

用状態を考慮し、試験方法の検討、取鍋煉瓦 15 種の急熱試験、予熱温度の亀裂発生におよぼす影響および放冷時の亀裂発生について検討し、次の結果を得た。

(1) 取鍋煉瓦の急熱方法はクリプトル電気炉で1500°Cに急熱し、10分間保持した後放冷する操作を3回繰返すことにより、亀裂も比較し易く再現性もよい。

(2) 亀裂の状態には種々あり、また発生、発達状況によつても異なるなめ判然と順位づけることは困難であるが、概略の亀裂の多少は判断できる。

(3) 急熱による亀裂の発生は予熱温度が高くなるほど少くなり 800°C に予熱した場合は殆んど亀裂を発生しない。

(4) 予熱時 800°C までの急熱によつては亀裂を発生しない。

(5) 取鍋使用後の放冷によつては内張煉瓦は余り亀裂を発生しないことが放冷の影響を検討した結果考えられる。

#### 文 献

- 1) R. B. Snon & James Ashea: J. Amer. Cer. Soc. (1949)
- 2) 耐火煉瓦技術会: 耐火物工業 7, 8 集 (昭 26)
- 3) 河合幸三: 窯業協会誌 (昭 10)
- 4) 吉木文平: 耐火物工学 工業図書 (昭 17)
- 5) 永井彰一郎: 耐火物の化学とその試験法 共立社 (昭 19)
- 6) F. N. Norton: Refractories 3rd edition, New York (1949)
- 7) A. B. Searle: Refractory Materials London (1950)
- 8) 三田工暢: 耐火物の研究 技報堂 (昭 26)

### (99) 取鍋煉瓦の侵蝕について

(On the Erosion of Ladle Refractories)

Yoshiharu Isono, et alius

日立製作所日立工場水戸製鋼部

工〇磯 野 好 治・月 山 信 好

#### I. 緒 言

従来鋼中の非金属介在物と取鍋煉瓦との関係について取鍋煉瓦の寿命が長いほど非金属介在物の量は少なくなるとの考えより、両者の関連を求める研究が数多く行われているが、両者の間にはかならずしも関連性が認められない。この理由としては、取鍋煉瓦の使用回数または

熔損量よりは、熔融鋼滓および熔鋼中に介入した耐火物の総量を推察することはできても、熔鋼中に介入した量は知ることができないことによる。したがって鋼中に介入する非金属介在物の原因を明らかにするためには、熔融鋼滓または熔鋼にそれぞれ介入する耐火物の量および挙動を明らかにする必要がある。本研究は取鍋煉瓦の熔融鋼滓および熔鋼による侵蝕量をルッポ侵蝕試験法により求め、さらに熔鋼に介入する耐火物の量を検討したものである。

#### II. 試料と実験方法

耐火物試料としては、蠟石質1種、粘土質2種および高アルミナ質2種を選び、侵蝕剤としての熔鋼試料はSF-55、熔融鋼滓試料は還元鋼滓を選んだ。

ルッポ侵蝕試験における侵蝕量測定方法としては多くの方法<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>が行われているが、いずれも一長一短がある。このため本実験では DIN に準じたが、実用試験における侵蝕量と比較対照することを考慮して、次式に示す侵蝕深さをもつて侵蝕量とし、試験値は DIN 同様に最小2個の測定の平均値をとつた。

$$\text{侵蝕量 (mm)} = \frac{B - A}{L}$$

ここに B: 溶解部、侵蝕部および試験前の穴の面積 (mm<sup>2</sup>)

A: 試験前の穴の面積 (mm<sup>2</sup>)

L: 試験前の穴より求めたところの侵蝕剤と煉瓦とが接する線の長さ (mm)

#### III. 実験結果と検討

##### (1) 予備侵蝕試験

##### (A) ルッポ形状の侵蝕量におよぼす影響

本研究では、ルッポを急熱して侵蝕を行わせる方法を採用したため、ルッポの大きさにより炉に挿入したときの温度低下および所要温度にまで回復する時間が異なりまた形状によつては予熱しても急熱により亀裂を生じることあり、なおルッポの穴の大きさにより侵蝕量測定上差を生じて侵蝕量に影響することが考えられるため、これらについて検討を行つた。

##### (B) 試験温度および保持時間の侵蝕量におよぼす影響

実際作業における取鍋内張煉瓦の表面温度は 1500°C 近くであり、この温度に 20~50 mn 保つことが多いため、実用試験結果と比較するためには、1500°C~1550°C で 50 mn 以内保持して試験を行うことが望ましい。しかし試験温度が高く、保持時間が長いとルッポが軟化変

形して測定困難となることが考えられるためこれらの影響をしらべた。

(C) 炉内雰囲気の影響

実際作業において、熔融鋼滓は酸化性雰囲気であり、熔鋼は還元性雰囲気にあると考えると、熔融鋼滓および熔鋼による侵蝕試験としてはそれぞれの雰囲気で行うべきであると考えられる。このため雰囲気の影響について検討を行った。

以上の予備実験結果より侵蝕試験は次に述べるような要領により行うことにした。

試験煉瓦から 50mm 角、高さ 65mm に切り取った後、これを八角形とし、径 18mm、深さ 20mm の穴を穿つたものを試験体とする。穴の寸法を正確に測定し、試験後の切断線を酸化クロムで書いた後 900°C に予熱する。予熱炉から取り出した試験体の穴に、径 15mm、高さ約 17mm の鋼滓、または径 17mm、高さ 20mm の鋼片を入れ、直ちに 1500°C に保持してあるクリプトル電気炉に挿入し、鋼滓は 30mn、熔鋼は 50mn 加熱保持して侵蝕を行わせる。

(2) 取鍋煉瓦の侵蝕

(A) 熔融鋼滓による侵蝕

熔融鋼滓による取鍋煉瓦の侵蝕試験結果は Table 1 に示した。

Table 1. Erosion of ladle refractories by molten slag.

Sample No.	Materials	Erosion (mm)
553	Rôseki	3.19
554	Fireclay	3.68
534	Fireclay	3.92
552	High Alumina	6.74
545	High Alumina	4.76

Table 2. Erosion of ladle refractories by molten steel.

Sample No.	Materials	Erosion (mm)
553	Rôseki	0.14
554	Fireclay	0.28
534	Fireclay	0.29
552	High Alumina	0.96
545	High Alumina	0.48

熔融鋼滓による侵蝕は煉瓦の材質により異なり、蠟石質の侵蝕最も少く、次いで粘土質で、高アルミナ質の侵蝕は大きい。

(B) 熔鋼による侵蝕

熔鋼による取鍋煉瓦の侵蝕試験結果は Table 2 に示

したように、熔融鋼滓同様に煉瓦の材質により差があり蠟石質の侵蝕最も少く、次いで粘土質、高アルミナ質の順で侵蝕は大きくなる。

以上のように、熔融鋼滓および熔鋼による取鍋煉瓦の材質により差はあるが、いずれも熔融鋼滓による侵蝕量は熔鋼より極めて大きく、大体熔鋼の侵蝕力の 7~22 倍あることが推察される。しかし実際の取鍋作業においては、熔融鋼滓の量は熔鋼に比べると極めて少なく、したがって熔融鋼滓と取鍋煉瓦とが接触する面積も熔鋼に比べて少ない。また鋼滓の温度は早く低下するため、実際に熔融鋼滓または熔鋼により侵蝕されてそれぞれの中に介入する煉瓦の量は、これらと接触する煉瓦の面積と侵蝕量との函数である。したがって侵蝕により熔融鋼滓および熔鋼に介入する煉瓦の量の割合は、侵蝕試験で得られた結果より小さくなることが考えられる。この考えにより侵蝕により熔融鋼滓および熔鋼の中に介入する大略の煉瓦の量の割合は 10t 取鍋について求めると次のようになる。Table 3 に示すごとく熔融鋼滓および熔鋼が取鍋に接する面積の割合より考えて熔融鋼滓および熔鋼中に介入する煉瓦の量の比は、煉瓦の材質により異なり、0.9:1~2.8:1 の範囲にあることになる。

出鋼 t 当りの内張煉瓦の熔損重量について、C. N. Kinney 氏<sup>7)</sup> は約 1.5kg とし K. M. Kramer 氏<sup>8)</sup> は 1.5~2.5kg と報じており、筆者等<sup>5)6)</sup> は平炉用取鍋煉瓦の熔損重量を実験より求め 3.2~3.8kg と推定したが、これを 3kg と仮定すると、取鍋作業中熔鋼に介入する量は 0.8~1.5kg となる。

Table 3. Erosion of lining bricks for the ladle.

Sample No.	Rate of erosion			Erosion ratio A/B
	Steel slags (A)	Molten steel (B)	A + B	
553	3.19	1.15	4.34	2.78
554	3.68	2.30	5.98	1.60
534	3.92	2.38	6.30	1.65
552	6.75	7.87	14.62	0.86
545	4.76	3.94	8.70	1.20

(C) Mn/Si 値の異なる熔鋼による侵蝕

熔鋼による耐火物の侵蝕は熔鋼成分により大きな影響を受けることは知られているところであるが、一般に SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系耐火物の熔鋼による侵蝕は、熔鋼中の Mn または Fe が耐火物の主要成分である SiO<sub>2</sub> と反応して、MnO または FeO を生成する。生成した MnO または FeO はさらに耐火物の SiO<sub>2</sub> と反応して低熔融珪酸塩を生成するためによるものとされている。この侵蝕理論によると No. 553 の SiO<sub>2</sub> 含有量は Table 1 に

