

PRIDE 디지털 목업을 이용한 원격장비의 공간 및 취급성 분석

김성현, 김창희, 김기호, 김호동

한국원자력연구원 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

hyun@kaeri.re.kr

1. 서론

공학규모의 pyroprocess 공정을 일괄공정으로 실험하기 위한 파이로 종합시험시설(PyRoprocess Integrated DEMonstration)시설을 설계 중에 있다. 이 시설에는 pyroprocess 공정을 위한 공정장치 및 이를 운전/유지보수를 위해 설치되는 원격취급장비(크레인, 원격조정기 및 서보메니플데이터 등)과 같은 원격취급 장비가 설치된다. 현재 설계되는 파이로 종합시험시설은 기존의 건물의 안에 PRIDE 목업이 설치되는 구조로 공간이 매우 한정되어 있다. 이러한 공간을 분석하기 위해 3차원 데이터를 이용한 가상시제(Virtual Prototyping) 기술을 사용하고 있다. 원자력분야에서도 3차원 설계기술을 활용하여 가상환경기반에서 시설의 건설, 장비의 설치 및 유지보수를 최적화하는 연구를 수행하고 있다. 이와 관련하여 일본 JNC는 FBR(Fast Breed Reactor) 연료의 재처리 공정을 원격으로 수행할 목적으로 RETF(Recycle Equipment Test Facility)의 건설에 3차원 설계기술을 이용하여 공정장치들의 최적배치, 원격유지보수 방안, 및 감시카메라의 시야범위 분석 등에 활용하였다. 본 논문에서는 PRIDE시설 및 장치들의 3차원 데이터를 이용하여 디지털 목업을 구축하였다. 원격취급장비의 작업영역 및 공간분석을 수행하여 시설의 목적에 맞는 장비의 선정하고 셀내에 설치될 공정장치는 원격취급장비의 원격 운전/유지보수에 적합한 설계로 제작될 수 있도록 원격 접근성 분석을 수행하고자 한다. 이런 절차를 수행함으로써 완공된 PRIDE 시설에 장치가 설치되기 전에 분석이 이루어져 실제 장치가 설치되어 원격운전이 원활하게 이루어질 수 있다.

2. 본론

2.1 PRIDE 시설

에너지 자원의 활용을 극대화 할 수 있는 파이로 프로세스는 고온에서 전기화학적인 방법으로 사용후핵연료 속의 각종 핵물질을 분리 및 정제

하는 기술로, 이 기술은 4 개의 주요 공정(전해환원, 전해정련, 전해 제련, 염 폐기물)으로 이루어져 있다. 파이로 종합시험시설은 단일 셀로 구성된 목업으로 현재 상세 설계 중에 있다. 파이로 종합시험시설의 셀은 아르곤 분위기를 갖으며, 내부크기는 40(L) x 4.8(W) x 6.4(H)m 의 크기를 갖는다. 크레인, 17조의 원격조정기 및 천정이동형 양팔형 서보조작기가 설치될 예정이다.

2.2 3차원 모델링

PRIDE 디지털 목업을 구성하는 3차원 데이터는 일반적인 저작도구인 3차원 CAD를 이용한 공정장치 제작을 위한 모델링과 차이점을 갖고 있다. 제작을 위한 모델은 기하학적 형상데이터가 중요하지만 디지털 목업의 구성에 사용되는 모델은 시뮬레이션을 목적이다. 따라서 시뮬레이션을 위한 모델은 장치의 기하학적 형상 정보 및 관절정보 등이 요구되는 특징을 갖고 있다. 파트모델을 조립하여 하나의 장치모델을 구성하는데 모델 데이터의 구조를 보면 계층 구조로 파트모델의 조립 형태를 보여주는 특징을 갖는다. 이렇게 구성된 모델들은 축에 대한 회전, 이동 등에 기구학적인 특성 및 움직임의 제한치라는 속성을 부여함으로써 장치들이 움직임을 제어하는 장치 모델을 완성하였다. 이렇게 완성된 장치모델을 한 작업공간에 배치를 함으로써 그림 1과 같이 PRIDE 디지털 목업을 구성하였다.

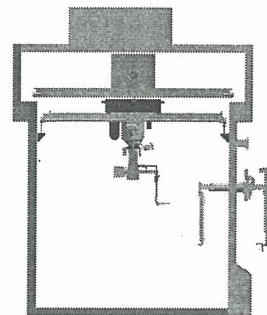


Fig. 1. PRIDE 디지털 목업

2.3 원격장비의 분석

2.3.1 원격장비의 설계요건 분석

파이로 공정에 사용될 원격 조정기는 셀안에 설치될 공정장치를 원격으로 취급한다. 이러한 이유로 셀의 크기와 설치될 공정장치가 작업영역안에 있는지가 원격조정기의 규격을 결정하는 주요 요건이 된다. 공정장치를 조작할 수 있는 높이는 원격조정기의 작업영역과 작업자의 시야에 따른 밀접한 관계를 갖는다. 원격조정기의 설계요건은 작업높이(operating height)에 따라 셀 내의 작업가능 요건을 만족하여야 한다. 원격조정기 제작업체(Central Research Laboratory)가 제작한 두가지 규격의 원격조정기를 대상으로 파이로 종합시험 시설에서 원격조정기의 작업영역을 분석하여, 파이로 종합시험시설에 설치되는 원격조정기는 설치위치가 3.05m이고, 통(tong)이 셀 바닥까지 도달하는 설계요건을 도출하였다. 이 설계요건을 만족한 장비를 선정하여 시설설계에 적용하였다.

2.3.2 원격장비의 공간 분석

기존의 건물에 PRIDE 목업이 설치되는 이유로 최대한의 공간을 이용하기 위해 시설이 설계되고 있다. 설계된 목업 내부의 분석뿐만 아니라 목업 외부에 원격조정기의 마스터와 천정이동형 서보조작기의 마스터가 외부벽면에 설치되기 때문에 이 공간에서 원격장비의 작업가능성을 분석하였다. 목업의 운전은 운전구역의 폭이 약 1.5m이고 거리 40 m 정도를 양팔형 서보조작기의 마스터가 이동하면서 운전 및 유지보수를 수행하고, 이동공간에는 원격조정기와 서보조작기의 마스터가 충돌하지 않고 이동할 수 있는 조건을 분석하였다. 원격조정기와 마스터 서보조작기는 두 장비의 home position 에서는 충돌가능성이 존재함을 확인하였고 장비의 위치이동으로 이동가능성을 확인하였다.

2.4 공정장치의 접근성 분석

핫셀에 설치되는 대부분의 공정장치들은 원격으로 운전과 유지보수를 할 수 있는 공정장치로 제작되어 설치된다. 공정장치는 모듈화 및 원격취급장비의 작업영역안에 조작지점이 존재하는 등의 설계요건으로 반영하여 설계한다. 설계된 공정장치는 디지털 목업의 원격취급장비로 접근성을 검증하여 장치의 재설계에 반영할 수 있다. 본 연구

에서는 일체형 탈피복/분말화장치를 대상으로 운전 시나리오에 따라 원격 취급이 필요한 지점에 대한 취급성 분석 및 작업자의 시야 확보성 분석을 수행하였다. 이 장치는 pyroprocess의 핫셀내에 설치할 경우를 대비하여 분석결과를 반영할 예정이다.

3. 결론

파이로 종합시험시설의 개념설계를 이용하여 3차원 가상공간의 PRIDE 디지털 목업을 구축하였다. 가상의 원격조정기의 작업영역분석을 통한 원격조정기의 설계요건을 도출하였고 설치공간에 대한 공간분석을 수행하였다. PRIDE 목업에 설치될 실제 원격조정기의 모델링을 수행하여 가상공간상의 디지털 목업에 배치하고 일체형 탈피복/분말화 장치를 대상으로 운전 시나리오에 따른 원격장비의 접근성 분석을 수행하였다. 이와 같이 디지털 목업을 활용하여 실제 공정장치가 제작되기 전에 검증을 수행하여 오류를 설계에 반영에 활용하고자 한다.

4. 감사의 글

본 연구는 정부가 지원하는 한국과학기술재단의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] G. Gray Wang, "Definition and review of virtual prototyping," *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Volume 2, Issue 3, 232-236, 2002.
- [2] 森田 英司, 外, "核燃料再處理施設へのCAD活用技術開發," *動燃技術*, 64-73, No. 92, 1994.
- [3] Y. Ohmura, and et al., "Robot Simulator Aided Design System for Remote Handling and Maintenance," *Proc. of 45th Japan Congress for Applied Mechanics*, pp. 173-176, 1996.
- [4] 이종광 외 4인, "PRIDE시설 원격 운전/유지보수용 양팔 서보조작기 제작," *한국방사성폐기물학회*, 2009년 춘계학술대회 논문요약집, pp.261-262, 2009.