

(260) タンディッシュ内溶鋼流動シミュレーションと介在物挙動

(精錬工程における三次元二相流解析—第2報—)

新日本製鐵(株) 名古屋製鐵所 ○森 正晃 小林 功 小舞忠信  
特別基礎第二研究センター 沢田郁夫 大橋徹郎

1. 緒言

TD内での溶鋼の情浄化を考える場合、流動状態を定量的に把握することが重要である。従来は、水等の流体を用いた等温系の模型実験により解析されるのが一般的であった。これに対し今回、当社で導入した三次元熱流動シミュレーションプログラムを用い非等温系での溶鋼流動、及び介在物粒子の浮上分離挙動をシミュレートした。さらにこれを水モデル及び熱対流を考慮した温水モデルテスト結果と比較検討した。

2. TD内溶鋼流動

右図Figs1~3は上記システムでシミュレートした例である。計算は全て3次元であるが、TD巾の1/2断面を図示してある。Fig.1より等温系の場合、底部ほど流速が速くショートパス現象が予想される。これは水モデル実験の知見と一致する。一方、温度・密度を変数に加えて解くと、壁面での抜熱により熱対流が生じるため上昇流の発生・ショートパス流れの消滅と流動パターンが大きく変化し、Fig.2のようになる。またこの時の溶鋼温度分布はFig.3のようになった。上昇流の発生やショートパス流れの消滅が介在物の浮上分離を促進することは容易に推定できる。従ってTD内での介在物浮上分離については熱対流を考慮した流動解析を通じて検討してゆくべきである。

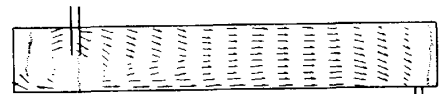


Fig.1 flow pattern in isothermal system

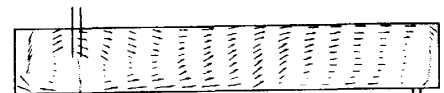


Fig.2 flow pattern in non-isothermal system

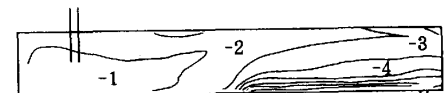


Fig.3 distribution of hot metal temperature



Fig.4 behavior of non-metallic inclusion

3. 介在物粒子の浮上分離挙動

Fig.2の流れに、LNより入った介在物粒子の挙動を逐次計算した結果の一例がFig.4である。3次元的な動きを横方向からの投影図で示す。ほぼ流れに乗って動き、浮上分離されている。このような計算を繰り返し、浮上率としてまとめた結果と水モデル及び熱対流を考慮した温水モデル実験結果の比較をFig.5に示す。温水モデル実験結果と計算結果が良い一致を示しているのに対し、水モデル実験結果はかなり低い浮上率にとどまっている。このことより、前述のような機構で熱対流が介在物浮上に効果的に作用していることが、より明確にわかった。また、TD内での溶鋼汚染を防止し、熱対流を十分活用することで100μ以上の介在物に対して約90%以上の高い浮上分離率が得られることがわかった。

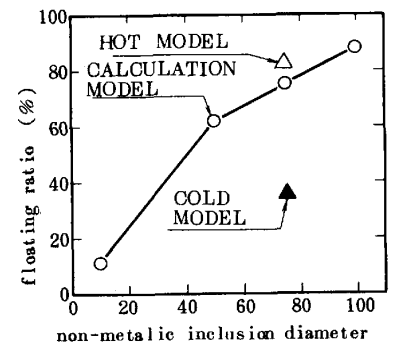


Fig.5 effect of thermal convection for non-metallic inclusion

4. 結言

TD内溶鋼流動を考える場合、熱対流は無視することができない重要な因子である。特に流速の遅い部分では、流動状態が大きく左右される。また、介在物粒子の浮上分離挙動にも大きな影響を及ぼすため、等温系モデルでは判断を誤る可能性もある。以上より、TD内溶鋼流動シミュレーションは熱対流を考慮した手法で行なわれるべきである。 (1) 沢田, 阿部, 大橋 鉄と鋼 70 (1984) S998