

であり有意とならず相關ありとは云えない。鹽基度一定の際の偏相關係数は  $-0.027$  であり相關は全然認められなく (MnO) は (S)/[S] には殆んど影響しない事が云える。

### III. 總 括

第 1, 2 及び本報にて得た種々の結論より鹽基性平爐 (特に重油・C-gas 混燒式) 操業に於いて良好な脱硫を期する爲の諸條件を以下の如く列挙して見た。

- (1) 極力低硫黄の屑鐵を使用する。
- (2) 壓縮屑はガス中の硫黄を最も吸収し易く注意すべきである。
- (3) 鐵鑛石、マンガン鑛石及び生石灰中の硫黄量も無視出来ない。
- (4) 熔銑中の硫黄は最後迄決定的に響き高硫黄の熔銑は平爐裝入前に極力脱硫すべきである。
- (5) 重油中の硫黄量は 1.0% 以上では製品の [S] に影響を及ぼす。燃料により最も加硫される時期は裝入期である故當期中の使用量は少い方がよい。燃料中の硫黄の影響は過剩空氣率を大きくする事により或程度少くする事が出来る。C-gas 中の硫黄量も時に  $3g/m^3$  に及ぶ事もあり留意すべきである。
- (6) “山高”時は壓縮屑裝入時と共に最もガス中の硫黄を吸収し易くその山の大きさを低く又その期間を出来る丈短くする様注意すべきである。
- (7) 裝入時間は短い方がよいが大きな山高を避けその期間が短く且つ裝入、終了迄の時間が短い様に裝入速度及び順序を調節すべきである。
- (8) 熔解期初期の排滓の時期は排滓により出来る限り多量の  $SiO_2$  と少量の  $CaO$  とを排出する様選ぶべきである。
- (9) 鹽基度 ( $CaO/SiO_2$ ) は少くとも 2.0 以上なければ脱硫は期待出来ず 2.5~3.5 の範圍が適切である。
- (10) 鋼滓の流動性は鋼浴の [S] の變動に大に關係があり極力流動性の良い鋼滓を作るべきである。
- (11) 排滓はそれ自體のみによつては著しい効果は得られないが脱硫に悪影響はない。
- (12) 鐵鑛石、追加熔銑による鋼浴の沸騰は概して脱硫には良い影響を及ぼす。
- (13) フェロ・マンガン投入により多少の脱硫が行われる。
- (14) 鋼滓總量は少くとも 20t 以上即ち熔鋼の約 10% 以上なければならない。
- (15) 精鍊期中ガス中の硫黄は直接鋼浴には影響を及

ばさないが鋼滓中に可成り入る。過剩空氣率が大なる程鋼滓に入る量が減少する。

(16) 取鋼中での復硫は出鋼滓の鹽基度が低い程起り易く殊に取鋼脱酸にフェロ・シリコンを使用する際は著しい。

### IV. 結 言

約 5 ヶ月に亘り富士製鐵室蘭製鐵所 150t 重油・C-gas 混燒式鹽基性平爐に於ける爐内ガス及び熔相中の硫黄の舉動に就き種々検討を行つた。その結果及び操業上の指針は前項に記した如くである。

### (41) 酸素吹精による鹽基性電弧爐操業に於ける 2, 3 の問題

新大同製鋼 K.K. 星崎工場

工 高 橋 俊 雄

筆者は 26 年秋季講演大會に於て、當工場の 5t 及び 10t 鹽基性電弧爐に對して行つた酸素吹精試験の結果につき報告し、從來の鑛石法に比較して脱炭速度、Mn の歩留、製鋼時間の短縮、電力其の他原單位の節約等に極めて大なる効果を認めると共に、製鋼關係諸因子に對する 2, 3 の考察を行つた。その後當工場に於ては 26 年 12 月より全面的に酸素吹精操業に切換えたが現在迄の操業実績によれば經濟面、品質面共にその優位性が顯著に認められる。しかも酸素法に於ては鑛石法の如く、鑛石の種類又はその使用法により、操業上及び成品に與える變動が大であるのに反し、常に安定した吹精効果が得られ易いために成品の均一化が容易であり、又操業も單純化される。併し酸素法と雖ども吹精方法が適當でない、却て鑛石法より悪結果を來すこともあり、從て酸素法についても脱磷、脱ガス、Mn の變化、Cr 含有量等を考慮し、脱炭量、吹込壓力、酸素流量、吹込時期、溫度、時間等については鋼種により、慎重に考え酸化末期の狀況を常に良好ならしめる如き吹精標準をきめねばならない。本報告に於ては、實際操業データ及び、その間に行つたいくつかの試験熔解結果に基き、實際操業上の熔製標準の基本とも考えられる脱炭、脱磷、脱ガス等について検討を行うと共に、酸素吹精法の利點とも考えられる 2, 3 の問題に關して考察を加えた。

#### I. 脱炭について

當工場における 5t 及び 10t 爐別の半年間についての操業実績の熔落 C 量と脱炭速度の關係を總括した結果より次のことがいえる。

1) 5t 爐における脱炭速度は 10t 爐に比し、1.5~2.0 倍 (熔落 C 量の増加につれてこの割合が大になる。) である。尙、酸素吹込圧力及び送入量は 10t 爐は 7~8kg/cm<sup>2</sup>, 0.7m<sup>3</sup>/t/min, 5t 爐は 5~6kg/cm<sup>2</sup>, 1.0m<sup>3</sup>/t/min, ランスパイプの内径は何れも 16~18mm である。兩者の酸素送入量を比較すると、5t 爐の脱炭効率の方がすぐれていることが認められる。

2) 何れの場合も熔落 C 量の大きなるにつれて、脱炭速度は増加しているがこの傾向は 10t 爐に於ては 0.35~0.45% C の範囲で明瞭でなくなり、この點以上に於てはフラットになる傾向がある。5t 爐に於ては、この範囲が 0.75~0.85% C に移動している。又兩者共高炭鋼の脱炭速度が最も大であり、中炭鋼が之につき、脱炭鋼は之等に比し相当劣る。

3) 以上の結果は酸素法における脱炭機構の本質の解明に一つの示唆を與えている。即ちこの結果と試験熔解における鋼浴中の酸素増加率、鋼浴、鋼滓間の酸素の分配、鋼浴中の [C] と [O] の相對變化等の試験結果から綜合して考察すると明らかに酸素法の特異性が認められ、脱炭反應を左右する大きな因子は、酸素の補給速度、[C] の擴散速度、酸素ガス自體による攪拌、CO ガス逸出速度、溫度等であるが、この何れが支配的因子であるかは鋼浴中 [C] 及び吹精條件に對應した各吹精段階の時期によつて異なることが考えられる。

當工場に於ては以上の觀點から 10t 爐に於ては酸素の供給速度が不足していることが認められたので、吹精壓力を最近 9~10kg/cm<sup>2</sup> に昇壓した。之は脱磷、爐體に及ぼす影響等を綜合して考えぬばならないが現在迄の實績によれば、脱磷も最好で脱炭速度も 10~20% の増加を示しているが、未だ 5t 爐に對する程の効果は得られていない。又爐體に若干の悪影響を及ぼすことが懸念されるが、現在迄の處では表面上にあらわれていない。併し、現状の吹精狀況からみて、この壓力が一應限度と思われる。従つて、これ以上の効率向上對策としては實際操業としては極めて煩雜となるがランス本數を増加せしめる方法が考えられる。之については、未實施で何ともいえないが最も良好な吹精條件をきめるには多くの統計的データが必要である。

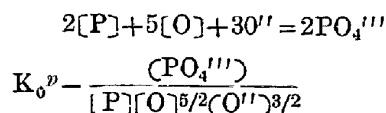
## II. 脱磷について

脱磷にいつて従来の鑛石法における考え方をそのまま適用すれば、酸素法は明らかに鑛石法に比し、不利である事が考えられるが、當工場に於ける 5t 及び 10t 爐別の半年間についての操業實績の熔落 P 量と脱磷率の關係

を總括した結果及びその間に行つた數十チャージの試験熔解の結果から綜合して、次の事が云える。

1) 酸素法に於ける脱磷効果は條件さえ適當であれば鑛石法に優るとも劣らない。2) 5t 爐に於ける脱磷率は 10t 爐に比し大であるがその割合は 10~20% で脱炭速度の増加割合に比し、僅少である。又何れの場合も熔落 P 量の大きなるにつれて脱磷率は増加しており、その傾向は兩者共大體同じである。3) 兩者共脱炭鋼の場合の脱磷率が最も大で中炭鋼が之に次ぎ、高炭鋼は之より稍々劣る。4) 熔落より酸化末期迄の各吹精段階別の脱磷狀況を見ると殆んど吹込始から終りまで連続的に行われている。又熔落直後の低温に於て脱磷速度が特に大きいという傾向はないが、若干の傾向としては吹込始の [P] の高い範囲と脱炭が進行した脱炭範囲の吹込終りの範囲に於て大で、吹込中途に於て稍々劣る事が認められる。5) 酸素法に於て脱磷効果の大である様な条件下では鋼浴中の [O] が増大する事が懸念されたが低炭、高炭範囲共に [O] は一般の標準より増加していない。

6) 最近の新しい試みとしての P. Herasymenko 氏の所謂 Ionic Theory より検討してみると現在の處ではイオンの脱磷に及ぼす各因子間の關係の解明は困難であり、その平衡關係は現在迄の試験熔解のデータからは確める事は出来なかつたが一應最も簡単な次の如き反應式を考え、その恒數  $\log K_0^p$  と  $N_{Ca^{++}}$  の關係を求めると直線的關係がみられたが特に鑛石法とは大なる差異は認められず酸素法による特長はみられなかつた。



併し、何れにしてもこの反應が鋼滓中の自由酸素イオン濃度 (O'') と深い關係がある事は云い得る。(O'') と酸性度 ( $\Delta R = (SiO_2)\% + 0.634(P_2O_5)\% + 0.90(Al_2O_3)\%$ ) を求めると酸性度が大きなるにつれて (O'') は急激に減少する。實際操業に於ては酸素法は鑛石法に比し酸性度は小になり易く、従つて (O'') が大であり、このことは酸素法における脱磷効果が良好である原因を示唆している。7) 以上の結果から酸素法における脱磷に及ぼす各因子間の關係を結論づけることは出来ないが鋼浴溫度の影響は第 2 義的なもので、鋼滓の條件、酸素供給速度が支配的因子である事が考えられる。尙、鋼滓、鋼浴間の溫度差の問題が解明されれば更に明確な結論が導かれるであろう。

## III. 脱ガスについて

酸化沸騰精錬による脱水素効果については鑛石法に於ても認められるところであるが、酸素吹精によれば更にすぐれた効果が豫想される。當工場において熔落、酸素吹込前、吹込後、除滓前の水素の増減について數10チャージにつき測定した結果を總括すると次のことが云える。

1) 一般的にいつて鑛石法では良好な沸騰精錬を行つても、尙脱水素には相當の變動があり條件によつては、却て  $H_2$  が増加する事が屢々見られる。之に反し、酸素法では 2, 3 の例外を除いて一様に脱水素が行われその割合も鑛石法に比し大である。2) 酸素吹精中の脱水素は著しいが吹込後除滓迄は若干増加の傾向がある。又熔落より吹込前迄は殆んど變化しないが稍増加するが多い。之は酸素吹込前後に使用する石灰、螢石、Fe-Mn 等の影響が主原因と思われる。3) 酸素吹精法でも熔落  $H_2$  が低い時はその減少の割合は少く、特に  $3 \times 10^{-4}\%$  [H] 以下の如く極めて低い場合には殆んど減少しない場合が多い。4) 脱窒素効果については 2, 3 の實驗結果によれば僅かではあるが認められる。併し試験数が少いので明確な事は云えない。5) 脱ガスと脱炭速度、吹精時間、酸素供給速度等の吹精条件との關係は判然としないが吹精時間の長い程脱水素効果が大である傾向が認められた。

#### IV. 鋼品質に及ぼす影響

酸素吹精法は冶金學的にも多くの特色を有し現場操業的にも作業が單純化され安定した操業を行い得るため、従來の鑛石法に比し、鋼品質の向上と均一化が容易である事が考えられる。當工場における現在迄の酸素法による品質試験及び調査結果を總括してみると大略次の事が云える。

1) 非金屬介在物の製鋼過程における動向は従來の鑛石法との間に大なる差異は認められないが酸化期における介在物減少率は酸素法の方が稍々良好である。特に肌焼鋼の如き低炭素範囲のものはその優位性が顯著であり A 系、B 系共に優秀であり、B 系について格別良好である。軸受鋼の如き高炭素範囲のものについては有利性が明瞭にあらわれていない。酸素吹精条件と非金屬介在物減少率との關係については判然とした結果は得られなかつた。2) 結晶粒度の製鋼過程における變化については大なる差異は認められないが、酸化期に於いて鑛石法の方が稍々粗大化の傾向が大であり、又異常程度も大である事が認められる。尙、酸化期末除滓前の状況は鑛石法は各熔解による變動が大であるが、酸素法の方は比較的

安定している。3) 段削疵見試験値は出鋼前試料は兩法殆んど差異がない。4) 機械試験値及びサンド分析値も兩法共大なる差異は認められない。5) 酸素吹精操業實施以降の鑄造塊成績は従來の鑛石法時代に比し格段と向上した。特に鋼塊立割れ不良の減少は著しい。6) Cr 含有鋼屑使用による肌焼及び構造用 Ni-Cr 鋼製造の場合、鑛石法においては操業上の困難に加えて屢々白點の發生をみたが酸素法に切換後は操業は容易となり 2, 3 の例外を除いて(製鋼外の原因によるもの)白點の發生は殆んど皆無である。

### (42) 電氣爐に於ける瓦斯體吹込酸化 脱炭機構に關する研究 (II)

(吹込瓦斯量及び炭素濃度と脱炭速度  
及び脱炭速度恒數との關係)

日本車輪製造 K.K. 工博 川村 宏 矣

第 1 報 (昭和 27 年春期講演大會講演大要録 (76), 學振第 19 小委 2548, 以下之を B と稱す) に於ては其の主要事項として熔鋼元素の復歸傾向は脱炭速度乃至吹込瓦斯量 ( $m^3/T/min$ ) が主として之を左右するものなること並に脱炭能率の點から言えば空氣吹込の方が酸素吹込の場合よりも逆に大なることを示し、且つ瓦斯體吹込の場合には之による攪拌作用を無視出来ないことを強調した。

之と殆んど時を同じくして勝藤氏及び丹羽博士は小型坩堝にて各種炭素濃度の鋼を熔解し之に空氣と酸素の種々の割合の混合瓦斯を吹込み脱炭速度恒數及び脱炭速度を測定し之等と酸素分壓並びに炭素濃度等の關係を明らかにし瓦斯體吹込脱炭機構の検討上重要な基礎的資料を提供せられた。(昭和 27 年春期講演大會講演大要録 (19), 學振第 19 小委 2534, 以下之を A と稱す。) 本報告に於いては A に於いて用いられた各種諸元の表示方法及び測定結果を極力踏襲して之等を實際電氣爐操業結果に對し如何なる程度に適用し得るかを検討し其の結果に基き更に基礎的研究實施上の希望事項を提案せんと試みた。但しこの場合脱炭反應は一應炭素に就いて一次反應として取扱うことを前提とすること勿論である。以下其の概要を述べる。

#### 1) 脱炭速度恒數と酸素吹込量の關係

A によれば炭素濃度が一定ならば脱炭速度恒數は酸素分壓の平方根に比例する結果となつてゐるが實際操業の場合には炭素濃度を一定に保つことも酸素分壓を測定することも困難で且つ瓦斯吹込量 ( $m^3/T/min$ ) も可成廣い範圍に變化している。従つて B の場合に於いては酸素吹