

PRIDE 고효율전해정련장치의 원격 취급성 평가

정정환, 박성빈, 이성재, 김정국

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

iwieong@kaeri.re.kr

1. 서론

공학규모 파이로 공정시험(PRIDE; PyRoprocess Integrated inactive DEMonstration)시설 전해정련 공정장치는 고효율 전해정련장치, 염증류장치, 염이송장치, 우라늄 잉곳장치 삼염화우라늄 제조장치 등이다. 장치 중 고효율 전해정련장치는 사용후핵연료의 93%를 차지하는 우라늄을 고순도로 회수하는 파이로 핵심공정장치로서, 현재 길이가 40m, 높이가 6m인 알콘 가스로 충전된 기밀형 셀에 설치되어 있다. 셀 가동 중에는 내부로 작업자의 접근이 불가능하여 원격취급수단에 의해서만 수행되어야 된다. 따라서 PRIDE 셀 전면에 설치되어 있는 기계식 원격 조작기를 이용하여 본 장치에 대한 원격 취급성 평가를 수행하였다.

2. 본론

고효율 전해정련장치의 원격운전에 관하여 모터를 기본으로 특별한 메커니즘으로 자동화 조업을 가능하게 하는 방법도 있지만, 유지보수 상황에는 작업자가 접근이 불가능하기에 대부분 부분적으로 기계식 원격 조작기를 이용하여 조업을 하는 것을 기본으로 설계, 제작 되었다. 우라늄 전착물 이송관 시스템은 우라늄전착물이 전해조 스크래퍼로 통하여 외부로 전착물을 배출시키도록 설계 제작되었다. 시스템 가동 중에는 상부 모터의 동력으로 상하 구동하여 버킷내 담겨진 전착물이 이송, 배출되도록 구성하였고 상부로 축이동시 샤프트의 높이를 제한하기 위해서 무한궤도 체인 이동방식으로 제작 되었다. 이러한 이동 배출시스템에 응용된 염이 전해조의 온도 하강으로 굳거나, 장기 사용으로 누적물이 버킷 사이 고착상태로 작동불능이 되면 해체하여 보수할 수 있어야 한다. 버킷 이송시스템 중 모터 전기공급 연결 라인은 분리가 용이하지만, 연결은 기계식 원격조작기의 그리퍼 의 시야를 벗어나지 않도록 각도를 조정하는 것이 필요하다. 또한 전해조 부분과 시스템간의 원격 분리 부착이 상당히 어려

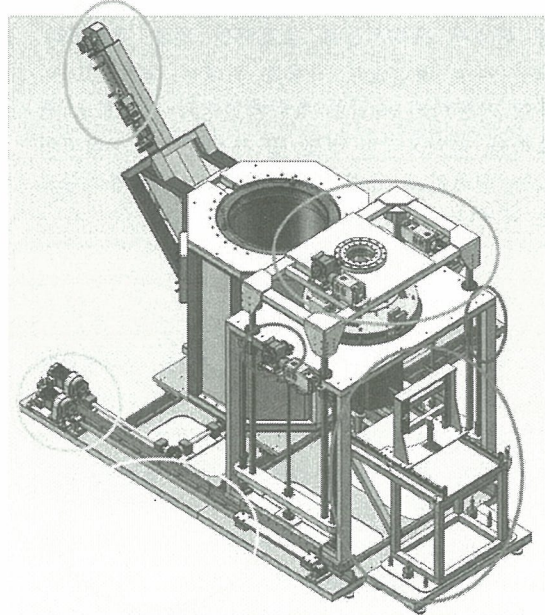


Fig. 1. Electrorefiner of 3D model.

운 상태이므로 이를 해결하기 위해서는 시스템을 두 개의 모듈로 나누어 상부와 하부의 연결을 레일형태로 교체하는 것도 해결 방법중 하나이며, 크레인과 연계하는 전용공구의 개발도 필요하다. 전극 어셈블리를 이동시키는 프레임 하단에 위치한 모터의 원격 취급성은 현재의 수동공구를 사용하여 조업할 수 없는 것은 아니지만, 전용 에어 임팩텐치 사용하면 작업자의 피로도는 상당히 경감이 될 것이다. 리프트 시스템의 상부 모터는 작업자의 시야를 벗어나 기계식 원격조작기로 조업이 불가능하기에 BDSM (Bridge Transport Dual Arm Servo-Manipulator)을 이용하여 교체가 가능한지 파악하고 필요에 따라 전용공구를 개발, 제작하여 유지보수 및 원격 취급성 평가를 해 보아야 한다. 모터의 전원공급라인들이 리프트 프레임 등에 눌리지 않고 쉽게 탈,부착이 가능토록 개선이 필요하며, 유지보수용 전용도구도 필요하다. 또한 리프트 시스템이 전극 어셈블리를 리프트 상부로 견인하여 이동 시 무게중심이 윗면에 위

치되고 전면부 하단에 하나의 축이 볼스크류로 작동되고 있어서 좌우 직선운동시 힘의 비대칭으로 인한 이동 중 앞뒤 불안정감이 발생하므로 원활한 이동 및 원격 취급성을 위해 후면에 래크와 피니언 방식의 이송축의 보강장착도 필요하다. 또한 각 연결 커넥터 및 열전대의 유지보수방식도 기계식 원격조작기 그리퍼를 고려하여 수정 보완이 필요하며, 장치 전체 공급전선의 조업시 안전을 위해서 프렉시블로 보호하는 것도 필요하다. 또한 각종 라인들의 구별을 위해서 육안으로 식별이 가능하게 라인별 칼라페인팅과 인식표도 필요하다. 바닥프레임 전면 및 가장자리에 부착되어 있는 전선판도 유지보수상 원격취급은 불가하므로 개선이 시급히 요구된다.

3. 결론

기계적 원격조작기를 이용하여 고효율 전해정련장치에 대한 원격성 취급 평가를 수행하여 PRIDE 고효율 전해정련장치를 조작하는데 필요한 개선점 등을 확인할 수 있었다. 전원공급라인, 열전대 등의 취급 용이성을 위한 개선 방안, 전극 취급장치의 애노드 카트리지를 탈부착 장치에 대한 원격 조작 방법에 대한 개선 방안 등에 대한 검토를 수행하였다. 이로부터 향후 BDSM과 병행하여 사각지대의 원격취급, 캐소드의 유지보수 및 교환, 전착물 이송시스템, 전극 취급장치, 이송프레임 등을 분리 조립하고 셀 내/외부로 크레인과 병행한 원격 취급 운전성에 대한 평가, 그리고 반복적인 원격성 취급평가를 통한 전용공구의 개발이 필요함을 도출할 수 있었다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 김정국 외 “ HT 전해정련 시스템개발에 관한 연구 ” KAERI/RR-XXX 2009 (2009).
- [2] 이한수 외 “ PWR 사용후핵연료 부피감용 기술개발 ” PP. 1-15 (2012).