

回の熱勘定の結果、当初予想していたほど良くないことが判った。この理由として、大量酸素製鋼を行なう場合には、炉の形状より、むしろ酸素の熱効率におよぼす影響の方が大きいと考えられる。しかし、ドアフレームおよび裏壁ボイラの吸収熱をも有効熱量と考えた熱効率  $\eta_4$  では 3 号平炉は裏壁ボイラがあるだけに熱効率は 4 号平炉より約 3% 良くなっている。

VI. 酸素の熱効率におよぼす影響について

Table 3 に示した過去 5 回の熱勘定の結果から、熱量原単位と熱効率との関係を求めると Fig. 1 のようになり、毎年熱量原単位が減少し、これに伴って熱効率が增大していることが判るが、ここで熱効率の増大する理由を考えてみると Fig. 2 に示すように酸素原単位を増加した場合には、製鋼時間が短縮することは承知の通りであるが、製鋼時間が短縮することによつて、摩ガス損

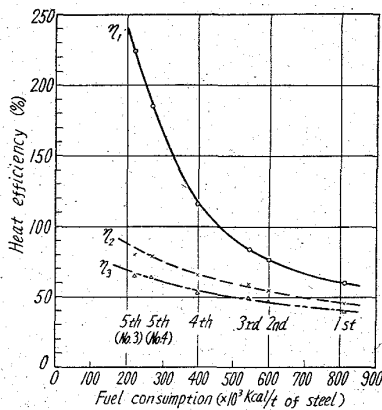


Fig. 1. Heat efficiency vs. fuel consumption.

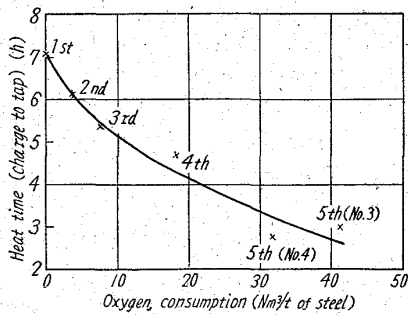


Fig. 2. Variation of heat time with oxygen consumption.

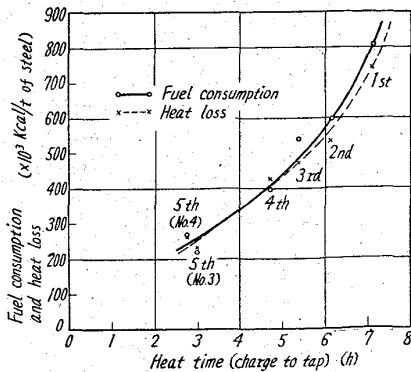


Fig. 3. Variation of fuel consumption and heat loss with heat time.

失熱および冷却水損失熱などの損失熱が減少し、その減少分だけ燃料燃焼熱が減少し熱効率が增大すると考えられる。この考えを裏付けるのが Fig. 3 であり、製鋼時間の短縮に伴って損失熱と燃料燃焼熱がほぼ同じ量で減少している。

VII. 結 言

今回の熱勘定の結果、酸素の影響が非常に大きいことが判った。すなわち酸素を  $0 \text{ Nm}^3/\text{t}$  から  $40 \text{ Nm}^3/\text{t}$  にすることで熱効率  $\eta_1$  は 60% から約 200% に増大している。酸素原単位および時間当りの流量をさらに上昇させることによりいかなる傾向をたどるかが今後の問題となる。メルツ・ペーレンス型平炉は他の炉と比較して、さほど違いは認められなかった。ドアフレーム、裏壁の他、現在はドアアーチにも冷却構造を設置しており、煉瓦損傷を防止するとともに蒸気を有効熱として利用している。

669. 183. 211. 22: 620. 193. 93

(60) 平炉煉瓦炉床の溶損機構について

八幡製鉄所技術研究所

大庭 宏・○杉田 清

On Mechanism of Brick Hearth Wear in an Open Hearth Furnace.

Hiroshi OHBA and Kiyoshi SUGITA.

I. 結 言

平炉煉瓦炉床の操業経過は既報<sup>1)</sup>のごとく当所第 1 製鋼課において好成绩を収めている。今回、煉瓦炉の効果判定の資料を得るため、使用後試料を採取し、変質状況についてスタンプ炉床と比較検討したのでその結果を報告する。

使用後炉床煉瓦は、当所第 1 製鋼課傾注式 100 t 1 号平炉の出鋼口前 (損傷の激しい場所) より採取した。同炉床煉瓦は昭和 36 年 1 月より 3 月末まで 264 回の出鋼後試料である。使用後スタンプ炉床試料は第 3 製鋼課固定式 70 t 平炉より 250 回出鋼後に採取した。使用後スタンプ炉床は使用場所によつて差異が認められたので、出鋼口前と装入口前の 2 箇所より採取した。

II. 試 験 結 果

1. 使用前煉瓦およびスタンプ材の品質

煉瓦は海水マグネシアクリンカーを主原料とし、高圧成形した不焼成マグネシア煉瓦であり、低気孔率、高強度である。スタンプ材は鉄ボンドの海水マグネシアクリンカーで、Periclase (MgO) の大きさは  $5 \mu$  以下であり褐色を呈している。组成的に Periclase, MgO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の他に  $2\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  の存在が予想される。現場ではスタンプ材の粗粒と微粒を混合、苦汁を添加し炉床部にランマーで搗き固め炉床を築造しているが、その品質は Table 1 に示す。

2. 使用後炉床煉瓦およびスタンプ材の試験結果

a. 試料の外観々察結果

炉床煉瓦の原寸は 230mm であつたが、採取試料は 140~150mm であり、約 80~90mm 溶損されている。稼働面は黒色光沢があり、稼働面から 30~50mm は黒褐色で気泡が非常に多く、稀に地金が混入している。そ

Table 1. Properties of magnesite bricks and ramming materials.

Items Samples	Bulk density	Apparent porosity %	Cold crushing strength kg/cm <sup>2</sup>	Refractoriness under load T <sub>2</sub> °C	Thermal expansion 1500°C (%)	Chemical composition, %						
						Ig. loss	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Magnesite bricks	2.90	9.1	883	1600	1.94	4.46	5.16	0.56	0.37	0.79	88.50	2.10
Ramming materials	2.65 ~2.75	15~17	350 ~430	—	—	0.53	1.58	0.07	3.93	3.30	90.97	

Table 2. Zone properties of used bricks and ramming materials.

Distance from hot face (m/m)		10	15	30	50	75	100
Apparent porosity (%)	Brick hearth	15.2	—	9.6	9.8	9.6	—
	Ramming hearth (Near tap. hole)	—	8.6	—	Squash	9.6	5.1
	Ramming hearth (Near charg. hole)	—	3.6	—	2.8	—	3.0
Cold crushing strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Brick hearth	541	—	1884	656	1066	—
	Ramming hearth (Near charg. hole)	—	1674	—	1246	—	1821

れ以下は淡緑色であり緻密に焼結しているが後背部で一部亀裂を発生している。

使用後スタンプ炉床は何れも4層からなっており、稼働面より黒色、褐色、黒褐色、淡褐色になつてい。出鋼口前より採取したスタンプ炉床は稼働面側より10cmの箇所に地金が侵入し帯状に拡がっており、脆弱化している。煉瓦炉床に比較してスタンプ炉床は変色が激しい。

#### b. 気孔率、圧縮強さ

見掛気孔率、圧縮強さを稼働面から距離毎に測定した結果を Table 2 に示した。使用後スタンプ材は極めて低気孔率(スタンプ終了時の気孔率は実測結果15~19%)になつており、強度は 100 kg/cm<sup>2</sup> 以上を示している。一方炉床煉瓦は稼働面から 30mm の黒褐色層より気孔率が低下し、それ以下原煉瓦と同程度の気孔率を示している。

#### c. 化学成分の変化

煉瓦炉床およびスタンプ炉床の各層毎の分析結果を Table 3 に示した。

すなわち Flux 成分 (Fe~oxide, CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等) の滲透は煉瓦炉床の場合が 40mm までであり、スタンプ炉床が背部まで相当滲透している事になる。特にスタンプ炉床では CaO, Fe~oxide の滲透が著しく、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> も背部まで滲透している。これは煉瓦炉床は床上げするまでほとんど補修材を使用しないが、スタンプ炉床では多量のドロマイト補修材を使用して床直しをする影響と考えられる。

#### d. 組織の変化

使用後煉瓦炉床は periclase 結晶が 50~200μ に発達し劈開が認められる。稼働面から 10mm までの黒色不透明、10~40mm までは褐色または黄褐色であり、以降は無色である。介在鉱物は主として、MgO-silicate であり、そのうちでも 2MgO·SiO<sub>2</sub>, CaO·MgO·SiO<sub>2</sub> が主な介在鉱物である。

スタンプ炉床は periclase の他に calcite が認めら

れ、稼働面から 50mm までは黄褐色である。結晶は 50~150μ に発達している。silicate は CaO, MgO, SiO<sub>2</sub> が多く局部的に密集した箇所がある。これらの結晶の間隙は黒色不透明物で充填されている。

この黒色不透明物質は恐らく Ca-ferrite 系の鉱物と考えられる。

### III. 考 察

煉瓦炉床はスタンプ炉床に比較して溶損が少ないが、その原因を検討すると以下の点が考えられる。

1. 密度・強度…使用前炉材の密度が大きいほど、化学的侵食、および磨耗に強い。したがって S. WORTMAN<sup>2)</sup> は炉床のスタンプ密度は 2.80 以上が必要であると報告しているが、実際に当所における炉床スタンプ密度を実測した結果では、普通 2.60~2.80 の間で操業を開始しており、煉瓦炉床の密度 2.90 に比較して低い。これが煉瓦炉床では Flux 成分が 40mm まで滲透しているのに対し、スタンプ炉床では背部まで滲透した原因で、侵食に対して煉瓦炉床が優れた第一の原因と考えられる。特にスタンプ炉床はドロマイト補修材を多量に使用するため、炉床の侵食はさらに加速される。

2. 築造時の成形方向……スタンプ炉床は約 60cm 厚さをランマーで 6~7 層に築造されるため、各層間の密度差が大きく不均一である。したがってスタンプ炉床は局部的な床掘れを起し、層間にメタル等が侵入した場合床浮の原因となり易い欠点を有する。煉瓦炉床は定められた現場標準作業により厳正な品質管理のもとに市販されるのであるから煉瓦間の品質差が少ないので煉瓦積が完全であればスタンプ炉より侵れている。

さらに煉瓦炉床は稼働面に対して成形方向が直角に築造されているので煉瓦成形時のラミネーションは直接損耗には影響を与えないが、スタンプ炉床の場合は稼働面に対して平行に築造されるのでスタンプ材中のラミネーションが損耗には鋭敏に影響をおよぼす。

3. マグネシアクリンカーの材質

Table 3. Chemical analyses of used bricks and ramming materials.

D*	Brick hearth										Ramming hearth (Near tap. hole)					Ramming hearth (Near charging hole)					
	C**	H. F	10mm	20"	30"	40"	50"	70"	110"	10mm	30"	50"	80"	100"	120"	10mm	30"	50"	80"	120"	160"
Ig. loss	+0.95	+2.92	+1.12	+1.23	+0.54	0.82	0.73	0.60	2.36	+0.36	+1.09	0.82	0.62	+0.27	+0.67	0.07	0.39	0.11	0.63	1.20	0.06
SiO <sub>2</sub>	4.20	2.80	6.88	5.10	5.40	3.72	3.64	3.28	1.34	2.96	3.62	2.94	2.66	4.88	4.30	1.06	1.36	1.39	3.20	2.20	0.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	0.16	0.95	1.11	0.50	0.63	0.71	0.77	1.58	0.67	1.37	6.52	2.32	0.94	0.78	0.78	5.35	4.78	4.73	4.70	0.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.70	36.04	15.05	16.24	10.30	0.79	0.79	0.79	18.66	20.47	24.13	14.46	14.78	8.98	26.76	24.71	8.88	5.75	5.40	8.30	tr
MnO	1.86	1.60	1.86	2.07	0.74	tr	0.00	0.00	1.58	tr	1.21	0.55	tr	tr	2.13	1.22	2.27	3.04	0.60	tr	
CaO	13.62	10.56	14.87	9.73	9.45	3.58	3.30	2.85	27.18	18.45	19.96	14.96	17.95	18.59	21.72	16.36	15.55	15.86	16.34	14.63	
MgO	46.26	47.88	59.11	65.23	72.95	90.00	89.82	91.18	41.74	57.69	49.36	58.67	60.89	65.66	42.93	56.57	64.57	69.00	65.99	69.80	
P	—	0.46	0.28	0.19	0.18	0.16	0.15	0.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	0.00	0.00	0.09	0.09	0.12	0.12	0.10	0.08	0.29	0.18	0.14	0.32	0.44	0.20	0.51	0.03	0.62	0.57	0.30	0.06	

\* D: Distance from hot face

\*\* C: Chemical components

煉瓦炉床に使用したマグネシアクリンカーはシリカボンドで、スタンプ炉床に使用したマグネシアクリンカーは鉄ボンドであり、何れがよいかは今回の結果からは優劣は比較出来ないが、当研究室での試験結果ではシリカボンド煉瓦の方がスラグを吸収したさいの軟化温度が高く、抵抗性が大きい為シリカボンドの方が優れているものと思われる。

IV. 総 括

当所で初めて試みられた煉瓦炉床について、使用後試料を採取し、スタンプ炉床と比較して検討した。

1. 煉瓦炉床は Flux 成分 (Fe-oxide, MnO, CaO, SiO<sub>2</sub>) の滲透は稼働面から 40mm までであり、スタンプ炉床に比較して少ない。

2. スタンプ炉床は床掘れが起る為操業の中期以降でドロマイト補修材を使用するが、その影響を受け変質が著しく、Flux 成分は深部迄認められた。

3. これは当初炉床築造のさい、煉瓦炉床はスタンプ炉床より充填密度高く、疎密のバラッキが少なく、また成形方向がスタンプ炉床と異なる為剝離にも強く、耐食性に優れている為と考えられる。

4. 使用クリンカーでは SiO<sub>2</sub> ボンド (煉瓦炉床) は Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ボンド (スタンプ材) より耐食性に優れているため、煉瓦炉床がさらに耐食性を示したと思われる。

文 献

- 1) 甲斐幹, 他: 鉄と鋼, 47, (1961) No. 10, p. 1373
- 2) S. WORTMAN: Iron & Steel Eng., No. 11, p. 127~138 (1959)
- 3) 大庭宏, 他: 昭和 36 年秋季窯業協会講演会講演要旨集

669.183.211.368  
No. 62061  
p. 442~444

(61) 傾注式平炉大天井の寿命延長対策とその効果について

富士製鉄広畑製鉄所

渡辺省三・熊井 浩・古賀真実

Measurement for Improvement in Roof Life of a Tilting Open Hearth Furnace and Operational Result.

Shozō WATANABE, Ko KUMAI and Sadami KOGA.

I. 緒 言

酸素製鋼の発展によつて製鋼能力は飛躍的に向上してきたが、反面炉体の損傷が増大し、レンガ品質は高度のものを要求され、炉体構造もあらゆる方面から再検討されている。当所においても、昭和 29 年 1 月から本格的に酸素製鋼を開始し、酸素使用量の増大とともに大天井の寿命延長に対して、レンガの品質、炉の構造ともにいく多の改造がなされた結果天井寿命の点においては比較的不利な傾注式平炉でかなりの効果を挙げ得ることが出来たので、この間の経過について報告する。

II. 天井築造およびレンガ品質の変遷

- i) 築造の変遷  
全塩基性天井以前