

成ることが知られた。中間層中のマトリックス鉱物(B)は同 Fig. 4 に示すようにモンチセライトとカンラン石とが生成成分であることを知った。回折線が非常にシャープであることから良好な結晶であることが知られるがこれは煉瓦の内部であるために徐冷されたことによるものである。

二三の同定することのできなかつた回折線の未知鉱物についてはなお今後の研究を進めたい。

#### 文 献

- 1) 青, 尾山, 窯協 62 (1954) 697, p. 457~65.
- 2) " " " 63 (1955) 716, p. 629~33.
- 3) " " " 64 (1956) 732, p. 282~87.
- 4) " " 鉄と鋼 45 (1959) 2, p. 93~99.
- 5) T. Oyama, Mem. inst. Sci. Ind. Res., Osaka Univ., 15 (1958) p. 241~48; (1959) p. 161~73.
- 6) O. W. Flörke, Ber. Deut. Keram. Ges., 32 (1955) 12, p. 369~81.
- 7) J. D. Hanawalt, H. W. Rinn, L. K. Frevel, Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 10 (1938) 457; 久保, 加藤, X線廻折による化学分析 (1955) 197.
- 8) A. H. Jay, Mineral Mag. 27 (1944) 54~55.
- 9) A. W. Hull, W. P. Davey, Phys. Rev., 17 (1921) 549; W. P. Davey, Gen. Elec. Rev., 25 (1922) 564.
- 10) J. Mazur, Nature (London), 164 (1949) 358~9.
- 11) W. H. Hall, J. Inst. Met. 75 (1949) 1127.
- 12) P. Scherrer, Göttinger Nachrichten, 2(1918); 実験化学講座 4 (1956) 238.
- 13) H. Kuno, Amer. Mine. 40 (1955) 70~93.

#### (40) 造塊用耐火物の坩堝熔解試験

(下注造塊用耐火物の品質が鋼の非金属介在物におよぼす影響—I)

大同製鋼, 研究所

工 永田重雄・工〇椋山太郎・大西正義

Steel-Melting Test in the Crucible

Made of Pit-Refractory.

(Effect of the quality of pit-refractory for bottom pouring on the nature of non-metallic inclusions in steel—I)

Shigeo Nagata, Taro Sugiyama,  
Masayoshi Onishi.

#### I. 緒 言

下注造塊の場合の非金属介在物や砂疵の生因, さらに

は軽減法などについては未だ明らかにされていない点が多い。特に, 下注造塊用耐火物の品質がどのような影響を与えるかを解明することは, 第一に必要なのであるので, 一連の実験を行なっている。本報告では, 今後の実験の基礎資料を得るべく, 数種類の耐火物で製作した坩堝の中で鋼を熔解し, 耐火物および鋼に起る変化を観察した結果を述べる。

#### II. 実験方法

##### (1) 使用電気炉

真空高周波誘導溶解炉 (溶解量 8 kg)

##### (2) 坩 堝

高アルミナ質, 純シャモット質, 高珪酸質の3種の材質にて坩堝を製造した。坩堝の内径は 85mm 高さは 185mm である。物理的性質ならびに化学成分を Table 1 に示した。

##### (3) 溶解鋼種および溶解量

溶解材料は低炭鋼 (S10C) を 70mm  $\phi$   $\times$  250mm に皮削したものを坩堝内へ懸垂に徐々に降下せしめて溶解し, 210mm (約 6kg) まで溶解した。溶解材料の成分は Table 2 の通りである。

##### (4) 溶解条件

空気酸化の影響を調べるため, 無酸化雰囲気と酸化雰囲気について実験した。

##### 1) 無酸化雰囲気

炉内を真空 ( $1 \times 10^{-1}$  mmHg) とした後, アルゴンガスを 1 気圧にて炉内へ流入しつつ溶解した。

##### 2) 酸化雰囲気

炉内を真空 ( $1 \times 10^{-1}$  mmHg) とした後アルゴンガスを 1 気圧にて炉内へ流しつつ溶解し, 溶解完了後, 炉の扉を開放した。

##### 3) 溶解時間および温度

溶解開始より完了までを 25~30 分とし, 溶解完了後 15 分間にて 1550°C まで上昇し, 1550°C~1525°C にて 15 分間保持した後, 止電し, 坩堝にて凝固しめた。

#### III. 実験結果および考察

溶解素材と鋼塊との化学分析値を Fig. 1 に, 坩堝と生成鋼滓の化学分析値 (および生成鋼滓の重量) を Fig. 2 に示す。また, 鋼塊および溶解素材の非金属介在物の試験結果を Table 3 に示す。以下これらの結果を要約する。

(1) 坩堝の種類, 雰囲気のいかんにかかわらず, 溶解素材中に存在する微量の Al (soluble) % は減少して痕跡程度となる。

(2) アルゴン中溶解の場合には, どの坩堝を用いて

Table 1. Physical properties and chemical composition of crucibles.

Crucible	Refract- riness	Appar- ent SG	Bulk SG	poro- sity	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ΣFe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO
High alumina	S K 37	3.20	2.48	22.9	32.28	65.05	1.23	0.65	1.04	0.04	0.06	0.13	0.12
Chamotte	S K 33	2.49	2.03	18.4	58.92	34.28	1.95	0.79	1.92	0.09	0.08	0.03	0.12
Siliceous	S K 27	2.42	2.10	13.2	69.24	22.30	1.45	1.58	0.32	0.04	0.14	0.06	0.16

Table 2. Chemical composition of melting material.

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	S.Al	O
0.11	0.16	0.36	0.018	0.012	0.22	0.07	0.10	0.02	0.0051

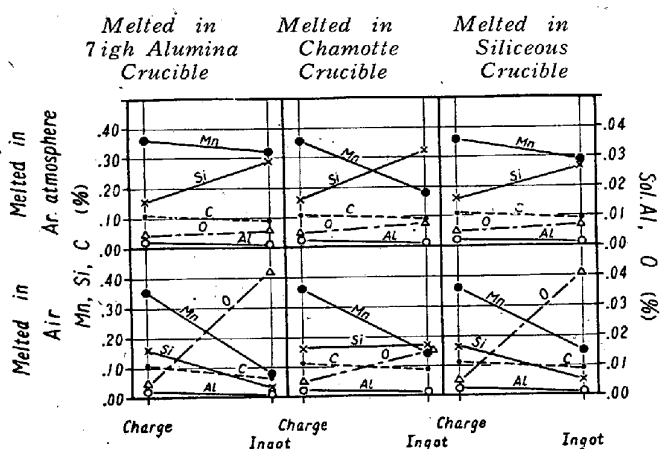


Fig. 1. Chemical composition of charge and ingots.

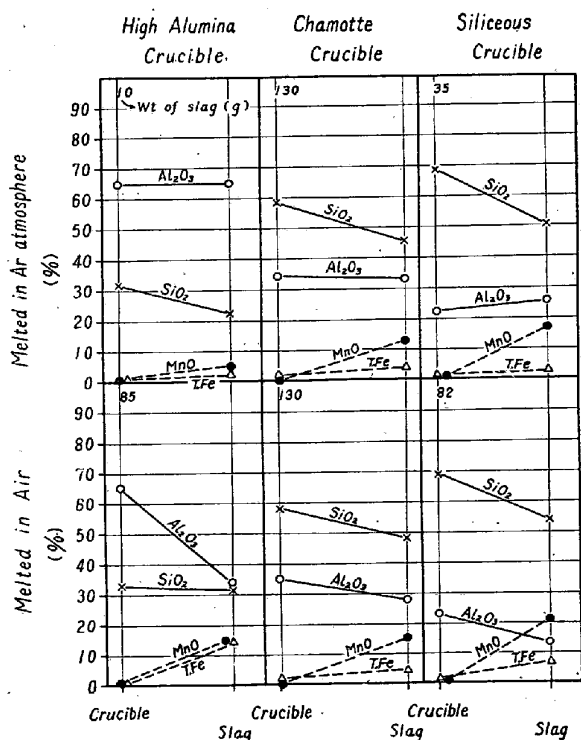


Fig. 2. Chemical composition of the crucible and slag (incl. weight of slag)

も鋼中の Si%は増大する。Mn%, C%は減少する。

(3) 大気中溶解の場合には、Mn%, C%以外に Si%も減少の傾向を示す。特に高アルミナ質坩堝では三者ともいちじるしく減少した。

(4) 鋼塊の O%は、アルゴン中溶解の場合にはどの坩堝を用いても大差はなく、0.006~0.008%の比較的低値を示した。大気中溶解のものはいずれも高値を示すが、Si%, Mn%, C%の減少がいちじるしかつた高アルミナ質坩堝の場合は 0.04% 以上であり、Si%の減少が比較的大であつた高珪酸質坩堝の場合がこれにつき、Si%のほとんど変化しないシャモット質坩堝の場合は約 0.015%であつた。

(5) 鋼滓中には、坩堝の熔蝕物が相当多量に入つてゐるはずである。しかし、鋼滓の SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>比は、坩堝のそれと一致しない。すなわち、鋼中 Si%が増大するアルゴン中溶解の場合には SiO<sub>2</sub>の方が少なく、また鋼中 Si%が減少する大気溶解の場合には、SiO<sub>2</sub>の方が多くなる。

(6) どの坩堝の中にも MnO はほとんど存在しないが、鋼滓中には相当量含有される。これは鋼中の Mn%が、すべての場合に減少する事実と対応する。

(7) 鋼滓中の FeO% (T. Fe%で示す) は、概して小さいが、高アルミナ質坩堝を用い大気中溶解した場合にはかなり高値を示した。

(8) 鋼滓生成量はシャモット質坩堝の場合最も多い。また、大気中溶解し方が、アルゴン中溶解よりも多いように見受けられる。

(9) 鋼塊中の球形介在物 (直径 10μ 以上のもののみ) の数を顕微鏡観察により求めたところ、アルゴン中溶解の場合には比較的少数であり、また坩堝の種類による差もあまり認められない。しかし、大気中溶解の場合には、多数存在し、坩堝の種類による差も顕著である。すなわち、高アルミナ質坩堝の時極端に多く、高珪酸質

Table 3. Inclusions in steel.

Experimental conditions		Number of globular inclusions per cm <sup>2</sup> ( $\phi > 10\mu$ )	Amount and mean chemical composition of inclusions (%)				
Atmosphere	Crucible		Total	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO
Argon	High alumina	109.9	0.197 (100)	0.176 (89.3)	0.0015 (7.6)	nil (0.0)	0.0006 (3.0)
	Chamotte	79.1	0.197 (100)	0.183 (92.9)	0.0011 (5.6)	tr. (0.0)	0.0003 (1.5)
	Siliceous	92.4	0.158 (100)	0.149 (94.3)	0.0006 (3.8)	nil (0.0)	0.0003 (1.9)
Air	High alumina	894.1	0.485 (100)	0.328 (67.6)	0.0017 (3.5)	0.0059 (12.2)	0.0081 (16.7)
	Chamotte	327.2	0.312 (100)	0.291 (93.3)	0.0012 (3.8)	0.0002 (0.6)	0.0007 (2.2)
	Siliceous	409.7	0.526 (100)	0.500 (95.1)	0.0006 (1.1)	0.0006 (1.1)	0.0014 (2.7)
Melting material			0.0078 (100)	0.0015 (19.2)	0.0061 (78.2)	tr. (0.0)	0.0002 (2.6)

坩堝がこれにつき、シヤモット質坩堝の場合に最も少ない。この結果は鋼塊の酸素分析の結果と併行している。

(10) 温硝酸法による介在物の分析結果から、鋼塊中の介在物は、純 SiO<sub>2</sub> に近い組成のものであることがわかる。ただし、高アルミナ質坩堝で空气中溶解した場合の介在物は Fe-Mn-Silicate であろう。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量は、高アルミナ質坩堝の場合にも比較的僅小であるので、坩堝熔蝕物の鋼中にひつかかつて介在物になるという機構だけでこの介在物の生因を説明することは困難である。

(11) 上述したところから、坩堝の種類之差が、熔鋼の酸素含有量の差をもたらす、それが脱酸生成物介在物の多小に影響するという機構をも考慮せねばならぬことがわかる。

#### (41) 黒鉛質ストップパにおけるピン熔損について

日立製作所、水戸工場

工 磯野好治・〇月山信好・雨谷光伸

#### On the Erosion of Pins in Graphite Stopper Head.

Yosiharu Isono, Nobuyosi Tukiya,  
Mitunobu Amagai,

#### I. 緒 言

造塊用取鍋に取付けられるストップパ煉瓦の良否は、造

塊作業の成否に重要な影響をおよぼすものであるが、たまたま B 社製黒鉛質ストップパを試用したところ、ストップパピンが熔断されるという事故が発生した。

最近熔製鋼塊が次第に大きくなり、熔鋼温度も高く、鑄込時間も延長される傾向にあるため、ストップパ煉瓦についてはその耐蝕性、急熱亀裂抵抗性とともにとストップパピンの熔損防止も考慮する必要がある。

ストップパピン熔損の原因としては、ストップパ煉瓦の割れ、ボトムスリーブとの目地から熔鋼の侵入、煉瓦の熱伝導率良好なため内部温度が上昇し、過熱による脆化、および煉瓦に配合された黒鉛による浸炭で熔断することが考えられる。

本研究はこれらのうち主として煉瓦材質に起因するピン熔損について検討し、黒鉛ストップパの材質、形状、使用条件とピン熔損との関連性を実用試験より検討した結果を述べる。

#### II. 試 料

試料ストップパ煉瓦は比較的急熱試験結果のよかつた B 社製黒鉛質ストップパについて形状の異なるもの 6 種、C 社製炭化珪素質ストップパ 2 種、および A 社製黒鉛質ストップパ 3 種を選んだ。

#### III. 試験結果と検討

(1) B 社製黒鉛質ストップパの実用試験

(a) 現用型黒鉛質ストップパの実用試験

現用型黒鉛質ストップパを使用した場合、出鋼温度 1525 °C、取鍋保持時間 15~20 分程度の 80 kg 下注鋼塊用