

공학규모 파이로 일관공정 시험시설 구축

조일제, 홍동희, 이원경, 한중희, 이한수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

hvilje@kaeri.re.kr

1. 서론

공학규모 파이로 공정 Cold 시험시설(PRIDE : PyRoprocess Integrated inactive DEmonstration facility)은 파이로 공정기술을 검증하기 위한 핵심 시험 시설로서, 현재 장치들의 설치 후 시운전 단계이다. PRIDE 시설은 감손우라늄을 사용하여 파이로 공정 시험을 수행할 예정으로서, 기대효과로는 세계 최고의 신개념, 고효율 파이로 장치에 대한 설계 및 운전 실증이 가능하며, Scale-up 관련 장치 및 핫셀 설계자료, 운영자료 및 원격 운전경험을 확보가 가능하다. PRIDE 시설의 시운전을 통해 PRIDE 시설의 장치들에 대한 설계 성능 및 사양을 검증하며, 성공적으로 시운전을 완료한 후 핵물질을 사용하여 시험을 수행할 예정이다.

PRIDE시설은 직육면체 타입(가로 40m, 폭 4.8m, 높이 6.4m)의 내부 용적 약 1,200m³의 대형 아르곤 셀을 포함하고 있으며, 아르곤 셀은 산소 및 수분 불순물 농도가 각 50 ppm 이하로 관리 유지될 예정이다. PRIDE 셀장치는 기밀이 유지되는 알콘셀에서 파이로 공정장치 운전을 지원하고 필요한 유틸리티를 제공하는 장치로, 셀의 Ar 분위기를 유지하면서 장치 및 공정물질을 셀 내외로 출입시키기 위한 이송장치(대형장치 이송장치, 소형장치 이송장치, gravity tube)와 하중물 취급을 위한 크레인, 크레인 유지보수를 위한 크레인 트롤리 호이스트, 그리고 유틸리티 장치(셀 조명장치, 작업창, 피드스루) 등으로 구성되어 있다. 셀 내에는 운전자의 접근이 제한되므로 셀장치들은 원격 운전 및 유지보수가 가능하도록 설계, 개발되었다.

본 연구에서는 PRIDE 시설의 주요 특징과 더불어 현재까지의 주요 시운전 현황에 대해 설명하고자 한다.

2. 본론

PRIDE 시설은 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 구조다 (Fig. 1).

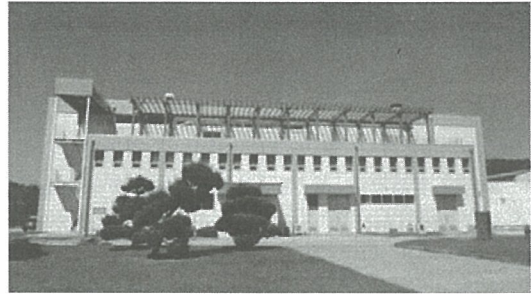


Fig. 1. PRIDE 시설 전경.

PRIDE 시설 2층에 불활성분위기의 대형 아르곤셀이 설치되며, 1층에 대형장비 이송시스템 및 시설 운영을 위한 유틸리티 시스템이 설치되어 있다.

그림 2와 같이 PRIDE에는 공정 운전 및 원격운전을 위한 각종 장치들이 설치되어 있으며, 각 장치들에 대한 기능 및 성능시험을 수행 중이다.

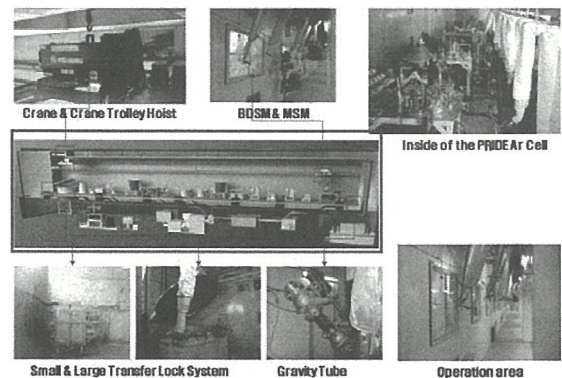


Fig. 2. PRIDE 시설 원격 운전을 위한 장치 layout.

산소 및 수분 불순물 농도를 각각 50 ppm 이하로 유지하기 위하여 아르곤 공급, 냉각, 순환 및 정화시스템을 설치하였으며, 정산운전 시 셀 내 부압은 -10mmAq ~ -100mmAq 으로 운영하며, 아르곤 공급 및 배출 시스템을 통하여 제어토록 하였다. 그림

2는 현재 설치되어 있는 아르곤 시스템에 대한 사진으로 현재 단위 장치에 대한 시운전을 마치고 각 단위장치를 연계한 종합 시험을 수행 중이다.

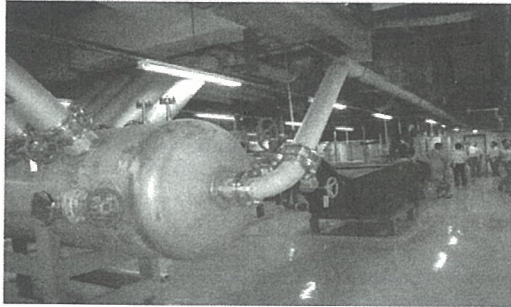


Fig. 3. PRIDE 아르곤 시스템 및 배관.

PRIDE 시설은 대형 아르곤 셀로서, 불활성 분위기 유지를 위해서는 셀 누설율을 최소로 하는 것이 중요하다. PRIDE 시설은 스테인레스 구조의 철골 대형셀이며, 각종 Penetration 및 기계장치 등이 부착되어 셀 누설을 체크, 누설부위 점검 및 수정이 어렵다. 셀 누설을 체크는 압력 강화법을 이용하였고, 누설부위 체크는 약 10%의 아르곤 또는 헬륨 가스를 이용하여 스나이퍼 방법을 이용하였다. 그림 3은 셀 누설을 결과로서 1차, 2차 결과를 보여주고 있으며, 누설부위의 총합계를 상대적으로 확인해보기 위하여 1/2인치 밸브를 오픈한 자료와 비교평가 하였다. 이를 통해 현재 PRIDE 누설을 총합은 1/2인치 이하임을 확인 할 수 있었으며, 현재 누설율을 최소화하기 위한 리크 시험 및 시스템 수정을 진행 중이다.

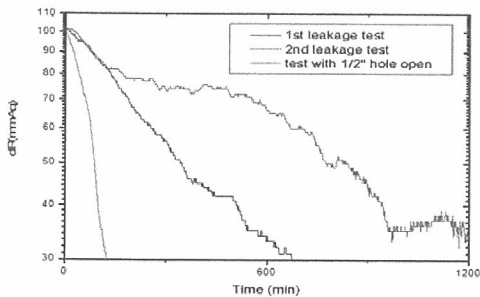


Fig. 4. PRIDE 리크 체크.

또한 PRIDE 리크 테스트 종료 후 초기 아르곤 차징을 효율적으로 하기 위한 절차를 수립 중이며, 그림 4는 차징 시 아르곤 인입 및 배출라인을 도식적으로 보여주고 있다. 온도, 아르곤 가스 밀도, 아르곤

유속, 공급 및 배출 인입구 등에 영향을 평가하고 있다.

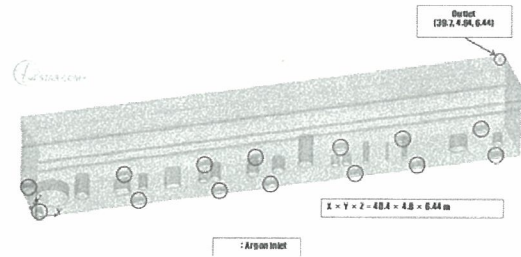


Fig. 5. PRIDE 아르곤 차징을 위한 공급 및 배출구.

3. 결론

현재 PRIDE 아르곤셀 구조물 구축을 완료하고 PRIDE 시설 운영에 필수적인 각종 장치 및 유틸리티에 대한 설치작업을 완료하고, PRIDE 시설 시운전을 진행하고 있다. PRIDE 시설의 시운전을 통해 PRIDE 시설의 장치들에 대한 설계 성능 및 사양을 검증할 것이다.

4. 감사의 글

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업으로 지원받았습니다.