

무기섬광체를 이용한 대면적 오염도 검출 복합 소재의 특성

황호상, 서범경, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

hshwang@kaeri.re.kr

1. 서론

종래 원자력시설에서 표면 오염도를 측정하기 위한 통상적인 적용방법은 오염된 시설이나 설비의 표면을 스미어 페이퍼(smear paper)를 이용하여 오염시료를 채취하여 간접적으로 측정하거나 서베이 미터(survey meter)를 이용하여 직접 측정하는 방법들이 주로 이용되고 있다 [1, 2]. 하지만, 상기 방법들을 적용하기에는 작업자가 직접 대상 지역에 접근하여 측정을 하여야 하기 때문에 작업자의 피폭 및 오염 가능성 등의 문제가 있다. 따라서, 상기 문제점을 개선하기 위하여는 방사능으로 오염된 표면에 부착물질을 원거리에서 분사시켜 오염 표면에 도포하고 고형화시킨 후에 오염 핵종에서 방출된 방사선과 부착물질 내의 성분간의 반응에 의한 검출로 오염도를 측정하는 방법이 있다. 이를 위해 고분자 에멀전에 섬광(scintillation)을 일으킬 수 있는 성분을 첨가함으로써 그 각각의 물성을 동시에 나타낼 수 있는 복합 소재 제조 기술은 여러 응용이 가능할 것으로 본다.

2. 본론

2.1 재료

실험에 사용된 모든 물은 초순수 제조 장치를 이용하여 제조하여 사용하였다. 중합에 사용된 단량체 styrene (St), ethyl acrylate (EA)와 methyl methacrylate (MMA)는 5 wt% NaOH에 3번, DI water에 3번 세척하고 감압증류하여 사용하였다. 개시제로는 ammonium persulfate (APS), 음이온계 유화제 sodium dodecyl sulfate (SDS) (Fluka)를 정제없이 사용하였다. 무기섬광체는 ZnS(Ag)로 Aldrich 1급 시약을 사용하였다.

2.2 소재 제조

반응용기에 탈이온수를 넣고 질소 가스로 30분간 퍼징하여 반응기내의 용존산소를 완전히 제거한 후 85°C에서 St와 무기섬광체 ZnS(Ag) 그리고 개

시제를 소량씩 첨가하여 core 폴리머를 제조하였다. 이 core 폴리머를 반응기에 주입한 다음 질소 가스로 30분간 퍼징하고 85°C로 승온시킨 후 MMA를 넣은 다음 개시제를 주입하여 5시간에 걸쳐 중합반응을 진행시켰다. 동일한 방법으로 무기섬광체의 함량을 변화시켜 core-shell 폴리머를 제조하였다. 성분과 반응조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Ingredients and conditions for the synthesis of PS seed latex and the poly(St-MMA) composite polymer

	PS seed latex	poly(St-MMA) polymer
St (g)	5-15	
MMA (g)		5-10
Seed latex emulsion (g)		10
DI water (g)	200	200
APS (g)	0.1	0.1
SDS (g)	0.004	
ZnS(Ag) (g)	0.2-1	

2.3 특성 분석

Core-shell 고분자의 필름 샘플은 상온에서 24 h 충분히 건조시켰다. 고분자의 화학적 조성은 Fourier transform infrared (FT-IR) spectrometer (Nicolet, Magna IR550)을 이용하여 결정하였으며 KBr 펠렛 방법으로 4000-400 cm^{-1} 범위에서 측정하였다. 고분자의 열적 특성은 Differential scanning calorimeter (DSC)를 이용하여 T_g 를 측정하였다. 측정 샘플은 50°C의 vacuum oven에서 1 주일 동안 완전 건조시켰다. 고분자 에멀전 입자의 직경과 형상은 transmission electron microscopy (TEM, Hitachi H-800)으로 측정하였다. TEM 측정 전에 에멀전 샘플을 물에 희석하여 carbon 막으로 된 copper grill에 코팅시켰다.

2.4 방사능 검출 특성

방사선 검출 특성 평가는 비방사능 핵종으로 오

염된 표면에 무기섬광체와 결합된 에멀전을 도포하여 건조시켜 시편을 제조하였다. 제조한 시편은 방사선과 에멀전에 함침된 섬광체의 상호작용에 의하여 생성된 섬광을 광전자증배관으로 측정하였으며, source는 Sr-90, 용량 5 μ l, 측정 시간 1000 sec로 무기섬광체가 함침된 고분자 에멀전의 방사능 검출 특성을 평가하였다.

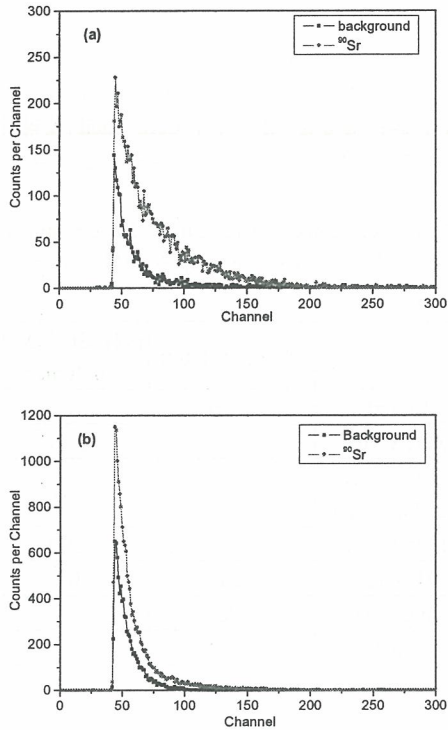


Fig. 1. Pulse height spectrum of polymer emulsions impregnated inorganic; (a) PS, (b) poly(St-MMA)

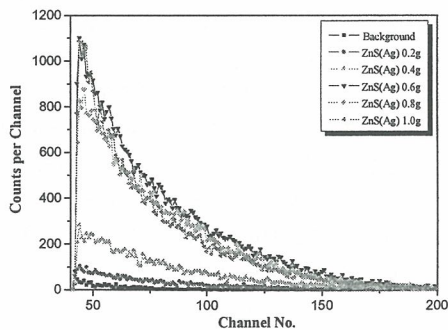


Fig. 2. Pulse height spectrum as a function of ZnS(Ag) contents

2.5 결과 및 토의

Fig. 1은 Sr-90에 적용시켰을때 무기섬광체가 함침된 PS와 poly(St-MMA) 고분자 에멀전의 펄스 파고 스펙트럼을 나타낸 것이다. ZnS(Ag) 함량 0.2 wt%에서 PS와 poly(St-MMA) 고분자에서 방사능 검출이 잘됨을 확인하였다. 단일성분만을 중합시킨 PS와 복합성분인 poly(St-MMA) 고분자의 검출 성능에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았다. 고분자내에서의 무기섬광체 분산정도가 단일성분의 고분자나 복합성분의 고분자의 차이가 없는 것으로 나타났다. Fig. 2는 무기섬광체의 함량 변화에 따른 소재의 펄스파고 스펙트럼을 나타낸 것으로 무기섬광체의 함량이 증가할 수록 계수치가 증가하다 다소 감소하는 경향을 보였다. 이는 적정량의 섬광체 농도는 방사능에 대한 검출효율이 증가하지만 과량의 섬광체 함량에서는 방사능을 받아 빛을 발하는 것과 그 빛을 다시 흡수하여 효율이 감소하는 섬광체 고유의 특성이라 할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 무기섬광체를 이용한 방사능 오염도 측정용 고분자 소재를 제조하였다. 오염도 검출용 소재는 물을 기반으로 한 유화중합법에 의해 고분자에 무기섬광체를 함침시켜 제조하였다. FT-IR, TGA, DSC, TEM 측정을 통하여 검출 소재의 특성을 파악하였으며 무기섬광체인 ZnS(Ag)와 유기 고분자와의 상호작용을 통한 나타나는 검출 특성을 알아보았다. 무기섬광체의 함량이 증가함에 따라 검출 효율이 증가하다 다소 감소하는 경향을 보였다.

4. 참고문헌

- [1] Liquid Scintillant Counting and Organic Scintillators, Chelsea, Michigan, Lewis Publishers, 1991.
- [2] M.J.Han, P.M.Bummer, and M.Jay, J.Membra-ne Sci., 140, 235, 1998.