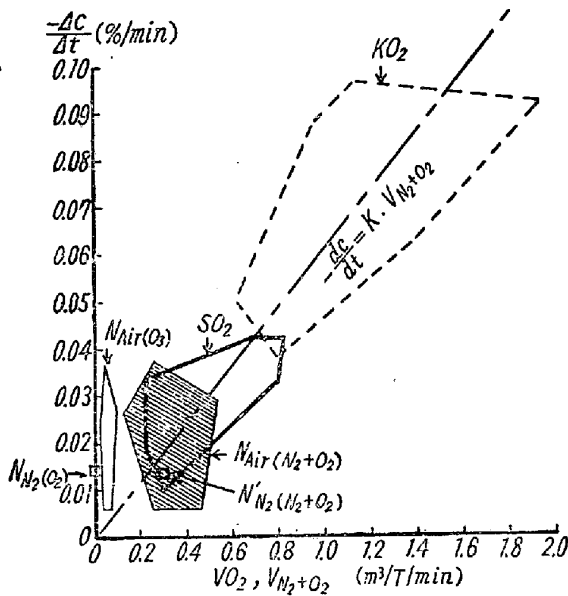


4) 瓦斯體吹込の場合の脱炭速度式に就いて

A の場合實驗の結果から脱炭速度式として次式が提唱されている。

$$\frac{-dc}{dt} = k_1 \cdot A_1 \cdot p_{O_2}^{\frac{1}{2}} \cdot [C]$$

此處に A_1 は表面積, p_{O_2} は酸素分壓, $[C]$ は炭素濃度を示す。この脱炭速度式は鋼滓と之に對する攪拌作用を伴はない場合は成立するものと思われるが實際操業の場合は前述の如く之と趣を異にする。第 3 圖は縦軸に脱炭速度, 横軸に酸素量又は全瓦斯量を取り各操業成績より得た範圍を記入したものである。之によれば,



第 3 圖 吹込瓦斯量と脱炭速度の關係

KO_2 と SO_2 は何れも酸素吹込の場合で恰も一列をなす位置を示しているが N_{Air} 及び N_{H_2} は酸素量より求めた範圍は前二者と同一系列にあるものとは見られない。今試みに全瓦斯量即ち H_2+O_2 を以て之等の範圍を示すと N'_{Air} 及び N'_{N_2} となり全く前二者と同一系列内にあるものと見られ全體として原點を通過する一つの直線の周圍に概ね均等に位置するものと見て差支ない。之等の事實より實際電氣爐に於て瓦斯體を吹込む場合の酸化脱炭はその大勢は吹込全瓦斯量 ($V_{N_2+O_2}$ m³/T/min) によつて左右せられ其の他の條件によつて二次的に變動するものと考えられる。上式に於ける A_1 は鋼浴と氣相の接觸する表面積であるが實際の場合は鋼浴と鋼滓との接觸面積並びに吹込瓦斯體によつて鋼浴内に生じた氣泡の表面積と見るべきであり之が吹込瓦斯量の増加により一次的に増大し脱炭速度を左右するものと考えられるから、その脱炭速度式は次の形を採るであらう。

$$\frac{-dc}{dt} = K \cdot V_{N_2+O_2}$$

此處に $V_{N_2+O_2}$ は全瓦斯吹込量 (m³/T/min) で, K は炭素濃度, 温度其の他の條件によつて變動する係数である。

5) 基礎的研究希望事項

5) 本報告に於ては B なる實際操業結果に對し A なる基礎的研究の結果を極力適用し之を解析せんと努めたのであるが、其の結果から見て更に次の事項に關し基礎的研究が進められるならば瓦斯體吹込精鍊法の進展上極めて効果的であると信じ敢えて其の方面の方々に希望申上げる次第である。

I. 各種瓦斯體に就きその吹込量 (鋼浴單位重量, 單位時間當り容積) を廣範圍に變化した場合の脱炭速度, 脱炭速度恒數等に對する影響

II. 酸化鋼滓を有する場合に就き同前, 並びに特に攪拌作用の効果

III. 鋼浴元素の鋼滓よりの復歸傾向に關する基礎研究特に鋼滓のイオンの研究。以上

(43) 造塊作業の研究 (IV)

(取鍋内に於ける酸性及び鹽基性兩平爐鋼中の非金属介在物の變化)

[K.K. 日本製鋼所室蘭製作所研究部

理博 前川 靜 彌

理〇中川 義 隆

I. 前 言

筆者等は先に主として肉眼的砂疵發生に及ぼす酸性及び鹽基性兩平爐鋼の差異に就き造塊過程より二, 三の検討を行い, 昨秋の本講演會に於いて報告したが茲にはこれに引續き行つた主として取鍋内に於ける鋼中非金属介在物の消長變化と兩鋼種間の差異に就いてその結果の概要を取纏めて報告する。

II. 實 驗 要 領

(1) 對象鋼種: 公稱 50t の酸性及び鹽基性兩平爐による炭素鋼 (0.2~0.3% C, 0.25~0.30% Si, 0.45~0.55% Mn, 0.030% 以下 P 及び S) に就いて調査した。酸性平爐では大體爐内で脱酸を完了し, 取鍋で少量の Al を投入し, 一方鹽基性平爐では取鍋に於いて Fe-Si の全部と Fe-Mn の一部及び少量の Al を投入している。

(2) 使用取鍋: シヤモット製耐火煉瓦で内張したもので試料採取時の使用回数は 3~5 回目を選定し努めてその條件を一定とした。

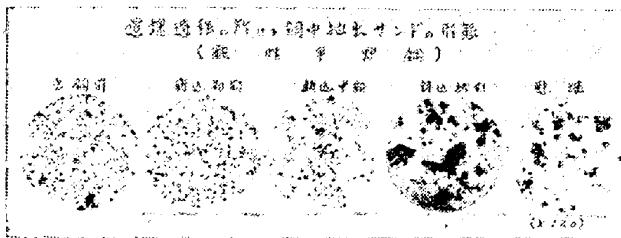
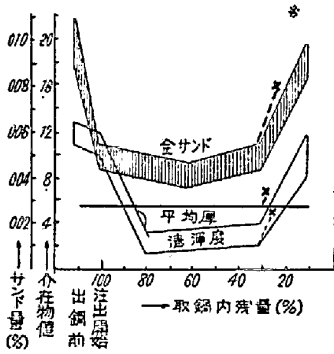
(3) 試料採取：特殊な器具及び鑄型を用いて出鋼前は爐内より，又造塊過程では取鍋ノズルより直接試料を採取し，化學分析試料を採取後これを鍛造比 10 以上に鍛造して學振制定の方法で顯微鏡による非金属介在物を測定し，一方温硝酸法によつてサンド分析を行うと共に抽出サンドの形態を顯微鏡で觀察した。

III. 實驗結果

酸性及び鹽基性兩平爐に就いて各々數熔解究調査したが，何れも大體同一の傾向を示すのでこれ等の結果を概括してそれぞれ模型的に圖示する。

(1) 酸性平爐鋼

酸性平爐の出鋼前より取鍋内に於けるサンド量，顯微鏡による非金属介在物測定結果及び抽出サンドの形態は第 1 圖に示す如く非金属介在物の總體的傾向は出鋼前より鑄込初期に於いて多く，鑄込中期で激減し，終期に至り再び急激に増加している。



第 1 圖 出鋼前より鑄込過程に於けるサンド量と顯微鏡的 B 型介在物との關係(寫眞 2/3 縮寫)
(酸性平爐鋼)

* 第 1 圖中×及び點線は懸堰ノズルの下より採取したもので×點とこの直下の實線との交點迄の距離が大きい程懸堰通過による熔鋼内の變化が大なることを示すものである。

i) 出鋼前：精鍊末期に於いて爐内に Fe-Si 次いで Fe-Mn が投入される爲め游揚し難い微細な SiO₂ に富む SiO₂-MnO-FeO 系介在物が多く，抽出サンドの形態も微細な角張つた白色不透明のものが多し。

ii) 鑄込初期：取鍋で少量の Al を投入しているのでサンド組成中の Al₂O₃ は増加しているが，出鋼後の

温度降下，耐火物との接觸，空氣による酸化等によつて低温脱酸が活潑に進行する筈でその形態も丸味を帯びた焦茶色の透明な MnO に富むものが多くなつている。然しこの場合の熔鋼は出鋼後，取鍋底部等の耐火物に多く接觸し，鋼浴温度が最低である上に湯歴の大なる處に位置する爲に介在物は浮揚し切らず量的にその値が高くなるものと考えられる。

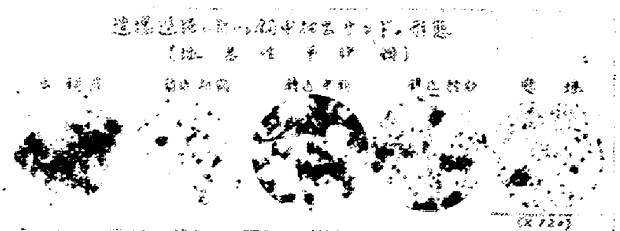
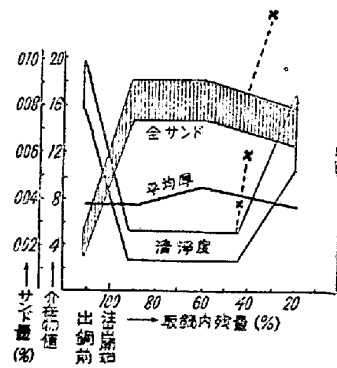
iii) 鑄込中期：この時期に於いては低温脱酸の進行に伴う大型介在物或は耐火物の混入による比較的大型のものは迅速に浮揚分離する爲に非金属介在物は最も低減し且つ外部よりの混入物が少ないのでその形態は大部分球狀透明な SiO₂ に富むものである。

iv) 鑄込終期：全般に介在物が急激に増加するが，これは鋼滓との接觸，温度降下度の大なること，取鍋壁の熔蝕等種々の原因によるものと考えられる。又サンドの形態はその大きさが區々で且つ角張つたものが多く薄茶色の FeO と焦茶色の MnO に富むものが増加している。

v) 懸堰通過による變化：懸堰を通過したものゝ形態は角張つたものや薄茶色の FeO 系の小球等である。然し總體的にその時期に相當する取鍋内に於ける熔鋼中の非金属介在物に比して量的には稍々増加するがその形態には餘り變化がない様である。

(2) 鹽基性平爐鋼

諸測定値及びサンドの形態は一括して第 2 圖に示す如くサンド量は鑄込初期に於いて急激に増加し，爾後取鍋内では著しい變化はないが顯微鏡による非金属介在物の



第 2 圖 出鋼前より鑄込過程に於けるサンド量と顯微鏡的 B 型介在物との關係(寫眞 2/3 縮寫)
(鹽基性平爐鋼)

變化は酸性平爐の場合と殆んど同一傾向を示している。

i) 出鋼前：この時期に於いては Fe-Si が投入されていないのでその形態は融狀不定形の焦茶色の MnO を主體とせる MnO-FeO 系を示すので温硝酸法によるサンド分析値は低く、顯微鏡的には高くなつてゐる。従つて出鋼前の介在物量は相當多いものと推定される。

ii) 鑄込過程：取鍋に於いては Fe-Si, Al 等が投入され比較的浮揚分離し易い脱酸生成物を生じ各時期の變化も大體酸性平爐の場合と同様であるが、その形態は總體的に何れも酸性平爐に比して角張つた不透明のもので外的混入物が多く認められる。而して時期的に形態の差異を観察すると初期には稍々焦茶色の MnO に富む小球狀が多く、中期には更に球狀のものが増加し且つ大形になつてゐるがこれは温度降下に伴つて脱酸反應が促進されることによるものであろう。

又終期に於いては不透明の浮揚分離し難い外的混入物様のものが多く、特に鹽基性平爐の場合鑄込全期を通じて B 型介在物中測定不能になる程大型のものが屢々觀察されるが、これは鹽基性熔鋼が酸性のそれに比して耐火物の侵蝕性が著しいことから外的な原因に依るものと考えられる。(熔鋼による耐火物の侵蝕性に就いては別途報告する)

iii) 懸堰通過による變化：酸性平爐の場合に比してマンガンシリケートが急激に増加し、外的混入物が多くその時期に相當する取鍋内熔鋼中の非金属介在物に比してその増加量が大きく、顯微鏡による介在物の變化も著しい。

(3) 爐内脱酸を實施せる鹽基性平爐鋼

取鍋脱酸を行つた鹽基性熔鋼の耐火物に對する侵蝕性及び空氣による被酸化性は酸性熔鋼に比して著しく強いことは既に第 3 報に於いて報告したが、爐内脱酸を行えば斯る現象も輕微となり酸性鋼に類似の傾向を示す。

又取鍋脱酸を行つた鹽基性鋼と酸性鋼とを合併せる場合は鹽基性鋼のみの場合に於ける介在物の變化と大同小異であるが爐内脱酸の程度に比例して酸性鋼の傾向に接近する。(圖省略)

(4) 結果の概括

酸性及び鹽基性兩平爐鋼は夫々脱酸方法を異にし且つ出鋼極及び取鍋に接觸する鋼浴が兩者異つてゐる爲にこれ等耐火物との反應狀況にも差異があるので非金属介在物中酸化物系の生成條件に相異を生ずることは當然であるが以上の結果を概括すると

i) サンド分析結果に基づく酸性鋼は組成的に SiO_2 量に、又鹽基性鋼は Al_2O_3 量によつてその金屬が左右

される。

ii) B 型介在物は兩鋼種共サンド中の SiO_2 含有量に略々左右され Al_2O_3 によつては必ずしもその傾向が認められない。

iii) 酸性鋼に於いて B 型介在物の清淨度はサンド分析結果と相關的に變化するが鹽基性鋼の場合はその關係が明瞭でない。(これは鹽基性鋼に對して温硝酸法を適用することに無理がある爲と考える)

iv) B 型介在物の平均厚は鹽基性の方が大で且つ中期に稍々増加する傾向が認められる。これはその脱酸方法の差異によるもので鹽基性の方が大型脱酸生成物を容易に生成する爲と思考する。

v) 熔鋼が懸堰を通過することによつて非金属介在物は一般に増加するが酸性は鹽基性に比してその影響は輕微である。

vi) 兩鋼種の熔鋼を取鍋で合併する場合は鹽基性鋼の脱酸方式によつて造塊過程に於ける非金属介在物の變化が左右され、爐内脱酸の程度に比例して漸次酸性の場合の傾向に接近する。

IV. 結 言

酸性及び鹽基性兩平爐鋼に於ける造塊過程中、取鍋内熔鋼の非金属介在物に就いて兩者の特性を括約すると

(1) 鹽基性平爐鋼は取鍋内に於ける脱酸反應が急速に完結するものではなく、鑄込後半に於ける平均厚及び SiO_2 の漸増並びに抽出サンドの形態より類推される SiO_2 -MnO 系介在物の生成増加等から推測して造塊中もこの反應が進行中であると考えられる。

(2) 懸堰通過等の外的條件に對する熔鋼の變化は鹽基性鋼の方が酸性鋼よりも著しく反應性の強いことが窺われる。

(3) 外的混入物は鹽基性鋼の方が遙かに多い。

(4) 鹽基性平爐でも爐内脱酸を行えば非金属介在物變化の傾向は酸性鋼に類似する。

以上の諸點より酸性鋼は爐内で大體脱酸反應を完了し各成分間はその温度に於ける平衡が一應保持され造塊過程に於いては大體鋼浴の温度降下によつてその平衡關係が移動變化するのみにあるのに反し、鹽基性鋼の取鍋脱酸を行うものはその温度に於いて各成分が平衡に達しない状態にある爲に造塊作業時に於ける外的條件の感受性が強く、前者に比して熔鋼内の變化及び耐火物に對する侵蝕性が大きくなるものと考えられる。

従つて特に清淨な鋼を得る爲には酸性鋼又は爐内に於て可及的脱酸反應の完結せる鹽基性鋼を用い、更に鑄込

初期及び末期に注入された鋼塊は避くべきである。

(44) 造塊用粘土質煉瓦の二、三の物理的性質

日本鋼管 K.K. 川崎製鐵所, 技術研究所

工 佐々木 茂 式

第 41 回の本大會で、造塊時に於いて造塊用耐火物が受ける物理的熱的な荷重に關して検討し明かとした諸點を報告したが、その中で定盤、注入管及びスリーブ等の各煉瓦が熔鋼流壓にのみ耐えるためには引張強度 15~20kg/cm² 以上であれば充分であること、鑄込中に發生する煉瓦の割れなどの破壊は主に熱應力によるものであり、それは引張應力があつて熱應力値は煉瓦の溫度傳導率、熱膨脹性、彈性率の如何により左右されるものたること、又煉瓦自體の引張強度が熱應力に耐ゆるだけ充分に大きければ破壊に至り難いこと等について述べた。このような造塊用耐火物の割れ、その他の破壊を考える上に於いて、實際に使用している煉瓦のこれ等の性質がどのようであるかということを知悉しておくことは肝要なことであり、この意味から著者は、これ等性質の中先づ常溫に於ける引張強度及び彈性率について検討してみた。又同時に常溫耐壓強度、曲げ強度及び氣孔率等を測り、これ等の性質間に特定の關係が存在するか否かについても検討した。

耐火物の機械的性質の中、耐壓及び曲げの兩強度は壓縮及び曲げの兩試験によつて比較的容易に求め得るのに反して引張強度の方は實測に困難さが伴うために従來より實測値として殆んど發表されていないほどである。又、彈性率についても、R. A. Heindl 及 W. L. Pendergast¹⁾、近藤清治及び吉田博²⁾、山内俊吉及び加藤左織³⁾ 氏等が測定している少數の實測値が發表されているに過ぎず、剛性率の場合ほどの實測データの報告が多くない。又使用原料の種類、製造條件等によつて強く左右され易い傾向を有し、單に文献データのみに依存できない點を有する。著者は、當所に於いて使用する煉瓦の引張強度を知るための一つの試みとして、Timoshenko 發表⁴⁾ の小圓孔を有つ圓形プレートの場合の應力理論と試験法を應用した特殊試験法で定盤煉瓦の引張強度を、又耐火物の如き多孔性材料の彈性率(靜的)を測るのに適するように特別に考案された近藤、吉田式彈性率測定装置を用い彈性率を夫々實測した。

今回對象とした試料は當所製及び他 2 社製の定盤及びスリーブ兩煉瓦を主としたもので、その他に範圍を廣くするために高爐煉瓦及び高アルミナ質煉瓦の 2 種をも供

試した。しかしなお範圍狭く、實測データも少いために明確な諸關係を見出すまでに至らなかつたが、検討結果の概要を示せば次の如くである。

I. 試料の種類、化學成分、耐火度、氣孔率及びその他性質

試料の種類は當所で使用する當所製定盤(湯道徑 4.0cm)煉瓦 15 個、a 社製煉瓦(湯道徑、4.0~4.5cm) 3 個、當所製及び b 社製スリーブ煉瓦 5 個、當所及び G.R 社製高爐煉瓦 3 個、當所製高アルミナ質煉瓦 2 個等である。(化學成分、耐火度、氣孔率等の表掲省略)

II. 常溫耐壓強度 (p_c)

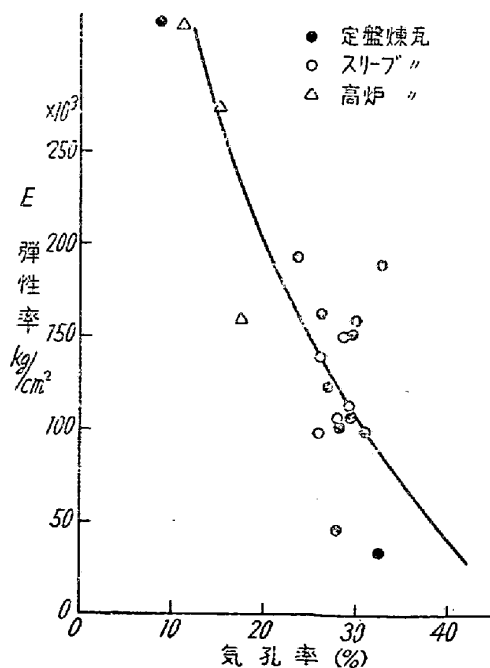
各煉瓦から切斷調製した 2~2.5cm³ の立方體試片を壓縮試験に供した。氣孔率及び強度を兩軸とする圖に於いて氣孔率 30% 以下で急激に強度を増大する Hyperbolic 關係の傾向をみとめた。

III. 常溫抗折力 (p_B)

3×4×10cm³ の試片を曲げ試験に供した。抗折力及び氣孔率を兩軸とする圖に於いて測定値が氣孔率 20~30% 範圍で 60~130kg/cm² にわたり分散し、一定の傾向を見出せなかつた。

IV. 常溫彈性率

近藤、吉田式彈性率測定装置を用い、2×1.2~1.5×10cm³ 試片をセットして荷重に對する撓みを槓杆により



第 1 圖 彈性率と氣孔率との關係