

鹽基性電弧爐操業が非金屬介在物に及ぼす影響に就て

(昭和 24 年 10 月本會講演大會にて講演)

石 塚 寛*

EFFECT ON THE NON-METALLIC INCLUSIONS OF
THE SMELTING PROCESS IN THE BASIC ARC-FURNACE

Hiroshi Ishizuka

Synopsis: The variations of a non-metallic inclusion during the refining process of 6 ton basic arc-furnace in the case of high carbon chromium steel (C 0.85~1.10%, Cr 1.0~1.8%) were measured by microscopic method. As the result, it was recognized that the inclusion is observed under the microscope having the remarkable influence with the refining conditions. This report indicated the refining conditions to make the cleaner steel of high carbon chromium steel.

Rather profitable refining conditions for the reduction of non-metallic inclusions are as follows:

- 1) Fit time of oxidizing period is about 75~85min.
- 2) Fit killing time at the first of reducing period is about 50~60min.
- 3) Necessary time of total refining is at least 3 hours.
- 4) Necessary decarbonizing amount at the oxidizing period is about 0.5~0.6 per cent.
- 5) Necessary carbon content in the last of oxidizing period is about 0.55~0.65 per cent.
- 6) Accordingly, carbon amount at the melt-down period must be raised about 1.05~1.25 per cent.
- 7) Decarbonizing velocity must be about 0.006 C%/min.
- 8) Fit amount of ore used is about 40~55kg per ton.
- 9) Silicon content in the charging materials must be as less as possible.
- 10) Manganese and chromium content in the charging materials must be kept up largely.
- 11) Basicity of slag at the middle of reducing period must be kept in the following ranges.
(CaO)/(SiO₂)=about 61~63 %/about 17~19%=about 3.1~3.5.
- 12) After all, it is most important for the cleaner steel to reduce the non-metallic inclusion at the oxidizing period and the killing period at the first of the reducing period as fast as possible.

I. 緒 言

今日我々の有する製鋼技術の程度では完全に均一な鋼を作る事は出来ないであつて鋼には必ず非金屬介在物を含み一般にこれ等介在物の含有は鋼質に悪影響を與えるものである。特に合金鋼材に於ては白點と共に問題となるべきものであるが、介在物は白點と異なり鑄込後の處理に依て除去出来ないことからして極力其の生成を防止し且除去せしめ得る様な合理的な精鍊方法を講じなければならぬ。これに就ては今日精鍊の實績から或は製鋼法の物理化學的見地から多數の研究が發表せられてい

る。度試験及び段削疵見検査等の肉眼的な方法(2) 殘渣分析法及び全酸素定量法等の化學的方法(3) 顯微鏡的方法等多數の方法があるが、筆者は先年日本學術振興會第19小委員會に於て制定せられた顯微鏡に依り鋼品位の判定をする検査方法を適用した。既往の研究は其の殆どが化學分析を採用して居り顯微鏡的方法に依つたものは極めて少ない。筆者の測定結果に依れば顯微鏡に依つて觀察され得る所の介在物はその組成を定量的に知る事は不可能であるが分布状態及び量等は精鍊條件に可成り顯著に影響される事が認知された。本報告に於ては分布比のみならず平均厚さも考慮に入れた諸般の關係に就て述べ、

非金屬介在物の測定には(1) 強腐蝕面の偏析度、均質

* 日本製鋼室蘭製作所研究部

此等の結果より考察して非金屬介在物を出來得る限り減少せしむる製鋼法を指示するものである。

II. 試料

本試験の對象となつた鋼種は 6t エル-式鹽基性電弧爐に於て熔製せる C 0.85%, Cr 1.6~1.8% 及び C 0.95~1.10%, Cr 1.0~1.5% の何れも高炭素クロム鋼であつて熔解過程の最も重要な 6つの時期即ち

- (1) 爐内装入物の熔落直後
- (2) 第1酸化末期
- (3) 第2酸化末期
- (4) 差物直前
- (5) 出鋼直前
- (6) 鑄込期の半ば

より試料を採取した。

尙顯微鏡に依り非金屬介在物を測定するに當り、これを

(A) 加工に依り粘性變形をなすもの、即ち硫化物(寫眞1)及び珪酸鹽(寫眞2)等。

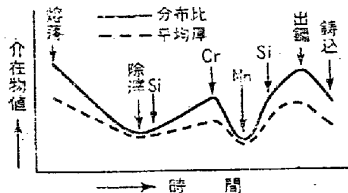
(B) 加工に依り粘性變形をなさざるもの、即ち酸化物(寫眞3)

の2種類に分類するが、鹽基性電弧爐鋼に於てはA種はB種に比べて非常に少ないので本報告に於ける非金屬介在物とは後者の酸化介在物を取扱つたものである。

III. 測定結果

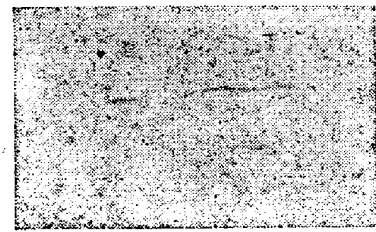
(1) 精鍊各期に於ける非金屬介在物の一般的な變化

各種製鋼法の精鍊中に於ける非金屬介在物の増減傾向は同一製鋼法では略々類似の變化をなすものであつて、鹽基性電弧爐に於ても特殊の作業法を實施せぬ限りその舉動は大體一定して居り著しい變化はない。即ち第1圖に示す如く酸化期に於ては酸化沸騰精鍊を受けて減少し

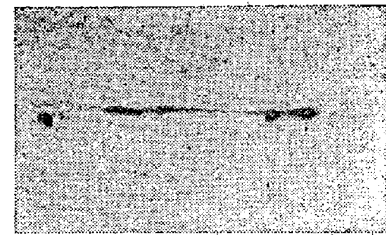


第1圖 精鍊各期に於ける非金屬介在物の舉動

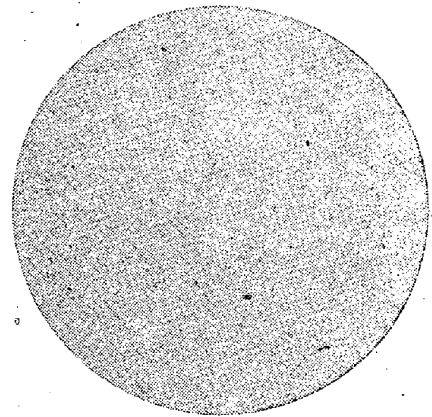
酸化末期では精鍊各期を通じ最も少ない。除滓後 Si に依り強制脱酸する事に依てその脱酸生成物を生じ増加する。次で差物期に入り更に増加の一途を辿るが、尙 Cr の投入に依て (Cr を差物期の初めに加えた場合、Mn 投入後に加えた場合及び Mn と同時に加えた場合等)



寫眞1 ×200 (縮尺 $\frac{1}{3}$)



寫眞2 ×200 縮尺 $\frac{1}{3}$



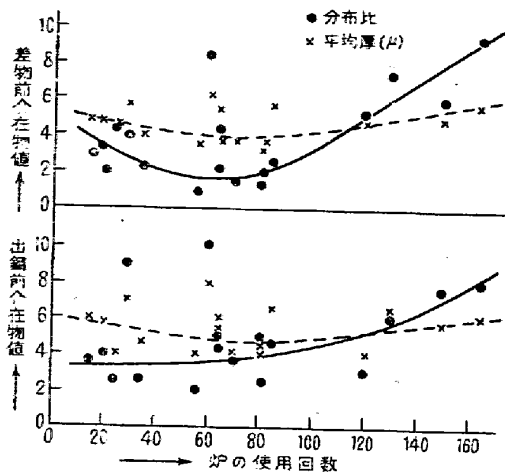
寫眞3 ×100 (縮尺 $\frac{1}{3}$)

介在物は急激に減少し Cr は一種の強力なる清淨劑となる事等に關しては既に報告したので²⁾ 本報告では省略する事とする。

尙精鍊過程に於ける介在物の分布比と平均厚とは大體に於て類似の變化をなすが、以下精鍊條件との諸關連性を求めるに當り兩者を區別して圖示する事とする。圖中●印は分布比、×は平均厚 (μ) を示す。

(2) 爐況の影響

爐齡の末期に於ては精鍊上好ましがらざる影響を與える事は想像に難くないのであつて、F. Latta, E. Killig 及び F. Sauerwald 等³⁾ は 20~30t 鹽基性平爐に就てこれを確認している。第2圖には筆者の測定結果を示したが、實際製品の清淨度を決定する出鋼前熔鋼は各種差物に依る介在物の變動が大きいので湯の最も安定し且變動率の少ないと思われる差物直前の介在物値との關係をも合せて圖示した。即ち爐操業期の後期に於ては多くの介在物を含有するが初期に於ても必ずしも少ないとはいひ難い。むしろ初期から中期に亘る或る程度使用回数を重ねた時期に於て最小値を示している。

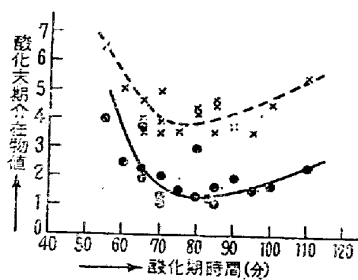


第2圖 爐況の影響

(3) 酸化期に就て

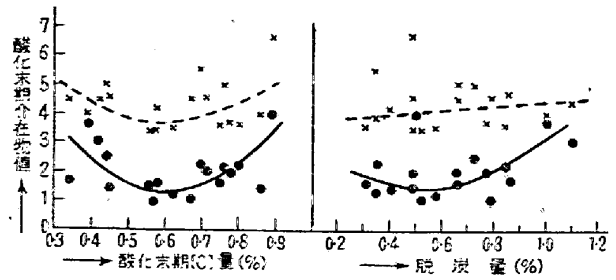
鹽基性電弧爐に於ける酸化反應を代表するものは脱炭であるが、その目的が鐵石の投入に伴う沸騰攪拌に依り装入原料中の不純分及び介在物の除去にある事は周知の事である。従つて酸化沸騰作用に依る影響が非常に顯著であつて、F. K. Buchholz, A. Ziegler 及び E. Voos 等⁴⁾の研究の如く酸化期全般の諸因子に亘り密接なる關係を有する事が分つた。尙本熔解は總て二回除滓法を實施したが以下全酸化期に就て論ずる事とする。

第3圖には酸化期時間と酸化末期介在物量との關係を示したが分布比及び平均厚共に密接なる關係を有するものであつて、熔鋼はこれを十分に沸騰させ又過剩酸素を化學平衡に出来るだけ接近させる爲にも一定時間保つ事が必要であり、酸化期時間は約 75~85 分が適當である。



第3圖 酸化期時間と酸化末期介在物量との關係

酸化末期の [C] 量は湯の純度に及ぼす影響が大であり、[C] の低下と共に酸素の溶解度が増す故に FeO 及び MnO より成る酸化介在物は酸化末期の [C] 量と大なる關係があると考えられるが、第4圖に示す如く割合顯著なる傾向を示している。同圖より本試験に供された如き高炭素鋼の熔製に際しては酸化末期の [C] 量を約 0.55~0.65% とし、必要限度以下に低下せしめざる様

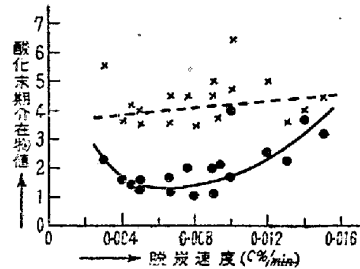


第4圖 酸化末期[C]量と酸化末期介在物量との關係
 第5圖 脱炭量と酸化末期介在物量との關係

過酸化の點に留意すべきである。又脱炭量との關係に就ても全く同様の事が云い得られるわけであつて第5圖に示す如く前回に比してその傾向はあまり顯著ではないが何れにしても脱炭量大なる時介在物の増加を來たす。脱炭量は約 0.5~0.6% とする事が望ましい。尙平均厚は大して影響を受け無い様である。

熔落 [C] 量との關係に就ては A. F. Myrzmow⁵⁾ 及び酸性平爐鋼に就て P. N. Iwanow, S. P. Samotajew. 及び E. A. Morosowa 等⁶⁾が認めた如き明瞭なる關係は認められなかつたが、最も有利とする酸化末期 [C] 量及び脱炭量から逆算した場合約 1.05~1.25% とすべきである。

脱炭速度は沸騰精練の強さを指示する最も代表的なものであるが既往の研究³⁾⁴⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾は一定した値を與えていない。これに就て筆者は第6圖の如き關係を得た。即ち 0.006 C%/min 程度の脱炭速度を與えれば減少する傾向を示すが、餘りに過激な場合は勿論、緩慢なる場合にも増加する。尙平均厚は速度の緩慢なるに従い僅かではあるが小さくなる様である。何れにしても脱炭速度は爐



第6圖 脱炭速度と酸化末期介在物量との關係の大きさ、操業法等に依つて適當な速さがあるわけであつて、A. Ristow¹⁰⁾は大きい爐では 0.003C%/min, 小さい爐では 0.008C%/min 位であると述べているが、6~7t 程度の爐では上記 0.006C%/min 前後が最適であるうと考えられる。

更に鐵石の使用量との關係を調べると、t 當り使用量 40~55kg 程度の時分布比及び平均厚共に最も良結果を示している。これは酸化末期 [C] 量 (第4圖) 及び脱

炭速度（第6圖）と相對應するものであつて、鐵石量不足に依る沸騰の不活潑さは介在物の酸化除去を充分促進するに足らず、一方亦過多なる場合には湯の過酸化を増長すると共に激しい沸騰に依る爐床の破損等に依り介在物増加の原因となる。

以上酸化沸騰精錬を左右する諸因子に就て述べたが、要するにこれ等酸化期に於ける介在物の増加及び減少は脱炭反應を構成する反應機構¹¹⁾に左右されるものと考えられる即ち

(1) 脱炭反應が主として鋼滓中の (FeO) が熔鋼中の [FeO] に移行する反應に支配される場合には介在物は除去され難い。

(2) 脱炭反應が主として熔鋼中に於ける [FeO] の擴散反應に支配される場合、換言すれば [FeO]/(FeO) が LFeO に接近する場合に於ては介在物は最も除去され易い。

(3) 脱炭反應が主として熔鋼内の均一相系脱炭反應に支配される場合には介在物は増加し易い。

尙斯様な反應段階は酸化期時間の経過と共に (1)→(2)→(3) に向て推移するわけであるから、介在物の増減傾向にも相違を來す事が想像されるわけである。筆者の測定した所に依ると、多くのものは第一及び第二酸化期を通じて減少しているが、又中には第一酸化期或は第二酸化期に於て増加せるものもあつた。今これ等三者の第一及び第二酸化期に於ける平均脱炭速度を比較して見ると介在物の増加を來したものは減少せるものに比して何れも其の時の脱炭速度は大きく、明確なる差異を示している。而して第一酸化期に於ては脱炭反應は大部分 (1)→(2) であると考えられるから介在物の増加を來す事は極めて少ないが、これに反し第二酸化期に於ては更に (2)→(3) に移行するが故に往々にして介在物の増加を來し易いから、脱炭反應の適度を期する事が大切である。

(4) 還元期時間及び全精錬時間との關係

酸化期時間と並んで還元期時間も介在物量に關係するものと考えられるが、還元期を今、除滓より差物直前迄の鎮靜期と、差物より出鋼直前迄の差物期に分けて調べる事とする。

鎮靜期時間と差物前介在物値との關係をみると、非常に顯著なる影響を與えており、除滓直後の強制脱酸に依り發生する脱酸生成物の除去及び還元期鋼滓に依る擴散脱酸の促進の爲にも約 50~60 分、少くとも 40 分の鎮靜時間が必要である。尙 0% 低き時の調節に銑鐵を補給する場合には鎮靜期間中の方が適當である。

次に鎮靜期及び差物期を通じた全還元期時間と出鋼前

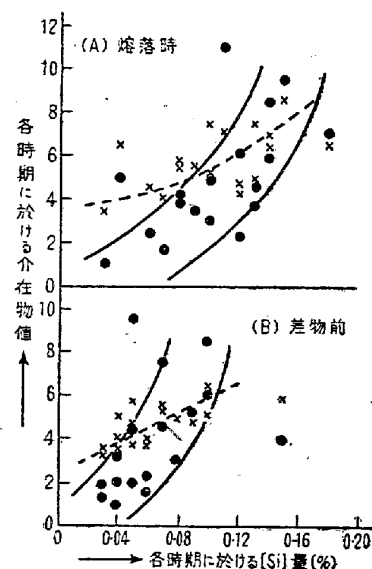
介在物値との關係に就ては各種差物に依る介在物の變動が大きく二、三のばらつきが見られるが、約 1 時間 40 分前後が適當の様である。從つて差物開始より出鋼迄は約 40~50 分となるわけである。尙最後の差物より出鋼迄の時間との關係に就ては、これ等鎮靜時間が總て一定範圍内に留められた爲求め得られなかつた。

更に全精錬時間（熔落より出鋼迄）については、少くとも約 3 時間は必要であつて、精錬時間の短縮は勿論延長の場合にも介在物の増加を來す。尙この關係は歸する所酸化期時間及び鎮靜期時間に大きく左右されているのであつて、介在物の問題に關連して良質の鋼を得る爲にはこれ等時間の適切化を計る事が根本問題である。

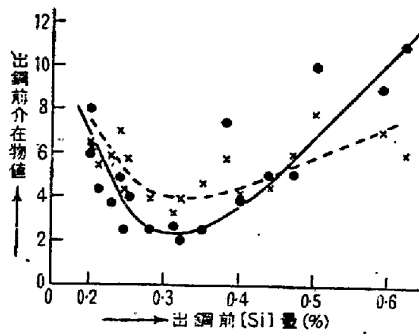
(5) [Si] 及 [Mn] 含有量の影響

熔鋼中の [Si] 及 [Mn] は介在物と密接なる關係を有するものであつて、W. Zieler¹²⁾ 及び A. F. Myrzow⁵⁾ は共に熔落に [Mn] 量が高ければ介在物は減少し、[Si] が高ければ増加する事を述べ、又 K. Daeves¹³⁾ はその統計的研究より [Mn] が高ければ砂疵に依る相對廢品率は低下する事を報告している。これに就て筆者の測定結果も全く同様な關係を示している。

第7圖には熔落時及び差物前に於ける [Si] 含量との關係を示したが、共にこの量の増すに従つて介在物は増加している。併しながら [Si] の多量を含む出鋼前に於ては第8圖に示す如く、[Si] の増加と共に急激に減少して約 0.30~0.35% の時最小値を示すが、更に大なると極めて多量の介在物を含有するに至る。[Si] 0.3% 程度の時介在物の少なき事は越谷氏⁹⁾ に依つても報告されている所であつて、出鋼前 [Si] 量を約 0.30~0.35%



第7圖 [Si] 含量と介在物量との關係



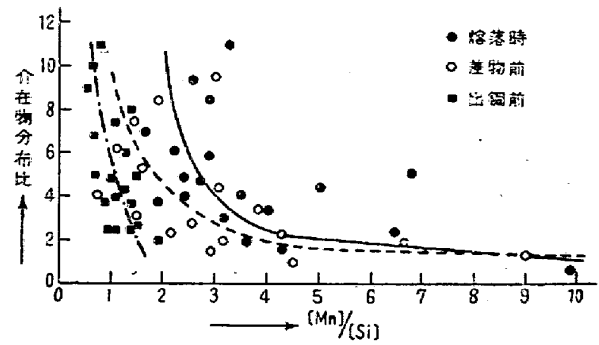
第8圖 出鋼前 [Si] 量と介在量との關係

とすれば介在物の少き熔鋼が容易に得られるのである。

斯様に [Si] 量は介在物の含有量に大なる變化を興えるものであるが、これは要するに脱酸生成物が不飽和の液状珪酸鹽を生ずる場合、無水珪酸及びこれに飽和せる液状珪酸鹽を生ずる場合、更に固體無水珪酸を生ずる場合等に依る爲であつて、Schenck-Brüggemann 及び Körber-Oelsen¹⁴⁾ は Si のみを以て脱酸せる場合の平衡線圖並に液状珪酸鹽、固體珪酸の析出する界域を提示している。

次に [Mn] 含量との關係に就て述べる。多少のばらつきはあるが熔落時、酸化末期及び差物前共に [Mn] 含量の大なる時介在物は減少する傾向を示している。これは [Mn] が過酸化を防止する爲であると考えられる。Mn は脱酸能力の比較的大なるものであるが [FeO] との平衡關係より明らかなる如く、酸化末期及び差物前の熔鋼中に含有されている程度の少量の [Mn] 量では直接脱酸は期待されないのであつて、過酸化の防止は擴散脱酸に依るものと考えられる。こゝで特に注目される事は酸化末期の如き [Mn] 量の極めて少ない、換言すれば [Mn] の脱酸限より非常に隔つた状態に於ても介在物の増減傾向が認められる事であつて、其の効果は大きいと言わなければならない。従て酸化期に或る程度の [Mn] を含むことは介在物軽減上有利である。尙出鋼前 [Mn] 量と出鋼前介在物量との間には他元素の影響が強い爲、顯著なる傾向は示されなかつた。

以上は [Si] 及び [Mn] 個々の影響に就て述べたのであるが、更に相互の量的關係に就て調べて見る事とする。[Si] 及び [Mn] が共存する場合 H. Schenck¹⁵⁾ は實際操業より、Körber 及び Oelsen¹⁶⁾ は實驗室的に共同脱酸に依る脱酸の經過 (SiO₂-MnO-FeO 系にて) を提示し、浮揚し易い液状珪酸マンガン介在物を生ずべき [Si] 及び [Mn] の關係を明らかにしている。この量的關係を鹽基性電弧爐に就て見るに第9圖に示す如く、熔落時及び差物前では [Mn]/[Si] 比の増加と共に減少の

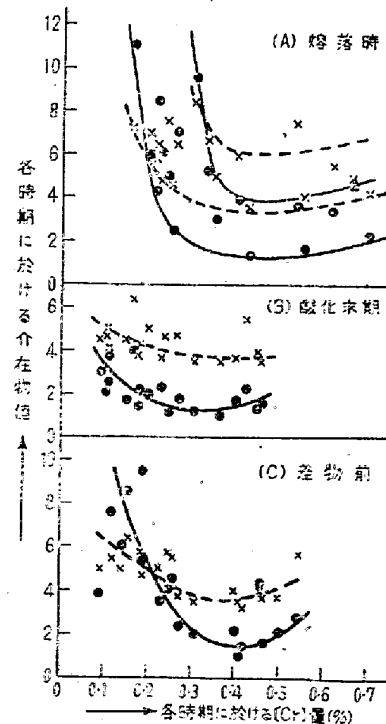


第9圖 [Mn]/[Si] と介在物量との關係

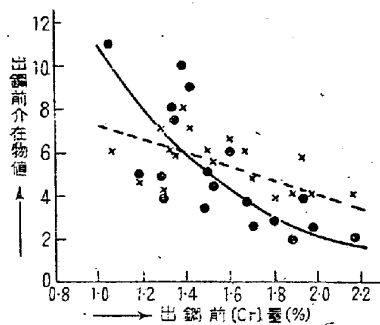
傾向を辿り 3/1 乃至 5/1 あれば清淨なる場となる様であるが、極めてばらつきが多い。又出鋼前に於ては殆んどこの關係は認められない。これ等は何れも次に述べる様に [Cr] 含有量に影響される。

(6) [Cr] 含有量の影響

装入材料中に [Cr] を含有する時は非金属介在物の増加を來すという事は一般に常識とされている所であつてたゞに高級特殊鋼のみならず一般に優良鋼を熔製する際には使用材料の含 Cr 率に就ては特に注意を要するとまで言われている。併しながら [Cr] 含有量と介在物量との關係に就ては A. F. Myrzmow⁵⁾ の報告以外無い様である。即ち Myrzmow は鹽基性電弧爐に於て装入材料中に [Cr] が多いと介在物は増加すると報じている。しかるに筆者の測定結果に依れば第10圖に示す様に全く反對の傾向を示して居り、熔落時 (A) 及び差物前 (C)



第10圖 [Cr] 含量と介在物量との關係



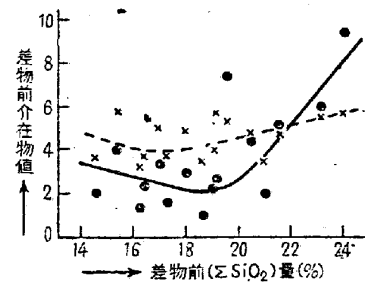
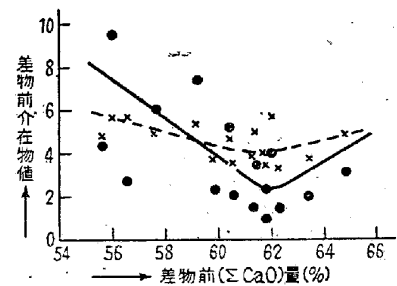
第 11 圖 出鋼前 [Cr] 量と介在物量との關係

共に [Cr] の増加と共に介在物は急激に減少し約 0.35~0.45% に至り其の最小値を示している。更に多く [Cr] の存在する場合には僅か増加の傾向を示すものゝ様ではあるが、何れにしても [Cr] 含有量の異なる時介在物は少ない。又 [Mn] の場合と同様に、酸化末期に於ても同圖 (B) に示す様に極めて明確なる傾向を示している事は興味ある事であつて、その効果は非常に顯著であると言える。次に [Cr] の多量を含む出鋼前試料に就て見ても第 11 圖に示す様に [Cr] の増加と共に分布比及び平均厚共に著しく減少する事が分つた。斯くの如く鹽基性電弧爐熔解に於ては熔落より出鋼に至る全精錬期間を通じ [Cr] は熔鋼中の非金属介在物と密接なる關係を有するものであつて、筆者が先に報告した²⁾「Cr を加えると介在物は急激に減少する」事と相俟つて注目し値するものと思われる。

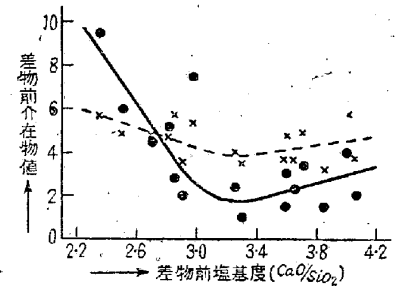
尙第 9 圖に於て [Mn]/[Si] 比と介在物量との間には非常にばらつきが多い事及び出鋼前に於ては殆んど關係の認められない事を述べたが、これは [Cr] の影響が非常に強いことに起因するものである。今これ等相互の關係を調べると [Mn]/[Si] 比が小さくとも [Cr] 量の異なる時には清淨なる湯を得る事が出来る事が分る。斯様に [Cr] は介在物量を支配する最も大きな因子であると云えるのであつて、装入材料中に適量の Cr を含むことは介在物軽減上甚だ有利である。

(7) 鋼滓成分との關係

介在物の含有量と鋼滓成分との關係に就ての報告は從來あまり見受けられないが、E. Maurer 及び G. Voigt¹⁾ は鹽基性平爐鋼に就て (CaO) 量の大なる時介在物は少なかつたが (SiO₂) 及び鹽基度とは關係が無かつたと報じて居り、又下川氏の最近の報告⁷⁾ に依れば温硝酸法に依る全サンド量は (CaO) の増加、(SiO₂) の低下と共に増し、鹽基度と關係のある事を記している。然しながら筆者の測定結果に依れば第 12, 13, 14 圖に示す様に何れもこれ等の一定範圍値内に於て介在物の極小値を示

第 12 圖 差物前 (ΣSiO₂) 量と介在物量との關係

第 13 圖 差物前 (ΣCaO) 量と介在物量との關係



第 14 圖 差物前鹽基度と介在物量との關係

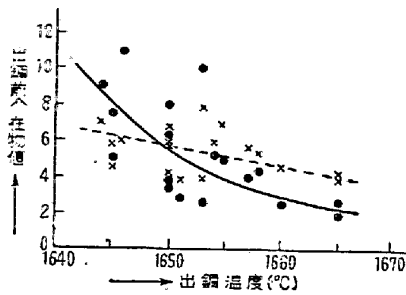
す所があるわけであつて、上記の報告と異つた結果を得た、即ち (SiO₂) の増加と共に介在物は低値に向うが約 20% 以上になると急激に増加する。(CaO) に就ては、ばらつきが大きいとは言え大なる時低値を示すが、更に (CaO) の過大は介在物の増加を來すものゝ様である。従つて介在物の含有量は鹽基度に左右されるわけであつて、第 14 圖の如き關係のある事が分つた。これ等の事より實際操業に際して差物前の鹽基度を

$$\frac{(\text{CaO})}{(\text{SiO}_2)} = \frac{\text{約 } 61 \sim 63\%}{\text{約 } 17 \sim 19\%} = \text{約 } 3.1 \sim 3.5$$

の範圍内に保つのが介在物軽減上有利であると考え。尙出鋼前に於ては各種差物に依る介在物の變動が大きい爲鋼滓成分との關係は見られなかつた。

(8) 出鋼温度及び取鋼中での静置時間の影響

熔鋼中の介在物は鋼浴温度の影響を受ける事は周知の事であつて、温度高き時は [C] に依る脱酸率が大となつて酸素の減少を來すと共に熔鋼の粘性が小となり介在物は軟化して凝集浮揚し易くなる。第 15 圖には出鋼温



第 15 圖 鋼浴温度と介在物との關係

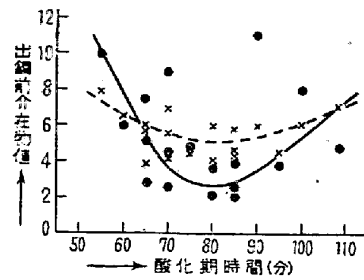
度との關係を示したが、鑄込時に於ても全く同様な傾向を示している。又出鋼に依て懸垂せる介在物は分離滓化する爲に出鋼以後に於ては少くなるが、尙 Al を添加せる場合は其の脱酸生成物の發生に依て介在物は一般に増加する。然しながら Al を添加した場合と云ども鋼浴温度高き時は減少する事が確められた。清淨鋼を得る爲には Al の使用は極力避けると共に湯熱を高くする事が必要である。

取鋼中での静置時間に就ては制限された範囲内で一定しないが、その平均値を觀察すると静置時間の長いものは一般に介在物量が少なく、短いものは一般に多くなっている。従つて耐火材料よりの不純物の混入等有害な影響があるにせよ静置時間を或る程度長くする事が有利であらう。

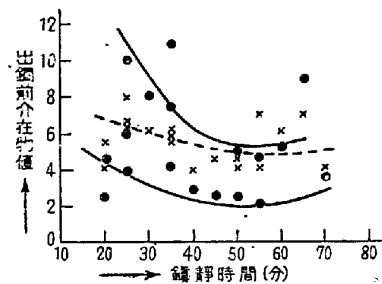
IV. 出鋼前熔鋼中に含有される非金屬介在物量と精鍊諸關係との關連性に就て

出鋼前熔鋼中に含有される介在物量は勿論製品の清淨度の標準となるものであつて、出鋼前に於て最小量なる事を我々は望むわけである。斯様な觀點から精鍊各期に亘つて以上述べた製鋼條件が出鋼前介在物量に如何に影響するかに就て次に述べる事とする。

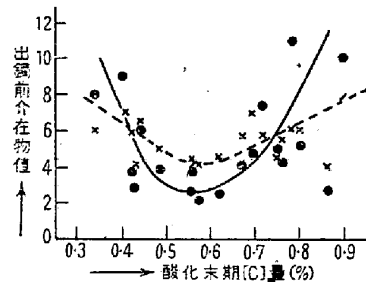
先ず最初に出鋼前介在物と酸化末期及び差物前介在物値との相對關係を見ると、酸化末期に就ては沸騰精鍊に依る酸化減少の爲に當然顯著なる傾向は示さないが、しかしながら分布比に較べて平均厚の方は關連性が高いらしい。次に差物前に就ては、兩者の相關がたかく、出鋼前熔鋼中の介在物含有程度を支配するものは差物前含有量であるわけであるが、更に差物前含有量は酸化末期含有量に依存する事より、要するに酸化末期の介在物量は間接的に出鋼前の含有量を支配する事となる。これは換言すると製品の清淨度を支配する因子は酸化期に於ける酸化沸騰作用であつて、この事は既に F. K. Buchholz A. Ziegler 及び E. Voos 等々に依ても指摘されている所である。



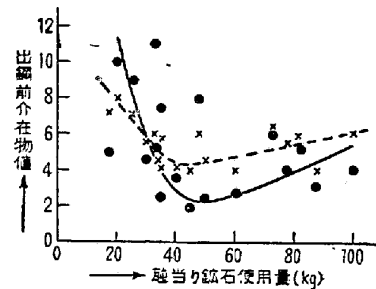
第 16 圖 出鋼前介在物量と酸化期時間との關係



第 17 圖 出鋼前介在物値と鑄靜期時間との關係

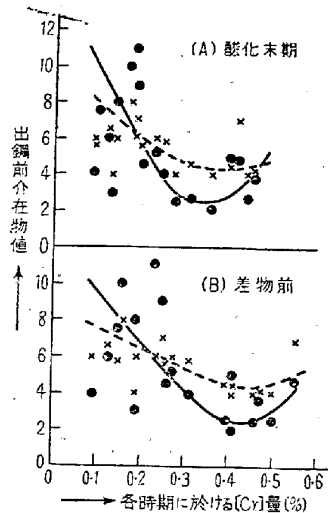


第 18 圖 出鋼前介在物値と酸化末期 [O] 量との關係



第 19 圖 出鋼前介在物値と珪當り珪石使用量との關係

次に主なる二、三のものに就て上述の關連性を示す。第 16 圖及び第 17 圖は、それぞれ第 3 圖及び前章 (4) 項に對應するものであつて、全精鍊時間の影響は酸化期及び還元初期の鑄靜時間に依存している事が分る。又第 18 圖及び第 19 圖はそれぞれ第 4 圖及び前章 (3) 項に對應し、兩曲線は同じ徑路を有し依存性を立證するものである。更に [Cr] 含有量は全精鍊期間を通じて顯著なる影響を與える事は既に述べたが第 20 圖からも明らかなる様に Fe-Cr 投入以前に於て既に [Cr] 量の異なる



第 20 圖 出鋼前介在物値と酸化末期及差物前[Cr]量との關係

時何れも出鋼前の介在物量は少ないのであつて、夫々第 10 圖 (B) 及び (C) に相對應するものである。

以上述べた觀點から筆者は清淨鋼を得る爲には酸化期及び還元初期の鎮靜期に於て、介在物を出来る限り減少せしむる如き操業法を実施すべきである事を強調するものである。

V. 結 言

鹽基性電弧爐に於て熔製せる高炭素、Cr 鋼に就て其の精鍊過程に於ける非金屬介在物の變化を從來あまり利用されていない顯微鏡的方法に依て測定した。その結果顯微鏡的に觀察され得る所の介在物は精鍊條件に可成り顯著に影響される事が認められた。本報告は分布比のみならず平均厚をも考慮に入れたこれ等非金屬介在物と製鋼法との關係に就て取纏めたものであつて、6t 鹽基性電弧爐に於て高炭素クロム鋼の清淨鋼を得る爲には次の點に注意すべきである事を指示した。即ち

(1) 酸化期時間は約 75~85 分、除滓より差物直前迄の鎮靜時間は約 50~60 分が適當であつて、全精鍊時間は少くとも 3 時間は必要である。

(2) 酸化期に於ける脱炭量は約 0.5~0.6%。酸化末期 [C] は約 0.55~0.65% とすべきであつて、従つて熔落 [C] 量は約 1.05~1.25% を目標とする事。

(3) 脱炭速度は 0.006C%/min 程度とする事。

(4) 鐵石使用量は t 當り約 40~55kg とする事。

(5) 裝入材料中の [Si] 量をなるべく少くすると共に出鋼前に於て約 0.30~0.35% なる如く Si を添加する事。

(6) 裝入材料中の [Mn] 量をも高める事。

(7) 裝入材料中の [Cr] 量高き時は介在物輕減上極めて有利である。尙熔落に於て [Cr] 量少なき時は 0.4%

程度を保つように添加するを可とする。

(8) 差物前の鹽基度を次の範圍内に保つ事。

$$\frac{(\text{CaO})}{(\text{SiO}_2)} = \frac{\text{約 } 61\sim 63\%}{\text{約 } 17\sim 19\%} = \text{約 } 3.1\sim 3.5$$

(9) 出鋼温度を高めると共に取鍋中での靜置時間を或る程度長くする事。

(10) 要するに製品の清淨度を高めるには酸化期及び還元初期の鎮靜期に於て可及的減少せしむる如き操業法を実施すべきである事を強調した。

終りに臨み本研究の發表を許可され且つ御指導を賜わつた日本製鋼所室蘭製作所長小林佐三郎博士に深厚なる謝意を表すると共に、種々有益なる御教示を頂いた越谷粕藏氏並びに終始御鞭撻と助力を與えられた當研究部第二課長下田秀夫博士に深く感謝の意を表する次第である。(昭 25. 8 月寄稿)

文 献

- 1) 倭 國一: 鐵と鋼, 第 26 年, 5 號, 367
- 2) 筆者: 日本鐵鋼協會第 36 回講演大會發表
- 3) F. Latta, E. Killig u. F. Sauerwald; Stahl und Eisen 53 (1933) 313
- 4) F. K. Buchholz, A. Ziegler u. E. Voos; Stahl und Eisen, 3, März (1938) 231
- 5) A. F. Myrzmow; Metallurg, 13 (1938), 39; Vgl. Stahl und Eisen, 58 (1938) 761.
- 6) P. N. Iwanow, S. P. Samotajew u. E. A. Morosowa; Archiv für das Eisenhüttenwesen 10 (1937) 501
- 7) 下川義雄: 鐵と鋼, 第 35 年, 第 6 號, 10.
- 8) F. Beitter; Stahl und Eisen, 53 (1933) 369
- 9) 越谷粕藏: 鐵と鋼, 第 35 年, 第 12 號, 22
- 10) A. Ristow: 脚註 4) の討論.
- 11) 柴田善一: 日本金屬學會誌, 第 6 卷(昭和 17 年) 110.
- 12) W. Zieler; Archiv für das Eisenhüttenwesen 5 (1931/32), 299.
- 13) K. Daeves; Stahl und Eisen 52 (1932) 1162.
- 14) H. Schenck; Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd II (1934) 197.
- 15) H. Schenck; Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd II (1934) 218.
- 16) Körber u. Oelsen; Stahl und Eisen, 54 (1934) 535.
- 17) E. Maurer u. G. Voigt; Stahl und Eisen, 21 März (1940) 241.