

この場合 CO の気泡発生のための核となるべき鐵石塊は最早存在しないが、爐床爐壁、熔滓熔鋼の界面、熔鋼中に既に散在する懸濁物や CO の気泡が核となる。

91) 第4報脚註32)

92) 第2報脚註14) 第3表及第6表脚註79) 第7表参照

93) かくなれば熔滓は著しく粘度を増してガラス状になる、かゝる状態になることを「ノロ(滓のこと)が出来ると云い〔仕上期〕間の進行につれて徐々に「ノロ」が出来て来ることは第5報脚註65) 第5表により明かである、そして現場ではこれを操業の順調な進行の一つの目安としている。熔滓の酸化能の低下を實現するための現場的目安なのである。

故に C.H. Herby jr. の粘度計によつて隨時これを簡單に測定して實際操業の指針としている、尙〔仕上期〕に於いて増加する固體 SiO<sub>2</sub> は熔滓粘度大となつてゐる上〔沸騰〕による熔滓の攪拌が衰えるために熔滓中

を浮上し得ず熔滓熔鋼の界面を蔽つて FeO の熔鋼への移動を妨げる作用をなすと考えられる。(第5報脚註66) 参照)

94) 尙適當に〔スラッグオフ〕して熔滓の酸化容量を下げることは有効であろう。しかし熔滓の酸化能の減少は〔仕上末期〕に熔鋼の再酸化を抑制するために必要であるが、〔鐵石終〕の過量の〔C〕を規格値迄に酸化減少させるだけの酸化能は〔仕上期〕の初期以後適當の時間保持せねばならない。上述の諸因子によつて酸化能が下りすぎ適當な脱炭が起らなくなつた場合には CaO を加えてこれを恢復する。恐らく熔滓の粘度を下げ熔滓熔鋼の界面に横わる SiO<sub>2</sub> 層を浮上させるためだろう。

95) (SiO<sub>2</sub>)+(FeO)+(MnO)+(CaO)=100% とすれば、これは (FeO)=12.3% に當る (第5報脚註65) 第5表参照) これに平衡する〔O〕は 0.035% である。

(昭23. 8. 月寄稿)

## 塩基性平爐に於ける精錬中の窒素の挙動に就て

(昭和22年4月第33回講演大會に於て發表 於東京)

下 川 義 雄\*

### THE ACTION OF NITROGEN DURING THE SMELTING IN THE BASIC OPEN-HEARTH FURNACE.

Yoshio Shimokawa

SYNOPSIS:— The mean variation of nitrogen during the smelting in the basic open hearth furnace is represented approximately by the next equation

$$\frac{dN}{dt} / \frac{dc}{dt} = 1.17 [N]$$

or

$$\frac{dN}{dt} / \frac{dc}{dt} = 32.04 [N]^{1.64}$$

The formal equation is deduced from the relation between the real action of nitrogen and carbon graphically and the latter is deduced from the ratio of mean velocities by the least square.

#### I. 緒 言

塩基性平爐或ひは電氣爐に於て精錬を行う目的の一つは鋼中の不純物を除去するにある。従つて鋼中の不純物の一つである窒素も又その對稱となる。併し窒素が精錬途上で如何なる挙動を以て除去せられるかにつ

いての研究は比較的少く、筆者の知る範圍では C. Schwarz<sup>1)</sup> に依て塩基性平爐に對して得られた實驗式

$$dN/dt = 0.0175 \quad dc/dt$$

及び N. Bonthron<sup>2)</sup>によつて得られた鹽基性電氣爐酸化期に對する實驗式

$$1/[N] = 290 ([C_1]) - [C] + 1/0.020$$

\* 扶桑金屬工業株式會社鋼管製造所

だけであるが兩式共必ずしも一般的に成立し難いように思はれる。Herasymenko<sup>(1)</sup> が水素に對して行つた如く窒素に對しても銅滓鋼浴間の窒素の分配平衡より精鍊中の窒素の舉動を考察する事が最も望ましいのであるが現在尙鋼滓中の窒素分析法が確立されていない故斯様な方法で行う研究に對して基礎資料が十分でないと思はれるので之れに關する研究は後報にゆづり本報に於ては鋼滓鋼浴間の平衡によつて變化すると思はれる窒素の詳細な舉動は無視して精鍊途上窒素が大づかみに如何に變化するかを考察した。以下筆者の結果を述べる。

II. 實驗結果

筆者の用いた資料は主として當所の容量 40t の Terni 式鹽基性平爐で行つた特殊鋼の溶解記録より得た。その溶解数は 10 溶解で其の他同平爐による炭素鋼の溶解結果及び當所 8t 鹽基性電氣爐の各 4 溶解の資料によつた。窒素の分析は學振法である。

Schwarz の結果によれば脱窒速度と脱炭速度との比は窒素量の如何に拘らず一定であるが筆者が脱窒速度と脱炭速度の比を求めて見るに之れは後述の結果より明らかな如く熔鋼中の窒素量と關係がある事が推察される。そこで筆者は本研究の出發點として Schwarz の式を變化して熔鋼中の窒素量と關係づけた次の(1)式より出發する事とした。

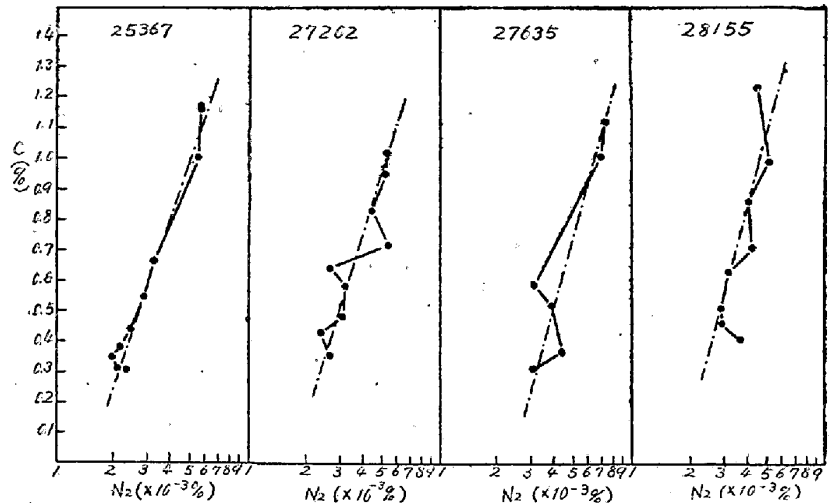
$$\frac{dN}{dt} = f(N) \frac{dc}{dt} \dots\dots(1)$$

但し  $f(N)$  は熔鋼中の窒素量の或函数を表はすものとする。今脱窒速度或は脱炭速度を求める事は一般に困難なので數學的に不備ではあるが(1)式を次の如く書き直すと

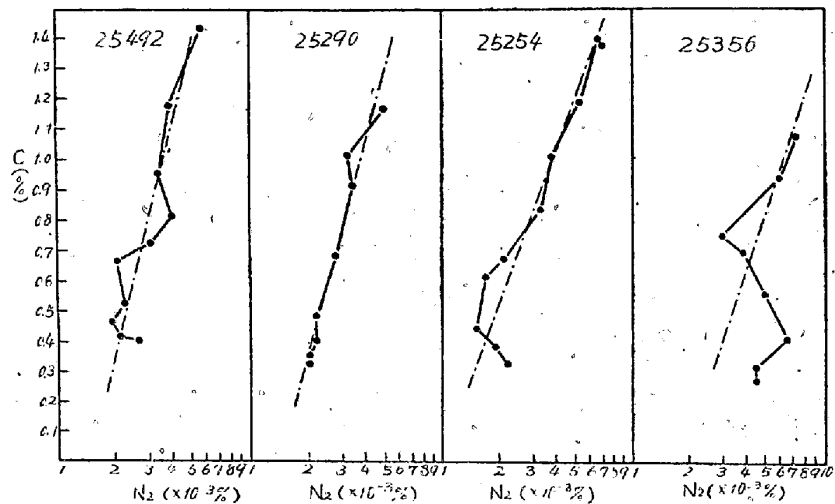
$$\Delta N = f(N) \Delta C$$

或ひは  $dN = f(N) \cdot dc$

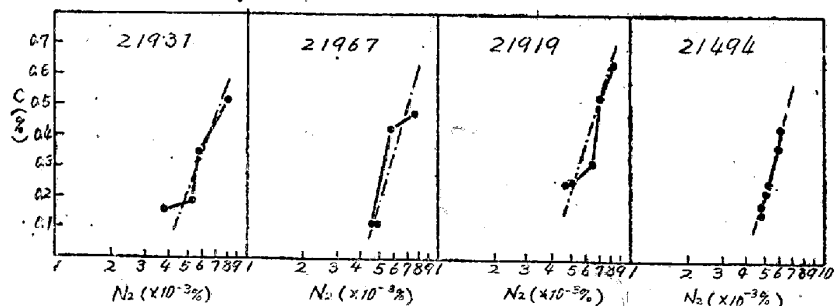
$$dc = \frac{dN}{f(N)}$$



第 1 圖 鹽基性平爐操業に於る脱炭と脱窒との關係 (I)



第 2 圖 鹽基性平爐操業に於る脱炭と脱窒との關係 (II)



第 3 圖 鹽基性電氣爐操業に於る脱炭と脱窒との關係

兩邊を積分すれば

$$C = \int \frac{dN}{f(N)} + \text{const} \dots\dots(2)$$

従つて熔鋼中の炭素量に關して  $\int \frac{dN}{f(N)}$  を決定すればよい。然るに第 1~3 圖に示した實驗結果より明らかな如く熔鋼中の炭素量と窒素量との間には第 1 次の近似式として次の形の式が成立する

$$C = k_1 \log N + k_2 \dots\dots\dots(3)$$

第 1 表

爐別	鋼番	熔落 C (%)	熔落 N (×10 <sup>-3</sup> %)	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	(6)式より計算した k <sub>1</sub>
鹽基性平爐	25367	1.17	5.6	1.90	5.35	1.97
	27202	1.02	5.2	2.04	5.76	2.07
	27635	1.13	7.1	2.26	5.97	1.68
	28155	1.24	4.3	2.34	6.49	2.32
	25492	1.44	5.6	2.54	7.30	1.98
	25290	1.17	5.0	2.53	7.27	2.11
	25254	1.48	7.0	1.69	5.00	1.71
	29356	1.08	7.2	1.72	4.74	1.68
	25462	1.06	5.6	2.09	5.75	1.97
	25344	1.06	4.8	2.14	5.83	2.15
25316	0.84	2.9	2.51	7.09	2.99	
鹽基性電氣爐	21931	0.51	7.9	1.71	4.14	1.58
	21967	0.47	8.4	1.52	5.18	1.53
	21919	0.64	8.0	2.12	5.11	1.58
	21494	0.44	6.0	2.27	5.49	1.89
平均				1.97	5.29	

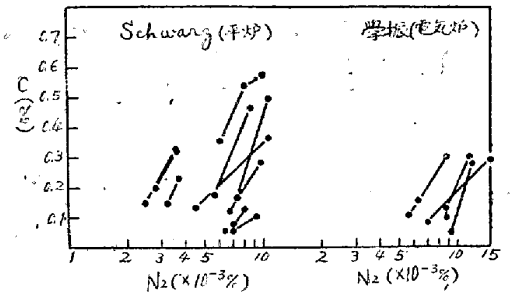
第 2 表

	記號	熔落 C (%)	熔落 N (×10 <sup>-3</sup> %)	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	(6)式より計算した k <sub>1</sub>
Schwarz 平爐	5	0.22	3.9	1.39	3.63	2.59
	9	0.46	8.6	1.55	3.65	1.51
	10	0.28	9.8	1.05	2.40	1.38
	11	0.48	10.4	1.94	4.31	1.34
	12	0.36	10.6	0.67	1.69	1.35
	13	0.32	3.6	1.15	3.13	2.73
	16	0.31	3.6	1.14	3.12	2.73
	17	0.10	9.2	0.35	0.82	1.60
	18	0.12	8.0	0.75	1.59	1.58
19	0.53	7.0	1.46	3.64	1.73	
學振(電氣爐)	B	0.30	8.7	1.04	2.45	1.50
	C	0.30	11.8	1.35	2.91	1.38
	E	0.29	14.8	0.67	1.56	1.06
	F	0.27	12.0	1.85	3.84	1.22

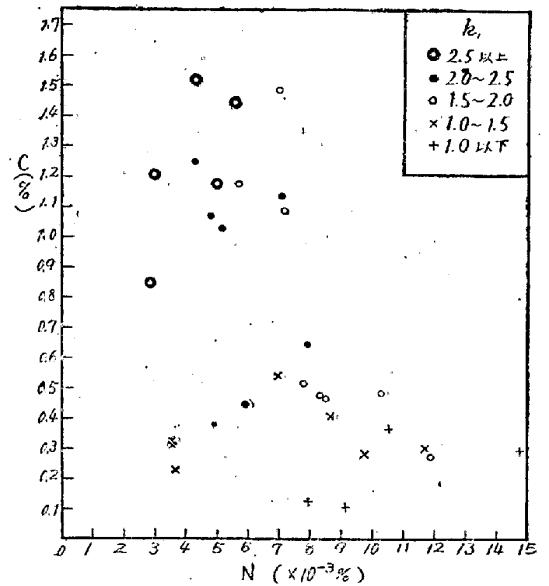
次に實際の溶解結果より k<sub>1</sub> 及び k<sub>2</sub> の値を求めて見ると第 1 表の如くなり平均値として

$$k_1 = 1.97, \quad k_2 = 5.29$$

となる。第 1 表より明らかな如く k<sub>1</sub> 及び k<sub>2</sub> は各溶解によつて異なり眞の恒數とはならない。今別の例として Schwarz の論文中の資料及び學振第 19 小委員會の報告より二三の溶解例を求めて見ると、第 4 圖の如くなり、之れより k<sub>1</sub> 及び k<sub>2</sub> の値を求めると第 2 表の如くなる。之等の例より求めた k<sub>1</sub> 及び k<sub>2</sub> の値



第 4 圖 鹽基性操業に於ける脱窒と脱炭との關係



第 5 圖 k<sub>1</sub> の値と熔落炭素量及窒素量との關係

は明らかに當所の値より小さい。k<sub>1</sub> の値の變化が熔落炭素量及び熔落窒素量と關係がある様に思はれるので之の兩者を座標軸として k<sub>1</sub> を表はしたのが第 5 圖である。之の結果より k<sub>1</sub> の値は熔落炭素量に比して熔落窒素量が著しく低い場合には k<sub>1</sub> の値は平均値より大きくなる。即ち同じ脱炭に對して脱窒が困難となり、熔落窒素量が熔落炭素量に對して小さい場合には k<sub>1</sub> の値は平均値より小さくなる

即ち脱窒は同じ脱炭に對して容易となる事を示している。之れは k<sub>1</sub> が尚窒素量の函數である事を示し (3) 式が近似式である點から見て當然の話である。之れは又脱窒が CO による誘出のみで無く鋼滓を通じて變化する影響をも表はしているのではないかと思はれるが之の點に關しては更に研究の餘地がある。

k<sub>2</sub> の値は之の直線が C=0% の所を截る値によつて異なるが之の値は必ずしも一定ではなく、平爐電氣爐の差溶解法の差等によつて異なるものと考へられる。

次に (3) より (1) を誘導するため (3) 式を t で微分

すれば次の(4)式が得られる。

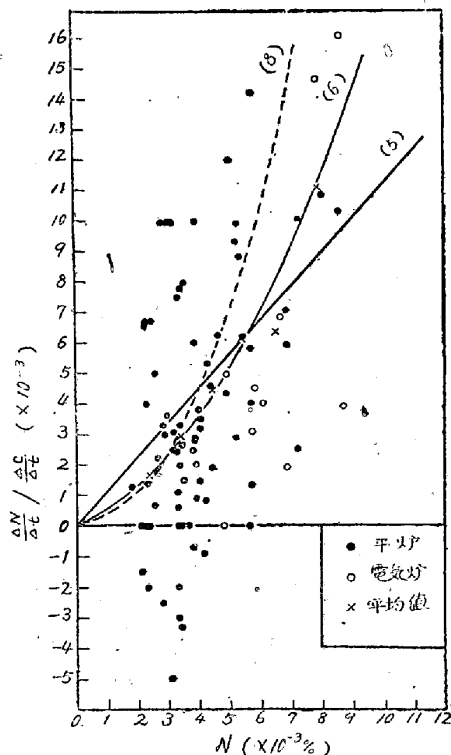
$$\frac{dC}{dt} = \frac{k_1 M}{[N]} \frac{dN}{dt} \dots\dots\dots(4)$$

之の式を變形して  $k_1 = 1.97$  を代入すれば

$$\frac{dN}{dt} / \frac{dC}{dt} = 1.17 [N] \dots\dots\dots(5)$$

が得られる。

筆者の實驗式を再確認するため(5)式がどの程度成立つかを調べた。眞の脱炭速度脱窒速度を求める事が困難なため實驗に使用した各熔解の部分的な平均脱炭



第6圖 平均脱炭速度/平均脱窒速度と窒素量との關係

速度と平均脱窒速度との比を求めて圖上に表はすと第6圖の如くなる。圖上の諸點は可成りばらつくが窒素量に對して平均値を求めると圖上に示した如くなり大體に於て(5)式の成立する事が認められる。但し窒素量の低い時には幾分(5)式による計算値は實驗値より高くなり高くなると寧ろ低くなる。今之等の平均値を基にして最小自乘法により之等の平均値の表はす曲線を求めると

$$\frac{dN}{dt} / \frac{dC}{dt} = 32.04 [N]^{1.64} \dots\dots\dots(6)$$

となり  $k_1$  が又窒素量の函數となり之れを第6圖中に表はすと曲線(6)となる。第1表第2表中に(6)式より計算した  $k_1$  の値を示した。  $k_1$  の實測値と(6)式よりの計算値とを比較すると尙相當の相違のある場合が多い。特に比較的熔落炭素量の低い場合に之の傾向が

強い。之れは後述の如く脱窒が脱炭に誘導されることだけで行はれるもので無い事を示すものである。(6)式より  $C$  と  $N$  との關係を表はす式を求めると次の(7)式となる

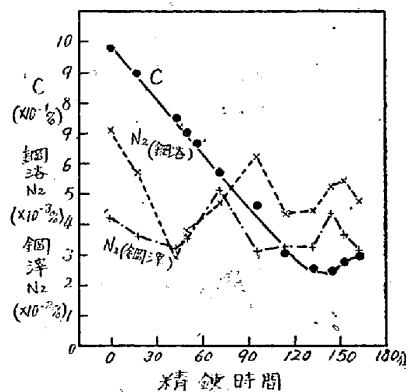
$$[C] = -0.048 [N]^{-0.64} + k_2 \dots\dots\dots(7)$$

又、Bonthron の式を  $[C]$  を常數と見て  $t$  に關して微分すると

$$\frac{dN}{dt} / \frac{dC}{dt} = 290 (N)^3 \dots\dots\dots(8)$$

となり之れを第6圖中に表はすと曲線(8)となる。本式は窒素量の低い間は筆者の(5)式よりよく適合するが  $[N]$  の値が大きくなると偏差は相當大きくなる。以上(5)(6)(8)式共近似的に窒素の舉動を表はすのに普通の製鋼の場合程度の窒素量では著しい差は無い。従つて最初の(5)式が數式として最も簡單であり實際の窒素の舉動を推定するのに最もよいと考えられる。尙 Schwarz の實際の舉動と著しく偏つている。

以上の結果によつて鹽基性平爐或は鹽基性電氣爐酸化期に於る脱窒は一般的傾向として脱炭と相關聯し(3)(5)(6)等で表はされる事が明らかとなつた。併し既に述べた如く實際の脱窒狀況には局部的な増減が見られ又脱炭反應の弱い場合には一般に上式から可成り離れている。之等の事實は窒素の舉動が斯る誘導作用以外に他の因子によつて影響される事を示すもので。例へば第7圖の例の如く鋼液中の窒素量は鋼滓中の窒素量と相關聯して變化している事實より Herasymenko が水素に對して見出した如く、窒素も又鋼滓鋼浴の窒素が平衡關係を保ちつゝ増減するのであるといふ事は想像される。併し鋼滓中の窒素の存在状態が明らかで無く、それが Fe, Cr, Mn, Ca, Si 等鋼滓中の金屬元素の窒化物或は其の他の複窒化物の形であるか或は鋼滓中に溶解しているものであるかも明



第7圖 鋼液及び鋼滓中の窒素の舉動 (29356)

らかでないの之の點に關しては全く未知で今後の研究に俟たねばならない。

### III 結 言

本研究は鹽基性平爐に於ける窒素の舉動に關して近似的な實驗式を求めたものである。本研究により窒素の一般的な傾向は一應明らかになつたが詳細に關しては尙廣範な研究を要し従つて本報はその第 1 報であ

る。(昭. 23. 9 月 寄稿)

### 脚 註

- 1) C. Schwarz : Arch, Eisenhüttenwesen 11 (1937/38) 355
- 2) N. Bonthron : Ternk, Ann. 121 (1937) 637
- 3) P. Herasymenko u. P. Donbrowski : Arch, Eisenhüttenwesen 14 (1940/41) 109

## 鑄鋼製鑄型に就て (I)

(昭和 23 年 4 月日本鐵鋼協會講演大會講演)

深 堀 佐 市\*

### INGOT MOULD MADE OF CAST STEEL

Saichi Fukabori.

Synopsis:— The ingot mould made of cast steel, instead of cast iron, were adopted by our Works to lessen the increased consumption caused by lack of pig iron and coke of good quality.

The results were satisfactory enough: the slab mould weighing 1,200 kg endured to the continuous use of average 142 times. The suitable carbon content was 0.4~0.5%. The special device was taken to avoid its strain by heat.

The author expects, under present condition of Japan, 3~5 times durability compared to that of cast iron mould, whereas the manufacturing cost of it falls 2~3 times of the latter.

### I 緒 言

鉄鐵及骸炭の質が低下するに従つて、製鋼作業に重大な關係を持つ ingot mould の壽命は段々落ちて來る。この現象は戰爭中から起つたことで、敗戦後最悪の事態を露呈したが、最近は多少持直したようである、著者の工場では、鑄鋼製のインゴト・モルドを作つて使用したところ、其の成績は満足すべきものであつたので、其の採用の経緯及び使用成績を發表して鑄型對策の一助ともなればと考へる次第である。

### II 鑄鋼製鑄型採用の経緯

昭和 21 年末に、當工場に於て 600 kg 飯用鋼塊を製造する話があつたとき、鑄型の問題ではたと行詰つた。即ち當時はモルドの壽命が非常に悪かつたので、左様なモルドを使つてはとでも採算が合うまいから、何か特別なものを考へなければなるまいということから、幸ひ當工場には鑄鋼工場があるので、鑄鋼製のモルドを作つて見ようといふことになつたのである。

### III 歪防止の方策

モルドを鑄鋼製にしたために新しく登場して來る問題は、歪といふことである、割れる心配は一應無いとしても、此の歪の問題は大きい。恐らく鑄鋼製のものが今まで吾々の頭の中に浮び上つて來なかつたのは、此の歪といふものゝためであらう。

歪を防止するためには

- a. 含有炭素分の調整
- b. 形状の工夫

といふものが考へられ、又歪を起したものゝ更生策としては

- c. 内面削り

の作業が起つて來る。

a. 炭素含有量 最初試験的に作つたものは、割れることのみを頭に入れていたために C% は出来る丈低いものとした。ところが使用十數回にして、小判型の廣い面に歪が生じて (第 1 圖) 圖に示す様に腹が出張つて來るために、内部の鋼塊を抜くことが出来なくなつた。そこで C% を段々上げて見ることにした第 2 圖より明らかな様に、炭素含有量が 0.4~0.5% のときが最も成績が良いようである。但し、それ以上

\* 關東製鋼澁川工場