

できるタンマン炉を用い、温度は Pt-Pt-Rh 熱電対でルツボの底部を測定した。圧力計は精度を上げるため 15° に傾斜したものをを用いた。

スラグは珩酸第一鉄、炭酸石灰、水晶粉末より作った Fe_2O_3 , CaO , SiO_2 を適当に配合し純鉄ルツボ中で熔解、水冷、粉碎したものを使用した。

実験はまず約 40 g のスラグ粉末を装入したルツボが炉内の中央部に支持され、気泡発生管をルツボの中心に垂直に保持する。炉内を清浄化した N_2 で置換したのち昇温し測定温度で約 30 分間保持してのち管をスラグ中に浸漬し 1 分間数個の気泡を発生せしめるように流速を調整し浸漬深さを変えて最大圧力を圧力計でよみとり (1) 式によつて密度を算出する。測定は 1400, 1350, 1300°C で実施した。

IV. 実験結果

i) FeO-SiO_2 系

この系については SiO_2 14~40 mol%, の組成範囲について測定された。組成の変化による密度の変化は SiO_2 の含有量の増加とともにほぼ直線的に減少した。1400°C における組成と密度の

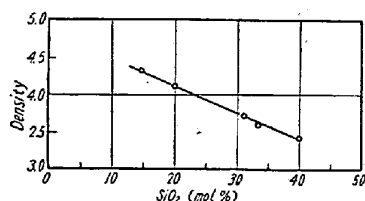


Fig. 1. Density of the FeO-SiO_2 system at 1400°C.

関係を Fig. 1 に示す。組成による密度の変化は表面張力、電気伝導度と同様に特異点は見出されなかつた。熔融状態における密度の値は常温における値より 13~15 %低い値を示した。

各組成における温度と密度の関係は温度の上昇によつてほぼ直線的に減少し、その温度係数は $0.11/100^\circ\text{C} \sim 0.10/100^\circ\text{C}$ であつた。

ii) FeO-CaO-SiO_2 系

この系においては SiO_2 20~50 mol%, FeO 40~70 mol %, CaO 10~40 mol % の組成範囲において測定された。1400°C

における測定値を FeO-CaO-SiO_2 3 元状態図に記入し等密度曲線を引いたものを Fig. 2 に示した。等密度曲線はほぼ平行であり、密度は SiO_2 ,

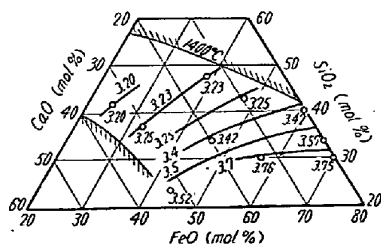


Fig. 2. Isodensity lines in the FeO-CaO-SiO_2 system. at 1400°C

CaO の増大によつて減少するが酸性側の方が減少率は大きい。 FeO/SiO_2 を一定にした場合 CaO の濃度によつて密度はほとんど変化しなかつた。

各組成における密度の温度係数は $0.06/100^\circ\text{C} \sim 0.15/100^\circ\text{C}$ であつた。

V. 結 言

FeO-SiO_2 , FeO-CaO-SiO_2 系のスラグの熔融状態における密度を 1300~1400°C において最大気泡圧法によつて測定した結果、 FeO-SiO_2 系においては SiO_2 の増大によつて密度はほぼ直線的に減少し組成における特異点は存在しなかつた。 FeO-CaO-SiO_2 系においては、 CaO , SiO_2 の含有量の増加によつて密度は減少しとくに酸性スラグにおいて減少率は大きかつた。

(87) アルミ・キルド鋼注入による湯道煉瓦の損耗

八幡製鉄所技術研究所

、○大庭 宏・平櫛 敬資

Corrosion of Runner Bricks in Al-Killed Steel Pouring Practice.

Hiroshi Ōba and Keisuke Hiragushi.

I. 緒 言

下注耐火物としては現在 Al_2O_3 含有量 35 (%) 前後のシャモット煉瓦が一般に使用されているが、鋼中非金属介在物の見地から見てどの程度の Al_2O_3 含有量の煉瓦がもつとも望ましいか、鋼種、作業条件などを考慮して検討する必要がある。本研究は Al_2O_3 含有量 20~80% の $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系湯道煉瓦 11 種類をアルミ・キルド鋼の注入に使用した場合煉瓦の損耗が Al_2O_3 含有量によつてどのように変化するか調査したものである。なお使用後湯道煉瓦表面には多量のアルミナ質酸化物が析出していたのでこの酸化物の起源について考察した。

II. 耐火物使用条件

供試湯道煉瓦は Al_2O_3 含有量の差異が煉瓦品質 (Table 1) によく表わされるように留意して製造した Al_2O_3 含有量 20~80 (%) の $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系煉瓦である。湯道煉瓦の寸法は内径 50 mm ϕ で長さ 380 mm 2 本, 100 mm 1 本で注入管 1 本に 4 本の鋼塊が接続するものである。注入鋼種はアルミ・キルド鋼, 鋼塊単重 9 t 400, 注入温度は 1600~1617°C であつた。

III. 試験結果

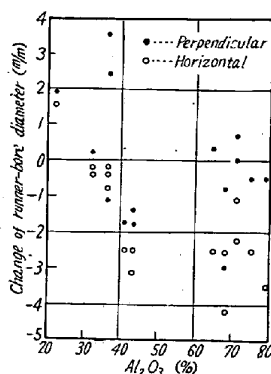
1. 煉瓦の損耗

Table 1. Properties of the runner bricks

Item	Code	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Al ₂ O ₃ (%)		79.03	74.84	71.09	68.05	65.29	43.70	43.14	41.12	35.94	32.21	22.66
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		0.187	0.287	0.304	0.416	0.478	1.22	1.26	1.33	1.58	2.01	3.03
Refractoriness (°C)		>1790	>1790	>1790	>1790	<1790	1770	1770	1730	1710	1563	1560
Apparent density		3.60	3.30	3.30	3.24	2.96	2.72	2.72	2.64	2.65	2.54	2.52
Porosity (%)		21.2	24.1	24.3	20.4	26.3	18.6	19.1	18.0	26.2	18.2	23.8
Refractoriness under load T ₂ (°C)		1630	1505	>1700	>1700	1490	1530	1530	1330	1420	1225	1200
Compressive strength (kg/cm ²)		246	339	558	460	320	613	363	231	280	376	268

煉瓦の損耗を表わすものとしてスポーリング性と損耗量を測定した。スポーリング性は注入中に発生する煉瓦亀裂に入った熔鋼が凝固して湯道メタルと付着してできる鑄張りの面積を、また損耗量は使用前後の湯道孔径拡大量を測定した。鑄張り面積と耐火物の諸性質の間には明瞭な関係はみられないが、Al₂O₃ 含有量高く粗粒子多く実験室のスポーリング試験結果の良好なもののほど小さい傾向を示した。注入条件については注入温度高く、注入時間の長いもののほど鑄張り面積が大きかった。損耗量の測定において使用後煉瓦孔径の測定は不可能なので湯道メタル外径で代

用したが、メタルと強固に付着した酸化被膜と付着煉瓦が意外に多く湯道メタル外径の正確な値は期し難いので、湯道メタルを切断してこれらの付着物をまったく含まない部分の径を測定した結果、高アルミナ質ほど損耗小さく、縦方向は横方向より損耗が大きいので円径の孔が縦に長い楕円形に変形していた (Fig. 1)。

Fig. 1. Change of runner-bore diameter vs. Al₂O₃ content of bricks.

2. 耐火物の侵食反応生成物

SiO₂-Al₂O₃ 系の下注用耐火物は取鍋スラグの影響はほとんど受けず熔鋼の(FeO)および(MnO)の影響によつて低温度熔融性の粘稠な珪酸塩ガラスが生成して侵食作用をうける。本研究はキルド鋼であるので鋼中成分による影響が小さいため、高アルミナ煉瓦については低温度熔融性の反応生成物はできない。低アルミナ煉瓦ではリムド鋼ほど顕著ではないが、珪酸塩ガラスが生成する。したがって低アルミナ煉瓦は粘稠な珪酸塩ガラスによつて覆われているのでメタルが煉瓦内に侵入することはないが、高アルミナ煉瓦では煉瓦気孔内にメタルが侵入す

る。このような煉瓦反応面と湯道メタルとの間には、煉瓦の Al₂O₃ 含有量とは無関係に酸化物を多量に含有するメタル被膜が生成する。煉瓦反応面の反応生成物およびメタル被膜中酸化物の組成を知るためにまず温硝酸でメタルを除去して不溶解サンドの分析を行なった。メタル被膜のサンドは SiO₂/Al₂O₃ 比 0.20 前後の α-Al₂O₃ を主成分とするアルミナ系酸化物で使用する煉瓦の Al₂O₃ 含有量に無関係に一定であつた (Fig. 2 および 3)。

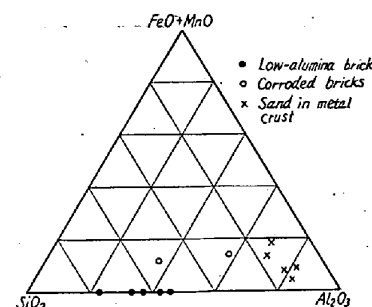


Fig. 2. Chemical composition of low-alumina bricks, corroded bricks and the sand in metal crust.

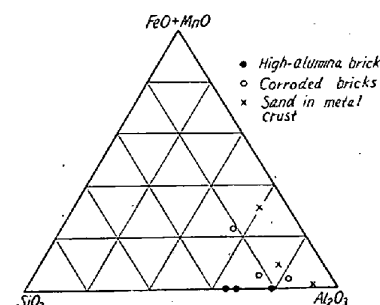


Fig. 3. Chemical composition of high-alumina bricks, corroded bricks and the sand in metal crust.

このメタル被膜サンドの由来を調べるために湯道メタルを注入管寄り、中央部分、鋼塊寄りの3個所で切断して破面を観察した結果湯道メタル上半部に介在物が多量存在し、鋼塊側ほど少なく、注入中に湯道の注入管側で浮上、湯道煉瓦上面に集積したと思われたので、この点を確認するため湯道メタル中の介在物をメタル被膜のときと同じように温硝酸法で抽出した (Table 2)。その結果サンドは鋼塊側に少なく、その組成は使用煉瓦に無関係かつ、ほぼ一定で、メタル被膜のサンドと同じ組成のアルミナ質酸化物であつた。サンドは顕微鏡観察によると 10 μ 以下の板状 α-Al₂O₃ が無色透明の珪酸塩ガラスをともなつたもので α-Al₂O₃ 結晶と珪酸塩ガラスの割合

Table 2. Sand in runner metal

Runner bricks	Test sections	Ratio of sand to metal (%)	Chemical composition of sand (%)					X-Ray identification
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	Total	
d	Near to guide tube	5.55	11.70	74.42	12.13	1.02	99.27	α -Al ₂ O ₃
	Center	3.17	7.40	79.32	11.08	0.84	98.64	α -Al ₂ O ₃
	Near ingot	1.51	17.94	71.60	5.90	4.05	99.49	α -Al ₂ O ₃
j	Near to guide tube	4.01						α -Al ₂ O ₃
	Center	2.37						α -Al ₂ O ₃
	Near to ingot	1.61	14.12	76.61	2.14	2.14	98.76	α -Al ₂ O ₃

は 65/35 であった。このサンドの軟化温度は 1590°C, 珪酸塩ガラスの SiO₂/Al₂O₃ 比は 2~3 であった。

IV. 結 言

下注用 耐火物として技術的に使用可能とおもわれる Al₂O₃ 含有量 20~80% の SiO₂-Al₂O₃ 系煉瓦をアルミ・キルド鋼の注入に使用して Al₂O₃ 含有量と耐火物の損耗, 湯道メタル内介在物などを調査してつぎの結果が得られた。

耐火物のスポーリングによる「湯漏れ」はどのような Al₂O₃ 含有量の煉瓦でも適当に管理すれば防止できる。煉瓦の損耗は Al₂O₃ 含有量の高いものほど小さい。低アルミナ煉瓦の侵食面には FeO-, および MnO-珪酸塩ガラスの薄い反応膜が生成しこの膜をとおして煉瓦の侵食が行なわれるが, 高アルミナ煉瓦ではこのような珪酸塩ガラスは生成しないためメタルが煉瓦気孔中に表面から 3~5mm の深さまで侵入する。このメタル侵入が煉瓦の損耗をもたらししている形跡はないが, 煉瓦粒子が剝離する危険性はある。

使用後煉瓦表面はアルミナ系介在物を相当含むメタル被膜で覆われていた。この介在物の組成と使用炉材は無関係であった。この介在物の由来を知るために湯道メタルの介在物を調査した結果, メタル被膜中の介在物と同じ組成の介在物が使用炉材には無関係に鋼塊側になるにつれて減少して分布していたことからこの介在物は取鍋, 注入管をとおつて流れて来たものが湯道煉瓦上表面で集積したものと推察された。

(88) 鋼浴温度の連続測定に使用した熱電対の汚染に関する検討

(鋼浴温度の連続測定について—Ⅱ)

日本製鋼所室蘭製作所

小野寺真作・荒木田 豊・〇平岡 昇

Studies on a Contamination of Thermo Couples Used for Continuous Immersion Pyrometry of the Steel Bath. (On the continuous immersion pyrometry of molten steel—I)

Shinsaku Onodera, Yutaka Arakida and Noboru Hiraoka.

I. 結 言

著者らはさきに鋼浴温度の連続測定(出鋼後)について報告し, その方法と測定結果を明らかにした¹⁾。本法を確立するに当つて, 熱電対の熱起電力低下が問題であった, すなわちその測定条件は PR13 熱電対の常用使用限度²⁾をはるかに超えるものであり, 当然素線に汚染および劣化が生ずることが予想される。この問題は本測定法の信頼性を左右し, 測定可能な限界を決定する最大因子の一つであると思われる。

著者らは1回の測定を終えるごとに熱電対の汚染について調査し, 熱電対の使用限界を探索しつつ, 前報のごとき測定法を確立したのである。本報では使用後の PR13 熱電対の汚染に関する試験結果とその対策について報告する。

II. 試 験 方 法

連続測温に使用した熱電対の汚染を調査する手段として以下に述べる方法を選んだ。

(1) 熱起電力検定: 検定温度 1400°C で標準熱電対と使用後の熱電対との熱起電力の比較を行なった。示度の差が $\pm 3^\circ\text{C}$ 以下で3回同じ値が得られるまで

熱接点より 20mm の切断→溶接→検定