

# (125) 二次元ホットモデルによる高炉下部現象の再現実験

(高炉下部の充填特性と制御に関する研究 - I)

新日本製鐵(株) 生産技術研究所 田村健二, ○榎戸恒夫, 斧 勝也  
 八幡製鐵所 高松 猛, 中原義臣  
 浅井謙一

## 1. 緒 言

高炉下部の充填状態, すなわち融着帯, 炉芯, レースウェイの形状とその物理状態, および充填物の降下, 溶融状態を的確に検出し, これらを適正な状態に制御することが, 安定な高炉操業を維持する重要なポイントと思われる。最近, 理論解析, あるいは模型実験による高炉下部の充填特性に関する研究<sup>1)~3)</sup>が行なわれるようになったが, 依然として未解明の部分が多い。そこで, 想定される炉内の物理現象とできるだけ相似となるように条件設定した二次元ホットモデルを用いて, 炉下部物理現象の再現実験を試みたのでその概要を報告する。

## 2. 相似則

融着帯の根の形状と位置を規定する伝熱, 蓄熱, 溶融に関する物理法則および充填物の降下, ガス流れ, レースウェイ形状を規定する力の関係から現象を支配する相似側を導き, 下記の5個の無次元数を求め, 実験装置の諸元, 実験方法, 実験条件を決定した。

$$\pi_1 = F_{if} / F_g \rightarrow (\rho_f v_f) / (g \rho_s \ell) \quad \pi_2 = F_f / F_g \rightarrow \mu_c \quad \pi_3 = F / F_{if} \rightarrow [6L f (1-\epsilon)] / (g_c \phi D_p \epsilon^3)$$

$$\pi_4 = Q_h / Q_c \rightarrow (h \Delta \theta_d) / (C_s \rho_s v_s \Delta \theta_i)$$

$$\pi_5 = Q_\lambda / Q_c \rightarrow (\lambda_m \rho_m) / (C_s \rho_s \Delta \theta_i)$$

## 3. 実験方法

実験装置の概要を Fig 1 に示す。堺 2 高炉の 1/9 縮尺の二次元模型であり, 羽口から炉腹上端までの領域を調査対象としている。コークスおよび模擬融着層である粒状の易融合金を層状に装入し, 2本の羽口より温風を吹き込み, 融着帯を形成, 滴下させた。レースウェイ下方より充填物を排出し, その速度を制御できるようにした。なお, 炉内状況は前面の耐熱ガラスを通して目視観察し, 16mmフィルム撮影によって記録, 解析し, 模型背面に設置した温度計により炉内温度分布を測定した。

## 4. 実験結果

(1) 融着層は実炉換算でレースウェイ直上 0.5~1.0 m で急速に軟化融着を開始し, そこで形成される融着帯の根の枚数は, 高々 2枚程度であった (Fig 2)。(2) 融着帯内面と炉芯間には, レースウェイへのコークスの供給ルートとなるようなコークスの粗充填移動帯は存在しなかった。

記号:  $C_s$ : 充填物の比熱,  $D_p$ : 平均粒径,  $F$ : ガス流れによる抵抗力  
 $F_f$ : 充填層内の摩擦力,  $F_g$ : 充填物の重力,  $F_{if}$ : ガスの慣性力,  
 $f$ : 抵抗係数,  $g$ : 重力の加速度,  $g_c$ : 重力単位換算係数,  
 $h$ : ガス充填物間の熱伝達率,  $L$ : 層高,  $\ell$ : 代表長さ,  
 $Q_c$ : 充填物の蓄熱量,  $Q_h$ : ガス充填物間の伝熱量,  
 $Q_\lambda$ : 融着物の融解熱量,  $v_f$ : ガス流速,  $v_s$ : 充填物の降下速度,  
 $\epsilon$ : 層空間率,  $\Delta \theta_d$ : ガス充填物間の温度差,  $\Delta \theta_i$ : 充填物の温度上昇,  
 $\lambda_m$ : 融着層の融解熱,  $\mu_c$ : 内部摩擦係数,  $\rho_f$ : ガス密度,  
 $\rho_m$ : 融着層の密度,  $\rho_s$ : 充填物の密度,  $\phi$ : 形状係数

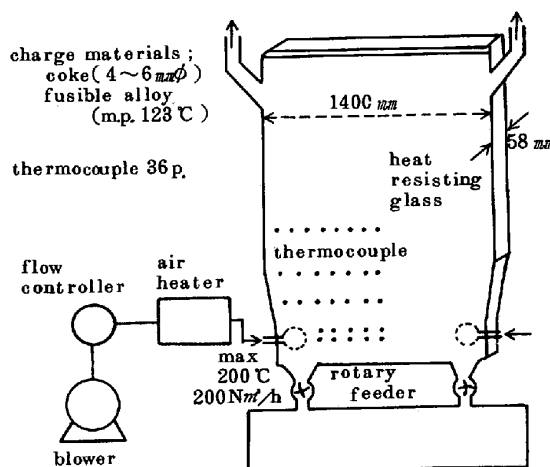


Fig. 1. Outline of a two-dimensional experimental equipment.

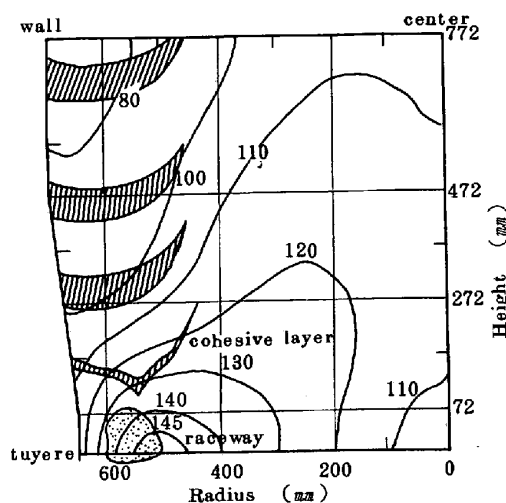


Fig. 2. Example of the relation between temperature distributions and the profile of cohesive layers.

文献 1) 磯部, 桑原, 鉄と鋼, 67(1981), S753  
 2) 桑野, 館, 浅村, 鉄と鋼, 66(1980), S633  
 3) 清水, 山口, 稲葉, 成田, 後藤, 鉄と鋼, 67(1981), S755