

이중구조 섬광체 함침막의 특성에 있어 지연 상전환 공정이 미치는 영향

한명진, 남석태, 오원진*, 서범경*, 이근우*
경일대학교, 한국원자력연구소*

Effect of delayed phase inversion on the property of double-layered scintillation proximity membranes

Myeong-Jin Han, Suk-Tae Nam, Won-Zin Oh*, Bum-Kyoung Seo*, Kune-Woo Lee*
Kyungil University, Korea Atomic Energy Research Institute*

1.서론

방사능 오염에 대한 관심이 고조되고 있는 가운데 예상 오염지역에 대한 올바른 평가는 오염지역의 제염 및 안전을 위한 필수적으로 수행되어야 한다. 오염지역의 오염도를 탐지하는 방법으로는 탐지기를 직접 오염예상 지역에 적용하고 측정하는 직접법을 이용하거나, 오염지역을 매체를 이용하여 오염물을 채취한 후 매체에 부착된 방사물질의 오염도를 정량화하는 간접법이 있다. 후자의 방법이 일반적으로 적용되는데 이는 표면오염과 관계없는 주변의 영향을 배제할 수 있는 장점 때문에 선호되고 있다. 간접법의 경우 매체를 이용하여 오염 예상지역으로부터 방사능물질을 채취하여 액체 섬광용액에 투입하여 방사능 오염물과 용액에 존재하는 유기섬광체와 반응에서 생성되는 빛의 양을 측정하여 오염도를 정량화하게 된다. 이러한 방법은 비교적 높은 효율의 탐지 특성을 보이거나 측정 후 2차적으로 생성되는 액체 폐기물의 증대를 수반하는 단점을 지니고 있다. 점차 어려워지는 방사능 폐기물의 처리를 고려할 때 가능하면 부수적인 오염물의 생산을 줄이면서 효율적으로 방사능 표면 오염도를 측정하는 방법에 대한 연구가 꾸준히 요구되고 있다. 고분자에 무기 또는 유기섬광체를 혼합하여 제조된 함침막을 제조하고 이를 액체섬광용액의 도움없이 직접 기기를 이용하여 오염도를 탐지함으로써 2차적인 오염물의 생성을 배제시키는 방법이 선택적인 방법으로 대두되어 왔다.

지지용 고분자층과 탐지용 섬광체 함침 활성층으로 이루어진 2중

막 형상의 함침막의 제조를 통해 효율적으로 표면 방사능 오염도를 측정하는 매질의 제조에 관한 연구를 수행함에 있어 막의 형상 및 기능은 활성층의 고형화 방법에 따라 뚜렷하게 구별되는 특성을 보였다. 본 실험에서는 지지층에 제막된 활성층 용액의 고형화에 있어 상전환 공정의 변화에 따른 이중구조막의 형상 및 탐지 특성의 변화에 따른 특성을 조사하였다.

2. 실험

고분자는 폴리실폰을 사용하고 활성층을 구성하는 무기섬광체로는 CAYS (Cerium activated yttrium silicate)를 사용하였다. 유리판 위에 고착된 투명한 폴리실폰 필름 위에 폴리실폰과 CAYS가 용매 (n-메틸피롤리돈 또는 디메틸포름아마이드)에 분산된 제막용액을 applicator를 이용하여 일정하게 도포하였다. 도포된 활성층은 이소프로판올에 침지시키거나 대기에 방치시켜 고형화하도록 하였다. 고형화된 CAYS 함침막은 SEM을 통해 형상을 분석하고, 광전증배관과 저준위 알파/베타 계수기를 통해 방사능핵종의 탐지도를 측정하였다.

3. 결과 및 토론

Fig. 1에서 보이는 바와 같이, 디메틸포름아마이드를 용매로 하고 물욕조에 침지시켜 제조한 막은 지지층과 활성층이 확연히 구분되는 뚜렷한 경계지역을 보여주고 있다. 이에 비해, n-메틸피롤리돈을 사용하고 이소프로판올에 침지시켜 제조한 막의 경우 활성층과 지지층을 구별하기 어려운 모호한 경계지역을 보이고 있다 (Fig. 2). 이는 활성층의 용매가 고형과 과정에서 지지층으로 침투한 것으로, 제막 후 고형화 과정에서 활성층의 고형화가 지연되면서 진행되었음을 보여주는 것이다. 이러한 형상은 상전환 공정을 거쳐 제조된 고분자 분리막의 형상에서도 확인된다. 한편, 디메틸포름아마이드를 사용하여 제조된 제막용액을 대기 방치를 통해 고형화시켰을 때 이러한 지지층과 활성층의 경계 특성은 비슷한 특성을 보인다. 특히, 대기 방치에서 활성층 용액의 지지층으로의 확산은 1시간 대기방치에서 거의 지지층의 하부에 도달할 정도로 깊숙이 진행되었음을 보이고 있다.

대기방치를 통해 제조된 막의 방사능핵종에 대한 탐지 특성을 측정한 결과는 Table 1에 보여진다. 광전증배관을 사용하여 측정하였을 경우 대기방치의 경과에 따라 초기에는 탐지특성이 증가하다 1시간 이후에는 감소하는 경향을 보이며, 저준위 알파/베타 계수기(LB counter)를 사용한 경우 대기방치에 따라 탐지특성이 증가함을 보인다. 후자의 경우 CAYS와 방사능핵종의 반응에 영향을 받지 않으므로 대기방치 시간에 따른 탐지효

울의 증대는 막의 표면에 투여된 방사성핵종이 막의 표면에 많이 존재함을 나타낸다. 즉, 대기방치 시간이 지속됨에 따라 막의 표면을 통한 내부로의 침투가 불가능함을 나타낸다. 한편, 광전증배관 (PMT)을 사용할 경우 대기방치가 3분까지 지속될 경우 막의 내부로 침투하는 방사성핵종은 막에 존재하는 CAYS와의 접촉가능성이 증대함을 보여준다. 그러나, 대기방치 시간이 1시간 이상일 경우 막의 내부에서 침투하여 함침된 CAYS와 반응하는 것보다 막의 내부로 침투하는 방사성핵종이 급격히 감소하는 것을 나타내며 24시간이 경과된 막의 경우 막 내부로 침투하는 방사성핵종이 급격히 떨어졌음을 확인시킨다.

4. 참고문헌

1. L. F. Costa, D. C. Harrington, and R. S. Miller, US Patent 4,692,266, September 8 (1987).
2. M. J. Han, K. W. Lee and B. K. Seo, Preparation and characterization of a double-layered porous film to assay for surface radioactive contamination, *J. Membrane Sci.*, **223**, 59 (2003).
3. 이근우, 서범경, 박진호, 남석태, 한명진, 이종구조 무기형광 함침막 제조 및 방사성핵종 탐지능력의 분석, *Membrane Journal*, **12**(4), 240(2002).
4. R. C. Klein, L. Linins, and E. L. Gershey, Detecting removable surface contamination, *Health Phys. Soc.*, **62**, 186 (1992).

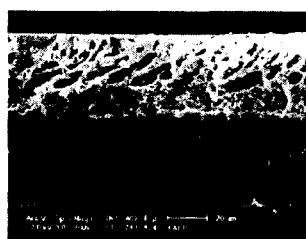


Fig. 1. Cross section of double-layer membrane prepared by water immersion (solvent, DMF).

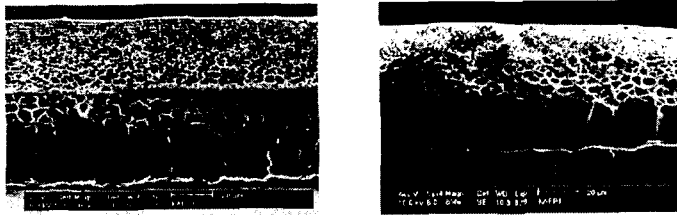


Fig. 2. Cross section of double-layer membrane prepared by isopropanol immersion without CAYS (left) and with CAYS (right) (solvent, NMP).

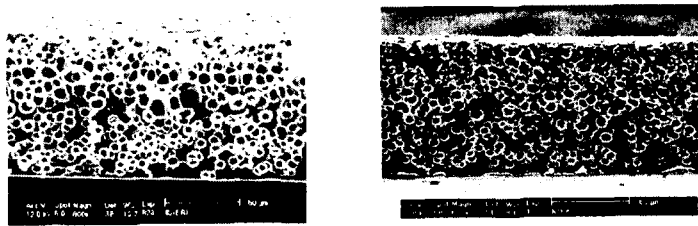


Fig. 3. Cross section of double-layer membrane prepared by vapor exposure without CAYS (left) and with CAYS (right) (solvent, DMF).

Table. 1. Radioactive counts of radionuclide on membrane prepared by vapor exposure (solvent, DMF).

1차막			2차막				고형화조건		측정결과	
PSF (g)	MC (g)	두께 (μm)	PSF (g)	DMF (g)	CAYS (g)	두께 (μm)	비 용 매	대 기 방 치 시 간	PMT (cpm)	LB (CPM)
25	80	300	4.5	25	5	200	물	0초	331.86	760.00
25	80	300	4.5	25	5	200	물	10초	353.10	826.40
25	80	300	4.5	25	5	200	물	3분	585.74	809.60
25	80	300	4.5	25	5	200	물	1시간	501.82	851.20
25	80	300	4.5	25	5	200	물	24시간	53.02	873.30