

連铸铸片の中心偏析生成に関わる凝固不均一の生成機構に関する一考察
 Study of the formation mechanism of irregular solidification that is responsible for the formation of centerline segregation in continuous casting

千葉工業大学 経営情報科学科 ○荻林成章

1. はじめに

連铸々片の中心偏析の最も本質的な原因は凝固界面の不均一によるブリッジングと凝固収縮による濃化溶鋼のサクションである¹⁾。鋼の連続铸造では固液界面と中心とのなす角度が極めて小さいために、凝固組織の如何に関わらず、わずかでも凝固不均一があるとブリッジングが生成することが古く Lewisらによって指摘されている²⁾。従って連铸々片凝固末期の凝固界面不均一は中心偏析生成に重大な影響を及ぼしているといえるが、その生成機構に関する先行研究は殆ど見られない。本稿では凝固界面不均一の生成機構に関わると思われる興味深い現象を見出したので報告する。

2. 中心偏析粒径の確率分布

過去に報告されている中心偏析粒径と単位面積当たりの累積偏析粒個数の関係^{1),3)}からデータを読み取り、累積偏析粒個数を累積発生確率に変換し両対数でプロットした結果、Fig. 1のように、偏析粒径の確率分布はべき乗則に従っていることがわかった。また回帰分析の結果(1)式が得られた。Fig.1及び(1)式において、微細偏析スポットは適正軽圧下铸片、粗い偏析スポットは非軽圧下铸片の例である。偏析粒は最も凝固が遅れている部分に濃化溶鋼が流入して生成する事から、Fig. 1は凝固界面不均一のサイズがべき乗則に従っていることを示している。

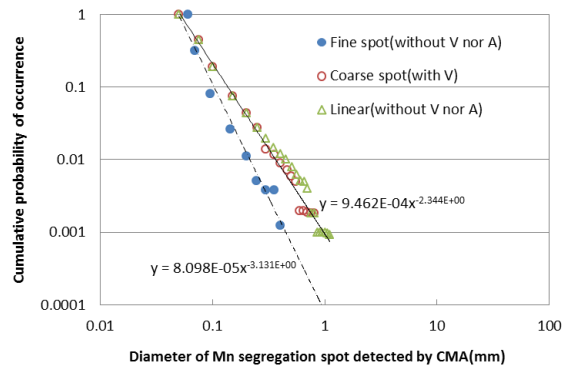


Fig.1 Cumulative probability distribution of the diameter of segregation spot.

一方一般にある特性値の発生確率がべき乗則に従っているシステムは自己組織化システムであることが知られており⁴⁾、そこではミクロ的な要素間の相互作用がマクロな現象を誘発し更にミクロ・マクロ・リンクにより、個々の要素機能の和では説明できないマクロ現象が自己組織的に発達することが特徴である。

$$y = 8.10 \times 10^{-5} x^{-3.13} \text{ for fine spot type without V nor inverse V} \quad (1)$$

$$= 9.46 \times 10^{-4} x^{-2.34} \text{ for coarse spot type with V}$$

where, y: Cumulative probability of occurrence(-), x:Diameter of segregation spot (mm)

3. 中心偏析生成の原因となる凝固末期凝固界面不均一の生成機構

LSRE の式によれば温度の低い側から高い側へ向かう流れがあると dendrite の再溶解が起こること⁵⁾、及び鋼塊の逆 V 偏析生成が溶質対流を考慮した数値解析により再現できること⁶⁾、等を考慮すると、凝固不均一生成には溶質対流が重大な影響を及ぼしていると考えられる。即ち連铸々片の凝固末期中心付近は温度勾配が小さいために冷却による凝固均一化効果より溶質混合による不均一拡大効果が優勢となり、不均一が安定的に存在しやすくなっている可能性がある。Fig.1 の結果はこのことを裏付けるものであり、マクロ的な凝固界面不均一溶質対流に起因するミクロ的な dendrite 樹間溶質混合と凝固による樹間への溶質排出との相互作用により、わずかな凝固の揺らぎが自己組織的に発達して、生成するものと考えられる。

参考文献

- 1) 荻林成章：博士学位論文「連铸铸造铸片の軽圧下による中心偏析低減に関する研究」東京大学乙10568(1992)
- 2) D.M.Lewis and J.Savage: Metallurgical Rev.,1(1956),pp.65-116
- 3) 荻林ら：日本学術振興会製鋼第 19 委員会第 3 分科会 19 委-10772,第 3-313 (1986 年 10 月)
- 4) 例えば、P. Bak: "how nature works—the science of self-organized criticality--",Copernicus, New York,1996
- 5) R.Mehrabian, M.Keane, and M.C.Flemings : Metall. Trans.,1(1970),pp1209-1220
- 6) 例えば、W.D.Bennon, et.al.:J,Heat Transf.,30(1987),pp.2161-2170

