

(266) 介在物のスラグ中への移行挙動解析

(連鑄タンディッシュにおける介在物浮上除去方法の開発 第2報)

住友金属工業(株) 鹿島製鉄所 丸川雄浄 川崎守夫 ○中島敬治

1. 緒言 溶鋼-スラグ界面に到着した介在物のスラグ相への移行、すなわちスラグによる吸収について検討することは、タンディッシュにおける介在物浮上除去を考える上で重要である。そこで本報告では介在物のスラグ中への移行挙動に関して、まずGurevitch¹⁾の理論を基に、溶鋼による流体抵抗および界面エネルギー変化を考慮した補正を施すことにより、改良-介在物挙動モデルを設定して、スラグ中への介在物移行速度を表わす式を導いた。つづいてこのモデルに基づいて、介在物形状、スラグ物性値等の影響について検討した。

2. 溶鋼-スラグ界面における介在物挙動の解析 溶鋼内に対流がないと仮定し、角柱状および球状の介在物が溶鋼からスラグへ移行する場合の速度 dx/dt を考察した。すなわち、Fig.1に示すような重力R、浮力F、流体抵抗力Q、界面張力による力 dE/dx という4種類の力の釣合いから、 dx/dt を介在物の大きさ、界面張力の差および粘性などの関数として(1)~(6)式のように求めた。また、これらの式による dx/dt の計算結果の一例をFig. 2に示した。

(角柱状介在物)…… 底辺a, 側稜 ℓ

$$\frac{dx}{dt} = \frac{na^2(\rho_m - \rho_i)g + 2(n+1)(\sigma_{mi} - \sigma_{si})}{6m\pi\mu_s} \cdot e^{-\frac{na(\rho_m - \rho_s) \cdot g \cdot t}{6m\pi\mu_s}} \quad (1)$$

ここで、 $n = \ell/a, m = (3n/4\pi)^{1/3}$ (2)

(球状介在物)…… 半径 r_i

$$\frac{dx}{dt} = \frac{2}{9} \cdot \frac{gr_i^2}{\mu_m} \cdot \frac{[\rho_m \phi_F(x/r_i) - \rho_i]}{\phi_Q(x/r_i)} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{\sigma_{ms} \cdot \phi_E(x/r_i)}{\mu_m \phi_Q(x/r_i)} \quad (3)$$

ここで、 $\phi_F(x/r_i), \phi_Q(x/r_i), \phi_E(x/r_i)$ はそれぞれ浮力、流体抵抗力、界面張力による力に対する補正係数である。

$$\phi_F\left[\frac{x}{r_i}\right] = \frac{1}{4} \left[1 - \frac{\rho_s}{\rho_m} \right] \left[\frac{x}{r_i} \right]^3 - \frac{3}{4} \left[1 - \frac{\rho_s}{\rho_m} \right] \left[\frac{x}{r_i} \right]^2 + 1 \quad (4)$$

$$\phi_Q\left[\frac{x}{r_i}\right] = \begin{cases} \left[1 - \frac{\mu_s}{\mu_m} \right] \left[\frac{x}{r_i} \right]^2 - 2 \left[1 - \frac{\mu_s}{\mu_m} \right] \left[\frac{x}{r_i} \right] + 1 & (0 \leq x \leq r_i) \\ \frac{\mu_s}{\mu_m} & (r_i \leq x) \end{cases} \quad (5)$$

$$\phi_E\left[\frac{x}{r_i}\right] = - \left[1 - \frac{x}{r_i} \right] + \frac{\sigma_{si} - \sigma_{im}}{\sigma_{ms}} \quad (6)$$

[記号] μ_m, μ_s : 溶鋼, スラグの粘度 ρ_i, ρ_m, ρ_s : 介在物, 溶鋼, スラグの密度, $\sigma_{im}, \sigma_{ms}, \sigma_{si}$: 介在物-溶鋼, 溶鋼-スラグ, スラグ-介在物間の界面張力

3. 結言 角柱状および球状の介在物に関して、そのスラグ中への移行速度を表わす式を導いた。これらの式から粒子径が小さい場合、移行速度は界面張力による力と流体抵抗力によって支配されることがわかった。また、この界面張力による力は3つの界面張力 $\sigma_{im}, \sigma_{ms}, \sigma_{si}$ の大小、すなわちスラグ組成介在物組成によって、吸引力にも抵抗力にもなり得ることもわかった。

文献 : 1) Y.G.Gurevitch : Izv.VUZ Chern. Metall, (1968), 8, p.5

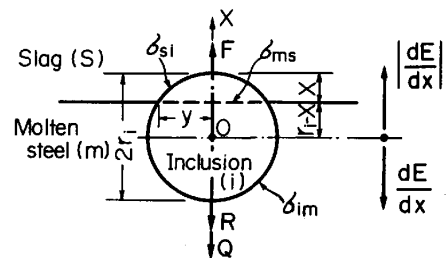


Fig.1 Force acting on spherical inclusion passing across molten steel-slag interface.

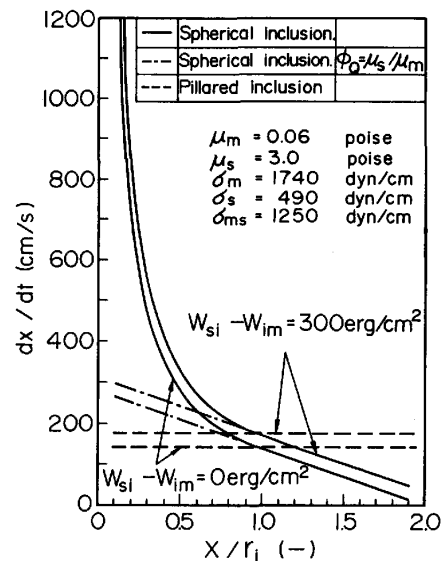


Fig.2 Velocity of inclusion passing across molten steel-slag interface.