

[技術資料] 高分子の知識 気体透過性(ガス透過性)について(3)

透過係数の求め方

概要

シリーズで気体透過性(ガス透過性)について解説しています。第三回目の本資料では、気体透過係数について初歩的な説明を示します。

透過係数の求め方には、透過実験を行う方法と吸収実験を行う方法があります。

透過実験について、図 1 に示します。最初に、固体膜を介して二つのタンクを連結します。両方のタンクを真空にした後、上流側のタンクに時刻 $t=0$ において圧力 p_1 の気体を瞬時に導入します。下流側のタンクの圧力 p_2 を測定します。時刻 t に対して、圧力 p_2 をプロットした模式図を図 2 に示しました。時刻 $t=0$ では膜中の気体の濃度は 0 です。 $t=t_1$ では、膜中の気体分子の濃度勾配が一定となって、圧力 p_2 の時間に対する勾配が一定になります。そのときの勾配から透過係数を求めることができます。(なお、圧力 p_2 が p_1 と比較して、0 とみなせるように、下流のタンクの体積を上流のタンクに対して十分大きくしておく必要があります。)

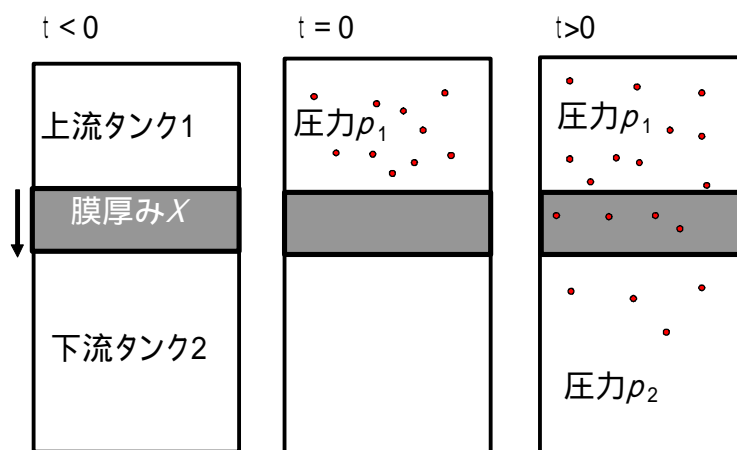


図1 気体透過実験の模式図

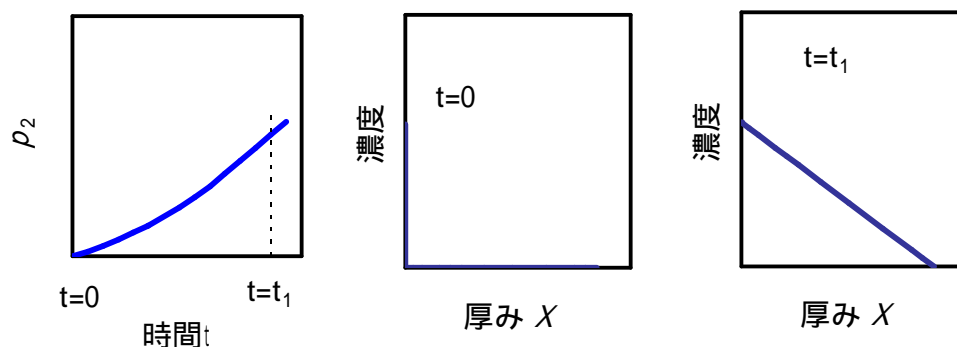


図2 気体透過実験のデータの模式図

下流タンクの圧力 p_2 の時間に対する勾配が一定になった状態($t = t_1$)で、一定時間ごとの透過量 Q の変化量を ΔQ 、膜の表面積を A とすると透過係数 P は

$$\frac{\Delta Q}{A} = P \frac{p_1}{X}$$

の関係から求めることができます。

透過量が多く、圧力 p_2 が 0 とみなせない場合は、一定時間 t ごとに下流タンク 2 から圧力 $p_2(t)$ の気体を排出し、 $p_2 = 0$ とする必要があります。そして $p_2(t)/t$ が一定になったときに、この値から圧力の時間に対する勾配として、透過係数を計算するなどの工夫が必要になります。

吸収法は、厚み X の固体膜をある一定圧力の気体に暴露し、固体膜に吸収されている低分子の重量 M の変化を時間の関数として観測する方法です。固体膜の重量は気体が固体膜中をフィック型拡散により吸収される場合、時間 t の 0.5 乗に依存して増加します。その後、一定値 M に漸近します。フィック型拡散については、解析的な解が得られており、 $M/M = 0.5$ になるときの時間から拡散係数 D 、平衡吸収量 M から溶解度係数 S を求めることができます。両者の積から透過係数 P を求めることができます。吸収法の実験によりえられるデータの模式図は図 2 に示しました。

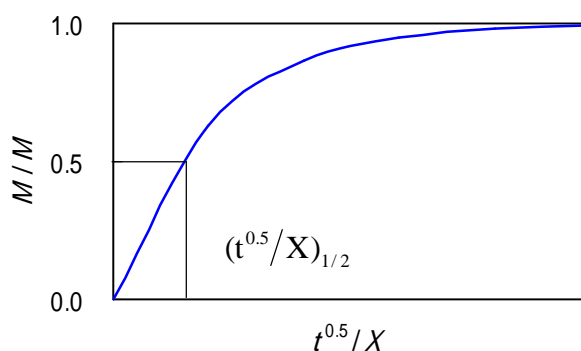


図 2 吸収実験の結果の模式図

【参考文献】

“Permeability of Polymer/Clay Nanocomposites : A Review”: G.Choudalakis, A.D.Gotsis, *Eur.Polym.J.*, **45**, 967 (2009)