

전해정련 공정에서의 우라늄 이송 실험

오규환, 김정국, 황성찬, 이한수, 송기찬
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150-1
khoh@kaeri.re.kr

1. 서론

선진국에서 개발중인 전해정련 공정은 미국 INL의 Mark-IV 및 Mark-V에 기반을 둔 회분식 전해정련 장치가 주류를 이루고 있다. 미국의 경우 처리속도 향상을 위하여 Mark-V의 전착물 회수시 음극 고착물질을 해결하기 위하여 PEER형 전해정련 반응기를 ANL에서 개발중에 있으며, 일본 CRIEPI의 경우는 Mark-IV의 십자형 양극 바스켓을 기반으로 한 실린더형 철계 음극을 이용하여 양극회전시 음극 전착물의 회수가 이루어지도록 구성되어 있다. 그러나 아직 운전결과가 발표되지 않았으며, CRIEPI의 경우는 2008년 우리나라 제주도에서 개최된 2008 International Pyroprocessing Research Conference에서 일부 운전경험을 발표하였으나, 여전히 음극에 우라늄 전착물이 고착되는 현상을 해결하지 못하였다.

한국원자력연구원의 High-throughput 전해정련기의 경우 우라늄 전착 시 자중에 의해 전착물이 떨어지는 자발 탈리현상이 일어나는 흑연음극을 이용하여, 고착현상이 발생하지 않으며, 탈리된 우라늄은 스크류 컨베이어 시스템에 의해 용융염 밖으로 전착공정과는 독립적으로 인출되므로, 전해정련 공정을 중단하지 않고 조업을 지속할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 연속식 high-throughput 전해정련장치의 용융염 분위기에서의 우라늄 전착물 인출 특성 등을 평가하고자 하였다.

2. 실험 결과

본 연구에서는 연속식 high-throughput 전해정련장치에서 전착된 deposit을 사용하지 않고 blanket test의 목적으로, 수지상인 우라늄 전착물과 유사한 형태인 황동 chip을 장입하여 LiCl-KCl 용융염 분위기에서 실험하였다.

용융염 분위기에서 1차 전착물 이송성능을 평가한 결과 설계된 전착물 회수조와 스크류 컨베이어 시스템을 이용해서는 전착물의 이송이 불가능함을 확인하였다. 주요한 원인은 전착물의 유동성이 매우 낮아 전착물 회수조에서 스크류로 이송이 거의 일어나지 않았으며, 전착물 상호간의 엉킴 현상으로 설계된 스크류 pitch로는 이송이 어려웠다. 따라서 내열합금인 STS 310S재질을 이용하여 스크류의 구경과 피치를 증가시켜 스크류 컨베이어 시스템을 Fig. 1.과 같이 새롭게 제작하였다. 스크류 뿐만 아니라 전착물 회수조의 경우도 전착물이 스크류까지 다다르는 동안 병목이 발생하지 않도록 우라늄 전착물이 스크류 상부로 직접 낙하될 수 있도록 Fig. 2.와 같이 새로운 디자인을 적용하였다.

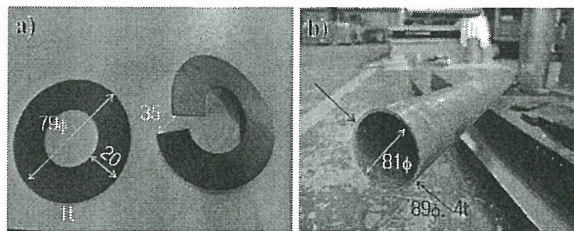


Fig. 1. Modified screw conveyor system

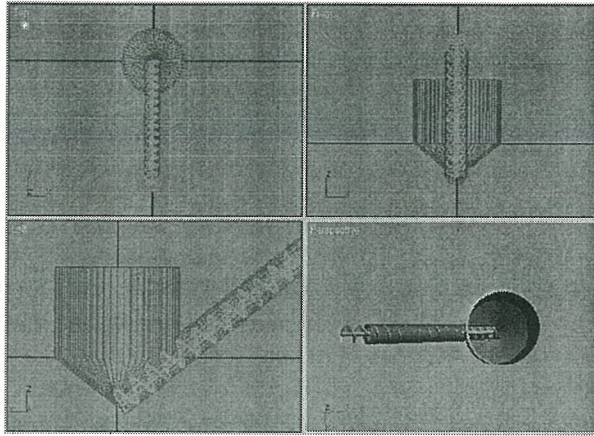


Fig. 2. Modified screw conveyer system for deposit withdrawal

새로운 스크류 컨베이어시스템을 이용하여 용융염 분위기에서 전착물의 인출 특성을 평가한 결과를 Fig. 3에 제시하였다. 실험결과 전착물은 전착물 회수조의 인입구를 통하여 원활히 공급되었으며, 스크류 출구를 통하여 배출됨을 확인하였다. 회수된 전착물의 형상은 스크류를 통하여 이송되는 동안 환형으로 뭉쳐져 있었으며, 혼입된 용융염 함량을 분석한 결과 약 8%정도로서 대부분의 염이 인출과정 중에 제거된 것으로 보인다. 전착물 인출속도는 스크류 회전속도 10 rpm에서 $\approx 200\text{g}/\text{min}$ 로 나타났다.



Fig. 3. Operation results of screw conveyer system