

(71) 伝熱解析による焼結鉱冷却機の排熱回収に関する一検討

神戸製鋼所 機械研究所 ○箕浦 忠行 神戸製鉄所 竹村 真宜  
加古川製鉄所 岡村 修次 馬淵 秀男 橋本 公男 清水 基良

1. 緒言

焼結鉱冷却機の排熱回収では、冷却能力を保持し、高温の排熱を回収するかが重要なポイントである。本研究では、(1)冷却機出口部での焼結鉱中心部冷却状態評価のため焼結鉱内部温度分布を考慮でき、(2)効率の良い冷却空気フロー評価のためダウンフローを含めた種々の冷却空気フローを考慮できる数値シミュレーションモデルを作成した。以下に計算方法の概要、実機データと計算結果との比較及び数値シミュレーション計算の適用例について報告する。

2. 焼結鉱冷却機の数値シミュレーションモデル

焼結鉱冷却機を Fig. 1 に示すように二次元モデル化し、各焼結鉱は球形モデルとして取り扱った。各微小要素の熱収支式は次のようになる。

焼結鉱微小要素について

$$K_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial x^2} + K_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial y^2} - \epsilon_s \rho_s u_s C_s \frac{\partial T_s}{\partial x} + q_{sa} - q_{so} + q_{si} = 0$$

冷却空気微小要素について

$$K_a \frac{\partial^2 T_a}{\partial x^2} + K_a \frac{\partial^2 T_a}{\partial y^2} - \rho_a u_a C_a \frac{\partial T_a}{\partial y} - q_{sa} - q_{ao} = 0$$

なお焼結鉱内温度分布は、次の球の伝導式で評価した。

$$K_{si} \frac{\partial^2 T_{si}}{\partial r^2} + K_{si} \frac{2}{r} \frac{\partial T_{si}}{\partial r} + q_{si} = C_s \rho_s \frac{\partial T_{si}}{\partial \tau}$$

さらに焼結鉱層と冷却空気間の熱伝達率、伝熱面積及び焼結鉱層の圧力損失は、一般の充填層の関係式を用いた<sup>(1)</sup>。各熱収支式は、差分法による数値計算で解いたが、焼結鉱内部の伝導を考慮した計算手順を Fig. 2 に示す。

3. 実機データとの対比

加古川製鉄所焼結鉱冷却機の冷却空気各セクション出口温度と計算結果との比較を Fig. 3 に示す。計算値に漏風量の補正を行えば、同図のように実機データとよい一致を示す。

4. 数値シミュレーション計算適用例

高温の排熱を回収するため、冷却空気フローの検討を行った。4セクションの冷却機で、各セクションの流量を同一にし、種々の冷却空気フローを考えた場合 (Fig. 4) の冷却空気各セクション出口温度評価の一例を Fig. 5 に示す。

5. 結言

今回開発したプログラムを用いることにより、社内焼結鉱冷却機の排熱回収用改造指針を求めるのに役立つとともに、詳細な性能評価が可能となった。

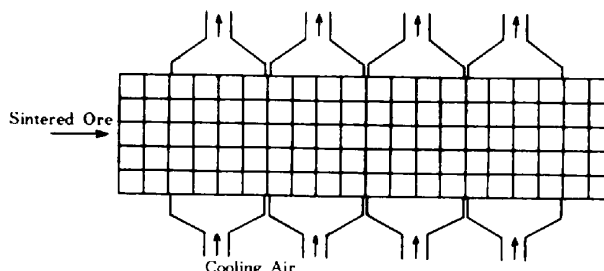


Fig. 1 Sinter Cooler Two Dimensional Model

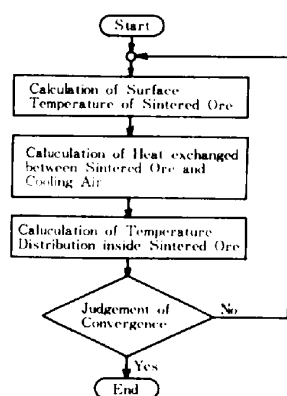


Fig. 2 Calculation Flow

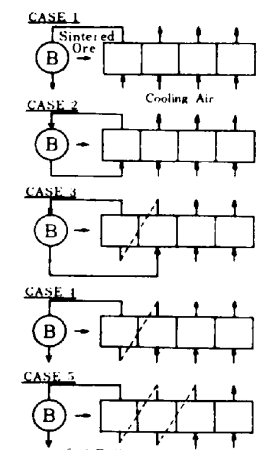


Fig. 4 Cooling Air Flow Patterns

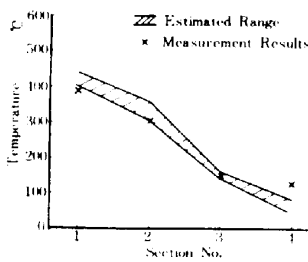


Fig. 3 Air Temperature at the Outlet of Each Section

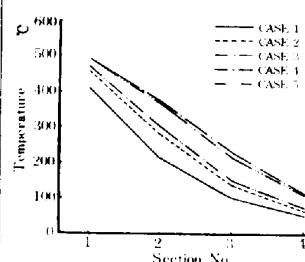


Fig. 5 Air Temperature at the Outlet of Each Section for Each Cooling Air Flow

記号  
 Ca : 冷却空気比熱 Cs : 焼結鉱比熱 ka : 冷却空気熱伝導率  
 ks : 焼結鉱層熱伝導率 ksi : 焼結鉱熱伝導率 qas : 冷却空気放熱  
 qsa : 冷却空気-焼結鉱層熱交換量 qsi : 焼結鉱未燃分燃焼熱  
 qso : 焼結鉱層放熱 Ta : 冷却空気温度 Ts : 焼結鉱表面温度  
 Tsi : 焼結鉱内部温度 ua : 冷却空気空塔速度 us : 焼結鉱移動速度  
 r : 半径

参考文献 : 岡井大蔵、熱的単位操作Ⅰ、丸善(1976)