

いるがこれらからみて機械的性質に影響をおよぼすのは本質的に鍛造、熱処理過程であり真空鑄造によつていちじるしく向上せしめることは期待できないにしても普通鋼に比較して均一化されていると言えよう。

V. 超音波試験におよぼす影響

製造工程における欠陥の早期発見と製品の検査に超音波試験が行われている、透過性、欠陥反射などから3等

Table 1. Ultrasonic tests of the vacuum and air casting steel (Ni-Cr-Mo steel)

Grade	V. C. (Sept. to April.)	A. C. (Oct. to Jan.)	A. C. (May to sept.)
A	100%	83%	70%
B	0%	2%	6%
C	0%	15%	24%

級に分けAは同試験からみて品質を保証し得るもの、Cは不良もしくは工程進行を保留すべきものに属する。鑄込条件による相違が歴然と現われ真空鑄造は超音波試験に関してはほぼ絶対的である。

VI. その他の影響

押湯部の凝固面は真空鑄造では凹形となりしかも収縮引けが浅くなる。V状をなすものは望ましくないが大気中で鑄造した鋼塊には現出し勝ちであり10~20%歩留りが向上される。また鋼塊が大きくなるにしたがつて中心部の多孔性が顕著になる。ロール材製造において中心孔穿孔の際検鏡によつて認められあるいは超音波試験によつて存在が確められる。以前4t以上の鋼塊には10%以上の発生率をみたが鑄型、押湯の設計および水冷定盤使用によつていちじるしく減少せしめた。しかし完全に防止するとは断言できない。これに対して真空鑄造鋼には出現せず二次パイプを減少させ正常凝固と押湯効果を確実にするということができる。

従来は白点の生成を防止するために鍛造工程に続く焼鈍に多大の犠牲を払っていたがNi-Cr-Mo鋼につき1/2に短縮して試験したが欠陥を生じなかつた。大気中におけるものはしばしば短縮を計つたが好結果を得られなかつた。Cr鋼についても30%短縮し試験を実施している。その他鑄造条件による偏析、組織の影響を観察している。

V. 結 言

真空鑄造の実用化に成功し品質的に予想以上の利益が齎された。真空処理は製鋼過程に新しい分野を開拓するものと考えられる。全面的に同法を採用するため排気系に若干の増加、改造を加え真空槽の増加によつて連続数本の鋼塊を鑄込み得るよう次期計画を進めている。

(54) 鋼の真空熔解鑄造に関する研究 On the Vacuum Melting and Casting of Steel

S. Maekawa, et alii.

日本製鋼所室蘭製作所研究部

理博○前川静弥・理 中川義隆・曾我政雄

I. 緒 言

研究部に設置された実験用小型真空熔解鑄造装置を使用して真空および大気熔解せる鋼塊の特性を比較検討しているが、ここでは数種の炭素鋼について行つた結果の概要を報告する。

II. 装置の概要

- 1) 名 称…外熱式真空熔解鑄造装置
- 2) 主要部
 - i) 25KW 真空管式高周波発振装置
 - ii) 真空熔解装置
 - iii) 操作台

(図および写真省略)

発振はサイクロン方式により出力を調製し零より25KWまで連続的に行うことができ、熔解量は最大5kg操作はすべて操作台によつて運転が可能で真空度は 1×10^{-5} mmHg、材料が熔けるまで 1×10^{-2} mmHg、熔解後は 1×10^{-3} mmHg、所要時間はもちろん鋼種によつて異なるがおおむね3時間である。

III. 試 験 結 果

まず真空熔解時における諸現象の基礎資料を得る目的でC量の種々異なる炭素鋼を熔製し、さらにその鋼塊と同一成分で大気熔解せる鋼種との比較の一例を述べる。

1) 真空および大気熔解せる各種成分歩留をTable 1に示す。

すなわち、低圧のためC-O平衡関係が移動し、CはOと反応するためいちじるしく低下し、その傾向は特に最初装入材料中のO量の多い場合にいちじるしい。またSiは真空熔解では減耗がないが、大気熔解では酸化して減耗がはなはだしい。Mnは蒸発し易いため真空熔解時損失が大である。

2) 各種ガスの差異

各種ガスの差異をTable 2に示す。

真空熔解せるものの H_2 と O_2 とはきわめて低値で大気熔解の場合の1/10程度以下で、また N_2 は大気熔解の場合の1/3程度である。

3) 非金属介在物および結晶粒度

サンド分析、顕微鏡的介在物、および結晶粒度、測定

Table 1. Yields of various elements.

Kinds	mark	Content of products. (%)	Yields (%)				
			C	Si	Mn	P	S
Vacuum melting	V 1	0.04	27.0	83.5	28.0	100.0	89.0
	V 3	0.23	66.0	100.0	27.0	//	68.0
	V 5	0.45	64.5	100.0	33.5	//	76.0
	V 7	0.60	75.0	100.0	37.4	//	100.0
	V 9	0.89	89.0	100.0	21.3	//	100.0
Open-air melting	O 1	0.06	100.0	15.0	48.0	//	70.0
	O 3	0.25	71.1	64.0	55.6	//	76.0
	O 5	0.40	71.5	78.2	61.6	//	88.2
	O 7	0.61	81.4	81.0	65.4	//	53.0
	O 9	0.79	75.0	64.0	64.0	//	100.0

Table 2. Gas analyses in ingots.

Kinds	mark	H ₂ p. p. m.	O ₂ p. p. m.	N ₂ p. p. m.
Vacuum melting	V 1	0.2	3	31
	V 3	0.2	10	31
	V 5	0.3	13	22
	V 7	0.7	2	28
	V 9	0.2	3	11
Open-air melting	O 1	1.6	236	92
	O 3	3.0	249	154
	O 5	2.3	97	123
	O 7	2.4	62	87
	O 9	1.8	76	48

いるが、硫化物系介在物は大気熔解の場合と比較して大差ない。また結晶粒度にはあまり顕著な差異は認められない。

4) 鋼塊のマクロ組織、サルファプリントおよび機械的性質

鋼塊縦断面のマクロ組織、サルファプリントは両者とも大差はないが、真空熔解せる鋼塊は大気熔解のそれと比較して微少亀裂、ブローホールなどがほとんど存在しない。また鋼塊を鍛造後、機械的性質を比較した結果、真空熔解せるものはいずれも高値となり特にC量の低い鋼種の衝撃値においてその差がいちじるしい。その一例を Table 4 に示す。

の結果を Table 3 に示す。

(写真省略)

真空熔解せるものの酸化物系介在物は極端に減少して

Table 3. Nonmetallic inclusion by chemical and microscopic, and size of grains.

Kinds	mark	Oxide by hot H ₂ SO ₄ method (%)					Inclusion area to back ground (%)		size of grains
		Total (×10 ⁴)	composition				type A	type C	G. No.
			SiO ₂	FeO	MnO	Al ₂ O ₃			
Vacuum melting	V 1	38	28.6	4.8	—	66.2	0.002	0.025	5.0
	V 3	30	26.3	9.0	—	64.3	0.030	0.030	3.0
	V 5	52	31.9	3.4	—	64.3	0.040	0.030	5.3
	V 7	36	40.0	5.0	—	54.6	0.063	0.009	5.0
	V 9	59	48.7	5.4	—	45.5	0.066	0.046	5.0
Open-air melting	O 1	520	66.4	1.4	10.8	21.0	0.014	0.338	4.5
	O 3	383	85.6	1.4	3.2	9.3	0.035	0.219	4.0
	O 5	164	79.5	3.2	1.9	15.0	0.059	0.094	4.5
	O 7	134	69.8	5.9	2.2	22.0	0.090	0.142	4.3
	O 9	95	54.6	7.0	1.4	36.5	0.046	0.094	4.8

Table 4. Impact value (charpy)

Kinds	Vacuum melting					Open-air melting					
	mark	V 1	V 3	V 5	V 7	V 9	O 1	O 3	O 5	O 7	O 9
I(c) kg - m/cm ²		33.3	13.1	4.1	2.6	1.1	18.0	6.2	3.4	2.5	1.1