

(64) 層状装入高炉におけるガスの流量分配比の近似解析

名古屋大学 工学部

桑原 守

・近松栄二

豊 巖

1. 緒言 高炉内を上昇するガスは磁石とコークスの層状装入に起因して不均一な流動をする。前報<sup>1)</sup>では、流動方程式の数値解析結果をガスの質量速度に関するベクトル線図で表示する手法を提示した。本報では、数値計算から得られた見解に基づいた近似解析を展開した結果、磁石層とコークス層間のガスの流量分配比を簡単な計算で容易に予測できることがわかった。

2. 近似解析 矩形層における数値解析から得られた見解に基づいて、次のような近似をする。

(1) 流入したガスが二層を通過した後、流れの蛇行は同じパターンを繰り返すので、流れは磁石層とコークス層の1 blockを通過すると元の半径位置に回復する。(2) 一つの流れにわたる同一層のガスの質量速度および流れの方位はほぼ一定である。

図1には、モデル化に必要な下記の諸量の関係を模式的に示す。

$$l_c = \Delta \cos \theta_0 / \sin(\theta_c - \theta_0) \dots (1)$$

$$l_o = -\Delta \cos \theta_c / \sin(\theta_c - \theta_0) \dots (2)$$

$$\Delta_o = (\tan \alpha_o - \tan \alpha_c)(\zeta - 0.5)R_o + (\Delta_o)\zeta = \Delta/2, \Delta_c = \Delta - \Delta_o \dots (3)$$

$$\tan \theta_0 = (\Delta/\Delta_c)\tan \alpha^* - (\Delta_o/\Delta_c)\tan \alpha_c \dots (4)$$

$$G_o/G_c = \sin(\theta_c - \alpha^*) / \sin(\theta_0 - \alpha^*) \dots (5)$$

$$-(\Delta P)_t = (f_{1,c} + f_{2,c}G_c)G_c l_c + (f_{1,o} + f_{2,o}G_o)G_o l_o \dots (6)$$

ここで、 $\alpha^* = (\alpha_c + \alpha_o)/2$ ,  $f_1$ と $f_2$ は Ergun式の抵抗係数であり、 $f_1 = 150(1-\epsilon)^2 \mu / \epsilon^3 (\phi dp)^2 \rho$ ,  $f_2 = 1.75 \times (1-\epsilon) / \epsilon^3 (\phi dp) \rho$  以上の式を連立させて $(\Delta P)_t$ が最小となる時の $G_o/G_c$ ,  $\theta_c$ ,  $\theta_0$ の値を定める。

3. 計算結果 表1は、基準操業条件 $R^*(O/C=4.0, \Delta=1.2, d_{po}=2\text{cm}, d_{pc}=5\text{cm}, \epsilon_o=0.35, \epsilon_c=0.40)$ に対して、操業条件を変更した場合における $\psi=0.5$  (ただし、中心軸で $\psi=0$ , 壁で $\psi=1.0$ )の流線に沿う両層間の質量速度比と流線の方位に関する数値解と近似解を示している。なお、表中の $\bar{x}$ は $\psi=0.5$ の流線が蛇行しつつたどる径路の平均的な半径方向位置である。ここで、近似解の数値解に対する相対誤差は最大9%、平均4%であった。図2と図3では、磁石層の見かけの安息角が異なる条件下で、磁石層とコークス層の質量速度比の半径方向分布を数値解析および近似解析によって求めたが、両者の結果は傾向的にも数値的にも良好一致を示している。

4. 記号  $G$ : ガスの質量速度,  $\Delta$ : 層厚,  $\theta$ : 横軸の正方向からの反時計回りの流線傾,  $R_o$ : 炉幅,  $r$ : 横方向距離,  $\zeta = r/R_o$ ,  $\alpha$ : 見かけの安息角,  $(\Delta P)_t$ : 磁石層とコークス層の1 blockを通過する際の圧力損失

文献 1) 桑原, 近松, 豊: 鉄と鋼, 62(1976) 9.42

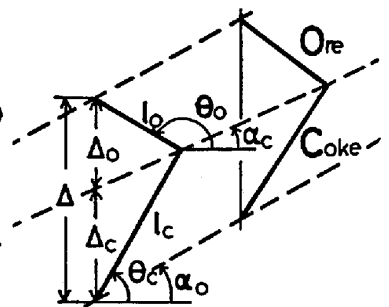
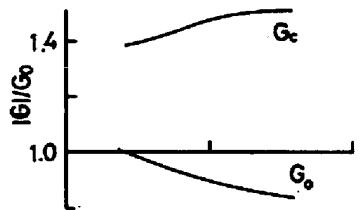


図1 モデル化の図の模式図

表1 数値解と近似解の比較

操業条件	解析法	$\alpha_c = 25^\circ$				
		$\theta_0$	$\theta_c$	$G_o/G_c$	$\bar{x}$	
$R^*$	数値解	125°	67°	0.63		0.528
	近似解	128	67	0.65	0.473	
$O/C$ (-)	数値解	125	77	0.75		0.539
	近似解	122	79	0.78	0.463	
$\Delta$ (m)	数値解	124	66	0.63		0.541
	近似解	127	69	0.67	0.457	
$d_{po}$ (cm)	数値解	114	73	0.71		0.515
	近似解	124	69	0.66	0.482	



—: 数値解, ---: 近似解

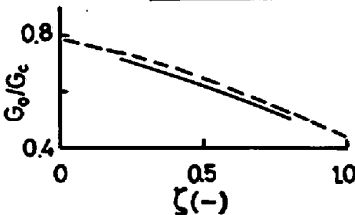
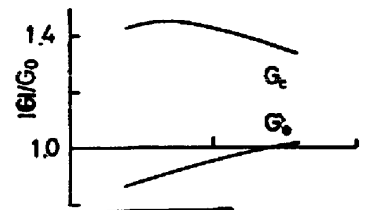


図2  $G_o/G_c$ の半径方向分布 ( $\alpha_o=30^\circ, \alpha_c=25^\circ$ )



—: 数値解, ---: 近似解

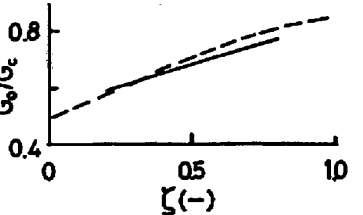


図3  $G_o/G_c$ の半径方向分布 ( $\alpha_o=20^\circ, \alpha_c=25^\circ$ )