

(99) 連続鋳造凝固の中心偏析の生成機構

北海道大学工学部 ○高橋 忠義 工藤 昌行

緒言. 連鋳凝固における中心濃厚偏析およびそれに隣接する負偏析の生成現象について以下のような考察を行ない, その生成機構にもとづいた解析を行ない, 中心偏析と負偏析の相互関係を追求した。

周囲から発達したデンドライトが中心域で部分的に連係を有する程度に凝固が発達したクレータ先端領域で, バルジングを受け, それがロールで矯正されると未凝固状態のデンドライト間隙を有する中心域の結晶は相互に入りくみ, 鋳片が下方に移行するにつれて, 中心域でのデンドライトは下部中心方向に曲げすべりを受け, その結果デンドライト間隙は相対的にせばめられて密となり, その分だけ間隙内の濃縮溶液が絞り出される。その濃縮液はそれに続いて生じるバルジングの結果形成される下方中心部の間隙に吸引作用と共に容易に侵入し, これが中心偏析となる。したがってその濃度は中心域近傍のデンドライト間隙の濃度と近似することになる。また絞り出しの影響を受けた中心偏析近傍は溶質含有の低いデンドライトで密になるため相対的に負偏析傾向を示すことになる。

方法. 中心偏析の濃度は絞り出されたデンドライト間隙内の濃化溶鋼の濃度と近似することから, 凝固遷移層内のある固相率までの液相が絞り出されて中心部で均一化し, それが中心偏析の濃度であるとすると, そのときの平均液相濃度は次式で与えられる。
$$\bar{C}_L = (\bar{C}_1 f_1 + \bar{C}_2 f_2 + \dots + \bar{C}_x f_x) / (f_1 + f_2 + \dots + f_x) \quad (1)$$
ここで \bar{C}_x, f_x は遷移層内の固相率が直線的に変化するとして, 遷移層の長さを等分割した x 番目のエレメントの平均液相濃度と液相率を示す。さらに中心偏析近傍の負偏析の程度は絞り出し作用を受けたところの溶質含有の低い固相の増加割合(δf_x)によって決定される。
$$C_s = \bar{C}_L (f_1 + f_2 + \dots + f_x + \delta f_x) - \bar{C}_L (f_1 + f_2 + \dots + f_x) \quad (2)$$
ただし $\bar{C}_s = (\bar{C}_1 f_1 + \bar{C}_2 f_2 + \dots + \bar{C}_x f_x) / (f_1 + f_2 + \dots + f_x)$ である。 \bar{C}_x, f_x は x 番目のエレメントの平均固相濃度と固相率を表わす。(1),(2)式によって中心偏析濃度と負偏析濃度との相互関係が示され, この式を用いて計算した値と, デンドライトが比較的によく成長し, 中心偏析幅が 3mm 前後の中心偏析濃度と負偏析濃度の実測値との比較を行なった。これを表1に示す。

結果および考察. (1) f_x を $0.6\sim 0.7$, δf_x を $0.05\sim 0.1$ として得られた計算値の平均と各社の報告値はほぼ一致し, 絞り出し作用は凝固遷移層の $S_p^{(1)}$ 付近まで及ぶことが知られる。(2)中心域まで主として柱状デンドライトが存在する場合には, ロールで曲げを受けると中心域のデンドライトの先端が一部破砕されて流動し易くなるが, 固相率の大きい部分のデンドライトは固定され易いので鋳片が下方に移動した段階にはチャンネル状態の空隙を連続的に, かつ明瞭に形成し易いことになる。(3)中心域が等軸晶形態であれば, デンドライトは比較的自由に動けるので, ロールの曲げによる下方へのすべり現象はおこり易く, 濃縮液の絞り出し作用を受けても分散されるので, 一般的には顕著な中心偏析および負偏析は示し難いと考えられる。

(1) T. Takahashi, et al.; Trans. ISIJ,

12. (1972) 412 (2) 川上, 他; 学振19委-9570 (1973.5.22)

(3) 梅田, 安元; 学振19委-9567 (1973.5.22) *は平均値を表わす。

(4) 森, 他; 凝固部会資料-3-II-2

(1972.12.8) **は偏析度であり, Cの測定値は分布値の平均値。

表1. 中心偏析とそれに隣接する負偏析の測定値と計算値との比較

	元素	C		S		P		Mn		Si	
		濃度	C _{max}	C _{min}	C _{max}	C _{min}	C _{max}	C _{min}	C _{max}	C _{min}	C _{max}
A ⁽²⁾	測定値	0.173	0.122	0.0225	0.0124						
	計算値	0.178	0.118	0.0207	0.0129						
B ⁽³⁾	測定値	0.21	0.14	0.043*	0.014	0.037*	0.022	1.13*	1.03	0.32*	0.28
	計算値	0.22	0.15	0.028	0.018	0.035	0.024	1.13	1.02	0.30	0.28
C ^{(4)*}	測定値	1.32	0.92	1.47	0.93	1.43	0.97	1.03	0.90		
	計算値	1.37	0.91	1.45	0.90	1.32	0.92	1.08	0.98		