

(41)

レースウェイに関する流体力学的検討

住友金属工業中央技術研究所 羽田野 道春 栗田 興一
田中 努

1. 緒言：高炉 レースウェイとその周辺の状況は、炉下部におけるガス流れ、装入物の荷下り、付着物の生成などと密接な関係があり、従来、多くの研究が行なわれているが、運動方程式および連続の式に基づく理論的検討については例がない。そこで以下に述べる基礎方程式を導くことによりレースウェイ形状、ガス流れ、コークス旋回などについて検討を行なった。

2. レースウェイモデル：ガスおよびコークスをそれぞれ相互作用する流体および擬流体と見なし、両者について(1)式～(4)式の運動方程式および連続の式を構成する。

$$\frac{\partial v_g}{\partial t} + (v_g \operatorname{grad}) v_g = -\frac{1}{\rho g} \operatorname{grad} p + \frac{\eta g}{\rho g} \nabla^2 v_g + \frac{1}{\rho g} f \quad (1)$$

$$\frac{\partial v_c}{\partial t} + (v_c \operatorname{grad}) v_c = \frac{\eta_c}{\rho_c} \nabla^2 v_c - \frac{1}{\rho_c} f + g \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho g}{\partial t} + \operatorname{div} (\rho g \epsilon v_g) = 0 \quad (3), \quad \frac{\partial \rho_c}{\partial t} + \operatorname{div} (\rho_c v_c) = 0 \quad (4)$$

ここで添字 g, c はそれぞれガスおよびコークスを表わし、v, ρ, p, η, g, ε はそれぞれ流速密度、圧力、みかけ粘度、重力加速度および空げき率を表わす。また f は a, b を係数とし (5) 式に示すガスとコークスの速度差に依存する相互作用力である。

$$f = a(v_c - v_g) + b(v_c - v_g) |v_c - v_g| \quad (5)$$

さらに、相互作用力が限界値以下の場合、コークスは、静止すると仮定し、静止領域におけるガス流れは充填層における圧力損失式を用いる。

以上の方程式を連立し、流れの関係と渦度について差分法を用いて解く。

3. 計算結果：実験と対比するため、2～3 φ の砂を充填した冷間模型（巾 70 cm, 高さ 34 cm, 羽口径 18 mm）を対象に、モデル計算を行なった。羽口風速 130 m/sec の場合のレースウェイ近傍におけるガスおよびコークス流線を図 1 に示す。大部分のガスはレースウェイ先端から充填層に流れ、レースウェイ内では、羽口上でコークスの大きな旋回が生じ、また、羽口下でコークスおよびガスの小さな逆向旋回が生じる。図 2 に示すように、羽口風速とレースウェイ形状の関係はほぼ実験結果を満足するものであり、本モデルの妥当性を確認した。

4. 結言：レースウェイ挙動に関する理論的検討方法を開発した。今後、化学反応を取り込むなどのモデルの改良を行ない、実操業への適用を予定している。

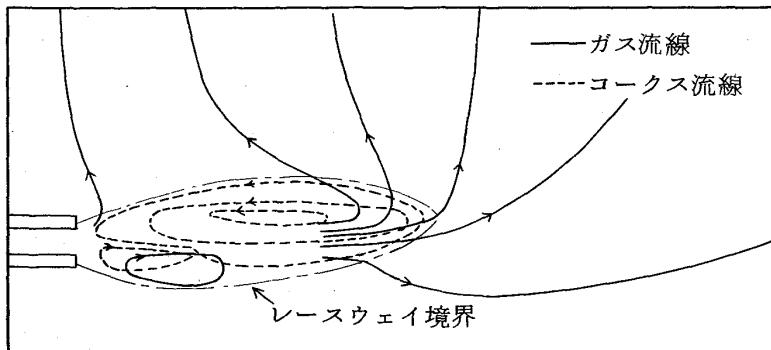


図 1. ガスおよびコークスの流線

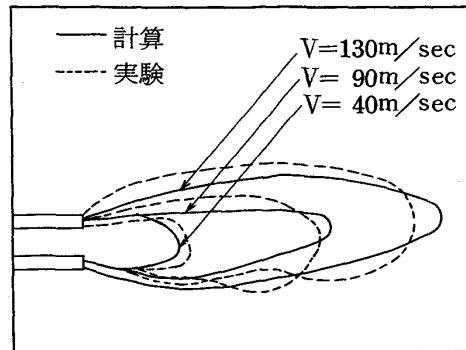


図 2. 羽口風速とレースウェイ形状の関係

(参考文献) 1) J.F.Elliott, et al.: J.Metals, (1952)p.709. 2) J.B.Wagstaff; Proc.Blast Furnace, 15 (1956)p.95. 3) J.Taylor, et al.: JISI, 187 (1957)p.330.