

初心者のための化学工学入門 6.
分離工学Ⅱ（ガス吸収と膜分離）

講師：中尾 眞

<講義概要>

私たちは分離技術を使って様々な形で利用しています。例えば、工場ではガス吸収操作により、排ガスから有害物を除去して、清浄な空気を得ます。家庭では水道水を精密にろ過することで、飲料浄水を作っています。また、海水や排水から塩分や有害物を取り除いて、生活水を作ることができます。これらの分離には孔径や分子構造が制御された、分離膜が使用されています。

講義は2部に分かれており、前半では「ガス吸収」の工業的な利用を紹介するとともに、排ガス吸収塔の設計について、その手法を説明します。後半の「膜分離」では、圧力や濃度差、電位差などを利用した様々な工業的な分離プロセスを紹介するとともに、例題解説などを通して膜分離装置の設計方法について講義します。

<講義の主な内容>

第1部 ガス吸収

1) ガス吸収の実例と装置

- ・①身近な実例、②物理吸収と反応吸収、③気液接触の方法と装置

2) 工業的なガス吸収プロセスの紹介

- ・①アンモニアソーダ法重曹製造、②地下かん水からの沃素製造、③排煙脱硫プロセス

3) 排ガス吸収塔の設計

- ・①小型吸収塔による実験、②吸収塔内の流れと圧力損失、③実装置の設計

第2部 膜分離

1) 膜分離の実例と原理

- ・①身近な実例、②分離膜の種類と対象、③膜分離の基本原則

2) 工業的な膜分離プロセスの紹介

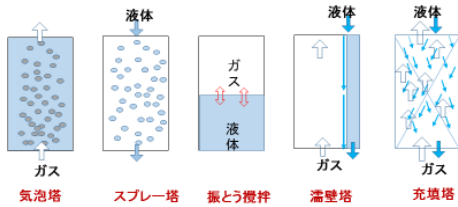
- ・①逆浸透膜による海水の淡水化、②ガス分離膜とその応用、③電気透析法による海水濃縮

3) 演習

- ・①家庭用浄水器の流量計算
- ・②逆浸透膜の膜面積の算出
- ・③水素分離膜の分離係数の算出

気液接触の方法

ガスを吸収させるには様々な方法があります。水中にガスを吹込む方法、空気中に液滴を分散させる方法、容器に液体を保持し振とうさせる方法、壁面に液体を伝わせる方法、充填物の中に液とガスを通過させる方法などがあります。

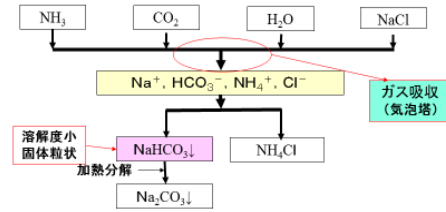


Copyright©2015 SCEJ

2

アンモニアソーダ法プロセス

炭酸水素ナトリウム(重曹)は、食塩とアンモニアと石灰石を原料として製造されます。ソルベー社が1872年に開発し、アンモニア合成法の確立後、世界中に広まりました。

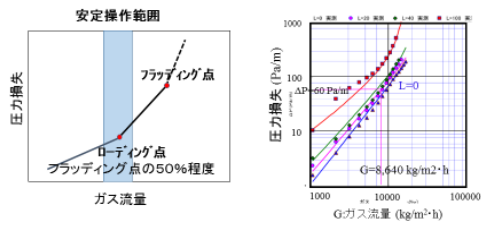


Copyright©2015 SCEJ

7

吸収塔の好適条件(液ガス比)

ガス流量を増加させると、圧力損失が急激に増大するフラッディング点 (FL) があります。FLの50%程度の流量付近(ローディング点)では、ガスと液が充分接触するので好適条件となります。

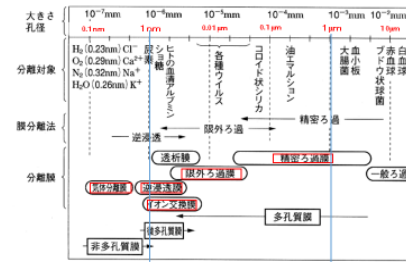


Copyright©2015 SCEJ

8

分離対象の大きさや適用膜

分離膜には様々な種類の膜があります。固形物を分離するろ過膜、分子を分離するガス分離膜、イオンを分離する逆浸透膜やイオン交換膜などです。

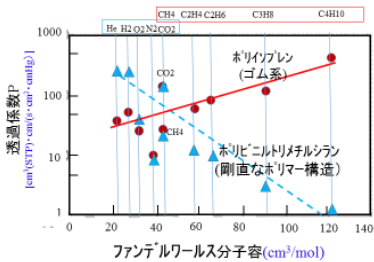


Copyright©2015 SCEJ

9

透過係数と分子サイズの関係

ガスの透過は分子の大きさに依存します。分子の小さい水素は透過しやすく、分子の大きい酸素や窒素は透過しにくい。膜素材によって変わり、ゴム系膜では溶解性の大きい炭酸ガスやブタンなどが透過しやすい。



Copyright©2015 SCEJ

5

浄水器のろ過水量の計算

家庭用浄水器は水道水の圧力を利用して、中空糸の細孔(0.1μm)に上水を通過させることで、清浄な水が得られます。浄水の流量を計算してみます。

条件1: 使用条件

細孔径	d : 0.1 μm	細菌を不透過
水道水圧力	ΔP : 100,000Pa	1 気圧と仮定
水の粘度(20℃)	μ : 0.001 PaS	1 C.P. @ 20℃
中空糸膜厚	l :	

条件2: 中空糸形状

中空糸外径	dH	1mm
中空糸長さ	LH	
中空糸1本の表面積	S1	
中空糸本数	n	
細孔部分の面積比率	ε	
細孔部分の面積	A	

Copyright©2015 SCEJ

6