

공학규모 파이로 일관공정 시험시설 구축 및 운영 시스템 설치

조일제, 이은표, 정원명, 홍동희, 이원정, 이한수
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
hvilie@kaeri.re.kr

1. 서론

파이로 공정기술을 검증하기 위한 핵심 시험시설로서, 공학규모 파이로 공정 Cold 시험시설(PRIDE : PyRoprocess Integrated inactive DEmonstration facility)을 구축 진행 중이다. 2009년부터 기존 변환 시설 건축물 보강을 시작하여 현재 구조물 및 장치 제작을 완료하고, PRIDE 운영에 필수적인 셀장비, 시스템 및 유틸리티 설치를 완료하였다. PRIDE 시설은 파이로 공정에서 취급하는 고온의 공정물질의 특성을 고려하여 엄격한 불활성 분위기가 유지되는 글로벌 박스 형태의 대형 모의셀과 원격운전개념과 기밀성이 유지되도록 설계되었다. 이를 구현하기 위한 PRIDE 시설의 고유 설계 특징은 다음과 같다. 첫째, 스테인레스 라이닝되어 있는 대형 기밀셀로 구성되어 있다. 둘째, 산소 및 수분이 제어되는 엄격한 불활성 분위기 유지를 위한 시스템이 설치되어 있다. 셋째, 셀내와 외부의 모든 물질 반출입은 기밀이 유지되는 Transfer system을 통해 이루어 진다. 넷째, 셀내 모든 유틸리티 공급은 Feed-through를 통해 이루어 진다. 마지막으로 위의 고유 설계 특징들은 모두 원격 운전 및 유지보수 개념이 도입되도록 설계되어 있다.

본 연구에서는 PRIDE 시설의 주요 특징과 더불어 현재까지의 주요 구축 현황에 대해 설명하고자 한다 [1].

2. 본론

PRIDE 시설은 그림 1과 같이 지상 3층 철근 콘크리트 구조물로서 폭 18 m, 길이 43.2 m, 높이 12 m이며, 연면적은 2,283 m²이다. 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 구조다. PRIDE 시설 2층에 불활성분위기의 대형 아르곤셀이 설치되며, 1층에 대형장비 이송시스템 및 시설 운영을 위한 유틸리티 시스템이 설치되어 있다.



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

2.1 대형 아르곤 분위기 셀

설치되는 모의셀의 규모는 길이 40 m, 폭 4.8m, 높이 6.4 m이며, 모의셀 구조물 내부는 stainless steel 강판으로 lining되어 엄격한 기밀성이 확보되도록 하였다. 산소 및 수분 불순물 농도를 각각 50 ppm 이하로 유지하기 위하여 아르곤 공급, 냉각, 순환 및 정화시스템을 설치하였으며, 정산운전 시 셀 내부 압은 -10mmAq ~ -100mmAq 으로 운영하며, 아르곤 공급 및 배출 시스템을 통하여 제어되도록 하였다.

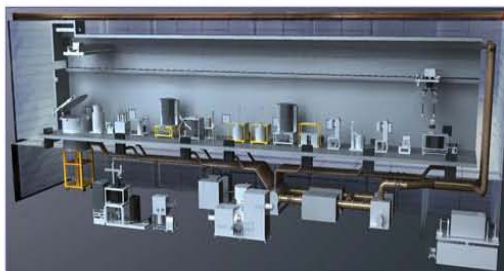


Fig. 2. Layout plan of argon cell.

2.2 PRIDE 시설 구조물 및 운영장치

PRIDE 시설은 유틸리티시설인 기존 우리나라 변환시설을 환경복원하여 공학규모의 파이로 건식처리 시설로 재활용 할 수 있도록 구축되었다. 그림 3은 기존 우리나라 변환시설 건물 및 내부 전경 사진이며, 그림 4은 기존 변환시설 건물을 재건축하고 PRIDE 시설 내 대형 아르곤 셀을 구축 진행 상황을 보여주고 있다.



Fig. 3. Bird eye's view of Uranium Conversion Facility.



Fig. 4. Bird eye's view of Uranium Conversion Facility.

PRIDE 시설에 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. 또한 운영에 필수적인 아르곤 시스템 및 유틸리티 장치들을 제작완료하고, PRIDE 셀에 설치를 완료하였다.

2.3 PRIDE 시설 구축 및 운영 시스템 설치

현재 구축된 PRIDE 시설내 대형 아르곤 셀은 그림 5와 같으며, PRIDE 시설에 설치된 각종 셀장치는 그림 6과 같다. 그림 7은 1층 내부에 셀 아르곤 분위기 제어를 위한 아르곤가스 계통설비와 유틸리티 공급설비 등을 보여주고 있다.



Fig. 5. Inside view of argon cell.

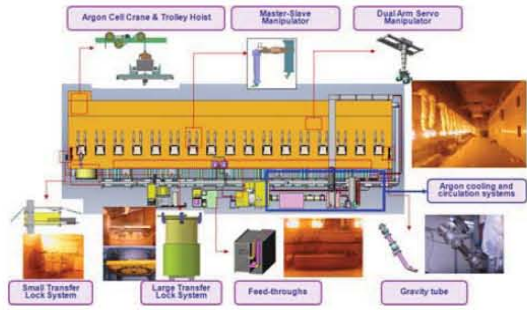


Fig. 6. Conceptual layout of argon cell equipments.



Fig. 7. Argon system and duct line of PRIDE.

3. 결론

현재 PRIDE 아르곤셀 구조물 구축을 완료하고 PRIDE 시설 운영에 필수적인 각종 장치 및 유틸리티에 대한 설치작업을 완료하여, 향후에는 PRIDE 시설 시운전 및 성능검증을 진행할 예정이다. 본 시설 구축을 통하여, 국내 최초로 대형 불활성 분위기 셀 구축 및 제반 엔지니어링 기술 개발 성과를 달성하였으며, PRIDE 시설은 향후 국내 핵주기 연구를 위한 대표 연구시설로 활용이 가능할 것이다.

4. 감사의 글

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업으로 지원받았습니다.

5. 참고문헌

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