

국외 사용후핵연료 건식저장시설 단계별 검사 항목 및 요건 분석

육대식*, 박동극, 이호진, 안상면, 정규환
한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62
*dsyook@kins.re.kr

1. 서론

고준위방사성폐기물에 대한 국가관리기본계획이 발표됨에 따라 소내 뿐만 아니라 소외 중간 저장시설에 대한 법적 인허가 체계 개발과 더불어 용기제작 및 시설 건설에 따른 검사요건에 대한 개발 필요성이 증대되었다. 이에 따라 본 연구에서는 사용후핵연료 건식저장시설 인허가 체계 개편에 따라 필요한 중간저장시설 검사 항목 및 그 내용에 대하여 미국의 사례를 분석하여 국내에 적용해야 하는 검사 요건들을 살펴보고자 한다. 이러한 결과를 국내 사용후핵연료 중간저장시설 단계별 (설계, 제작, 사용전 및 정기검사) 필요 검사 항목에 대한 기술 기준을 마련하는 데 활용하고자 한다.

2. 본론

2.1 미국 ISFSI에 대한 전반적인 검사 체계[1]

미국의 경우, ISFSI가 건설되는 부지에 따라 소내, 소외로 구분하여 ISFSI의 운영활동을 4단계로 구분하였다. 미국의 ISFSI는 저장용기(혹은 저장모듈)와 시설의 경계가 모호하기 때문에 제작과 건설이 혼재되어 제시된다. 즉, 1단계는 설계, 제작 및 건설로 구분하고, 2단계는 사용전검사, 3단계는 사용후핵연료 장전 및 인출 운영, 마지막 4단계는 장전된 ISFSI의 저장감시로 구분하였다. 그리고 각 단계별로 요구되는 검사 활동을 구분하고, 검사 완료 시점을 전체적으로 제시하였다. 검사 완료 시점에 따라 필요한 검사 지침은 검사목적, 검사요건, 검사지침(일반 지침, 상세지침) 그리고 검사시 투입해야 할 인력 및 시간에 대한 정보를 제공하는 형태로 구성된다.

2.2 검사 단계별 검사 지침

2.2.1 기기 설계 감리

설계승인을 받은 ISFSI 인허가자가 ISFSI의 제작을 시작하기 이전에 사전에 승인 받은 품질 보증 계획서에 따라 변경사항들을 절차에 따라 적절하게 유지

관리 하고 있으며, 이를 바탕으로 ISFSI 및 저장용기 제작이 승인 받은 대로 이루어 질 수 있을지를 확인하는 데 활용되는 검사 지침이다. 저장용기는 운반용기와 달리 제작이 완료되고 사용후핵연료가 장전이 되면, 사용후핵연료 뿐만 아니라 용기 자체에 대한 건전성도 유지되어야 하기 때문에 제작 이전에 품질 보증에 대한 검사는 대단히 중요하다. 그러므로 본 검사 지침은 국내 사용후핵연료 저장용기 제작 품질 보증검사에 적용을 할 수 있을 것으로 기대된다.

2.2.2 외부 제작사에 의한 ISFSI 기기들의 제작검사

본 검사 지침은 저장용기의 안전성분석보고서, 심사보고서 및 설계부합인증서에 명시된 절차 및 내용에 따라 저장용기와 그 기기들이 제작되어 지는 지 여부를 검사하기 위한 검사 지침으로, 국내 저장용기 제작검사에 관한 고시 및 지침 개발에 활용될 것이다.

2.2.3 부지내 ISFSI 건설 및 제작에 관한 검사

본 검사지침의 주요 내용은 저장용기(혹은 저장모듈)를 지지하는 콘크리트 패드 건설 시 확인해야 할 검사 요건들을 제시하고 있어, 국내 건식저장시설 사용전검사 시 활용될 수 있다. 다만, 미국은 건물을 건설하고 그 안에 저장용기(혹은 저장 모듈)를 설치하는 방식 보다 주로 야외에 콘크리트지지 패드를 설치 한 후 그 위에 저장용기(혹은 저장모듈)를 설치하는 방식을 활용하기 때문에 국내 건식저장시설 사용전검사 시에는 건물 및 주요 설비에 대한 내용도 추가 되어야 한다.

2.2.4 ISFSI 사용전 검사

본 검사 지침은 사용후핵연료를 용기에 장전 혹은 인출하기 전에 그 절차 및 설비가 적절하게 준비되고, 관련 작업 인력이 적절히 훈련되어 있는 지 여부를 확인하기 위한 것이다. 이와 더불어 시설 운영을 시작하기에 앞서 갖추어져 있어야 할 운영 절차서 등의 구비 및 내용까지 확인하는 검사 지침이므로, 국내의 경우 사용후핵연료 건식저장시설 사용전검사, 장전·인출검사에 활용 될 수 있다.

2.2.5 ISFSI 운영중 검사

본 검사 지침은 ISFSI 운영 중의 행위가 안전성 분석보고서, 심사지침서, 설계부합인증서, 품질보증 계획서 등의 인허가 문서에 따라 시설이 운영되는지 여부를 확인하기 위하여 사용된다. 특히, 단순히 시설 운영 절차 준수 여부뿐만 아니라 본 검사에서는 시설 운영에 따른 방사선 위해 기준 만족 여부도 본 검사를 통해 확인하도록 요구한다. 그러므로 본 검사 지침은 사용후핵연료 중간저장시설 정기검사에 활용 될 수 있다.

3. 결론

상기 내용을 바탕으로 사용후핵연료 운반 규제 행위와 현재 개발 중인 사용후핵연료 중간저장시설·저장용기 인허가 체계를 바탕으로 비교한 규제 행위를 아래의 Table 1에 제시하였다[2]. 사용후핵연료 운반의 경우, 용기 설계에 따른 설계승인 심사, 운반용기 자체에 대한 검사와 운반행위에 대한 검사로 나눌 수 있다. 중간저장의 경우, 저장시설과 저장용기에 대한 건설운영허가 및 저장용기의 설계승인을 통한 심사가 예상되며, 이에 대한 사용후핵연료 중간저장시설 안전성분석보고서 작성 지침 고시도 개발되어 있다. 저장용기의 경우, 제작단계에서 사용후핵연료 운반용기와 마찬가지로 저장용기 제작검사가 필요하다. 이 경우 제작검사 이전에 제작검사를 위한 준비 및 이행이 적절히 이루어지는지에 대한 확인이 추가적으로 필요하므로 저장용기

품질보증검사에 대한 관련 기술기준의 추가 개발이 필요할 것으로 판단된다. 저장시설의 경우 건설 단계의 검사를 위한 사용전검사와 건설을 포함하여 운영 단계에서도 사전에 인허가 받은 절차대로 이행되는지를 확인하기 위한 품질보증검사가 필요하다. 저장용기가 제작되어 저장시설에 설치될 경우, 저장용기는 저장시설의 주요 설비로 볼 수 있기 때문에 장전 검사 및 정기검사는 시설과 용기를 구별하지 않고 필요하며 이에 따른 고시 개발도 추후 필요하다.

4. 감사의 글

본 연구는 원자력안전위원회의 재원으로 한국방사선안전재단의 지원을 받아 수행한 원자력안전연구개발사업의 연구결과입니다(No. 과제번호1403013).

5. 참고문헌

- [1] U.S.NRC, INSPECTION PROGRAM FOR DRY STORAGE OF SPENT REACTOR FUEL AT INDEPENDENT SPENT FUEL STORAGE INSTALLATIONS AND FOR 10 CFR PART 71 TRANSPORTATION PACKAGINGS, Appendix B, IMC-2690, 2012.
- [2] 한국원자력안전기술원, "국외 사용후핵연료 건식저장시설 단계별 검사 항목 및 요건분석", KINS/RR-1477, 2016.

Table 1. Comparison of stepwise regulation between transport and storage

단계	사용후핵연료 저장			SF 저장 관련 고시 개발
	운반 용기	저장시설	저장용기	
설계	설계승인	건설·운영허가	설계승인	저장시설 SAR 고시 준용
제작	제작검사	-	제작검사 품질보증검사	신규 고시 개발 ('17예정)
건설	-	사용전검사	-	-
		품질보증검사	-	추후 고시 개발
운영	운반(개별·정기)검사 사용검사	장전·인출검사	-	추후 고시 개발
		정기검사	-	-
해체	-	확인·점검	-	원전시설 해체고시 준용