

2071

- 2) R. F. JOHNSON & J. F. SEWELL: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 196 (1960) 12, p. 414  
 3) 中島, 池田, 上野: 金材技研報告, 6 (1963) 2, p. 77

### (189) 17-Cr 溶鋼の空気酸化について

八幡製鉄, 光製鉄所

太田隆美・大岡耕之・○竹内英磨

Study on Air Oxidation of Molten Steel Containing 17% Cr.

Takayoshi ŌTA, Takayuki ŌOKA and Hidemaro TAKEUCHI.

#### 1. 緒言

出鋼および鑄造中に鋼の空気酸化が起きることは実験的に明らかにされている。鑄造中の溶鋼の空気酸化は非金属介在物、とくに酸化物に質的にも量的にも著しい影響をおよぼすと考えられる。

ステンレス冷延鋼板の表面線状疵には非金属介在物に起因する疵が多い。この非金属介在物が鋼板製造工程のどの工程で生成されるか疑問である。そこでステンレス冷延鋼板に発生する表面疵の調査の一環として、17-Cr 鋼の空気酸化による酸化物の形成について調査した。

さらに溶鋼の空気酸化は、真空脱ガスした溶鋼を空气中で鑄造する場合のガスの再溶解、あるいは連続鑄造中に溶鋼表面にできた酸化物の巻き込みなどに関して考慮すべき問題である。

#### 2. 実験方法

脱酸素元素を含有し、比較的十分に脱酸された溶鋼を 100 kg 高周波真空炉で溶製し、50 kg 溶鋼をアルゴン 100 Torr 雰囲気中で鑄込み、残り 50 kg を空気と接触させて大気中で鑄造した。

アルゴン 100 Torr 雰囲気鑄造した鋼塊(試料符号 V. F. I) と大気鑄造鋼塊(試料符号 A. F. I) の Top および Bottom 部より各種試料を採取して、それぞれ化学成分分析、光学顕微鏡観察、電解抽出-塩素化法による介在物の化学分析および X 線解析、マイクロアナライザーによる個々の介在物の直接分析、真空溶融法による酸素分析を行ない、(1) 化学成分の変化、(2) 酸素および酸化物の変化、(3) 水素、窒素の変化を調査した。

##### 2.1 実験装置および実験試料の化学組成と溶製法

実験装置を Fig. 1 に示す。

SUS-24 に相当する溶鋼 100 kg を真空中で溶解し、 $3 \times 10^{-2}$  Torr で 20 min 間真空脱ガスを行ない、アルゴンを 100 Torr 導入し、成分調整して、アルゴン 100 Torr 雰囲気中で 50 kg を出鋼した。出鋼温度は 1,570 °C である。

つぎに空気を導入し、真空炉体を開放し、30 min 保持し、石英管で試料を採取した。温度は 1,550 °C に保持し大気中で 50 kg を鑄造した。注入時間は約 20 sec、注入温度は 1,530 °C である。

Table 1 に試料の溶製法を示す。

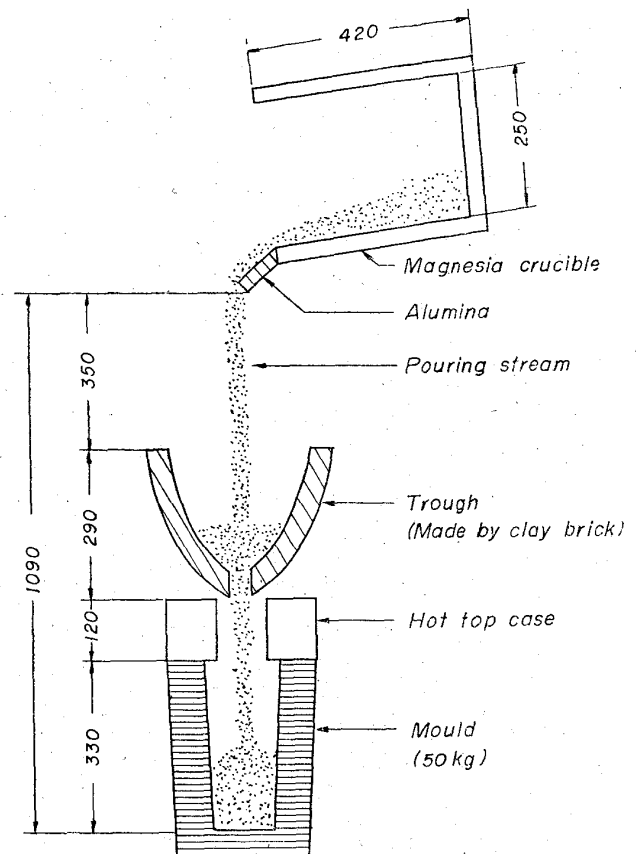


Fig. 1. Experimental apparatus.

Table 1. Melting method of sample.

	Vacuum degassing	Finished period	1/2 Tapping	Furnace open	1/2 Tapping
Pressure (Torr)	$3 \times 10^{-2}$	Ar. 100		Air. 760	
Time (min)	20	45		30	
Tap temp. (°C)			1,570		1,530

Table 2. Variation in the amounts of chemical composition (%).

Charge No.	Teeming	C	Si	Mn	Cr	H*	N*
V.F-59	In argon 100 Torr	0.05	0.46	0.49	16.13	2.2	173
	In air	0.05	0.37	0.35	16.04	4.0	238

\* p. p. m.

#### 3. 実験結果および考察

##### 3.1 化学成分の変化

Table 2 に両鋼塊の化学成分の変化を示す。

Table 2 に示すごとく、Si, Mn, Cr がそれぞれ 0.09%, 0.14%, 0.09% 減少している。

伊藤らの研究によれば<sup>2)</sup>十分に脱酸した溶鋼を酸化性ガスに接触させると、溶鋼の酸素濃度に達する前に溶

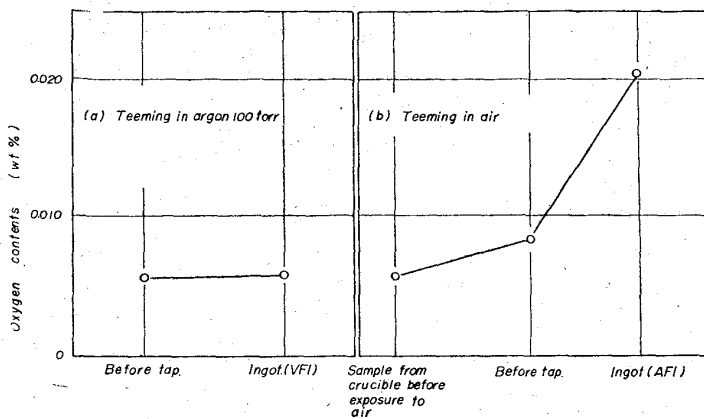


Fig. 2. Variation in the amount of oxygen during teeming.

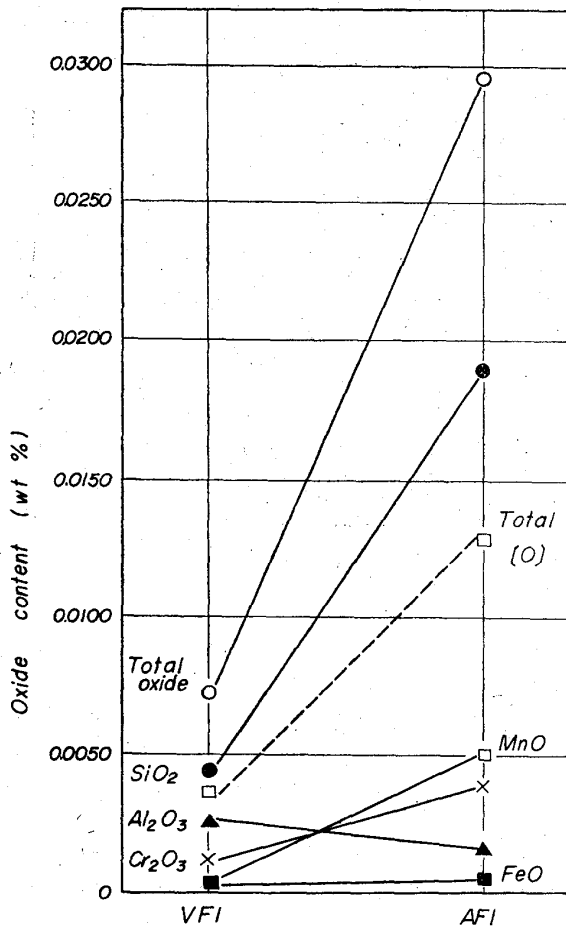


Fig. 3. Variation in the amount of oxide inclusions.

鋼表面に酸化物相が現われることを観察している。

時間とともに鋼中酸素量は増加し、飽和酸素濃度に達する前に酸化物を生成し、酸素濃度は一定に保たれ、合金元素が酸化物増加のため減少するとそれに対応して、酸素溶解度が大きくなるので、再び [O] が増加するという結果を得ている。この結果から合金元素 Si, Mn, Cr の減少は酸化物として消費されたと考えられる。

3.2 酸素および酸化物の変化

真空溶解し、アルゴン 100 Torr 中に铸込んだ鋼塊、および真空溶解し 30 min 間ルツボ中で空気に接触させ、

大気中に铸造した鋼塊の酸素量変化を Fig. 2(a), (b) に示す。

100 Torr アルゴン雰囲気中で铸造した場合、出鋼前ルツボ中の酸素量と鋼塊中の酸素量はほとんど同じである。

一方真空溶解し、ルツボ中で溶鋼を 30 min 空気に接触させ、大気中で铸造した場合の酸素量は Fig. 2(b) に示すごとく約 3 倍に急増している。

ルツボ中の酸素量の増加は 20 ppm であり、注入中に 120 ppm 増加し、酸素量の大部分は注入中に溶解したものである。

Fig. 3 に 100 Torr アルゴン雰囲気铸造 (V. F. I) と大気铸造 (A. F. I) による酸化物系介在物の変化を示す。

全酸化物量は約 4 倍に増加しており、注入中に溶解した酸素が二次脱酸生成物として析出したか、あるいは注入中に生成した酸化物が捲き込まれたためであろう。

Fig. 3 に示すごとく、電解抽出-塩素化法による酸化物系介在物の分析結果によれば、大気铸造鋼塊中の介在物の組成はアルゴン 100 Torr 雰囲気铸造鋼塊にくらべ、 $MnO$ ,  $SiO_2$ ,  $Cr_2O_3$  に富む介在物である。

顕微鏡観察によれば、クロム酸化物を両鋼塊中に見出し得なかつた。

ステンレス鋼造塊時の空気酸化によるクロム酸化物生成におよぼす Si と Mn の影響を調査した辻ら<sup>4</sup>は、Si 量一定の場合 Mn 量が高いほど空気酸化によつてクロム酸化物が生成されやすく、Si: 0.5%, Mn: 0.5% ではクロム酸化物は生成しないという結果を得ており、本実験結果と一致する。

両鋼塊中に観察された介在物を Photo. 1 に示す。

Fig. 4 に両鋼塊の清浄度と大型介在物数を比較して示している。清浄度は Fig. 3 から予想されるごとく、大気铸造鋼塊中で約 2 倍に増加した。アルゴン 100 Torr 雰囲気中で铸造した鋼塊中には Photo. 1(a) に示すような微細な介在物のみが観察されたが、大気铸造鋼塊中

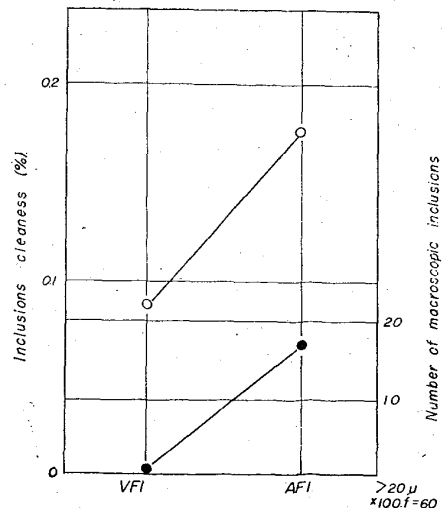


Fig. 4. Variation in the inclusions cleanliness and number of macroscopic inclusions.

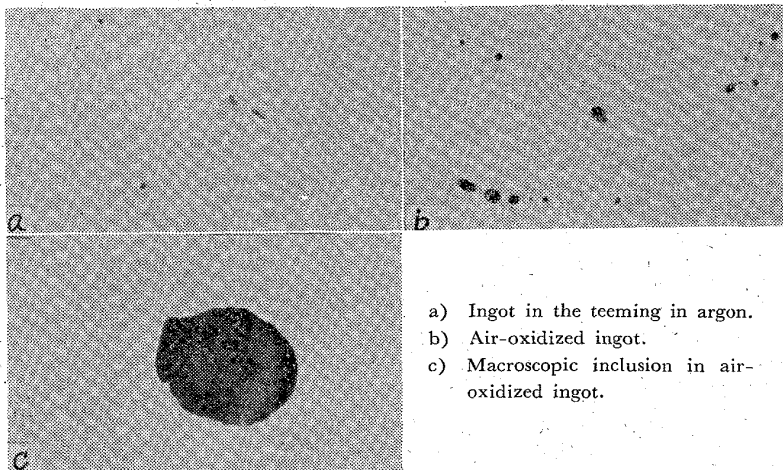


Photo. 1. Typical inclusions and macroscopic inclusion on the polished surface of test specimens.

には Photo. 1(b) のような、 $20\mu$  以上の大型介在物が存在していた。

この大型介在物は Mn-Silicate の中に  $\text{SiO}_2$  が凝集したものと考えられる。

$20\mu$  以上の大型介在物は 400 倍、60 視野中に平均 17 個観察され、空気酸化によつて大型介在物が生成されることは明らかであるが、その構造、生成機構についてはさらに追究する予定である。

### 3.3 ガス成分の変化

[H] と [N] は Table 1 に示したような、注入中に増加し、空気中の水蒸気、窒素が吸収されていることがわかる。

## 4. 結 言

17-Cr ステンレス鋼中の非金属介在物におよぼす溶鋼の空気酸化の影響を光学顕微鏡観察、電解抽出した介在物の化学分析等を用いて調査した結果つぎのようなことがわかった。

(1) 溶鋼を空気中で注入すると鋼中の Si, Mn, Cr が空気酸化のため減少し、 $\text{SiO}_2$ , MnO,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  が増加する。

(2) 酸素量は空気酸化により約 3 倍に、酸化物系介在物量は約 4 倍に増加した。

(3) 大型介在物は空気酸化により生成することを確認した。これは最終成品の表面性状に悪影響をおよぼすと考えられる。

(4) 注入中に溶鋼の酸化ばかりでなく、空気が捲き込まれるため、[H], [N] の吸収があつた。

## 文 献

- 1) 前川, 他: 鉄と鋼, 41 (1955) 6, p. 581
- 2) 伊藤, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 11, p. 1652
- 3) 伊藤, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 7, p. 1252
- 4) 辻, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 10, p. 1983
- 5) 鋼中非金属介在物写真集 (1964), 学振製鋼委編

## (190) 液滴重量法による被覆アーク溶接棒のスラグの表面張力測定について

富士製鉄, 中央研究所

工博 高橋 愛和・工博 岩崎 巖  
○加畑 長・小口 哲夫  
On Surface Tension Measurement of  
Slag from Arc Welding Electrode by  
Drop Weight Method.

Dr. Yoshikazu TAKAHASHI, Dr. Iwao IWASAKI  
Hisashi KAHATA and Tetsuo OGUCHI.

### 1. 緒 言

鉄鋼製錬あるいは溶接などにおいて、溶融スラグの表面張力の果す役割はきわめて大きい。

従来、溶融スラグの表面張力の測定方法として静滴法、輪環法、最大泡圧法などが広く用いられているが、著者らは YAKOBASHVILI らの報告<sup>1)</sup>に準拠して、液滴重量法により被覆アーク溶接棒のスラグの表面張力の測定を試みたところ、この方法は操作が簡単でまた再現性もよいことが明らかとなつたので、ここに測定方法と測定結果の概略を報告する。

本実験は市販の被覆アーク溶接棒を一定温度に保持したタンマン炉で加熱、被覆剤が溶解して心線にそつて滴下する各滴の重量を測定して、表面張力を算出するものであり、溶接棒から溶解・滴下するスラグの表面張力を直接的に測定することができる利点があるが、本法を高炉スラグなどの表面張力の測定に適用するためには、あらかじめ線状のスラグ棒を作成しておく必要があり、この操作については現在検討中である。

### 2. 測定装置ならびに方法

Fig. 1 に示すように一定温度 ( $1350^\circ\text{C} \sim 1500^\circ\text{C}$ ) に保つたタンマン炉に被覆アーク溶接棒を化学天秤に吊下げて挿入し、約 30~50 min 間  $500^\circ\text{C}$  以下の温度で乾燥・焼成したのち 3~20 min 間隔にスラグが滴下するよう

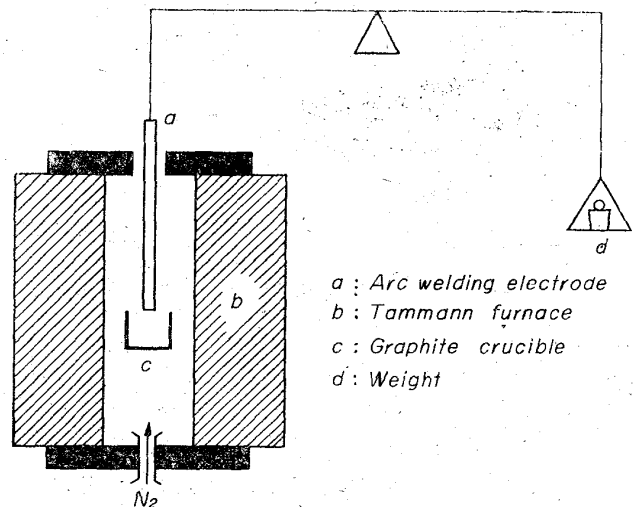


Fig. 1. Apparatus for measuring surface tension by drop weight method.