

関係を Fig. 2 (省略) に示す. 両者の間には強い相関関係がある.

### 3. ダストの処理

第1および第2沈殿池に沈降したダストはサンドポンプによりダストピットに入れられる. そして自然乾燥させたのち適宜原鉱石に混合して処理している. またウルトラフィルターで濾過したダストも同様の処理をしている. この期間中に回収したニッケル純分は  $28.717 \text{ kg}$  であった.

### 4. 操業状況

運転開始の頃は不馴れなことや吸煙管の詰りなどのために操業時間が若干長くなったが, 現在ではほとんど以前と変らなくなっている.

装置の改良は度々行なつたが, 特に大きな故障はなかつた. その他操業中にあらわれた影響は次の通りである.

#### A. 利 点

- ① ニッケルの実収率が約  $1.7\%$  向上する.
- ② 酸素およびランスパイプが節約される.
- ③ 炉の寿命が長くなる.
- ④ 火焰および塵煙が出ないので作業環境が改善される.

#### B. 欠 点

- ① 天井および炉壁煉瓦の損耗がはなはだしい.
- ② 電力, 電極の原単位が悪くなる.

これらの影響の主な原因は炉蓋より強制吸煙するためであると考えられる.

### IV. 総 括

当所の精製炉に収塵装置を設置し, 昭和36年6月より運転を開始したが, 電極穴より若干煙が出る程度で外観的にはかなりよく収塵されており, 公害防止の面については現状において十分に目的を達している.

しかしながら, 汚水の処理, ダストの回収方法, 収塵率の向上, 煉瓦損耗の問題など今後さらに検討を加え改良する必要があると思う.

669, 187, 241: 666, 763, 46

## (38) 電気炉における全塩基性炉蓋レンガの実用化試験

大同製鋼研究所

工博 浅田千秋・酒井桑三郎・○高橋徹夫

Practical Experiments of All-Basic Roof in an Electric Arc Furnace.

Dr. Chiaki ASADA, Kumesaburo SAKAI and Tetsuo TAKAHASHI.

### I. 緒 言

最近塩基性電気炉の操業技術の改良進歩により炉内耐火物に要求される条件は次第に苛酷になつて来ているが, 炉蓋レンガは従来から, 原理的に矛盾し, 最早品質的に改良の余地のなくなつた珪石レンガが, 寿命低下を招きながらも使用されている所以は, これに代るレンガのないためである. 近年米国では高アルミナ質レンガが広く使用され始めた. この高アルミナ質レンガは当社に

においても実用試験を行なつた結果, レンガの原料費が高価となり経済性の点で実用化しえないことがわかつた. しかるに最近炉蓋レンガとして, 塩基性レンガの品質が改善されすでに平炉においては珪石レンガに代り, クロ・マグ・レンガが各所で使用され良好な成績を収めている. 当然電気炉においても珪石レンガより塩基性レンガへの移行が考えられる.

電気炉内張り耐火物の全塩基性化は製鋼能率の向上は申すにおよびず, 製鋼技術の進歩に寄与することは論を俟たない. ゆえに全塩基性炉蓋レンガの実用試験の第1歩として当社の2t電気炉において某社製のマグ・クロ・レンガ3セットの実地試験を行なつた. 本試験は特に今後の塩基性レンガの材質改善の手がかりを掴むため, レンガ使用時の損傷原因を究明して, レンガの損耗機構の把握に努め, さらに塩基性炉蓋レンガを使用した場合の操業上の利点, 欠点は収益性にも大きく影響するので, 今回はこれらの点の検討に特に主眼をおき試験を行なつた. 以下その状況を報告する.

### II. 試験レンガの形状および材質

試験炉蓋レンガの形状は, 現在使用中の珪石炉蓋レンガと大体同じ設計寸法とした. 材質は塩基性レンガの中では耐スポーリング性が比較的強いと言われるマグ・クロ・レンガの焼成品を採用した. 本試験品の主化学成分は現在のアーク炉の炉壁に使用されている不焼成のマグクロ質レンガよりも耐スポーリング性を考慮し,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を比較的多く配合し, かつ気孔率を高くしてあるので, 成分的に幾分耐火度の低下が予想される. 試験レンガの嵩比重は  $2.95$  で珪石レンガの約  $1.5$  倍である.

### III. 実 用 試 験

- 1) 操業状況. 週1日および平日半日休日休止, 1日3ch溶解の間歇操業.
- 2) 溶解鋼種. 高合金鋼の占める割合, 1セット目,  $56\%$ , 2セット目,  $52\%$ , 3セット目,  $57\%$ .
- 3) 耐用回数. 1セット目, 88回, 2セット目, 82回, 3セット目, 100回.
- 4) 使用状況. 3セットの試験とも, 使用初期から, まず電極周辺部のレンガが剝落しはじめ同様の現象を次第に外周部におよぼした. また使用中比較的大きな塊状レンガの落下することもしばしば認められたが, 従来の珪石レンガの炉蓋のごとき溶損による損耗状況は全く見られなかつた. レンガの剝落時期は出鋼直後の補修で炉内が急冷された時, また炉壁の補修および炉修で炉蓋を取外したときに特に多く, 剝落した箇所は新しいレンガの破面を見せていた. この3セットの炉蓋は何れもスポーリングによる損傷により, 廃却を余儀なくされたもので, この内2セットは溶解途中電極中心部が一度に落下し, その溶解を不良にした. 廃却どきのレンガは電極周辺部が薄くなり, 全面にレンガの剝落した痕跡が見られ, またスブラッシュの附着跡が窺われた.

### IV. 試験レンガ損耗機構の考察

塩基性炉蓋レンガ命数延長のための品質向上あるいは改質対策上の資料とするため, 使用後の廃却レンガの変質状態を調査し試験レンガの損耗機構を推定してみた. 使用後レンガの縦断面はいずれも大体変質状況から三層に区分されるので, 各層の化学分析および顕微鏡観察を

行ない、スラグおよび溶鋼の影響をどのようにうけているかを調べた。

1. 使用レンガの断面外観状況

A層：稼働表面から約5~10mmの厚さで組織一面に酸化鉄を吸収し、黒色金属光沢ないし亜金属光沢を有する部分で半溶融していたと思われる。この部分はFeOの含有量最も多く質硬く磁性がある模様である。

B層：使用前の茶褐色のレンガが黄黒色に変色しておりスラグが組織内に若干浸透し、堅硬緻密質となつた部分で、組織内に黒色chromiteの斑晶が原石のまま点状するのが窺われる。

C層：B層と組織構成上はほとんど変りないが、若干periclaseとmatrix部分が淡黄色を呈しておりB層に比べ脆弱性となり気孔率の増加が見受けられる。

2. 化学成分の変動

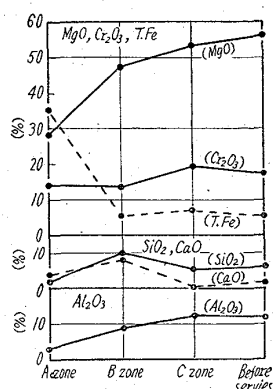


Fig. 1. Chemical compositions of basic roof bricks after service.

Fig. 1 に使用後のレンガの各層の分析結果を示した。これによれば、A層ではFe oxideの激増が目立ち、CaOが増加し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、およびSiO<sub>2</sub>が減少している。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgOはこれらの外来成分の激増によつて相対的に減少している。B層では使用前レンガに比べMgO、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の変動は少く、SiO<sub>2</sub>、CaOが急増した。C層では使用前レンガ成分とほとんど大差がない。

3. 試験レンガとスラグ

および溶鋼との反応機構

A層は高温において炉内のスラグおよび溶鋼スプラッシュによりFe oxideおよびCaOを吸収する。特にFe oxideはまずpericlaseの再結晶を促進して黒色不透明化するまでpericlaseに固溶される。この層におけるFe oxideはmagnesioferriteとmagnetiteの固溶体、あるいはpericlaseとmagnesioferriteとの固溶体を形成していると思われる。浸入したCaOの一部はmatrix中のMgO silicateと反応してmonticelliteに富んだ低溶融化合物を作り、B層に移行し気孔部分に浸入する。このためA層のSiO<sub>2</sub>は減少して逆にB層ではSiO<sub>2</sub>、CaOが増加して気孔率が低下し、堅硬緻密な組織をつくつている。

4. 顕微鏡観察結果

A, B, C各層の顕微鏡による観察結果は、

A層：原煉瓦組織の面影は全然認められず、Fe oxideを多く吸収して完全に変質している。

B層：粗粒および微粒の組織が原煉瓦のまま残っているが微粒部に外来成分(SiO<sub>2</sub>・CaO)の浸透が認められる。

C層：原煉瓦と組織の差はないが、粗粒、微粒間、特にchrome 鋳組織間に亀裂の発生が多い。

5. 試験レンガの亀裂発生原因

レンガの損傷主因はB, C層間の境、あるいは、C層

の亀裂にあることは使用後の観察より明瞭である。C層は原レンガの組成を有しているからほとんど物理的变化によりレンガが剥落するものと推測される。亀裂発生の原因はB層の気孔率が小さくなるのでC層と熱膨張率の差が生ずること、またC層ではpericlaseとmatrixのforsteriteとはよく結合しているがchromiteが離隔して脆弱化しており、これはchromiteとMgOの熱膨張率が違う上に使用時の何回もの加熱冷却の繰返しにより両者間の結合が切れ、そこに微亀裂を生じ、さらにこの部分にstressも集中して、それが大きな亀裂に発展していくためであろう。

V. 塩基性炉蓋の操業上におよぼす影響

1. 操業上の利点

合高Cr鋼の溶鋼に酸素を吹精する場合鋼浴温度がいちじるしく上昇し珪石レンガでは溶損いちじるしく、満足の精錬作業の実施が困難であるが、当レンガは耐火度が高く、高温溶解が可能で順調に精錬が行なわれる。珪石レンガではこの溶損によるスラグ中へのSiO<sub>2</sub>分の増加が免れえないが試験レンガは成分上からこの心配なく、スラグの塩基度も高くしかも量も少なくて済むためスラグ中からのCrの還元率が向上する。このスラグの塩基度の増加はさらに溶鋼の精錬過程における脱硫を良好ならぬ特徴も見逃しえない利点である。この外従来の珪石レンガでは炉壁の頂上部が特に侵食され炉壁の命数を縮めていたが、当レンガは同性であるため炉修間の補修回数も減少し炉壁の命数も延長した。

2. 操業上の欠点

当レンガは酸素吹精時にスプラッシュの附着があるが上述のレンガの剥落とともに、これが還元期に落下するとP・Crの還元により溶鋼を汚染するので、注意を要する。今1チャージ当りレンガの平均剥落量が全部鋼浴中に入るものと仮定すると約0.06%のCrの増加が考えられる。当試験期間中はCr<0.20の規格鋼種が少なかったため、まだこの原因による成分不良は発生していない。

3. 命数延長に対する製鋼作業上の対策

塩基性レンガの剥離は前述のごとく溶鋼およびスラグの吸収によるもので、精錬過程にこれが炉蓋に達しないようにする必要があり高圧で多量の酸素吹精を行なうステンレス鋼の鋼種が多いとこの抑制も至難である。また炉蓋の高さも炉の構造上および熱効率の点から現在よりも高くすることは問題がある。ゆえに命数延長のためには炉蓋の形状および材質で改善せざるをえない。

VI. 結 言

当マグ・クロ質試験レンガの耐用回数は88, 82, 100回と予想に反し少なかった。当レンガは珪石レンガに比し価格も高く、比重も大であるため、現在のところ珪石レンガの3倍の命数がないと経済線に達しないわけであるが、上述のような操業上の利点は収益性にも大きく影響するので、規定の命数に達しなくても充分実用価値のあるものと思われされる。今回の試験レンガの廃却原因はいずれもスポーリングによる剥落損傷によるもので、この剥落原因もレンガの変質各層の観察調査の結果明らかとなつた。次回の試験はこれらの結果を充分参考にし、スポーリングによるレンガの損耗を極力なくすることに

主眼をおき、レンガの材質の面の改良とともに形状を含めた使用面での改善も加え、早急に塩基性炉蓋の実用化を図りたいと考える。

669.14.018.24:669.15'26-194:620.192.45  
 =669.046.558  
 =669.71  
**(39) 高炭素クロム軸受鋼の地疵におよぼすアルミニウム使用量の影響**

(軸受鋼々材に発生する地疵の研究—I)

愛知製鋼研究部 西川 政一  
 " 小田 昭午  
 " 久利 登一

Effects of Added Aluminum on the Sand Marks of High-C Cr Bearing Steel.  
 (Studies on the sand marks of rolled bearing steel—I)

Masakazu NISHIKAWA, Shyōgo ODA  
 and Norikazu KURI.

I. 緒 言

軸受鋼鋼材に発生する地疵についてはすでに多数の研究および調査が行なわれており、その原因として脱酸生成物、耐火物の溶損および空気酸化の三つの主要原因が考えられている。当社においても、脱酸生成物に主原因があると推定されるにいたつたので脱酸法、特に Al 使用量の影響について実験を行なつた。

II. 実験要領

1. 鋼種: 高 C Cr, 軸受鋼 (SUJ 2)
2. 溶解: 研究用 1 t 塩基性電気炉を使用し, Al を還元初期に 1 kg/t, 出鋼前および出鋼流中に 0.3~0.5 kg/t 添加したものと 4 チャージと別に比較として Al を出鋼流中に 0.2 kg/t のみ添加したものと 1 チャージ, 計 5 チャージ溶解した。
3. 造塊: 250 kg 鋼塊を上注法にて造塊し, 1 本の鋼塊を鑄込んだ後次の鋼塊を鑄込むまで 3 分間保持した。
4. 圧延: 34mm φ に熱間圧延を行なつた。
5. 試験

i) O および sol. Al 含有量: 造塊過程における O および sol. Al 量の変化を調査した。

ii) 鋼塊: 鑄込 3 本目の鋼塊をソーキング後縦割し, 縦方向および横方向から各 3 点試料を採取し巨大介在物の形態, 介在物分析, 酸素分析を行なつた。

iii) 地疵: 鑄込順 1 本目, 2 本目, 4 本目, 5 本目の鋼塊を 34mm φ に圧延し, Top 2000 mm 切捨て後に 650mm 間隔に 250mm の試料を採取した。各試料は一段削り (33mm φ × 210mm) により疵見を行なつた。

III. 実験結果および考察

1. 造塊過程における O および sol. Al 量の変化。

造塊過程における sol. Al および O 含有量の変化を Fig. 1 に示す。sol. Al 量は取鍋下試料の, O 量は圧延材の分析値である。

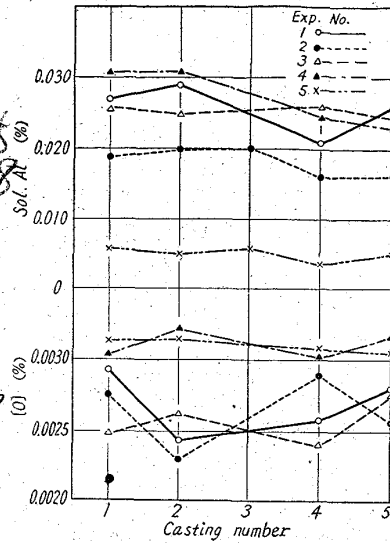


Fig. 1. Variation of sol. Al contents (%) and oxygen contents (%) in ingots.

Sol. Al 含有量の高い場合には造塊過程で減少しており, O 分析値は造塊過程において低下していない。溶鋼中の sol. Al 含有量の低下を考えると脱酸生成物の浮上は連続的に起つているが逆に取鍋煉瓦およびスラグから連続的に O が供給されていることがうかがえる。

2. 鋼塊

i) 巨大介在物: 鋼塊に存在する巨大な介在物の一例を Photo. 1 a1, b1, c1 に, またこれが加工によつて変形した状態を Photo. 1 a2, b2, c2 に示す。これらの介在物は鋼塊 top 部および mid. 部の中心部に存在する介在物で直径 25 μ ~ 50 μ 程度であり, 介在物の中央部は FeO, MnO および SiO<sub>2</sub> に富むと思われる相であるが, 外周部は Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に富んだ結晶型介在物の群からなつている。これは一旦生成した FeO, MnO および SiO<sub>2</sub> に富んだ介在物が周囲から Al によつて還元されて来たもので Photo. 1 a1 はその初期段階, Photo. 1 b1 はその中間段階, Photo. 1 c1 の介在物はほぼ完全な結晶型の介在物の群である。

ii) 鋼塊内における介在物および O の分析: Al 使用量の多いチャージの全サンド量および O 分析値は鋼塊の横方向についてみると, 外周部と中央部が高く, 1/2 半

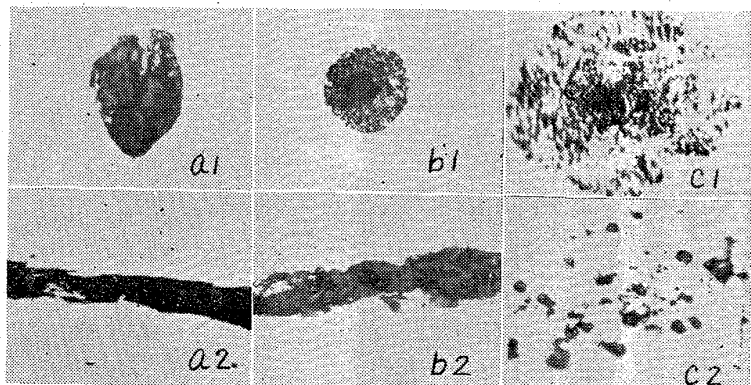


Photo. 1. Optical microscopic types of nonmetallic inclusions and sand marks in ingots or rolled steels.

× 500 (2/3)