

(105) 連鑄鑄片内の介在物集積に関する一考察

(円弧型スラブ連鑄材の非金属介在物に関する研究Ⅵ)

新日鐵・広畑 熊井 浩 広本 健 大橋 徹郎
○松永 久 大野 唯義

1. 緒 言

円弧型連鑄機により鑄造した鑄片内の大型介在物は既に報告したごとく、厚み方向において上面側と下面側とで非対称であるという極めて特徴的な分布を示す。ここでは円弧型連鑄機特有の鑄片内大型介在物分布について理論的考察を行なったので報告する。

2. 設 定 モデル

次の仮定により単純化した理論モデルを考察する。

〔仮定1〕未凝固溶鋼内の深さ方向大型介在物分布はマクロ的に見た場合定常状態、即ち時間の経過にかかわらずその分布状態は一定であり、大型介在物の粒度は一定 X_p とする。

〔仮定2〕未凝固溶鋼中の乱流の程度、換言すれば主噴流の下降速度 Z はメニスカスからの距離 X に反比例して小さくなる。

〔仮定3〕メニスカスからの距離 X が dx 深くなった時の大型介在物濃度 N (単位体積溶鋼中の大型介在物個数)の変化 dN は大型介在物の浸入量と浮上量との差で定まる。そして浸入量は大型介在物濃度が大きい程、また下降流の速度が大きい程大きく、他方浮上量は大型介在物濃度が大きい程大きいものとみなす。

〔仮定4〕上面側の凝固殻に大型介在物が捕捉される確率は凝固殻が垂線となす角の正弦に比例する。

〔仮定5〕凝固厚み d は $d = k\sqrt{t}$ (1)式で与えられる。ここで k は凝固定数、 t は経過時間である。

3. 未凝固溶鋼中の大型介在物分布

〔仮定2〕及び〔仮定3〕より未凝固溶鋼中の大型介在物の分布 $N(x)$ は(2)式で与えられる。

$$N(x) = C_4 \cdot X^{C_2} \cdot \exp\{-C_3 x\} \quad (2)$$

ここで $C_2 = C_1 C Z \alpha$, C_1, C_3 : 比例定数, $C_4 = N_0 / C^{C_2} \exp\{-CC_3\}$

C : メニスカスから浸漬ノズル吐出口までの距離

Z_0 : 下降流を考える場合の溶鋼の初期流速

N_0 : $X = C$ における未凝固溶鋼大型介在物濃度

2)式を図示すると図1の如くなり未凝固溶鋼中の大型介在物の分布はメニスカスからある位置においてピークをもちそれより下方では減少する。これはIV報¹⁾で述べた流動モデル実験結果と良く一致している。

4. 円弧型連鑄鑄片内の厚み方向大型介在物分布

(2)式及び〔仮定4〕、〔仮定5〕より円弧型連鑄機で鑄造された鑄片内の大型介在物の厚み方向分布 $N(d)$ は(3)式で与えられる。

$$N(d) = \alpha d^\beta \exp\{-\gamma d^2\} \quad (3)$$

ここで $\alpha = 4\alpha_1 \cdot C_4 \cdot k^{-2(C_2+2)} \cdot R^{-1} \cdot V_p \cdot V^{C_2+1}$

$\beta = 2 C_1 \cdot C \cdot Z_0 + 3$, $\gamma = C_3 V k^{-2}$, V : 鑄造速度

d : 鑄片厚み方向上面からの距離、 R : 連鑄機の曲率半径

V_p : 密度差に基づく大型介在物の浮上速度

図2は(3)式を図示したものであるが、図中に示した実測結果と良い一致をみている。

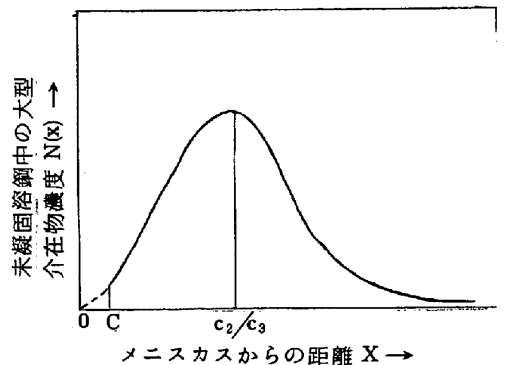


図1. 深さ方向の未凝固溶鋼中大型介在物分布

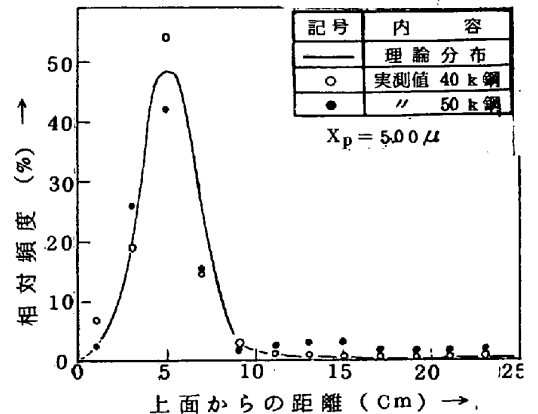


図2. 理論分布曲線と実測値の比較

1) 広本等、鉄と鋼 : 58 (1972) 8 75