

に水冷の得失を断ずることはできない。しかしながら前述の諸影響を総合して考えるとき、水冷の実施は炉の操業初期におけるレンガ積の崩落の時期を早めるが、冷却の効果のおよぼわずかのレンガを残留するに至つてからのレンガの消耗速度はきわめておそいものと考えられる。したがつて本炉の解体時に見られたごとく、冷却箱が炉内に突出した状態で長期間の操業に耐えていたことが考えられ、炉の熱管理上、また保安管理上考えねばならぬ点があるのではあるまいか。

## (70) ジルコン・トレーサーによる ノズル起源介在物

(耐火物起源, 非金属介在物の研究—I)

八幡製鉄所技術研究所

大庭 宏・〇平 楠 敬 資

### Tracing Inclusions from Nozzle Origin with Non-Radioactive Zirconium.

(Study of nonmetallic inclusions from  
casting-pit refractories—I)

Hiroshi OHBA, Keisuke HIRAGUSHI

#### I. 緒 言

耐火物起源非金属介在物の研究に放射性トレーサーを

利用する準備段階として、非放射性トレーサーを用いる実験を行なつた。トレーサーとしては煉瓦の侵食過程で還元されがたく、通常の炉材にはほとんど含まれない酸化ジルコニウムを選び、まずノズル煉瓦について実験した。

#### II. 実験方法

酸化ジルコニウムをトレーサーとして含むノズル煉瓦を用いて製造した鋼塊各部より介在物を抽出し、介在物中の  $ZrO_2$  含有量からノズル起源の割合を推定した。その際、スラグ、煉瓦など外来介在物の組成に影響する物質の  $ZrO_2$  含有量 (通常作業) をあらかじめ調査した結果、 $ZrO_2\%$  は鋼塊浮上スカム 0.00%, Al-キルド・鋼の介在物 0.00%, ノズル煉瓦 0.06%, その他の造塊煉瓦 0.00~0.36% でいずれも本実験の支障とはならなかつた。またノズル使用中の  $ZrO_2$  の還元、および酸溶解介在物抽出法を使用する場合の  $ZrO_2$  の溶出はともに予備実験の結果支障ないことが判明した。

#### III. トレーサー・ノズルの製造

酸化ジルコニウムはジルコニヤ ( $ZrO_2$ ) およびジルコン ( $ZrSiO_4$ ) として使用できるが、ノズル煉瓦材質との類似性および高温の安定性の見地からジルコンが好ましい。予備試験の結果、ジルコンの添加はジルコン・フラワー ( $10\mu$  以下) を 5% 用いるのが適当と判定された

Table 1. Properties of nozzle bricks.

Items	Physical properties				
	Bulk density	App. density	App. porosity (%)	Compressive strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Refractoriness (°C)
Nozzles					
Tracer nozzle	2.21	2.63	16.0	806	1555
Ordinary nozzle	2.21	2.54	12.9	768	1595

Items	Chemical composition (%)				Mineral components*			
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	Quartz	Cristobalite	Mullite	Zirconia
Nozzles								
Tracer nozzle	64.86	29.03	1.45	2.55	(+++)	(++)	(++)	(+)
Ordinary nozzle	64.30	29.88	1.04	0.06	(+++)	(++)	(++)	(-)

\* X-ray diffraction test; (+++) large, (++) fairly large, (+) medium, (-) none

Table 2. Pouring practice conditions.

Charge No.	Ladle		Poured steel (t)	Nozzle bore (mm)	Pouring method	Ingot size (t)	Pouring temp. (°C)	Chemical composition (%)					
	Capacity (t)	Life (ch)						C	Si	Mn	P	S	Al
1	70	2nd	71.2	45	Bottom	14—18	1623	0.17	0.22	0.71	0.015	0.023	0.016
2	70	14th	68.3	45	〃	14—17	1624	0.15	0.22	0.75	0.016	0.021	0.017
3	70	21st	69.5	45	〃	12—13	1622	0.15	0.20	0.62	0.021	0.021	0.012

ので、通常ノズルの製造の混練工程で 5% のジルコン・フラワーを添加した。トレーサー・ノズルの製造条件は通常ノズルと同一で、品質は耐火性がごくわずかに低下するが、侵食性にはほとんど影響はなかつた (Table 1)。また成品煉瓦中のトレーサー ( $ZrO_2$ ) の分布は内部と外部について調査したが、差は微小で実験誤差の範囲内であつた。

IV. 注 入 実 験

本研究の対象とした鋼種は Al-キルド鋼で特定の注入条件は設けず、Table 2 の条件で 3 回実験した。使用前後のノズル孔径変化から、ノズル侵食がすべて介在物になると仮定すると、その量は  $0.001 \sim 0.002$  (%) で通常の介在物の数分の一に相当する程度であつた。

V. 介 在 物 試 験

トレーサー・ノズルによつて注入した 14 本の鋼塊から 6 本 (2 本/チャージ) を選び、鋼塊、またはスラブの Top と Bottom から圧延時に  $30 \times 100 \times 1400$  mm の試験材を切出して介在物試験に供した。

1. 超音波探傷試験

試験材の長さ方向 (1400mm) に沿つて連続探傷した。試験結果は、 $F_1/B_1 = 0 \sim 5\%$  をたいして大きくない疵、 $5 \sim 50\%$  を大きい疵、 $50 \sim 100\%$  以上を非常に大きい疵として分類した (Table 3)。試験材の疵は通常作業による製品と同程度であつた。

2. サンド分析

酸溶解法で介在物を抽出し、その中の  $ZrO_2$  を分析した。サンド試料は試験材のつぎの位置から採取した。

- (1) 超音波探傷疵の大きい個所 (3 試験材, 9 試料)
- (2) 各試験材の長さ方向の両端および中央, 各 1 個所—試験材の無作為サンプル (14 試験材, 42 試料)
- (3) 通常ノズルによる試験材から 3 個所 (1 試験材, 3 試料)

分析の結果 (Table 3),  $ZrO_2$  が検出されたのは 51 試料のうちわずか 2 試料であつた。またその 2 試料のサンドにはノズル起源介在物が  $30 \sim 33\%$  含まれていた。以上の結果は、試料 1 件につき 10g の酸溶解によるもので、その  $ZrO_2$  分析限界は  $2 \times 10^{-6}$  (%) である。したがつて  $ZrO_2$  の検出されなかつたすべてのサンドに分析限界量の  $ZrO_2$  が含まれると仮定すると、ノズル起源は全サンドの  $1.3\%$  を占めることになり、0 とすると  $0.6\%$  になる。

Table 3. Ultrasonic tests and nonmetallic inclusions by chemical analysis.

Samples	Sample name		Defects by U.S.T.						Random sample												Ordinary nozzle						
	Charge No.	Test plate No.	1	2	3	B	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		T	T				
Ultrasonic test*2	Very large defect Large defect Small defect		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nonmetallic inclusions analysis*3	Sand composition $\times 10^{-3}$ (%)	Sand $\times 10^{-3}$ (%)	16~49	5	7~18	5~7	7~8	4~6	6~10	7~10	5~8	5~7	6~7	8~10	6~7	5~9	6~8	8~12	5~8	6	—	—	—	—	—		
			1.9	1.3	1.4	1.7	1.8	1.2	1.0	0.9	0.9	1.5	0.9	1.5	1.8	1.7	1.8	1.7	1.5	1.5	1.0~1.1	—	—	—	—	—	
			~4.3	~1.7	~1.5	~2.2	2.0	~2.0	~2.2	~1.2	~1.3	~1.2	~1.7	~1.2	~1.6	~2.6	~2.4	~2.6	~2.4	~1.6	~1.8	—	—	—	—	—	
			9.2	2.9	3.0	2.5	2.9	2.1	3.4	2.4	1.9	2.1	2.4	3.4	3.4	2.7	2.5	3.4	2.0	2.0	2.8~3.0	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\*1 T: Top part of ingots or slabs, B: Bottom part of ingots or slabs

\*2 Number indicates spots detected as defects

\*3 n = 3

\*4 (—) indicates under  $2 \times 10^{-6}$  (%)

また分析精度を高めるために、サンド分析用の 51 試料、2300 g を集めて同時に酸処理して 200 mg のサンドを抽出し  $ZrO_2$  を分析した結果、ノズル起源介在物は全介在物の 0.34% の結果を得た。

IV. 結 言

トレーサーとして非放射性ジルコンを 5% 含むノズル煉瓦を製造し、Al-キルド鋼で注入実験を行ない、ノズル起源介在物の発生量を研究してつぎの結論が得られた。

1. ノズル起源の  $ZrO_2$  が検出された介在物は 51 試料のうち 2 試料であつた。また分析結果よりノズル起源の介在物は全介在物中の 0.3~1.3% を占めると推定される。
2. 超音波探傷による欠陥個所とノズル起源介在物の関係は認められなかつた。
3. 酸溶解法により定量された介在物の 60% 以上は  $SiO_2$  および  $Al_2O_3$  で、その  $SiO_2/Al_2O_3$  比は 0.12~0.95 のアルミ質酸化物であつた。超音波探傷による欠陥の大きい個所の介在物は多く、かつアルミナ質であつた。
4. 通常ノズルの材質にジルコンを 5% 添加してもノズルの損耗、および介在物発生量にほとんど影響しなかつた。

(71) 電弧炉における誘導攪拌装置の効果について

日立製作所水戸工場

伊藤幸雄・○大島俊彦・川辺克巳・安達恒夫  
Some Effects of Induction Stirring in an Arc Furnace.

Yukio Itō, Toshihiko Oshima,  
Katsumi Kawabe and Tsuneo Adachi

I. 緒 言

日立製作所水戸工場の 30 t 塩基性電弧炉に設置した誘導攪拌装置の効果の調査結果の概略を報告する。

II. 装 置

- (1) 誘導攪拌コイル  
4620mm (L) × 2000mm (D) × 725mm (H)  
220V, 800A, 350 kVA.
- (2) コンバーター  
低周波発電機 2基 219V, 800A, 175 kVA  
0.3~1.5 ~

3相誘導電動機 1基 220V, 700A, 230 kW  
1685 r. p. m.

励 磁 機 2基 30V, 60A, 18 kVA  
2920 r. p. m.

3相誘導電動機 1基 220V, 26A, 75 kW

(3) 制御系統 1式

(4) 冷却系統

水 冷 系 1式

空 冷 系 1式

III. 実験結果および考察

(1) 鋼浴化学成分の均一化について

[C] および [Mn] など拡散速度の大なるものについては人力および誘導攪拌の二者間に大差なく、[Cr] および [Si] などについては Fig. 1 のごとく、鋼浴の上下において、大なる濃度差が人力攪拌の場合に認められる。[C] および [Mn] のごときものは、加炭材、合金の溶解速度が律速段階にあり、[Cr] および [Si] のごとく拡散速度の小なるもの、あるいは合金の比重の小なるものについては誘導攪拌は有効である。

(2) 脱酸および脱硫反応の促進

Fig. 2. (a), (b) に示すごとく、誘導攪拌のため、鋼浴鋼滓間の接触反応が促進され、従来と同一

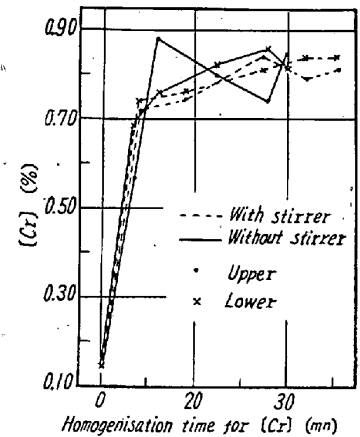


Fig. 1. Cr-distribution.

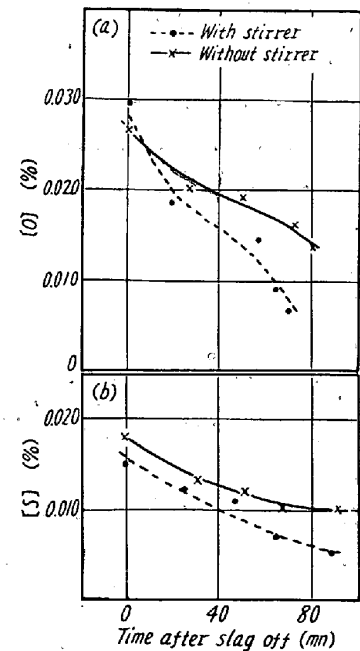


Fig. 2. (a): Deoxidation during the reducing period.

(b): Desulfurization during the reducing period.