

(66)

炭化室および燃焼室の1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-1)

日本鋼管(株)技術研究所 松原健次 ○田島 治、鈴木喜夫、阿瀬 始  
 京浜製鉄所 佐田哲男 鉄鋼技術部 野崎幸雄

1. 緒言

コークス炉の燃焼と伝熱については、従来から多くの研究が行なわれており、炭化室をモデル化して昇温過程をコンピュータでシミュレートし、定量的に検討しようとするアプローチもいくつか行なわれている(表-1)。これらは、いずれも炭化室が対称的に加熱されると見なして中心で断熱、という条件を設定し、炉壁から中心までの半室分の温度を前進差分法で計算している。

我々は、以下の目的のために、コークス炉の乾留過程についての新しいシミュレーション・モデルを作成し、種々の知見を得たので、報告する。

- 目的：(1)新しい操業技術の定量的評価  
 (2)炉設備と操業に関するパラメータの効果の定量的検討

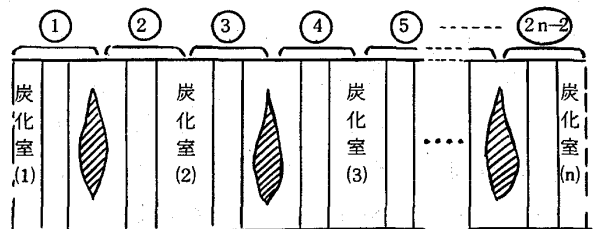
表-1 コークス炉のモデル

		次元	石炭物性値	境界条件	備考
1	新日鉄室蘭 <sup>(1)</sup>	2	一定	吹込ガス温度および流量	熱伝導は1次元の扱い
2	Simonis <sup>(2)</sup>	1	温度の関数	燃焼室側煉瓦表面温度	
3	住友金属 <sup>(3)</sup>	2	温度の関数	燃焼室側煉瓦表面温度	
4	J & L <sup>(4)</sup>	1	温度の関数	燃焼ガス温度	
5	NKK-I	1	温度の関数	燃料流量および理論火焰温度	(多室モデル)

2. モデルの概要(半室および多室)

(1)考え方 モデルは、装入炭のかさ密度、水分、温度、燃料の流量、装入と窯出の順序、などの操業に関するパラメータを陽に含み、また、特に石炭の熱伝導度で著しい物性値の温度依存性を厳密に考慮している。(図-1)

図-1 半室モデルと多室モデル  
 (各①が一つの半室モデル)



(2)基礎方程式(反応熱は比熱に割りつけている)

$$C_p \rho_s \rho_s \frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_s \frac{\partial T_s}{\partial x} \right)$$

(3)燃焼室側境界条件

$$Fr C_p g (T_t - T_g) = hA (T_g - T_w)$$

この式の意味は、(燃焼熱)<sup>(\*)</sup> - (生成ガス顕熱) = (煉瓦への伝熱) <sup>(\*)</sup>蓄熱室からの回収熱量込

(4)炭化室側境界条件 (i)半室モデル 中心で断熱 (ii)多室モデル 両端の炭化室の中心で断熱

(5)初期条件と計算の終了 装炭時の煉瓦温度分布が初期条件であって、これを仮に与えて計算を実行し、乾留サイクル毎にこの値を調べて、収束したら定常に達したと考慮して計算を終了する。

(6)蓄熱室 燃焼室からの排出ガス顕熱が、1次容量遅れを持って一定比率で回収されると仮定した。

(7)数値解法

$$v = \int_0^{T_s} C_p \rho_s (T) \rho_s (T) dT, u = \int_0^{T_s} \lambda_s (T) dT$$

二つの積分変換

を導入し、基礎方程式を、

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

の形にして、前進差分法で解を求めた。記号  $T_s$ : 煉瓦または石炭温度、 $t$ : 時間  
 $x$ : 位置、 $r$ : 生成ガス流量/燃量流量、 $T_t$ : 理論火焰温度、 $T_g$ : 生成ガス温度

3. シミュレーションの結果と実炉での検証

種々の条件を設定してシミュレーションを行ない、新しい知見を得ると共に、実炉で、煉瓦表面温度と炭化室温度を測定し、計算結果との良い一致を見た。

- (文献) (1)富士製鉄技報 17 353 (1968) (2)Glückauf-Forschungshefte 32 23 (1971)  
 (3)燃料協会誌 56 36 (1977) (4)Ironmaking and Steelmaking 6 49 (1979)