

Table 2. Erosion speed in each position.

Kind of bricks	Side wall (D) (sixth level)	The lower part of side wall opposite of furnace spout (A, B)	The lower part of side wall of the furnace spout (C)
Burned brick	1.9mm/heat	4.1mm/heat	3.4mm/heat
Unburned brick (L ₁)	—	3.7 "	3.6 "
Low temp. burned brick (L ₃)	1.8 "	—	—

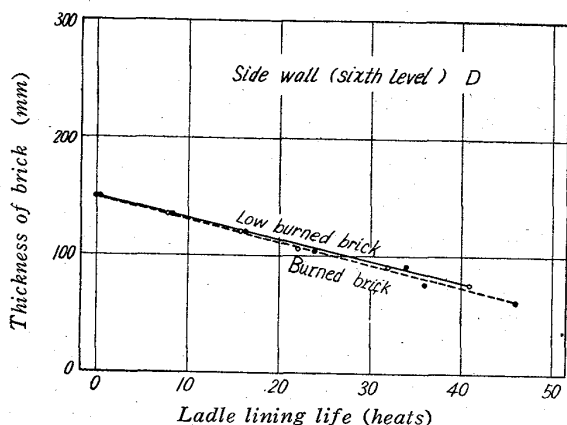


Fig. 4. The erosion of the side wall.

湯当たり部 1 段目は、測定位置 A, B とほぼ同様に溶損し、出鋼時溶鋼が直接当たり、かつ下部スラグラインになるのが最も激しく溶損していた。焼成レンガは少し凹凸があるが、不焼成レンガ (L₁) ではほぼ滑らかな溶損を示し、中修前、中修後とも溶損傾向は大体同様である。

湯当たり部反対側 C では、焼成、不焼成レンガとも滑らかな溶損を示した。測定場所 A, B, C に一般側壁より余分に貼っているシャモットレンガが完全に溶落してしまうまでには、焼成レンガでは平均 7 回、不焼成レンガでは平均 5 回で溶落してしまうため、ロー石レンガに比して溶損速度が非常に大きい。また、焼成レンガではシャモットレンガ溶落後直ちにほぼ直線的に溶損しているが、不焼成レンガの場合はシャモットレンガの溶落後、次の生ロー石レンガの 20mm 溶損するのは速く、この後はほぼ直線的に溶損している。このことより、不焼成レンガ使用の場合は、シャモットレンガが溶損している間に、すでに 15mm 位の変質層が形成されているのではないかとと思われる。

一般側壁 D では、Fig. 4 に示すように、焼成レンガ、低温焼成レンガ (L₃) とともにほぼ同様に最初から直線的に溶損する。

各場所における溶損速度を Table 2 に示す。

IV. 結 言

転炉取鍋に不焼成生ロー石レンガ (4 段目以上は低温焼成レンガ) と焼成ロー石レンガを使用したものと溶損状態を比較するため、⁶⁰Co を使用して試験した結果、次のことが判明した。

(1) 焼成レンガ・不焼成レンガともほぼ直線的な溶損をするが、不焼成レンガの方がより滑らかな溶損を示し、溶損速度も若干小さいため、不焼成レンガの方が適当であると思われる。

(2) 下部スラグライン 1 段目に余分に貼っている焼

成シャモットレンガは不必要である。

(3) ロー石レンガの種類別および取鍋内位置別の耐火レンガの溶損速度を Table 2 に示した。

621,746,323:666,764,52:621,746,5-982

(101) 不焼成炭珪質煉瓦の取鍋使用試験

神戸製鋼所, 高砂工場 No. 64265
久保慶正・孝橋要二・宮脇哲彦・○新実高保
品川白煉瓦, 技術研究所 京 田 洋
Study of the Unburnt SiC Brick on
Ladle. 1978.1~1803

Yoshimasa KUBO, Yoji KOHASI,
Tetsuhiko MIYAWAKI, Takayasu NIIMI
and Hiroshi KYODEN.

I. 結 言

不焼成炭珪質煉瓦において、当工場の 20 t 真空鑄造用取鍋に試用し従来の焼成シャモット質煉瓦と比較検討した結果の一部を報告する。

II. 供試煉瓦の性状

Table 1 に示す通りである。

III. 試 験 要 領

当工場にて日常使用の 20 t 真空処理用取鍋を用いて、第一回試験として炭珪質煉瓦、第二回試験として焼成シャモット煉瓦で築造したものに、それぞれ煉瓦寿命迄受鋼注入作業を行い各ヒート毎に敷煉瓦の溶損状況の観察と溶損量の測定をすると共に、各取鍋に就いて、ある使用回数毎に 80 kg のパイロットインゴットを上注し、それにより介在物の調査を行なつた。また寿命にて取壊す際に使用後の溶損煉瓦を採取し、物性試験、顕微鏡試験、X線解析試験、化学分析試験等を行なつた。

IV. 試験結果および考察

a) 侵蝕性と侵蝕状況

敷きの寿命回数・原単位はそれぞれ炭珪質では 36 回と 1.1 kg/t、シャモット質の時は 20 回と 2.0 kg/t であつた。不焼成炭珪質煉瓦は平滑かつ均等な侵蝕が行われるが、使用回数 22 回に達した時にマス煉瓦付近にて剝離現象を生じ以後小部分ではあるが剝離が続く傾向が見えた。しかし全体的には均等な侵蝕にて 1 ヒート毎の平均侵蝕量は最も多く侵蝕した部分で 2.8 mm/heat でシャモット質煉瓦の 38 mm/heat に比べて相当少い。一方剝離の現象は煉瓦の溶鋼に接している部分の変質層と未変質層の境界にクラックが発生しており、そのところに溶鋼流が侵透して行くために起ると考えられた。このことは未変質層と変質層の試料に就いて熱膨張性を調べて見た結果 (Fig. 1) に示す様に両者間に大きな差があり、これが原因になつていることがうなづけ

Table 1. Properties of used bricks.

	Discription	Unburnt SiC brick	Burnt chamot brick
Chemical composition	SiO ₂ (%)	60~62	59~66
	Al ₂ O ₃ (%)	18~20	26~35
	Fe ₂ O ₃ (%)	2.0~2.5	1.8~2.3
	SiC (%)	12~15	—
Physical properties	Porosity	12~13	11~18
	Bulk density	2.35~2.38	2.0~2.2
	Refractoriness (SK)	26	30~31
	Crushing strength (kg/cm ²)	250~300	450~1200
	Refractoriness under load (kg/cm ²)	T ₁ °C 1050~1080, T ₂ °C 1230~1260°C T ₃ °C 1400~1430	T ₂ °C 1350~1400
	Linear thermal expansion (%; 1000°C) Linear expansion at reheating (1350°C, 2 hr)	1.40~1.45 +10~+12	0.3~0.4 —

Table 2. Chemical analysis of bricks after use.
(Relation between eroded and uneroded zone)

Position	Kind of brick	Speimen	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MnO (%)	MgO (%)	C (%)	Ig. loss
Ladle bottom	Unburnt SiC brick	Eroded zone	82.80	12.10	.90	1.81	.13	.71	3.32	.37
		Uneroded zone	73.76	13.19	.93	.96	.02	None	7.84	2.47
Ladle bottom	Sintered chamotte brick	Eroded zone	62.02	22.32	2.40	6.98	.64	1.25	.64	0.72
		Uneroded zone	66.98	24.43	1.48	1.27	.04	0.07	.04	0.20

る。しかしこの問題はその後煉瓦成型過程の改善研究により解決するにいたっている。シャモット質の場合も亀裂が発生したが、この場合は変質層と未変質層での熱膨張性はほとんど変わっておらず、原因は別の所にあると思われるが明確には不明である。

b) 供試煉瓦使用後の状況

i) 変質層、未変質層間の化学成分変動調査

第1回試験、第2回試験の使用後煉瓦の溶鋼に接する表面の変質層および内部の未変質層間の化学成分を化学分析にて調べた結果を Table 2 に示す。

炭珪質煉瓦の場合特徴あるのは SiO₂ の変動であるが、これは SiC 分として存在するものと一緒に考えた場合、Si の総量は変質層と未変質層でほとんど変わっていない事が蛍光 X 線での測定にて確認された。(Si の相対強度が表面変質層から内部未変質層に向つて4ヶ所で 20.8, 20.3, 20.3, 20.0 とほとんど変らなかつた)。したがつてこのことは SiC の化学分析が正確に出来ないもので確実にはいえないが、煉瓦中の SiC が溶鋼溶滓中の酸素等により高温で酸化され、恐らくクリストバライトなどが生成され、生成されたクリストバライトなどはガラス質化して溶鋼流に対し抵抗の少ない表面と、緻密な耐火層を作りその結果耐蝕性が増すという推論²⁾を裏付けていると考えられる。

また Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, CaO などの成分変動がシャモット質に比べて少ない事がわかるが、これは耐火物の侵蝕反応⁷⁾⁸⁾

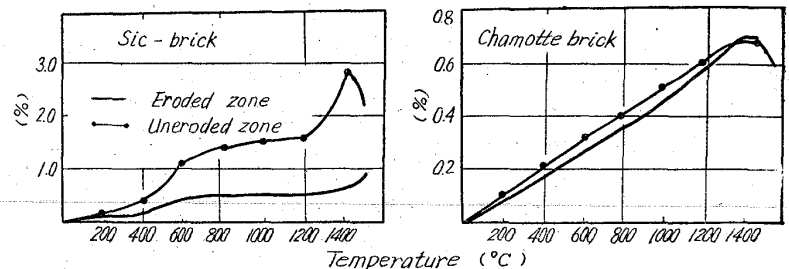
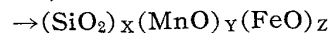
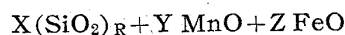
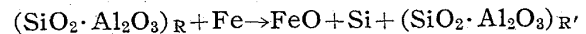
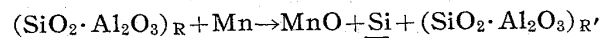


Fig. 1. Thermal expansion of bricks after use.



などの進行が低減されていることを示すものと考えられる。また (CaO) の増加が炭珪質煉瓦において少いことは、この煉瓦と溶滓間の反応の起り難いことを示すもので、ある種の砂疵低減に対して有効なものと考えられる。

ii) X線解析、顕微鏡観察等による調査

X線で変質層と未変質層の同定を行なつた結果の1例を Fig. 2 に示す。炭珪質の変質層では石英が消失していることが示されているが、SiC 成分は溶鋼接触変質部でもなおマトリックスの微粉部分に一部残存していることがわかる。この残存 SiC のために微粉部分が強化されるためシャモット質のように微粉部分が優先侵蝕され次に粗粒部分が脱落し溶損を早めて行く機構が防止されている。X線回折の結果炭珪質煉瓦の使用後の変質表面

Table 3. Analysis of inclusions of pilot ingots.

	Kinds of poured steel	Rounds of ladle	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	FeO (%)	MnO (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	C. T. Sand
In case of using the ladle with unburnt SiC bricks	S45C	4	0.0017	0.0013	0.0012	0.0008	trace	0.0050
	24CrMoV55	11	0.0013	0.0038	0.0014	0.0009	//	0.0074
	S F 60	17	0.0015	0.0061	0.0008	0.0015	//	0.0099
	S F 55	26	0.0012	0.0026	0.0022	0.0013	//	0.0073
	S F 55	32	0.0052	0.0022	0.0014	0.0012	//	0.0090
In case of using the ladle with chamotte bricks	S55C	3	0.0047	0.0045	0.0008	0.0002	none	0.0102
	S30C	17	0.0071	0.0064	0.0032	0.0008	//	0.0175
	S F 40	20	0.0050	0.0035	0.0030	0.0005	//	0.0120

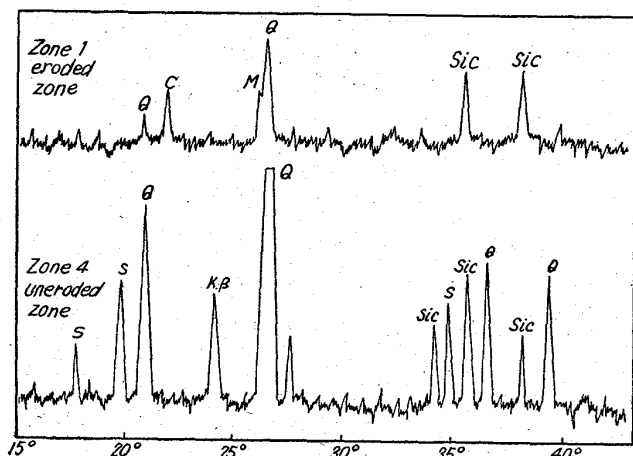


Fig. 2. X-ray analysis of the used bricks (unburnt SiC).

層には、砂疵介在物として典型的な FeO, MnO, CaO などの金属酸化物のシリケート、アルミネートの生成があるかどうかを調べたが認められなかつた。この事実はパイロットインゴットの成績および変質層の化学成分分析結果と合せ考察すると、鋼中の砂疵になる介在物としての外来的なシリケート、アルミネートなどは煉瓦表面で反応生成し鋼中に入つて来るとするよりも、耐火物が何等かの原因で剝離脱落して溶鋼中に入つた粗粒状の破片が、二次的に Mn, Fe, Al, などの元素またはそれらの酸化物との反応を起した結果最終的に鋼塊中に砂疵介在物として残存するのではないかと推論できる。そして炭珪質煉瓦は SiC そのものの存在により溶鋼との有害な反応が減せられると共に表面層が SiC などにより強化され、ベース組成がガラス化されやすくかつ緻密な微粉焼結層を作り易くされているために介在物の軽減に有利になつていゝと考えられる。

c) パイロットインゴットによる溶鋼介在物の調査

焼成シャモットおよび不焼成炭珪質煉瓦を試用した取鍋それぞれについて、使用過程中で 80kg の鋼塊を余湯にて上注法にて注入し、そのセンター部分からサンプリングを行い温硝酸法にて介在物成分の分析を行なつた結果を Fig. 4 に示す。これらの分析値から直ちに煉瓦と介在物を結びつけて考えることは危険であるが、全般的に見た場合 Σ sand および Al₂O₃, SiO₂, FeO, などの酸化物が減少していることは興味を引かれる点である。しかしこれが何故かということは MnO が逆に炭珪

質の場合に多くなつてゐることなどと相まつてこの場合の介在物低減の原因に就いてなお、考慮の余地があり、さらに突込んで調査検討してみなければならぬ点である。

V. 結 言

1) 不焼成炭珪質煉瓦はこれまでに報告されているように^{1)~4)}、耐蝕性はシャモット質煉瓦に比べて良好であり、表面が全体的に均等に溶損されかつその溶損量は相当少ないので砂疵軽減に対して有利だと考えられる。

2) 砂疵組成として典型的な介在物の反応生成は少なくとも使用後煉瓦の変質表面層には認められなかつた。

3) 表面状態がガラス化したような耐火物が砂疵防止に対しては良いと思われ、不焼成炭珪質煉瓦は SiC の高温での効果によつて、良好な表面状態を作つてゐることを確認した。

4) 炭珪質煉瓦の変質層と未変質層間の組成の変動ではシャモット質煉瓦に比べて CaO, MnO, Fe₂O₃, Al₂O₃ などの変動が少い。したがつて溶鋼にも溶滓に対しても、よりよい耐食性を有してゐると見られる。

5) 鍛鋼品中の砂疵組成の一種として存在することが確認されている Merwinite (MgO·3CaO·2SiO₂) のようなものはその侵入径路の一つとして還元性スラッグによる煉瓦変質層の次回受鋼中の溶損または剝離と考へられている⁵⁾⁶⁾ がこのようなものに対して炭珪質煉瓦が有効であることがこの調査からいゝ得るであろう。

6) 不焼成炭珪質煉瓦の使用はパイロットインゴットの介在物分析試験でシャモット煉瓦に比べて介在物の低減となつて現われた。

7) 以上のような結果から、高温の溶鋼を処理する真空鑄造用取鍋の耐火物として、不焼成炭珪質煉瓦の使用は砂疵低減対策上有効と認められた。

文 献

- 1) 渡辺: 耐火物, 14 (1963), pp.362~365
- 2) 多田: 耐火物, 14 (1963), pp.366~368
- 3) 栗田: 耐火物, 14 (1963), pp.359~363
- 4) 丹羽: 耐火物, 12 (1960), pp.174~177
- 5) 成田: 神鋼中研報, 製鋼 70 報
- 6) 渡辺, 伊藤: 日立評論, 39 (1959)
- 7) 成田: 神戸製鋼技報 48 号
- 8) 前川: 耐火物, 11 (1959), pp. 45~49