

특별강연 II

Development of Ceramic Membranes

현 상 훈

연세대학교 세라믹공학과

막분리 공정의 응용범위 및 시장규모가 증가함에 따라 최근 기능성 분리막의 개발에 대한 많은 연구가 시도되고 있으나 아직까지도 매우 한정된 범위의 유기질 분리막만이 실용화되고 있을 뿐이다. 막분리 공정의 응용성은 분리막의 특성에 의하여 좌우될수 있는데 현재 주로 사용되고 있는 유기질막은 열적, 기계적, 화학 및 생화학적 안정성이 낮고 세척에 의한 재생성이 용이하지 않기 때문에 차후 이들을 대체하여 모든 조업조건하에서 효율적으로 장기간 사용될 수 있는 세라믹막의 개발이 요구되고 있는 실정이다. 특히 2000 년도 초반부터는 종래의 유기질막으로서는 기대할 수 없는 고기능성을 부여할 수 있는 세라믹막의 공업적 수요가 급증하여 분리막 공정에서 상당한 비중을 점유하게 될 것으로 예상되고 있으나 현재 전 세계적으로 세라믹막의 제조 및 응용에 대한 기초 및 기술이 확립되어 있지 않아서 공업적인 실용화가 이루어지지 못하고 있다.

세라믹막의 실용화에 있어서 주 장애요인은 제조 기술상의 문제이다. 세라믹스가 갖는 고유의 취성이나 성형의 어려움 때문에 monolith 타입보다는 다공성 세라믹 담체상에 초미세 기공을 갖는 분리막층을 코팅한 복합분리막이 훨씬 실용적이지만 역시 코팅시 분리막층 내에 미세균열이 쉽게 발생하고 막의 재현성을 기하기가 어려울 뿐만 아니라 막간의 접착력이 약한 점 등이 기술적으로 해결해야 할 과제들이다. 또한 막의 용도에 따라 막제조 기술을 달리해야 하기 때문에 막의 기능성이나 막내에서의 물질 이동에 대한 기초연구는 물론 제조 및 응용에 대한 연구가 동시에 이루어져야 하는데 반하여 지금까지는 주로 제조와 응용에 대한 연구가 개별적으로 수행되고 있는 데에도 문제가 있다. 따라서 세라믹막의 효율적인 개발과 실용화를 위하여서는 재료, 화학, 화공 및 환경과 같은 학문 분야간의 막의 제조와 응용에 대한 지속적인 공동연구가 수행되어야만 할 것이다.

세라믹막은 대략 1980 년도부터 미세여과 (microfiltration) 공정에 부분적으로 사용되기 시작하여 그동안 유럽, 미국 및 일본 등에서 막의 제조 및 응용기술에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 지난 수년간 알투미나질 MF membrane 에 대한 연구가 활발히 이루어져 지금은 기공크기가 0.1 μm 정도 되는 분리막을 용이하게 제조할 수 있게 되었으며 특히 비교적 큰 입자의 여과에 사용될 수 있는 MF membrane 의 경우는 상업적 생산단계에 있다. 반면에 UF, RO 및 GS membrane 들은 균열이 없고 재현

성 있게 제조하기가 어려울 뿐만 아니라, 막의 균일성, 기공크기 및 분포와 같은 미세구조 제어와 막의 표면특성 개질이 어렵기 때문에 아직도 연구 단계의 수준에 있다. 특히 최근에는 세라믹막을 이용한 촉매막 반응기 또는 광촉매막에 대한 연구도 진행되고 있다.

본 발표는 다양한 기능을 갖는 세라믹 막의 제조 및 응용기술 개발을 위한 기초 자료조사 및 그동안 수행해온 연구 결과에 대한 종합적인 견해로서 주요 내용은 1) 세라믹막이 갖는 특성 분석과 단점의 보완책, 2) 세라믹막의 제조 기술 방법 소개와 막의 종류 및 응용성에 따른 제조 기술 평가, 3) 세라믹막의 응용범위와 실용화 현황 분석 및 앞으로의 응용기술 개발 방향, 4) 졸-겔 코팅의 원리와 기술개발에 대한 본 연구실에서의 연구결과 및 5) 복합분리막을 통한 물질이동 (특히 기체이동) 메카니즘과 본 연구실에서 시도하고 있는 분리막층내의 균열유무의 평가 방법 등으로 요약될 수 있다.

* pore-filling method . 