

## 대면적 오염 핵종 제거용 poly(vinyl alcohol)/ethylhexyl acrylate latex strippable 유기소재 제조

황호상, 서범경, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

[hshwang@kaeri.re.kr](mailto:hshwang@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

수명이 다한 원자력시설은 운용 중 발생하여 누적된 방사능 오염도에 대한 정확한 분석과 함께 해체를 위한 과정에서 적절한 제염이 이루어져야 한다. 따라서 원자력기술을 사용하는 국가에서는 방사능 오염도에 대한 정확한 측정과 이에 따르는 제염에 관한 기술을 꾸준히 진행하고 있다. 방사능 오염물에 대한 제염을 위한 방법으로는 물리적 및 화학적인 방법을 포함한 다양한 방법들이 이용되고 있다. 이중에 장비나 설비의 표면에 붙어있는 오염물 위에 코팅한 후 경화시켜 오염물과 함께 박리될 수 있는 고분자 박리성(strippable) 고분자 코팅제를 이용하는 방법이 있다.

이와 같이 원자력 설비나 장비에 부착된 방사능 오염물에 코팅된 후 오염물과 함께 오염지역으로부터 박리되어 오염물의 제거에 이용될 수 있는 박리용 고분자 코팅제의 제조에 대한 연구는 전 세계적으로 새롭게 대두되고 있는 원자력 에너지에 대한 관심과 이에 파생하여 필수적으로 요구되는 방사능 오염물 제거에 대한 관심에 부응할 수 있는 제염 기술의 발전을 위해 필수적이라 할 수 있다.

본 연구에서는 poly(vinyl alcohol) (PVA)와 ethylhexyl acrylate 라텍스 혼합 고분자를 이용하여 표면 오염물 제거에 관한 연구를 하였다. PVA는 수용성 polyhydroxy 고분자로 제조 용이함과 뛰어난 물리, 화학적 특성으로 인해 많이 적용되는 고분자이다 [1]. 선택된 기저 수용성 고분자와 콜로이드 에멀전 라텍스를 혼합하여 새로운 박리성 코팅제를 제조하고 이를 이용하여 방사능 오염 표면에서의 박리성 및 제염계수를 평가하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 재료

실험에 사용된 모든 물은 초순수 제조 장치를

이용하여 제조하여 사용하였다. Poly(vinyl alcohol, PVA, 99+% hydrolyzed, average Mw 89,000-98,000, Aldrich Co.) and ethylhexyl acrylate latex (MJ-64, Hansol Chem.)를 전처리 없이 사용하였다.

#### 2.2 소재 제조

반응용기에 탈이온수를 넣고 질소 가스로 30분간 피징하여 반응기내의 용존산소를 완전히 제거한다. 90°C에서 PVA를 3h 이상 교반시켜 완전히 녹이고 상온으로 냉각시킨 후 MJ-64를 주입하고 추가 3h 교반하여 PVA/MJ-64 strippable 고분자를 제조하였다. 소재의 성분과 반응조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Ingredients and conditions for the PVA/ethylhexyl acrylate polymer

	PVA	PVA/MJ-64
PVA (wt%)	10	
Ethylhexyl acrylate latex (wt%)	10-15	2.5-3.75
Reaction Temp. (°C)	90	25
Stirring speed (rpm)	300	300

#### 2.3 특성 분석

고분자의 필름 샘플은 상온에서 24 h 충분히 건조시켰다. 수분의 영향을 많이 받는 소재성분이므로 측정 전 샘플은 50°C의 vacuum oven에서 1주일 동안 완전 건조시켰다. 고분자의 화학적 조성은 Fourier transform infrared (FT-IR) spectrometer (Nicolet, Magna IR550)을 이용하여 결정하였으며 KBr 펠렛 방법으로 4000-400 cm<sup>-1</sup> 범위에서 측정하였다. 고분자의 열적 특성은 Differential scanning calorimeter (DSC)를 이용하여 T<sub>g</sub>를 측정하였다.

### 2.4 Decontamination Factor (DF)

표면 오염물 제거를 위한 박리성 고분자의 DF는 다음과 같이 수행하였다. 직경 5cm의 다양한 디스크 (stainless steel, aluminium, glass, concrete, painted concrete)에 Sr-90으로 오염시켰다. Strippable 고분자를 코팅시키기 전에 오염된 각 디스크는 Low Background Counting System을 이용하여 초기 농도를 분석하였다. 고분자를 코팅하여 24h 동안 완전히 건조시키고 디스크 위의 경화된 고분자 필름을 제거한 후 다시 Low Background Counting System를 이용하여 농도를 분석하였다. DF는 식 1을 이용하여 계산하였다. 여기에서,  $\beta_1$ 은 오염물 제거 전  $\beta$  농도이고  $\beta_2$ 는 오염물 제거 후의  $\beta$  농도이다.

$$\text{Decontamination Factors} = \beta_1 / \beta_2 \dots\dots (1)$$

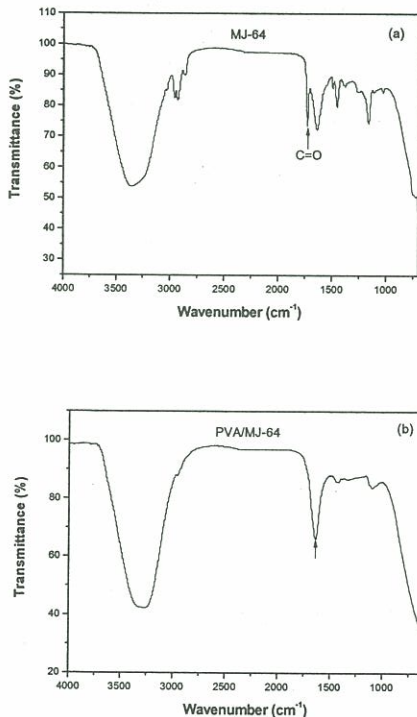


Fig. 1. FT-IR spectra of MJ-64 and PVA/MJ-64

### 2.5 결과 및 토의

기저 고분자 물질 및 첨가 에멀전의 분자 구조를 확인하고 제조된 코팅제의 구조를 확인하기 위하여 FT-IR 분석을 시행하였다. 첨가제로서의 점착성의 증대와 함께 도포막의 안정성을 증대시

킬 수 있는 ethylhexyl acrylate 라텍스의 경우 Fig. 1(a)에서 보이는 바와 같이 carbonyl group (C=O)을 나타내는 1726  $\text{cm}^{-1}$ 에서 강력한 피크를 보여준다. Rao와 Lal [2]에 따르면 이 영역에서의 carbonyl group은 strontium 이온이나 cobalt 이온과 같은 2가 이온과 반응하여 피착체로부터 오염물을 제거하는데 기여할 수 있는 것으로 보고되어 있다. PVA 용액과 ethylhexyl acrylate 에멀전을 혼합하여 제조된 코팅제의 경우 (Fig. 1(b)) ethylhexyl acrylate의 carbonyl group을 나타내는 1725  $\text{cm}^{-1}$ 에서의 뚜렷한 피크가 나타남을 보여준다.

### 3. 결론

PVA을 박리성 코팅제의 기저 물질로 선택하고 이에 ethylhexyl acrylate 계열의 에멀전을 첨가하여 조성된 새로운 박리성 코팅제는 기존의 상용화된 박리성 코팅제와 차별화된 고유한 조성으로 개발되었다. PVA을 기저 담체로 하는 것은 다른 박리성 코팅제와 구별되지 않지만 첨가 콜로이드 에멀전으로서 ethylhexyl acrylate 계열의 에멀전을 첨가함으로써 기존 박리성 코팅제보다 인열점착성을 증대시키고 습윤 안정성을 개선할 수 있었다. PVA의 특성을 보존하면서 보완 수치로서 ethylhexyl acrylate 에멀전을 사용하였을 때 PVA의 기본 특성을 유지하면서 박리 과정에서 인열성과 같은 기계적 물성을 보완할 수 있다. 따라서 ethylhexyl acrylate 에멀전 함량을 적절히 조절하여 피착면에서의 점착성 및 습윤 안정성을 증대시켜 방사성 오염물 제거에 적합한 코팅제로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 4. 참고문헌

- [1] S. J. Kim, C. K. Lee and S. I. Kim, Journal of Apply Polymer Science, 92, 1467 (2004)
- [2] S. V. S. Rao, K. B. Lal, Surface decontamination studies using polyvinyl acetate based strippable polymer, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 260, No. 1 (2001) 35-42