

エンジニアリング・デザイン型実験における CO₂ ガス吸収実験装置の製作

日大生産工(学部) ○竹尾 朋晃・齊藤 麻梨萌・仲澤 美咲
日大生産工(院) 小柴 佑輔, 日大生産工 山田 和典・市川 隼人・保科 貴亮

1 緒言

日本大学生産工学部応用分子化学科の国際化学技術者コースでは, 3 年次前期にエンジニアリング・デザイン型実験・演習科目として「応用分子化学実験Ⅲ(S)」・「応用分子化学演習Ⅲ(S)」が設置されている。平成 24 年度以降, 有機化学(市川准教授担当)・高分子化学(山田教授担当)・化学工学(保科准教授担当)の 3 分野に分かれ, 受講生は 1 分野を選択する。さらに担当教員の指導の下, 2 名~3 名のグループに分かれ, 各グループでメンバー間の協働により, 実験テーマを決定し, 時間や設備の制約を考慮した実験計画を練った後, 5~6週間(40~50コマ分)実験を行うことにより, エンジニアリング・デザイン能力を養成している。本報告では, 本年度行われた実験の中から, CO₂ ガス吸収装置の製作に関する実験について, 実験装置の製作および実験結果と課題について報告する。

2 実験

(1)実験テーマの設定 本実験では化石燃料の燃焼などによって排出される CO₂ を分離・回収し, 貯留する技術に注目し, ガス吸収を行うことにした。しかし, 本学科ではガス吸収に関する学生実験が行われていないため, 学生実験での使用を目的とした向流式 CO₂ ガス吸収装置を作製した。さらに, 海水をそのまま利用することによって, 微細藻類や植物性プランクトンの生育を促進し, 海洋資源やエネルギー資源を確保できることが期待できると考え, 作製した装置に様々な形状の充填物を用いた 3 wt% の塩水中への CO₂ 吸収特性を評価することにした。

(2)実験装置の作製 作製した実験装置の概略を Fig. 1 に示した。ガス吸収塔本体には市販

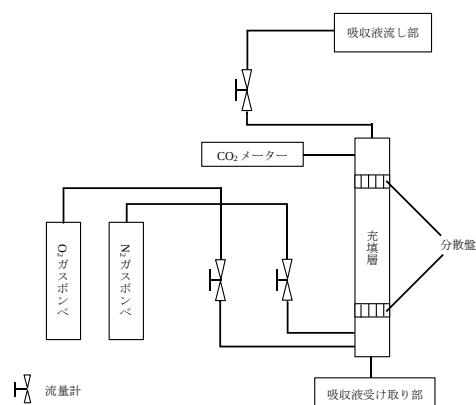


Fig. 1. 向流式ガス吸収実験装置の概略図

されている内径 50 mm の透明な塩ビ管を充填層の高さが 30 cm になるように切断した。充填層の両端に分散盤を入れ, 塩ビ管をつなぐことにより充填塔全体の高さを 50 cm にした。また, 本体上部に 40 cm に切断した透明な塩ビ管をつなぎ, CO₂ モニターをこの中に入れて実験中の CO₂ 濃度を測定した。吸収液流し部には 3 wt% 塩水をプラスチック製の容器に入れ, タイゴンチューブおよび流量計を経て吸収塔内へ接続し, 出口にはバルブを取り付けて装置の下に吸収液受け取り部として容器を取り付け CO₂ 吸収後の塩水を受けるようにした。吸収塔の下部で N₂ ガスと CO₂ ガスをガスポンプより流量計を介して常圧下で送り込み, 混合したガスが吸収塔内を上るようにした。充填物には内径 0.5 cm のアルミニウム棒, 内径 0.5 cm のアルミニウム管, 内径 1.0 cm のアルミニウム管の 3 つをそれぞれ長さ約 1.5 cm に切ったものを使用した。

Development of the Experimental Apparatus for CO₂ absorption in the Engineering-Design Laboratory

Tomoaki TAKEO, Marimo SAITOH, Misaki NAKAZAWA, Yusuke KOSHIBA,
Kazunori YAMADA, Hayato ICHIKAWA, Taka-aki HOSHINA

(3) CO_2 ガス吸収量の測定 ガス吸収液には、約 3wt% に調製した塩水を用いた。塩は市販されている食塩を用いた。実験は室温常圧下で行った。 N_2 ガスと CO_2 ガスを吸収塔内に流し、塔内の CO_2 ガス濃度が一定になってから 3 wt% 塩水と CO_2 ガスを 50 分間向流接触させた。 CO_2 モニターで吸収後のガスの CO_2 濃度を 2 分おきに測定した。混合ガスの流量は 0.9 L/min, 液流量は 50 mL/min と 300 mL/min とし、3つの充填物を用いてそれぞれ実験し結果を比較した。本稿では液流量 300 mL/min の結果について述べる。

4 実験結果および考察

吸収液 (3 wt% 塩水) の流量が 300 mL/min のときの混合ガス中の CO_2 濃度 (ppm) の経時変化を Fig. 2 に示した。 CO_2 吸収量は、いずれの充填物でも約 56.8 mmol を示し、充填物の種類に依存しなかった。液流量 300 mL/min における吸収液中への CO_2 吸収初速度 (ppm/min) は Table 1 のようになった。

充填物の大きさや形状による充填塔内の表面積の増加に伴い CO_2 と吸収液の接触面積が増加するためであると考ええる。

Table 1. CO_2 吸収初速度の比較

	10 ϕ	5 ϕ	5 ϕ
	アルミ管	アルミ管	アルミ棒
初速度 [ppm/min]	866.7	1018	984.7

今回の実験結果に基づき、 CO_2 ガス吸収における操作線を作成した。内径 0.5 cm のアルミニウム管を充填した実験における操作線を Fig. 3 に示した。操作線の作成方法は文献¹⁾を参考にした。ガスの体積流量は理想気体を仮定して計算した。Figure 3 には吸収液流量が 50 mL/min と 300 mL/min の実験から得られた操作線をそれぞれ示し、平衡線は水中の CO_2 溶解度に関するヘンリー定数を用いたものを示した。いずれの流量においても操作線の傾きは平衡線よりも小さく、ガス吸収過程というよりもむしろ放散過程の操作線になってしまった。ただし、吸収液流量の増加に伴って操作線の傾きは平衡線のそれに近づくことから、混合ガスに対する吸収液の流量比を増加させるような工夫を施すことで、作製した装置によるガス吸収操作が向上すると考えられる。また、吸収液が充填層内に十分に行き渡るように溶液

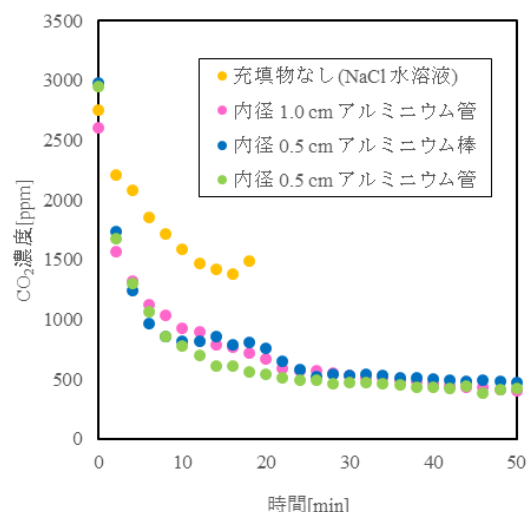


Fig. 2. 液流量 300 mL/min での混合ガス中の CO_2 濃度 (ppm) の経時変化

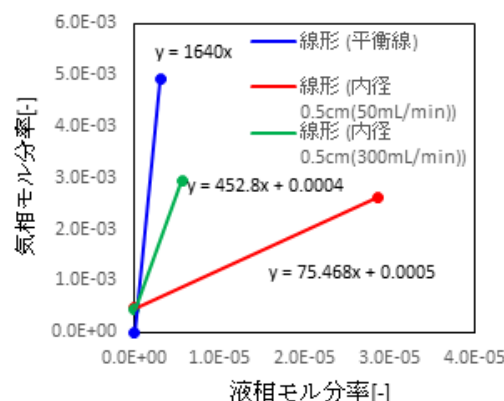


Fig. 3. 本実験における操作線の作成

の分散方法や充填物を変えることでさらに向上すると考えられる。

5 まとめ

エンジニアリング・デザイン型実験科目である応用分子化学実験III(S)および演習III(S)において限りある時間と資材の中で、ガス吸収実験装置を自作し実験を遂行することができた。本格的な運用には改良すべき課題はあるが、実験の立案から遂行に至るまでの過程で、様々な角度から問題点を発見し解決する努力ができたことは非常に有意義であったといえる。

「参考文献」

- 1) 化学工学会高等教育委員会, 「はじめての化学工学 プロセスから学ぶ基礎」, 丸善出版, pp.133-145 (2007).