

(140) 大型介在物の生成機構に関する2,3の考察

(キルド鋼中大型介在物の生成機構について——Ⅵ)

富士製鉄 中央研究所 ○満尾利晴 堀籠健男 北村征義

1 大型介在物が鋼塊底部に発生する機構 第Ⅴ報で述べた如く、低温注入鋼塊は高温注入に比較し鋼塊底部の粘稠層の発達が凝固初期からきわめて著しい。又、第Ⅶ報で述べる如く、凝固過程の直接测温結果によると、低温注入の場合、注入直後より鋼塊上下各位置とも殆んど温度差はなく液相線温度約1520°Cを示し、過熱は認められない。一方、高温注入の場合は上下各位置とも約6~8分持続する過熱が明瞭に認められる。このことから低温注入の場合、特に鋼塊底部は、冷定盤・冷鋳型による奪熱もあつて、より多量の結晶片が速やかに晶出し、固液共存領域つまり——→粘稠層の発達が急速なので、鋼塊底部の溶湯中に存在していた介在物は浮上分離するいとまがなく捕捉され、一方、高温注入の場合は、注入終了後過熱状態にあり粘稠層の発達も遅いので浮上分離したものと推測される。

2 大型介在物の分布について 前述した如くR-I分布における隅角部の軌跡は、柱状肥大晶と自由晶との境界にほぼ位置している。ということは、この境界が形成される時期においてこの深さまではR-Iの到達すなわち熱対流によるfluid flowが常にあるということである。この熱対流速度についてはCole等が純金属が凝固する場合について理論計算している。筆者等は、低温注入6トン鋼塊の凝固過程の测温結果にもとづき、温度降下は凝固層前面のみで起るなどの若干の仮定をおき、固液共存の凝固区間を有する合金が凝固層前面に結晶片を晶出しながら凝固する際の熱対流速度について計算した。いま無限垂直凝固平面を考え、垂直方向をZ軸、水平方向をX軸にとる。凝固層前面の晶出片をとまなう流体について次の熱流動、運動量、物質収支の3方程式がなりたつ。

$$V_L \rho_L C_p \Delta T + \frac{d}{dx} \int_0^{\delta_T} L \rho_S S(x) V_z(x) dx = K_L \left. \frac{dT_L}{dx} \right|_{x=0} + L \rho_S R \frac{d}{dz} \int_0^{\delta_T} (\rho_L C_p (1-S(x)) + \rho_S C_p S(x)) (T_L(B) - T_L(x)) V_z(x) dx \quad (1)$$

$$g \int_0^{\delta_T} (\rho_L \alpha_L (1-S(x)) + \rho_S \alpha_S S(x)) (T_L(B) - T_L(x)) dx + g \rho_S \int_0^{\delta_T} S(x) dx = \frac{d}{dz} \int_0^{\delta_T} (\rho_L (1-S(x)) + \rho_S S(x)) V_z(x) dx + \mu \left. \frac{dV_z}{dz} \right|_{x=0} \quad (2)$$

$$\rho_L V_n = \rho_S R + \frac{d}{dz} \int_0^{\delta_T} (\rho_L (1-S(x)) + \rho_S S(x)) V_z(x) dx \quad (3) \quad \text{ここで、} \Delta T = \text{Bulk と凝固層前面との温度差、} V_z(x) = \text{境界層内の位置 } x \text{ における垂直方向流速}$$

V_n = 境界層へ向う水平方向の流速 V_{mean} = 境界層内の垂直方向平均速度 $S(x)$ = 境界層内の位置 x における晶出結晶片の固相率 $T_L(x)$ = 境界層内の位置 x における温度 $T_L(B)$ = Bulk 温度 δ_T = 温度境界層の厚さ ρ = 鉄の比重 C_p = 比熱 L = 凝固潜熱 R = 凝固速度 K_L = 溶鉄の熱伝導率 α = 熱膨張係数 β = 相変態にもとづく膨張係数 μ = 粘性係数 ν = 動粘性係数 G_L^0 = 凝固界面における温度勾配 g = 重力の加速度

(1), (2), (3) 式を2,3の仮定をおいて解き、 ν , G_L^0 , R , H (高さ) をパラメーターとして各条件の場合の δ_T 及び V_{mean} を求めた。その一例を図1,2に示す。つまり、かなり早い下降速度を示している。以上の結果により鋼塊の底部に関しては側面からの柱状晶が成長している期間は、その位置の凝固層前面にはかなりの

の速度の熱対流があるということになる。すなわち、柱状晶帯に大型介在物が少ない理由は、柱状晶が形成される時期においては常にその凝固層前面は熱対流が存在するので、介在物はそのfluid flowにより運ばれ、凝固層に捕捉されにくいと考えられる。

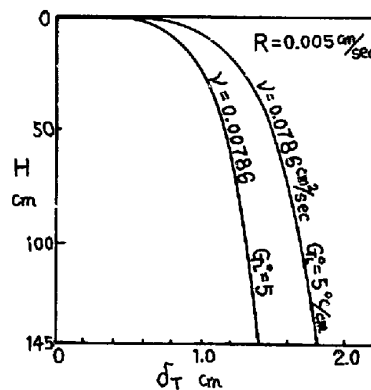


図1 温度境界層の厚さと高さとの関係

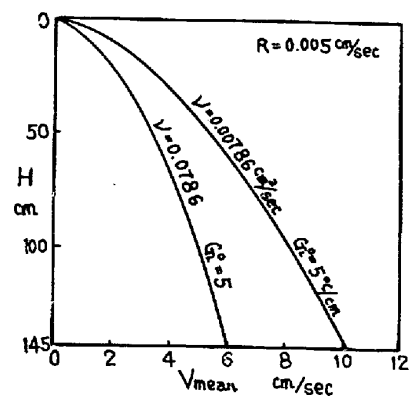


図2 平均速度と高さとの関係