

학술발표 II-i

향류식 역삼투공정을 이용한 에탄올 농축특성
이 광현, 민 병렬
연세대학교 화학공학과
Concentration characteristics of Ethanol by
Countercurrent Reverse Osmosis
Kwang Hyun Lee, Byoung Ryul Min
Dept. of Chemical Eng., Yonsei University

1. 서론

향류식 역삼투공정이란 일정 농도 이상의 용존염 및 에탄올 용액 농축시 막양단의 삼투압차가 크게 증가되므로 유효 압력차를 유지하려면 적용 압력을 높여야 하는 역삼투 분리공정의 단점을 해결하기 위해 개발된 공정으로, 막하부 쪽에 고농도의 용액을 흘려보내 막 양측의 삼투압차를 감소시켜 외부에서 가해주어야 하는 수력학적 압력을 낮게한 상태에서도 역삼투 공정을 진행할 수 있도록 한 것이다.

본 연구에서는 향류식 역삼투 단일단 과 다단 test cell을 사용하여 역삼투 및 향류식 역삼투공정에 의한 에탄올 투과실험을 행하여 막분리 공정에서의 기본적인 물질전달 현상을 이해하고, 단일단에서 세가지 상용막 TFCL(UOP Co., U.S.A.), FT-30(FilmTec Co., U.S.A.), CA blend(UOP Co., U.S.A.)을 이용하여 역삼투 및 향류식 역삼투 공정중의 OSRO(osmotic sink reverse osmosis)에서의 에탄올 농축도를 비교함으로써 에탄올 농축에 보다 효과적인 막을 선택하고자하였다. 또한 선택된 상용막으로써 2단 및 3단의 향류식 역삼투 test cell에 의한 에탄올 농축실험을 행하여 역삼투 와 향류식 역삼투 공정중의 OSRO(osmotic sink reverse osmosis)에서의 에탄올 농축도를 비교하여 그 차이점을 검토, 분석함으로써 향류식 역삼투공정의 타당성을 제시하고, 막분리 공정의 응용에 필요한 자료를 제시하고자 한다. 아울러 OSRO에 대하여 유도한 이론식에 따라 수치해석적으로 구한 이론치와 실험치를 비교, 분석하여 이론식의 타당성을 제시 하고자 한다.

2. 실험

Table 2. Experimental conditions for osmotic sink reverse osmosis(multi-test cell)

Membrane	FT-30 (FilmTec Co., U.S.A.)			
Feed Concentration(wt%)	5.2,	9.8,	16,	18
Feed flowrate(cm ³ /sec)	0.522,	0.667,	0.790,	0.836
Temperature (°C)	20 ± 0.2			
Pressure (MPa)	2.94 ,	3.92 ,	4.90 ,	5.88
Osmotic sink solution concentration(wt%)	5.2,	9.8,	16,	18
Osmotic sink solution flowrate(cm ³ /sec)	4.08,	7.29,	11.57	14.43

3. 결과

1. 세가지 상용막 TFCL(UOP Co., U.S.A.), FT-30(FilmTec Co., U.S.A.), CA blend(UOP Co., U.S.A.)을 이용한 단일단에서의 역삼투와 OSRO공정에 의한 에탄올 수용액의 농축도를 고찰한결과, 역삼투에 의한 농축도의 비교에서는 저농도(5.2wt%) 및 고농도(9.8wt%)의 경우 CA blend막의 농축도가 가장 낮은 것으로 나타났고, FT-30막이 TFCL막에 비해 농축도 값이 약 2배정도 높은 값을 보였으며 osmotic sink reverse osmosis에 의한 농축도의 비교에서도 FT-30막이 TFCL막에 비해 약 1.5배 - 2배정도 높은 값을 나타내므로 OSRO에 의한 저농도 및 고농도 에탄올 농축실험을 위해서는 FT-30막을 사용하는 것이 타당하다고 사료된다.

2. 공급용액을 2단과 3단에 대해서 1단에서와 같은 실험조건으로 상용막 (FT-30)의 역삼투 및 OSRO에탄올 농축실험으로부터 농축도를 구하여 1단과 2단에서의 농축도와 비교해보면, 단수가 증가할 수록 동일한 공급액 농도와 적용압력하에서 농축도가 상승함을 알 수 있었으며 특히 세개의 단을 사용했을 경우 5.88 MPa의 적용압력하에서 역삼투공정의 농축도는 1.069의 값 즉 공급용액의 농도(5.2wt%)가 2배이상 농축됨을 알 수 있었다. OSRO공정에 의한 에탄올 농축의 경우 농축도는 역삼투에 비해 저농도(5.2wt%)의 경우 약 17% - 약 55%의 증가폭을 보였다. 따라서 에탄올 농축을 조업조건으로서는 공급용액의 농도가 낮을 수록 적용압력이 높을 수록 단수가 증가할 수록 유리함을 알 수 있었다.