

PS-4

融着充填層の通気抵抗の解析

新日本製鐵(株)基礎研究所 ○杉山 喬, 佐藤 裕二
中村正和, 原 行明

1. 緒言

高炉内のガス流れを数値計算する場合、Ergunの圧力損失式¹⁾を用いる方法が一般に試みられているが、融着層内の圧力損失式として用いる場合にはErgun式の乱流の係数に補正が必要であることはすでに指摘した通りである²⁾。このことは融着層内の圧力損失が粒子表面と流体との摩擦抵抗によって生ずるとするメカニズムによっては表わすことができないものと考えられる。そこで融着充填層の通気抵抗のメカニズムについて測定値をもとに検討した。

2. 実験方法

各種高炉原料を種々の収縮率 S_r に融着させた融着試料について融着前後の物性値(粒径 d_p , 空間率 ϵ_b , 気孔率 ϵ_p 等)を測定し、常温空気によって融着層の圧力損失を測定した。粒子レイノルズ数は400~6,000の範囲で測定した。

3. 通気抵抗の解析

融着層の圧力損失は融着によって粒子間のすき間、すなわち融着層断面の開口比が縮小し、ちょうどオリフィスのようにこの狭くなったすき間を通る流体の圧縮、膨脹によって生ずるとするモデルを設定した。(図1)

充填層の収縮時に次の仮定をおいた。1) 収縮前の粒子の配列構造は空間率の最も近い立方体構造とする。2) 粒子間の空隙は開口比 m のオリフィスと等価的に置きかえることができる。3) 収縮後の粒子形状は平均的には側断面は楕円形、平断面は円形とする。4) 収縮によって粒子同士の半径方向の相対的位置には変化はない。

融着層の収縮率 S_r における開口比 m は収縮後と収縮前の粒径比を r とし、収縮前の空間率を ϵ_0 とすれば

$$m = 1 - (1 - \alpha \epsilon_0) \{ r^3 / (1 - S_r) \} \dots \dots \dots (1)$$

融着層の圧力損失は本モデルでは(2)式で表わされる。

$$\Delta P/L = \left(\frac{1}{Cm} \right)^2 \left(\frac{1}{\phi d_p (1 - S_r)} \right) \left(\frac{\rho_g u^2}{2gc} \right) \dots \dots \dots (2)$$

ただし C はオリフィスの流出係数で(3)式で表わされる。

$$C = 0.597 - 0.011m + 0.432m^2 \dots \dots \dots (3)$$

本実験の範囲では $r = 1 - \beta S_r$ とおけば、 $\beta = 0.25$, $\alpha = 0.8$ を用いることにより融着層の圧力損失の実測値は(2)式によって計算した値と±30%以内の誤差範囲で一致した。(図2) また(1), (2)式は $r = 1$, $S_r = 0$ とおくことにより融着しない充填層にも適用可能であった。

文献: 1) S.Ergun: Chem. Eng. Progr. 48(1952), P. 89

2) 原, 中村, 杉山: 鉄と鋼, 64(1978), S532

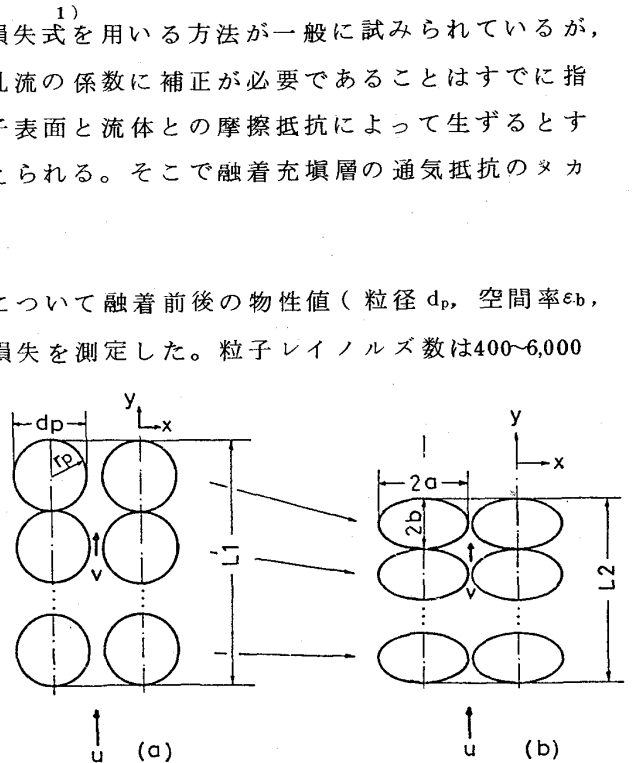


図1 粒子の融着モデル

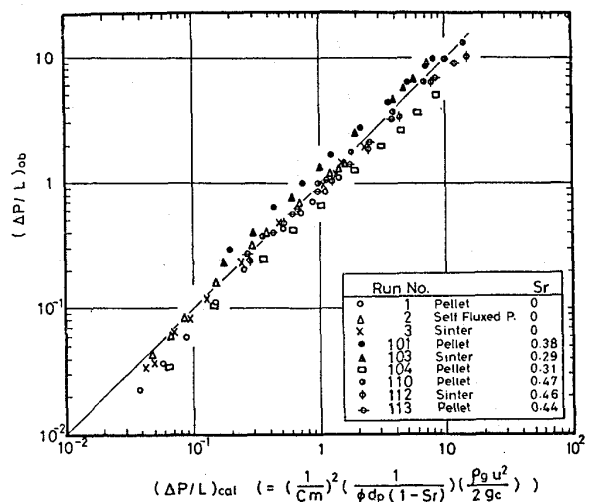


図2 圧力損失の実測値と計算値の比較