

(119) 炭化室・燃焼室および蓄熱室の2次元シミュレーションモデル (コークス炉の燃焼と伝熱に関する研究-2)

日本鋼管(株)技術研究所 田島治 松原健次 ○鈴木喜夫 佐藤辰夫
京浜製鉄所 佐田哲男

1. 緒言

コークス炉の燃焼と伝熱について、前報では半室および多室の1次元シミュレーションモデルによる研究を報告した。⁽¹⁾ 今回新たに、炭化室、燃焼室および蓄熱室の2次元モデルを作成し、実炉での温度測定結果とよい一致を見たのでここに報告する。

2. モデルの概要

モデルはコークス炉の長手方向を無視した2次元モデルであり、燃焼側・引落側を含みガス切替を考慮している(図1参照)。石炭・ガス・レンガのほとんどの熱物性値は温度のみの関数と仮定した。

2-1 基礎方程式

(1) 固体内熱伝導(反応熱は比熱に割りつけている。)

$$C_{Ps} \rho_s \frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_s \frac{\partial T_s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_s \frac{\partial T_s}{\partial y} \right) - \Delta H_w \frac{\partial M}{\partial t}$$

ΔH_w : 水の蒸発熱
 M : 水分量

(2) 気体-固体間熱伝達

$$F \frac{\partial f}{\partial y} \Delta H + C_{Pg} \rho_g F (1+m) \frac{\partial T_g}{\partial y} = h (T_g - T_s)$$

ΔH : 燃料ガス発熱量、 f : 燃料ガス燃焼割合、 m : 空燃比、 F : 燃料流量(長手方向長さ当り)

2-2 各部の説明(図1の蓄熱室・燃焼室・炭化室はいずれも半室より成っている。)

(1) 蓄熱室; 空気、燃料ガス予熱側と排ガス放熱側の計4個からなり、各半室は図1のごとく断熱である。従って蓄熱室の配置方式は考慮していない。

(2) 燃焼室; 燃焼方式は多段もしくは1段燃焼である。熱伝達係数は温度、ガス流量、ガス組成、角関係、ガス層厚の関数とした。燃焼速度は拡散律速として求めた炎長さより算出した。

(3) 炭化室; 垂直方向の石炭・コークスの収縮を考慮した。

2-3 境界条件(図1参照)

(1) 底面、燃焼室中心、炭化室中心で断熱である。気温は一定で炉頂から大気への熱放散がある。

(2) 蓄熱室への空気、燃料ガスの流入温度は一定とする。

2-4 解法 基礎方程式を差分法で解く。その際計算時間短縮のために、炭化室内および燃焼室炭化室間仕切レンガにはADI法を採用した。⁽²⁾

3. 結果

実炉での温度測定結果およびモデルによる計算結果は図2に示すとおりである。蓄熱室の上下部、燃焼室側レンガ、炭化室中心の各温度をプロットした。

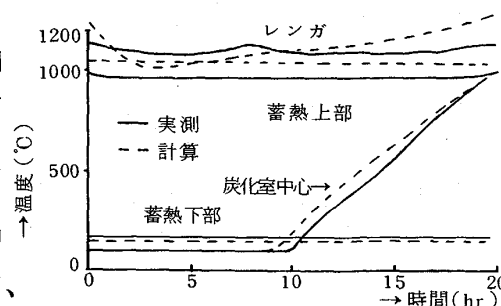


図2. 実測温度と計算温度の関係

4. 結言 2次元モデルの計算値と実炉での実測値とは比較的よく一致しており、上下方向の温度推定には有効である。但し本モデルは1次元モデルに比べ著しく計算時間が長いので、用途に応じて1次元多室ないしは半室のモデルと本モデルを使い分けている。

(文献) (1) 松原他 鉄と鋼 65, 66 (1977) (2) 電子計算機のための数値計算法 II 175 (培風館)