

(90) 充填層内ガス流れ伝熱計算汎用プログラムの開発

川崎製鉄 鉄鋼研究所

○武田幹治 田口整司 浜田尚夫

千葉製鉄所 市原勲 川鉄システム開発 梶原賢夫

1. 緒言 高炉塊状帯のような充填層を用いた反応装置では、炉内の温度分布、ガス流分布等のプロセス変数と操業因子の関係を定量的に把握することがプロセスの効率化には不可欠である。前報¹⁾では、直接差分法を用いた非定常解析モデルについて報告した。直接差分法は定式化が容易で、任意の形状に適用出来るという利点を有するため、充填層内ガス流れ、伝熱計算用の汎用プログラムとしての開発を続け、ケーススタディとしてコークス乾式消火塔(CDQ)の伝熱解析を行った。

2. 直接差分法による伝熱計算の定式化 本プログラムは定常、非定常の両者の計算が可能であるが、ここでは定常計算を例に定式化の方法について示す。直接差分法では、Fig. 1に示す三角形要素内の熱収支を直接計算することにより(1)式のように未知温度に関する連立一次方程式が得られる。ここで、対流項は、要素内で連続の式が満たされていると仮定し、上流差分法により計算した。解の安定性、計算速度を考慮し、連立1次方程式の解法にはガウスの消去法を用いた。

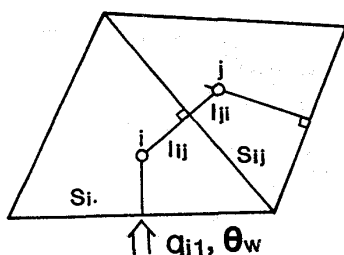


Fig. 1 Derivation of the finite difference equation.

$$\sum_j S_{ij} \frac{\theta_{sj} - \theta_{si}}{\frac{l_{ij}}{k_{si}} + \frac{l_{js}}{k_{sj}}} + \sum_{j: \text{flow-in element}} G_{sij} S_{ij} C_{ps} (\theta_{sj} - \theta_{si}) + V_i a h_p (\theta_{gi} - \theta_{si}) + S_i q_{si} + S_i \frac{\theta_w - \theta_{si}}{\frac{l_{is}}{k_{si}} + \frac{1}{h_{sw}}} + S_i G_{si} C_{ps} (\theta_w - \theta_{si}) = 0 \quad (1)$$

ここで θ : 温度(℃) S : 各辺の面積(m²)

G : 質量流量(kg/m²sec)

q : 熱流束(Kcal/m²sec)

添え字 s, g : 固体, ガス

3. コークス乾式消火塔の伝熱解析

乾式消火塔の温度分布に対する循環ガス量原単位、コークス粒径の半径方向の分布の影響(a. 径方向均一粒度分布, b. 炉壁部粒径大の分布)を検討しFig. 2に示した。低循環ガス量原単位時には、径方向の粒径分布の温度分布への影響が顕著になること、循環ガスの吹き込み位置の熱効率への影響が大きいことが明らかになった。

4. まとめ 本プログラムは、入力データ作成システム(FEM Input System)、固体流れ、ガス流れ伝熱計算を行う本体プログラム、出力データ処理システム(FEM Output System)から構成され種々のプロセス解析への適用が容易である。

参考文献

- 1) 武田ら; 鉄と鋼 70(1984)S770
- 2) 大中; 鉄と鋼 65(1979) 1737

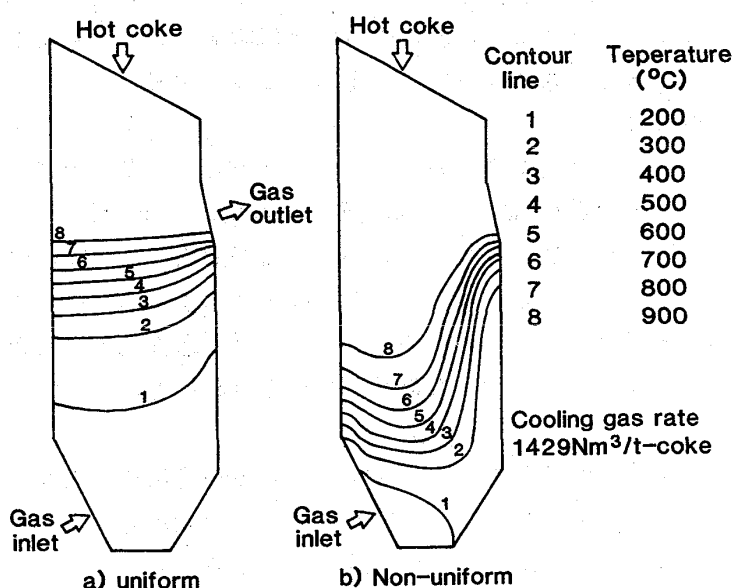


Fig. 2 Effect of radial distribution of coke diameter on temperature distribution in CDQ.