

Fig. 5. Relation between nitrogen and carbon in cast iron. (Induction-furnace melting).

しかしながら type C の凝固状態を示す鑄鉄が、含有ガスと何らかの関係を持つことは前述の諸現象から明らかで、これについては特に凝固時の放出ガスを考えなければならない。本試験で対象としたガスは含有する全ガスであり、さらに凝固時の放出ガスを詳細に調べることによつて、凝固時の特異現象が解明され、鑄鉄のガス挙動を明かにする端緒が得られるのではないかと考える。

IV. 結 言

鑄鉄の自由表面の凝固状態が成分および含有ガスに関係することに注目し、C, Si の異なつた種々の鑄鉄につきこれを調べ大要次の結果を得た。

- (1) 凝固状態は 4 種に分類でき、それぞれ C, Si の一定範囲に現われる。
- (2) 高炭素の鑄鉄の凝固状態がガスと関係があることから、ガス分析を行ない C と含有ガスの関係を調べたが、C の増加にしたがつて含有ガスは減少する傾向を示し、高炭素の鑄鉄の凝固状態を含有ガスが多いためとすることはできない。
- (3) 凝固状態と関係があるのは凝固時の放出ガスであり、今後はこの点につきさらに詳細に調べたい。

669,184,413,666,764,13,620,193,93

(60) 混鉄炉内張マグネシア煉瓦の
損耗機構と対策

八幡製鉄所技術研究所

大庭 宏・杉田 清

Process of Wear of Magnesia Bricks
in Mixer Lining and Some Proposals
for Prolonging Its Service Life.

Hiroshi OHBA and Kiyoshi SUGITA.

I. 結 言

転炉工場における混鉄炉の重要性は周知のごとくであるが、混鉄炉の内張は、天井部分を除き大部分がマグネシア煉瓦により築造されているのが一般的な傾向である。

今回、当所転炉工場混鉄炉に使用した内張マグネシア煉瓦を対象に、その損耗機構を調査し、さらに実験的に操炉条件の影響を調べ、混鉄炉操炉上ならびに煉瓦の品質向上の参考資料とした。

II. 使用後煉瓦の試験

1. 試 料

戸畑転炉工場 1350 t 混鉄炉に、S35.2.1. より S35.5.5. まで使用した焼成マグネシア煉瓦を対象に試験した。試料は裏壁スラグライン附近より採取したものである。使用前煉瓦は、フォルステライト (2MgO, SiO₂) を約 13% 含有するもので、比較的高温度で焼成したマグネシア煉瓦である。

2. 物理的諸性質の変化

使用後煉瓦について測定した結果を、使用前煉瓦と比較して Table 1 に示した。気孔率の低下、圧縮強さの増加と荷重軟化点、耐スポール性の低下が認められる。

3. 化学成分の変化

使用後煉瓦の稼働面からの距離と化学成分の関連を調べた結果、Fig. 1 のごとく CaO, SiO₂, Fe (metal および oxide) の侵入が認められた。Fig. 1 では煉瓦中の Fe をすべて Fe₂O₃ の型で表示した。使用前煉瓦の化学成分と鉱物組成を Table 2 に示す。

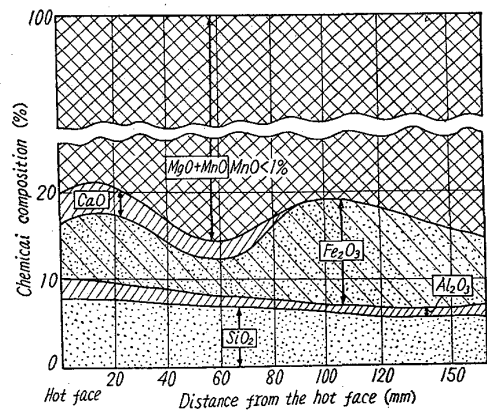


Fig. 1. Chemical composition of magnesia bricks used in mixer lining.

Table 1. Physical properties of original and used magnesia bricks for mixer lining.

	Distance from hot face (mm)	Bulk density (g/cm ³)	Apparent specific gravity	Apparent porosity (%)	Crushing strength (kg/cm ²)	Refractoriness-under-load (2 kg/cm ²)			Spalling resistance**	
						T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₄ (°C)*	Times of shock when crack starts	Times of failure
Original	—	2.99	3.44	13.4	916	1670	>1700		7~10	>10
Used	H. F. ~ 30	3.50	3.60	2.9	2249			1460	2.3	>10
	30 ~ 60	3.41	3.58	4.8	2042	1480	1580	1600	4.3	>10
	90 ~ 120	3.45	3.71	7.0	1675	1620	1670	1700	2.9	7

* Failure point, ** 1200°C×15 mn ←→ air-cooling×15 mn. Specimens : 20×20×20 mm

Table 2. Chemical and mineralogical composition of original magnesia bricks.

Chemical analysis (%)		Mineralogical composition (%)	
Ig. loss	0.71	Periclase (MgO)	82.8
SiO ₂	6.18	Spinel (MgO·Al ₂ O ₃)	1.4
Al ₂ O ₃	1.12	Magnesioferrite (MgO·Fe ₂ O ₃)	0.9
Fe ₂ O ₃	0.67	Forsterite (2MgO·SiO ₂)	12.8
MnO	0.99	Monticellite (CaO·MgO·SiO ₂)	2.1
CaO	0.75	Crystal grain size of periclase	10~40 μ
MgO	89.44		

Table 3. Chemical composition of slags for slagging-under-load test.

No.	Basicity*	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Viscosity at 1400°C**	Remarks
1	0.59	51.30	14.65	30.40	3.65	>100	Mixer slag 100+60 SiO ₂
2	1.29	33.25	18.60	43.10	5.05	20.7	Mixer slag***
3	2.00	26.90	15.05	53.90	4.15	5.5	Mixer slag 100+40 CaCO ₃

* CaO/SiO₂, ** Estimated from known data, *** Contains 1.5% of FeO,

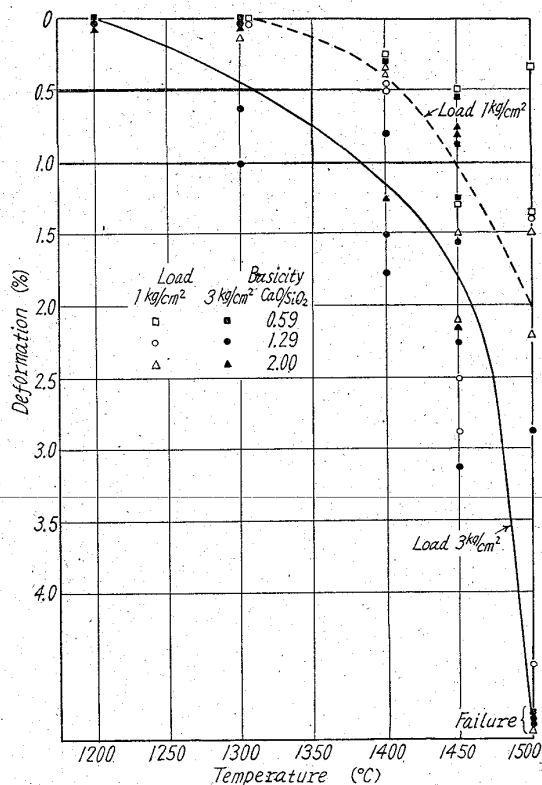


Fig. 2. Effect of temperature and basicity of slags on the deformation of magnesia specimens. (Slagging-under-load test)

4. 組織の変化

使用後煉瓦の組織を顕微鏡下で観察した。稼働面より約 40mm の部分では、シリケート (2MgO·SiO₂, CaO·MgO·SiO₂ など) が増加しており、さらにほとんどの部分で 40 μ 以上の気孔内に銹鉄が侵入し、気孔を充填していることがわかった。

III. 操炉条件の影響

混銹炉内張マグネシア煉瓦の損耗に関する操炉上の

各種要因の中で、スラグの塩基度と炉内温度についてその影響を調べるため、スラグ吸収軟化試験¹⁾を試みた。

スラグ吸収軟化試験は、塩基性煉瓦の耐スラグ性を判定する方法として、当所において考案したもので、荷重下でスラグを耐火物試片に吸収させつつその変形率を測定する方法である。

測定条件は、50 φ × 50mm (孔 20 φ × 30mm) のルツボ試片中に所定のスラグを 6wt/100wt brick 充填して、各温度で所定の荷重 (1 kg/cm², 3 kg/cm²) をかけ、その際の変形率と時間の関係を測定した。供試スラグの化学組成を Table 3 に、測定結果を Fig. 2 に総括して示した。

Fig. 2 より炉内温度が 1400°C を超えると、スラグの作用が顕著になることがわかる。またスラグの塩基度 (CaO/SiO₂) は、供試煉瓦の場合では、1.00~1.50 附近が特にいちじるしい侵食性を示す傾向がある。

IV. 考察 (損耗機構とその対策)

1. 損耗機構について

内張マグネシア煉瓦の損耗機構を、使用後煉瓦の調査結果より考察すると次のごとくなる。

機構 A 煉瓦稼働面での溶損

機構 B スポーリング、亀裂発生などによる剝落

機構 A による損耗は、煉瓦が炉内スラグ (CaO-SiO₂-Al₂O₃ 系) を吸収して稼働面の耐火性が低下し、稼働面がある一定粘性に達したとき炉内溶銹などの摩耗作用をうけて煉瓦面から離脱する。したがって損耗は連続的に進行する。

機構 B の場合は、スラグ、銹鉄の侵入による煉瓦の耐スポール性の低下が主体をなすもので、機構 A のごとく連続的に損耗が進行することはない。

これらの損耗機構は、煉瓦の使用位置によりそれぞれ寄与率が異なるが、一般的には大部分は機構 A によるものと考えられる。

2. 損耗の防止対策について

煉瓦品質、操炉法両面での内張損耗防止策として次の 3 点がまずあげられる。

- ① マグネシア煉瓦の耐食性の向上
- ② 炉内スラグの不活性化
- ③ 炉内温度の管理

マグネシア煉瓦の耐食性を向上させるには、耐スラグ性の増大、銑鉄の煉瓦気孔内への侵入抑制および煉瓦の耐スポール性の向上が必要である。耐スラグ性向上の具体策としては、煉瓦中の MgO 含有量の増加と Fe-oxide 含有量の減少がある。銑鉄侵入の抑制には気孔率の低下、気孔径の微細化が必要と考えられる。

炉内スラグの不活性化については、石灰、ドロマイトなどの添加による炉内スラグの成分調整がすでに各国で試みられ、その効果が確認されている²⁾³⁾。今回の実験結果では $CaO/SiO_2=1.0\sim 1.5$ のスラグが、シリカボンドのマグネシア煉瓦には強い侵食性を示している。したがって $CaO/SiO_2=2$ 程度には調整する必要がある。またスラグ中の FeO は侵食を促進することがわかっているため、煉瓦と同様スラグ中の Fe-oxide も低いことが望ましい。

炉内温度は可及的低く保つ必要があり、特に一定温度(当所の場合、今回の実験では 1400°C)を超えると、マグネシア煉瓦の侵食がいちじるしくなる。炉内温度の管理は極めて重要で、上述のスラグ成分の調整以上の効果があると考えられる。

V. 結 言

混銑炉内張マグネシア煉瓦について使用中の変質と操炉条件の影響を調べ、損耗機構とその対策を考察した。損耗の主体は炉内スラグとの反応であるので、煉瓦成分、スラグ成分の適正化が必要であり、炉内温度の管理が極めて重要である。

文 献

- 1) 化学関係学協会連合 昭36 秋季研究発表大会講演(窯協誌発表予定)
- 2) A. LATOUR: Stahl u. Eisen, 77 (1957), Heft 17, 722~26.
- 3) K. FITCHETT & H. M. RICHARDSON: Trans. Brit. Cer. Soc., 60, (1961) 9, 627~46.
- 4) H. PARNHAM, ibid.: 55, (1956) 5, 339~58.
- 5) 宮武, 耐火物工業, 53 集 (1960) 391~94.

669,183,4,0125 = 65,011,4
 (61) 大型固定式平炉工場における生産性の向上について

八幡製鉄所製鋼部 6224/
 杉野 導人・朝隈 重利
 松藤平之介・森田 英臣

On Development of Steel Productivity in the Modern Open Hearth Shop 1319~1320
 Michito SUGINO, Shigetoshi ASAKUMA, Heinosuke MATSUFUJI and Hideomi MORITA.

I. 結 言

当所第四製鋼工場が昭和 27 年 4 月当所の第一次合理化計画の一環として設備を一新し、固定式 120 t 平炉 7 基、500 t 混銑炉 1 基を有する近代的平炉工場として操

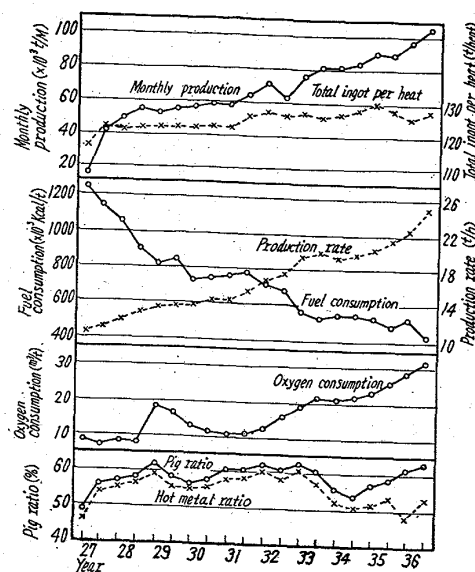


Fig. 1. Trends of operational results.

業を再開してから満 10 年を迎えた。この間の作業成績の変遷は Fig. 1 に示してあるが、生産量は年々増加し昭和 36 年度の月産量は 10 万 t を超え、操業再開以来の延生産量は 8,105,693 t に達した。

以下にこのような生産量増加を達成するために実施して来た設備的、技術的改善の経過を簡単に報告する。

II. 設備増強の経過

当初の設備能力は月産 5~6 万 t であつたので、その後の増産に対処するため造塊関係の設備を主体に設備増強を逐次実施してきた。

(1) 製造鋼塊の大型化に対処するため、昭和 29 年 鑄型処理場の鋼塊機能力の増強 (12 t, 15 t 各 1 基より 15 t, 20 t 各 1 基) と鑄型処理場の延長 (東 10 m) を実施した。

(2) 昭和 33 年には月産量が 7~8 万 t に達し受鋼能力が不足してきたので同年 165 t 鑄鍋起重機を 1 基増設し計 3 基とし、同時に造塊建家 (東 35 m)、鑄型処理場 (西 21 m) を延長した。さらに昭和 35 年には平炉重装入を可能ならしめるために鑄鍋起重機能力を 175 t に増強した。

(3) 昭和 33 年には大型鋼塊製造のために鑄型処理場を延長し (西 20 m)、45 t 鋼塊機を増設した。

(4) 酸素製鋼に伴い発生する「赤煙」対策として Venturi scrubber 型集塵機の設置に着工し昭和 35 年 4 月に 4 基 (27,000 Nm³/h × 2, 27,500 Nm³/h × 2) 昭和 36 年 5 月に 1 基 (54,000 Nm³/h) 完成した。さらに電気集塵機 (70,000 Nm³/h) を 37 年 6 月建設した。

III. 酸素製鋼法の進歩

過去 10 年間の生産量、製鋼能率、熱量原単位の向上は酸素製鋼法の進歩、平炉燃焼作業の改善、炉体改造などの技術的向上に負う所が大きい。

酸素製鋼法は当工場においては操業再開当初より採用してきており、その使用量の変遷は Fig. 1 に、また使用割合の変遷は Table 1 に示してある。再開当初においては使用法は装入期の助燃が主体で効果も顕著ではな