

株式会社 日本製鋼所 室蘭製作所 研究部 工博 谷口晃造 ○北村和夫
本店 開発本部材料研究所 広田 謙

1. 緒言

近年、発展を遂げている耐熱合金の大部分は析出強化元素として、 γ' 相を形成するTi, Alを添加することにより高強度化がはかられている。Ti, Alは活性金属であるため従来VIM-VAR方式による製造が一般的であったが、鑄塊の歩留および内部品質の向上さらには異形材の製造が可能といった点ではVARよりも、むしろESRの方が有利であることから、この際問題となるTi, Alの成分管理に関してスラグ組成を主眼としたESR条件の検討をおこなったので報告する。

2. 試験方法

i) 10KVAの小型交流ESR炉により、いわゆる耐熱鋼ではないがTiの成分管理が問題となるSUS321 (Σ Alが0.047%と0.091%の2種類)の電極でTable1に示す各スラグ種を用いて溶解した。雰囲気は大気で、電極径は15mm ϕ 、モールド内径は30mm ϕ である。ii) 次に576KVAの中型交流ESR炉によりTi, Al量に関してA-286を想定した電極およびTable1のType Dを改良したスラグ (Table2)を用いAr気流雰囲気下で溶解した。電極径140mm ϕ 、モールド内径260mm ϕ 、平均溶解速度77.1kg/hrである。

3. 試験結果

Fig. 1は小型ESR炉での試験結果を示す。TiO₂を使用しAl₂O₃ freeとしたSlag Type Dでは操業の不安定なB部を除いてTi歩留が電極のAl量の増加とともに100%に近づく、すなわち酸素平衡がAl支配となる。また鑄肌性状、マクロ組織、溶解の安定性においても良好である。Fig. 2は中型ESR炉での試験結果である。スラグは先のTypeD改良型でTiO₂を20%とすることによりTi酸化の抑制強化と電気抵抗の増大による溶解のいっそうの安定化を意図している。Ti歩留はほぼ100%でAlの酸化ロスも均一である。なおAl₂O₃量が5%を越えた時期に相当する鑄塊位置から完全なno-slag skinになった。

4. 結言; 本試験結果から析出強化型耐熱合金のESR法として CaF₂: CaO: TiO₂: (Al₂O₃)スラグを用い電極のAl量を高目にするのが有効であると判明した。なおNはESR中に変化せず、VIMで極力低減した電極の製作が必要である。

Table1. Chemical Composition of Slags

Type	CaF ₂	CaO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Others
A	95	5			
B	50		25	25	
C	50		21	21	MgO 8
D	60	30		10	

Table2. Chemical Composition of Electrode and slag

Electrode	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti
Top	0.04	0.66	0.54	0.005	0.013	0.320	2.99
Bottom	0.04	0.70	0.56	0.005	0.011	0.385	3.21

Slag Composition: CaF₂=50, CaO=30, TiO₂=20

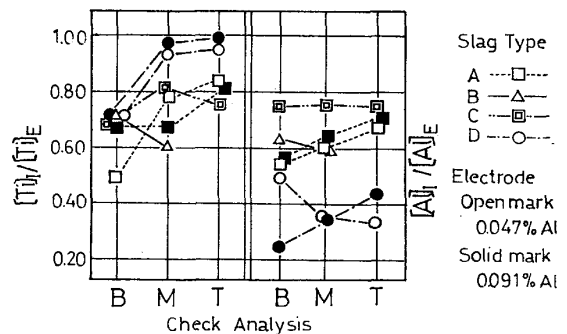


Fig.1 Yield of Ti and Al for each ESR ingot

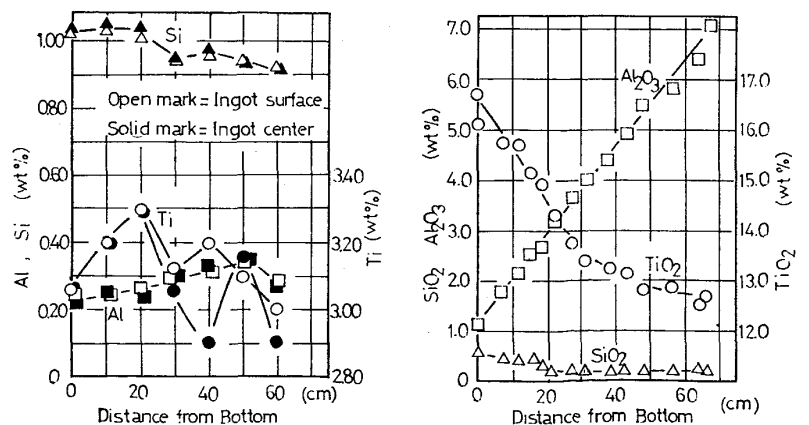


Fig.2 Distribution of Ti, Al, Si and change of slag composition