

Fig. 5. Quantity of SiO<sub>2</sub> erosion by liquid steel at 1600°C.

4. 結 言

1600°C における SiO<sub>2</sub> と Mn 含有鋼, Cr 含有鋼, Cr(-Ni)-Mn 含有鋼, Mn-Al 含有鋼との反応を試験した。結果は次の通りである。

(1) SiO<sub>2</sub> と反応を起す溶鋼組成の限界は次式で示され、これ以下の Si 濃度の場合には SiO<sub>2</sub> 溶損が起る。

Mn 含有鋼:  $[Si\%] = 0.72[Mn\%]^2$

Cr 含有鋼:  $[Si\%] = 0.00135[Cr\%]^2$

13%, 18% Cr-Mn 含有鋼:

$[Si\%] = 0.55([Mn\%] + 0.043[Cr\%])^2$

18% Cr-9% Ni-Mn 含有鋼:

$[Si\%] = 0.72([Mn\%] + 0.043[Cr\%])^2$

Mn-Al 含有鋼では Si 濃度に無関係に SiO<sub>2</sub> の溶損が起る。

(2) Mn 含有鋼よりも Cr-Mn 含有鋼, Mn-Al 含有鋼の方が SiO<sub>2</sub> の溶損量は大きく、各場合とも Si 濃度の増加によつて SiO<sub>2</sub> の溶損量は減少する。

(105) ジルコン質レンガの取鍋への使用

八幡製鉄所, 製鋼部 ○伊藤 裕雄  
藤島 武熊・二村 政則

Use of Zircon Brick in Ladle.

Yasuo Ito, Takekuma FUJISHIMA  
and Masanori FUTAMURA.

1. 結 言

当所洞岡転炉工場では低炭リムド鋼の出鋼比率が高いため、取鍋レンガの侵食が大きい。このため、取鍋持続回数がバラツキ、鍋回転が不良となり、生産遂行上の問題点であつた。この対策として、鍋の持続回数を延長し、修理回数を減らすため、ジルコン質レンガの使用を検討した。ジルコン質レンガのごとき高級レンガを普通鋼用取鍋に使うのは当所では最初であつたため、実用化までに以下のように数次の試験を行なつた。なお取鍋容量は 70 t である。

第 1 次試験 100% ジルコンレンガをスラグラインのみに使用。

第 2 次試験 スラグラインと溶鋼接触部 2 段にジルコンレンガ, 品位別張り合わせ試験。

第 3 次試験 敷と側壁 1 段を除く全面ジルコンレンガの試験。

その結果、ほぼ実用化の確信を得たので、その試験経過を報告する。

2. 第 1 次試験

2.1 試験要領

第 1 次試験はジルコン質レンガ使用の可能性を調べるため、小規模にスラグラインのみの張り合わせ試験を行なつた。試験

レンガとロー石レンガとの比較を Table 1 に、張り合わせ状況を Fig. 1 に示す。

取鍋の壁レンガ築造段数は 11 段である。スラグラインの部分は上部 8, 9, 10 段で、ここにジルコンレンガを使用することとし、ジルコンレンガの不足部分に高アルミナレンガを使用して、両者の比較試験も同時に実施した。

2.2 試験結果

ジルコンレンガの溶損は非常に少なかったが、高アルミナレンガの溶損が大で、10 回使用の時点で、この部分の張りかえを行なつた。さらに取鍋寿命 29 回で敷と高アルミナレンガのスラグライン部を張りかえた。以後 43 回まで使用して、内張りレンガ全部を取りかえた。この際、ジルコンレンガのスラグラインのみはまだ溶損が少なく再使用が可能であつたので、この部分 (8, 9, 10 段) を残し、その他を全部張り替えて使用することにした。しかし、新しく使用を開始して 4 回目に地金除去の失敗から、スラグラインのジルコンレンガが脱落したので、結果的には 47 回でジルコンレンガの使用も中断された。47 回使用後のスラグラインジルコンレンガの溶損状態を Table 2 に示す。

Table 1. Properties of bricks-I.

Brick	Zircon brick	Roseki brick	High alumina brick
(1) Physical properties			
bulk density	3.54	2.14	2.40
apparent specific gravity	4.62	2.48	2.86
porosity (%)	23.4	12.2	15.7
compressive strength(kg/cm <sup>2</sup> )	1.188	1.069	1.260
refractoriness (S-K)	36<	26	35
(2) Chemical composition(%)			
SiO <sub>2</sub>	32.95	70.23	38.74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	23.82	56.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13	1.73	2.43
ZrO <sub>2</sub>	66.25		

Table 2. Residual thickness of zircon bricks after use (ladle life=47).

step number direction	No. 8 step (LY 1,114 mm)		No. 9 step (LY 1,114 mm)		No. 10 step (L9コ 2, 150 mm)	
	A (mm)	B (mm)	A (mm)	B (mm)	A (mm)	B (mm)
east	76	38	70	44	65	85
west	70	44	50	64	90	60
south	50	64	65	49	90	60
north	70	44	45	69	95	55
average	66.5	47.5	57.5	56.5	85.0	65.0

A: residual thickness of the brick in the middle part. (mm)  
 B: erroded thickness of the brick in the middle part. (mm)

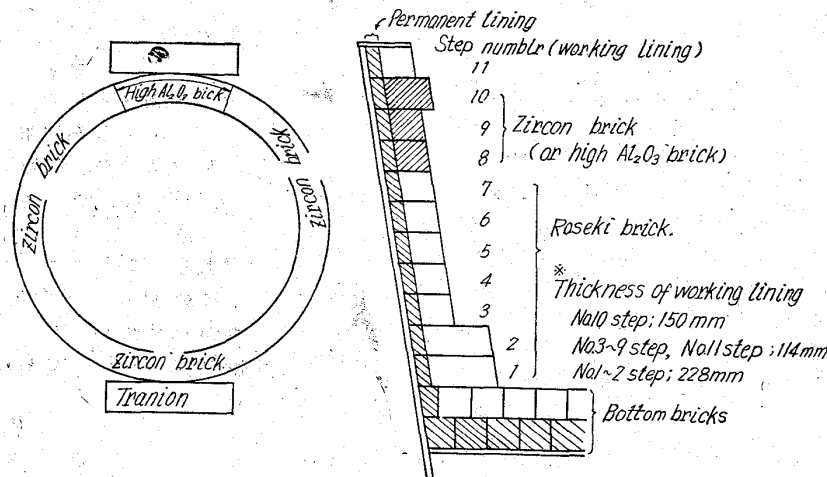


Fig. 1. Lining of the test ladle using zircon brick around slag line.

2.3 結果に対する考察

第1次試験で得られた結果では、ジルコンレンガはロー石レンガが平均寿命の約3倍の寿命で、実用の可能性を示した。

3. 第2次試験

3.1 試験要領

第1次試験の結果から、ジルコンレンガの耐食性はロー石レンガに比べて良好であり、ジルコンレンガを使用することで鍋寿命を延長し得ることが判明した。しかし、スラグラインのみの寿命延長では効果がうすく、かつ修理の作業性が悪く、コスト的にも不利であることが

ら、第2次試験では修理作業性の向上と低コストを主体とした試験を計画した。

すなわちレンガ厚みを第1次試験の半分とし、100% ジルコンレンガと80% ジルコンレンガとの比較試験を実施した。80% ジルコンレンガの形状と築造要領を Fig. 2 に、また試験レンガの性質を Table 3 に示す。

3.2 試験結果

100% および 80% ジルコンレンガの試験結果を以下にのべる。

3.2.1 100% ジルコンレンガの溶損 (寿命 30 回)

最小残存厚みは 10mm で、2代の使用は不可能であった。溶鋼接触部 (8,9 段) とスラグライン (10,11 段)

の溶損比較ではスラグライン溶損が大きく、目地部で8%, 中心部で16% 溶損が激しかった。溶鋼接触面のジルコン (8,9 段) とロー石 (7 段以下) の溶損比較を行なうと、ロー石はジルコンレンガより 10~15% 程度溶損が大きかった。

3.2.2 80% ジルコンレンガの溶損 (寿命 29 回)

溶鋼接触部の溶損についてロー石レンガ (8 段) とジ

Table 3. Properties of bricks—II

Brick	100% zircon B.	80% zircon B.	Roseki B.
(1) Physical properties			
bulk density	3.54	3.29	2.14
apparent specific gravity	4.62	3.92	2.48
porosity (%)	23.4	16.3	12.2
compressive strength(kg/cm <sup>2</sup> )	1188	1120	1069
refractoriness(S-K)	36<	38	26
(2) Chemical composition (%)			
SiO <sub>2</sub>	32.95	41.10	70.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.12	4.17	23.82
FeO	0.13	—	1.73
ZrO <sub>2</sub>	66.25	52.80	—

\* mortar for zircon bricks; SiO<sub>2</sub> 91%  
 ZrO<sub>2</sub> 4.39%.

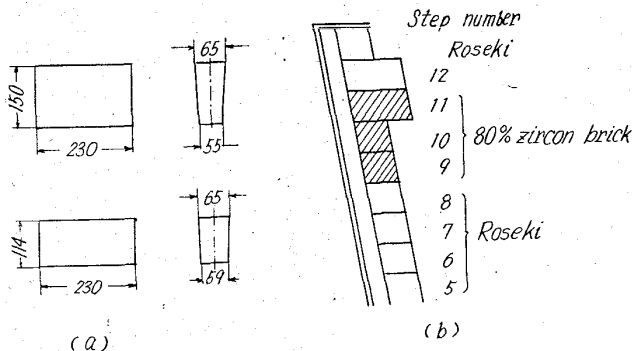


Fig. 2. Shape of bricks and location of bricks.  
 (a) Shape of the 80% zircon brick  
 (b) Schematic diagram of ladle bricks

ルコンレンガ (9段) の比較を行なうと、レンガの中心部でロー石レンガはジルコンレンガより約 37% 溶損が大きかった。スラグラインの溶損はジルコンレンガではレンガ中心部で原寸の 54% であつた。これから張り替え時の溶損度を 85% (74.5mm) として算出すると 80% ジルコン質レンガによる期待回数は 46 回となる。

3.3 結果に対する考察

ロー石レンガ鍋では 17 回位でスラグラインと敷レンガの張り替えを行なうのに対して、100% ジルコンレンガを使うことでスラグラインの寿命は 30 回に延長できることが判明した。なおこのジルコンレンガの厚みがロー石レンガの厚みの半分であつたことは特筆できる。溶鋼面に使用したジルコンレンガも、レンガ厚みを考えるとロー石レンガの 2 倍以上耐食性を有すると推定される。80% ジルコンレンガはスラグラインや溶鋼面でロー石レンガの約 2.7 倍の寿命があつた。

4. 第 3 次 試 験

4.1 試験要領

第 1 次、第 2 次の試験結果から、ジルコンレンガを取鍋に使用することで持続回数を延長し、作業性を向上させることが判明した。よつて第 3 次として内張り全面使用の結果を調査することにした。しかし、敷レンガについては地金の差し込みによるレンガのはく離が心配であつたので、敷と壁 1 段とは、いままでどうりロー石レンガを使用することにした。使用レンガにはコストの点より 80% ジルコンレンガの有利性が認められたので、これを採用した。張り合わせ用新型 80% ジルコン質レンガ (L58ZA) の形状と築造法を Fig. 3 に示す。なおレンガの諸性質は第 2 次試験に使用したものと全く同じである。試験は同一条件で 70t 鍋 4 本に試用し、その結果を調査した。

4.2 試験結果

ジルコンレンガの取鍋の寿命と敷修理状況を Table 4 に示す。

試験鍋の A, B, C はジルコン質目地材の水分調節と築造時点の粘度などに未熟な点があつたため、中間修理の後にロー石レンガとジルコンとの間 (1 段と 2 段との間) に地金が侵入してよい結果を得ることができなかつた。

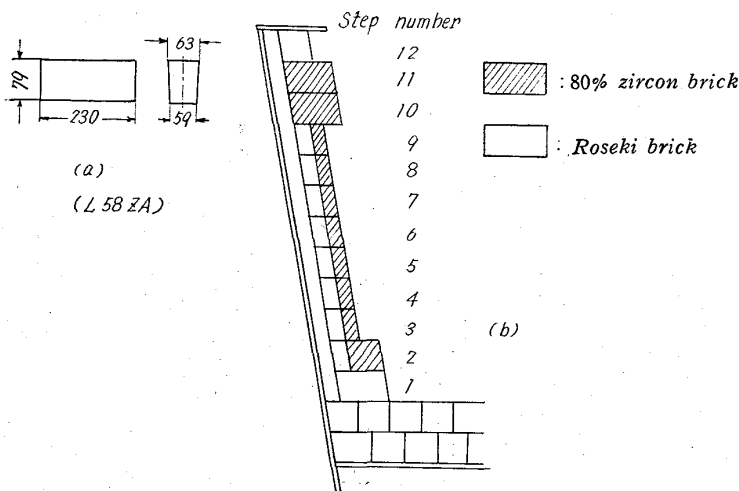


Fig. 3. Shape of bricks and location of bricks.  
(a) Size of the 80% zircon brick  
(b) Schematic diagram of ladle bricks

Table 4. Bottom repairing of the ladle, having zircon wall.

Ladle life	Repair No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Total ladle life	
	Ladle	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5		
	A	15	32	52			68	
	B	14	34	44			50	
	C	15	24	29	49		64	
	D	16	27	38	44	64	77	
	Average							65

つた。Dはこれらの点を解決して築造修理を行なつた結果 77 回の寿命を得た。また今回の 4 本の試験鍋の平均寿命は 65 回であるが、これは裏張りのロー石レンガが一部露出した時点で使用を中止したもので、実際はパーマネントレンガに到達するまで、まだ 30mm の余裕を残していた。

試験鍋 4 本の内、A 鍋は最終回到地金がついて残存レンガの試片を採取できなかつた。他の 3 本の鍋から採取されたレンガもスラグの侵透や付着のため正確には残存寸法を測定するのは不可能であつた。ジルコンレンガの残存厚みはレンガ中央部で約 20mm であつた。傾向としては、レンガ部よりも目地部の侵食が大きかつた。

4.3 結果について考察

鍋 D の使用修理経過実績を採用して、鍋 1 代使用原価の比較を行なうといままでの全ロー石レンガ鍋より約 1.7 倍の原価高となつていた。したがつて、ジルコンレンガ鍋の採算使用原価を得るためには、33 回  $\times$  1.7 = 56 回以上の寿命を得ることができるとよいことになるが、今回の結果では平均 65 回でコスト的にも有利なことが判明した。

5. 結 言

従来高級レンガとして、普通鋼用に用いられなかつたジルコンレンガを、造塊取鍋用炉材に適用することによつて、侵食性の激しいスラグのため溶損がいちじるしいことからくる作業上の問題点を解決することができ、かつ原価の低減も可能なことが明らかとなつた。

使用レンガとしてはジルコン 80% のものが適当で、従来のロー石レンガの 2 倍以上の寿命が期待できる。