

(243) 流動による鑄塊内成分負偏析におよぼす凝固組織の影響

(流動下における凝固現象 - 3)

日本鋼管(株)中央研究所 ○北川 融 水上秀昭 工博 川上公成

1. 緒言 電磁攪拌等により凝固しつつある鑄塊の未凝固部に流動を与えた場合、生ずる負偏析帯(以降WBと略称)内の成分分布の特徴に基づき鋼中炭素濃度によるWB内負偏析度の差異を前報¹⁾²⁾では定性的検討を行った。本報ではWB内負偏析度に及ぼす炭素濃度の影響およびWB内成分分布の解析結果を報告する。

2. 検討結果・考察 前報の実験で% C = 0.04~0.6の炭素鋼を攪拌流速U = 65cm/secで攪拌した場合に得られたWB内炭素濃度分布の一例をFig.1に示した。この図でEMS-onとして示した攪拌開始時期直後においてWB内負偏析度は最大となり以降負偏析度は低減し、EMS-offで示した攪拌終了とともに初期濃度に急激に回復する。一方、低炭素鋼は高炭素鋼に比べWB内の負偏析は著しい。この現象は短時間の攪拌で生じたWBの分析(Fig.1の最大負偏析度に相当する²⁾)にもとづき指摘されており負偏析度を記述する実験式も提案されている。²⁾³⁾⁴⁾ これらの式には凝固条件として凝固前面の進行速度、Vsolが攪拌流速、Uとの比U/Vsolの形で示されている。1/Vsolをデンドライト一次アーム間隔、S_Iが(1)式で記述されるとしてS_Iにより表わすと(2)式が得られる。

$$S_I = A_I \bar{V}^{n_I} \quad (1) \quad 1/V_{sol} = \alpha + \sqrt{\beta + r S_I^{1/n_I}} \quad (2)$$

ここでVは平均冷却速度でA_I, n_Iは鋼種により決まる定数、またα, β, rは冷却条件および鋼種により決まる定数である。T. Edvardsson⁵⁾等により報告されているA_I, n_Iおよび前報の実験で求めた固、液相線の凝固定数を(2)式に代入し(3)式²⁾により炭素のWB内偏析度を低炭素、高炭素鋼に対しデンドライト一次アーム間隔をパラメータにして計算した結果をFig.2に示した。

Ke = 1 - a(1 - k₀)(U/Vsol) (3) ここでKe, k₀はそれぞれ実効分配係数、平衡分配係数またaは低炭素鋼に対し7.0×10⁻⁴、高炭素鋼に対し4.8×10⁻⁴である。Fig.2から同一S_Iに対しWB内最大負偏析度は炭素濃度に依存しないこととなり、WB内最大負偏析度の炭素濃度および凝固速度依存性は凝固組織の変化にもとづいていいると考えられる。一方、Fig.1の% C = 0.57鑄塊の攪拌による凝固組織の変化をFig.3に示した。この図には柱状晶の主軸に垂直な断面の凝固組織もそう入したがFig.1のWBの幅中央部の炭素の負偏析度、% C/% C₀ = 0.89は鑄塊チル面から11 mmの部分の最大負偏析度の(3)式による推定値と一致することを考えるとS_Iが同じであれば攪拌による樹間の洗浄効果は変化しないことが推定される。

3. 参考文献

- 1), 2) 北川ら; 鉄と鋼, 68(1982), S876, S877
- 3) 佐々木ら; 鉄と鋼, 65(1979), 60
- 4) 高橋ら; 鉄と鋼, 61(1975)2198
- 5) T. Edvardsson et al.; Metals Sci, 10(1976)298

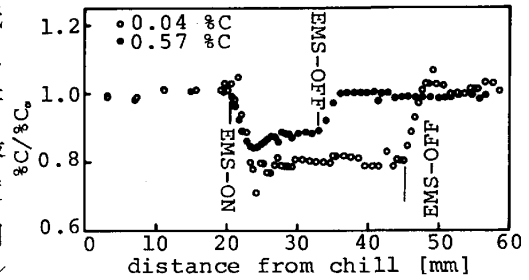


Fig. 1 Carbon distribution across white band.

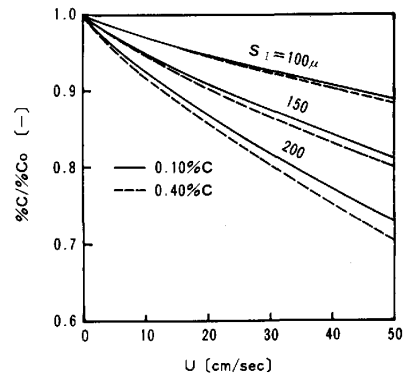


Fig. 2 Different segregation behavior in middle and high carbon steels caused by stirring can be consistently explained using dendrite arm spacing

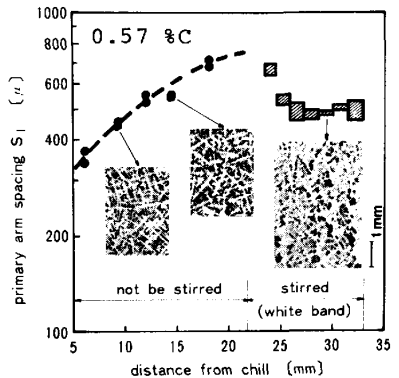


Fig. 3 Change of primary dendrite arm spacing caused by stirring of molten steel.