

# 溶銑予備処理用耐火物に関する二、三の検討 技術報告

丸川 雄浄\*・山崎 勲\*・姉崎 正治\*  
村上 陽一\*・広木 伸好\*

## Refractories for Hot Metal Pretreatment

Katsukiyo MARUKAWA, Isao YAMAZAKI, Syoji ANEZAKI,  
Yoichi MURAKAMI, and Nobuyoshi HIROKI

### Synopsis :

Several rotary slag erosion tests were carried out as a part of study on refractories for desiliconization, dephosphorization, and flux injection lance.

$Al_2O_3$ -SiC-C bricks are the most suitable refractories for desiliconization, and low silica spinel-C bricks are the most suitable for dephosphorization. By considering the cost, however, the former are better than the latter in performance. High alumina castable refractories containing 70 to 90%  $Al_2O_3$  are suitable for lining of flux injection lance. Since lance performance is influenced by deformation, and vertical and horizontal cracks in addition to erosion, strengthening of the inner pipe and proper expansion clearance between the inner pipe and castable refractory are necessary.

## 1. 緒 言

高炉法を前提とした製鋼法は、LD 転炉法によつて大きな飛躍をとげた。さらに現在は Q-BOP 法、複合吹錬法へと新しい発展の時期を迎えようとしている。しかし高炉溶銑を主原料にする製鋼プロセスであるかぎり、現在のいかなるプロセス形態をとつても、最大の精錬課題は脱りんである。このような観点から、脱りんを含む溶銑予備処理技術について、従来から数多くの検討がなされているが、今後解決すべき重要な問題点の一つに耐火物の開発があげられる。いかに優れた精錬プロセスであつても、耐火物などの補修コストがかさみ、トータルコスト的に不利であれば成立しない。

溶銑処理として、脱珪、脱りん、脱硫の三つのプロセスが検討されており、処理場所としては、高炉 鑄床の樋、混銑車、注銑鍋、転炉または新しい精錬炉などが考えられている。脱珪剤としては、酸化性ガスまたは酸化鉄<sup>1)</sup>などがあり、脱りん、脱硫剤としては、生石灰系<sup>2)</sup>とソーダ灰系<sup>3)~6)</sup>とが検討されている。

これらの中から脱珪プロセスとして、混銑車における主として酸化鉄による脱珪処理用耐火物について述べ、脱りんプロセスとして、注銑鍋におけるソーダ灰処理用耐火物について述べ、最後にこれらの反応を効率よく行わせる方法として、最近急速に進歩してきているインジェクション法<sup>7)</sup>におけるインジェクションランス用耐火

物について述べる。

## 2. 脱珪処理用耐火物

ここでは脱珪剤として酸化鉄を使用する場合の脱珪処理用耐火物について述べる。

### 2.1 脱珪処理用耐火物の基礎実験

#### 2.1.1 基礎実験方法

基礎実験は、一般的な横型回転式アーク侵食試験装置により行つた。試験条件および侵食剤の組成を Table 1 に示す。耐火物の溶損は、脱珪剤との反応および脱珪時に生成するスラグとの反応とが考えられるために、侵食剤として脱珪剤および脱珪処理後のスラグを使用した。供試材は、粘土質 (以下  $SiO_2$ - $Al_2O_3$ )、アルミナ (以下  $Al_2O_3$ )、マグネシア (以下  $MgO$ )、およびスピネルを母材として、耐浸潤性の向上をねらい、一部炭化珪素 (以下 SiC) およびカーボン (以下 C) を添加した合計 10 種のれんがを使用した。

#### 2.1.2 基礎実験結果

Fig. 1 に供試材「A-9」の脱珪剤による侵食量を 1.0 とした場合の各供試材の侵食指数を示すが、これより次のことがわかつた。

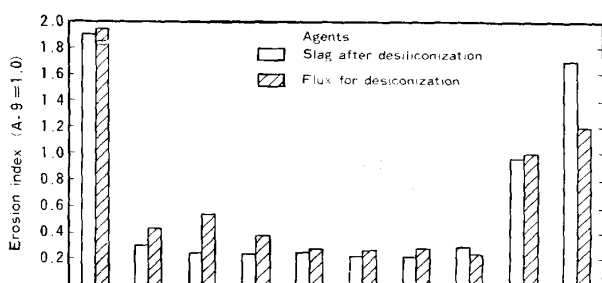
- (1) 全般的にスピネル-C 系のれんががきわめて良好な耐食性を示す。
- (2) 次に  $Al_2O_3$ -SiC-C 系が良く、その次に  $MgO$ -C 系が良い。

昭和 56 年 11 月本会講演大会にて発表 昭和 57 年 4 月 19 日受付 (Received Apr. 19, 1982)

\* 住友金属工業(株)鹿島製鉄所 (Kashima Steel Works, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 3 Oaza-Hikari Kashima-cho Kashima-gun 314)

Table 1. Eroding conditions of test bricks using flux for desilicization and slag after desilicization.

Conditions	Apparatus	Rotary furnace			
	Atmosphere	Reducing			
	Heater	Arc			
	Heat temperature	1650°C			
	Heating time	4 hours			
	Test-brick size	60×55×200 mm			
	Rotation speed	4 r.p.m.			
Agents	Kinds	Flux for desilicization and slag after desilicization			
	Weight	1.2kg×4 times			
	Chemical composition (wt %)	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TFe
		Flux for desilicization	8	9	4
Slag after desilicization	39	31	2	6	

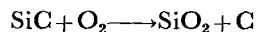


Test bricks	Fireclay	Magnesia-Carbon	Magnesia-Spinel-Carbon	Spinel-Carbon	Alumina-Spinel-Carbon	Alumina-Siliconcarbide-Carbon	A-7	A-8	A-9	A-10
MgO	—	75	72	63	21	11	—	—	—	—
SiO <sub>2</sub>	43	—	13	11	53	63	63	75	75	—
C	—	23	12	23	23	23	13	6	6	—
SiC	—	—	—	—	—	—	15	5	6	0

Fig. 1. Results of erosion test.

(3) SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系の侵食量は、他の供試材に比較し、著しく大きい。

(4) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系で、SiC添加の「A-9」は、無添加の「A-10」に比較し、良好な耐食性を示す。この理由として、Cのみの添加では脱炭反応が進むが、SiCを添加することにより



の反応で、れんが表面に薄いガラス層を形成し、脱炭が抑制されたことが考えられる<sup>9)</sup>。

(5) 侵食剤の影響では、酸化ポテンシャルの高い脱珪剤による侵食の方がやや大きい。

## 2.2 400 t 混鉄車における試験結果

基礎実験の結果を参考にし、スラグの浸潤および脱炭を抑えるべくCおよびSiCを添加した、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系、MgO-SiC-C系およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-スピネル-C系(以下Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO-C系)のれんが合計11種を供試材として、400 t 混鉄車の全周にわたりライニングした。供試材の化学成分をTable 2に示す。なお混鉄車の使用条件として、酸化鉄吹き込みによる脱珪処理および脱硫剤

Table 2. Chemical composition of test bricks.

Test bricks	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			
Chemical composition (wt %)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57	59	66	—	65	78	—	63	78	67	60			
	MgO	—	—	—	76	—	—	76	78	11	—	—			
	SiO <sub>2</sub>	39	—	8	—	—	8	—	—	8	8	12			
	SiC	—	17	8	7	15	6	7	—	—	6	8	10		
	C	—	10	10	14	13	5	14	20	23	15	10	10		
Torpedo car -No.	—	1			2			3		4		5		6	

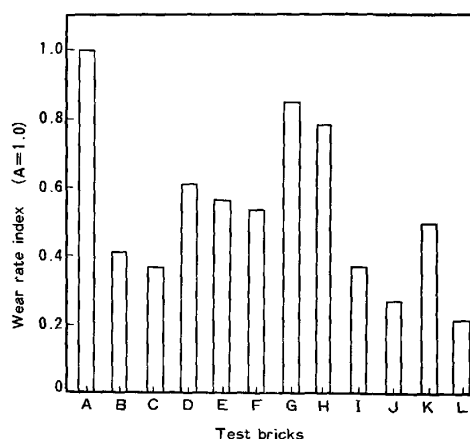


Fig. 2. Comparison of the wear rate among test bricks in actual operation.

吹き込みによる脱硫処理比率は、数パーセントである。通鉄量が4~9万tの時点で炉内点検を行つたが、Fig. 2にその時の比較れんが「A」の損耗量を1とした場合の供試材の損耗指数を示す。これより次のことが確認できた。

(1) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系：溶損量は少なく、またスポーリングもほとんどなく良好であった。

(2) MgO-SiC-C系：Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系のれんがに比較し2倍前後の損耗量があり、特に目地部の溶損が大きい。またスポーリングもみられる。

(3) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO-C系：若干スポーリングが認められたが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系のれんがとほぼ同等の耐用性を示す。

以上のことにより実機適用に際して次のことを考慮する必要がある。

(1) MgO-SiC-C系のれんがは、低塩基度スラグ(CaO/SiO<sub>2</sub>=1前後)下でのスラグライン用耐火物として不適である。この一因としてれんが中のMgOとスラグ中のSiO<sub>2</sub>の反応による低融点化合物の生成が考えられる。

(2) 総合的に判断し、溶鉄脱珪を行うスラグライン用れんがとして、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系が適している。

### 3. 脱りん処理用耐火物

ソーダ灰系の場合、溶銑中の不純元素である Si, S, Ti, V, N などとの反応が生石灰系に比較し強いと同様に、その化学的活性は耐火物に対しても非常に強く作用することから、従来より精錬用媒溶剤として敬遠されてきたのが実態である。またソーダ灰系脱りん処理におけるもう一つの重要な問題点として、耐火物の化学的耐用性に加えて、耐火物からの SiO<sub>2</sub> 溶出の問題がある。すなわち従来使用されてきた溶銑搬送用容器の耐火物は、主として SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系であるが、この耐火物においては、スラグへの SiO<sub>2</sub> の溶出を生じ、スラグの塩基度 (Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub>) の低下をきたし、りん分配比 ((P)/[P])、硫黄分配比 ((S)/[S]) を低下させ脱りん率、脱硫率を下げることになる。したがって化学的耐用性および媒溶剤原単位低減の観点から、SiO<sub>2</sub> 含有量のできるだけ少ない耐火物にする必要がある。ここでは以上の問題点を考慮して、ソーダ灰系脱りん処理用耐火物の基礎実験および注銑鍋の試験結果について述べる。

#### 3.1 脱りん用耐火物基礎実験

##### 3.1.1 基礎実験方法

基礎実験は、前述の横型回転式侵食試験装置により行つたが、雰囲気の違いによる侵食量を調査するために、加熱源として

- (1) 還元性雰囲気：アーク式
- (2) 酸化性雰囲気：酸素+プロパン炎

の方式をとつた。また侵食剤としてソーダ灰脱りん後の

スラグを使用した。Table 3 に試験条件ならびに侵食剤の成分を示す。供試材は酸性から塩基性にわたる合計 7 種のれんがを使用した。

##### 3.1.2 基礎実験結果

Table 4 に還元性雰囲気および酸化性雰囲気における侵食試験結果を示す。これより次のことが確認された。

- (1) 酸化性雰囲気下では耐食性だけを比較した場合、SiC および C 添加の効果がほとんど認められなかつた。これは添加物の酸化損耗が激しかつたためによるものと考えられる。
- (2) しかし SiC および C を添加したれんがは、スラグの浸潤がきわめて少なく、浸潤層の剝離損耗の防止に著しい効果が認められる。
- (3) 一方還元性雰囲気下では、SiC および C 添加の

Table 3. Eroding conditions of test bricks using slag after dephosphorization.

Conditions	Apparatus	Rotary furnace	The same																
	Atomosphere	Reducing	Oxidizing																
Heater	Arc	Oxygen and propane																	
Heat temperature	1550°C ~ 1600°C	1350°C ~ 1400°C																	
Heating time	3 hours	The same																	
Test brick size	60×55×200mm	The same																	
Rotation speed	4 r. p. m	The same																	
Agents	Kind	Slag after dephosphorization	The same																
	Weight	1.2kg×3 times	The same																
Chemical composition (wt%)	<table border="1"> <tr> <th>SiO<sub>2</sub></th> <th>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></th> <th>CaO</th> <th>Na<sub>2</sub>O</th> <th>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></th> <th>T·Fe</th> </tr> <tr> <td>21.4</td> <td>4.3</td> <td>1.5</td> <td>45.4</td> <td>8.4</td> <td>0.8</td> </tr> </table>						SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T·Fe	21.4	4.3	1.5	45.4	8.4	0.8	The same
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T·Fe													
21.4	4.3	1.5	45.4	8.4	0.8														

Table 4. Results of erosion test using slag after dephosphorization.

Test bricks	Roseki		Roseki-Siliconcarbide		Fireclay		High Alumina		Alumina-Siliconcarbide-Carbon		Magnesia-Carbon		Magnesia-Spinel-Carbon		
	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7								
Item	Red.	Ox.	Red.	Ox.	Red.	Ox.	Red.	Ox.	Red.	Ox.	Red.	Ox.	Red.	Ox.	
Results of erosion test	Depth of erosion (mm)	12.5	2.7	14.3	13.7	13.3	2.3	1.3	1.0	1.8	3.0	2.0	3.3	1.9	3.1
	Depth of penetration (mm)	10.0	11.0	3.0	Tr.	15.0	17.0	19.0	15.0	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
	Crack	Some	A little	Some	No	Some	A little	Many	A little	No	No	No	No	No	No
	Judgment	X		X		X		△		◎		○		◎	
Chemical composition of test bricks (wt%)	SiO <sub>2</sub>	78		65		54		13		-		-		-	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17		16		43		84		64		-		12	
	MgO	-		-		-		-		-		75		66	
	SiC	-		13		-		-		15		-		-	
	C	-		-		-		-		13		23		22	

Red. : Reducing, Ox. : Oxidizing, Tr : Trace  
 ◎ : Excellent, ○ : Very good, △ : Good, X : Poor

効果が顕著に現れ、 $Al_2O_3$ -SiC-C 系、MgO-C 系および MgO-スピネル-C 系 (以下 MgO- $Al_2O_3$ -C)れんがは、耐食性および耐浸潤性ともにきわめて良好である。

(4) SiC および C 無添加の供試材では、高  $Al_2O_3$  系のれんがが耐食性において良好であるが、スラグの浸潤が多く、浸潤層の剝離損耗の懸念がある。なお雰囲気の違いによる侵食、浸潤の差異はほとんど認められない。

(5) ろう石および粘土質系の酸性れんがの耐食性は非常に劣り、脱りんスラグに不適と考えられる。

3.1.3 ソーダ灰脱りんスラグによる侵食機構

ソーダ灰脱りんスラグによる耐火物の侵食機構について若干の考察をするために、X線回折およびマイクロ組織の観察を行った。供試材は、酸化性雰囲気脱りんスラグ侵食試験後の試料の一部である高  $Al_2O_3$  系 (B-4) および  $Al_2O_3$ -SiC-C 系 (B-5) のれんが、ならびに後述する実機試験結果の良好であつた MgO- $Al_2O_3$ -C 系のれんがを使用した。

Fig. 3 に示すX線回折による解析結果などから判断して、ソーダ灰スラグによるれんがの損耗機構は主に、

- (1) ネフェリン ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ), ガラスなどの低融点化合物の生成
- (2) 炉内の雰囲気起因した酸化損耗

によることが確認された。

3.2 250 t 注鉄鍋の部分張り試験結果

還元性雰囲気下での脱りんスラグ侵食試験の結果が良

好であり、またスラグ中への  $SiO_2$  溶出のきわめて少ない  $Al_2O_3$ -SiC-C 系、MgO- $Al_2O_3$ -C 系、および MgO-C 系の合計 3 種のれんがを、通常ライニングとして使用しているろう石れんがと比較するために、250 t 注鉄鍋のスラグラインに部分張り試験を行った。なお注鉄鍋の使用条件は、全チャージソーダ灰インジェクションによる溶銑予備処理を行っている。Fig. 4 にこの注鉄鍋のライニング更新時に回収した供試れんがの顕微鏡組織の模式図を示すが、これらより次のことがわかつた。

(1)  $Al_2O_3$ -SiC-C 系: ネフェリン ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) を生成し主としてマトリックスの溶損が先行する。しかしスラグの浸潤層が浅く、コランダム粒子が突出しており耐食性の優れているのが認められる。また SiC のガラス化は、れんが中の C の酸化を抑制している。なお生成する  $SiO_2$  量は、量的に少なく、スラグ塩基度 ( $Na_2O/SiO_2$ ) を変えるほどのものではない。

(2) MgO- $Al_2O_3$ -C 系: MgO クリンカーはスラグと反応し、フォルステライト ( $2MgO \cdot SiO_2$ ) の生成による溶損が認められる。しかしスピネルクリンカーは良好な耐食性を示し、結果的に MgO クリンカーの溶損が律速になつている。

なおスピネルの耐食性が優れていることから、スピネルを多く含む MgO- $Al_2O_3$ -C 系<sup>9)</sup> のれんがを同様な使用条件下でスラグライン部分張り試験を行った。その結果ライニング更新時点で、その損耗速度は、主ライニングのろう石れんがの約 1/3 程度であり、きわめて良好で

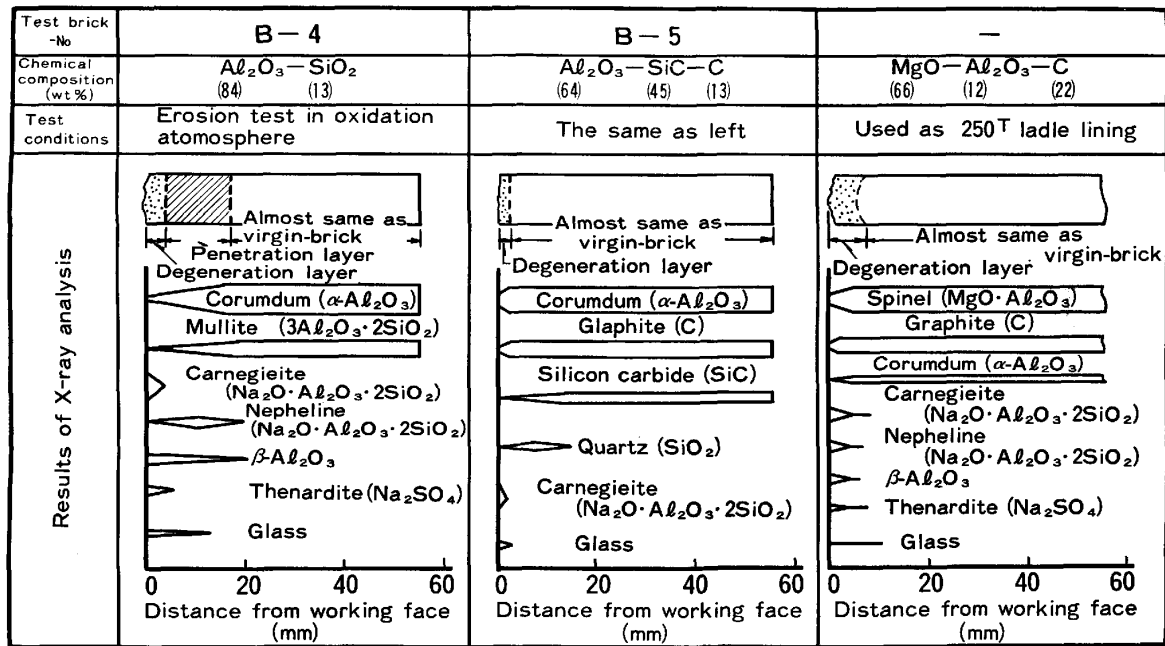
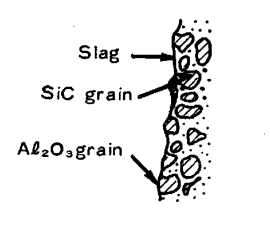
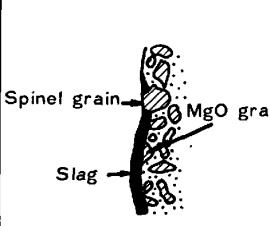
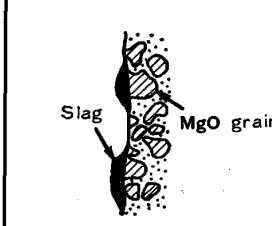
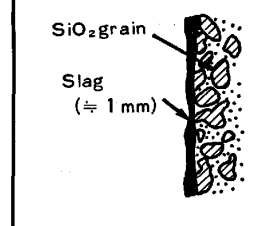


Fig. 3. Mineral facies of test bricks by X-ray analysis.

Test bricks Chemical composition (wt%)	Alumina-Siliconcarbide-Carbon $Al_2O_3-SiC-C$ (65) (15) (13)	Magnesia-Spinel-Carbon $MgO-Al_2O_3-C$ (66) (12) (22)	Magnesia-Carbon $MgO-C$ (75) (23)	Roseki $SiO_2-Al_2O_3$ (78) (17)
Microstructure figures				
Remarks	(1) Erosion velocity of matrix is faster than that of Alumina-grain (2) Siliconcarbide-grain is less eroded	(1) Magnesia-grain is eroded and degenerates (2) Spinel-grain is less eroded	(1) Magnesia-grain is eroded and degenerates (2) Matrix is also eroded with grains	(1) Grains and matrix are eroded at the same rate (2) Erosion velocity is fast
Judgment	○	○	△	×

○ : Very good, △ : Good, × : Poor

Fig. 4. Microstructure figures of test bricks in 250 t ladle lining.

あつた。

(3) MgO-C系: フォルステライトを生成し、粗粒MgOが溶損しており、この操業条件下でスラグにより大きな影響を受けている。これから判断し、ソーダ灰処理スラグに対して、MgO-C系のれんがは好ましくないようである。

(4) ろう石系: ガラスを生成し、粗粒およびマトリックスともに均一に溶損しているが、その溶損速度は非常に早い。したがってソーダ灰系脱りん処理にこのれんがを使用した場合、極端な鍋寿命の悪化をきたし、またスラグ中へのSiO<sub>2</sub>の溶出の増大ひいては脱りん効率の低下をきたす。

### 3.3 実機のライニングに対する考え方

ソーダ灰系脱りん剤の場合、化学的性質がきわめて活性であり、その特性を十分に活かして脱りんを効率よく行うために、SiO<sub>2</sub>をできる限り除いた耐火物を選択する必要があることは、前述のとおりであるが、さらに寿命、コスト、断熱性などを総合的に判断して次のことがいえる。

(1) ソーダ灰脱りん処理用スラグライン耐火物として、化学的耐用性に優れかつSiO<sub>2</sub>含有のほとんどないスピネル-C系のれんがが、寿命の点で最適と考えられる。

(2) しかし耐火物コストを考慮した場合、耐火性に優れたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC-C系のれんがが適していると考えられる。

(3) またMgO-C系のれんがも適用の可能性もあるが、低塩基度とスラグと接することを完全に防いだ条件が保証されなければならない。

## 4. インジェクションランス用耐火物

溶銑予備処理を効率的に行うには、脱珪剤あるいは脱りん剤を溶銑中に吹き込むインジェクション法が、反応効率を上げるうえで、非常に有効な手段であることが、明らかになってきている<sup>10)</sup>。しかしこの場合の問題点の一つに、インジェクションランスの耐用性があげられる。そのランス用耐火物は、製造のしやすさおよびコストの面から、高アルミナ系キャストブルが適当と思われる。ここでは、適正アルミナ含有量を把握すべく基礎実験および実機試験について述べる。

### 4.1 ランス用耐火物基礎実験

#### 4.1.1 基礎実験方法

脱珪剤に対する耐食性試験として、次の方法で回転侵食試験を行った。

(1) 加熱源に酸素-プロパン炎、侵食剤に酸化鉄を用い、スラグ侵食および浸潤深さを比較することにした。

(2) 供試材はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系キャストブルで、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量が70~98%のものを4種類用いた。試料は鋳型に流し込み法により製造し、その形状は50×200×65mmとした。

(3) また同様の方法で、SiCの効果を確かすべく、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系キャストブルにSiCを0~15%まで4

Table 5. Eroding conditions of castable test refractories for injection lance lining.

No	Item	Conditions
1	Eroding conditions by rotating method using flux for desilicization	(1) Agent : Iron oxide
		(2) Heater : Oxygen and propane
		(3) Heating temp. : 1550°C × 30 minutes × 3 times
		(4) Castable test : 1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =70~98% : 4 kinds 2 SiC=0~15% : 4 Kinds
2	Eroding conditions by rotating method using synthetic slag for dephosphorization	(1) Agent : Synthetic slag (Na <sub>2</sub> O/SiO <sub>2</sub> =3)
		(2) Heater and heating temperature : Same as above
		(3) Castable test : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiC, C or Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> refractories : 6 Kinds

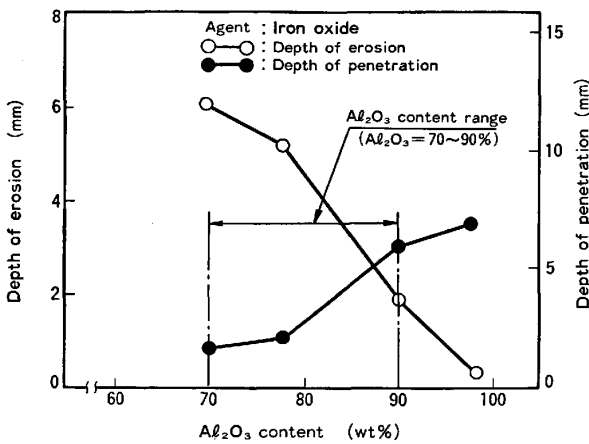


Fig. 5. Relationship between Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content and depth of erosion or slag penetration for castable test refractories.

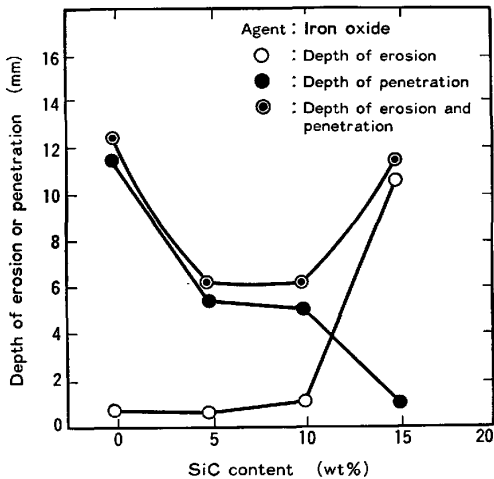


Fig. 6. Relationship between SiC content and depth of erosion or slag penetration for Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-SiC castable test refractories (SiO<sub>2</sub> content = 4%).

ランクに分け添加した供試材を試験に供した。

脱りん処理時の耐食性についても、同様の回転侵食試験を行った。

(1) 侵食剤としてソーダ灰とシリカを調合し、塩基

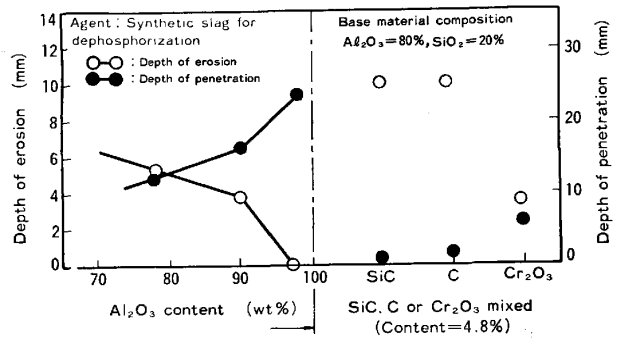


Fig. 7. Relationship between chemical composition and depth of erosion, depth of slag penetration for castable test refractories.

度 Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub>=3 とした合成スラグを用いた以外は、脱珪時とまったく同様である。

(2) 供試材は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 系のものであるが、浸潤防止剤として一部 SiC, C または Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を添加したものを含め 6 種類のキャストブルを使用した。

Table 5 に以上の実験方法を示す。

#### 4.1.2 基礎実験結果

Fig. 5 にキャストブルの Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量と酸化鉄による侵食および浸潤深さの関係、Fig. 6 に SiC 添加量と酸化鉄による侵食および浸潤深さの関係、Fig. 7 に各種添加物と脱りんスラグによる侵食および浸潤深さの関係を示すが、これらより次のことがわかった。

(1) 脱珪剤および脱りんスラグによる侵食量は、基本的に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量が高いほど少ない。しかしこれに反して浸潤量は多くなる傾向にある。

(2) 浸潤層が厚い場合、構造的スポーリングが懸念され、特に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 90% 以上のキャストブルではこの傾向が強い。一方 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 70% 以下では、侵食量が多く、ランス用耐火物として不適のようである。したがって Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 系キャストブルの Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量は、70~90% 程度が適正な範囲と考えられる。

(3) SiC, C または Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などの添加は、スラグ浸潤抑制効果が認められる。また Fig. 6 に示すように、酸化鉄系の脱珪剤に対して SiC の適正な添加量は、侵食量と浸潤量を考慮して、5~10% 範囲にあると考えられる。

#### 4.2 250 t 溶銑鍋での実機試験結果

250 t 溶銑鍋において、溶銑予備処理用インジェクションランスの開発試験を行った。注銑鍋の使用条件として全チャージソーダ灰インジェクションによる溶銑予備処理を行っている。またランスの仕様は外径 200 mm、全長 5 200 mm の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 系キャストブルでライニングしたものを使用した。Fig. 8 にキャストブル中の

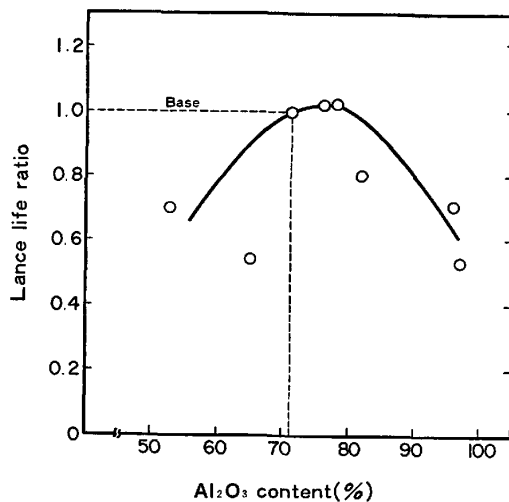


Fig. 8. Relation between  $\text{Al}_2\text{O}_3$  content of castable refractories and lance life ratio in actual operation.

$\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量とランス寿命比率の関係を示すが、キャストابل材質については、基礎実験と同様の傾向を示す。すなわち  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量の低いものは耐用性がきわめて悪く、一方  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量が 95% 前後のものは、スラグ浸潤による剝離、き裂が多く延命対策にならない。したがって実用ランスにおいても、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量が 70~90% 程度のキャストابلが適当と考えられる。

なお剝離防止にスチールファイバーを添加することは、非常に効果的である。

またランスの寿命は、耐火物の損耗以外に、ランスの曲がり、縦割れ、横割れなどにも制約を受けるために、芯金の強度アップ、キャストابل~芯金間の適切な膨張代の確保なども考慮する必要がある。

## 5. 結 言

脱珪処理、脱りん処理ならびにそれらの媒溶剤インジェクション用耐火物の基礎実験および実機試験結果から

次の知見を得た。

(1) 脱珪処理用スラグライン耐火物として、総合的に判断し、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ -SiC-C 系のれんがが適している。

(2) ソーダ灰系脱りん処理用スラグライン耐火物として、化学的耐用性の優れた、かつ  $\text{SiO}_2$  含有のほとんどないスピネル-C 系のれんがが寿命の点で最適である。しかし耐火物コストを考慮した場合、耐食性に優れた  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -SiC-C 系のれんがが適している。

(3) 媒溶剤吹き込みランス用耐火物として、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量が 70~90% 程度の高アルミナキャストابلが適当である。

しかし、溶銑予備処理プロセスは、まだ緒についたばかりであり、したがって本プロセス用耐火物についても、まだ十分に解明されたとはいえず、今後とも使用側の製鉄メーカーと耐火物メーカーとが緊密な連絡と意欲的な研究開発を行うことによつて解決しなければならない重要な課題が数多く残っている。

## 文 献

- 1) 平原弘章, 山崎 勲, 城田良康, 林田啓造: 鉄と鋼, 65 (1979), S 221
- 2) 馬田 一, 森下 仁, 数土文夫, 今井卓雄, 三枝誠, 中西恭二: 鉄と鋼, 66 (1980), S 730
- 3) 山広実留, 松永 久, 高島 靖, 有馬良士, 梅沢一誠, 殿村重彰: 鉄と鋼, 67 (1981), S 181
- 4) 森谷尚玄, 藤井正信: 鉄と鋼, 63 (1977), S 622
- 5) 井上 亮, 水渡英昭: 鉄と鋼, 65 (1979), p. 1838
- 6) 丸川雄浄, 城田良康, 姉崎正治, 平原弘章: 鉄と鋼, 67 (1981), p. 323
- 7) 丸川雄浄, 広木伸好, 城田良康, 植木弘満, 久保敏彦, 東海林泰夫: 鉄と鋼, 66 (1980), S 889
- 8) 高橋達人, 木谷福一, 宮下芳雄, 小倉英彦, 半明正之: 鉄と鋼, 68 (1982), S 170
- 9) 梨和 甫, 橋尾守規, 島村剛三: 耐火物, 33 (1981) 6, p. 334
- 10) 丸川雄浄, 山崎 勲, 城田良康, 植木弘満: 鉄と鋼, 68 (1982), S 131