

## (1) 向流移動層における圧力損失

東京大学 工学部

天辰正義 全明

吉沢昭宣 館 充

1. 緒言 これまでに報告された充填層の圧力損失に関する研究はそのほとんどが固定層<sup>1)</sup>においてなされてきた。

充填層が常に一定の層高を保つと同時に粒子群下方流れと逆方向に流体(本実験では空気)が下部から送入されるいわゆる向流移動層における実験的研究には僅かな報告がある過ぎない。また移動層と固定層における圧力損失の差異を評価することは重要な問題であると同時に高炉内(とくにシャフト部)における通気性への一手掛りとするため向流移動層における圧力損失に関する研究を試みた。

2. 実験方法 充填固体粒子として、焼結鉄(平均粒度=0.75, 1.50, 2.50, 4.38, 5.38mmφ)およびガラスビーズ(平均粒度=0.86, 1.71mmφ)を用い、それらの降下速度を0~47mm/minの範囲とした。送入ガスは空気であり、充填層入口温度を常温、高温(270, 480°C)とし、送風量を100ℓ/minから流動開始までの範囲とした。装置は充填管、テーブルフーおよびホッパーなどからなっている。粒子の連続排出はテーブルフーに依ったが、充填管とテーブルとの間隙およびテーブルの回転数の制御により任意の降下速度を得ることができた。粒子の連続装入はホッパーから行われたが、ホッパー内の粒子荷重が充填層内の荷重に影響を及ぼさないように充填管の外から約45°の角度をもった二つのホッパーから粒子を装入した。充填管には内径100mmφ、高さ1000mmのガラス製ヒステレス耐熱鋼製があり、前者は粒子の降下状況の観察、空隙率および降下速度の測定に、後者は圧力・温度の測定に用いられた。圧力・温度の測定孔はストックラインから27, 47, 67, 87, 104cmの5ヶ所に設けられた。予備実験から、移動層において吹抜現象が生じない流速範囲では粒子群の流れはピストン流れであり、送風条件に依らないことが確かめられた。

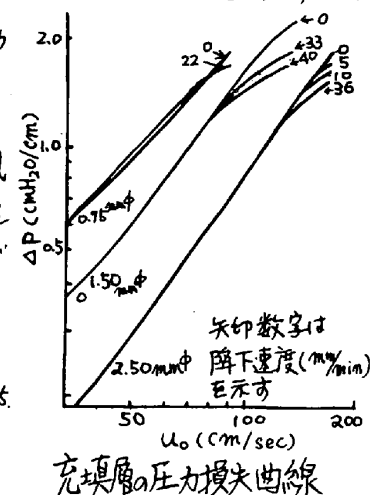
3. 実験結果 (1) 固定層における圧力損失 $\Delta p$ と空塔速度 $u_0$ とを両対数方眼紙にプロットして得られた圧力損失曲線の直線部分の勾配は粒度と流速範囲とに依存することが示された。したがってこれまでの報告の中で、固定層における圧力損失についての諸家の実験をS. ERGUN<sup>1)</sup>が検討し導入した式が充填層の圧力損失を最も良く表現していることが示された。

(2) 充填層内の空隙率の実測値と計算値(ERGUN式から)とがほぼ一致した結果が得られた。

(3) 計算された充填層の単位層高当りの圧力損失を算出した結果、固定層における最上部充填層の値のみが、他の値(層高移動層などの異なる条件において)と比較すると僅かであるが、小さい値が得られた。したがって粒子群配列が比較的疎な充填状態にあり、移動層では各層位において一様な充填状態にあると見られる。

(4) 固定層における圧力損失曲線と移動層におけるそれとの差異は吹抜現象が生じない流速範囲ではほとんど明確には認められないが流速が増大するに伴って吹抜現象、例えば「シェンネリング」が生じる段階になると曲線の勾配は固定層と移動層とでは異なる傾向を示す。すなわち固定層では流速の増大に伴って曲線の勾配は2に近づく傾向を示し、ついに極大値に達し充填層は一時膨張する。次に吹抜・流動状態に移行する。一方移動層での曲線はむしろ早い段階から漸次吹抜・流動状態となる。また粒子降下速度によって曲線には差異が認められなかった。実験結果の一例を右図に示す。

(5) 高温送風の向流移動層では充填層高さ方向の温度分布と圧力分布とが送風量と降下速度とに依存する。そこで充填層各層位において、ガス圧力・温度補正された流速と圧力損失とを両対数方眼紙にプロットした結果常温送風の場合のそれとほとんど同値であることが確かめられた。



1) S. ERGUN; Chem. Eng. Prog., 48 (1952), 89-94.

2) V.G. Mauchinskii; Trudy Leningradskovo Politehnicheskovo Instituta, 225 (1963), 149-155.

3) J. HAPPEL; Ind. Eng. Chem., 41 (1949), 1161-1174.