

## (47) 等温移動層におけるガス流れと非触媒反応の同時解析

東北大学選鉱製錬研究所 工博 ○八 木 順一郎  
工博 大 森 康 男

## I 緒 言

最近, Ergun 式を拡張使用して充填層内のガス流れを解析する試みがなされている。しかし, 伝熱, 物質移動との同時解析あるいは反応を伴う系の解析はまだあまり報告されていない。著者ら<sup>1)</sup>は移動層による酸化鉄ペレットの  $H_2$ 還元操作を, ガス流れと非触媒反応をカップリングさせて解析した。ここでは, ガス流れと非触媒反応の同時解析を確立するため, 等温操作ではあるが, 還元ガスをサイドノズルから導入する場合について数値解を得たので報告する。

## II 理 論

等温移動層でガス流れと非触媒反応を同時に取り扱うには, 連続の式, 運動方程式, 物質収支式および反応速度式が必要である。物質収支式および反応速度式は前報<sup>1)</sup>に示した式を使用する。ガス流れについては Ergun 式を拡張使用するが, 円柱座標で 2 次元の場合について,  $-\partial P/\partial z = (f_1 + f_2 |G_z|)G_z$ ,  $-\partial P/\partial r = (f_1 + f_2 |G_r|)G_r$  を使用した場合の流れ関数に関する基礎式はすでに示したので, ここでは,  $-\text{grad}P = (f_1 + f_2 |G|)G$  を使用した場合の式のみ示す。

$$\begin{aligned} & \{f_1 + f_2/r\}J_g^{1/2} + (f_2/r)(\partial\phi/\partial r)^2 J_g^{-1/2} \{(\partial^2\phi/\partial r^2) + \{-(f_1/r) + (\partial f_1/\partial r) + (\partial f_2/\partial r - 2f_2/r)J_g^{1/2}/r\} \times (\partial\phi/\partial r) \\ & - \{f_1 + (f_2/r)J_g^{1/2} + (f_2/r)(I_R - \partial\phi/\partial z)^2 J_g^{-1/2}\} \partial(I_R - \partial\phi/\partial z)/\partial z - \{\partial f_1/\partial z + (\partial f_2/\partial z)J_g^{1/2}/r\} (I_R - \partial\phi/\partial z) \\ & - (f_2/r)(I_R - \partial\phi/\partial z)J_g^{-1/2} \times (\partial\phi/\partial r) \{(\partial^2\phi/\partial z \cdot \partial r) \\ & - \partial(I_R - \partial\phi/\partial z)/\partial r\} = 0 \end{aligned}$$

$$\text{ここで, } J_g^{1/2} = \sqrt{(\partial\phi/\partial r)^2 + (\partial\phi/\partial z)^2},$$

$$I_R = \int_0^r ER^* r dr$$

## III 計 算 結 果

計算結果の一例を図 1 と 2 に示した。この計算においては  $d_p = 1.6 - 0.6r$  (cm),  $\epsilon = 0.45 - 0.1r$  と仮定したので, ガスは中心部に多く流れている。図 1 から, ガス流れはノズルレベルより少し上になるとほとんど平行流になり, 層頂部で若干反応の影響が現われている。図 2 から, ガス流れの多い中心部では層頂部で反応が完結するが, 周辺部ではガス吹込み口近くまで  $FeO$  が残っている。

Ergun 式の拡張形式については両者ともほとんど同じ結果になった。

$d_p$ : 粒子径,  $f_1, f_2$ : 通気抵抗の粘性項と慣性項,  $G$ : ガスの質量速度,  $P$ : 圧力,  $R^*$ : 反応速度,  $r, z$ : 距離,  $X_{H_2}$ :  $H_2$  のモル分率,  $X_1, X_2, X_3$ :  $Fe_2O_3/Fe_3O_4, Fe_3O_4/FeO, FeO/Fe$  の反応界面位置,  $\epsilon$ : 空間率,  $\phi$ : 流れ関数

1) J. Yagi and J. Szekely: Trans ISIJ in press.

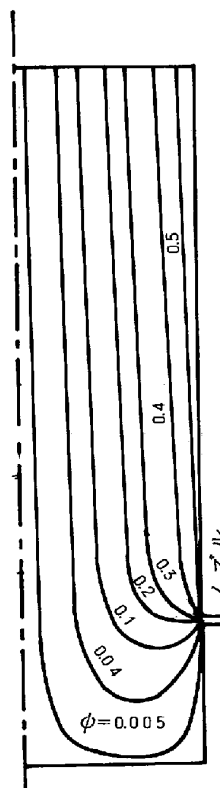


図 1 ガスの流線

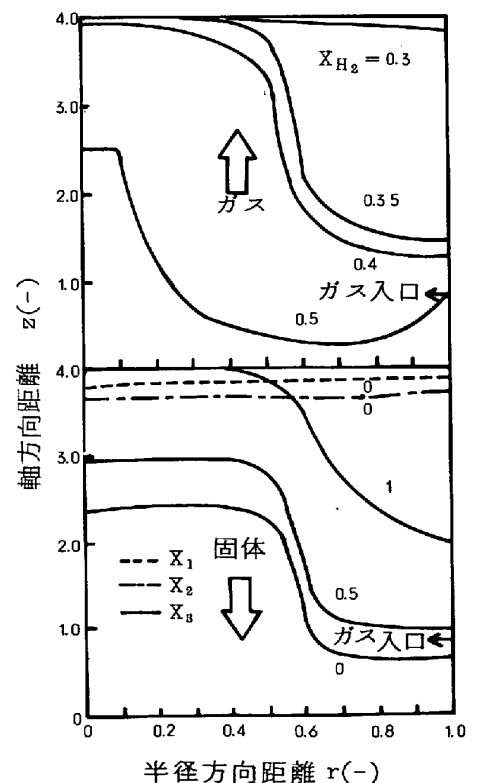


図 2 水素のモル分率と反応界面位置の等高線