

Review for Items of Decommissioning Plan and Standard Review Plan

해체계획서 및 심사지침서 항목에 관한 고찰

H.S.Kim, J.K.Son, K.R.Park, K.D.Kang, K.D.Kim, J.H.Ha and C.W.Jeong*

Nuclear Environmental Technology Institute, P.O.Box 149, Yuseong, Daejeon

*Korea Institute of Nuclear Safety, P.O.Box 114, Yuseon, Daejeon

김학수, 손중권, 박경록, 강기두, 김경덕, 하종현, 정찬우*

원자력환경기술원, 대전광역시 유성우체국 사서함 149

*한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성우체국 사서함 114

hskim007@khnp.co.kr

Abstract

The licensees are to submit the decommissioning plan to regulatory body to decommission nuclear facilities. The standard review plan(SRP) of decommissioning is used to confirm and evaluate the decommissioning plan by the related regulations and standards. The licensees who want to decommission the nuclear facilities are required to submit the decommissioning plan according to Acts 31 of Atomic Energy Law. In this study, the items of reports and documents submitting to regulatory body were reviewed deliberately, and finally the major sub-items of decommissioning plan were established.

Key word : Decommissioning Plan, Decommissioning Standard Review Plan

요약

원자력발전소 운영자는 원자력시설을 해체하고자 할 때 규제기관에 해체계획서를 제출하게 된다. 해체심사지침서는 제출된 해체계획서가 관련 규정 및 기준에 적합하게 작성되어 있는지를 확인하고 평가하기 위하여 사용된다. 국내 원자력법 제31조에는 원자로운영자가 원자력 시설을 해체하고자 할 때에 해체계획서를 제출하도록 요구하고 있다. 본 연구에서는 해체계획서 작성항목별 상세 항목을 도출하기 위해 국외에서 원자력시설을 해체할 경우에 인허가 기관에 제출하는 보고서의 작성항목들을 검토하여 각 항목별 주요 기술사항을 도출하였으며, 또한 해체계획서의 작성 내용들이 관련 규정이나 기준에 적합하게 작성되었는지를 확인하기 위한 해체심사지침서(안)을 도출하였다.

중심어 : 해체계획서, 해체심사지침서

1. 서론

원자력분야에서 “해체(Decommissioning)”는 원자로 및 원자력 관련시설의 운영 정지 후 방사선 및 비방사선의 영향으로부터 작업자와 일반대중의 보건 및 안전의 확보와 주변 환경의 보호를 위하여 취해지는 모든 기술적, 관리적 행위 일체를 의미한다. 전 세계적으로 신규원전 건설의 침체

와 기존 원전의 운전정지 시점이 도래함에 따라 원자력 시설의 제염/해체, 방사성물질 및 부지 재활용에 대한 관심이 집중되고 있으며, 상당한 수의 원자로들이 이미 해체되었거나 해체를 진행중에 있다. 원자력시설의 해체는 원자력 관련시설을 보유하고 운영하고 있는 국가로서 필연적으로 해결해야 하는 당면 과제이므로 이를 수행함에 있어서 정부의 정책방향, 안전규제제도, 안전성 확보방안, 기술능력 및 경제적 사항들이 고려되어야 하며, 이를 효과적으로 수행하기 위해서는 필요 정책 및 전략 수립, 법령정비, 지침 및 기술기준 개발 그리고 여론 수렴 등이 적절하게 이루어져야 한다. 국내의 경우 향후 다가올 원자력시설의 해체를 효율적으로 준비하기 위해서는 필요한 정책 수립, 규제제도, 관련 기술기준개발 등에 관한 연구가 필요한 시점이다. 따라서 원자력발전소를 운영하는 사업자 측면에서 원자력법 제31조에서 요구하는 해체계획서 작성 내용을 검토할 필요가 있으며, 더불어 이를 확인하고 평가할 수 있는 해체심사지침서의 주요 심사항목 및 심사내용을 제시하였다.

2. 해체계획서 작성 항목

가. 원자력법 제31조 해체계획서

국내 원자력법 제31조(발전용 원자로 및 관계시설의 해체)에는 발전용 원자로운영자가 발전용 원자로 및 관계시설을 해체하고자 할 때에는 발전용 원자로 및 관계시설의 해체계획서(이하 "해체계획서"라 한다)를 작성하여 미리 과학기술부장관의 승인을 얻어야 하며, 이를 변경하고자 할 때에도 또한 과학기술부장관의 승인을 얻어야 한다고 언급하고 있다. 다만, 과학기술부령이 정하는 경미한 사항을 변경하고자 하는 때에는 이를 과학기술부장관에게 신고하여야 한다고 기술되어 있다. 따라서 발전용 원자로운영자가 발전용원자로 및 관계시설을 해체하고자 할 때에는 상기 규정에 의해 해체계획서를 작성하여야 하며 이에 대한 주요 기술 내용은 동법에 다음과 같이 기술되어 있다.

- 발전용 원자로 및 관계시설의 해체방법 및 공사일정
- 방사성물질 및 그에 의한 오염의 제거방법
- 방사성폐기물의 처리·처분방법
- 방사선으로부터의 재해를 방지하는데 필요한 조치
- 방사성물질 등이 환경에 미치는 영향의 평가 및 그 대책
- 발전용 원자로 및 관계시설의 해체에 관한 품질보증계획
- 기타 과학기술부장관이 정하는 사항

나. 해외 사례

○ 미국

원자력관련 시설을 해체하고자 하는 사업자는 미국연방법 10CFR50.82(a)(4)(i)에 따라 "정지후 해체활동보고서(PSDAR : Post-Shutdown Decommissioning Activity Report)"와 "운영허가종료계획서(LTP : Licensing Termination Plan)"을 규제기관인 원자력 위원회(NRC)에 제출하도록 규정하고 있다. PSDAR 작성 항목으로는 1)운영허가자가 계획한 해체 활동 개요, 2) 계획된 해체 작업 일정, 3)운영허가자가 계획한 해체활동에 대한 비용 및 기금의 보증 그리고 4)기존의 환경영향보고서와 비교하여 계획한 해체 활동에 따른 환경영향 평가 등이 있다. 운영허가자가 계획한 해체활동 개요 작성 목적은 NRC와 일반대중에게 운영허가자가 계획한 해체 활동에 대한 전반적인 정보를 제공하며, 실시되었거나 혹은 수행할 특정 공정에 대한 내용을 제공하고, SAFSTOR이나 DECON과 같은 해체 방법 및 해체 과정에서 수행할 주요 활동내용을 기술하며, 해체 과정에서 수반되는 제염기술과 그에 따른 공정 및 장치활용 내용을 제공한다. 계획된 해체 작업 일정에는 NRC와 일반 대중에게 해체 활동에 관한 예상되는 시간계획에 대한 정보를 제공하며, NRC가 적절한 감독활동을 수행하는데 필요한 정보를 제공한다. 일정표나 도표를 통해 작업자, 공중 및 환

경 혹은 어떤 장치에서 고려되어야 할 잠재적인 위험요소들을 포함하여 주요 해체 활동에 대해 예상되는 작업일정계획을 나타내야 하며, 또한 핵연료 인출 내역서의 제출, ISFSI의 승인 및 허가, 주요 구성물의 수송에 관련된 허가활동 또는 허가종료계획의 승인 등에 관한 작업일정계획과 같이 NRC의 인허가에 영향을 줄 수 있는 주요활동 등이 기술된다. 또한 예상해체 비용 평가에서는 계획된 해체 활동을 근거로 예상 해체비용 평가내용을 기술한다. 마지막으로 환경영향에는 구체적인 해체활동 등을 포함하여 부지 특성 해체 활동에 따라 잠재적으로 발생 가능한 환경에 대한 영향을 평가한다. 잠재적인 영향에는 방사성 및 비방사성 물질에 대한 영향을 모두 포함해야 한다. 아래 표 1에는 Haddam Neck 발전소와 Millstone 1 발전소의 PSDAR 내용을 보여주고 있다.

표 1 PSDAR 작성 항목

Haddam Neck 발전소	Millstone 1 발전소
1. Introduction	1. Introduction
	2. Overview of PSDAR
2. Description of Planned Decommissioning Activities • Decommissioning Activities and Planning • Planning Activities(Prior to Submittal of the PSDAR) • Plant Dismantlement	3. Description of Planned Decommissioning Activities • Planning • Site Characterization • Decontamination • Waste Management • Major Decommissioning Activities • Other Decommissioning Activities • Storage of Spent Fuel • Final Site Survey and Termination of License • Site Restoration
3. Major Decommissioning Activities • Reactor Vessel and Internals • Steam Generators, Pressurizer • Reactor Coolant System and Other Large Bore Piping • Containment and Spent Fuel Pool	
4. Other Decommissioning Considerations • Chemical Decontamination of Primary Coolant Systems • General Decommissioning Activities : Removal of Radiological Components & Structures • Decontamination/Dismantlement Methods • Special or Unusual Programs • Removal of LLW and Compaction or Incineration • Soil Remediation • Processing and Disposal Site Locations • Removal of Mixed Wastes • Storage/Removal of Spent Fuel and GTCC Waste	4. Schedule for Decommissioning Activities • Planning and Preparation Period • Decommissioning Operations and License Termination Period • SAFSTOR Period • Site Restoration Period
5. Site Restoration	
6. Schedule for Decommissioning Activities	
7. Estimate of Expected Decommissioning Costs	5. Decommissioning Cost Estimate
8. Environmental Impacts	6. Environmental Impacts • Radiation Dose to the Public • Occupational Radiation Exposure • Low-Level Radioactive Waste Burial Volume • Non-Radiological Environmental Impacts • Additional Considerations
9. References	7. References

NRC는 해체와 관련된 각종 활동에 대한 방법과 절차를 기술한 Draft Regulatory Guide DG-1067 "Decommissioning of Nuclear Power Reactors"에서 발전용 원자로의 해체를 크게 초기 활동, 주요 해체 및 저장 활동, 허가종료 활동의 세 단계로 나누고 있다. 이중 세 번째 단계인 허가종료 활동에 대해 10CFR50.82(a)(9)에 의하면 LTP를 작성하여 NRC에 제출하여 검토 및 승인을 받도록 규정하고 있다. 표 2에는 LTP 작성 항목과 기술 내용을 보여주고 있다.

표 2 LTP 작성항목 및 기술 내용

항 목	기 술 내 용
1. 개요 (일반적인 정보)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제한 또는 비제한 부지개방을 위한 방사선 기준 ○ 방사선 기준에 대한 정보 기술 <ul style="list-style-type: none"> • 부지특성 • 잔여부지해체 작업명시 • 개방을 위한 최종방사선 조사세부 계획 • 부지 복구계획 • 운영허가 종료를 위한 방사선 기준 확인 방법 • 환경영향 평가
2. 부지특성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구조물, 계통, 기기, 잔재, 토양, 표층 및 지하수를 포함하는 부지 방사성 오염 범위와 분포를 결정하기 위한 내용
3. 부지 잔여 해체 활동 확인	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제염 및 해체와 관련된 작업, 처분이나 처리를 위해 운반될 방사성 물질의 양 평가 ○ 재오염 방지를 위한 관리계획 ○ 작업자 피폭 평가와 방사성폐기물의 특성 ○ 추후 복구가 필요한 구역과 기기에 대한 상세설명 ○ 검토되지 않은 안전성 문제나 설비 기술규격의 변경내용
4. 부지 복구계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설비 및 부지를 어떻게 복구할 것인가에 관한 내용 <ul style="list-style-type: none"> • 구조물, 계통 및 표토/토양하부 그리고 지표수 및 지하수의 복구 방법 • 특히, 제한적 개방의 경우에는 적용되는 선량모델링 계획 및 제도적 관리 내용 기술
5. 최종 방사선 조사 계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제한/비제한 개방시 방사선 기준 만족여부 확인을 위한 최종 방사선 조사 계획 ○ Derived Concentration Guidelines(DCGs), 주요 오염, 계측이 어려운 핵종을 조사하기 위한 방법 등
6. 허가종료를 위한 방사선기준 충족	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부지활용(제한, 비제한 및 제3의 기준에 의한 개방)에 따른 방사선 기준 준수 방법 제시 <ul style="list-style-type: none"> • 방사선원향 결정 • 피폭경로확인 및 개념적 모델 • 부지사용계획 기술 • 선량계산(1000년간 0.25 mSv 이하) • 불확실도 및 민감도 계산
7. 부지특성 Decommissioning 비용 갱신	<ul style="list-style-type: none"> ○ 잔여 Decommissioning 비용에 대한 산정 및 지출비용 ○ Decommissioning 비용 평가시 고려사항 <ul style="list-style-type: none"> • 우연적인 요소를 포함한 비용 예상 • 주요 Decommissioning 활동 및 작업 • 단위작업당 비용 요소(Unit cost factors) • 기기 및 구조물의 제염 및 제거시의 비용 산정 • 처분 부지로의 적재를 포함한 폐기물 처분비용 산정 • 최종 추정비용 산정 • 총비용산정
8. 환경보고서의 첨부 사항	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부지특성에 따른 종료활동에 관련한 주요 환경변화 기술 <ul style="list-style-type: none"> • 부지특성에 따른 종료활동에 의한 영향의 상세한 설명 • 기존에 분석된 종료활동의 영향과의 비교 • 부지특성 활동에 따른 환경영향의 분석

○ 일본

원자로 시설 해체 조치에 관한 기본 방침은 1981년 6월에 원자력위원회가 책정한 “원자력의 연구, 개발 및 이용에 관한 장기계획”에 그 기본 방침을 처음으로 나타내었다. 해체와 관련된 법규에 따라 원자로를 해체하고자 하는 신청자는 성명 및 주소, 법인은 대표자 성명, 해체에 관련된 시설 및 사업소의 명칭/소재지, 해체 방법 및 공사공정표 그리고 핵연료 물질 및 핵연료 물질로 오염된 물질의 처분방법 등을 포함하여 아래 표 3에 항목을 포함하는 내용을 작성하도록 하고 있다.

표 3 원자로 시설 해체를 위한 기본 작성 항목(일본)

항목	내용
1. 원자로 기능 정지 조치	가. 원자로에서의 핵연료 등의 제거 나. 핵연료 등의 조치
2. 해체중인 원자로 시설의 유지관리	가. 보안을 위한 필요 조치 (1) 불법 접근 등의 방지조치 (2) 해체중인 원자로 시설의 유지 조치 (3) 방사선 모니터링 나. 건물, 구조물 등의 유지관리 다. 핵연료의 취급 및 저장에 대한 시설 유지관리 라. 방사성폐기물의 폐기에 대한 시설 유지관리 마. 방사선 관리에 대한 시설 유지관리 바. 해체중에 필요한 그 밖의 시설에 대한 유지관리 (1) 환기시설 (2) 전원시설 (3) 그 밖에 시설 사. 화재방지 아. 시험 점검
3. 해체 철거 작업에서의 안전 확보	가. 방사성물질 평가 (1) 방사성물질 평가 (2) 방사성폐기물 발생량 평가 나. 해체철거의 순서 및 공법 선정시 유의사항 (1) 해체철거 작업전의 제염 (2) 방사성기구, 구조물의 해체철거 (3) 차폐체 등의 확보 (4) 방사성폐기물의 발생량 저감 (5) 자연 현상 및 인위적 현상에 대한 유의사항 (6) 원격조작 다. 공중에 대한 안전확보 라. 작업인원등의 방사선 피폭 저감화 대책 (1) 계통, 기구 제염 및 오염 확산 방지 (2) 방사성 부품 등의 발생 방지 및 방어기구 사용 (3) 차폐체 또는 원격조작장치 활용 (4) 작업 목표선량 설정 (5) 방사선 모니터링 (6) 교육 및 훈련 마. 관리구역 설정 및 해체기준 (1) 관리구역 구분 (2) 관리구역 설정 및 해체 기준
4. 방사성폐기물의 취급	가. 방사성폐기물의 구분과 조치 (1) 고체 방사성폐기물 구분/조치 (2) 기체 및 액체 방사성폐기물 구분/조치 나. 방사성폐기물중의 방사성물질 양과 농도의 평가 (1) 고체 방사성폐기물의 평가단위와 시간 (2) 고체 방사성폐기물의 평가방법 (3) 기체 및 방사성폐기물의 평가방법 다. 해체중에 발생하는 방사성폐기물의 처리 등 라. 방사성폐기물의 감용 (1) 안정화 및 감용 (2) 혼입방지 (3) 보관 공간 등의 확보 마. 방사성폐기물의 운송
5. 해체완료 확인	가. 확인사항 (1) 핵연료물질 완전인출 (2) 방사성폐기물의 안전폐기
6. 해체에 따른 안전성 평가	가. 일반인 피폭선량 평가 : 정상 및 사고시 피폭선량 평가 나. 작업자 피폭선량 평가

다. 해체계획서 상세 항목 도출

원자력법 제31조(발전용 원자로 및 관계시설의 해체)에서 요구하는 해체계획서 작성 항목을 도출하기 위하여 국외 해체원전에서 제출한 보고서 및 관련 규정에서 요구하는 항목들을 검토하였다. 본 검토 결과를 토대로 아래 표 4와 같이 법에서 요구하는 해체계획서 작성항목별 주요 기술 내용을 도출하였다.

표 4 해체계획서 작성항목별 주요 내용

해체계획서 작성 항목	항목별 주요 기술 내용
발전용 원자로 및 관계시설의 해체방법 및 공사일정	사업개요, 부지 및 시설개요, 해체방법, 공사일정 및 제도적 사항에 대한 정보
방사성물질 및 그에 의한 오염의 제거방법	시설의 현행 인허가 내용, 허가 이력, 해체 이력, 방사능 누출 이력, 부지환경상태, 시설의 방사선 특성, 오염된 부지/시설에 대한 해체계획 등
방사성폐기물의 처리·처분 방법	고체/액체/혼합폐기물의 처리·처분
방사선으로부터의 재해를 방지하는데 필요한 조치	무제한/제한 및 대체기준, 작업자 안전관리, 보건물리, 물리적 방호, 화재, 비상계획 등
방사성물질 등이 환경에 미치는 영향의 평가 및 그 대책	해체전 환경조사, 환경영향평가, 유출물 감시 및 관리 등
발전용 원자로 및 관계시설의 해체에 관한 품질보증계획	해체 수행 조직, QA 프로그램, 문서관리, 측정/시험장비의 관리, 시정조치, 감사 및 감독 등
기타 과학기술부장관이 정하는 사항	부지 개방기준(무제한, 제한 및 대체기준), 재정 보증, 부지 복원계획 및 재활용

3. 해체심사지침서(안)

해체심사지침서는 원자력 안전성을 확보하기 위한 규제기관의 심사지침서의 중요한 한 부분으로서 원자력 관련시설의 해체관리는 사전계획수립, 예비조치, 기술기준 및 절차, 기술적 평가, 대량의 방사성폐기물 취급기술, 비용분석 및 복잡한 결정과정 등을 포함하고 있다. 원자력관련시설의 해체결정은 허용 가능한 수준의 안전성 유지에 소요되는 비용에 따라서 큰 영향을 받으며, 이것은 다시 현재의 안전기술지침을 반영하는 해체계획서에 의존하게 된다. 해체심사지침서는 원자력관련시설의 해체에 대한 적절한 참고지침을 제공함으로써 원자력안전에 대한 최적의 접근방법을 지원하는 것으로서 국내에는 아직도 체계화된 해체심사지침서가 개발되어 있지 않는 실정이다. 본 연구에서는 향후 국내에서 예상되는 원자력시설의 해체를 대비하고 사업자가 제출하는 해체계획서 작성 항목의 심사 지침을 만들기 위해 해외에서 사용되고 있는 자료들을 근간으로 해체심사지침서(안)를 작성하였으며 각 항목별 주요 기술 사항 및 심사 내용 등에 대하여 아래 표 5에 간략히 기술하였으며 국내에 원자력관련시설 해체와 관련된 법체계 및 기술기준 등이 준비되어 있지 않은 관계로 관련 법규나 기술기준에 대한 내용은 다루지 않았다.

표 5 해체 심사지침서(안) 개요

항목	기술사항	심사사항
1. 일반개요	1) 사업개요 2) 부지 및 시설 개요 3) 해체방법 4) 일정 계획 및 제도적 사항	▶ 해체 목적과 전반적인 계획이 관련요건에 부합하는지를 확인 ① 당해 사업의 배경과 추진방향을 확인 ② 해체 시점과 제염 관점에서 관련시설의 해체방법을 확인 - 가동정지 후 즉시 제염/해체 - 가동 정지 및 장기보관 후 제염/해체 - 부분 제염/해체 및 장기보관 후 최종 제염/해체 ③ 상기 해체방법에 따른 주요 공정별 일정을 확인하고, 그 이행에 필요한 허가변경 및 기타 요구사항들을 검토
2. 시설운영이력	1) 현행 허가 사항 2) 허가 이력 3) 해체 이력 4) 방사능 누출 이력 5) 부지내 매립 이력	▶ 해당부지에서 사용된 방사성물질의 종류, 방사성물질의 사용 허가 내용, 현재 방사성물질의 부지내 잔류에 대한 정보 등이 적절하게 제시되었는지를 확인
3. 부지 환경 현황	1) 부지 위치 및 형상 2) 인구분포 3) 토지 이용 4) 기상 및 지질 5) 지표수 및 지하수 6) 천연자원 7) 생태계	▶ 제시된 부지 및 환경정보들이 해체 작업 중 및 해체 종료 후에 부지내 및 부지주변에 대한 선량을 평가하는데 적합하여야 하며, 제안된 해체 방안이 부지와 주변지역에 미치는 영향을 평가하는데 적절한지를 확인
4. 시설의 방사선학적 현황	1) 오염된 구조물 2) 오염된 계통 및 장비 3) 지표면 토양 오염 4) 지표밀 토양 오염 5) 지표수 6) 지하수	▶ 부지내에서 방사성물질에 의한 오염 형태, 준위 및 범위를 파악하는데 충분한 정보를 제공하여야 하며, 해체비용을 추정하고 해체와 관련한 보건 및 안전 계획의 타당성을 평가하는 부분에 적용 가능한지를 확인
5. 선량 모델링 평가	1) 무제한 부지개방 (Unrestricted Release) 2) 제한적 부지개방 (Restricted Release) 3) 대체 기준에 의한 개방	▶ 해체종료 후 부지내 잔류방사능에 의해 야기될 수 있는 잠재적인 선량을 사업자가 제안하는 부지 개방 방법에 따라 아래 항목에 맞추어 적절하게 평가하였음을 확인 - 선원항 가정 - 부지환경을 고려한 피폭 시나리오 - 사용된 수학적 모델과 계산 방법들 - 변수 값들과 그 불확실성의 평가
6. 해체방안 및 근거	1) 고려된 대안들 2) 선정된 대안에 대한 근거	▶ 해체 계획에 제시된 해체 목적을 달성할 수 있는 모든 합리적인 대안들이 분별되고 적절히 평가되었는지를 확인
7. ALARA 분석	1) 비용-이득 분석 등 정량적 분석 2) 선정된 해체방법의 ALARA 부합성	▶ 결정 집단 평균 구성원에 대한 선량이 ALARA 원칙에 부합하도록 해체계획이 수립되었는지를 확인
8. 해체 활동 계획	1) 오염된 구조물 2) 오염된 계통 및 장비 3) 토양 4) 지표수 및 지하수 5) 작업 일정	▶ 해체 부지내 잔류하는 방사성물질들을 부지 개방기준 준위 까지 제거하기 위해 적용하고자 하는 해체 공정들이 적절히 설명되어 있는지를 확인
9. 방사선 안전 및 보건	1) 작업자 방사선안전관리 2) 핵연계 안전성 3) 보건물리 감사, 검사 및 기록 유지 4) 물리적 방호 5) 비상계획	▶ 해체 작업자에 대한 전리방사선의 영향을 최소화하고 감시하기 위해 사용될 보건 및 안전 수단들이 관련 요건에 따라 적절하게 제시되었는지를 확인

항목	기술사항	심사사항
10. 관리 및 조직	1) 해체 관리 조직 2) 해체 작업 관리 3) 해체 관리 직위 및 자격 4) 훈련 5) 계약자 지원	▶ 해체를 신청한 사업자의 해체 사업 조직 및 관리 구조가 상기 8항에서 기술된 전체 해체 사업을 완수하기에 적절한지를 확인
11. 환경 감시 및 관리	1) 해체 전 환경조사 2) 환경영향 평가 3) 유출물 감시 4) 유출물 관리	▶ 해체에 따른 방사선환경영향을 사실적으로 평가하였는지를 확인 ▶ 해체와 관련된 환경감시 프로그램이 관련규정에 부합되며, 해체기간 동안 전리방사선으로부터 작업자, 공중 및 환경을 보호하는데 적절한지를 확인
12. 방사성폐기물 관리	1) 고체 방사성폐기물 2) 액체 방사성폐기물 3) 혼합 폐기물	▶ 해체과정에서 발생하는 방사성폐기물에 대한 정보(폐기물 종류, 형태, 수량 및 농도 등)와 폐기물을 관리하기 위한 방법을 포함하여 해당 폐기물관리프로그램이 적절히 제시되었는지를 확인. 본 정보는 4항과 더불어 해체비용평가, 보건 및 안전계획 평가 혹은 잠재적인 사고의 평가에 활용
13. 품질 보증	1) 조직 2) QA 프로그램 3) 문서관리 4) 측정/시험 장비 관리 5) 시정조치 6) QA 기록 7) 감사 및 감독	▶ 해체를 지원하기 위한 관리조직 및 기타 지원사항들이 적소에 적절히 지원되도록 QA 프로그램이 수립되어 있는지를 확인 ▶ QA 프로그램을 효과적으로 이행할 경우, 수집된 자료들이 이와 관련된 결론들을 정당화하기에 충분한 품질을 가지고 있음을 확인
14. 부지 방사선 조사	1) 개방기준 2) 부지 특성화 조사 3) 복구활동 지원조사 4) 최종부지조사	▶ 해체로 영향을 받는 모든 매체에 대한 부지개방 유도농도기준을 제시하였는지를 확인 ▶ 부지특성화조사가 아래 정보를 충분히 제공하는지를 검토 - 효과적이고 복구 작업자 방호측면에서 안전한 부지복원 계획의 수립에 활용 - 상당량의 미확인 잔류방사능의 탐지 가능성 여부 - 최종부지조사 계획을 수립하는데 활용 ▶ 최종부지조사 계획이 허가종료를 위한 방사선기준에 부합됨을 입증하기에 적합한지를 확인 ▶ 최종부지조사 결과를 검토하여 부지, 구역 및 건물이 허가종료를 위한 방사선기준에 만족함을 입증하는지를 확인
15. 재정 보증	1) 비용평가 2) 재정보증	▶ 해체에 대한 비용 추정치가 적절한 문서 및 가정에 근거하는지, 사업자가 해체를 완수할 수 없는 상황에서 제3자가 제시된 해체계획을 이행하는 데도 그 추정비용이 충분한지, 제한적 부지 개방시 제3자가 사후 부지를 관리하는 경우에도 그 추정비용이 충분한지를 확인 ▶ 이러한 예산이 해체 및 허가종료에 앞서 충분히 확보될 수 있는지를 확인
16. 제한 사용/대체 기준	1) 제한 사용 2) 대체 기준	▶ 사업자가 제한적 이용에 관한 기준 또는 제안하는 대체 기준의 측면에서 운영허가의 종료를 요청하는 경우, 사업자가 취한 조치들이 관련 요건에 부합되는지를 확인

4. 결론

원자력시설의 해체는 원자력관련시설을 보유하고 운영하고 있는 국가로서 필연적으로 해결해야 하는 당면 과제이며 이를 수행함에 있어서 정부의 정책방향, 안전규제제도, 안전성 확보방안, 기술능력 및 경제적 사항들이 고려되어야 하며, 이를 효과적으로 수행하기 위해서는 필요 정책 및 전략 수립, 법령정비, 지침 및 기술기준 개발 그리고 여론 수렴 등이 적절하게 이루어져야 한다. 국내의 경우 향후 다가올 원자력시설의 해체를 효율적으로 준비하기 위해서는 필요한 정책 수립, 규제제도 개선, 법령 준비, 관련 기술기준개발 등에 관한 연구가 필요한 시점이다. 또한 국내 원자력시설의 해체와 관련된 법적 체계가 미비한 실정이며 아울러 해체를 하고자 하는 사업자가 제출하는 해체계획서 작성 지침에 대한 상세 기술 기준 및 이를 확인하고 평가할 수 있는 해체 심사지침서가 준비되어 있어야 한다. 본 연구에서는 해체를 진행중이거나 경험한 국가들의 관련 기술기준 및 보고서 등을 검토 분석하여 국내 원자력법 제31조에서 요구하는 해체계획서 작성 항목별 주요 기술 내용을 도출하였으며 이를 평가하고 확인하는데 이용되는 해체 심사지침서(안)을 해외의 여러 자료들을 근간으로 작성하여 제시하였다. 국내 원자력산업에 있어서 2008년도에 설계 수명이 종료되는 고리 1호기가 국내에서 최초로 실시되는 해체 원전이 될 것이나 현재 논의되고 있는 계속운전을 고려할 경우 고리 1호기의 해체는 약 10년 후인 2018년도로 예상할 수 있다. 그러나 해체를 경험하고 또한 실시하고 있는 국가들은 약 10년 전부터 해체를 위한 기술개발과 함께 관련 기술기준 등이 수립되어 있음을 확인할 수 있었으며, 국내에서도 이러한 상황을 인식하여 향후 예상되는 원자력시설의 해체를 대비한 해체관련 기술들의 개발과 함께 해체를 준비하는데 적용되는 모든 기술기준에 대한 개발이 하루속히 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Connecticut Yankee Atomic Power Company, "Haddam Neck Plant Post Shutdown Decommissioning Activities Report(PSDAR)", CY-97-075, Aug. 1997
- [2] Millstone Nuclear Power Station, "Millstone 1 Post Shutdown Decommissioning Activities Report(PSDAR)", June 1999
- [3] U.S.NRC, Regulatory Guide 1.179, "Standard Format and Content of License Termination Plans for Nuclear Power Reactors", Jan. 1999
- [4] 일본 원자력안전위원회, "원자력시설의 해체에 관한 안전확보의 기본적 사고방식", 일본, 1999
- [5] U.S.NRC, NUREG-1727, "NMSS Decommissioning Standard Review Plan", Sept. 2000.
- [6] 김학수, 김경덕 외, "원자력발전소 제염·해체 안전성 평가 방법 개발(5차년도)", 원자력환경기술원, TR.00NC02.C2005.03, 2005