

(183) 大型ESR鋼塊におけるV状偏析線生成機構の一考察

新日本製鉄(株) 八幡製鉄所 技術研究室 広瀬 豊, ○大河平和男, 副島 薫

I 緒言

大型ESR鋼塊内に発生するV状偏析線を防止する方法として, 先にミスト冷却による冷却強化法を考案し, 溶解速度を低減することなく, V状偏析線の発生が防止出来ることを報告した。¹⁾ ESR鋼塊の偏析線がV状を呈する機構と偏析線の生成する臨界条件について, これまでの研究結果と比較し, 考察した。

II 考察

ESR鋼塊の凝固時における偏析線発生域近くでの凝固の特徴として,

a)凝固前面がV状を呈すること, b)凝固前面に大きな温度勾配があること以上2点が, 通常鋼塊との大きな相違点として上げられる。したがって生成機構の差もこの点から発するものと考えられる。

II-1 偏析線がV状を呈する機構

Photo.1 には著者らが観察した偏析線¹⁾を, ピクリン酸飽和水溶液によりエッチし, テンドライト組織とともに示した。偏析線の発端は樹間にあり, 斜め上方の樹間の濃化溶鋼を順次統合して成長していることが観察される。テンドライトの方位は水平に対し45~50°とばらついており方位の不整合により一次の樹間が異常に大きくなる点が生じ, このような点が偏析線の発端になると考えられる。偏析線浮揚の起動力は, 樹間の濃化溶鋼と周辺の鋼浴との密度差であり, これは特にC等の軽元素の濃化度と温度により変化するはずである。シュミレーション結果によると溶鋼プール内にはFig.1に示すとき温度分布があるものと予測されるので, V状を呈する機構は, Fig.2の模式図に示すように考えられる。

つまり特に大きな樹間に端を発し, 浮上開始した濃化溶鋼は隣接する樹間の濃化溶鋼を統合しつつ浮上するが, 浮上とともにC等の軽元素は拡散逸出し, 密度が増大すると同時に, 周囲の溶鋼の密度は浮上にもなる温度上昇とともに低下し密度差が小さくなり, 浮力を失い停滞しつつ成長していく。したがってその成長方向(θ_g)は濃縮溶鋼の浮上速度(V_f)の凝固前面に平行なベクトル($V_{f,p}$)と凝固前面の進行速度(R)とのベクトル和の方向になる。さらに浮上速度の凝固方向ベクトル($V_{f,R}$)は偏析線の広がり, すなわち偏析線の太さを支配するものと考えられる。

II-2 偏析線の生成する臨界条件の従来の研究結果^{2,3,4,5)}との比較

偏析線生成を抑制する臨界条件をTable 1にまとめて示した。

田代らの臨界条件がESRでも適合することがわかった。凝固遷移層の厚み(X_r)が40mm以上では樹間の間隙が大きくなるとともに, 溶質濃化が進行し, 十分な浮揚力が得られるものと考えられる。

- 文献 1) 広瀬, 大河平, 副島; 鉄と鋼 62(1976) 11 S.501
 2) 田代, 轟木, 木村 ; " 57(1971) 9 P.1479
 3) 鈴木, 宮本 ; " 63(1977) 1 P.53
 4) 原, 舟崎, 谷口 ; " 62(1976) S.97
 5) T.Niimi et al; Proc. 4th. Int. Symp. on ESR Tokyo '73 P322



Photo.1 Primary structure and ghost line

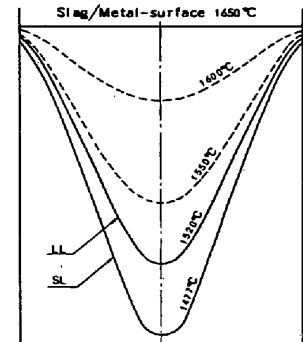


Fig.1 Calculated temperature distribution in liquid steel pool

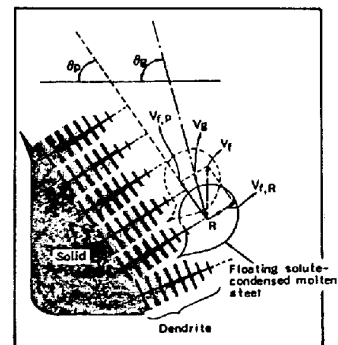


Fig.2 Schematic representation of the growth of V-segregation streaks

Table 1 Comparison of the critical conditions suppressing occurrence of ghost line

Ingot or ESR	Ref	Critical condition	T. Niimi ^{*)}	Present work
Ingot	2) Tashiro	1) $X_r \leq 4.0 \text{ cm}$ ($C = 0.2 \sim 0.9\%$)	~4.1cm	4.0 cm
	3) Suzuki	2) $\epsilon > 0.75 R^{-1.1}$	$\epsilon = 2.4$ $R = 0.158$	$\epsilon = 0.6$ $R = 2.44$
ESR	4) Hara	3) $\theta_p \leq 45^\circ$?	52.5°

* Ghost line is not yet completely suppressed.