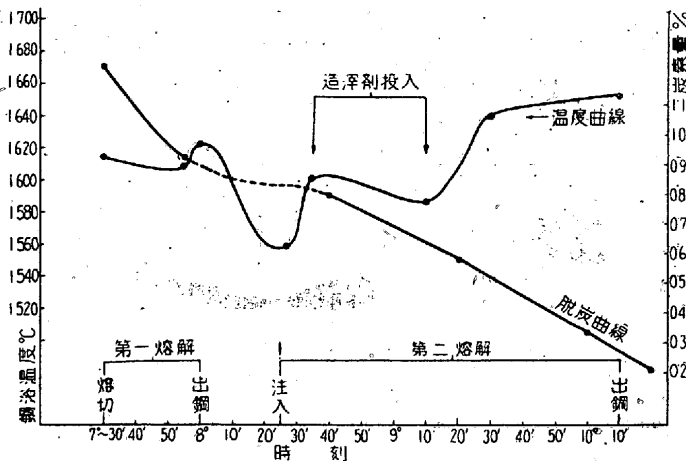
2. 精錬中の鋼浴温度の變化

精錬中の鋼浴温度の變化を觀る爲、爐前にてスプーンに汲取つた鋼浴を光高温計に依り測定したる結果は第 7 及び 8 圖に示す通りである。第 7, 8 圖より鋼浴温度には次の如き變化のある事が判る。

- イ) 第一熔解後取鍋に受鋼し注入する迄に 40~60°C 低下する。
 - ロ) 注入後 10~20 mm で元に復し造滓剤の投入に因り再び 20~60°C 低下する。
 - ハ) 造滓剤投入後 20~40 mm で元に復す。
- 従つて造滓剤投入に要する時間を 30 mm 以内に止め得れ



第 7 圖 精錬中の鋼浴温度の變化(熔解番號 52; 再製鉄熔製例)



第8圖 精鍊中の鋼浴温度の變化
(熔解番號 53; 鋼塊熔製例)

ば、移注後 15h にて充分高温に上昇し得る。又第一熔解の出鋼温度を高めんとする事は第二熔解の操業上重要なことである。第8圖はこれを示す一例で第一熔解にて充分なるボーリングを行はしめ高い浴温が得られた爲第二熔解は極めて順調に作業し得た。但かゝる熔解にては取鍋内で鋼浴が沸騰する傾向が強いからシリコンマンガン或は珪化石灰を投入する必要がある。

尙第7圖は第一熔解で低温の儘第二熔解に移つた例で、製品炭素量 2.94% の再製鉄の熔解例を示した。

3. 製品歩留り

本法の開始當初は製品の歩留りが普通熔解に依るものに比して著しく劣るにあらずやと懸念したが、実績に依れば第7表に示す如く殆ど差が認められなかつた。

第7表 ヘツシュ法と普通法との製品歩留り比較(%)

ヘツシュ熔解法	90.3	89.8	90.0	89.7
	86.4	89.2	90.5	89.2
	88.2	88.2	—	—
普通熔解法	86.9	87.7	91.7	87.0
	85.0	91.0	93.4	89.5
	90.0	88.7	—	—

第7表は何れもツケルクロム鋼の熔解に例を採つたものでヘツシュ法は平均 88.98%, 普通法は 89.07% と僅かに前者が劣つて居るのみである。

4. 爐床爐壁の熔損

爐床は第二熔解で不良鋼滓を分離することが出来る爲殆ど破損する心配はない。但第一熔解であまり長く引張つた場合は普通熔解と同様に熔滓線の爐床が傷む傾向がある。即ち本法熔解を上手にやる大切な點は第一熔解を手早くやつて第二熔解に移すことである。

V. 本熔解法に於ける脱磷・脱硫の統計調査

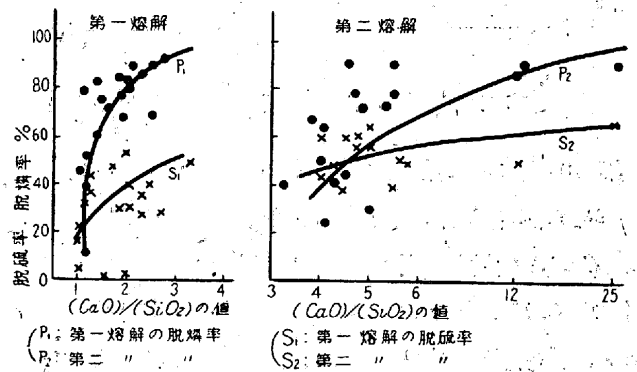
本熔解法の實施目的は既に屢々記述した如く低磷・低硫鋼浴を得るにあるがこれに就て少しく統計的の考察を述べる。

1. 鋼滓の鹽基度

本熔解法に依れば第一熔解で殆ど飽和の状態にまで (SiO_2), (P_2O_5) を吸収した鹽基滓を分離して、新に強力な鹽基性滓が容易に得られる爲、固定式平爐に依る普通熔解では企圖し得られない程度の脱磷・脱硫を強行する事が出来る。

即ち附表 I~III に示した如く第一熔解では (CaO)/(SiO_2) が 1.3~2.0 であるのに對し第二熔解では主として (SiO_2) の低下に因り 4~5 に昇り、熔解番號 52 の如きは 25.0 と云ふ高値を得た。

今 (CaO)/(SiO_2) と脱磷・脱硫率との關係を示せば第9圖の如くで、第一熔解に於て熔解原料中の磷は約 80% が除去され、第二熔解では残留された磷の約 60% が除去されるものと見られる。かくして全熔解を通じては結局 92% 以上 ($=80+20 \times 0.6$) の脱磷率を示す事となる。



第9圖 (CaO)/(SiO_2) と脱磷・脱硫率との關係

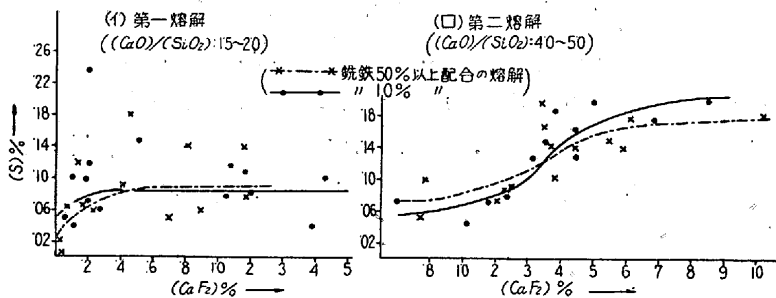
一方脱硫率は第一熔解で 30%, 第二熔解で 50% 結局 65% 以上 ($=30+70 \times 0.5$) となる。

又圖から判るやうに第一熔解では (CaO)/(SiO_2) は 1.5~2, 第二熔解では 4.5~6.0 程度で充分であつてそれ以上高鹽基性にしても、操業上の困難となるに反し、脱磷・脱硫はそれに伴はないやうに思はれる。尙兩圖に於て P_2 曲線が P_1 曲線に比し一見低値を採るやうに見られるのは既に第一熔解にて精鍊された高純度の鋼浴を第二熔解で再精鍊するからである。普通熔解法にて (CaO)/(SiO_2) が 4~5 のものが作り得られるならば本法に近い脱磷・脱硫率のものとなるのであらうが、操業上困難なる事は既に II に記した通りである。

2. 螢石と脱硫との關係

鹽基性平爐精鍊に於ては石灰の追加投入を容易にするため、滓に流動性を與へる螢石が使用される事は周知の通りである。この螢石の作用に就ては II に述べたる如く石灰の量を増加せしめてその脱硫力を助長すると云ふ説と、 (CaF_2) の多い電氣爐滓では硫黄と弗氣とが直接結び付て SF_6 なる比較的安定なガス化合物が出来、直接 (CaF_2) が脱硫効果を示すと云ふ説とがある。⁴⁾*

附表 I~III には表示しなかつたが第二熔解では (CaF_2) が 1.0~5.0% 或はそれ以上となり電氣爐滓に匹敵する含量である。第 10 圖は螢石の脱硫力を検討する爲第一、第二熔解にて $(CaO)/(SiO_2)$ の等しきものを選び (CaF_2) と鋼滓中の硫黄(S)との關係を調査した結果を圖示したものである。



第 10 圖 (CaF_2) と鋼滓に吸収された(S)との關係

第 10 圖に於て第一熔解では (CaF_2) が少い爲(S)との關係は明かに現はれないが、第二熔解では (CaF_2) の増加に伴ひ(S)は増加し、3.5~7.0% の (CaF_2) を含む鋼滓なれば鋼滓硫黄吸収量(S)は稍顯著に増加して居る事が判る。但 8% 以上になつてもその増加割合は著しく無く、一方爐床の損傷を考慮しなければならないから 3.5~6.0% が適當な値と思はれる。

尙 (CaF_2) は先に(8)式で示した如く精鍊の進行と共に低減する傾向があるから、第二熔解の造滓剤の配合に當つては (CaF_2) の歩留りを考慮する事が必要と考へる。

今鉄鐵を 70% 以上配合した熔解に就て、第二熔解の $(CaO)/(SiO_2)$ が 4 以上の場合に使用した造滓剤中の (CaF_2) の歩留りと螢石の使用量との關係を示せば第 8 表の如くで

⁴⁾ E. Wilke-Dörfust & H. Buchholtz: St. u. E., 46, (1926) 1817.

* 當所の研究室でも 0.78% C, 0.07% P, 0.025% S, の鋼浴 100g に燒石灰、螢石の等量混合した合成滓 15g を加へた結果脱磷率: 36%, 脱硫率: 60% を示し 0.75% C, 0.050% P, 0.010% S に低下する事を確めた例がある。

ある。

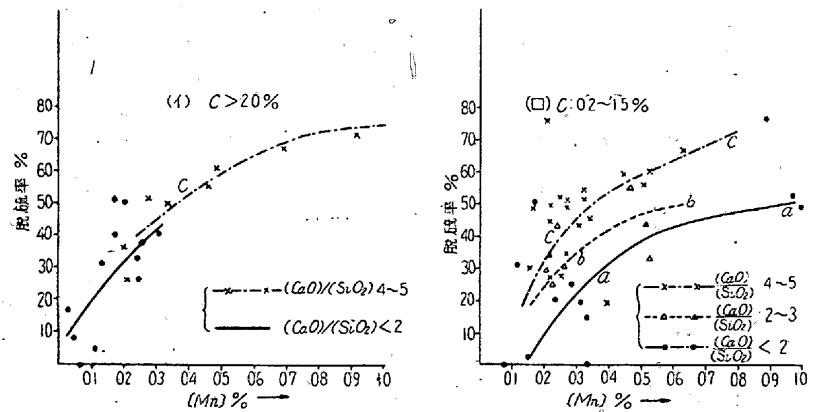
第 8 表 第二熔解造滓剤中の螢石の歩留り

造滓剤に使用せる螢石使用基割合%	造滓剤投入後 0.5~1.0 h に於ける (CaF_2) 分析値 (%)	螢石の歩留り (%)
36	19.26	約 60
	15.91	
	9.56	
29	7.88	30
	6.59	25
23	4.15	21
	5.46	27

第 8 表に依れば第二熔解にて $(CaF_2) > 5%$ に保つ爲には投入造滓剤中には少くとも 23% 以上の螢石を使用する事が必要である。

3. [Mn] と脱硫との關係

[Mn] が脱硫に及ぼす影響に就ては II に於て概念的に記述した處であるが、實操業の調査結果より検討してこの關係が如何に成立して居るかを考察して見た。本問題に関する研究は幾多發表せられて居るが、その内で Peterson は次のやうに述べてゐる。即ち鹽基性平爐精鍊にては $(CaO)/(SiO_2)$ 高くとも [Mn] 少き時は脱硫の効果比較的少いと云ふのである。第 11 圖は炭素量が 0.2~1.5% の熔解を選びこれを $(CaO)/(SiO_2)$ が 2 以下、2~3 及



第 11 圖 [Mn] が脱硫率に及ぼす影響

び 4~5 に分類し、又炭素量 2% 以上の熔解では $(CaO)/(SiO_2)$ が 2 以下、及 4~5 に分けて、夫々の場合に付き [Mn] が脱硫率に及ぼす影響を圖示したものである。

$(CaO)/(SiO_2)$ 大なる時脱硫率良好なる事は既に述べた處であるが第 11 圖でもこれが明示されて居る。又同時に [Mn] が増加するにつれて脱硫率は良くなつて居る事が判る。又高炭素熔解の方が低炭素熔解より $(CaO)/(SiO_2)$ が同一でも脱硫は多少良好である。又本圖(□)から判断すると $(CaO)/(SiO_2)$ が 2 以下の場合 [Mn] が 0.2% では

脱硫は不可能と云ふ事になる。従つて熔落初期の高炭素の時に鋼浴中の $[Mn]$ を 0.2% になるやうな配合にし且鋼滓中の $(CaO)/(SiO_2)$ を 3 位になるやうに努めて行けば鹽基性平爐でも或程度の脱硫は可能である。

VI. 結 論

酸性平爐で高級鋼を熔製するに必要な低磷・低硫の高級銑鐵は時局柄次第に入手難に陥りつゝある現状に鑑み、日本製鋼所室蘭製作所ではその対策として、鹽基性平爐で普通銑鐵を原料とし酸性平爐用の再製銑及び精製鋼の熔製を考究した。

その結果所謂ヘツシュ法と稱せられる二回熔解法に依り充分その要求に應じ得る製品が得られたので、昭和 15 年 5 月以降 1 ケ年に於ける 53 チャージの實績を詳細に報告した。

次に本文の概要を摘記すれば次の通りである。

(1) 先づ鹽基性平爐の普通熔解の實績に就て統計的に調査検討し、製品の磷及び硫黄含量は一般に 0.025% 前後でその脱磷・脱硫率は夫々 75% 及び 30% 程度であり、特に熔解法を吟味しても磷を 0.011% (脱磷率 89%) 硫黄を 0.013% (脱硫率 62%) 程度以下にすることは至難である。

(2) 然るにヘツシュ熔解法に依れば、磷含量は平均 0.003~0.010%, 硫黄含量は 0.009~0.012% でその除去率は夫々 92% 及び 70% と云ふ好成績を得た。

(3) 本法の操業に於て注意すべきは次の諸點である。

(イ) 第一熔解では $(CaO)/(SiO_2)$ を 2 程度に止め爐床の熔損せざるうちに鋼し

(ロ) 第二熔解にては滓を完全に分離した鋼浴に新に造滓剤を加へて $(CaO)/(SiO_2)$ が 4.5~6.0 となるやうに迅速に熔解する。

(ハ) それには造滓剤の配合を吟味するを要し、特に螢石は精鍊中の (CaF_2) 分析値が 3.5~7.0% となる

附表 I. 種別 A の熔解成績

註: (分析試料採取時期欄にて[1]は第一熔解の熔落 10 mn 後に[2]は第 2 熔解の造滓剤投入直後に採取したもの、以下同断。)

熔解番號	第一熔解配合 (%)	分析試料採取時期	鋼浴化學分析値(%)					鋼滓化學分析値(%)					第二回熔解造滓剤	熔解所要時間					裝入屯數						
			C	Si	Mn	P	S	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	CaO/SiO ₂		解落	第一熔解	出鋼注入	第二熔解	合計							
1	鋼屑(a)100 フェロマンガ 0.5 生石灰 8 木炭 4	原料	5.00	0.2	0.90	0.020	0.020	—	—	—	—	—	—	SA-1	hmn	hmn	mn	hmn	h mn	t					
		1	1.03	—	0.16	0.002	0.012	14.66	24.93	8.92	34.83	2.37	6-30								48	18	2-29	10-05	23.5
		2	2.29	0.004	0.22	0.003	0.008	7.80	26.09	10.38	45.32	15.7	—								—	—	—	—	—
6	鋼屑(a)100 フェロマンガ 0.5 生石灰 8 木炭 4	原料	—	0.2	0.9	0.020	0.021	—	—	—	—	—	—	SA-2	6-25	59	21	1-40	9-25	26					
		1	1.53	0.01	0.28	0.005	0.021	19.38	13.30	16.75	30.63	1.52	—								—	—	—	—	—
		2	0.50	0.10	0.36	0.002	0.012	11.04	24.93	15.44	35.73	3.24	—								—	—	—	—	—
8	本溪湖銑屑(a)94 フェロマンガ 0.5 生石灰 8 木炭 4	原料	—	0.30	0.90	0.020	0.021	—	—	—	—	—	—	SA-3	6-35	35	15	1-05	8-30	23					
		1	1.15	0.01	0.15	0.004	0.020	17.12	17.13	9.16	32.62	1.90	—								—	—	—	—	
		2	0.57	0.03	0.20	0.003	0.010	9.80	19.72	5.93	49.50	5.05	—								—	—	—	—	
17	本溪湖銑屑(a)100 フェロマンガ 0.5 木炭 40 生石灰 10	原料	5.0	0.38	0.87	0.022	0.020	—	—	—	—	—	—	SA-2	7-50	50	18	1-30	10-28	23.7					
		1	1.71	0.01	0.38	0.005	0.014	14.08	14.72	20.34	34.56	2.45	—								—	—	—	—	
		2	0.37	0.01	0.27	0.003	0.009	8.00	25.88	18.47	34.95	4.35	—								—	—	—	—	
20	本溪湖銑屑(a)95 フェロマンガ 0.5 生石灰 10 木炭 4 ソーダ灰 3	原料	—	0.29	0.88	0.022	0.020	—	—	—	—	—	—	SA-2	8-00	1-10	19	2-00	11-27	26.0					
		1	1.10	0.01	0.23	0.006	0.015	15.80	15.38	10.50	34.12	2.16	—								—	—	—	—	
		2	—	—	—	—	—	5.80	17.30	18.07	36.36	6.30	—								—	—	—	—	
21	本溪湖銑屑(a)95 フェロマンガ 0.5 生石灰 10 木炭 4 ソーダ灰 3	原料	4	0.29	1.00	0.022	0.020	—	—	—	—	—	—	SA-2	7-00	1-14	21	2-00	10-34	27.0					
		1	1.25	0.02	0.30	0.006	0.015	15.68	19.73	29.50	21.61	1.38	—								—	—	—	—	
		2	0.61	0.01	0.22	0.002	0.011	6.74	27.42	18.10	34.78	5.15	—								—	—	—	—	
24	本溪湖銑屑(a)95 フェロマンガ 0.5 生石灰 10 木炭 4 ソーダ灰 3	原料	4	0.29	1.00	0.022	0.020	—	—	—	—	—	—	SA-4	11-00	33	14	1-00	12-47	—					
		1	0.48	0.021	0.47	0.005	0.010	10.54	23.50	18.96	39.50	3.72	—								—	—	—	—	
		2	5.3	0.10	0.44	0.004	0.015	9.66	20.72	28.38	28.00	2.90	—								—	—	—	—	
25	本溪湖銑屑(a)90 フェロマンガ 0.5 生石灰 8 木炭 6	原料	6.0	0.38	0.87	0.022	0.025	—	—	—	—	—	—	SA-2	8-30	40	20	1-00	10-30	27.5					
		1	1.77	0.01	0.21	0.006	0.015	14.00	16.94	8.82	32.16	2.20	—								—	—	—	—	
		2	1.51	0.004	0.39	0.003	0.012	11.04	22.04	12.07	40.14	3.60	—								—	—	—	—	

やうに努める。

(二) 鋼浴には常に 0.2% 以上の Mn を含有させて置くこと。

以上の研究並に實績に依り、平爐のみを有する高級鋼製造所に於て、優良なる鋼屑並に銑鐵が入手不如意となつた

場合の一対策が樹立された譯である。

終りに本試験の發表に終始御指導御鞭撻下された日本製鋼所前川重役並に水谷叔彦博士に感謝すると共に、御懇切なる御援助を賜つた長井現業部長及び小林、金森兩研究部員に衷心より御禮申上げる。

附表 II. 種別 B の熔解成績

註：(分析試料時期欄にて[1]とあるは第一熔解，解落 10mm 後[2]は第二熔解造滓劑投入後に採取)

熔解番號	第一熔解配合 (%)	分析試料採取時期	鋼浴化學分析値(%)					鋼滓化學分析値(%)					第2回熔解造滓劑	熔解所要時間					裝入屯數
			C	Si	Mn	P	S	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	CaO/SiO ₂		解落	第一出鋼	第二注入	合計		
4	八幡鉄屑 40 生石灰 10	原料	—	1.0	0.7	0.140	0.038	—	—	—	—	—	SB-1	hmm	mm	hmm	hmm	t	
		1	1.33	0.01	0.20	0.017	0.026	19.54	15.06	11.85	37.22	1.90							4-10
	生石灰 10	製品	0.56	0.25	0.35	0.008	0.013	9.40	25.40	10.22	40.60	4.03							
		2	0.56	0.25	0.35	0.008	0.013	9.40	25.40	10.22	40.60	4.03							
5	八幡鉄屑 50 生石灰 10	原料	2.17	0.74	0.86	0.140	0.033	—	—	—	—	SB-1	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	1.10	0.07	0.28	0.023	0.016	21.58	11.92	10.44	41.83							1.93	5-05
	生石灰 10	製品	0.63	0.05	0.54	0.004	0.008	8.66	27.00	18.87	35.02	4.4							
		2	0.71	0.01	0.83	0.008	0.009	9.30	22.78	16.78	37.73	4.05							
11	兼二浦鉄屑 70 鞍山鉄屑 10 生石灰 10	原料	3.64	1.64	1.60	0.175	0.055	—	—	—	—	SA-2	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	2.77	0.60	0.07	0.140	0.034	33.94	5.43	9.43	42.44							1.25	5-25
	生石灰 10	製品	1.68	—	—	0.28	0.011	0.018	11.82	14.98	31.70	30.13	2.55						
		2	1.60	0.01	1.26	0.009	0.014	12.76	16.82	17.75	33.63	2.65							
12	兼二浦鉄屑 70 スケール 3 生石灰 10	原料	3.00	1.52	0.50	0.210	0.037	—	—	—	—	SA-2	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	2.18	0.12	0.48	0.048	0.020	25.22	7.80	17.74	38.63							1.53	5-20
	生石灰 10	製品	1.34	—	0.32	0.003	0.016	10.70	21.40	20.86	35.53	3.31							
		2	0.96	—	0.27	0.003	0.011	6.86	23.23	21.83	38.03	5.54							
15	バーン鉄屑 60 フェロマンガ 0.5 生石灰 10	原料	3.0	0.92	1.15	0.159	0.034	—	—	—	—	SA-2	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	1.44	0.01	0.18	0.017	0.024	16.50	17.12	17.90	33.83							2.04	6-15
	生石灰 10	製品	0.85	0.01	0.24	0.003	0.015	8.62	20.73	14.31	42.51	5.06							
		2	0.68	痕跡	0.28	0.004	0.010	8.56	22.48	15.62	41.67	4.87							
28	バーン鉄屑 70 スケール 3 生石灰 10	原料	2.80	1.15	1.41	0.22	0.038	—	—	—	—	SB-2	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	1.54	0.02	0.22	0.013	0.025	16.40	17.23	11.99	38.22							2.14	6-15
	生石灰 10	製品	1.05	0.01	0.29	0.004	0.014	8.70	25.8	10.09	42.98	4.30							
		2	1.02	0.02	0.31	0.004	0.012	8.00	—	14.55	43.26	5.45							
30	兼二浦鉄屑 35 八幡鉄屑 35 スケール 3 生石灰 10	原料	2.8	1.15	1.41	0.22	0.038	—	—	—	—	SB-3	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	1.91	0.03	0.35	0.094	0.012	28.56	4.61	13.76	39.18							1.38	5-20
	生石灰 10	製品	1.19	0.02	0.39	0.018	0.009	9.06	22.20	14.33	41.52	4.60							
		2	1.11	0.01	0.30	0.006	0.011	—	—	—	—	—							
37	兼二浦鉄屑 35 八幡鉄屑 35 スケール 3 生石灰 7	原料	2.70	1.05	1.45	0.19	0.037	—	—	—	—	SB-4	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	2.07	0.04	0.25	0.035	0.023	24.22	8.87	15.42	38.30							1.58	6-35
	生石灰 7	製品	1.65	0.01	0.38	0.015	0.013	5.00	20.85	14.85	48.55	9.71							
		2	1.61	0.02	0.34	0.005	0.010	—	—	—	—	—							
39	兼二浦鉄屑 35 八幡鉄屑 35 マンガン鉄石 1 スケール 6 生石灰 7 ソーダ灰 0.3	原料	2.70	1.11	1.75	0.190	0.038	—	—	—	—	SB-4	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	1.66	0.01	0.11	0.015	0.026	20.18	16.0	16.00	33.2							1.65	5-20
	生石灰 7	製品	0.75	0.01	0.23	0.004	0.015	8.54	18.60	16.94	45.8	5.30							
		2	0.31	0.26	0.43	0.008	0.010	9.50	23.80	9.98	42.60	4.50							
42	バーン鉄屑 70 スケール 9 ソーダ灰 0.3	原料	0.28	1.43	1.17	0.222	0.038	—	—	—	—	SB-4	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	0.57	0.007	0.27	0.015	0.021	—	—	—	—							—	6-00
	生石灰 0.3	製品	0.41	0.01	0.24	0.006	0.019	11.18	25.40	11.68	41.80	3.60							
		2	0.32	0.23	0.34	0.005	0.010	—	—	—	—	—							
43	兼二浦鉄屑 70 マンガン鉄石 1 スケール 7 生石灰 7	原料	2.8	1.40	1.80	0.15	0.030	—	—	—	—	SB-4	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	2.1	0.004	0.20	0.028	0.012	28.00	12.90	20.00	29.90							1.05	4-10
	生石灰 7	製品	1.4	0.01	0.22	0.003	0.009	6.30	21.50	11.10	51.10	8.10							
		2	1.16	0.02	0.23	0.003	0.009	7.90	30.00	9.60	42.90	5.40							
53	バーン鉄屑 55 スケール 3 生石灰 7	原料	2.33	0.86	0.85	0.150	0.035	—	—	—	—	SC-2	hmm	mm	hmm	hmm	t		
		1	0.81	0.01	0.42	0.013	0.015	20.8	11.30	8.18	45.87							2.20	6-00
	生石灰 7	製品	0.63	0.008	0.26	0.003	0.010	7.60	18.70	13.14	44.97	5.91							
		2	0.31	0.28	0.63	0.008	0.008	—	—	—	—	—							

附表 III. 種別 C の熔解成績

註：(分析試料採取時期欄にて〔1〕とあるは第一熔解，解落 10 mm 後〔2〕は第二熔解造滓剤投入後に採取)

熔解番號	第一熔解配合 (%)	分析試料採取時期	鋼浴化學分析値(%)					鋼滓化學分析値(%)					第二回熔解造滓剤	熔解所要時間					装入屯數		
			C	Si	Mn	P	S	SiO ₂	FeO	MnO	CaO	CaO/SiO		解落	第一出鋼	第二注入	合計				
46	兼二浦鉄 40 ターター鉄 50 鞍山鉄 10 スケール 7 石灰石 7	原料	3.91	0.98	1.41	0.239	0.051	—	—	—	—	—	—	Sc-1	hmn 5-05	hmn 45	mn 20	hmn 2-00	h mn 8-10	t 26	
		1	3.43	0.07	0.67	0.114	0.029	24.32	20.08	15.11	30.40	1.21									
		2	2.50	0.02	0.03	0.005	0.023	10.60	19.95	29.03	28.35	2.68									
47	兼二浦鉄 40 ターター鉄 60 スケール 12 石灰石 7	原料	3.95	1.00	1.38	0.271	0.042	—	—	—	—	—	—	Sc-1	4-50	25	20	2-45	8-20	26	
		1	2.87	0.02	0.24	0.033	0.031	21.4	19.75	14.41	23.60	1.33									
		2	2.51	0.01	0.21	0.011	0.023	10.00	18.82	9.56	47.16	4.71									
48	兼二浦鉄 40 ターター鉄 60 スケール 12 石灰石 5	原料	3.95	1.00	1.38	0.271	0.042	—	—	—	—	—	—	Sc-2	4-00	1-15	20	1-35	7-10	26	
		1	3.55	0.09	0.12	0.138	0.029	24.30	21.55	13.36	25.88	1.06									
		2	2.72	0.01	0.20	0.003	0.019	11.20	8.98	8.60	51.45	4.95									
49	兼二浦鉄 40 ターター鉄 60 スケール 12 石灰石 5	原料	3.95	1.00	1.38	0.271	0.042	—	—	—	—	—	—	Sc-2	4-25	35	22	1-08	6-30	26	
		1	3.29	0.04	0.04	0.106	0.026	25.7	20.36	10.28	30.52	1.19									
		2	2.78	0.01	0.30	0.023	0.016	4.74	7.08	5.94	60.20	12.70									
50	兼二浦鉄 30 ターター鉄 70 スケール 10 石灰石 5	原料	3.91	1.51	0.92	0.250	0.047	—	—	—	—	—	—	Sc-2	4-10	30	29	53	6-21	26	
		1	3.50	0.20	0.48	0.154	0.021	—	—	—	—	—									
		2	3.35	0.07	0.93	0.092	0.006	12.12	1.43	—	60.77	5.01									
52	バーン鉄 100 スケール 12 石灰石 12	原料	4.13	1.54	1.24	0.265	0.023	—	—	—	—	—	—	Sc-2	4-05	20	24	1-36	6-25	26	
		1	3.45	—	0.04	0.092	0.021	28.98	21.91	10.28	26.0	0.90									
		2	3.06	—	0.28	0.003	0.010	2.24	6.68	6.68	57.5	25.0									
		製品	2.94	0.02	0.53	0.005	0.007	—	—	—	—	—	—								

鹽基性電氣製鋼法の基本的概念に就て

(日本鐵鋼協會第 26 回講演大會講演 昭 16. 10. 東京)

小 平 勇*

FUNDAMENTAL IDEAS OF THE BASIC ELECTRIC FURNACE FOR STEEL MAKING

Isamu Kohira, Kōgakuhakushi

SYNOPSIS:— The characteristics of the method of the electric arc steel making were said to lie in that either the method oxidation or that of reduction might be selected as the chemical reaction within the furnace is processed in a closed vessel; and that there is little change in the gas atmosphere of the furnace so as to make the reaction between the metal and the slag active and as near as possible to the chemical equilibrium. In the present paper, the author dealt with the charge control for desulphurization and decarburization and oreing, advantage of the method to slag off twice; and carbide and white slag method. Then the author referred to elimination of slag-inclusions, some working diagrams of the high quality steel and examination of the special steel.

I. 緒 言

弧光式電氣製鋼法の特徴を指摘すると

(i) 爐内の化學反應は密閉器中で行はれるので酸化或は還元の何れをも選擇し得ること，且爐内のガス雰囲気變化少く従つて地金と鋼滓との反應をして化學的平衡に餘

程接近して活潑に進行せしめ得る。

(ii) 強熱の弧光の下に於て強鹽基の還元鋼滓を人為的に熟成し一方温度の調整容易である。

斯く考へ來るとき，電氣製鋼法は一般平爐製鋼法と製鋼の基本的理論は同一でも凡ての作業調整が容易となり，又操業上簡單となるので専ら高級鋼製鋼に利用せられる。

現代の高級鋼は磷及び硫黄は勿論微滓の少きこと，其の

*：日鐵八幡製鐵所