

(237) 炉内二次燃焼伝熱機構の解析 (溶融還元プロセスの要素技術の研究-4)

日本鋼管(株)中央研究所 ○杉山峻一 阿部正広 西岡信一
中村英夫 高橋謙治 河井良彦

1. 緒言 二次燃焼技術は転炉や溶融還元炉での熱余裕度向上技術として近年特に注目を集めてきている。そこで、二次燃焼熱が浴に伝えられる時に影響を及ぼす諸因子の評価を目的として炉内伝熱に関し若干の検討を行ったので以下に報告する。

2. 伝熱計算方法

(1) 伝熱モデル 伝熱モデルの概要をFig.1に示す。二次燃焼高温ガスはスラグ粒子群へ熱を与えた後炉外へ流出し、熱を得たスラグ粒子群は浴面へ落下し浴に熱を伝える。

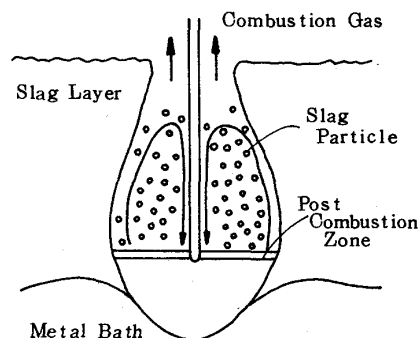


Fig. 1 Heat Exchange Model

(2) 伝熱基礎式 対流と放射による熱移動を考慮する。

$$C_p \rho_g V \Delta T_g = -\alpha A (T_g - T_s) \Delta x - A \epsilon_g \epsilon_s \sigma (T_g^4 - T_s^4) \Delta x$$

ここで、 ρ : 密度, V : 空塔速度, T : 温度, α : 熱伝達係数, A : 単位ガス体積中のスラグ粒子全表面積, Δx : 微小高さ, ϵ : 放射率, σ : ステファンボルツマン定数, 添字 g : ガス, s : スラグ

高温ではガスの解離を考慮する必要があるため比熱 C_p は高温での温度変化に伴う平衡ガス組成変化から求められる熱量分を考慮した形で、温度の関数として与える。

上式を $x=0$ で $T_g =$ 断熱火炎温度と置き順次解くことにより熱移動の計算を行うことができる。

3. 計算結果および考察 Fig.2に実炉実験結果と推定計算結果を示す。 $V = 1.0 \text{ Nm/s}$ (実験条件)

で $A = 20 \text{ m}^2/\text{m}^3$ とすると両者はほぼ一致する。Fig.3は V のみ変化させ 2.5 Nm/s とした場合の計算結果であるが、ガス温度分布・着熱効率とも大きく異なることがわかる。また、一連の計算結果では二次燃焼用酸素の燃焼効率(全て CO_2 生成に使われた場合100%)が低い場合は例えば排ガス中の CO_2 %が同じであっても着熱効率は低い。これは炉内でのガス発生速度が速くなっているからで、これらから高温ガスとスラグ粒子群との熱交換時間が着熱効率に大きく影響することがわかる。一方、炉内 CO_2 %が増加すると着熱効率が低下することも推定される。

それは高温であるがゆえに断熱火炎温度が二次燃焼用酸素の供給量に比例しては高くなり、従って高温ガスからスラグ粒子群への熱移動速度が二次燃焼用酸素の供給量に比例しないからである。

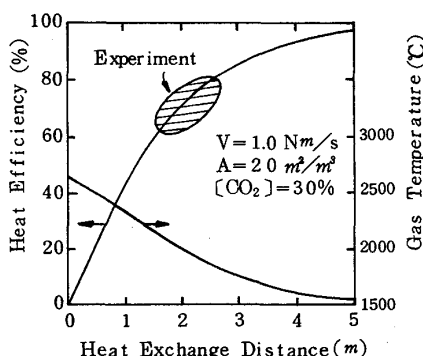


Fig. 2 Comparison between Experimental and Calculated Results

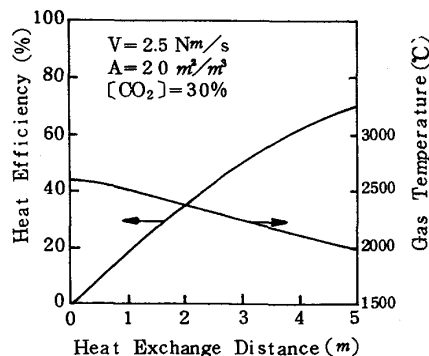


Fig. 3 Gas Temperature Distribution and Heat Exchange Efficiency

4. 結言 二次燃焼時の炉内伝熱諸因子の一通りの評価を行うことができた。

〔文献〕 1) 石川ら：鉄と鋼70(1984) S1028