

II-89 液体吸収剤による空気調整操作の設計法

京都大学工学部 正員 高松武部 正員 平岡正勝
学員 川勝 威 学員 外也孝雄

1. まえがき

空気調整とは室内の空気状態とその室の目的に合った条件に一定に保つことであり、室内条件としては温度、湿度、塵埃濃度、バクテリア濃度、炭酸ガス濃度などが考慮される。特に産業界において露点が零度以下であるような非常に乾燥した空気と大量に必要とすることが多くなり、この目的のために塩化リチウム、トリエナレングリコールなどの液体吸収剤を使用する減湿方法が開発されている。この減湿法は液体吸収剤の蒸気圧と、大気中の水蒸気分圧との差により大気中の水分を除去する方法であるが、空気調整装置内での移動現象は複雑である。本研究では噴霧式減湿装置内での熱および物質移動の現象と解析し、この結果をもとにいく減湿操作および装置の合理的設計法を確めようとした。

2. 減湿装置の容量係数

空気調整装置設計の基礎資料をうるために個々のノズルをもった噴霧式減湿装置の減湿実験をおこなひ、装置の物質移動容量係数を求めた。本実験には液体として塩化リチウムの水溶液を用い、Fig-1 のように並流気液接触により減湿をおこなった。液の濃度として 35 wt% の水溶液を用いた。エンタルピーを

$$i = 0.24t + H(595 + 0.46t) \quad (1)$$

と定義すると、装置内のエンタルピー収支のう

$$-G di_g = K_{og} a S (i_g - i_L) dX \quad (2)$$

(2)式を積分して

$$K_{og} a = \frac{G}{XS} \int_{i_{g2}}^{i_{g1}} \frac{di_g}{i_g - i_L} \quad (3)$$

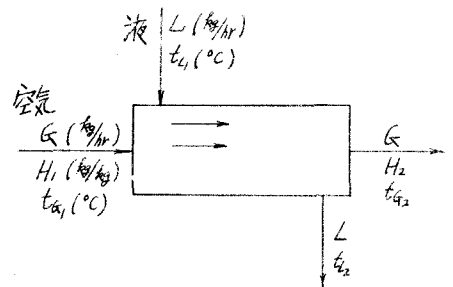


Fig-1. 噴霧減湿装置本体

こゝで気液界面の状態が不明なので、物質移動容量係数として(3)式のように総括物質移動容量係数 $K_{og} a$ におた。実験より装置入口、出口のエンタルピー i_{g1} および i_{g2} が求まるので、操作線と平衡線との間で図式積分をおこなうことにより $K_{og} a$ が計算できる。

そして実験の結果を総括物質移動容量係数に対する空気質量速度の影響として表示し、この容量係数 $K_{og} a$ を用いて低湿度乾燥室用減湿装置の設計をおこなう。

3. 減湿装置の設計

減湿装置の容量として、噴霧ノズルの個数、噴霧流量、空気流量と決定する。減湿装置本体出口湿度 H_2 、出口ガス温度 t_{g2} を求めるために、まず出口空気のエンタルピー i_{g2} を計算する。

(3)式において、減湿部入口空気状態 i_{g1} は

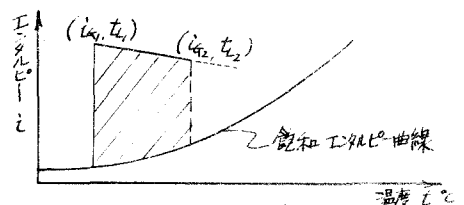


Fig-2. $K_{og} a$ の図式積分

設計条件から与えられる。塔高 z 、断面積 S は実験装置の値を用いる。そして空気の流れ速度 G は Entrainment からの拘束条件で決められ、総括物質移動容量係数 $K_{Ga} a$ はこの G に対する実験結果の $K_{Ga} a$ を用いる。

(13)式を变形して

$$\int_{t_{g2}}^{t_{g1}} \frac{dt_g}{t_g - t_c} = \frac{z \cdot K_{Ga} a}{G}$$

(14)

(14)式の右辺は Const. となり、入口気液状態 (t_{g1}, t_{c1}) から勾配 L/G の操作線を引き、適当なところで切断することにより出口気液状態 (t_{g2}, t_{c2}) を求めることができる。この出口空気のエントルピー t_{g2} から出口湿度 H_2 を求めるために、先ず噴霧式減湿装置の出口空気温度 t_{c2} を算出する。右図のようなエントルピー線図上において、入口気液状態 (t_{g1}, t_{c1}) と (t_{g2}, t_{c2}) および出口気液状態 (t_{g2}, t_{c2}) は既知なので、操作線と平衡線の間に tie line の勾配 h_{La}/k_{Ga} を仮定して、空気の状態変化の追跡をおこなうと出口空気温度 t_{c2} が決定される。ここで h_{La} は液側熱移動容量係数で、ガス側物質移動容量係数 k_{Ga} との比の値は実験結果より、あらかじめ決定することが可能である。この t_{c2} 、 t_{g2} を用いると (11)式 から出口湿度 H_2 が決定される。

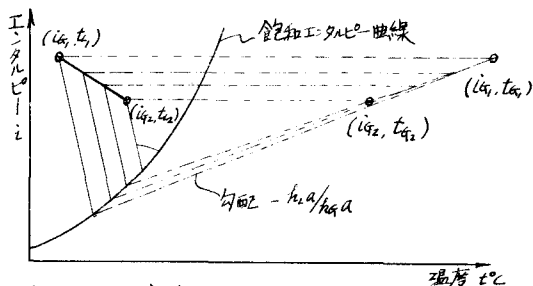


Fig-3. 空気の状態変化の追跡

次に空気流量 G_2 を決定する。減湿装置内で物収支の式を立てると

$$G_2(H_1 - H_2) = W \quad (15)$$

ここで H_1 は減湿部入口湿度で設計条件から与えられる、 W は蒸発水分量で設計条件として温湿度負荷から決められる。(15)式で G_2 を決定すれば装置の必要断面積 S' は

$$S' = G/G'$$

で求められる。従ってノズルの個数 N は

$$N = S'/S$$

で決定される。又液量は $L' = L \times N$ となる。

4. 空気調整装置の設計

エントルピー収支により減湿部の容量を決定したが、 L 水溶液の再生をおこなうための再生部の設計も同様に行おこなうことができる。減湿部再生部の容量を決定し乾燥室空調系統図を示したのが Fig-4 である。文字に $\circ$ 印を付したのは設計条件である。

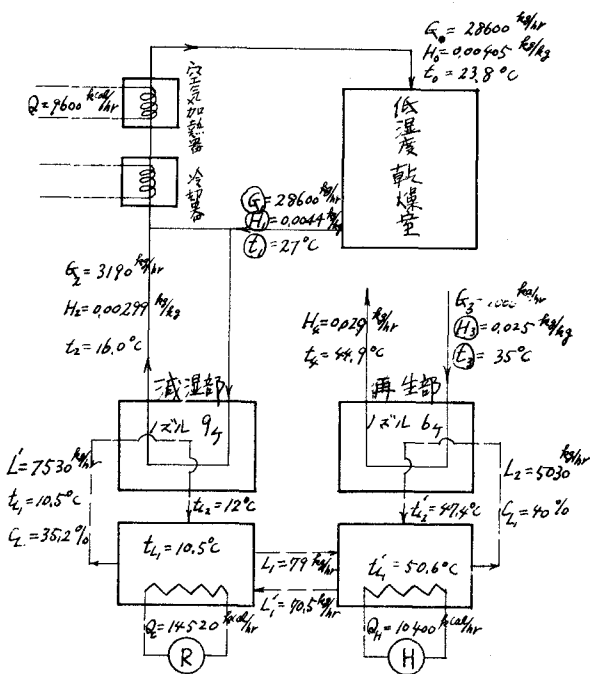


Fig-4. 乾燥室空調系統図