

ガス吸収に関する研究

第1報 アセトン蒸気の水による吸収

竹内正美*・広川完二*

Studies on the Absorption of Gases (Part 1)

Absorption of Acetone vapor by Water

Masami TAKEUCHI and Kanzi HIROKAWA

Abstract

In case of the absorption of acetone vapor from air by water in a glassy tower packed with 5 mm or 10mm porcelain Raschig rings, the effect of the size of rings, gas rate, liquid rate etc. has been investigated.

The results obtained are as follows ;

- (1) The 10mm Raschig rings are more efficient than the 5 mm Raschig rings for the operation.
- (2) Though the effect of absorption becomes better according to increase of the rate of both gas and liquid, the increase of the liquid rate is more effective.

1. ま え が き

充填塔によるガス吸収試験結果の報告はかなり多くある。その代表的なものは1)の文献である。

今回は、ガラス製充填塔を製作し空気中のアセトン蒸気を気液向流方式で水に吸収させガス流速、液流速などの吸収速度への影響について試験したのでその結果を報告する。

2. 実 験 方 針

アセトン蒸気と空気の混合ガスを用い吸収溶媒として水を使用した。

充填塔の入口におけるアセトン蒸気の濃度を1.5vol%に固定し、充填物として10mmと5mmの磁製ラシヒリングを用いガス、液質量速度を変化させ、吸収効果の判定基準としてガス境界基準総括容量係数 K_{Ga} を求めた。さらに圧力損失、液ホールドアップをあわせて測定した。

3. 実 験 方 法

3・1 供試試料

アセトンは市販の試薬1級(純度95vol%)を用い、水は水道水を使用した。

3・2 実験装置

実験装置の概略およびそのフローシートは第1図を参照されたい。

充填塔は塔高1.13m、内径0.08mのガラス製で内部に10mmあるいは5mmの磁製ラシヒリングを高さ0.75mに充填したものである。

微量定量ポンプは山陽理化 T-63Kを用い、ポンプの部分はガラス製で流量は0~30ml/min可変型である。

3・3 測定方法

3・3・1 ガス境界基準総括容量係数

液(水道水)はヘッドタンク⑪から水用ロータメータ⑩を通し流量を測定し充填塔⑦上部の液分配器⑧(先端に多数の小孔のあるガラス製漏斗)からシャワー状にして送った。

一方、空気はブロワー①から空気用ロータメータ②を

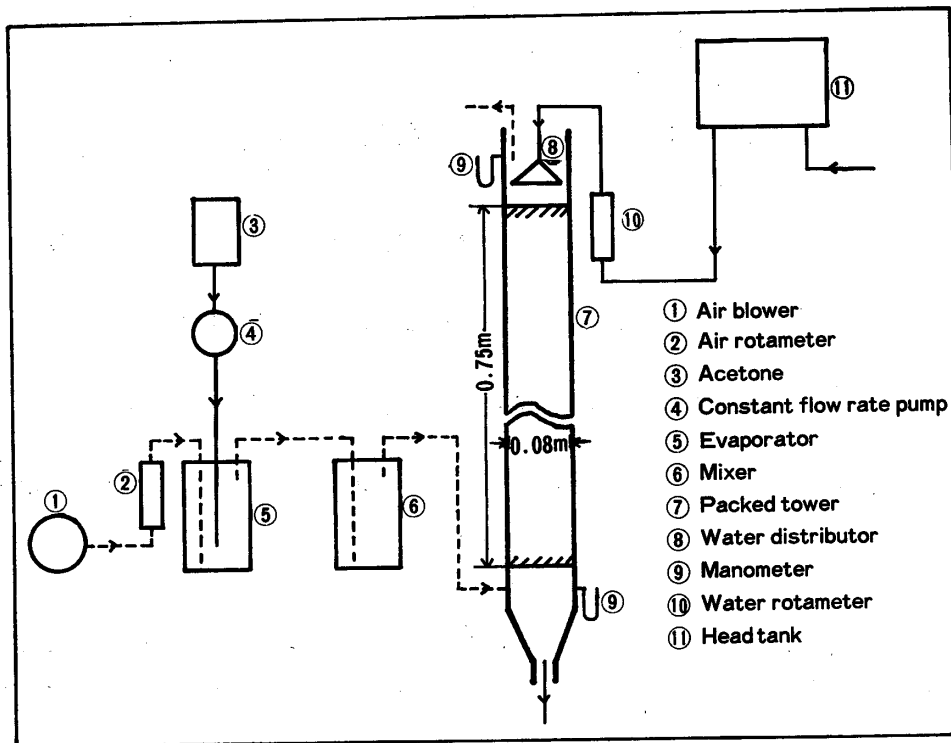


Fig. 1 Diagram of experimental apparatus

通し、その流量を測定し蒸発槽⑤へ送り、ここで微量定量ポンプ④から充填塔下部入口のアセトン蒸気濃度が1.5Vol%になるように送られたアセトンを蒸発したが、この際蒸発を促進するため蒸発槽⑤を温水槽中で加温した。こうして得たアセトン蒸気はかく拌をよくするため混合槽⑥を経て充填塔⑦下部より送入し吸収操作をおこなった。

充填塔入口、出口空気中のアセトン濃度はガス検定器(理研18型)を用いて測定し、充填塔⑦下部からでてくる吸収水溶液中のアセトン濃度はヨウ素滴定法により測定した。

10mm, 5mm ラシヒリングについてそれぞれ以上の操作をおこない、さらに再充填してその再現性をしらべた。

3.3.2 圧力損失および液ホールドアップ

液流路については3.3.1と同様の操作をおこないガス流路はアセトンを加えず空気のみでおこない、圧力損失は定常状態になった後充填塔⑦上部、下部のマノメーター⑨(四塩化炭素封液)の読みから求めた。

液ホールドアップは上記圧力損失を測定した後液の充填塔入口、出口を同時に閉じ、充填塔内に残った液量を測定した。

10mm, 5mm ラシヒリングについてそれぞれ以上の操作をおこない、さらに再充填してその再現性をしらべた。

4. 実験結果および考察

圧力損失および液ホールドアップの結果を第2～5図に示す。これは実験に使用した充填塔の性能を知り、さらに充填物(磁製ラシヒリング)の大きさの影響を知るために求めたが、この結果から10mmと5mmのラシヒリングを比較した場合ローディング速度はそれぞれ $G=2000\sim3000$ (kg/hr·m²), $G=1000\sim1300$ (kg/hr·m²)となり、また圧力損失は5mmラシヒリングの方がやく5倍大きく10mmラシヒリングの方がガス質量速度に対する適応範囲の大きいことがわかった。

つぎにガス境膜基準総括容量係数 $K_G a$ (kg·mol/hr·m³·atm) に対するガス・液速度の影響を調べた結果を第6～9図に示す。

ここで $K_G a$ は(1)式¹⁾²⁾により求めた。

$$K_G a = N_A / [V \cdot (\Delta P) l m] \dots \dots \dots (1)$$

$$(\Delta P) l m = \frac{(P_2 - P_2^*) - (P_1 - P_1^*)}{\ln \{ (P_2 - P_2^*) / (P_1 - P_1^*) \}}$$

ただし N_A : ガス吸収速度 (kg-mol/hr)

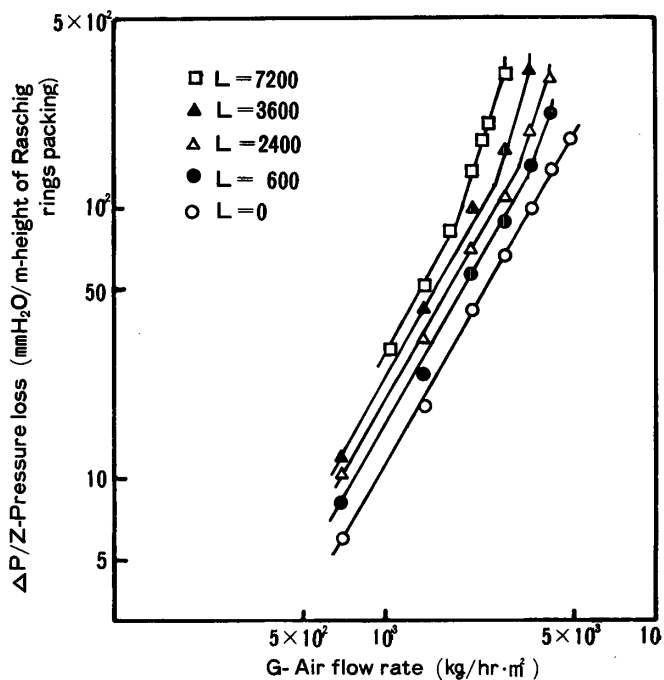


Fig. 2 Relation between air flow rate and pressure loss, in 10mm Raschig rings

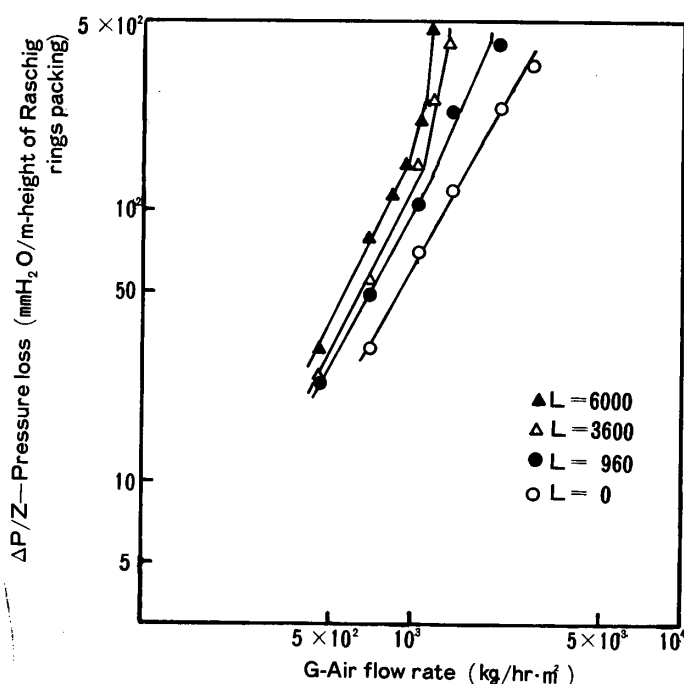


Fig. 3 Relation between air flow rate and pressure loss, in 5mm Raschig rings

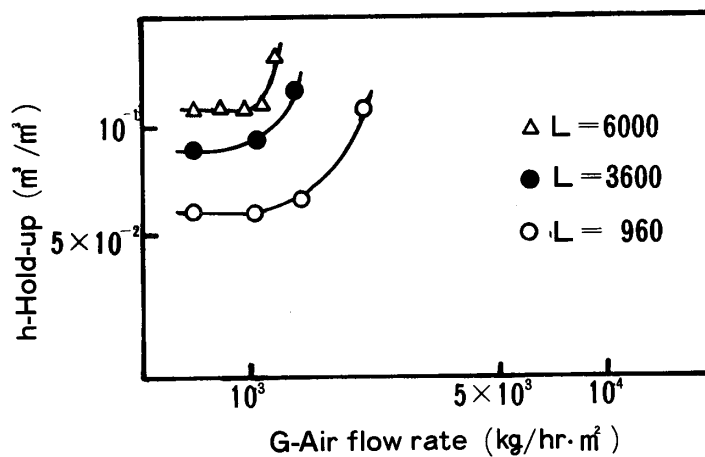


Fig. 5 Relation between air flow rate and liquid hold-up, in 5mm Raschig rings

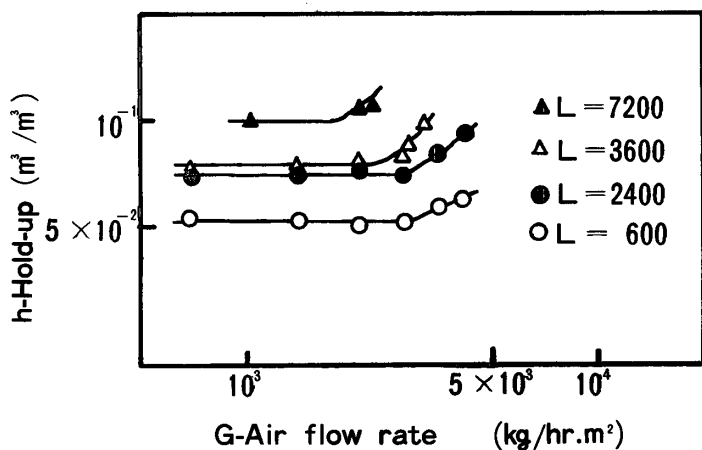


Fig. 4 Relation between air flow rate and liquid hold-up, in 10mm Raschig rings

V : 充填塔有効体積 (m³)

(ΔP) 1 m : 末端における推進力の対数平均値 (atm)

P₁ : 入口ガス中のアセトン分圧 (atm)

P₂ : 出口ガス中のアセトン分圧 (atm)

P₁* : ガス入口における液濃度と平衡にあるアセトン分圧 (atm)

P₂* : ガス出口における液濃度と平衡にあるアセトン分圧 (atm)

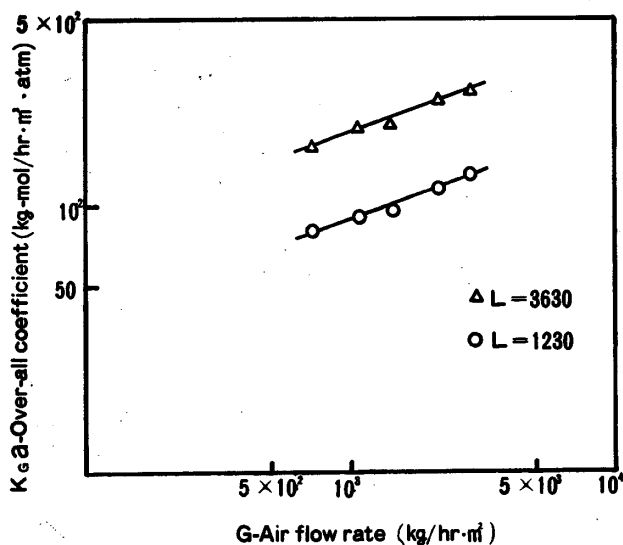


Fig. 6 Effects of air flow rate on over-all coefficient, in 10mm Raschig rings

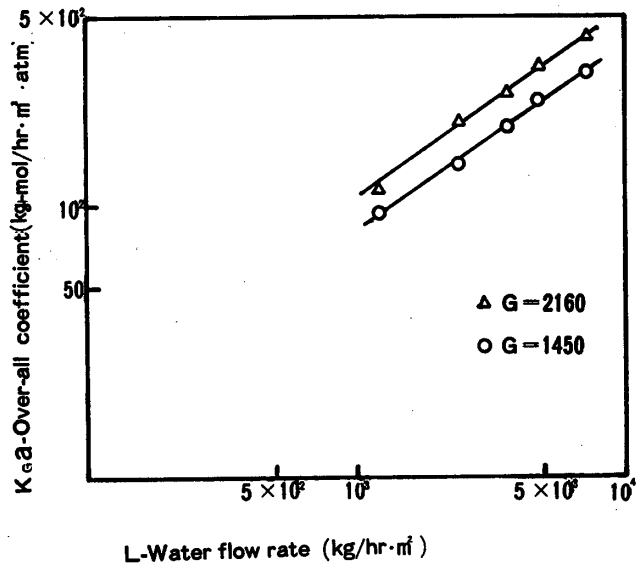


Fig. 7 Effects of water flow rate on over-all coefficient, in 10mm Raschig rings

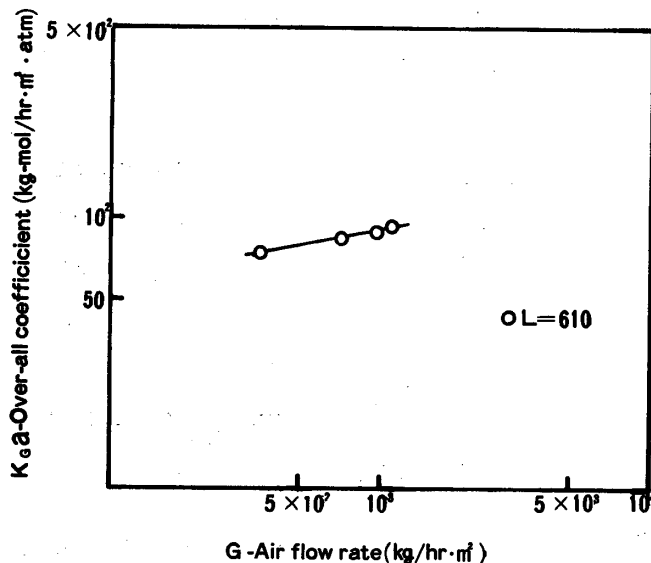


Fig. 8 Effects of air flow rate on over-all coefficient, in 5 mm Raschig rings

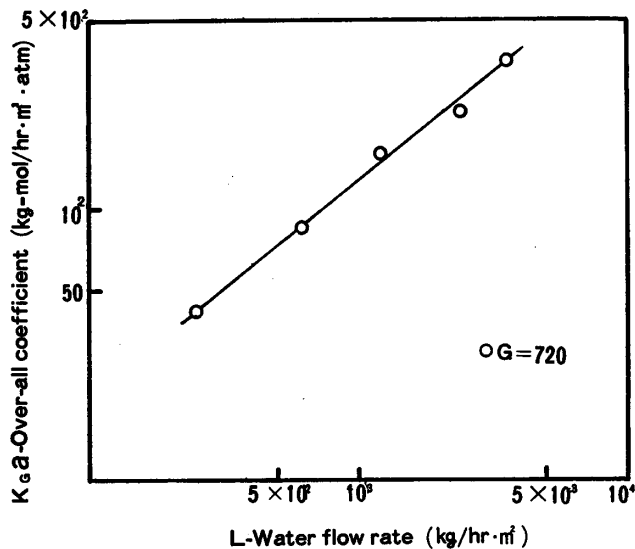


Fig. 9 Effects of water flow rate on over-all coefficient, in 5 mm Raschig rings

まず、10mm ラシヒリングについてガス質量速度 G ($\text{kg/hr} \cdot \text{m}^2$)、液質量速度 L ($\text{kg/hr} \cdot \text{m}^2$) との関係についてみると(第6, 7図) G , L を増せば K_{Ga} も増大していることがわかる。しかし、 L を増したときの K_{Ga} の増大の方がグラフの傾きがより大きくなっている。5mm ラシヒリングについても同様の傾向を示している。

これは二重境膜説を考えた場合液側の濃度差の方がガス側より大きいと思われる。

以上の結果より10mm, 5mm ラシヒリングについてガス、液質量速度のガス境膜基準総括容量係数に対する影響の実験式を求めると次のようになった。

すなわち、10mm ラシヒリングにおいては

$$K_{Ga} = 0.046 \times G^{0.36} \times L^{0.71}$$

5mm ラシヒリングでは

$$K_{Ga} = 0.12 \times G^{0.20} \times L^{0.81}$$

これを見ると5mm ラシヒリングの方が係数が大きくなっていることはたいへん興味深い、原因の1つとし

て5 mm ラシヒリングの方が単位体積あたりの気・液接触面積が大きいことがあげられる。

5. むすび

アセトン蒸気を充填塔を用いて水に吸収させるとき、ラシヒリングの大きさでは10mmの方が5 mmより操作範囲の点で有利でありさらに、この実験範囲ではガス・液質量速度共に増大すれば吸収効果が良くなるが、液質量速度の増大の方がより支配的であることがわかった。

しかし、実験温度を室温としたこと、入口アセトン蒸気濃度を1.5vol%に固定したこと、ラシヒリングを2種類しか用いなかったことなどあまりに操作範囲が狭すぎるといえる。温度、濃度などの影響についてはさらに多くの実験を待たねばならない。

最後に本研究をおこなうにあたりご協力をいただいた本校卒業生池田隆幸、山崎明博、井上義弘、大畑光義、中本富雄の諸君に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) Dwyer and Dodge: Rate of Absorption of Ammonia by Water in a Packed Tower, Ind. Eng. Chem., Vol. 33, p. 485—492 (1941)
- 2) 疋田晴夫, 江口彌, 桐栄良三, 水科篤郎, 宮内照勝, 山本寛, 吉田文武: 詳論化学工学, 2, 91—219, (1969)

(昭和52年9月3日受理)