

원자력시설 오염표면의 핵종제거용 고분자 에멀전의 제조 및 핵종 포집 특성

최승락, 황호상, 이근우, 서범경, 정종헌

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150)

srchoi@kaeri.re.kr

원자력시설의 해체 시에는 오염 특성 평가와 더불어 시설이나 장비 표면의 오염 핵종 제거가 주된 일이다. 일반적인 제염은 물리/화학적인 방법을 이용하게 되나, 이들 방법은 복잡한 장치와 작업자의 노력이 요구되며, 제염 시에 작업자의 피폭 또한 피하기 어렵다. 때문에 좀 더 편리하고 작업자의 피폭을 예방할 수 있는 새로운 제염 방법이 필요하다. 이러한 관점에서 최근에 고분자 소재를 이용하여 시설의 표면에 도포한 후에 고형화 하여 제거함으로써 흡착된 오염물을 제거하기 위한 방법이 연구되고 있다. 특히 이러한 방법은 저비용으로 오염된 시설 및 장비에 비교적 쉽게 적용이 가능하고, 오염된 장비나 시설에 적용 후 2차 폐기물의 발생이 적다는 이점이 있다.

이 기술을 제염해체 분야에서 사용하기 위해서는 마찰마모에 대한 표면 저항력이나 금속성 기질에 점착하기 위한 코팅의 점착성, 환경적인 요소에 따른 인장강도 등 일정 요구조건을 충족시켜야 하는데, 이에 따른 평가를 위해 FIU-HCET에서는 상업적으로 이용 가능한 8개의 코팅을 선정하여 ASTM의 기준에 따라 그 적용성을 시험하였다.

제염해체를 위해 요구되는 조건 중 가장 중요시 되는 것은 오염된 지역의 핵종 포집과 오염된 장비 및 시설에 점착 또는 탈착이 용이해야 한다는 것인데 이는 코팅 용액의 농도에 의존하는 경향이 있다. 낮은 농도로 제조된 코팅은 핵종 포집력을 어렵게 할 뿐만 아니라 표면에 대한 점착력을 저하시켜 오염지역에 대한 제염효과를 떨어뜨리게 하고, 높은 농도로 제조될 시 코팅의 핵종 포집력은 향상될지 모르나 표면에 적용 후 건조과정에서 시간을 늦추게 하게 하여 탈착을 어렵게 할지도 모른다. 때문에 코팅은 그 제조과정에서 제조 소재별에 따른 적절한 농도 배합이 중요시 되어야 할 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 오염 지역에 적용이 쉬운 water-based 형태의 고분자 소재를 선정하고 농도변화를 주어 에멀전 형태의 코팅 용액과 monomer 중합반응을 통한 에멀전 형태의 코팅 용액을 제조하여 핵종 포집 특성을 평가하였다.

실험에 사용된 고분자 소재로는 poly(vinyl alcohol) (PVA)와 poly(vinyl pyrrolidone) (PVP)로, PVA는 물에 작 녹고 수분 증발에 의해 간단히 coating이 형성되며 여기에 PVP를 혼합하게 되면 표면에 대한 점착성이 향상되고 오염된 장비 및 시설에 적용 후 제거 시에는 coating의 찢어짐이 감소하게 된다. monomer 중합반응을 통한 에멀전 제조에 따른 소재로는 methyl methacrylate (MMA)와 에멀전 표면에 작용기를 형성하기 위해 sodium dodecyl-benzenesulfonate (SDBS)를 사용하였다. 에멀전의 크기와 표면 전하밀도에 따른 핵종 포집 및 제거 특성을 비교평가하기 위해 각 소재별로 농도 변화를 주어 에멀전을 제조하였다. 제조된 에멀전 용액에 코발트 핵종을 넣어 반응시킨 후 0.2 μ m 필터를 이용하여 코발트 핵종을 여과한 후 원자흡광광도계 분석을 통해 여과 전/후의 코발트 핵종 농도를 측정하였다.

측정결과, 다소 미흡하지만 농도 변화가 있다는 것을 알 수 있었고, 이것은 고분자 소재별 코팅 용액이 핵종을 포집한다는 것을 의미한다. 하지만 CoCl_2 농도의 변화가 낮다는 것은 고분자 소재의 농도가 낮았다는 것을 나타내므로 향후 각 고분자 소재에 대한 다양한 농도변화를 주어 에멀전을 제조하는 실험을 수행하여 코발트 핵종 포집 특성을 향상시켜야 할 것으로 보인다.