

(56) 熔解用るつぼ，インゴチズムおよび添加元素の歩留について

(純鉄およびステンレス鋼の真空熔解に関する研究— I)

On the Crucible, Ingotism and Recovery of a Added Elements

(Study on vacuum melting of pure iron and stainless steel— I)

T. Mori, et alii.

京都大学名誉教授 工博 沢村 宏
 " 工学部 工博〇盛 利 貞
 工修 薬師寺正雄
 京都大学工学研究所 工 井上 博 正
 神戸製鋼所研究部 工博 高尾善一郎

I. 結 言

真空中で熔解あるいは鑄造された金属材料の特徴，優秀性に関してはすでに多くの報告があるが，筆者等は高周波誘導加熱真空熔解鑄造装置を用いて純鉄およびステンレス鋼の真空熔解を行い，鋼塊のガス含有量の変化，

鑄型の鋼塊組織，添加元素の歩留などの問題について基礎的な研究を行った。

II. 真空溶解せる純鉄のガス含有量の変化

現在使用されているるつぼ材料は Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 などであるから，金属を長時間熔融状態に保持した場合熔融金属とるつぼとが反応してO含有量が増加するおそれがあり，また増加しないまでも真空熔解の効果が非常に減殺されることが考えられる。この問題に関する従来の報告は使用せるるつぼ材料およびるつぼ焼成方法が異なるため必ずしも一致した結果を示していない。

筆者等はA(輸入品)，B，C(共に国産品)の3種の熔融マグネシア製るつぼを用いて Table 1 に示す成分の電気炉製純鉄を熔解し 10^{-3} mmHg 以下の真空中に 30mn, 1h および 2h, $1600^{\circ}C$ に保持したのち真空中で鑄造し，そのガス含有量ならびに C, Cu 含有量の変化を調査した。Table 2 にその結果を示す。なお熔解量は 1kg である。

A B Cともかなりバラツキがあるが大体においてCは

Table 2. Chemical composition of Pure iron melted in vacuum.

Crucible	Holding time in vacuum (mn)	Chemical composition (%)				
		C	O	N	H	Cu
A	30	0.007	0.0049	0.0043	0.00018	
	//	0.006	0.0039	0.0021	tr	
	60	0.004	0.0017	0.0038	0.00004	
	//	0.004	0.0203	0.0037	0.00007	
	120	0.004	0.0099	0.0034	0.00007	
//	0.006	0.0285	0.0040	0.00006		
B	30	0.006	0.0103	0.0027	0.00010	0.010
	//	0.008	0.0077	0.0030	0.00004	0.007
	60	0.004	0.0262	0.0035	0.00005	0.008
	//	0.003	0.0072	0.0033	0.00006	0.008
	120	0.003	0.0184	0.0041	0.00009	0.009
//	0.004	0.0178	0.0038	0.00006	0.006	
C	30	0.005	0.0063		0.00009	
	//	0.015	0.0073		0.00010	
	60	0.006	0.0073		0.00007	
	120	0.005	0.0104		0.00008	

30mn で 0.005~0.008%，1h で 0.004% と減少するが，それ以上真空中に保持してもほとんど変化しないようである。この傾向は Cu, H の場合にも認められる。O含有量は 30mn では 0.01% 以下に減少するが，それ以後次第に増加するようである。本研究は単なる真空再熔解であるから，C添加あるいは H_2 ガス導入による還元精錬を行えばO含有量をさらに低下せしめ得ると考えられる。またNについてはすでに多くの文献に報告されているごとくHとは異なり，Sievertsの法則には支配されず，C添加を行つてCOガス発生によるboilingを起さなければ脱Nは望めないようである。以上ABCいずれのるつぼも実用上大差ないことを認めた。

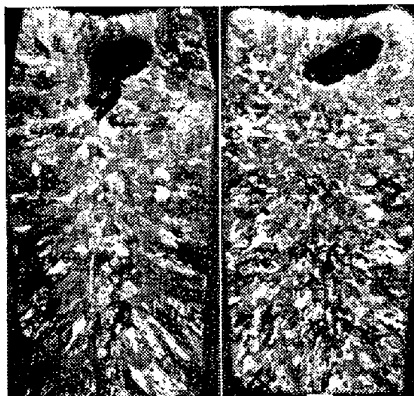
III. 鋼塊組織におよぼす鑄型の形状および鑄造温度の影響

最初肉厚の大なる鑄鉄製鑄型および高アルミナ質の押湯枠を使用した，その鑄塊断面をみると収縮孔が相当深くまで達しており，押湯の効果が認められなかつた。そこで薄肉の軟鋼製鑄型ならびに押湯枠を用い純鉄を $1570^{\circ}C \sim 1650^{\circ}C$ で鑄造した。そのマクロ組織を Photo. 1 (a), (b) に示したが鑄造温度には関係なく収縮孔は押

Table 1. Chemical composition of pure iron (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al		N	O	H
								Sol.	Insol.			
0.025	0.09	0.013	0.015	0.007	0.022	tr	0.004	0.002	0.002	0.0045	0.0185	0.0002

湯部におさまっている。また Photo. 1 (c) は A.I.S.I. I. 316L ステンレス鋼, Photo. 1 (d) は A.I.S.I. 304 L ステンレス鋼の鑄塊断面である。後者は鋼製の押湯枠を使用したか、いずれも鑄塊歩留は良好であり鑄型および押湯枠改良の効果があらわれたものと考えられる。



(a) Pure iron cast at 1570°C (b) Pure iron cast at 1650°C



(c) A.I.S.I. 316L stainless steel. (d) A.I.S.I. 304L stainless steel.

Photo. 1. Macrostructure of ingot.

IV. 真空熔解における各種添加元素の歩留

Table 1 に示す成分の純鉄浴に Al, As, Si および N を添加した場合の各添加元素の歩留を調査した結果 Al は 70~100%, As, Si は 100% の歩留を示し, N については N_2 ガスを導入し約 10mmHg の N_2 雰囲気中で Fe-N を添加したにもかかわらず, その歩留は 40% にも達していない。 N_2 圧をさらに高くするか, あるいは N_2 雰囲気に長時間保持して N を溶解せしめるか今後検討する必要がある。なおこの実験に使用した添加元素の品位は Al 99.99%, As 99.9, Si 99.7%, C 分光分析用電極黒鉛である。

つぎに真空熔解せるステンレス鋼の機械的性質を研究するに先立つて, 目標成分のステンレス鋼を熔製するた

めの基礎的研究として A.I.S.I. 304, 304L, 316, 316 L, 321, 321 L, 347, 347 L の 8 種のステンレス鋼について各成分の歩留を検討した。

その結果 C については, 純鉄中の O および純鉄, フェロクロム中の C を考慮して 0.08% を狙えば 0.02% 程度に減少するという予備熔解の資料に基づき, さらにその不足分に相当する C を加えた量を配合したところ, ほぼ目標通りの分析値が得られた。 Mn は目標値の 125%, Si は 110% を配合し, 添加に先立つて雰囲気を A 20mmHg として蒸発を抑制したが, このような方法をとれば歩留は相当高く, Mn は 105% 程度添加すればよいように思われる Si, Ni, Cr, Mo, Ti および Nb などは多少のバラツキはあるにせよ添加後短時間内に鑄造すれば, ほぼ目標通りの値が得られることがわかった。なお Cu は原料純鉄に比してあまり減少していないが, これはフェロクロム中の Cu (0.11%) に帰因するものと考えられる。

V. 結 言

以上真空熔解に関する基礎的事項について述べたが, 研究結果を要約すればつぎのとおりである。

- 1) 3 種類の熔融マグネシアるつぼを用いて純鉄を真空中に熔融保持した場合, ガス含有量の変化はすべて同様の傾向を示し, 30mn 保持でガス含有量は相当減少する。
- 2) 薄肉の軟鋼製鑄型および高アルミナ質押湯枠を使用すれば, 鑄造温度に関係なく鑄塊歩留が上昇し健全な鑄塊が得られる。
- 3) 各種添加元素の歩留を検討した結果, ほぼ任意の目的成分のステンレス鋼を熔製することができた。

(57) 塩基性弧光炉の酸化期における鋼中水素の挙動

(熔鋼中の水素の挙動について 一Ⅲ)

On the Behavior of Hydrogen in Molten Steel through the Oxidizing Period of Basic Electric Arc Furnace Process

(On the behavior of hydrogen in molten steel 一Ⅱ)

T. Sugiyama, et alii.

大同製鋼研究所 工 永 田 重 雄
星崎工場 工 滝 波 敏 一
研究所 工〇 梶 山 太 郎