천정이동 양팔 서보조작기 시스템 개발 및 PRIDE 설치

박병석, 이종광, 이효직, 유승남, 김기호, 조일제
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
nbspark@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후핵연료 처리공정인 Pyroprocess 기술을 종합적으로 평가하기 위한 PRIDE (PyRoprocess Integrated inactive DEmonstration facility) 구축이 완료되었다. 공정물질 이송 및 공정장치들의 운전/유지보수를 위해 PRIDE의 아르곤 셀에는 각종 셀 장치 및 원격취급 시스템이 설치되었다. 본 논문에서는 원격취급 시스템 중 하나인 천정이동 양팔 서보조작기 시스템의 개발 내용과 PRIDE에의 설치에 대해 소개한다.

2. 본론

2.1 PRIDE 셀 장치 및 원격 취급시스템 개요

그림 1은 PRIDE의 단면도를 보여준다. 2층은 기밀이 유지되는 아르곤 셀로서 아르곤 분위기가 요구되는 공정장치들이 놓이며, 1층은 아르곤 분위기가 요구되지 않는 공정장치들이 놓인다. 그림 1에서 아르곤 셀의 우측 운전지역 전면에는 17개의 투시창이 설치되었으며, 각각의 투시창 좌우에는 상업용 기계식 마스터-슬레이브 조작기 (Mechanical Master-Slave Manipulator) 1조씩 (Model : HWM A110)이 벽을 관통하여 설치되었다. 아르곤 셀 1단에는 개발한 3차원 천정이동 양팔 슬레이브 서보조작기가 설치되었고, 셀 밖 운전지역에는 2차원 천정이동 양팔 마스터 서보조작기가 설치되었다. 아르곤 셀 2단에는 천정이동 크레인이 설치되었으며, 셀 천정에는 blister hoist가 설치되었다. 아르곤 셀 바닥에는 아르곤 분위기를 유지하면서 공정물질 또는 공정장치의 반입/반출이 가능하게 해주는 LTL (Large Transfer Lock) 시스템이 설치되었다. 그림 1의 2층 전면에는 작은 물질이 아르곤 셀 내로 반입 또는 셀 밖으로 반출 될 수 있도록 STL (Small Transfer Lock) 시스템이 설치되었다. 운전지역 전면 양쪽 끝 쪽에는 간단한 공구 등을 아르곤 셀내로 투입할 수 있도록 Gravity Tube가 설치되었다. 또한, 아르곤 셀내로 공급되는 각종 전기적인 파워 및 신호들을 위해 Feed-through 시스템이 설치되었다.

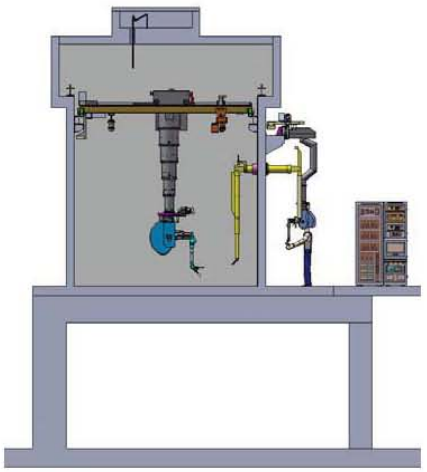


Fig. 1. Cross section view of the PRIDE

2.2 PRIDE 원격 운전/유지보수용 천정이동 양팔 서보조작기 시스템

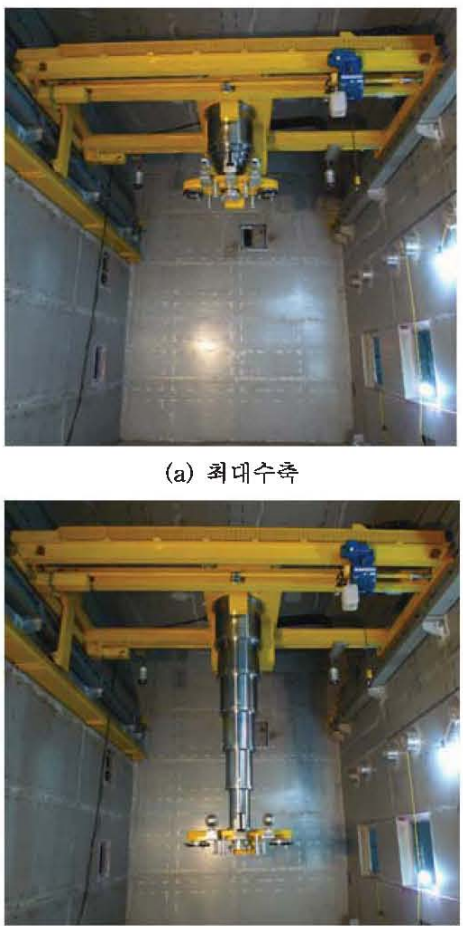
2.2.1 천정이동 양팔 서보조작기 시스템 개요

PRIDE 아르곤 셀은 40.3x4.8x6.4m(LxWxH) 로서 규모가 큰 편이다. 따라서, 기계식 마스터-슬레이브 조작기 34조로도 공정장치의 운전 및 유지보수를 성공적으로 수행할 수 없다. 공간적으로 이동이 가능한 천정이동장치에 부착된 양팔 서보조작기는 벽에 고정된 34조의 조작기에 비해 작업영역이 오히려 크다. 또한, 서보조작기는 기계식 조작기에 비해 작업자의 피로를 크게 줄일 수 있다. 기계식 조작기는 슬레이브 조작기의 작업력을 그대로 작업자에게 전달하지만, 서보조작기는 작업자에게 전달하는 작업력을 조절할 수 있어, 조작기의 작업력을 전혀 느끼지 못하게 할 수 도 있기 때문이다. 천정이동 양팔 서보조작기 (Bridge transported Dual-arm Servo-Manipulator, BDSM) 시스템의 개략도는 그림 1에 보여준다. 3차원적으로 이동이 가능한 천정이동장치에 부착된 슬레이브 양팔 서보조작기는 아르곤 셀 내에 설치되고, 2차

원적으로 이동이 가능한 천정이동장치에 부착된 마스터 양팔 서보조작기는 운전지역에 설치된다. 천정이동장치 및 제어 시스템을 제외하고는 서보조작기의 기계적 구조는 기계식 조작기와 유사하다. 2007년부터 개발한 천정이동 양팔 서보조작기 시스템은 2011년 개발을 완료하여 2012년 1월에 PRIDE에 성공적으로 설치되었다.

2.2.2 천정이동장치

그림 2는 양팔 서보조작기 부착 회전판, 텔리스코픽 튜브 및 트롤리로 구성된 트롤리 시스템을 거더 위에 설치한 모습이다. 그림 2(a)는 텔리스코픽 튜브 이하를 완전히 접었을 때의 모습을 보여주며, 그림 2(b)는 최대로 펼쳤을 때의 모습을 보여준다. 최대 2,000 mm 까지 접었다 폈다 할 수 있다.



(a) 최대수축

(b) 최대신장

Fig. 2. Bridge transporter installed at the PRIDE

2.2.3 양팔 서보조작기

그림 3에서 보는 바와 같이 아르곤 셀 내부에 설치한 천정이동장치 회전판 좌우 인터페이스에 각각 슬레이브 서보조작기를 설치하고, 아르곤 셀 외부에 설치한 천정이동장치 회전판 좌우 인터페이스에는 마스터 서보조작기를 설치하였다. 천정이동장치 텔리스코픽 튜브 및 슬레이브 조작기에는 부트(boot)를 장착하였다. 부트는 텔리스코픽 튜브 및 조작기를 염증기로부터 보호하는 역할을 한다.

Fig. 3. Servo-manipulator installed at the transporter

3. 결론

PRIDE 공정장치의 운전 및 유지보수를 위한 천정이동 양팔 서보조작기 시스템을 성공적으로 개발하여 PRIDE에 설치하였다. 아르곤 셀에서의 성능검증 시험을 거쳐 독립적 또는 기계식 조작기 및 셀 내 크레인과의 협력 작업을 통해 PRIDE 시설의 원격 운전 및 유지보수에 활용할 예정이다.

4. 감사의 글

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업으로 지원받았습니다.

5. 참고문헌

[1] 박병석, 이효직, 이종광, 유승남, 김기호, 김호동, "PRIDE 천정이동 양팔 서보조작기 시스템의 유지보수 방안", 2011 한국방사성폐기물학회 추계학술발표회 논문요약집, pp. 149-150, 2011.