

(86) 造塊作業の研究 (V)

(熔鋼の空気による酸化が鋼中非金属介在物に及ぼす影響 No. 4, 造塊過程における熔鋼成分の酸化速度)

Study on Ingot-Making Practice (V)

(Effect of Oxidation of Molten Steel by Air on the Non-metallic Inclusion in Steel, No. 4 Oxidation Velocity of Various Elements During Pit Practice)

Y. Nakagawa, et alius.

日本製鋼所室蘭製作所研究部

前川 静弥○中川 義隆

I. 緒 言

造塊過程における熔鋼の空気による酸化と鋼中非金属介在物との関係については既報 (昭和 29 年秋季および昭和 31 年春季講演大会にて発表) の通りであるが, 茲では引続きおこなった空気による酸化速度に関する 2, 3 の実験結果について報告する。

II. 実 験 方 法

各種所定成分の熔鋼を 35KVA 高周波炉で 2kg 熔解し, これに一定量の空気を送入して一定時間毎に試料を採取し, 熔鋼中の各種成分の酸化状態より酸化反応速度恒数を求めた。

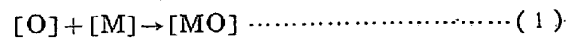
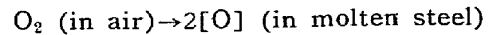
なおこのときの鋼浴表面積は 23.8cm² で空気送分量は毎分 350cc とし, 常にアルミナ製攪拌棒で鋼浴上の酸化物を除去した。また温度測定は予め Pt-PtRh 熱電対温度計と比較検定した光高温計でおこなった。実験鋼浴の成分をつぎに示す。

No. 1:	0.26% C	0.59% Si	1.05% Mn	0.53% Al
No. 2:	0.86% C	0.45% Si	0.57% Mn	
No. 3:	0.55% C	0.45% Si	0.57% Mn	
No. 4:	0.25% C	0.45% Si	0.57% Mn	

P および S はいずれも 0.25% 以下

III. 反応速度恒数の算出

本実験のごとく生成酸化物をたえず反応系外に除去しかつ逆反応の速度をほとんど無視し得ると考えられる場合。



この反応の速度は

$$-dM/dt = k_1[O] \cdot [M] - k_2[MO] \dots\dots\dots (2)$$

また上述のごとき条件下では

$$-dM/dt = k_1[O] \cdot [M] \dots\dots\dots (3)$$

しかして本実験中の酸素圧は一定であるから $k_1[O] = k_0$ となる。したがって (3) 式は

$$-dM/dt = k_0[M] \dots\dots\dots (4)$$

(4) 式より M なる元素について一次反応として k_0 を求めると

$$k_0 = 1/0.4343(t_2 - t_1) \cdot \log M_1/M_2 \dots\dots\dots (5)$$

ただし M_1 および M_2 はそれぞれ時間 t_1 および t_2 における熔鋼中の M なる成分の濃度を示す。

IV 実 験 結 果

i) C, Si および Mn の酸化におよぼす Al の影響

試料 No. 1 は各成分が原子濃度で略々等しい場合であるが, 1600°C および 1520°C におけるその酸化状況ならびに酸化反応速度恒数は Table 1 のごとくである。この結果を要約すると

Table 1. Oxidizing condition of various elements (bath: No. 1)

Temp.	Time (mn)	Oxidizing condition	Composition (%)				$k_0 \times 10^3$			
			C	Si	Mn	Al	C	Si	Mn	Al
1600°C	0	Carbon begins to oxidize Silicon begins to oxidize Manganese begins to oxidize	0.260	0.590	1.050	0.530				0.41
	7.5		0.260	0.590	1.050	0.465	0.72			0.83
	18		0.205	0.590	1.050	0.230	0.72	0.14		3.99
	20		0.195	0.580	1.050	0.170	0.72	0.16	0.12	3.99
	25		0.175	0.570	1.030	0.075	0.69	0.19	0.36	3.92
	30		0.160	0.560	1.000	0.017	0.65	0.26	0.31	
	45		0.110	0.465	0.710	0.002	0.82	1.62	1.19	
1520°C	0	Carbon and manganese begin to oxidize	0.260	0.590	1.050	0.530		0.47		0.71
	4		0.260	0.555	1.050	0.495	0.80	0.55	0.45	2.67
	10		0.200	0.500	0.960	0.330	1.26	0.60	0.50	4.42
	20		0.195	0.400	0.790	0.102	0.69	0.67	0.55	3.90
	30		0.120	0.300	0.640	0.004	0.41	0.80	6.62	4.30
	45		0.100	0.150	0.335	0.002	0.33	1.13	0.85	

Table 2. Oxidizing condition of various elements (bath: No.2~4)

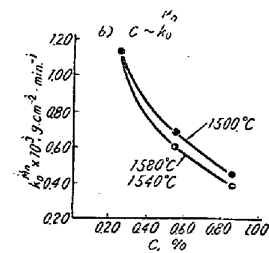
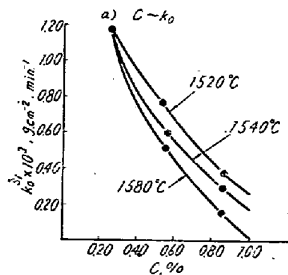
No.	Composition (%)			Temp. °C	k_0^C $\times 10^3$	k_0^{Si} $\times 10^3$	k_0^{Mn} $\times 10^3$
	C	Si	Mn				
2	0.860	0.450	0.570	1480	0.65	0.50	0.56
				1540	//	0.31	0.41
				1580	0.72	0.16	//
3	0.550	0.450	0.570	1500	0.80	1.00	0.90
				1540	//	0.60	0.53
				1580	//	//	//
4	0.250	0.450	0.570	1520	0.73	1.18	1.14
				1560	//	//	//
				1600	//	//	//

イ) 1600°C の高温の場合、Al がまず酸化されてある程度以下になつてからはじめて他の成分の酸化が開始する。また Al の存在によつて他成分の酸化速度は著しくおそくなり、Al の酸化速度に比較して C 以外はほとんど無視し得る程度である。

ロ) 1520°C の低温の場合、Al と Si が同時に酸化を始め、Al が高温の場合より比較的多く存在していても C および Mn は酸化を開始し Si および Mn の速度も高温の場合に比較して数倍となり、また Al が存在しなくなるとその速度を急激に増大するが C は左程顕著ではない。

ii) Si および Mn の酸化におよぼす C の影響

試料 No. 2~4 の場合、各温度における酸化状況およびそのときの酸化反応速度恒数を Table 2 に示す。



Effect of carbon on the k_0

上述のごとく C の存在により Si および Mn 等の酸化が著しく阻害されることは明らかである。したがつて現

場作業において高炭素鋼と低炭素鋼とでは空気の酸化によつて生ずる酸化物がかなり相異なるはずで出鋼時における両者の Si の酸化状況を比較すると明らかに後者の方が著しい。(図省略)

したがつて既報のごとく鋼中に残存する酸化物の量が酸化を受けた全量に比例するという実験結果が現場作業にも適用し得るとすれば、低炭素鋼の場合造塊過程における空気の酸化に起因する酸化物は高炭素鋼の場合に比較して著しく多いことが予想せられる。

V. 結 言

以上現場作業において空気の酸化によつて生ずる酸化物が鋼中酸化物系介在物の原因として影響する割合はそのときの熔鋼組成および温度によつて著しく異なる。これは主として熔鋼成分の酸化速度に大きく影響されるためそれぞれ鋼種に応じた鑄込温度および操作あるいは精錬方法を決定してその影響を可及的軽微とする必要がある。

(訂正：附図上図中 a) C~k₀ とあるは a) C~K₀^{Si} の誤りにつき訂正す)

(87) 下注法に対する一考察

Some Consideration of Bottom Pouring

S. Yabuuchi.

姫路工業大学 藪内清三

下注法における鋼塊中の非金属介在物(主として SiO₂, Al₂O₃) の分布を実際について調査するとそれが鋼塊中に局部的に偏在した各鋼塊の位置によつて異なることがある。この原因ならびに除去について水力学的見地より簡単な一考察を試みた。しかし熔鋼と水とはその流体的特性が相当異なり、また熱の伝導、分布が重大なる要因であるけれどもこの点については改めて実験、考察を試みたい。それで水の場合を考えれば取鍋から出て注入