

(12) 溶融・凝固反応を考慮した焼結プロセスの数学的モデル

東北大学 選鉱製錬研究所 ○葛西 栄輝
(工博)八木 順一郎 (工博)大森 康男

1. 緒言 焼結原料の溶融および凝固反応は、発熱および吸熱あるいは層構造変化による層内通過風量変化をもたらす。焼結ベッドの熱履歴、従って成品焼結鉱の品質を決定する大きな要因である。本報告では、単純化のため溶融・凝固反応の成分としてCaO-Fe₂O₃ 2元系¹⁾を考え、その反応に平衡を仮定した数学的モデルの内容およびその計算結果と小型焼結鍋によるモデル実験結果の比較について述べる。

2. 数学的モデルの概要 基礎式はガス・固体の熱収支式、物質収支式および圧損式より成り立つ。次にガス・固体の熱収支式を示す。

$$\text{ガス: } \partial(\epsilon \rho_g C_g t_g) / \partial t = -\partial(G C_g t_g) / \partial z - a_s h_p (t_g - t_s) + \sum_i (1 - \alpha_i^*) (-\Delta H_i) R_i^* \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{固体: } \partial(\rho_s C_s t_s) / \partial t = a_s h_p (t_g - t_s) + \sum_i \alpha_i^* (-\Delta H_i) R_i^* \dots\dots\dots (2)$$

z : 層表面からの距離, t : 点火からの時間, ρ_g, ρ_s : ガス・固体の密度, C_g, C_s : ガス・固体の比熱, t_g, t_s : ガス・固体の温度, a_s : 比表面積, h_p : 粒子・流体間の熱伝達係数, α_i^* : $-\Delta H_i$ の固体側吸収割合, ΔH_i : i 種反応によるエンタルピー変化, R_i^* : i 種反応速度

焼結層内の反応として、水分の蒸発・凝縮、石灰石の分解、CaO・Fe₂O₃(S)の生成、溶融・凝固、コークスの燃焼を考慮した。溶融・凝固には平衡を仮定し、CaO-Fe₂O₃系状態図により融液量を計算した。圧損式はErgun 式を適用し、空間率 ϵ および粒子径 dp の変化は次式により表した。

$$\partial \epsilon / \partial t = K_\epsilon \partial F_m / \partial t + C_\epsilon R_c^* \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta dp = K_{dp} \Delta F_m \dots\dots\dots (4)$$

K_ϵ, K_{dp} : 空間率, 粒子径変化定数, F_m : 溶融率, C_ϵ : コークス燃焼量と空間率の換算係数, R_c^* : コークス燃焼速度

吸引ガス量は、微小区間内の圧損 ΔP_j の和 $\sum_i \Delta P_j$ と設定負圧を比較し、一致するように収束計算した。

3. 計算結果および鍋実験結果の比較 焼結原料は、球形アルミナ粒子(2mm ϕ)を核として、南米産ヘマタイト鉱石と石灰石の混合微粉を造粒したミニペレット(以下ACPと呼ぶ)を使用し、その外殻粉層化学組成は、CaO濃度10wt% (ACP(C10))および20wt% (ACP(C20))について鍋実験を行った。Fig. 1は、ACP(C10)について図中に示した設定負圧での層内通過風量と $Z = 200$ (mm)における層内圧力の経時変化について、Fig. 2にはヒートパターンについて、鍋実験結果と本数学的モデルによる計算結果を比較して示した。焼結前半でのヒートパターンの最高温度および後半の層内通過風量に若干の差異が見られるが、層内圧力変化、F.F.S. および後半のヒートパターンの最高温度はよく一致している。

(文献) E. Kasai et al.: JAPAN-U.S.SEMINAR(1983), p 159

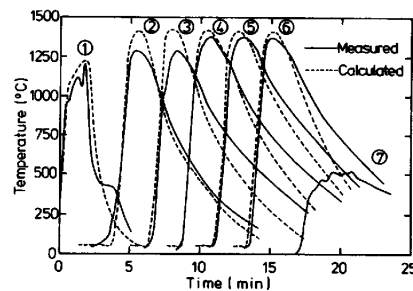


Fig. 1 Measured and calculated values for changes in bed-temperatures with time. (ACP(C10))

No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
z (mm)	0	100	150	200	250	300	waste gas

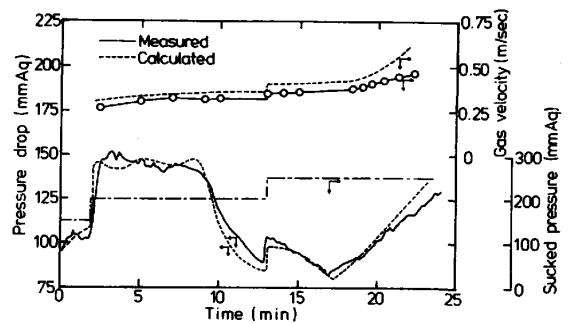


Fig. 2 Comparison of measured and calculated values for changes in pressure drop of bed and superficial gas velocity with time in the course of sintering. (ACP(C10))