

디지털 목업을 이용한 차세대관리공정의 원격운전 시뮬레이션 및 분석

김성현, 송대길, 임광목, 홍동희, 윤지섭
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

hyun@kaeri.re.kr

가상환경에서 디지털 목업을 구성하여 시설의 구조 및 외형뿐만 아니라 장치들의 조립과정에서의 조립성, 기기의 동작특성 및 대규모 공정의 전 과정을 모사하여 실제 장치에서 발생할 수 있는 문제점을 검증하고 있다. 본 연구에서는 차세대관리 공정을 수행할 Advanced Spent Fuel Conditioning Process Facility(ACPF)를 3차원 모델링 하여 가상환경을 구축하였고, 차세대관리 공정에서 설치될 장치들은 운전 및 유지/보수 측면에서의 분석하고자 하였다. 공정운전 및 유지보수의 가능성을 디지털 목업에서 검토한 결과를 바탕으로 장치 설계에 반영하여 수정하고자 하였다.

ACPF 는 고방사성 핵물질을 취급하는 시설로서 현재 IMEF 지하에 있는 예비핫셀을 차세대관리 공정에 맞도록 개조하였다. 핵물질 취급, 각종 실험 장치를 원격으로 조작 및 유지보수를 수행하는 마스터-슬레이브 매니플레이터가 핫셀 벽면에 설치된다. 핫셀 벽면에 설치되는 기계식 마스터-슬레이브 매니플레이터는 핫셀의 공정 운전 및 유지보수를 위한 주요 장비이다. 이 장치의 작업 영역 분석은 핫셀에 설치되는 공정장치의 설계에 매우 많은 영향을 미친다. ACPF를 3차원으로 모델링하여 디지털 목업을 구축하였으며 가상 핫셀 안에 공정장치 및 유지보수 장치들을 그림 1과 같이 배치하였다.

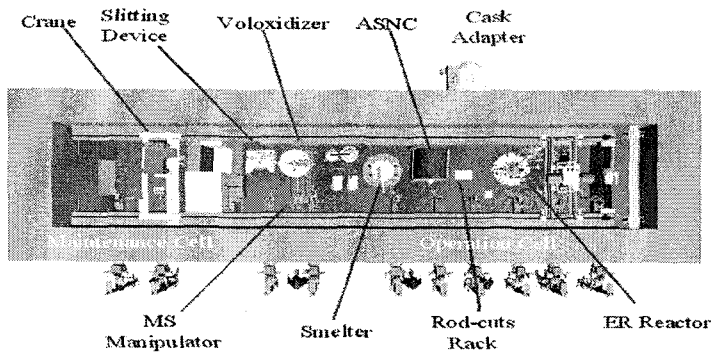
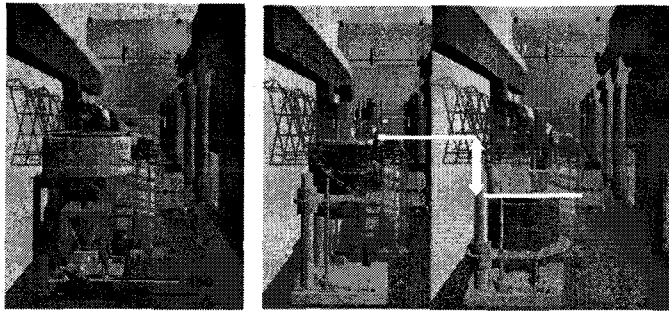


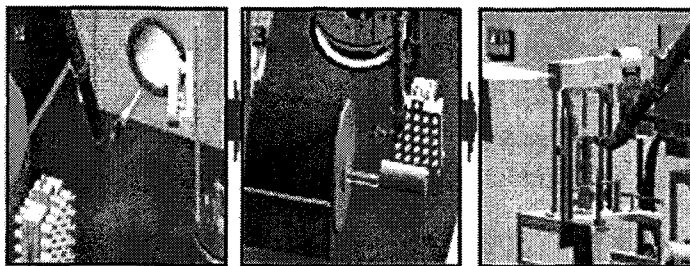
그림 1. 가상환경의 ACPF.

본 연구에서는 공정을 위해 개발된 장치들이 MSM의 작업영역 안에 있는지 디지털 목업에서 작업영역을 분석하였다. 그림 2의 a와 같이 분말화장치의 상부는 MSM의 작업영역 안에 있지 않기 때문에 접근이 불가능하다. 따라서 장치가 MSM의 작업영역 안에 위치할 수 있도록 그림 2의 b와 같이 노(reactor)가 상하로 이동될 수 있도록 설계 변경 하였다.



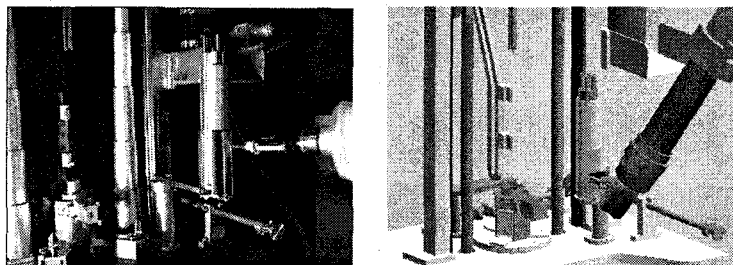
(a) (b)
그림 2. 작업영역에 따른 분말화장치의 수정.

ACPF에서 수행할 시험공정의 절차에 따라 이루어지는 작업을 디지털 목업을 이용하여 가상공간 상에서 시뮬레이션으로 구현하였다. 이 시뮬레이션은 공정절차에 따른 시나리오가 작성되고 그 절차에 따라 그림 3 과 구현을 하였다. 구현과정에서 MSM의 작업영역 안에서 움직이도록 path 설정을 하였다. 또한, 시뮬레이션에서 구현한 결과를 바탕으로 그림 4와 같이 physical mockup에서 운전을 수행 할 수 있었다.



(a) 캡슐 하역 (b) 방사선량 측정 (c) 절단연료봉 장착

그림 3. 운전절차에 따른 공정운전 전산모사.



(a) physical mockup에서 운전 (b) 그래픽 시뮬레이션

그림 4. 슬리팅장치의 캡슐 장착.

본 연구에서는 운전을 위한 시뮬레이션을 구현하면서 마스터-슬레이브 매니플레이터의 이동경로와 작업 대상의 위치에 따른 작업 및 접근가능성에 대한 자료를 생산할 수 있었다. 또한 실제 작업과 비교할 수 있는 검증과정을 수행하여 만족할 만한 결과를 도출할 수 있었다. 또한, 디지털 목업을 이용한 가상의 시뮬레이션을 먼저 해봄으로써 작업자의 공정운전에 대한 이해도를 높일 수 있었다.