

공학규모 파이로 일관공정 시험시설 구축현황

조일계, 문성인, 정원명, 이은표, 이호희, 홍동희, 김호동
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
hvilic@kaeri.re.kr

1. 서론

파이로 공정기술을 검증하기 위한 핵심 시험시설로서, 공학규모 파이로 공정 Cold 시험시설(PRIDE : PyRoprocess Integrated inactive DEmonstration facility)을 구축 중이다. PRIDE시설은 파이로 공정에서 취급하는 고온의 공정물질의 특성을 고려하여 엄격한 불활성 분위기가 유지되는 글로브 박스 형태의 대형 모의셀과 원격운전개념과 기밀성이 유지되는 셀장비, 건물 부대설비 등으로 구성되어 있다. PRIDE 시설 내에서 비록 조사되지 않은 핵연료 물질만을 취급하지만, 원자력 법상에서 규정하는 방사성물질을 안전하게 취급하고 방사성물질의 외부 누출을 최소화 할 수 있는 시설로서 구축될 예정이다 [2]. 본 연구에서는 현재 구축 진행 중인 PRIDE 시설의 주요 특징과 더불어 현재까지의 주요 설계 고려사항에 대해 알아보려고 한다.

2. 본론

PRIDE 시설은 Fig. 1 건물 입면도와 같이 지상 3층 철근 콘크리트 구조물로서 폭 18 m, 길이 43.2 m, 높이 12 m 이며, 연면적은 2,283 m² 이다. 각 층의 높이는 1층 4 m, 2층 3.4 m, 3층 4.6 m이고, 2층과 3층은 설치되는 설비의 규모를 고려하여 일부분을 제외하고, 대부분이 개방된 형태의 구조물로 설치된다.

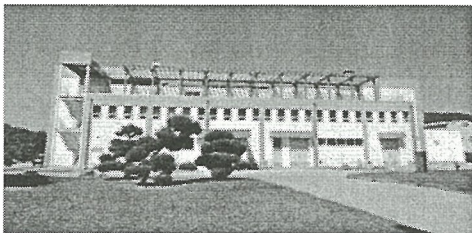


Fig. 1. Bird eye's view of PRIDE facility.

2.1 대형 아르곤 분위기 셀

PRIDE 시설 내부 배치는 Fig.2의 조감도에서와 같이 1층에는 일부 공정장치와 아르곤가스 계통설비,

유틸리티 공급설비가 설치되며, 2층과 3층이 개방된 대부분의 공간은 아르곤 분위기 모의셀이 설치되고, 파이로 공정장치의 대부분은 모의셀 내에 설치되어 모든 공정시험이 원격으로 운전될 수 있도록 부대장비 등이 설치된다. 설치되는 모의셀의 규모는 길이 40 m, 폭 4.8m, 높이 6.4 m이며, 모의셀 구조물 내부는 stainless steel 강판으로 lining되어 엄격한 기밀성이 확보되도록 설치된다.

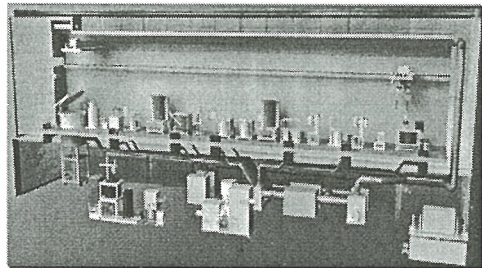


Fig. 2. Layout plan of argon cell.

2.2 PRIDE 셀장치 및 원격장치

PRIDE 시설에는 셀 내에 설치되는 공정장치의 효율적이며, 안전한 운전과 유지보수를 원격으로 수행할 수 있도록 여러 종류의 셀장비들이 부착된다. 셀에 부착되는 셀장비로는 셀 내 장비의 반입, 반출을 위한 대형 및 소형장비 이송시스템, 셀 내부 투시를 위한 윈도우, 원격조작기인 MSM(Master Slave Manipulator), 양팔형 조작기, 인셀 크레인 및 호이스트, 셀조명, 터보간 및 배관과 배선 연결을 위한 Feed-through 등이 부착된다. 대형장비 이송시스템은 직경 2.2m, 높이 2.2m, 무게 2.8톤의 대형장비를 취급할 수 있으며, 소형장비 이송시스템은 폭 0.4m, 길이 0.8m, 높이 0.4m, 무게 20kg 이하의 물질을 취급할 수 있다. PRIDE 시설 원격운전을 위하여 17조의 MSM 및 가로 1m, 세로 0.8m 투시창이 운전구역 전면에 설치되어 있다. PRIDE시설은 방사성물질을 취급할 뿐만 아니라 불활성분위기로 운영되기 때문에 셀에 설치되는 모든 장비는 원격으로 유지 보수할 수 있는 기능과 엄격한 기밀성이 보장되도록 설계되어야 한다. 이를 위하여 셀에 부착되는 모든 장

비는 셀 내부의 불활성 분위기 유지를 위하여 기밀성이 철저하게 유지되도록 이중 seal 형태의 특수 구조로 제작되어 설치된다. 또한 셀 구조물은 파이로 공정특성과 셀 내 아르곤 분위기 제어 기능을 고려하여 최대 -305 (12 inch) mmAq의 부압조건에서 견디도록 제작되어 설치된다.

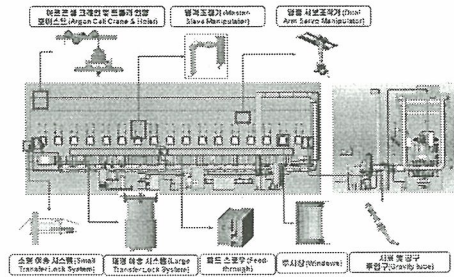


Fig. 3. Conceptual layout of argon cell equipments.

2.3 PRIDE 시설 배치계획

PRIDE 시설은 방사선관리구역과 비관리구역으로 구분되며, 1층은 옥외에 아르곤 가스 공급설비와 PRIDE 시설 내에서 사용되는 열원을 제거하기 위한 냉각설비가 설치되며, 1층 내부에는 셀 아르곤 분위기 제어를 위한 아르곤가스 계통설비와 유틸리티 공급설비 등이 설치된다(Fig. 4). PRIDE 시설 2층은 공정시험이 수행되는 주 공간으로서 Fig. 5의 배치도와 같이 대부분의 공정장치가 설치되는 공정셀, 작업구역 및 출입관리시설 등으로 구성되어 있다.

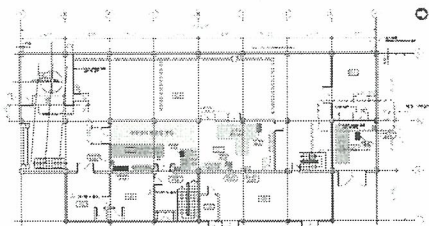


Fig. 4. 1st floor layout of PRIDE facility.

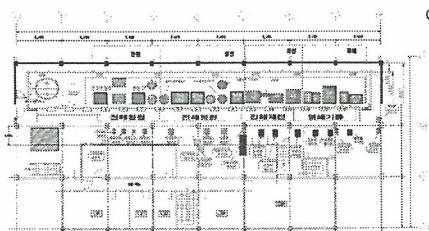


Fig. 5. 2nd floor layout of PRIDE facility.

3. 결론

현재 PRIDE 아르곤셀 구조물 설치 작업이 진행 중이며, 아르곤 냉각팬 및 정화장치 등 PRIDE 시설에 설치될 주요 셀장치 및 시스템에 대한 제작 및 단위장치 성능평가를 완료하고, PRIDE 시설에 설치 진행 중이다.

PRIDE 구축이 성공적으로 완료되면, PRIDE 시설은 '파이로 기술'을 검증하기 위한 핵심 시험시설로서, 파이로 일관공정 성능검증을 통한 파이로 기술 타당성, 핵비확산성 및 Scale-up기술 확보를 위한 기반시설로 활용될 예정이다.



Fig. 6. PRIDE cell structure and welding inspection test.

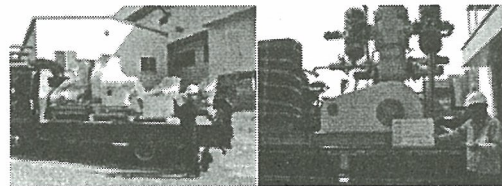


Fig. 7. Argon cooling fan and purifier compressor.

4. 참고문헌

[1] G. S. You et al., "Concept and Safety Studies of an Integrated Pyroprocess Facility", Nuclear Engineering and Design 241(2011) 415-424.