

ACPF의 격납감시체제에 대한 고찰

이성호, 김현숙, 이병두
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
shlee10@kaeri.re.kr

ACPF(Advanced Spent Fuel Conditioning Process Demonstration Facility)는 사용후핵연료내 열원과 방사선원을 제거하여 사용후핵연료를 부피의 감소와 안전성을 강화한 장기적인 사용후핵연료 저장방안을 모색하려는 연구시설이다. 현재 ACPF는 신연료만 취급하고 있으나 사용후핵연료 취급에 대비하여 보다 엄격한 IAEA 안전조치를 적용받게 될 것으로 예상된다. 안전조치는 핵물질계량관리의 이행 및 격납감시(Containment and/or surveillance)로 보완된다. ACPF는 ASNC(ACPF Safeguards Neutron Counter)를 활용한 핵물질계량관리방안을 제시한 바 있으며, IAEA는 계량관리의 미비점(고방사능 환경 및 NDA 특성상 발생하는 ASNC 측정오차 등)을 격납감시로 보완하게 될 것이다. 따라서, 본 문에서는 IAEA 격납감시체제의 운영목적 및 기능을 검토하고 ACPF에 격납감시체제 적용 시에 고려해야 할 사항들을 제시하였다.

1. IAEA 격납감시체제의 운영목적 및 기능

격납감시 수단(Containment/surveillance measures, C/S measures)은 핵물질계량관리를 보완하는 역할을 한다. 즉, 격납감시를 통하여 핵물질, 다른 물질, 장비 및 시료의 이동정보를 입증하거나 안전조치 관련 자료를 완전하게 보존하게 된다. 많은 경우에, 격납감시체제는 사찰관 부재기간 동안 지속적인 소식의 전달을 보장하면서도 비용절감의 효과가 있다.

격납감시체제는 격납감시수단들을 조합하여 안전조치 목적을 달성할 수 있도록 설계되며, 신뢰성을 증진시키는 목적 외에도 backup용으로 한 개 이상 여러 개의 격납감시 장비들을 이용할 수도 있다. 특히, 서로 기능이 독립적이어서 동시에 변질되거나 실패하지 않는 두 개의 격납감시 장비를 활용하는 이중 격납감시 체제(Dual C/S System)는 tampering이나 failure mode를 방지할 수 있으므로 통상 핵물질 검증을 수행하기 어려운 장소에 적용되어, 격납감시 결과로 신뢰성을 높이고 주기적인 재검증의 필요성을 줄이게 된다.

2. ACPF의 구조적 특징 및 핵물질 반출입 경로

격납감시와 관련된 ACPF의 구조적 특징을 살펴보면, IMEF 지하에 위치한 2개의 출입구(핵물질 반출입 및 장비보수)를 가진 핫셀이며, 출입구는 핵물질 반출입용 및 제염/장비 수리용으로 활용하게 된다. 또한 핫셀 운영에 필요한 간단한 소품을 주입할 수 있는(반출 불가능) Toboggan이 작업구역에 있다.

핵물질 반출입 경로(ACPF 핫셀과 타 시설간 핵물질이 반출입 경로)로는 IMEF 서비스구역에 있는 IMEF-ACPF충간 출입구를 통하여 핵물질을 담고 있는 Cask가 이동하게 된다.

3. ACPF 격납감시체제 결정시 고려사항

IAEA 격납감시체제의 운영목적과 ACPF 시설 운영을 고려해 볼 때, ACPF에 적용되는 격납감시체제는 IAEA 격납감시체제의 목적을 충족시키면서 ACPF의 정상적인 운영활동에 제약을 주지 않는 방향으로 적용되어야 한다. 최근 IAEA가 제안한 ACPF 격납감시체제(안)은 기본적으로

KAERI 전문가의 견해와 유사하다.

다만, ACPF에 격납감시체제 시행시, 시설 운영의 관점에서 두 개의 출입구에 모두 Metal seal을 적용하는 것 보다 개폐가 많은 출입구는 VACOSS seal을 적용하는 것이 바람직하며, 핵물질 전용가능성이 있는 경로를 명확히 선정하여 적정 수의 감시카메라 설치하여 IAEA 격납감시체제의 효율성을 제고할 수 있도록 고려되어야 할 것이다.

이상과 같은 ACPF 격납감시체제는 시설관점 뿐 만 아니라 IAEA 관점에서도 고방사능 환경 하에서 핵물질 검증이 어려운 ACPF에서 핵물질 전용에 대한 투명성을 높이고 안전조치 강화하는 최적의 방안이 될 것이다.