

사용후핵연료 장기저장 관련 미국 규제기관 및 산업계의 최근 동향

이관희, 육대식, 이윤근, 정찬우

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62

khlee@kins.re.kr

1. 서론

미국 에너지부(DOE)는 2008년 6월 원자력규제 위원회(NRC)에 네바다 주의 유카마운틴 처분장 허가신청서를 제출하였으며, NRC는 이에 대한 심사를 진행하고 있었다. 그러나 2010년 3월 DOE는 유카마운틴 처분장 신청에 대한 철회를 신청하여 고준위폐기물 처분장 건설이 중단되었다. 이에 따라 NRC는 사용후핵연료 처분 관련 국가 정책의 불확실성 때문에 사용후핵연료가 당초 계획보다 장기간 저장될 것으로 예상됨에 따라 기존의 인허가 요건에 대한 재검토에 착수하였으며, 산업계와 규제기관은 사용후핵연료의 장기저장시 도출될 수 있는 현안사항에 대한 활발한 토의를 진행 중에 있다. 본 논문에서는 사용후핵연료 장기저장 관련 미국 규제기관 및 산업계의 최근 동향에 대하여 분석하였다.

2. 본론

2.1 NRC의 기존 요건 및 규제 프로그램 재검토

2.1.1 폐기물 신뢰 결정(Waste Confidence Decision) 개정

폐기물 신뢰 결정은 상업용원자로의 허가 종료 후 사용후핵연료의 처분방안이 존재하는지 또는 존재하지 않는다면 사용후핵연료가 허가 종료 후 안전하게 저장될 수 있는지 여부를 결정하라는 미국 연방고등법원의 결정에 따라 1984년에 최초로 제정되었으며, 2010년 12월에 개정되었다. 주요 내용은 “사용후핵연료는 원자로의 허가 종료 후 최소한 60년 동안 환경에 심각한 영향을 끼치지 않고 안전하게 저장될 수 있다”이며, 이는 사용후핵연료가 최종 처분될 때 까지 안전하게 관리될 수 있다는 NRC의 확신을 담고 있다. NRC는 지난해부터 상기 폐기물 신뢰 결정을 원전의 허가 종료 후 60년 이상 장기간으로 확장하기 위하여 환경영향평가서(Environmental Impact Statement) 작성을 위한 평가서의 범위 및 주요 시나리오(안)

을 작성하여 이해당사자의 의견수렴을 진행하고 있다[1]. 이에 따르면 NRC는 향후 약 200년 동안의 사용후핵연료 장기 저장 및 운반 관련 영향을 4개의 시나리오(원전 부지에서 계속 저장, 지역 저장시설에서 저장, 하나의 중앙저장시설에서 저장, 재처리에 따른 고준위폐기물을 재처리시설 부지에 저장하는 제한된 재처리)를 가정하여 평가할 계획을 제시하였다. 그러나 지난 6월 미국 연방법원은 2010년에 개정된 폐기물 신뢰 결정이 무효라는 판결을 내렸다. 이에 따라 NRC는 기존의 환경영향평가서 작성 계획 등에 대한 전반적인 재검토 작업에 착수하였다.

2.1.2 사용후핵연료 장기저장 대비 규제 프로그램 재검토

NRC는 사용후핵연료의 장기 저장 및 운반에 대비하기 위하여, 워킹그룹을 만들어 기존의 규제 프로그램에 대한 재검토를 수행하였다. 워킹그룹은 사용후핵연료 검사 프로그램의 효율성 및 효과성을 증진시키기 위하여 12개의 권고사항을 도출하였으며, 주요 내용은 다음과 같다[2].

- 기존의 검사 지침(Inspection Manual Chapter 2690) 및 검사 절차서에서 검사 절차 및 검사 요건을 보다 명확하게 하기 위한 개정
- 검사 지적사항 추적관리 및 경향 분석을 위한 방법 개발 등

2.2 사용후핵연료 장기저장 관련 공동 프로그램

2.2.1 ESCP (Extended Storage Collaboration Program)

미국 전력연구소(EPRI)는 유카마운틴 처분장 건설이 중단되어 원전부지에서 사용후핵연료의 장기간 저장이 예상됨에 따라, 사용후핵연료 장기 저장 관련 장기적인 기술현안에 대하여 연구하기 위해 ESCP를 구성하였다[3]. 2009년 11월 발전회사, 규제기관, Vendor 등이 참여하는 워크숍을 통해 ESCP를 착수하였으며, 다음과 같이 3단계로 나뉜다.

- 1단계 : 사용후핵연료 관련 현재의 기술 기준 검토 및 현재의 저장 시스템으로 저장 가능한 기간에 대해 이해하기 위한 gap 분석(gap analysis) 실시
- 2단계 : 실험 및 현지조사와 확인된 gap을 다루기 위해 필요한 추가 분석 실시
- 3단계 : 공동연구 프로그램 조정을 통한 고연소도 사용후핵연료가 저장된 건식저장시설에서의 실증 실시

현재 1단계 gap 분석이 진행 중이며, 2010년 12월까지 확인된 장기저장 관련 3개의 주요 gap 분석결과는 다음과 같다.

- 피복재 건전성
- 용접된 스테인리스 캐니스터
- 콘크리트

또한, 해양 환경에 따른 스테인리스 캐니스터에서의 응력부식균열(Stress Corrosion Cracking, SCC)은 최우선순위로 추가 연구가 필요한 분야로 의견이 모아졌으며, 현재 2개의 전문가 그룹(SCC in Marine Environment, NDE of Cask/Canister Integrity)에서 활발한 연구가 진행 중이다.

2.2.2 RIRP (Regulatory Issue Resolution Protocol)

미국 원자력에너지협회(NEI)는 사용후핵연료 건식저장 및 운반 관련하여, 여러 저장시설 또는 여러 기관에 걸친 공통 현안에 대하여 평가하고 해결방안을 마련하기 위하여 RIRP를 마련하였다. 2009년 및 2010년에 NRC와의 공개회의 결과를 토대로 2010년 4월 NEI는 “Used Fuel Storage and Transportation Issue Resolution Protocol”을 발간하였다[4]. RIRP는 특정 현안에 대한 확인, 선별, 계획, 실행 및 종료의 5단계로 이루어진다. 현재 2건의 현안사항(Top Nozzle, Marine Environment)에 대하여 산업계와 NRC가 공동으로 해결방안을 모색하고 있다. 이와 같은 프로그램은 잠재적인 현안사항에 대해서 산업계와 NRC가 공동으로 신속하게 대응할 수 있다는 장점이 있다.

2.2.1에서 소개한 ESCP는 규제 의사결정을 지원하기 위하여 장기간 연구가 필요한 현안사항에 대한 연구를 실시하며, RIRP는 주로 단기간의 현안사항을 다룬다. RIRP와 ESCP는 중복되는 분야가 일부 있으나 각각의 목적은 다르다. RIRP를 해결하기 위해서는 일반적으로 ESCP에 의한 자

료 수집 및 연구가 선행되어야 한다.

3. 결론

본 논문에서는 사용후핵연료 장기저장 관련 미국 규제기관 및 산업계의 최근 동향을 분석하였다. NRC는 사용후핵연료 처분 관련 국가 정책의 불확실성으로 사용후핵연료가 당초 계획보다 장기간 저장될 것으로 예상됨에 따라, 기존의 폐기물 신뢰 결정을 개정하기 위한 환경영향평가서 작성을 준비하고 있으며, 기존의 규제 프로그램에 대한 재검토 작업도 진행하고 있다. 또한, 산업계와 규제기관은 사용후핵연료의 장기저장시 도출될 수 있는 현안사항에 대하여 공동으로 해결방안을 모색하고 있다. 이와 같은 미국의 최근 동향 분석 결과는 향후 사용후핵연료 중간저장시설 건설 관련 현안사항 도출 및 해결 방안 수립시 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

4. 감사의 글

본 연구는 2012년도 원자력 안전규제기술 개발 사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

5. 참고문헌

- [1] US NRC, Background and Preliminary Assumptions For an Environmental Impact Statement : Long-Term Waste Confidence Update, 2011.
- [2] US NRC, Licensing, Inspection, And Enforcement Programs Review For Storage And Transportation, 2011.
- [3] EPRI, Extended Storage Collaboration Program : Progress Report And Review Of Gap Analyses, 2011.
- [4] NEI, Used Fuel Storage and Transportation Issue Resolution Protocol, 2010.