

회전원판형모듈을 이용한 Emulsion용액의 분리 및 농축 Separation and volume reduction of emulsion solution by using rotary disk membrane module

김제우, 노수홍
연세대학교 환경과학과

1. 서 론

막분리공정을 이용한 폐수처리는 오염을 제어할 뿐만 아니라 유용한 성분의 회수라는 측면에서 실용화되고 있다. 일반적인 침자흐름식 여과방식에서 fouling을 최소화하여 투과율을 높이기 위해 선속도(linear velocity)가 필요하며, 에너지 소비가 커진다. 그러나, 막을 회전시켜 shear Stress를 발생시키고 강한 난류형성으로 농도분극 현상을 최소화시켜 높은 투과율을 얻을 수 있는 회전원판형모듈(rotary disk membrane module)을 기류 emulsion용액의 분리효율에 대하여 조사하고, 폐수처리 및 재활용 적용가능성을 고찰하였다.

2. 실험방법 및 재료

회전원판형모듈 실험장치의 개략도를 Fig.1에 나타내었다. 회전막은 Housing 중앙에 수직으로 설치하고 회전축과 연결되어 있다. Feed Tank에서 용액은 펌프에 의해 Housing으로 보내지고, Housing으로부터 나오는 배관에 멤브레를 설치하여 압력을 조절하여 Feed Tank로 보낸다. 투과 여액은 회전막을 통하여 회전축에 모아져 진사저울로 무게를 측정하여 투과율을 계산하였다. 사용한 분리막은 Polysulfone UF 막(MW: 35,000 - 50,000 미국 UOP사, 유효막면적: 590 cm²)이며, 운전압력은 1 kgf/cm²으로 고정시키고, 온도는 냉각코일을 이용하여 25 °C를 유지하였다. 실험용액은 탄이온수와 수용성 EC-50 실착유를 사용하여 0 - 300 rpm의 회전하에 분리실험을 하였다.

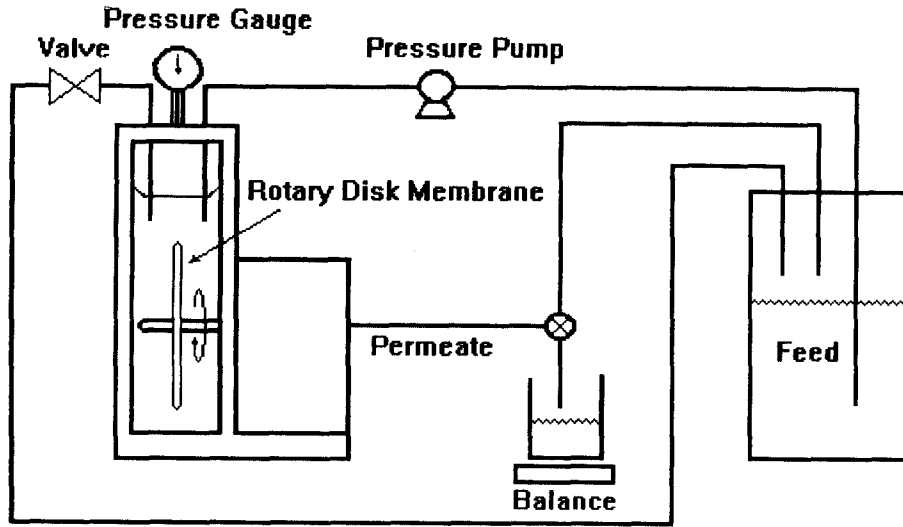


Fig.1 Schematic diagram of rotary disk membrane module.

3. 실험결과 및 고찰

1 kgf/cm²의 압력하에서 순수투과율은 회전수가 150 rpm 이상되면서 약간 감소하는 경향을 보였으며 대체로 34 - 33 lmh로 일정하게 유지되었다.

회전수변화에 따른 투과율을 0.5, 2.5, 5% EC-50 용액을 사용하여 측정하였다. 막이 회전할 경우에는 투과율은 20분 이내에 평형에 도달하여 일정한 투과율을 얻었다. 그러나, 회전막이 정지한 상태에서는 투과율은 급격하게 감소하였다.

회전수에 따른 평균 투과율 변화를 Fig.2에 나타내었다. 회전수가 커질수록 투과율은 증가하였다. 일정한 회전수이상의 영역에서는 투과율은 회전수와 관계없이 일정하게 유지되었다. 그리고, 농도가 커질수록 낮은 회전수에서 한계투과율에 도달하였다. 회전수에 따른 투과율의 경향을 Fig.2에 나타낸 점선을 기준으로 하여 막회전수의 증가에 따라 투과율이 증가하는 영역과 회전수와 관계없이 emulsion농도에 대하여 한계투과율을 나타내며 단지 feed 농도에 의존하는 영역으로 구분되었다.

Emulsion용액 농도에 따른 평균 투과율비, J/J_0 (emulsion의 투과율/탈이온수의 투과율)의 변화를 Fig.3에 나타내었다. Film theory model에 의해 구한 임계농도 (C_g : critical concentration or gel concentration)는 35 - 45 % 범위를 얻을 수 있다.

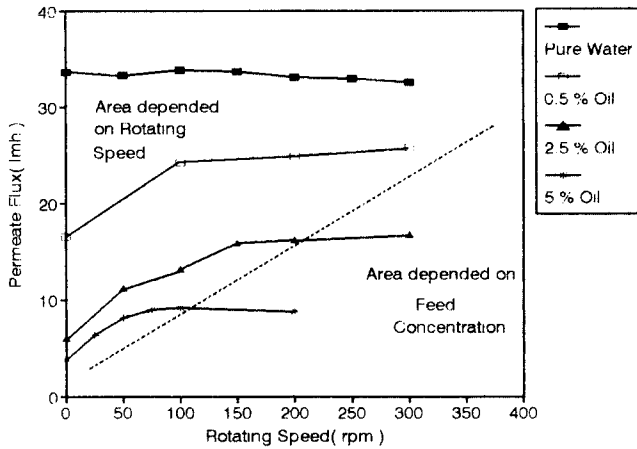


Fig.2 Effect of the rotating speeds on permeate flux.

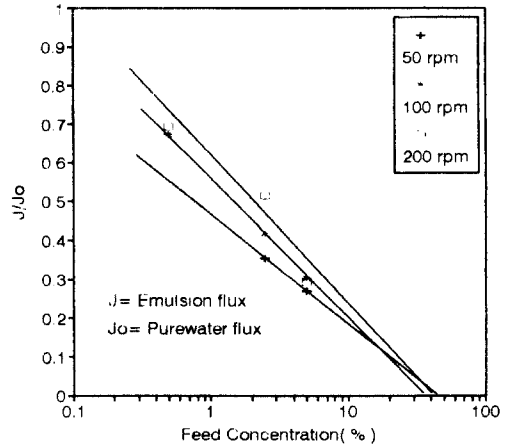


Fig.3 Effect of the feed concentrations on J/J_0 ratio.

4. 결 론

Emulsion용액의 분리실험에서 용액의 농도가 낮을수록, 원판의 회전속도가 증가할수록 투과율이 높았다. 회전은 막표면에 shear stress를 발생시키고, 강한 난류형성을 유발하여 농도분극층을 감소시킨다. Feed 농도가 낮을수록 농도분극층의 두께가 얇아서 투과율이 많다. 따라서, 고정된 압력하에서 회전원판형모듈의 투과율은 막 회전수와 feed 농도에 의존한다.

Film theory model을 이용하여 구한 EC-50 절삭유의 임계농도는 35 - 45 % 범위이므로 본 실험에 사용한 분리막을 이용한 실질적인 농축의 한계는 5 % 용액을 사용하였을때 7 - 9 배정도이다.