

막결합형 혐기성 소화에서 무기분리막과 유기분리막의 막오염 특성 비교

감인중, 윤성훈, 이정학

서울대학교 공과대학 공업화학과

혐기성 미생물의 특징은 성장 속도가 느리고 침강성이 좋지 않다는 점이다. 이 문제의 한 해결책인 막결합형 혐기성 소화는 고액분리를 완전하게 수행함으로써 미생물의 유출을 방지하여 반응조 내부에 미생물을 고농도로 유지할 수 있을 뿐만 아니라 에너지의 회수와 설비 면적의 축소 등 많은 장점이 있다.

이 막결합형 혐기성 소화의 경제성은 사용된 분리막의 투과 속도에 의해 크게 좌우된다. 분리막의 투과 속도에 영향을 미치는 인자로는 미생물 및 유입수를 비롯한 반응조 내부의 상태, 막모듈 압력 온도 막면유속 등의 운전 조건이 있다. 또한 사용되는 분리막 자체의 재질도 투과 유속에 큰 영향을 미친다.

본 연구의 목적은 관형의 지르코니아 스킨층과 탄소 소재 지지층으로 이루어진 복합 재료 분리막과 폴리프로필렌 분리막을 이용하여 막재질에 따른 막오염 특성을 비교 분석하고 효과적인 투과율 회복 방법을 확립하는 것이다.

실험결과 고온혐기성 소화조에 결합한 정상운전에서 폴리프로필렌 분리막이 세라믹 분리막에 비하여 투과율 감소가 느리게 진행되었다. 세라믹 분리막의 경우 산 용액으로 역세척을 한 경우 분리막 운전에서 일반적인 현상인 초기의 세공 막힘에 의한 급격한 투과율 감소는 일어나지 않았으나 시간이 경과함에 따라 역세척에 의한 투과율 회복 정도는 감소하여 역세척 효과가 거의 사라지는 지점에 도달하였고 그 이후에는 역세척을 하지 않은 경우보다 더 낮은 투과율을 보였다. 여러 가지 보충 실험 결과 이 현상은 세라믹 분리막 표면의 재질 특성상 산성 수용액 속에서 발생하는 표면전하 효과와 리간드 교환효과에 의한 투과 저항의 증가로 발생한 것으로 확인되었다. 폴리프로필렌 분리막에서는 이러한 현상이 관찰되지 않았으며 역세척 용액의 성질에 관계없이 일정한 정도로 투과율이 회복되었다.

이러한 실험 결과로부터 세라믹 분리막의 주 막오염 기구는 극성을 띠는 무기물 막표면의 성질로 인한 스트러바이트를 비롯한 무기물의 결정화에 의한 투과저항의 증가이며, 폴리프로필렌 분리막의 경우는 극성을 갖지 않는 막재질상의 특성과 거친 표면 성질의 결과로 미생물을 주된 막 표면의 케이크에 의한 투과저항으로 판단된다. 또한 세라믹 분리막의 경우에 산 수용액에 의한 역세척은 오히려 역효과를 나타내며 혐기성 소화조에서는 폴리프로필렌 분리막이 더 효과적인 막분리 기능을 수행함을 알 수 있었다.