

## (147) 浸漬ガス・ジェットによるメタル浴流動の理論解析

川崎製鉄 技術研究所 ○中西恭二  
 ニューヨーク州立大 J. Szekely  
 Noranda Research Centre P. Tarassoff

## 1. 緒言

メタル浴中に吹込まれたガス・ジェットの挙動およびそれによって起こされる浴の流動は、従来から興味深い問題であった。とくに最近では底吹転炉が普通鋼の大量生産用のプロセスとして見直されており、上述の問題に対する関心が高まった。本報では底吹転炉の一例として、銅を製錬するP S炉 (Peirce-Smith Converter) をT Eモデル (Two Equation Model) として知られる乱流理論により解析した。P S炉は円筒型水平炉で、底部に近い側壁より水平羽口が炉の軸方向に多数埋設され空気が吹込まれる。図1はP S炉の一断面を示している。これは一つの羽口の中心軸を含み、炉の軸と直交する断面である。

## 2. 解析方法

図1の断面について、ガス-メタル間の物質収支および運動量収支をとることにより、ジェット・コーンの軌跡、トラップされるメタル量などを求める。その結果、ガス-メタル界面における境界条件が定まり、これと炉壁および自由浴面によって構成される2次元領域 (domain AとB) について、それぞれ独立にT Eモデルを適用し乱流場の特徴を明らかにすることができる。すなわち、非圧縮性ニュートン流体から成る2次元系 (直交座標  $X_1$ ,  $X_2$ ) の定常場を考える。この場合にも、つぎの(1)式で定義される渦度  $\xi$ , および(2)式で定義される流れ関数  $\psi$  を用いて、よく知られたN S (Navier-Stokes) 方程式が成り立つ。

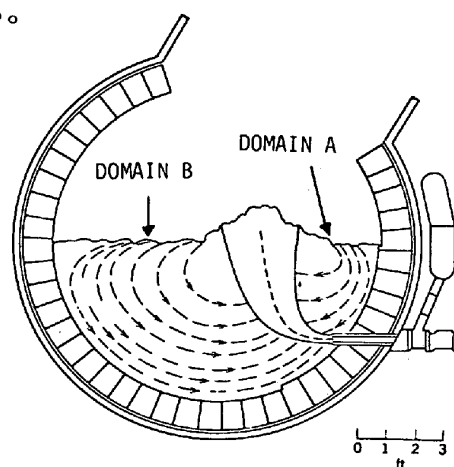


図1. P S炉の断面模式図

$$\xi = \frac{\partial v_2}{\partial x_1} - \frac{\partial v_1}{\partial x_2} \dots\dots\dots (1) \quad , \quad v_2 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \psi}{\partial x_1} \quad , \quad v_1 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \psi}{\partial x_2} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $v_1$ ,  $v_2$ はそれぞれ  $x_1$  および  $x_2$  方向の速度成分であり、 $\rho$ は浴の密度である。

N S方程式に含まれる粘性係数は、乱流場であることを反映して有効粘性係数で置換えられ、これは通常の分子性粘度と乱流粘度の和として与えられる。乱流粘度を評価するためには、乱流エネルギー密度および乱流渦の周波数の平方を、それぞれ従属変数とする二つの現象論的輸送方程式をN S方程式と同時に解かねばならない。

## 3. 結果

内径が4.45 cmの羽口から、深さが76.2 cmの浴へ236 Nℓ/secの空気を吹込む場合を計算した。浴内でのガス滞留時間は0.04 sec、ジェット・コーン内の液の体積分率は0.18と推定された。ジェット・コーン内への液の流入速度は750 kg/secと求めたが、一つの羽口が受持つ液量は2.7 tであるので、浴がジェット・コーンを一循環するのに約3.6 secを要することになる。また計算の結果求まる乱流拡散係数の平均値は100~200  $\text{cm}^2/\text{sec}$ と求まり、羽口中心軸を含む垂直断面内での浴の混合は、十分活発に進むものと結論された。多数の垂直羽口を炉底に設けた製鋼用底吹転炉の場合も、浴は羽口の数だけのセルに分割され、浴の混合はセル間の混合に律速されるものと推論した。