

파이로 공정장치의 원격 취급성 평가 수단

김기호, 김성현, 유승남, 이종광, 박병석, 한종희, 조일제, 이한수

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

khkim5@kaeri.re.kr

1. 서론

파이로 일관공정 시험시설(PRIDE, PyRoprocess Integrated inactive DEMonstration facility)은 기밀형 알콘셀로 가동 중에는 셀 안쪽으로 작업자의 접근이 불가능하며, 셀 안쪽에 설치된 파이로 공정장치의 모든 운전 및 유지보수작업은 원격으로 이루어진다. 따라서 파이로 공정장치는 알콘셀 안쪽에 설치되기 전에 원격 취급성이 미리 검증되어야 한다. 파이로 공정장치의 원격 취급성(remote handling)은 원격 운전성(remote operability)과 원격 유지보수성(remote maintainability)으로 구분된다. 원격 운전성은 알콘셀 안에서 각 단위 공정장치에 원료 물질을 장전하고 반응 후 공정 생산물을 회수하는데 요구되는 모든 원격 작업을 포함하며, 원격 유지보수성은 공정장치의 고장시 알콘셀 안에서 손상된 부품 또는 모듈을 원격으로 교체하고 수리하는 작업을 포함한다. 본 논문에서는 파이로 공정장치의 설계에서부터 제작 단계까지 원격 취급성을 평가할 수 있는 수단인 시뮬레이터와 원격취급성 검증목업에 대해서 논한다.

2. 본론

2.1 원격 취급성 평가 시나리오

원격 취급성 측면에서 파이로 공정장치의 완성도를 높이는 전략은 Fig. 1에 보여진다. 설계 단계에서 공정장치의 3D 설계모델은 시뮬레이터에서 평가되고, 수정보완 사항을 반영하여 재설계한 후 설계 완성도를 향상시켜 제작된다. 제작된 공정장치는 원격취급성 검증목업에서 실제 원격 취급장치를 이용하여 평가되며, 원격 취급성을 만족한 공정장치는 PRIDE 알콘셀에 설치된다.

2.2 시뮬레이터

시뮬레이터는[1] PRIDE의 실측규모 가상환경을 구축할 수 있는 시스템으로 구축된 가상환경에서 파이로 공정장치의 3D 설계모델을 셀 내 배치 및

분석하고 원격 취급성을 미리 전선모사 할 수 있는 수단이다(Fig. 2). 모델 측면에서 시뮬레이터는 공정장치가 설치되는 PRIDE 알콘셀의 구조, 공정장치를 원격으로 운전하고 유지보수하는 원격취급장치 그리고 각 공정에서 사용되는 공정장치 등 크게 세 부분으로 구성되며, 이들은 모두 소프트웨어로 모델링된다. PRIDE 알콘셀의 구조 모델은 가상환경에서의 작업환경이며, 원격 취급장치 모델은 기계식 원격조작기, 천정이동 양팔 서보조작기, 크레인 및 부속 원격도구 등의 3차원 모델을 포함하며, 공정장치 모델은 전해환원, 전해정련, 정해제련 및 염폐기물 공정에 필요한 장치들의 3차원 모델을 포함한다. 이들 모델들은 VRML 포맷으로 시뮬레이터에 수입되어 서로 기능적으로 연결되어 가상 PRIDE(PRIDE 디지털목업)를 생성한다. 즉, PRIDE 디지털목업은 가상 PRIDE 알콘셀 구조, 가상 원격취급장치, 가상 공정장치를 포함하는 실측 규모 가상 PRIDE 전선모사시스템이다. 시뮬레이터



Fig. 1. Scenario for improving process equipments.

의 실제 외부 입력장치는 PRIDE 디지털목업에 구축된 모션을 갖는 가상 원격취급장치를 조종하는 수단이다. 조작자는 입력장치를 손으로 쥐고 디지털목업에 설치된 해당 가상 원격취급장치를 조종하면서 가상 공정장치에 대한 원하는 원격성 평가 작업을 수행한다.

2.3 원격취급성 검증목업

원격취급성 검증목업은 제작된 공정장치의 원격 취급성을 PRIDE 알콘셀과 동일한 조건에서 평가할 수 있는 수단으로 PRIDE 알콘셀(40(L)x4.8(W)x6.4(H)m)에 대비하여 길이만 1/8로 축척된 목업(동일 폭과 높이를 가진, 공기분위기)이다(Fig. 3). 검증목업은 PRIDE시설의 알콘셀에 설치되는 것과 동일한 사양의 원격취급장치로 구성된다. 검증목업의 전면부에 설치된 한 개의 가변형 시각창(PRIDE 알콘셀 시각창과 동일한 치수)의 상부에 두 쌍의 기계식 기밀형 조작기(독일, HWM사)가 고정식으로 장착되어 있다. 또한 한 쌍의 전동식 천정이동 양팔 서보조작기(자체 개발)가 셀 안쪽의 천정에 설치되어, 천정을 가로지며 상하로 움직인다. 기계식 조작기의 슬레이브 팔은 작업영역 내 임의의 위치에서 15kg의 유효취급하중을 갖으며, 천정이동 양팔서보조작기의 각 슬레이브 팔은 작업영역 내 임의의 위치에서 최대 25 kg의 취급하중을 갖는다. 셀 안쪽에는 크레인(가반하중 : 2톤)이 설치되어 있으며, 조작자가 셀 안쪽의 작업 상황을 인지하면서 원격작업을 수행하는 시각창은 좌우로 이동이 가능한 가변형으로 2~3개의 시각창이 설치된 효과를 갖는다. 조작자는 검증목업에 설치된 원격취급장치를 이용하여 제작된 공정장치의 원격 취급성을 평가한다.

3. 결론

시뮬레이터는 원격 취급성 측면에서 파이로 공정장치의 설계치를 평가하는 수단이며, 원격취급성 검증목업은 제작된 파이로 공정장치를 PRIDE 알콘셀에 설치하기 전에 원격 취급성을 미리 평가하는 수단이다. 파이로 공정장치 개발에 시뮬레이터와 원격취급성 검증목업을 활용하는 것은 원격취급성측면에서 공정장치의 설계 완성도와 제작 완성도를 향상시키는데 크게 기여한다.

4. 감사의 글

본 연구는 정부가 지원하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

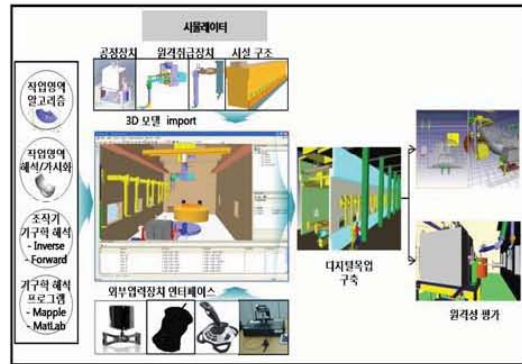


Fig. 2. Schematics of a developed simulator



Fig. 3. Schematics of a developed RHEM (Remote Handling Evaluation Mock-up).

5. 참고문헌

[1] K. Kim, *et al.*, "Robotic Virtual Manipulations of a Nuclear Digital Mock-up System," *Assembly Automation*, Vol.31, p.17, 2011.