

그래픽 시뮬레이션을 통한 탈피복 장치의 유지보수 검증

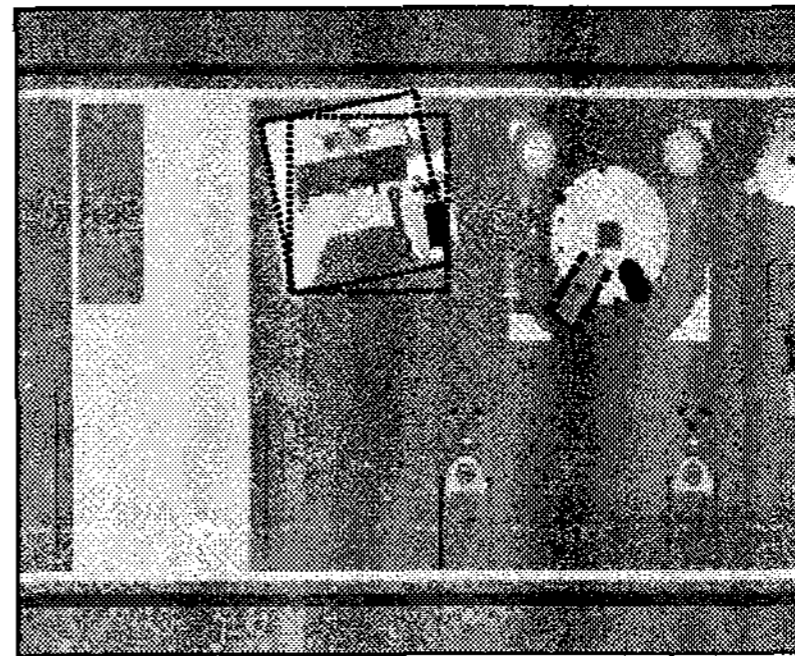
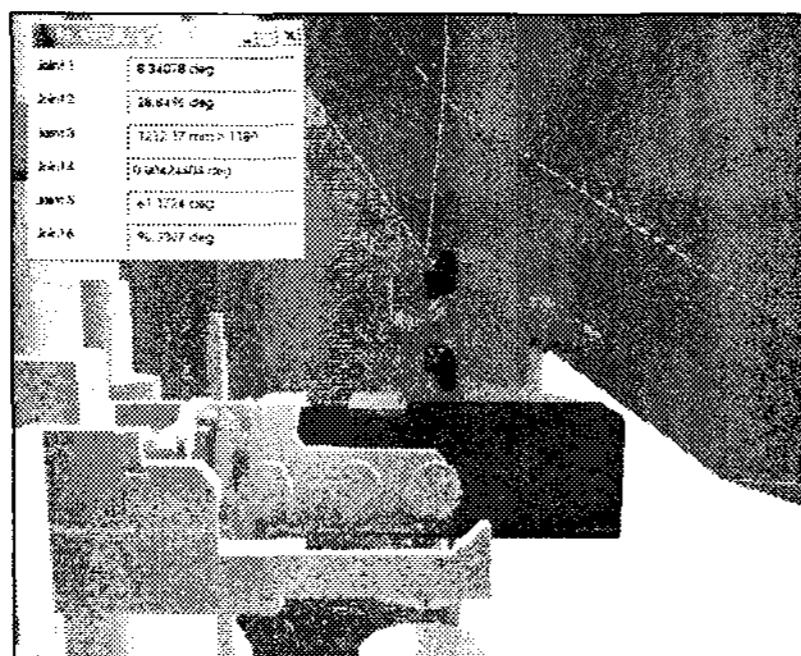
김성현, 박희성, 최창환, 이효직, 정재후, 박병석, 윤지섭
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
hyun@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구소에서는 효율적이고 안전하게 사용후핵연료의 처리방안을 마련하고자 사용후핵연료를 재활용할 수 있는 사용후핵연료 차세대관리종합공정(Advanced spent fuel Conditioning Process, ACP) 기술을 개발하고 있다. 이 공정은 핫셀에서 실증하기 위해 사용후핵연료 차세대관리종합공정 실증시설(Advanced Spent Fuel Conditioning Process Facility, ACPF)을 건설하여 시운전을 수행하고 있다. 본 연구에서는 ACP에 대한 디지털복업(digital mock-up)을 구축하고 핫셀이라는 격리된 공간에서의 원격운전, 유지/보수 및 핵물질 운반을 디지털복업을 이용하여 다양한 검증작업을 수행하였다. 특히, 공정장치의 유지보수성에 대한 절차를 수립하였으며 시뮬레이션을 수행한 결과를 바탕으로 실제 유지보수 작업을 수행한 결과를 비교하여 최적의 절차를 수립하였다.

2. 유지보수 절차에 대한 시뮬레이션 및 수행 결과

핫셀 안에 설치되는 장치들은 고장 시에 유지보수를 고려하여 설계/제작된다. 선정된 유지보수 대상의 모듈에 대해서 인양 고리, 간섭문제, 장비 접근, 취급 장비의 모듈중량 등을 고려된다. 3차원 그래픽 모델링은 시뮬레이션을 고려하여 장치들의 구조, 기능 및 동작을 파악하고, 장치가 그 동작할 수 있도록 모델에 기구학을 부여한다. 탈피복장치의 유지보수 작업에 필요한 유지보수 장비인 크레인과 원격조정기, 탈피복장치를 모델링하여 가상핫셀에 배치를 하였다. 예상되는 탈피복장치의 유지보수작업은 리미트 스위치, 압출 핀, 모터 모듈 및 블레이드 모듈 교환이다. 각 유지보수 작업에 대한 절차에 따라 시나리오를 수립하여 그 절차가 구현되도록 프로그램을 작성하였다. 시뮬레이션 구현을 위해서는 원격조정기가 작업영역 안에서 동작할 수 있도록 작업 경로가 설정되어야 한다. 이러한 작업경로를 확인하면서 경로를 설정하고 프로그램을 구성하여 시뮬레이션을 구현하였다. 그림 1과 2는 4가지 작업 중에 모터 모듈을 교환하는 유지보수작업이며, 그림 1은 원격조정기를 이용한 유지보수작업과 그림 2는 원격조정기와 크레인을 사용한 유지보수 작업에 대한 시뮬레이션이다. 그림 1의 a에서 보는 바와 같이 원격조정기가 정상적인 위치에서 장치의 유지보수작업을 수행할 때에 작업영역을 벗어남을 볼 수 있다. 이를 개선하기 위해서는 b와 같은 위치로 장치의 위치를 변경함으로써 작업을 수행할 수 있었다.



a) the unreachable position of the manipulator

b) the movement of the slitting machine

Fig 1. Analysis of maintenance for the slitting machine.

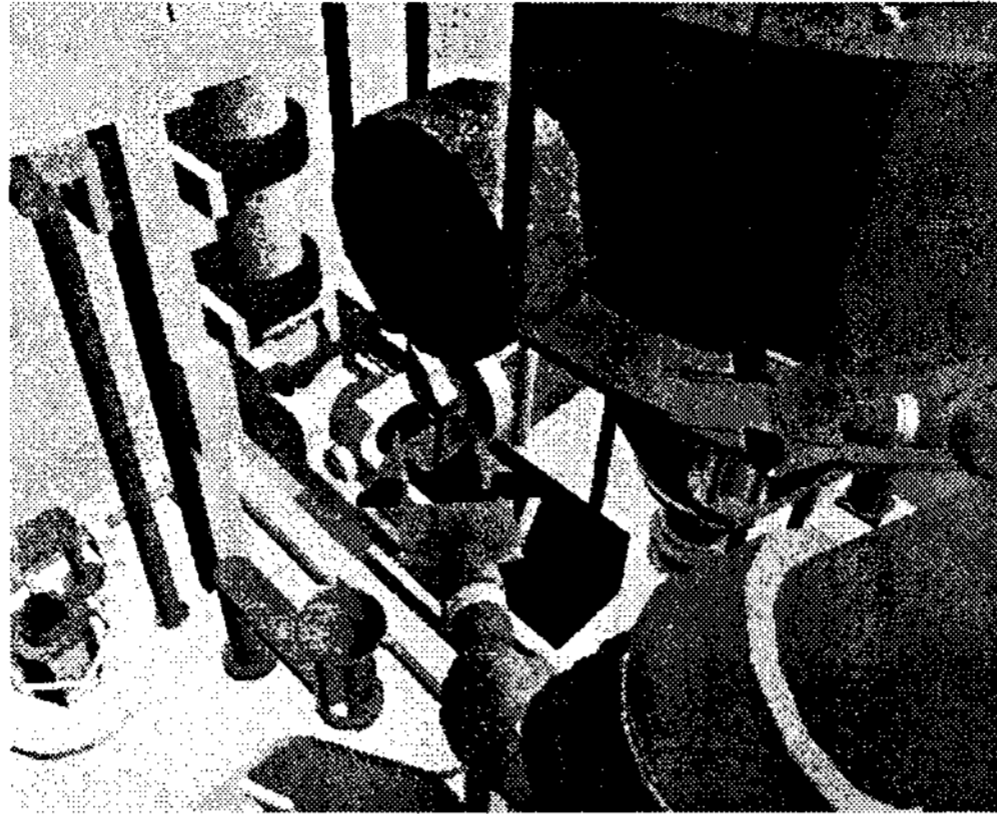


Fig 2. Simulation of maintenance for exchanging the motor using the crane.

탈피복장치의 4가지 유지보수 작업 중에 모터모듈을 제외한 3가지 작업은 시뮬레이션 결과는 탈피복장치의 이동과 관련 없이 모든 작업이 가능하였다. 모터 모듈의 교환하는 작업은 그림 1과 2와 같이 시뮬레이션을 수행할 수 있었으며 실제 작업과 비교하여 보았다. 실제 작업에서는 그림 1과 같이 작업을 하였을 때 매니플레이터의 조작은 매우 힘들었다. 그림 2와 같은 작업절차에는 장치의 개선사항을 도출하여 장치를 수정하여 작업을 수행하였다. 이 유지보수 작업은 전자의 절차와 비교해서 후자의 절차가 작업시간을 단축할 수 있었다. 이와 같이 작업 절차에 따른 작업의 난이도와 작업시간의 차이가 상존하기 때문에 이에 대한 검증작업으로 최적의 유지보수 절차를 수립하였다.

3. 결론

핫셀내에서 탈피복장치의 원격운전/유지보수 절차를 위한 가상환경을 구축하였고, 유지보수 절차에 대한 여러 시나리오를 검토하고 그 절차를 시뮬레이션으로 구현하였다. 구현된 유지보수 절차를 따라 실제 실험을 수행하였다. 따라서, 여러 가지 수행 절차에 대한 작업의 난이도와 작업시간을 평가하여 최적의 유지절차를 확립할 수 있었다.