

ESPF 예비개념설계 기준요건

정영명, 조일제, 유길성, 이은표, 홍동희, 문성인, 구정희, 이원경, 김호동
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150

wmchoung@kaeri.re.kr

1. 서론

현재 국내에서 개발 중에 있는 파이로공정은 사용후핵연료의 건식처리기술로서 기존 습식처리기술에 비해 핵확산저항성, 경제성, 환경친화성 및 자원 활용성 제고를 통한 원자력의 지속가능성 확보가 가능한 기술로 알려져 있으며, 원자력 선진국에서도 주목하는 기술이다. 파이로 공정기술의 주요 특징으로는 고온(500-650°C)의 용융염 매질을 사용하여 전기화학적 방법에 의해 핵물질을 분리하는 개념으로 고순도의 플루토늄 단독 회수가 불가능하고, 폐기물 발생량이 적으며 방사성 독성이 단기간에 감소하며, 공정이 단순하여 소규모 시설이 가능하고, 제4세대 원자로인 고속로의 핵연료물질 생산이 가능하다.

제255차(2008년 12월) 국가 원자력위원회에서 의결된 “미래 원자력시스템개발 장기 추진 계획”에 의하면 2016년까지 공학규모 파이로공정 실증을 위한 핫셀 시설인 ESPF(Engineering Scale Pyroprocess Facility)의 구축을 목표로 설정하였다.(그림 1. ESPF 구축 계획일정 참조) 이에 따라 ESPF 구축에 앞서 현재 단위공정별로 개발되고 있는 파이로공정 전체를 연계한 일관공정 시험을 통하여 개발된 단위공정간 연계성과 원격운전 및 유지보수의 효율성, 시설의 안전성에 대한 분석, 평가를 통하여 개발되는 공정기술의 신뢰성을 높이고, ESPF 구축에 필수적인 설계자료 도출하기 위한 Mock-up 시설로서 2011년까지 천연우라늄 또는 감손우라늄을 사용하는 Inactive 시험시설로서 PRIDE(Pyroprocess Integrated DEMonstration facility)를 구축하기로 결정하였으며, 현재 PRIDE 시설은 건설을 위한 설계를 완료하고 건설 중에 있으며, PRIDE 시설에 이어 Active 시험시설로 구축 예정인 ESPF는 예비개념설계에 착수하기 위한 기준요건을 정립하고 예비개념설계를 착수하였다.

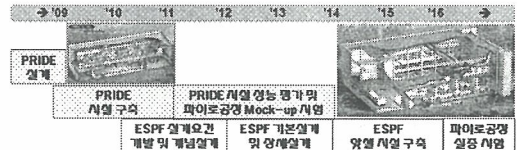


Fig. 1. ESPF 구축 계획일정

2. 본론

2.1 ESPF 시설 개요

공학규모 파이로 실증시설인 ESPF는 파이로 종합공정의 Inactive 시험을 위해 현재 건설되고 있는 PRIDE 시설과 같은 규모의 공정처리용량(약 10 tHM/yr)을 갖춘 시설로서 고려하고 있다. ESPF 시설을 구성하는 주요시설로는 고준위방사성물질인 사용후핵연료를 처리하는 공정장치들을 차폐, 격리하기 위한 핫셀 시설(Air 분위기 핫셀과 Ar 분위기 핫셀로 구성) 및 건축구조물, 핫셀 내에 설치되는 공정장치의 효율적이며, 안전한 운전과 유지보수를 원격으로 수행하기 위한 다양한 형태의 핫셀 장비, Ar 분위기 제어를 위한 Ar 계통설비 및 Air 환기설비, 유틸리티 공급설비, 사용후핵연료의 인입 및 저장을 위한 인수 및 저장시설, 출입관리 및 방사선 안전관리설비, 핵물질 계량설비, 관리물질의 저장 및 입반출 시설, 폐기물 저장 및 관리시설, 계열설비 등으로 ESPF 시설 구성을 위한 기준요건을 정립하였다.

2.2 ESPF 실증 공정

ESPF 시설의 핫셀 내에 설치되는 파이로 종합공정은 그림 2에 표기된 공정흐름도와 같이 전처리 핵심공정으로서 사용후핵연료 집합체의 해체 및 절단, 탈피복, 분말화 및 입도제어, 전처리 폐가스 처리공정을 포함하고, 파이로 핵심공정으로서 전해환원, 전해정련, 전해제련, 염폐기물의 정제 및 회수, 고화체 제조공정이 포함되도록 공정범위를 설정하였으며, 전처리 공정은 공기 분위기 핫셀에 설치하고, 파이로 공정은 아르곤가스 분위기 핫셀에 설치하는 것을 기준으로 설정하였다.

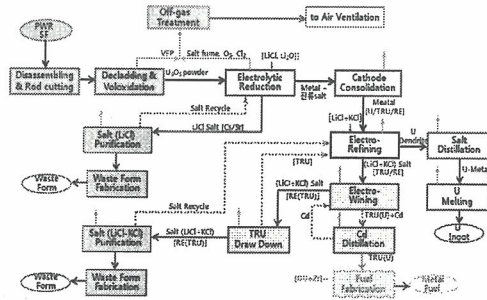


Fig. 2. ESPF 실증공정 개념도

2.3 ESPF 배치 개념

현재 제시된 ESPF 시설의 배치개념 안은 그림 3에 표기된 평면배치 계획안과 같이 시설 규모를 폭 50m, 길이 100m 규모로 지하 1층, 지상 4층 정도의 규모로 제안하고 있다. 지하층에는 사용후 핵연료 임시 저장을 위한 공간과 아르곤가스 분위기 핫셀의 Transfer Lock 접속장비, 제염을 위한 핫셀, 아르곤가스 계통설비 및 환기설비, 수배전 설비를 포함한 유틸리티 공급설비 등을 설치하도록 고려하였다. 1층에는 사용후 핵연료 cask 인입을 위한 Truck Bay와 취급설비를 위한 공간, Air 분위기와 Ar 분위기 공정용 핫셀시설 및 핫셀 운전 위한 구역으로 활용되도록 고려하였다. 핫셀 지역 3층에는 공정용 핫셀의 유지보수를 위한 핫셀이 설치되도록 고려하였다. 이외에도 비관리구역에 관련 사무실 및 일반 실험실 등의 설치가 고려되었다.

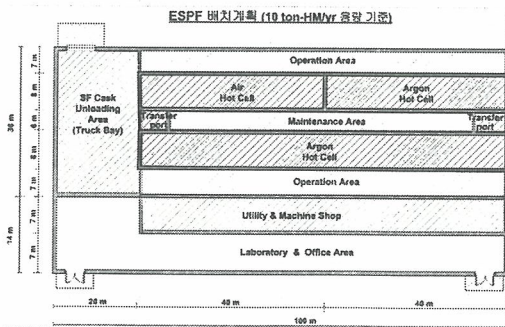


Fig. 3. ESPF 평면배치 계획안

3. 결론

공학규모 파이로 실증시설(ESPF)의 구축에 앞서 수행되는 ESPF의 예비개념설계는 파이로공정의 기준 및 연계요건, 각 분야 및 설비별로 설계요건, 인허가 및 시설안전성 평가요건 등을 정립

하기 위한 기준요건을 제시하였다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행하였습니다.

5. 참고문헌

- [1] 차세대핵주기공정 실증시설 설계기술 개발, KAERI/RR-3146/2009.