

(96) 充填層の圧損と熱伝達について

Study on Pressure Loss and Heat-transfer in the Packed Column

R. Ichiyasu, et alii.

日立製作所安来工場

中村信夫・逕〇一安六夫・佐藤 豊

I. 緒 言

溶鉱炉，ガス発生炉，ペブルヒーター，その他の装置として，充填塔は冶金工業，化学工業の分野で広く使用されている関係上，これの性質，とくに圧損，熱伝達等に関する研究は非常に多く，種々の実験式が各研究者によつて報告されている．しかしこれらの実験式はほとんど常温附近からせいぜい 100°C 前後の温度における実験結果をもととしているもので，高温における実験値はほとんど見当らないようである．

著者等は高温における充填層の圧力損失に対しては，常温の実験結果より得られた実験式を適用しては非常に誤差の大きくなることを知つた．そのため近似的にはあるが小型実験装置を組立てて高温における圧力損失を見積る実験式を導き，温度によつて如何に変化するかを検討した．

またあわせて充填塔の熱伝達についても検討を加え，高温における伝熱について，すでに報告されている実験式と比較考察した．さらに装置の一部を改めて充填層上部から水を添加した場合，すなわち充填層内部で吸熱の行われる場合についても検討を加えた．

II. 実 験 装 置

内径 205mmφ 高さ 2.2m のガス管を充填管として，これを内径 430mmφ 高さ 2.3m の炉の中央に設置し

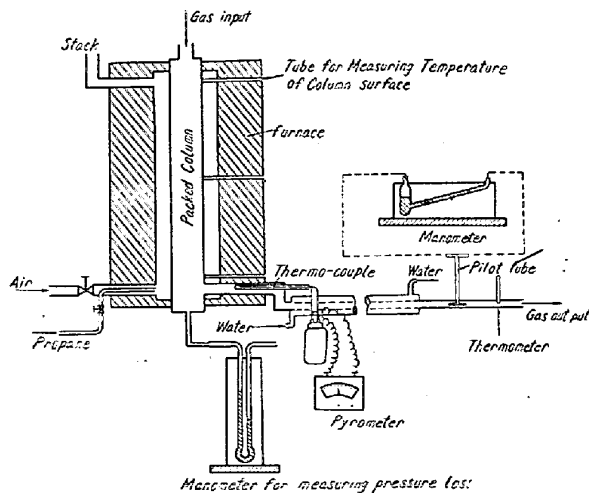


Fig. 1. Apparatus

て充填管の外側を加熱し，一方充填管の下端よりコンプレッサーにより吸引排気して排出空気の温度を測定した．温度測定は吸引式温度計の原理を応用しておこなつた．充填管の下端にマンメーターを設け各流量に応じて充填層による圧力損失を測定した．その際の流量測定はピトー管によつた．Fig. 1 に装置の概要を示す．

充填物として焙焼マグネシヤ粒を充当し，粒度は間隙 6mm, 10mm, 15mm, 25mm の篩によつて選別したもので，すなわち平均粒径 8mm, 12.5mm, 20mm の 3 通りのものである．

III. 実験結果および考察

1) 充填層の圧力損失

一般に充填層の圧力損失は次元解析によつて次式で表わされている

$$\frac{\Delta p}{\rho l} = C \left( \frac{u^2}{2gd} \right)^p \left( \frac{d u \rho}{\mu} \right)^q \dots\dots\dots (1)$$

$\Delta p = l$  なる充填層の厚さに対する圧力損失

- $l$  = 充填層の厚さ
- $u$  = 充填物の存在を無視して計算した流速
- $d$  = 充填物の直径，またはこれにかわる代表長さ
- $g$  = 重力の加速度
- $\rho$  = 流体の塔内平均 (温度，圧力における) 密度
- $\mu$  = 流体の塔内平均 (温度，圧力における) 粘度
- $C, p, q$  は充填物の種類ごとに実験によつて決定されるべき常数.

実験結果を Fig. 2 に示す．常温における結果を解析し，両対数グラフに  $(\Delta p / \rho l)$  対  $(u^2 / 2gd)$  および  $(\Delta p$

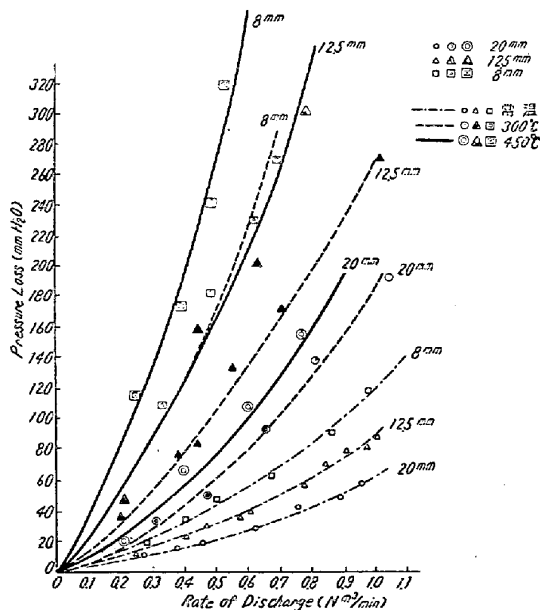


Fig. 2. Relation between pressure loss and rate of discharge

$\rho l$ ) 対  $(du\rho/\mu)$  をプロットして各指数の値を求めて次式を得た.

$$\frac{\Delta p}{\rho l} = 46 \left( \frac{u^2}{2gd} \right)^{0.725} \left( \frac{du\rho}{\mu} \right)^{-0.05} \dots\dots\dots (2)$$

$40 < (Re)_d < 500$

高温における圧力損失を厳密に測定することは相当困難であるため、われわれはつぎのような観点から検討した。すなわち充填層の温度分布が一様でなくともまた充填層が不平衡状態にあろうとも、充填層を流れるガスの平均温度を知れば、その場合の圧力損失を、その温度のガスの流通による圧力損失と考えられる。このことを考慮して各温度のガスの圧損の測定結果を示したのが Fig. 2 の 300°C, 450°C の場合の曲線である。この場合の空気の平均温度は次式にしたがつて求めた。

$$t_m = T_m - \Delta t_m \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta t_m = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{2 \cdot 3 \log \frac{(T_1 - t_1)}{(T_2 - t_2)}} \dots\dots\dots (4)$$

- $t_m$  = 充填層を流れるガスの平均温度
- $T_m$  = 外壁の平均温度
- $\Delta t_m$  = 外壁とガスとの対数平均温度差
- $T_1$  = ガスの入口における外壁温度
- $T_2$  = ガスの出口における外壁温度
- $t_1, t_2$  = ガスの入口, および出口の温度

Fig. 2 の結果から対数グラフによる解析によつて各係数を求めつぎの次元式を得た。

$$\frac{\Delta p_{(300)}}{\rho l} = 501 \left( \frac{u^2}{2gd} \right)^{0.844} \left( \frac{du\rho}{\mu} \right)^{-0.399} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{\Delta p_{(450)}}{\rho l} = 616 \left( \frac{u^2}{2gd} \right)^{0.964} \left( \frac{du\rho}{\mu} \right)^{-0.425} \dots\dots\dots (6)$$

ただし両者とも  $40 < (Re)_d < 500$

2) 充填層の熱伝達

充填層の熱伝達を研究する方法として色々の考え方があるが実用的見地から考えて充填管内の温度分布を問題としないならば、普通の空管内をガスが貫流する場合と同等に取り扱い充填物は唯ガスの混合攪乱にのみ役立つとするのが簡単かつ便利で、比較的信頼度もよい。

このような考え方で、Fig. 1 の装置を使用して各流量に応じし熱伝達係数を測定した結果はすでに報告されている葛岡氏の式

$$Nu = 0.37 (Re)_D P_r^{\frac{1}{3}} \left( \frac{l}{D} \right)^{-0.5} \dots\dots\dots (7)$$

$$Nu = \text{ヌーセルト数} = \frac{h_w D}{\lambda}$$

$$(Re)_D = \text{レイノルズ数} = \frac{Du\rho}{\mu}$$

$$P_r = \text{プラントル数} = \frac{C_p \mu}{\lambda}$$

$h_w$  = 管壁表面より流体への熱伝達係数

$D$  = 充填管の径

$\lambda$  = 流体の熱伝導率

$C_p$  = 流体の比熱 (平均温度における)

によつて計算される値とほとんど等しくなり、熱伝達係数は質量速度 700~2000kg/m<sup>2</sup>h の範囲で直線的に上昇することを知つた。水を添加した場合の実験でも同様な結果を示した。

IV. 結 論

1) 充填層の圧力損失について考察し、常温の実験結果より得られた実験式は高温では適用出来ないことを知つたので高温における圧力損失を見積る次元式を導いた。

2) 充填層の熱伝達についてはすでに報告されている葛岡氏の式より求められる値とよく近似し、質量速度の増加とともに直線的に増大することが、単なるガスの加熱のみならず、充填層内部で吸熱のある場合にも成立することを確めた。

(97) 溶体ホーニング装置に依る帯鋼の連続研磨方式について

On the Continuous Liquid Honing Treatment of Hot-and Cold-Rolled Strips.

T. Tsuji, et alii.

日本金属, 王子工場

工 小松 正・工 井上正治・工〇辻 俊彦

I. 緒 言

熱間圧延終了後の帯鋼に附着せるスケール又は焼鈍中に発生する酸化被膜の除去および表面疵に対する研磨は、以後の冷間加工を完全に品質を向上せしめる為必要な事は論を俟たない。これに対し従来は主に酸洗又はバフ研磨等に依り行われて来たが、筆者等は液体ホーニングをこれらの目的に利用する為、小試片に依る予備試験にて得た資料を基にして帯鋼の処理に適した連続加工装置を試作し検討を加えて見た。以下これに関する試験結果および試作装置の状況に就き報告する。

II. 予 備 試 験

従来の手操作に依る標準型液体ホーニング装置を用い、種々の噴射条件にて処理した時の研削量および研削面積、機械的性質等に対する影響に就き調査を行つた。

ガンはノズル口径 3/8", ジェット口径 3/16", 圧力 6.4