

II-91 冷水操作における「装置効率」とその最適化への応用に関する研究

京都大学工学部 正員 高松武一郎[○] 正員 佐山昇敏
学生員 古井裕二

1) 緒言 近年工業用水の不足や大都市の地盤沈下等の問題から、冷却水の再使用が重要視されるに至った。ここでは最も広く使用されている冷水塔 (Cooling Tower) をとりあげ、その装置の効率を明確にすると共に、装置の容積を最小とする条件を検討した。

2) 装置の効率としての条件

i) 定量的な意味を有すること。 ii) あらゆる装置型式 (段塔, 充填塔) また接触方式 (完全混合槽, 並流, 向流, 十字流) にも適用できること。 iii) 極限値を有すること。

3) 装置の効率の基準とその定義

$$E = \frac{(\text{実際の移動量})}{(\text{液:ガス比を一定にして、接触面積を無限大にした場合の移動量})} \quad (1)$$

$$E_g = \frac{(\text{実際の移動量})}{(\text{ガス流量を一定にして、液流量と接触面積を無限大にした場合の移動量})} \quad (2)$$

$$E_L = \frac{(\text{実際の移動量})}{(\text{液流量を一定にして、ガス流量と接触面積を無限大にした場合の移動量})} \quad (3)$$

$$E_L = \lambda E_g \quad (\lambda = mV/R) \quad (4)$$

4) 各接触方式における装置効率

5) 装置効率と限界液ガス比 装置効率により限界液ガス比を定義すれば、「装置効率を一定という条件で接触面積を無限大とした場合にその装置効率を満足する液ガス比」

6) 装置効率の総括。

i) E_L , E_g は装置の効率としての条件を満足するか E は満足しない。

ii) E は液側、ガス側でその値が等しいために便利であるが、 λ による規則性がなく、向流の場合には λ がより大きいか小さいかにより区別して使用しなければならない。

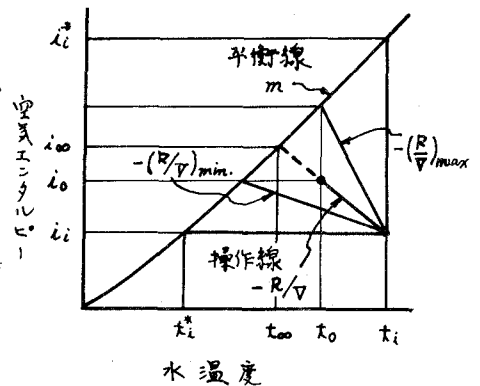
E_L と E_g は $\lambda = 1$ 以外は液側とガス側でその値は異なる

が、 $E_L = \lambda E_g$ という簡単な関係で表わされようが使用上は差支えない。

iii) E_L , E_g を使用すれば限界液ガス比を求めよことかできまが、 E から求めることはできない。

iv) E_L , E_g は並流, 向流, 十字流, 完全混合槽のいずれに適用する場合にも効率としての基準と同じであるのに、相互に比較することか可能である。 E_L または E_g が等しいことは装置の能力が等しいことを意味する。一方 E は各接触方式で λ の値が等しくとも ∞ , ∞ が異なるので接触方式による基準が異なり、相互に比較

オ1回 並流接触



しても意味のない場合がある。また同一の接触方式でも入が変れば、 λ_{00} , λ_{00} の値が異なるので入を一定にして比較する必要がある。このように E は基準となる値が常に変動するので相互に比較する場合、十分に注意しなければならない。

7) 目的函数の選定

装置の最適条件を求める場合に問題となるのは目的函数の選定である。同一の装置でも目的函数が異なれば、最適条件が異なるので、その選定は最適化を行う際に重要な因子の一つである。一般に装置の経済的な最適条件を求めるには、目的函数として全年間全費を選ぶのが最も合理的であろう。しかしここでは簡単のために装置の容積を目的函数とし最小な装置容積を与える条件を求める。

8) 装置の容積とその最適条件 一般に冷水操作では冷却すべき水の流量 R と入口空気湿球温度、入口、出口水温は規定されるから、 R と E_L は最初から与えられる。塔の容積 $Z = \delta V Z$ により表はされ、空気流量速度 G を一定とすれば、断面積 δ は

$$\delta = V/G \propto V \propto m \sqrt{R} \propto \lambda \quad Z = H_{OL} \cdot N_{OL}$$

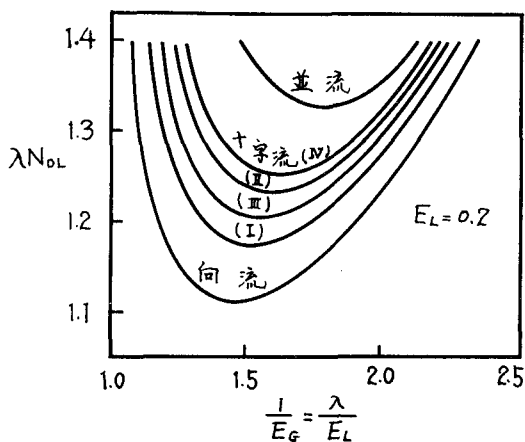
H_{OL} も一定とすれば、 $Z \propto \lambda N_{OL}$ 、したがって目的函数は λN_{OL} となる。

第2図に E_L も一定にして、 λN_{OL} と $1/E_G = \lambda/E_L$ の関係を示した。これより明らかに、接触方式により最小値を与える λ/E_L の値はかなり異なることが分る。また目的函数の値は並流の場合が最大で、向流の場合が最小となる。次に λ/E_L の代りに λ/λ_{max} をとり、 λN_{OL} と λ/λ_{max} の関係を図3に示す。この場合には目的函数を最小にする λ/λ_{max} の値には殆んど接触方式による差はなく、 $\lambda/\lambda_{max} \approx 1.8$ 付近で最適条件となる。ここでは、 $E_L = 0.2$ の場合のみを示したが、これらの関係は一般に E_L に無関係に常に成立するものである。

9) 結論

- 冷水操作における装置の効率を定義し、その特性を明らかにした。
- 装置効率と限界流ガス比の関係を決めて、十字流の場合の限界流ガス比を求めた。
- 目的函数として装置の容積をとり、それを最小にする条件を求めた。

第2図 λN_{OL} を最小にする λ/E_L



第3図 λN_{OL} を最小にする λ/λ_{max}

