

PRIDE 시설의 안전조치 시스템 설계

송대용, 안성규, 정정환, 신희성, 김호동
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

dvsong@kaeri.re.kr

1. 서론

공학규모 파이로 일관공정 cold 시험시설인 PRIDE(Pyroprocess Integrated inactive DEMonstration facility) 시설은 사용후핵연료를 사용하는 공학규모 파이로 실증시설인 ESPF(Engineering Scale Pyroprocess Facility)와 동일한 규모의 시험시설로서 ESPF 시설의 건설에 앞서 필수 설계 자료의 생산 및 설계 최적화를 위하여 건설하는 시설이다. 공정관점에서는 사용하는 핵물질, 즉 사용후핵연료 대신에 천연우라늄(Natural Uranium, NU)을 사용하는 것이 ESPF 시설과 다를 뿐이지만, 핵물질 안전조치 관점에서는 사용후핵연료를 사용하지 않기 때문에 ESPF 시설과 같은 강화된 안전조치가 요구되지는 않는다. 그러나 PRIDE 시설은 핵물질(NU)을 취급하는 시설이기 때문에 기본적인 핵물질 안전조치는 반드시 이행해야 하며, 나아가 ESPF 시설의 모든 기능(단위공정, 공정간 연계성, 원격취급성 및 안전조치성 등)의 기술성을 검증하기 위한 시설이므로 안전조치 시스템도 이러한 점을 고려하여 설계할 필요가 있다.

본 연구에서는 PRIDE 시설의 공정 특성과 핵물질 흐름 등을 분석하여 핵물질 계량관리를 위한 주요 측정지점을 설정하고, 이를 바탕으로 PRIDE 시설의 안전조치 시스템을 설계하였다.

2. PRIDE 시설의 안전조치 시스템 설계

PRIDE 시설은 3층 건물로서 방사선 관리구역과 일반 관리구역으로 구획되어 있으며, 주요 공정장치의 대부분은 2층의 아르곤 셀 내에 설치되고, 공기분위기에서 가동되는 일부 공정장치와 우라늄 잉곳 및 폐기물 저장고, 아르곤 시스템, 전기설비 및 기타 부대설비 등은 1층에 설치하도록 설계되어 있다.

본 연구에서는 이러한 시설 특성을 고려하여 PRIDE 시설의 안전조치 시스템을 설계하였다. 핵물질 계량관리 목적을 위해 이용되는 물질수지구역(Material Balance Area, MBA)은 PRIDE 시설 전체를 1개의 MBA로 설정하였다. 물질수지구역 내에서 핵물질의 흐름 및 재고를 결정하기 위한 주요 측정지점(Key Measurement Point, KMP)은 유동 주요 측정지점(Flow Key Measurement Point, FKMP) 3개, 재고 주요측정지점(Inventory Key Measurement Point, IKMP) 8개로 설정하였다.

PRIDE 시설은 천연우라늄을 사용하는 시설이기 때문에 각 단위공정에서의 핵물질 계량은 주로 저울을 이용하여 측정하게 된다. 그러나 PRIDE 시설이 천연우라늄을 사용하는 시설이지만, ESPF 시설의 안전조치성을 판단하는 test bed 역할을 할 수 있도록 ESPF 시설에서 주요 계량장비로 사용될 수 있는 감마선 검출기와 능동형 중성자 계수기가 결합된 통합 비파괴 측정(Non-Destructive Assay, NDA) 시스템도 PRIDE 시설의 안전조치 장비로 활용할 계획이다. 이에 따라, 동 장비는 시설 내에 핵물질이 반입/반출되는 지점(1층)에 배치하고, 핵물질의 중량을 측정하기 위한 저울은 2층 아르곤 셀과, 1층의 공정 장비가 위치하는 셀과 우라늄 잉곳 및 폐기물 저장고에 각각 배치하였다.

핵물질 거동 감시 및 공정을 모니터링하기 위하여 시설 내의 핵물질 주요 이동 경로 및 아르곤 셀 내에 카메라를 배치하고, 주요 공정장치에는 입력되는 전류와 전압과 같은 전기적인 신호와 온도 등을 모니터링 할 수 있는 장치(센서)들을 배치하였다. 또한, 파이로 공정 연구의 투명성을 제고하기 위하여, 핵물질 계량 장비 및 공정 모니터링 장비들로부터 획득한 신호를 통합하여 PRIDE 시설의 공정 상황을 실시간으로 파악할 수 있도록 안전조치 시스템을 설계하였다.

PRIDE 시설의 안전조치 시스템 개념 설계도는 그림 1과 같다.

3. 결론

본 연구에서는 PRIDE 시설의 안전조치 시스템을 설계하였다. 본 연구 결과는 PRIDE 시설의 안전조치 시스템 구축 시 기본 자료로 활용될 것이며, 차기 연구에서는 시스템 상세설계를 수행하고, 시스템을 구축할 계획이다.

사 사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었다.

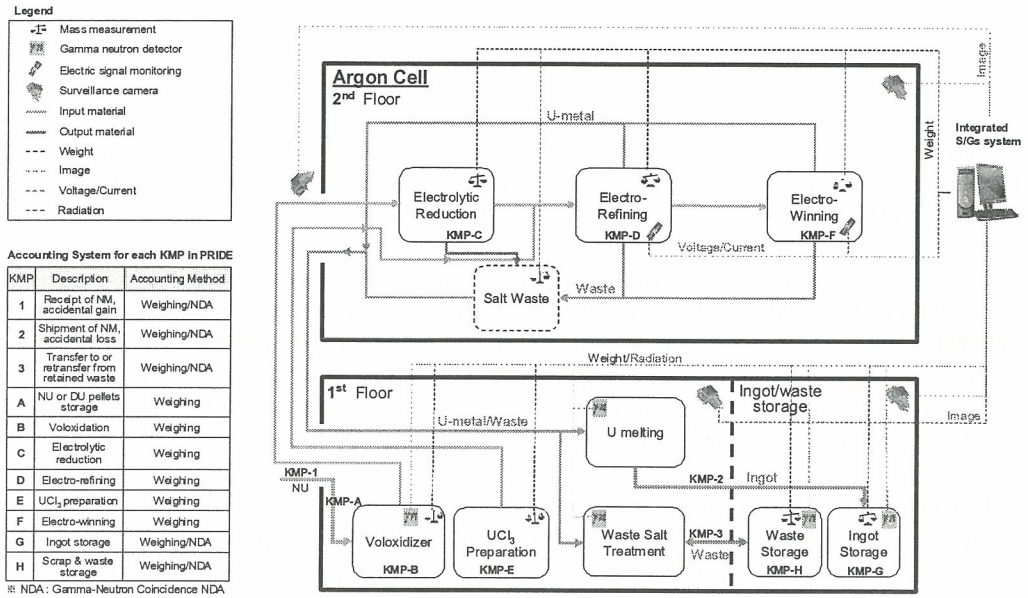


Fig. 1. PRIDE Safeguards System Design(Draft).