

第 5 会 場 (耐火物・連続铸造・平炉・造塊)

(102) 電気炉における高アルミナ質
炉蓋レンガの実用化試験

大同製鋼, 中央研究所

高橋 徹夫・○鈴木 信雄

工博 梶山 太郎・大西 正義

Practical Experiments of High-Alumina Roof in an Electric Arc Furnace.

Tetsuo TAKAHASHI, Nobuo SUZUKI,

Dr. Taro SUGIYAMA and Masayoshi ONISHI.

1. 緒 言

塩基性電気炉に酸性である珪石炉蓋レンガを使用するのは、原理的に矛盾しており、これに代るものとして高アルミナ質レンガや塩基性レンガなどの使用が試みられている。すでに著者らは、全塩基性炉蓋レンガの実用化試験について報告し、マグクロレンガを電気炉々蓋に使用した場合の、レンガの損耗機構と作業上におよぼす影響を明らかにした。それによれば、炉蓋レンガの命数が必ずしも珪石炉蓋レンガの経済線に達しなくとも、作業上の利点によつてかなりおきなえることがわかつた。高アルミナ質炉蓋レンガについても、このような見地から見直されるべきものと考え、特に作業上におよぼす影響を調査することに主眼をおいて、T社製のレンガ3セットについて実用化試験を行なつた。

2. 試験レンガの形状および材質

従来の珪石炉蓋レンガの中心部内面は、平坦であつたが、試験レンガの設計にあつては、耐スポーリング性を考慮してドーム型にし、溶鋼面からの高さを、従来よりも中心部において130mm高くした。これによつて、溶鋼やスラグのスプラッシュによるレンガの変質をいくらかでも防止し、稼働面が受ける熱輻射を緩和させた。

レンガの材質は、特に耐スポーリング性を考慮して製作されたもので、物理的性質と化学成分をTable 1に示す。

Table 1. Physical properties and chemical composition of high-alumina brick.

Refractoriness		36
Apparent porosity (%)		29.2
Apparent specific gravity		3.3
Bulk density		2.39
Thermal expansion (%) at 1,000°C		0.51
Chemical analysis (%)	SiO ₂	18.57
	Al ₂ O ₃	74.86
	Fe ₂ O ₃	1.33
	MgO	2.32
	CaO	0.54

3. 実 用 試 験

3.1 試 験 炉

2t アーク炉, 1200 kVA.

3.2 操 業 状 況

1日3ch 溶解の間歇操業, 週1日休止.

3.3 装 入

手装入, 約 2,700 kg.

3.4 溶解鋼種

高合金鋼の占める割合, 1セット目 30%, 2セット目 13%, 3セット目 14%.

3.5 耐用回数

1セット目 108回, 2セット目 102回, 3セット目 114回.

3.6 使用状況

使用条件としては、なるべく従来の珪石レンガの場合と同一にし、たとえば、意識的に高温操業などは行なわなかつた。

使用中におけるスポーリングは時々観測されたが、剝落するレンガは一般に薄片状で、大きな塊として落下したのは、1セット目に1回だけであつた。また、炉壁や炉床の補修などによつて炉蓋を取外したとき、レンガにクラックが多数入り、次の溶解の時に一度に多量の剝落が認められることがあつた。これはかなり命数を縮めたものと考えられる。炉蓋取外し回数は1セット目1回、2セット目1回、3セット目2回であつた。

しかし、高クロム溶鋼の酸素吹精時のように高温度にさらされても、珪石レンガのような溶損現象は全く認められなかつた。これら3セットの炉蓋は、いずれも耐用数約80回頃より電極中心部が赤熱されているのが外部より見られた。

3.7 廃却時の状況

3.7.1 1セット目

電極中心部レンガの落下による。

3.7.2 2セット目

出鋼口上から中心部にかけてのレンガの落下による。

3.7.3 3セット目

1セット目に同じ。

3セットともに廃却時期を判定するのが困難で、このうち2セット目と3セット目においては、溶解途中にレンガが一度に落下し、その溶解を不良にした。

3.8 珪石レンガの場合との耐用回数の比較

珪石レンガの平均耐用回数 78.5回 (昭和39年度) に対し、本試験レンガの場合は平均 108回で、約37%の増加が得られた。

3.9 使用後レンガの変質

3.1 変 質 層

使用後レンガは稼働面よりA, B, C, の3層に分かれ、A層は黒色多孔質で、酸化鉄を多量に吸収して金属光沢を有し、使用中溶融状態を呈したことが推察できる。B層は黒褐色で酸化鉄その他の浸透が見られ、matrixは緻密な溶固状態を呈しており、C層はほとんど原質のまま、A+Bの変質層の厚みは15~20mmで、塩基性レンガにくらべかなり薄い。

亀裂はB層内またはB, C層の境界に発生し、この部分から剝落する傾向を示した。

3.2 成分変化

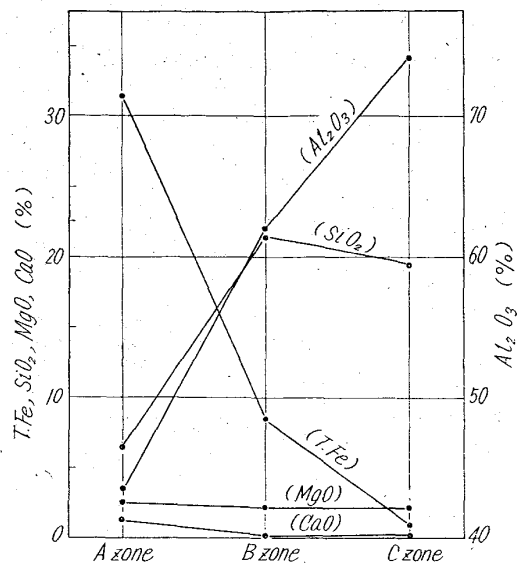


Fig. 1 Chemical compositions of high-alumina roof bricks after service.

各層の成分変化は Fig. 1 のとおりで、A 層には酸化鉄が圧倒的に多いが CaO はわずかであり、スラグの付着またはスラグの浸透が、塩基性レンガにくらべ非常に少ないことがうかがわれる。

4. 操業上におよぼす影響

4.1 スラグ中 Al₂O₃% の変化

炉蓋レンガがスポーリングによって剥落すれば、当然スラグ中の Al₂O₃% が増加する。したがってスラグ中 Al₂O₃% を分析すれば、スポーリングの時期をある程度推測することができる。そこで高アルミナ質炉蓋を使用して溶解したチャージについて、酸化期除滓前と還元期出鋼前のスラグを採取し、Al₂O₃% を定量した。同時に

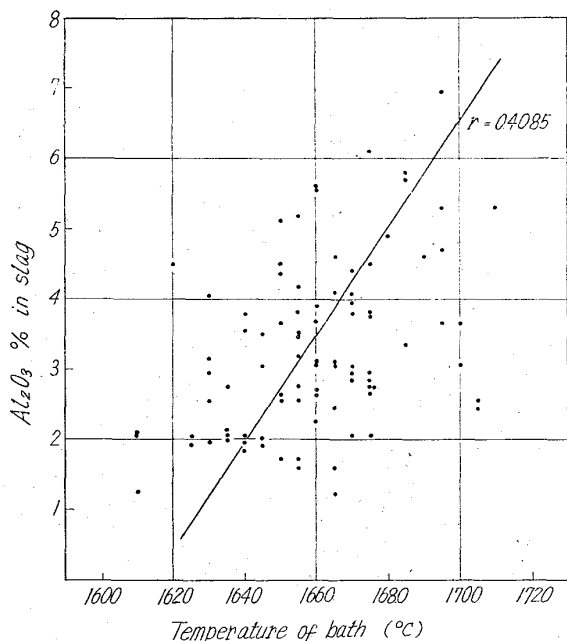


Fig. 2. Relation between Al₂O₃% in slag and temperature of bath before slagging off.

Table 2. Mean Al₂O₃% in slag.

	1st stage	2nd stage	3rd stage
Before slagging off	4.13	3.60	2.75
Before tapping	4.11	3.15	2.73

PR 6-30 浸漬型熱電対を使って溶鋼温度を測定した:

Fig. 2. に酸化期除滓前のスラグ中 Al₂O₃% とそのときの溶鋼温度との関係を示した。これによつて酸化期においては、レンガの剥落は溶鋼温度が高くなるにつれて多くなることが考えられる、還元期出鋼前ではこのような相関は認められなかつた。また、精錬時間の影響も調査した範囲内では見出されなかつた。

Table 2. は炉蓋の寿命を耐用回数によつて 3 等分し、各期についてスラグ中の平均 Al₂O₃% を求めたものである。統計的解析によつて、第 1 期と第 3 期とではスラグ中の Al₂O₃% に有意差のあることがわかつた。すなわち、高アルミナ質レンガの剥落は、酸化期還元期を通じて、使用初期に多く、使用末期には少ないことがわかつた。

4.2 脱硫について

炉蓋レンガの剥落はスラグの組成に変化をおよぼすので、還元精錬時の脱硫に対しても何らかの影響を与えるはずである。珪石炉蓋レンガの場合には、レンガ溶損による SiO₂ の増加がスラグの塩基度を低下させ、これを補うのに石灰が必要である。塩基性レンガにおいては、塩基度の低下はないが、MgO や Cr₂O₃ の富化がスラグの流動性を阻害し、脱硫反応の進行をさまたげることがあつた。

一方高アルミナ質レンガを使用した場合には、スラグ中の Al₂O₃% の増加はスラグの融点を下げ、流動性を助長し、また珪石レンガの SiO₂ のように塩基度を下げることもない。したがって Al₂O₃% の増加は、精錬上

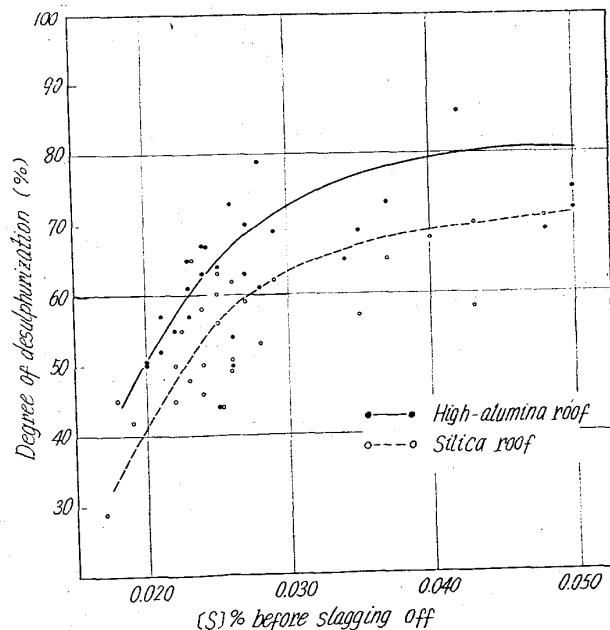


Fig. 3. Relation between degree of desulphurization and [S]% before slagging off.

なんら欠点とならず、むしろスラグによる脱硫反応の促進にたいし、好ましいものと考えられる。

Fig. 3. は、構造成鋼の溶解について、珪石炉蓋と高アルミナ質炉蓋を使用した場合の、除滓前からレードル下までの脱硫率と除滓前 S% との関係を示したものである。この図から、高アルミナ質炉蓋レンガを使用したほうが脱硫に対してすぐれていることがわかる。

4.3 炉壁への影響

珪石炉蓋レンガが高クロム溶鋼の酸素吹精時のような高温度にさらされると、溶損を起して炉壁のマグクロレンガと反応し、特に炉壁の頂上部の命数を低下させる。高アルミナ質炉蓋使用の場合にはこのような現象はまったく見られず、当試験実施中に炉壁の頂上部の溶損が原因で補修を行ったことはなかった。従来の珪石レンガの場合には、炉壁の命数は平均 160 回 (n=7) で、この間に頂上部の補修を 1~2 回行なうのが普通である。

5. 結 言

塩基性電気炉に高アルミナ質炉蓋レンガを実用化するために、2t 炉において 3 セットの試験を行ない、特に操業上におよぼす影響を調査した結果次の結論が得られた。

1) 耐用回数は 1 セット目 108 回、2 セット目 102 回、3 セット目 114 回であつて、珪石炉蓋の約 37% の増加が得られた。

2) レンガの損耗はほとんど変質層からの剝落 (スポーリング) によるものであつて、炉蓋の中心部が大で、また使用初期ほど多い。さらに酸化期においては溶鋼温度が高いほどスポーリングが多くなる。

3) スポーリングしたレンガは当然スラグ中の Al_2O_3 % を高めるが、精錬上なら害は認められず、むしろ塩基度を低くすることなくスラグの流動性を改善するためか、脱硫率が向上した。

4) 従来の珪石炉蓋レンガに見られたような炉壁の頂上部の浸食はまったく見られず、炉壁を全部更新するまで補修の必要がなかった。

高アルミナ質炉蓋レンガを使用したときの操業上の欠点はほとんど考えられず、実用化の採否はただ経済性のみにかかっている。当レンガは珪石レンガとくらべると価格はかなり高く、耐用回数だけからでは珪石レンガの約 3 倍はもたないと経済線に達しないわけであるが、実用化のためには上記の利点を十分に考慮して総合的に検討を加える必要がある。また今回の試験において脱硫率が向上したのは、炉用耐火物が精錬効果におよぼした影響の一例として注目し得ると思われる。

文 献

- 1) 浅田, 酒井, 高橋: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 1276

(103) 電炉マグネシアスタンプ炉床の損耗機構とその対策

八幡製鉄所, 技術研究所 工博 大 庭 宏
杉田 清・島田 康平

The Mechanism of Wear of Rammed Magnesia Bottom in Electric Arc Furnaces and the Measures for Preventing Wear.

Dr. Hiroshi OHBA, Kiyoshi SUGITA and Kōhei SHIMADA.

1. 緒 言

電炉製鋼における炉床の重要性は周知のとおりである。最近の電炉炉床材にはマグネシアスタンプを使用することが多いが、その使用中の変質状況については一部の報告りが発表されている程度である。今回当所洞岡電炉工場で使用したマグネシアスタンプについてその変質状況を調べ、損耗機構を考察したので以下にその結果を報告する。

2. 供 試 試 料

A 試料は、No. 1 電気炉 (20t) に 132 回使用した後に炉床中央部から採取し、B 試料は、No. 2 電気炉 (30t) に 109 回使用したもので、その断面観察結果を Fig. 1. に示す。

両試料ともメタルの侵入介在が認められ、また層状変質 (zoning) を起していることが判る。

3. 試 験 結 果

使用後試料の変質状況を稼働面からの距離に応じて調査し、使用前の性状と比較した。

3.1 物理的諸性質

A 試料について耐火度、圧縮強さおよび荷重軟化点を試験した。Table 1 に示したように、稼働面は耐火度が著しく低下している。圧縮強さ (冷間) は供試した

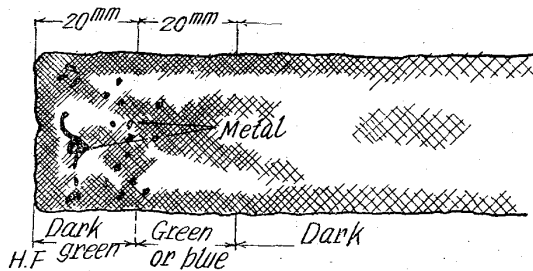
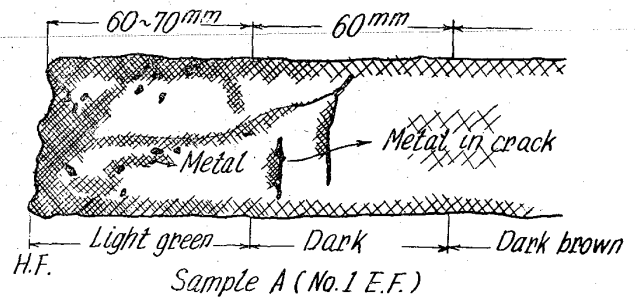


Fig. 1. Illustration of the zone in samples from used bottoms.