

ぬれ壁塔におけるガス吸収

花田 祐 策*・竹 内 正 美*

Gas Absorption in a Wetted Column

Yusaku Hanada and Masami Takeuchi

Abstract

Effects of mass velocities of gas and liquid on capacity coefficient were studied in gas absorption of acetone gas by water in a wetted column. Mass velocity of gas had an effect on capacity coefficient, but mass velocity of liquid had not an effect.

1. 緒 言

ぬれ壁塔はガスの圧損失が少ないこと、管外からの冷却が容易であることなどの長所をもつが、塔高が大きくなることなどの理由で、工業的には塩酸製造・ベンゼンの塩素化などの特別の場合にだけ用いられている。¹⁾しかし、気液接触面積が比較的わかりやすいことで実験装置として広く用いられている。²⁾

一方、混合ガス中の有用成分の分離回収、不用ガスなどの除去などに使用されるガス吸収において、その難易性を示すパラメーターとしては移動単位数・容量係数などがある。³⁾

本研究では、溶質ガスが溶剤中に物理的に溶解（化学反応を伴わない）する。いわゆる物理的なガス吸収であるアセトン-水系について、ぬれ壁塔を用い、ガス吸収の難易性を示すパラメーターの1つである容量係数におよぼす液・ガス質量速度の影響について検討した。また、他の各種ガスの水への吸収における実験式から算出した容量係数と、本研究で求めたそれとの一致性についても考えた。

2. 実 験 方 法

2. 1 実験装置

本研究で使用した実験装置およびフローシートを図1

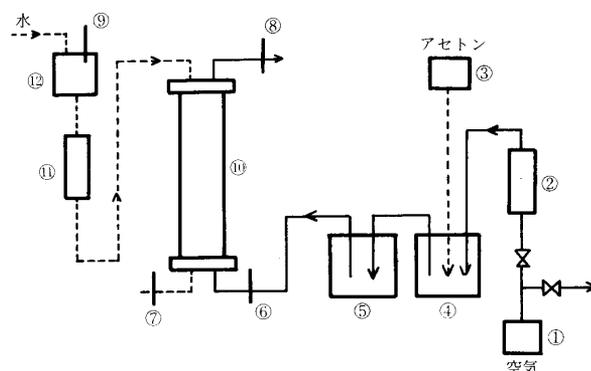


図.1 実験装置

- | | |
|-----------|----------|
| ① 送風機 | ⑥～⑨ 温度計 |
| ② 流量計 | ⑩ ぬれ壁塔 |
| ③ 微量定量ポンプ | ⑪ 流量計 |
| ④ 蒸発そう | ⑫ ヘッドタンク |
| ⑤ 混合そう | |

に示す。

微量定量ポンプ（三洋理科学機械T-63K）③からのアセトンを気化し、空気と混合した後、ぬれ壁塔（ガラス製、塔径0.04m、塔高0.83m）⑩の塔底より流入し、液と向流気液接触させた。

サンプリング（塔底の液・ガス、塔頂のガス）・温度測定（⑥～⑨）は定常状態に達した後に行ない、物質収支が $100 \pm 20\%$ のものをデータとして採用した。

2. 2 実験条件および分析方法

*宇部工業高等専門学校工業化学科

本研究における実験条件を表1に示す。

表. 1 実験条件

ガス質量速度	8570~14300	kg/m ² ·hr
液質量速度	23900~43000	kg/m ² ·hr
塔底におけるガス中のアセトン濃度	0.5	vol %

溶剤には水道水、溶質ガスにはアセトン（市販試薬1級）を使用した。

ぬれ壁塔の塔底・塔頂におけるガス中のアセトン濃度はガス検定器（理研計器18型）を、塔底の液中のアセトン濃度は分光光度計（日立100-50型）を使用して測定した。

3. 実験結果および考察

測定したデータよりガス境膜基準総括容量係数を次式により求めた。⁶⁾

$$K_G \cdot a = N_A / (V \cdot \Delta P_{lm}) \quad (1)$$

この容量係数におよぼす液・ガス質量速度の影響を図2、図3に示す。

図2より液質量速度のガス境膜基準総括容量係数への影響はほとんど見うけられない。これはぬれ壁塔における気液接触面積は次式で示され

$$a = 4/D_T$$

液質量速度に依存していないためと考えられる。

また、図3よりガス境膜基準総括容量係数はガス質量速度に大きく依存していることがわかる。これはガス質量速度の増加とともにガスの乱流の度合いが大きくなり（本研究でのガスのRe数は5000~9000）、二重境膜説⁷⁾におけるガス境膜の厚さが薄くなり、吸収速度が大きくなるため容量係数も増加すると考えられる。

図2、図3より本研究で使用したぬれ壁塔において、液・ガス質量速度のガス境膜基準総括容量係数への影響を実験式で示すと次式となった。

$$K_G \cdot a = 0.0903 G^{0.765} L^{0.075} \quad (3)$$

また、Kafesjian らによる実験式⁴⁾

$$(K_G RT D_T / D_G) (P_{BM} / \pi) = 0.00814 Sc_G^{0.44} Re_G^{0.83} Re_L^{0.15} \quad (4)$$

および疋田らによる液相H. T. U. (=Γ/ (ρ_L · k_L)) の実験式⁵⁾（本研究での液のRe数は190~510で擬層流領域）

$$(H_L) (\rho_L^2 g / \mu_L^2)^{1/3} = 2.36 Re_L Sc_L^{0.4} \quad (5)$$

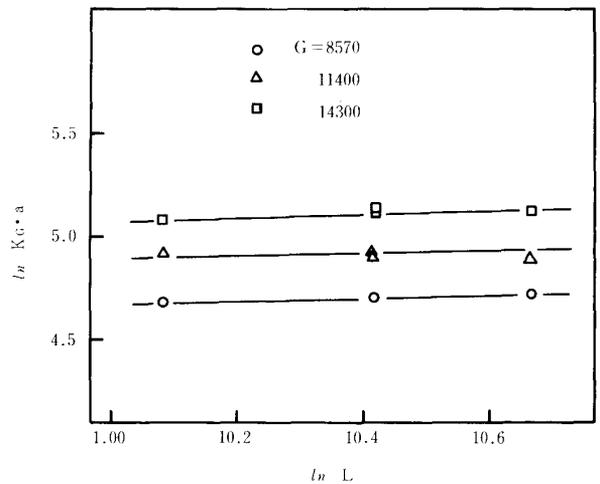


図. 2 ガス境膜基準総括容量係数におよぼす液質量速度の影響

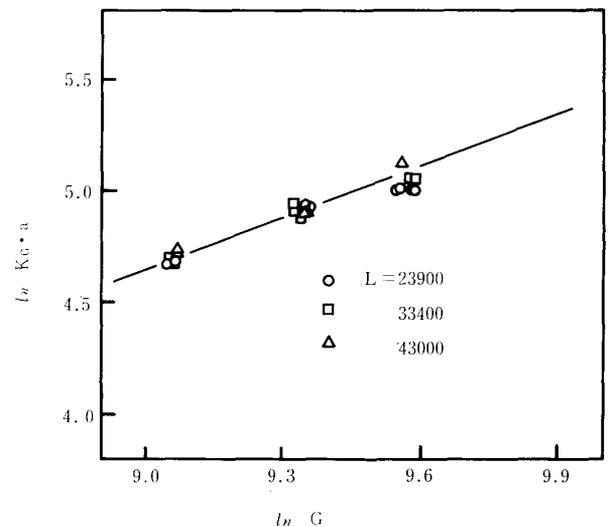


図. 3 ガス境膜基準総括容量係数におよぼすガス質量速度の影響

より各々、物質移動係数を求め、次式

$$1/K_G \cdot a = 1/k_G \cdot a + H/k_L \cdot a \quad (6)$$

より容量係数を求めた。その結果、本研究において式(1)より求めた容量係数の85~95%の値の容量係数が式(6)より得られ、両者はほぼ一致した。

4. 結 論

ぬれ壁塔を用い、ガス吸収（アセトン-水系）を行なわせ、ガス境膜基準総括容量係数におよぼす液・ガス質量速度の影響を調べた。その結果、以下のことが明らかになった。

1) ガス境膜基準総括容量係数は液質量速度から影響をほとんど受けず、ガス質量速度に影響を受け、ガス質量速度とともに増加する傾向が見られた。これは液質量速度の変化により気液接触面積がほとんど変化しないこと、ガス質量速度の変化が、気液界面付近の二重境膜、特にガス境膜に影響を与えるためと考えられる。

2) 各種ガスの水への吸収における実験式より算出した容量係数と、本研究で求めた容量係数とはほぼ一致した。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、紫外吸光分析で御協力いただいた本校福地賢治助教授に深く感謝の意を表す。また、実験に御協力いただいた卒業生城野恵美子・中東奈緒美君に深謝する。

使用記号

- a : 気液接触面積 (m^2/m^3)
 D_T : ぬれ壁塔内径 (m)
 D : 拡散係数 (m^2/hr)
 g : 重力加速度 (m/hr^2)
 G : 空塔ガス質量速度 ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)
 H : ヘンリー定数 ($\text{atm} \cdot \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{mol}$)
 H_i : 液相H. T. U. (m)
 k : 物質移動係数 ($\text{kg} \cdot \text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{atm} \cdot \text{hr}$), (m/hr)
 $K_G \cdot a$: ガス境膜基準総括容量係数
 ($\text{kg} \cdot \text{mol}/\text{m}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{hr}$)
 L : 空塔液質量速度 ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)
 N_A : 吸収速度 ($\text{kg} \cdot \text{mol}/\text{hr}$)
 ΔPlm : 末端における推進力の対数平均値 (atm)
 P_{BM} : 空気分圧の対数平均値 (atm)
 R : ガス定数 ($\text{m}^3 \cdot \text{atm}/\text{kg} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$)
 Re : Reynolds数 (—)
 Sc : Schmidt数 (—)
 T : 絶対温度 (K)
 V : ぬれ壁塔体積 (m^3)
 Γ : 単位浸辺長当りの質量速度 ($\text{kg}/\text{m} \cdot \text{hr}$)
 μ : 粘度 ($\text{kg}/\text{m} \cdot \text{hr}$)
 π : 大気圧 (atm)
 ρ : 密度 (kg/m^3)

添 字

G : ガス

L : 液

文 献

- 1) 化学工学協会：化学工学便覧，P. 542(1978, 丸善)
- 2) 亀井三郎：化学機械の理論と計算，P. 165 (1972, 産業図書)
- 3) 化学工学協会：初歩化学工学，P. 119 (1977, いずみ書房)
- 4) R.Kafesjian, C. A. Plank and E. R. Gerhard : 7, 463 (1961)
- 5) 疋田晴夫, 中西和弘, 片田健：化学工学, 23, 459(1956)
- 6) Dwyer and Dodge : 33485 (1941)
- 7) W. G. Whitman : Chem. Met. Eng., 29, 147(1923)
(昭和57年9月16日受理)