

# B209

## ステップ応答を用いた充填層空隙率の決定

(出光興産) (正) 草場敏彰・(正) 宮本真二・(明治大理工)・○ (学) 藤木淳平・(正) 古谷英二

### 【緒言】

吸着塔の設計に必要な因子のうち、充填層空隙率は水銀置換により決定される粒子見かけ密度と粒子空隙率から算出されているが、近年の環境問題に関連して、水銀を用いる物性測定法は避けられる傾向にあり、他の方法が模索されている。ここでは、ステップ応答の結果から充填層空隙率を決定する際に注意すべき点について、数値計算実験により検討を加えた。

### 【基礎式】

ステップ応答による充填層空隙率の決定では吸着量が誤差を生む要因であるので、吸着量を常にゼロとした速度式と物質収支式を誘導した。なお、吸着量がゼロであるので、マクロ孔内での拡散は細孔拡散が支配的であると仮定した。これらの仮定より導かれた式を下に示す。

$$\text{固定層内物質収支} \quad \varepsilon_B \left\{ \left( \frac{\partial C_t}{\partial Z} \right) + \left( \frac{\partial C_t}{\partial T} \right) \right\} + (1 - \varepsilon_B) \varepsilon_p \left( \frac{\partial \bar{C}_m}{\partial T} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\text{粒子内拡散} \quad \left( \frac{\partial \bar{C}_m}{\partial T} \right) = \frac{1}{\varepsilon_p R^2} \frac{\partial}{\partial R} \left( R^2 \frac{\partial \bar{C}_m}{\partial R} \right) \quad (2)$$

$$\text{境膜物質移動} \quad \left( \frac{\partial \bar{C}_m}{\partial T} \right) = \frac{3}{\varepsilon_p} Bi (C_t - C_s) \quad (3)$$

$$\text{粒子界面物質移動} \quad \left( \frac{\partial \bar{C}_m}{\partial T} \right) = -\frac{3}{\varepsilon_p} \left( \frac{\partial C_m}{\partial R} \right)_{R=r_1} \quad (4)$$

実変数と無次元変数の関係は以下の通りである。

$$T = \left( \frac{D_e}{r_p^2} \right) t \quad Z = \left( \frac{D_e}{r_p^2} \right) \left( \frac{z \varepsilon_B}{u} \right) \quad R = \frac{r}{r_p} \quad C = \left( \frac{c}{c_0} \right)$$

種々の操作条件下で上式を解き、得られる溶出曲線の  $c/c_0=0.5$  となる時間より充填層空隙率を算出した。

### 【結果と考察】

#### 充填層層高の影響

まず、充填層空隙率への充填層高の影響について調べた。Fig.1 に示すように層高が高くなるにつれて計算上の充填層空隙率 0.4 に達するのに大きい空塔速度が必要であることが明らかである。これはトレーサのマイクロ孔内への侵入により生じると推察される。空塔速度を上げるとマイクロ孔内へ拡散しにくくなるため、空塔速度が大きくなると真の空隙率に近づくと考えられる。

#### 粒子内空隙率の影響

次に、粒子内の空隙率を変化させ、充填層空隙率への影響を調べた。一方、細孔を持たないガラスビーズを用いて実際にステップ応答実験を行った。

Fig.2 に示すように粒子内空隙率が大きい程計算上の充填層空隙率 0.4 に達し難い事が明らかとなった。また、粒子内空隙を持たない固体においては、シミュレーションにより推算された空隙率の値もステップ応答実験から得られた値も真の空隙率より少し小さく見積もられる傾向がある。しかし、実験誤差は平均 5.5 % と僅かであるので、ほぼ真の値が得られたと言える。

以上の結果から、粒子内空隙率が小さい場合のみステップ応答法を用いて充填層空隙率を求めることが出来ると言える。

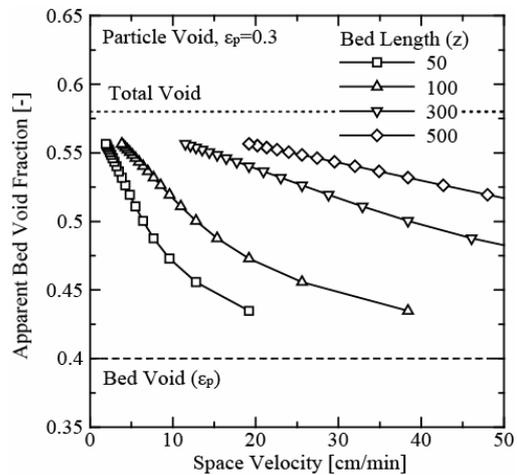


Fig.1 層高の影響

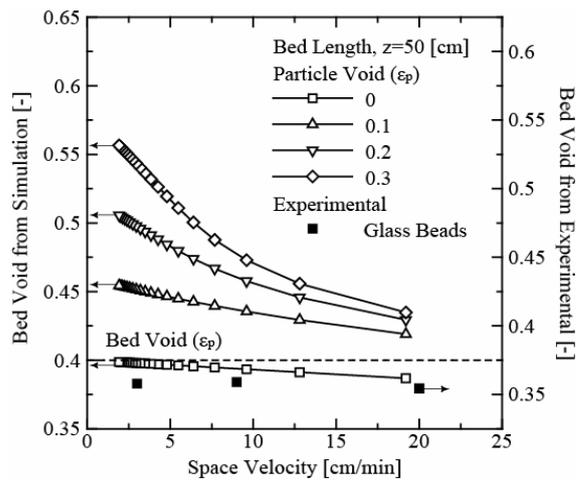


Fig.2 粒子内空隙率の影響

### 【まとめ】

ステップ応答の結果を用いて充填層空隙率を測定するには、マクロ孔の影響を出来るだけ排除する必要がある、この影響の少ないパルス法がより有利であろうと考えられる。