

Title	浸透気化膜による水/アルコール混合物の高度分離
Author(s)	浜田, 豊三
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3129164
DOI	10.11501/3129164
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	はま だ とよ ぞう 浜 田 豊 三
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 3 3 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 6 月 30 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科 化学系専攻
学 位 論 文 名	浸透気化膜による水/アルコール混合物の高度分離
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 東 稔 節 治 (副査) 教 授 木 村 尚 史 教 授 畑 田 耕 一 教 授 上 山 惟 一

論 文 内 容 の 要 旨

アルコールの需要が年々高まる中、従来の蒸留法に代わる水/アルコール混合液の分離法として、浸透気化法が注目されている。浸透気化法は、膜の供給側に液体混合物を流し、透過側を減圧状態にして、混合物より着目成分を分離する方法である。

本研究では、高い透過流束および高い分離係数を有する水選択性浸透気化膜を開発するために、高分子膜素材の基礎検討、水/アルコール混合液の浸透気化分離における膜透過流束の解析、および浸透気化法によるアルコール脱水プロセスの装置設計に関する基礎研究を行った。

第1章では、既往の研究に関する知見から、水選択性浸透気化膜に要求される膜分離性能を明らかにした。第2章では、水/アルコール混合液の浸透気化分離のための高分子膜素材の影響について検討した。水/エタノール混合液における種々の親水性高分子膜への水およびエタノールの溶解度、透過流束および分離係数と、水、エタノールおよび膜の溶解度パラメータとの相関を行った。また、膜への水の溶解度を高め、エタノールの溶解度を抑えるために、ポリイオンコンプレックス (PIC) 膜を調製し、種々の水/有機溶媒混合液における PIC 膜への溶解度を測定した。第3章では、PIC 膜を用いて、種々の水/アルコール混合液の浸透気化分離を行った。PIC 膜を用いた、水/2-プロパノール混合液の浸透気化分離および蒸気透過分離における透過流束を、溶解拡散理論に基づき解析を行い、膜内拡散係数および膨潤パラメータを推算し、膜の膨潤効果を調べた。第4章では、PIC 膜を用いた浸透気化法によるエタノール水溶液の脱水プロセスについて検討するため、PIC 中空糸膜モジュールの透過流束に及ぼす操作条件の影響を、膜透過式を用いて明らかにした。また、膜モジュール内の物質・熱収支を立てて、PIC 中空糸膜モジュールにおける透過流束を算出した。さらに、エタノール水溶液の脱水プロセスの設計をシミュレーションにより行い、実証運転結果との比較を行った。これらの結果から、浸透気化法によるエタノール水溶液の脱水における所要エネルギー量は、共沸蒸留法より小さくなることを確かめた。

論文審査の結果の要旨

アルコール生産は、発酵法および合成法の2種類の方法によって行っており、年々その需要が高まっている。これらの方法によって得られるアルコール水溶液からアルコールを濃縮するとき、従来蒸留法が採用されているが、95 wt %の高濃度アルコールを得るとき、共沸蒸留となり、多大のエネルギーが、分離に要求される。省エネルギー的分離法として、膜を用いる浸透気化法が注目されているが、そのためには、高透過流束と高分離度を備える材質、膜モジュール、膜分離プロセスの構築が要請される。

本論文では、水選択性高分子膜を浸透気化膜に適用し、その透過流束および分離係数を測定し、解析している。水/アルコール混合液において、種々の高分子素材を適用し、水およびアルコールの溶解度を求め、膜素材としての適合性を検討し、その溶解度パラメータとの相関を得ている。このとき、水の膜素材への溶解度を高め、アルコールの溶解度を低くするために、ポリイオンコンプレックス(PIC)膜を開発し、その有用性を検討している。PIC膜を用いて、水/アルコール混合液に対して、その透過流束を求め、溶解拡散理論に従って、透過流束と膜内拡散係数の関係を基礎づけ、これより膨潤パラメータを推算している。また、SEMを併用して、膜の膨潤効果について、知見を明らかにしている。一方、アルコールの高度分離において、蒸気透過法と浸透気化法と比較し、両者の方法が膜への溶解効果により、異なることを示した。また、アルコールの組成変化に応じて、低いときには、蒸気透過法、高いときには、浸透気化法が適合することを、体系的にまとめた。さらに、工業分離装置の操作として、PIC中空糸膜モジュールを適用して、アルコールとして、エタノールを採用し、物質および熱収支に従って、スケールアップの効果を検討するとともに、長期運転結果を実施して、浸透気化法の妥当性を確かめている。

本論文は、膜を用いる浸透気化法の膜材質開発、モジュール化とその設計、分離プロセスの評価法を確立しており、膜分離工学の分野に多大の貢献をしており、博士(工学)論文として価値あるものと認められる。