

も小さい。

### (C) C社製黒鉛質ストッパー

C社製品としては人造黒鉛と天然黒鉛を使用したものについて実験したが、これらは半乾式にて水圧プレスにて成形したものである。結果は熔着、湯洩れおよび切断なく良好であり、使用後の表面にも剝離およびキレツは認められない。切断面には中心より外周に向つた放射状キレツが2~3見られるが、A社、B社製品に見られた円心状キレツおよび横キレツは認められない。これは成形法の相違によるものと考えられる。なお黒鉛の品質の影響は認められない。

以上のごとく黒鉛質ストッパーは、原料、製造方法にかかわらず急熱によりキレツを発生することが認められこのキレツが大きな横キレツの場合は切断の原因となりまた表面剝離および円心状キレツが外周に達するときは湯洩れの原因となることが考えられる。したがつて黒鉛質ストッパーの良否を判定するためには急熱抵抗性を比較すればよいことが考えられる。

### [4] 黒鉛質ストッパーの急熱抵抗試験による良否判定

ストッパーの急熱抵抗性を比較する方法としては、田所<sup>3)</sup>は軟化点を測定し粘性の大なるものはキレツ傾向度は小さいとし、毛利<sup>4)</sup>は軟化点測定後の試料の状態より良否を判定することを報告している。また丹羽、松村<sup>5)</sup>は弾性係数を測定し、これより良否を判定する方法を報じているが、黒鉛質ストッパーの損傷は発生したキレツの位置および大きさが問題となるため、筆者は実物大のストッパーを急熱し、発生した表面および内部のキレツ状況より良否を判定することにした。この場合加熱温度および炉内雰囲気の問題となつたが、これらについては実用試験と対比して検討した結果、還元雰囲気に近いマッフル炉により、1200°C で30分間加熱したとき発生するキレツが実用試験のキレツに近似するを認めこの方法を採用した。なお良否の判定基準は実用試験の結果より定めた。この方法は極めて定性的であるが、製造方法が一定の場合はキレツの発生傾向が一様であるため、基準が決定すればよく良否が判定できる。

### IV. 結 言

ストッパーレンガの損傷の原因について、ノズルレンガとの熔着および急熱によるキレツの発生両面より検討し、さらに良否判定法について検討しつぎのような結果を得た。

(1) ストッパーとノズルの熔着はストッパー切断の原因となる。

(2) 熔着はストッパーとノズルが同質のときは起り易く、異質の場合は起りにくい。特に黒鉛質と粘土質との熔着はきわめて小さい。

(3) 熔着性は熔着試験により判定できる。

(4) 黒鉛質ストッパーの損傷は急熱により発生したキレツに原因する。

(5) 発生したキレツが大きな横キレツの場合はストッパー切断の原因となり、表面剝離および円心状キレツが外周に達したときは湯洩れの原因となる。

(6) 黒鉛質ストッパーのキレツ発生傾向は、1200°C で30分加熱する急熱抵抗試験により明らかにされる。

### 文 献

- 1) F. H. Norton: Refractories, 579 New York (1949)
- 2) 前川, 館野, 上田: 耐火物工業, 11, 32~33, (1952)
- 3) 田所: 大日本窯業協会誌, 412 (昭2)
- 4) 毛利: 品川技術パンフレット No.4 (昭24)
- 5) 丹羽, 松村: 耐火物工業, 24, 119~123 (1954)

## (64) 耐食性軟質スリーブ煉瓦の実用試験について

### Practical Test of Erosion-Resisting Soft Sleeve Bricks

H. Ishida, et alii.

播磨耐火煉瓦

工 河内 通・須賀音吉・○石田 寛

### I. 緒 言

従来本邦において使用されているトリベ用スリーブ煉瓦の材質はほとんどシャモット質あるいは蠟石質のものであつて熔損少なくかつスポーリング傾向のないものが良いとされていた。

近年スリーブ煉瓦自体の品質はかなり向上しているが未だ改良すべき余地が多々あり特に塩基性平炉における極軟鋼塊製造の場合は鋼滓の侵食がいちじるしく危険な状態におかれているため一層良質のものが強く要求されている。また最近の一般的傾向として黒鉛質ヘッドが盛んに使用されるに至りこれと組合せ使用の際従来のシャモット質或いは蠟石質のスリーブ煉瓦は使用時に生ずる「割れ」現象および熔損に対してはいずれも安定性を欠き特にシャモット質の場合と異なりボトムスリーブがその接触面からいちじるしく侵食されることすらある。その為特に黒鉛質ヘッドに接触するボトムスリーブの優

良化が強く要求されている。すなわち硬質の黒鉛ヘッドに対する軟質ノズルの良結果をもたらすと同様に軟質スリーブを用うることにより使用上の安定感を与えるものと信ずる。ここにおいて使用中に生ずる「割れ」現象および熔損に対して安定性を有する良質のボトムおよびトップスリーブ煉瓦製造を目標にして試作研究を進めて来たが軟質スリーブ煉瓦として材質的に良好な試験成績を有する煉瓦の製造を完成しその 100 t トリベにおける実用試験結果が出たので概要について述べる。

II. 供試煉瓦の品質

Table 1 に試作煉瓦と比較品の品質結果を示した。すなわち化学成分ではほとんど差異はないが密封気孔率弾性率が低く圧縮強さが高く従つて耐スポール性も良好であり特に平炉スラグによる侵食に対して抵抗性の強いのが目立つ。

III. 実用試験成績

実用試験においては試験品とを交互に組立てることにした。

Table 1. Physical and chemical properties of sleeve bricks for test and comparison.

Item Kinds	Refractoriness S K	True sp. gr.	App. sp. gr.	Bulk density	Total porosity	App. porosity	Closed pore	Crushing strength	Modulus of elasticity	
					(%)	(%)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	
Test bricks	29	2.67	2.63	2.05	23.2	22.2	1.0	448	612	
Bricks for comparison	32	2.60	2.51	1.88	27.4	25.2	2.2	313	1294	

Item Kinds	Refractoriness under load (°C)			Erosion ratio (%)		Spalling 1000°C (H <sub>2</sub> O-cooling 5 times)	Chemical compositions			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	A slag	B slag		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alkalis
Test bricks	1053	1105	1308	27.6	66.2	0	58.84	35.14	2.58	2.18
Bricks for comparison	1340	1390	1515	100	100	3.7	60.74	35.07	2.75	0.84

Note: Chemical compositions of A and B slags.

Chem. comp.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO
A	19.78	6.07	15.85	19.98	5.73	25.01	7.55
B	6.04	2.50	12.07	26.91	3.56	26.12	19.62

Table 2. Results of steel-making operation.

	Hot metal (t)	Tapping temp. (°C)	FeO in slag (%)	Analysis of metal			Note
				C	Si	Mn	
Front ladle	107.900	1.602	18.5	0.16	0.015	0.50	Rimmed steel
Rear ladle	85.400	1.602	18.5	0.20	0.013	0.53	Rimmed steel

(i) 受鋼記録

Table 2 に受鋼記録を示す。

(ii) 使用後の状況

使用後の肉眼観察を Table 3 に記し Fig. 1 および Fig. 2 はそれぞれ使用後の煉瓦の状況を示すものである。

(iii) 供試煉瓦の使用後の材質

反応層, sintering 層, 漸移層, 原質に分けて物理化学的諸性質の変化を観察した結果 Table 4 に示すように sintering 層はいちじるしく見掛気孔率が低下し密封気孔がかなり増加する。これは鏡下でも認められるように僅かに Bloat しており使用中に充分 sinter して slag の侵入を防いでいることが推察される。

IV. 総 括

造塊作業中に生ずる「割れ」の現象および熔損に対して安定性を有するスリーブ煉瓦の要求が極めて強いのでこれらの要求を満足するため耐食性軟質スリーブ煉瓦を試作し 100 t トリベにおいて実用試験を行った。その結

Table 3. The macroscopic observation of sleeve bricks for test and comparison after their service in the ladle

	試験煉瓦	比較煉瓦
先鍋	表面極めて滑らかで 1 mm 前後の施釉様の面で蔽はれボトムスリーブを除いては全く侵食されていない。	全体的に 2~9mm 程度熔損されている。
後鍋	表面滑らかでボトムスリーブで 8~13mm その他は 1~9mm 位熔損され上部程少ない。	表面凹凸が多く熔損は 17~29mm で試作品と明らかに差がある。

全般に十文字に縦割れを生じているが鑄込後の急冷によって生じたものの如く僅かの深さにスラグが侵入している。

外周から順次 sintering zone, 漸移層, および原質部に分れ下部程 sintering zone が厚くなっている。

淡紫色の外層部と黄褐色の内層部があり外層部は特に sinter していない。

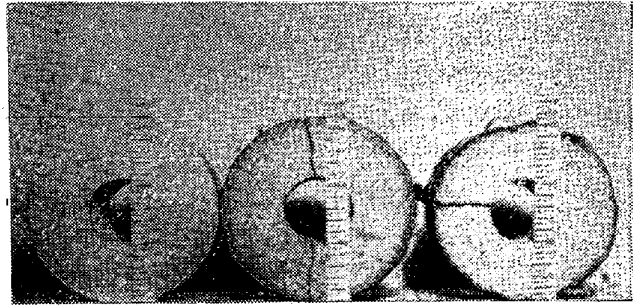
果総合的にみて優秀性を認めたが詳細については、

- (イ) 熔損は従来品に比して非常に少なく前鍋ではボトムスリーブ煉瓦を除いては全く熔損されていない。
- (ロ) スポーリングの傾向は従来品と差がない。鑄込後に生じたものと思はれる縦割れの発生はなほ改良の必要



Note: (O) indicates test bricks, and the others are bricks for comparison

Fig. 1. Sleeve bricks after service in the front ladle.



Test brick (Before use)      Test brick (Used)      Brick for comparison (Used)

Fig. 2. Section of sleeve bricks after service in the front ladle.

がある。

- (ハ) 使用後の材質の特色は外側から 6~20mm 程度の sintering zone の生ずることであつてこの部分の見掛気孔率は 5% で極めて低くなり特スラグに対する抵抗性が非常に大きい。

Table 4. Physical and chemical properties of sleeve bricks for test and comparison after their service in the ladle.

Item	Kinds	Test bricks				Bricks for comparison	
		Reaction zone	Sintering zone	Transition zone	Original zone	External zone	Internal zone
Refractoriness		1·192°C	S K28	S K28	S K28	S K32	S K32
True sp. gr.		—	2·57	2·61	2·65	2·60	2·60
App. sp. gr.		—	2·25	2·50	2·58	2·47	2·48
Bulk density		—	2·14	2·13	2·05	1·90	1·88
Total porosity (%)		—	16·6	18·3	22·9	26·8	27·7
App. porosity (%)		—	5·0	15·1	20·4	23·2	24·1
Closed pore (%)		—	11·6	3·2	2·5	3·6	3·6
Chemical compositions	SiO <sub>2</sub>	46·44	60·48	60·28	60·40		
	TiO <sub>2</sub>	0·70	0·54	0·56	0·58		
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30·60	32·34	33·03	34·08		
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0·11	2·98	2·69	1·18		
	FeO	2·23	—	—	—		
	MnO	10·22	0·37	0·08	0·15		
	CaO	3·95	0·19	0·23	0·26		
	MgO	3·66	0·80	0·46	0·42		
Alkalis	1·60	1·86	2·44	2·78			