

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、構作用鋼の溶解について、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、精錬上ならん害は認められず、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

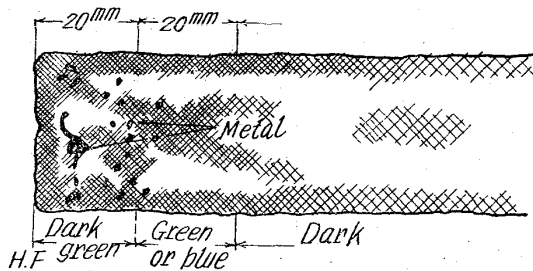
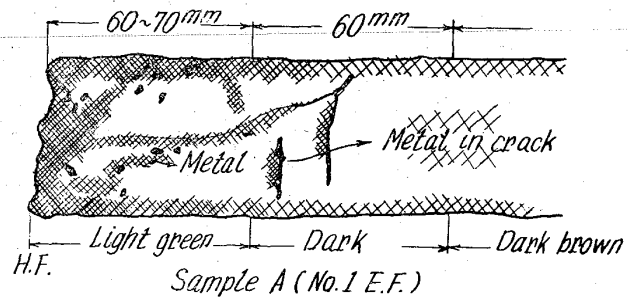


Fig. 1. Illustration of the zone in samples from used bottoms.

Table 1. Physical properties of rammed magnesia after service in the electric-arc furnace bottoms.

Distance from hot face (mm)	H. F.	10	20	30	50	70	90	120	150	180	Original	
Refractoriness (°C)	1145	1495	>1790	>1790	>1790	>1790	—	>1790	>1790	>1790	>1790	
Crushing strength (kg/cm)		1848		1801	2502	2144	1223	1326	1702	1551	440	
Refractoriness under-load (2kg/cm ²)	T ₁ °C		1350		1370	1195	1180	1060	1040	1195	1160	1440
	T ₂ °C		1420		1500	1290	1280	1140	1110	1205	—	1560
	T ₃ °C		1440		1500	1290	1290	1160	1130	1210	1165	1590
	T ₄ °C											

T₁: Temperature of beginning of deformation T₂: Temperature of 2% deformation
T₃: Temperature of failure

Table 2. Chemical analysis of rammed magnesia after service in the electric-arc furnace hearth.

Sample		A (No. 1 E. F)										B (No. 2 E. F)				Original
Distance from hot face (mm)		H. F.	10	20	30	50	70	90	120	150	180	Dark-green	Green	Blue	Dark	
Chemical analysis (%)	Ig. loss*	0.55	2.27	1.70	1.18	0.50	0.00	0.09	0.53	0.93	0.31	5.74	2.20	2.26	3.16	0.48
	SiO ₂	7.66	9.84	9.38	8.92	8.84	7.74	7.44	7.14	6.62	6.86	14.12	10.82	19.50	0.84	1.68
	Al ₂ O ₃	0.83	2.71	2.83	3.48	2.95	4.10	3.27	1.37	1.46	0.97	2.15	1.01	1.74	0.12	0.63
	Fe ₂ O ₃	13.68	6.49	7.66	4.48	2.25	2.32	2.47	4.30	6.17	7.00	10.40	7.20	2.20	4.40	4.42
	MnO	2.14	2.56	2.65	3.30	3.26	2.14	1.53	0.98	0.79	0.74	1.25	0.74	0.93	tr.	0.19
	CaO	39.19	43.64	29.81	29.74	30.09	28.77	29.61	25.30	20.02	18.90	43.38	57.96	60.62	57.82	0.16
	MgO	30.76	27.77	45.36	46.33	49.70	54.02	54.81	57.49	63.25	62.40	13.61	14.40	7.20	31.45	93.15
	Cr ₂ O ₃	n. d.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	6.75	1.15	0.40	0.00	—

*+: Ignition increase

Table 3. X-ray analysis of rammed magnesia after service in the electric-arc furnace bottoms.*

Sample		A (No. 1 E. F)										B (No. 2 E. F)		Original	
Distance from hot-face (mm)		H. F.	10	20	30	50	70	90	120	150	180	Dark-green	Blue		
Mineral constitution	MgO	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	##	+	###	
	MgO·Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	##	—	—	
	2MgO·SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	
	CaO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	
	2CaO·SiO ₂	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	+	—	##	
	3CaO·SiO ₂	—	—	—	—	##	##	##	+	—	—	—	—	—	
	CaO·MgO·SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	##	##	+	
	3CaO·MgO·2SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	##	—	—	—	
	2CaO·Fe ₂ O ₃	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	##	—	##
	CaF ₂	—	—	—	—	—	##	##	##	+	—	—	—	—	—
	3CaO·2SiO ₂ ·CaF ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—
	unknown mineral	##	##	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—

* Cu K α , 30 KV_p, 10 mA

—: not detected +: weak ##: medium weak ###: medium ####: strong
#####: very strong

範囲では、いずれの部分も 1000 kg/cm² 以上の高強度を示している。荷重軟化点を測定した結果は、いずれも低荷重軟化点であり、冷間の高強度に比べ熱間での強度が極めて低いことが明瞭である。気孔率の測定はおこなわなかつたが、圧縮強さの測定結果から推定して 7~8% 以下の低気孔率であろう。

3.2 化学組成

化学組成の変化状況は Table 2 のとおりで、A 試料では、Fe-Oxide, SiO₂, CaO の侵入が顕著であり、B 試料では、Fe-Oxide, SiO₂, の侵入が著しく、また 稜

動面では Cr₂O₃ が増加している。

3.3 鉱物組成

A, B 両試料について X 線回折試験による鉱物組成の調査をおこなつた結果は Table 3 のとおりで、多種類の鉱物が生成している。稜動面に生成している鉱物は、A, B ともペリクレーズ (MgO), ダイカルシウムシリケート (2CaO·SiO₂), ダイカルシウムフェライト (2CaO·Fe₂O₃) で、B 試料にはこの他に Cr₂O₃ 化合物であるピクロクロマイト (MgO·Cr₂O₃) とモンチセライト (CaO·MgO·SiO₂) が検出されている。A 試料の内

部に化合物である CaF_2 , $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot \text{CaF}_2$ が検出されたことも注目される。

4. 考 察

4.1 使用中の変質と挙動

マグネシアスタンプ炉床が使用中に受ける変質の種類を考えると、つぎの諸点が特に重要である。

- ① 加熱による焼結、緻密化
- ② スラッグの侵入による化学組成、鉍物組成の変化
- ③ メタル(溶鋼, 溶銑)の侵入
- ④ 上記の変質による熱間強度の低下

すなわち、マグネシア炉床は使用中の加熱効果により焼結し、同時に炉内よりスラッグが侵入して焼結を助長し化学組成も変化する。Table 1 にみられる高圧縮強さ(冷間)はこのためである。

化学組織の変化は、Table 2 のように Fe-Oxide, SiO_2 , CaO の増加と MgO の減少によつて特徴づけられる。この場合 Fe-Oxide, SiO_2 はスラッグよりの侵入によることが明瞭であるが、 CaO はスラッグ起源のみならず、補修用ドロマイトに起源するものを含むことが考えられる。特に試料は化学組成、鉍物組成から推定して、マグネシアスタンプではなく、補修用ドロマイトによつて形成されたドロマイト炉床であろうと考えられる。B 試料稼働面に比較的少量の Cr_2O_3 が認められたが、これは含 Cr 鋼の溶製に起因するものである。

侵入成分の挙動も成分により特徴があり、Fe-Oxide は比較的稼働面近くに留るが、 SiO_2 は深部まで侵入する。 Al_2O_3 , MnO は一定距離のところまで極大濃度を示している。

荷重軟化点がいずれの個所でも低いのは、以上の化学組成変化に基く耐火性の低下によるもので、実際使用時の電炉炉床は高温では軟化し易い状態にあることが今回の結果から容易に推測される。

Fig. 2 は使用後の変質状況を平炉炉床での調査結果²⁾と比較したもので、平炉、電炉とも深部まで成分変化をうけているといえる。

4.2 電炉スタンプ炉床の損耗機構と対策

今回の使用後変質状況の調査結果からその損耗機構を考察すると、損耗の大部分は稼働面の化学組成変化による耐火性低下に起因するといえる。すなわち、稼働面の

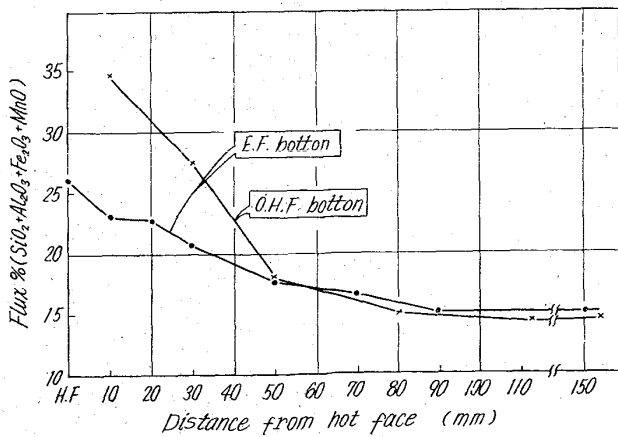


Fig. 2. Distribution of flux-components in used magnesia hearths.

耐火性は Flux 成分量の増加により低下し、使用条件下では溶流あるいは摩耗される。さらに、切断面の観察結果にもみられるようにメタルが組織内に侵入しており、使用中炉床が部分的に剝離浮上を起す可能性もある。

炉床稼働面が損耗を起すのは、今回の調査によると耐火度(ゼーゲル錐溶倒温度)が $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ 以下になるときであり、化学組成面では Flux 成分 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}$) が 20% 前後に達するとその危険性が增大するといえる。

電炉炉床の損耗対策としては、上記の損耗機構から考察して

- ① 緻密な炉床をつくる。(気孔率の高い炉床には Flux 成分の侵入が速い)
- ② Flux 成分の少ない炉床材を使用する。

①の対策に対しては炉床の施工法、焼付条件、スタンプ材の粒度構成などが重要であり、②に対しては、原料の選択が重要である。この他使用条件の面では溶製温度の上昇を極力抑えることが望ましい。

5. 結 言

電炉炉床に使用したマグネシアスタンプの変質状況を使用后試料について調べその損耗機構を考察した。

マグネシアスタンプは使用中に Fe-Oxide SiO_2 などを吸収して変質し、低耐火性、低熱間強度の炉床となり、耐火度が $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ 以下になると溶損をおこす。

耐食性の高い炉床を得るには、緻密な炉床を造成し、炉床材の材質も純度の高いものが望ましい。

文 献

- 1) 山口, 西村: 鉄と鋼, 44 (1958) 12, p. 1354
- 2) 大庭, 杉田: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 440

(104) 溶鋼と耐火物との反応に関する研究

住友金属工業, 中央技術研究所

工博 田上 豊助・○池田 隆果

Study on Chemical Reactions between Liquid Steel and Refractories.

Dr. Toyosuke TANOUÉ and Takami IKEDA.

1. 結 言

製鋼造塊過程において溶鋼は各種耐火物と接触する。鋼中の酸化介在物の成因としては周知のごとく溶鋼の脱酸反応、空気酸化、スラッグおよび耐火物の物理的な混入、溶鋼と耐火物との化学的な反応、溶鋼組成によつて決定される凝固中の析出などが考えられるが、このうち溶鋼と耐火物との化学的な反応は反応生成物の物理的な混入の原因ともなり、また溶鋼組成をも変化せしめ、鋼中に最終的に生成する地疵および非金属介在物の種類と組成を左右する重要な因子であろうと推察される。しかし現在のところ溶鋼と耐火物との反応に関する正確な知識は少なく、定量的関係の把握の上に立つて適切な耐火物の選択を行なうことは著しく困難な状態である。