

디지털 목업을 이용한 PRIDE에서 유지보수 장비의 설계에 대한 요건 분석

김성현, 박희성, 이종광, 이효직, 최창환, 박병석

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

hyun@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에서는 효율적이고 안전하게 사용후핵연료의 처리방안을 마련하고자, 해마다 누적되어온 사용후핵연료를 감량시키면서 재활용할 수 있는 Pyroprocess 기술을 개발하고 있다. 이를 실현하기 위해서는 공학규모의 Pyroprocess 공정장치가 설치되고, 일괄공정으로 실험하기 위한 시설을 필요하며 이를 위한 시설을 설계 중에 있다. 본 공정의 실증을 위한 목업 시설은 여러 개의 안을 가지고 개념설계를 수행하였다. 이 시설은 공정장치의 일괄공정운전을 통하여 2016년 ESPF(Engineering Scale Pyroprocess Facility)을 건설하기 위한 설계요건의 확보를 목적으로 하고 있다. Pyroprocess 목업의 후보시설로서 변환시설을 재활용할 예정이며 이를 위한 개념설계를 바탕으로 상세설계를 진행 중에 있다. 본 연구에서는 시설의 개념설계를 바탕으로 디지털 목업의 환경을 구성하고 시설에 설치될 원격유지보수 장비에 설치, 작업영역의 공간 분석 및 유지보수 장비와 공정장치들에 대한 설계 요건을 분석하였다.

2. 디지털 목업을 이용한 유지보수 장비의 설계요건 분석

Pyroprocess 목업시설은 현재 연구원내에 있는 변환시설에 설치하는 것을 목표로 상세설계중에 있으며 공정장치의 운전환경에 따라 선택된 개념설계는 그림 1과 같다. 최종 선택된 개념설계에서 1층은 셀간 이동과 알콘 순환정제, 환기설비 등의 부대설비를 설치하고 2층은 에어 분위기 및 알콘 분위기 공정셀을 배치하는 개념을 가지고 개념설계를 수행되었다. Pyroprocess 목업 시설의 셀은 내부 기준으로 에어 셀 (9.3(L) x 4.7(W) x 6.3(H)m)과 알콘 셀 (30(L) x 4.7(W) x 6.3(H)m)로 나누어져 있다.

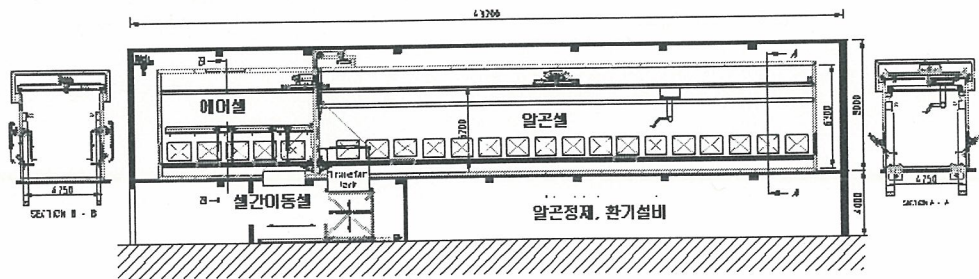


그림 1. Pyroprocess 목업 시설.

Pyroprocess 목업의 에어셀에 설치되는 원격조정기(Mechanical Master-Slave Manipulaor)는 모사차 폐장과 같은 수로 설치하지 않고 구조물에 장착되어 이동이 가능한 구조로 설치하도록 하였다. 알콘셀에는 벽이동형 서보조작기와 천정이동형 서보조작기가 설치된다. 알콘셀은 외부와 기밀을 유지가 필요한 셀이기 때문에 에어셀에 설치된 원격조정기와 다르게 벽이동형 서보조작기는 마스터 조작기와 슬레이브 조작기가 분리되어 전기식으로 움직인다. 또한, 벽면을 따라 이동이 가능한 이송장치에 장착되어 공간 이동성을 갖는 서보조작기로 구성하였다. 벽이동형 서보조작기는 기계식 원격조정기를 서보화하여 마스터와 슬레이브가 서로 독립적으로 벽을 이동하는 구조이다. 천정이동형은 이송장치인 트롤리에 텔레스코프를 장착하고, 이의 말단에 회전관절을 갖는 서보조작기를 설치하여 공간상에서 이동한다. 에어 셀에서 공정장치를 조작할 수 있는 높이는 원격조정기의 작

업영역과 작업자의 시야에 따른 밀접한 관계를 갖는다. 원격조정기의 설계요건은 작업높이 (operating height)에 따라 셀내의 작업가능 요건을 만족하여야 하며 본 연구에서는 원격조정기의 두가지 모델을 대상으로 모델링하고 셀에서 원격조정기의 작업영역을 그림 2와 같이 분석하였고 이의 결과를 이용하여 원격조정기의 설계요건이 도출할 수 있었다.

알곤 셀에서의 천정이동형 서보조작기가 셀내를 원활하게 움직일 수 있는 공간 및 이송장치의 텔레스코프 관(telescopic tube)의 이동거리에 따른 설계요건을 분석하였다. 또한 원격장비의 고장시 반출에 대한 필요한 공간 및 벽이동 서보조작기의 설치위치에 대한 설계 요건을 분석하였다. 양팔형 서보조작기의 유지보수에 관련된 절차와 이송 공간에 대한 셀내의 공간분석을 수행하였다.

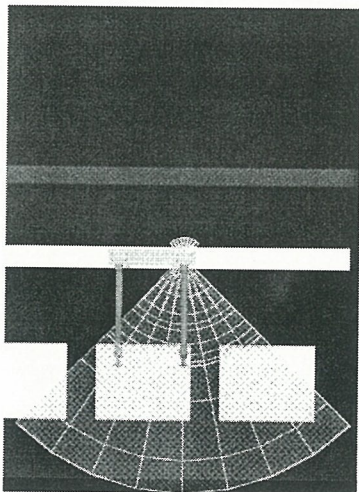


그림 2. 에어셀의 원격조정기 작업영역.

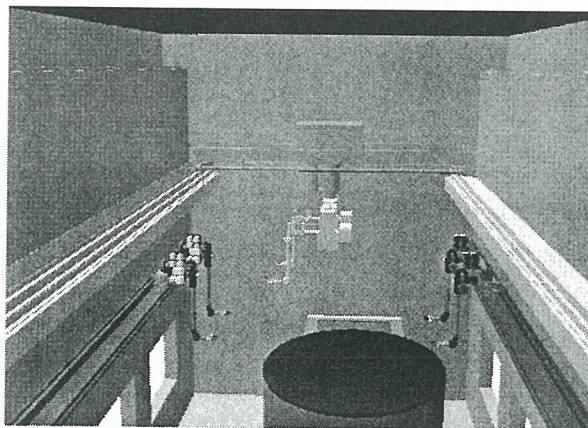


그림 3. 알곤셀에서의 원격취급장비.

3. 결론

PRIDE의 개념설계를 바탕으로 원격취급 장비의 모델링을 수행하여 디지털목업을 구축하였다. 공정셀 내에 설치될 원격조작기, 벽이동형 서보조작기의 작업영역 분석 및 원격 유지보수 장비의 유지보수를 위한 해체/이송 관련에 대한 공간분석을 수행하여 설계요건을 도출하였다. 공정장치는 운전 및 유지보수의 절차에 대한 개념을 설계에 적용하고, 공정장치에 대한 유지보수장비의 작업 영역 및 원격 조작성에 대한 분석을 수행함으로써 검증은 수행할 수 있다. 따라서 설계에 반영된 결과를 검증하기 위하여 PRIDE의 공정장치 배치 및 원격 운전/유지보수성은 시나리오에 의해 그 래픽 전산모사로 검증할 예정이다.