

염폐기물 고정화처리 생성물의 핵종 및 침출 거동 특성

김정국, 이제희, 김준형

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

산화물 핵연료를 전해환원시켜 금속으로 전환하는 건식처리공정에서 발생하는 폐LiCl 용융염은 Cs, Sr과 같은 고방열성 핵분열 생성물을 다량 함유하고 있는데, 이들을 포함하는 폐용융염은 물에 잘 녹을 뿐만 아니라 방사선에 쉽게 분해되므로 처분장 수용기준에 알맞게 안정화시켜야 한다. 현재 한국원자력연구소에서는 폐용융염을 용융온도인 650°C에서도 Cs, Sr 등의 이온교환 및 흡착이 가능한 제올라이트 4A를 이용하여 고정화시키고 이를 최종 고화체로 만드는 연구가 진행되고 있다. 폐용융염과 제올라이트의 혼합비, $r(=LiCl/Zelite)$ 의 변화시키면서 Cs, Sr을 제거 및 고정화 특성 연구를 통해 $r=0.4, 0.25$ 및 0.1 의 혼합조건에 대해 650°C에서 블렌딩 혼합방식으로 염내포 제올라이트(Salt-Loaded Zeolite; SLZ)를 제조하고 이를 900°C에서 열처리하여 고정화생성물(Immobilized product)을 제조하는 일련의 과정을 도출한 바 있다. 본 연구에서는 이렇게 제조된 염내포 제올라이트와 고정화 생성물에 있어 고방열성 핵종의 분배특성과 PCT-7(Product Consistency Test-7day)을 이용한 단기 침출 특성을 고찰하고자 하였다. 염내포 제올라이트의 경우 r 이 감소함에 따라 폐용융염에서 Li, Sr의 제거율이 증가하여 $r=0.1$ 에서 각각 85%와 94%의 제거효율을 보였으나, Cs는 최대 52% 정도만 제거되었다. 고정화 생성물의 경우 SLZ에 비해 비슷하거나 그 이상의 제거효율을 보였으나, Cs 제거율은 상대적으로 크게 감소하였는데 이는 열처리 온도가 900°C이므로 반휘발성인 Cs의 일부가 휘발된 것으로 판단된다. PCT-7에 의한 단기침출 실험의 결과 r 이 0.4에서 0.25로 감소함에 따라 Sr의 침출률만 크게 감소하였으나, $r=0.1$ 에서는 Li, Sr 뿐만 아니라 Cs의 침출률까지 매우 낮게 나타났다. 따라서 제올라이트 4A를 이용하여 Cs, Sr이 함유된 폐LiCl 용융염을 고정화 처리할 경우 $r=0.1$ 조건이 높은 핵종 제거효율 및 우수한 내침출성을 가진 고정화 생성물을 얻는 조건이지만, 고온 열처리 단계에서 Cs이 일부 휘발되는 점을 감안한 보완이 필요할 것으로 보인다.