

Consideration of Regulatory Systems for Decommissioning of Nuclear Power Plants

원자력발전소 해체 규제제도 개선을 위한 각국의 제도 고찰

Sang-Kyu Ahn, In-Young Jeon, Jae-Hak Cheong, Kyung-Woo Choi,
Chan Woo-Jeong and Youn-Keun Lee

Korea Institute of Nuclear Safety, 19 Guseong-Dong, Yuseong-Ku, Daejeon

k052ask@kins.re.kr

안상규, 전인영, 정재학, 최경우, 정찬우, 이윤근
한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19번지

(Received July 27, 2006 / Approved September 7, 2006)

Abstract

Regulatory systems for decommissioning of nuclear power plants in several countries, such as Japan, United States of America, Germany, United Kingdom, France, and Republic of Korea, are surveyed. In the survey, regulatory policies, legislations, licensing process, inspection and public involvements for decommissioning are identified and compared. Afterwards, the survey results will be utilized as a reference to establish the improvement directions of domestic regulatory system.

Key words : nuclear power plants, decommissioning, regulatory system, licensing process

요 약

우리나라를 포함한 일본 및 미국과 독일, 영국, 프랑스 등 유럽국가의 원자력발전소 해체에 관한 규제제도 조사를 수행하였다. 각국의 해체에 관한 규제제도에 관하여 규제정책, 법규, 인허가 절차, 검사, 대중참여 등의 항목별로 비교분석을 수행하였다. 향후 본 조사결과는 국내의 가동 원자력발전소의 폐로 및 해체에 대비한 국내 제도 개선방향 수립에 참조자료로서 활용될 예정이다.

중심단어 : 발전용원자로시설, 해체, 규제제도, 인허가 절차

I. 서론

원자력시설의 안전한 해체는 해당시설의 건설 및 운영에 못지않게 종사자 및 국민의 보건과 환경 보호의 측면에서 매우 중요하다. 특히 원자력시설의 안전한 해체와 더불어 해체 이후에 해당 부지를 새로운 산업시설 혹은 일반 농업용 부지로 사용할 수 있는 최종상태로 복원하는 것이 궁극적인 과제라고 할 수 있다. 우리나라는 20기의 원자력발전소와 2기의 연구용 및 교육용 원자로시설 및 4기의 핵연료가공시설이 운전 중에 있으며, 연구용 원자로 2기 및 우라늄변환시설 1기가 해체 중이거나 완료된 상태에 있다. 현재 국내적으로는 대규모시설인 원자력발전소의 해체경험이 미비한 상태이나 국제적으로는 원자력발전 초창기에 건설·운영된 제1세대 발전용원자로시설에 대한 해체가 활발히 진행되고 있으며 이와 함께 효과적이고 효율적인 안전규제를 위한 관련 규제제도의 개선도 병행하여 이루어지고 있다.

우리나라의 경우에도 사전에 충분한 시간적 여유를 두고 관련 제도의 정비를 통해서 가동 원자력발전소의 향후 폐로 및 해체에 대비하는 것이 매우 바람직 할 것이다. 이와 관련하여 이 논문에서는 우리나라를 포함한 일본 및 미국과 독일, 영국, 프랑스 등 유럽국가의 원자력발전소 해체에 관한 규제제도의 내용과 특징을 살펴보고자 한다.

II. 각국의 해체 규제제도 고찰

가. 규제정책

각국의 원자력시설 해체와 관련한 규제정책의 기초는 공통적으로 해체과정에서의 종사자 및 일반 대중의 안전, 해체 폐기물의 안전한 처분 및 재활용, 해체이후 해당부지의 무제한적 혹은 제한적 활용에 초점을 두고 있다. 특히, 각국은 법규 혹은 규제지침 형태로 해체(decommissioning) 용어를 정의하고 있는데 간결하게 해체에 관한 각국의 규제정책 방향을 함축하고 있다[1][2]. 일본 원자력안전위원회 소위원회는 해체를 "시설의 상태를 안전하게 하기 위하여 역할을 마친 원자력발전소의 최종 정지 이후에 시설을

철거하는 활동"이라고 정의하고 있고, 한편 일본 원자력위원회의 「원자력의 이용, 개발 및 이용에 관한 장기계획」에서는 "상업용발전로, 시험연구로, 핵연료사이클시설 등의 원자력시설의 해체 조치는 그 설치자의 책임 하에 안전 확보를 대전제로 지역 사회의 이해와 지원을 얻으면서 진행되는 것이 중요하다. 또한 상업용 발전로 유적지는 원자력발전소 용지로서 지역 사회의 이해를 얻으면서 계속해서 유효하게 이용될 것이 기대된다."고 명시하고 있다. 미국 원자력법령에서는 해체를 "당해 원자력시설 혹은 부지를 고유기능으로부터 안전하게 제거하고, 자산의 무제한적 사용 및 허가 종료 혹은 자산의 제한적 활용 및 허가 종료를 허용하는 수준까지 잔류방사능을 감소시키는 것"으로 정의하고 있다[3]. 독일 원자력법 제7조에 정의된 시설의 해체 규제지침에서는 해체를 "밀폐격리 혹은 부분적으로 철거된 시설의 수용을 포함하여 밀폐격리, 시설철거 혹은 시설의 부분철거를 목표로 하는 영구 운전정지 이후에 취해지는 모든 조치를 포함하는 것"으로 정의하고 있다[4]. 영국 검사원 지침에서는 "작업자 및 일반 대중의 건강 및 안전과 자연보호에 유의하면서 원자력시설을 영구적으로 정지시키기 위하여 원자력시설 운전 종료시점에 취해지는 일련의 작업"이라고 정의하고 있다[5]. 프랑스 해체 규제지침에서는 해체를 "기본원자력시설 해체단계에 진행되는 작업들은 기본원자력시설 등급 해체를 위해 실시되는 모든 작업들을 일컫는다. 해체 단계는 운영단계에 이어서 진행되며 시설의 등급해제 과정의 종료로 귀결된다."라고 정의하고 있다[6]. 상에서 "등급해제"란 해당 기본원자력시설의 행정적 여건을 변경하기 위해 필요한 모든 행정적 및 법적 작업을 총괄적으로 일컫는다. 기본원자력시설의 등급해제는 기본원자력시설 해체작업이 종료되고, 의도된 최종상태 달성 이후에 이루어진다. 우리나라의 경우에는 공식적인 문서 형태에 의한 해체 용어에 대한 명확한 정의가 마련되어 있지 않다.

해체전략(방법)에 대해서는 국제적으로 3가지 방법 즉, 발전용원자로시설의 영구정지 후 일정기간 안전관리(SAFSTOR) 혹은 해체(DECON) 그리고 전체 혹은 일부시설을 폐기물 저장소로 활용한 영구밀폐

관리(ENTOMB)로 구분되는데 이는 통상 원자력발전소 운영자의 선택사항으로서 제안되고 있다. 최근 동향은 원자력발전소의 운전상태 정보 유지, 기존 운전종사자의 해체단계 활용, 해체종사자에 대한 별도의 교육 훈련, 기존시설물(크레인 등)의 활용 등을 고려하여 영구정지 후 즉시해체가 규제기관에 의해 권장되고 있다.

나. 법규 체계

일본은 원자로동규제법, 정령, 경제산업성령, 경제산업성고시 및 원자력안전위원회지침의 형태로 해체 관련 요건 및 지침을 규정하고 있다[7][9]. 원자로동규제법에서는 해체계획 승인과 해체완료 후 확인에 관한 사업자와 규제기관의 의무를 명시하고, 정령에서는 규제수수료를 규정하고 경제산업성령에서 제출문서의 기재사항과 심사 승인기준 및 확인 기준을 규정하고 있다. 경제산업성고시에서 해체단계에서의 안전검사 빈도를 규정하고 원자력안전위원회지침에서 해체계획서 승인심사에 참조할 수 있는 세부지침들을 규정하고 있다. 부지개방기준도 또한 원자력안전위원회지침 형태로 개발될 예정이다.

미국의 법령체계는 원자력법, 환경보호법, 연방규정(10 CFR) 및 미국원자력위원회(USNRC)의 규제지침(Regulatory Guide) 및 NUREG(Nuclear Regulation Guidance) 등으로 구성되어 있다. 해체 관련 규제절차, 제출문서 및 허가종료기준(License Termination Standards)은 미국 연방규정에서 규정하고 서류심사 및 환경조사 지침은 NUREG으로 기술되어 있다[8][9].

독일은 원자력법(AtG), 환경영향평가법, 방사선방호령, 원자력인허가절차령(AtVfV), 해체지침의 형태로 해체 관련 요건 및 지침을 규정하고 있다. 독일 규제기관이 제정한 해체지침에는 독일 원자력법 제7조에 정의된 원자력시설 즉, 핵연료의 생산, 취급, 처리, 핵분열, 조사된 핵연료재처리와 관련된 모든 시설의 해체에 관한 상세한 인허가 절차 및 관리절차를 규정하고 있다[1][2].

영국은 보건안전법(1974), 원자력설치법(1965), 원자로규정(해체환경영향평가 1999), 방사성물질법,

전리방사선규정, 허가조건, 원자력 허가부지 해체에 관한 검사원 지침(2001) 등으로 해체 관련 요건 및 지침을 규정하고 있다. 특히, 원자력 허가부지 해체에 관한 검사원 지침에 상세한 허가절차, 제출문서 및 기재사항 등을 상세히 규정하고 있다[1][2].

프랑스는 폐기물처분 및 회수에 관한 법률(Law 75-663) 및 부령(Arrete 1999.12), 시행령(Decree 63-1228), 환경보호법 및 시행령(Decree 77-1141), 행정고시(SD3-DEM-01 : Administrative Note 17th February 2003) 등이 해체 관련 요건 및 지침을 규정하고 있다. SD3-DEM-01은 시행령(Decree 63-1228)에 의해 허가된 모든 원자력시설의 안전 해체를 위한 규제절차 요건을 상세히 규정하고 있다[1][2].

우리나라는 원자력법 제31조 및 원자력법시행규칙 제20조에 발전용 원자로 및 관계시설의 해체계획서의 승인 및 경미한 사항의 변경신고에 관한 절차와 제출서류 요건, 규제기관의 조치에 대하여 규정하고 있다[11].

다. 인허가 및 규제 절차

해체에 관한 인허가 절차는 해체 착수 전 단계, 해체단계, 해체 완료 후 단계의 3단계로 구분할 수 있다. 통상적으로 각국은 본격적인 해체단계의 착수 이전에 해체계획에 대하여 규제기관의 승인 혹은 인정을 받는 단계를 거쳐 해체수행 과정에서는 규제기관의 검사가 수행되며 해체 최종완료 후에는 규제기관의 최종확인 과정을 거쳐 그 결과에 따라 당해 부지에 대한 무제한적 사용 혹은 제한적 사용이 허용된다. 따라서 각 단계별로 각국이 시행하고 있는 규제제도 및 관행의 특징을 살펴보면 다음과 같다 [1][9][11].

① 해체 착수 전 단계

일본의 경우 해체 착수 전에 폐지조치계획을 수립하여 규제기관(발전용원자로 및 발전용의 연구개발 단계 원자로의 경우에는 경제산업대신, 시험연구용 원자로의 경우에는 문부과학대신)에 제출하여 인가를 받도록 되어 있다. 폐지조치계획에는 핵연료물질의 관리 및 양도 사항을 포함한다. 또한 폐지조치계획의 인가 이후에 당초 고려되지 않은 폐지조치계획

의 변경사항이 발생한 경우에 변경인가를 허용하는 절차를 규정하고 있다.

미국의 경우 허가소지자(Licensee)가 원자로의 영구정지를 결정하는 날로부터 30일 이내에 NRC에 대해 영구정지 증명서(Certification of Permanent Cessation of Operation)제출을 통하여 영구정지일을 통보하도록 되어 있다. 실재는 영구정지일 2월 전에는 통보하여 NRC가 허가소지자의 활동계획에 대해 사전에 파악하고 대비할 수 있도록 하고 있다. 또한 허가소지자는 NRC에 부지내 사용후핵연료저장조에 저장되어 있던 핵연료의 영구인출 증명서(Certification of Permanent fuel removal)를 제출하여야 하며, 영구정지 이후 2년 내에는 정지후해체활동보고서(PSDAR : Post-shutdown Decommissioning Activity Report)를 제출하여야 한다. NRC는 허가소지자가 제출한 PSDAR을 연방관보에 게재하고 PSDAR에 대한 논의를 위하여 대중설명회(public meeting)를 개최한다. 허가소지자는 NRC가 PSDAR을 접수한 날로부터 90일이 경과한 후에 해체작업에 착수할 수 있으며, PSDAR에 대한 NRC의 승인이 요구되지 않는다. 다만 NRC는 PSDAR의 내용상 법규에 위반되는 사항이 있는 경우에 그 보완을 요구할 수 있다.

독일의 경우 해체착수 전 단계에서 영구정지 후 기존의 운영허가 유효기간에 운전관행의 일부로 핵연료의 인출 및 처분, 핵연료 철거, 방사성잔유물의 회수 및 운전단계 발생 방사성물질의 처분, 시설의 제염 등이 포함된다. 다만, 중수와 같이 일상적으로 처분할 수 없는 폐기물의 경우에는 해체허가를 받은 이후에 처분되어야 한다. 발전용원자로운영자가 발전용원자로시설의 해체를 하고자하는 경우에 규제기관(관할주정부)에 해체허가신청서를 제출하여야 한다. 해체허가 신청은 단일 허가신청 혹은 해체작업별로 분할하여 신청할 수 있다. 특히, 발전용원자로시설 혹은 핵연료주기시설과 같이 대형의 시설인 경우에 부분해체허가신청이 권장되고 있고 연구용원자로의 해체 등 소규모사업의 경우에 단일해체허가신청이 권장되고 있다. 부분해체허가는 새로운 기술이나 이전 해체단계에서 얻은 경험을 다음 해체단계에 반

영할 수 있는 이점을 제공한다. 해체허가신청서류는 필요에 따라 수개의 관계 정부기관에 의한 승인이 요구되며, 대중 검사(public inspection)를 위하여 일반 대중에게 공개될 수 있다. 해체사업이 수개의 관계 정부기관에 의한 승인이 요구되는 경우에 병행 승인을 위한 환경영향평가 수행여부가 확인된다. 규제기관이 예비평가를 통해 예정 해체작업이 제3자 보호나 환경에 악영향이 없을 것으로 판단되는 경우에 규제기관 재량에 따라 해체단계의 대중참여 여부가 결정된다. 그러나 악영향이 의심되는 경우 즉 악영향에 대한 명확한 확인을 위한 광범위한 연구가 요구되는 경우 규제기관은 보완 공고와 함께 대중검사를 위한 공개가 요구된다. 해체사업, 밀폐관리(SAFSTOR) 및 시설 부분해체가 보완 공고의 대상이 되는 경우에 환경영향평가가 수행되어야 한다. 또한 반대의사 표시나 공청회는 신청된 사업에 국한된다.

영국은 해체착수 이전 단계에 허가소지자가 모든 방사성폐기물의 향후 관리 및 처분을 포함한 해체전략계획(licensee's decommissioning strategies)을 수립하고 규제기관(HSE: Health & Safety Executive)에게 5년마다 제출한다. 이에 대해 HSE는 정부정책에 따라 환경정부기관의 자문을 받아 심사(QQR: Quinquennial Review)를 한다. 허가소지자는 허가조건(License Codition 35)에 따라 해체 착수 전에 해체 준비계획(arrangements) 및 계획(program)을 수립하여 HSE에 제출하여 승인(approval)을 받는다. 허가소지자는 승인된 해체 준비계획(arrangements) 혹은 계획(program)을 HSE의 사전 승인 없이 변경할 수 없다. 해체 준비계획은 해당되는 경우 해체작업 단계별로 구분되어야 하며 한 단계에서 다음 단계로 진행되기 전에 HSE의 동의(consent)를 받아야 한다.

프랑스는 허가소지자는 영구정지 6개월 전에 규제기관(ASN: Authorities on Nuclear Safety)에 사전 통보를 하여야 한다. ASN은 허가소지자의 통보 접수 사실과 함께 추가 지시를 허가소지자에게 송부할 수 있다. 이후 허가소지자가 영구정지및해체허가신청서를 ASN에 제출하면 ASN은 심사를 수행하고 시행령(Decree)의 형태로 영구정지및해체허가령을 발급한

다. 또한 ASN 및 지방정부는 해체 착수 전에 환경보호관련법에 따라 국민에게 해체계획 및 관련 환경영향평가서를 함께 공지하도록 되어 있다.

우리나라는 발전용원자로시설 운영자가 해체 착수 전에 과학기술부장관에게 해체계획서를 제출하여 승인을 받도록 되어 있다. 또한, 해체계획서의 변경을 하고자하는 경우에 변경승인을 하도록 되어 있으며, 경미한 사항의 변경신고는 신고사유 발생 30일 이내에 신고하도록 되어 있다. 이와는 별개로 발전용원자로운영자가 원자로시설을 계속운전하지 않을 때에는 해당 원자로시설의 영구정지 변경허가를 신청하도록 되어 있다.

② 해체단계

일본은 해체작업 진행에 따라 필요시 발전용원자로운영자가 규제기관(METI-NISA)에 기존 인가된 보안규정 변경에 대한 변경인가신청을 하여 인가를 받는다. 경제산업성(METI) 산하의 원자력안전보안원(NISA: Nuclear and Industrial Safety Agency)은 발전용원자로시설의 정상운전 중 년 1회 실시하던 시설성능에 관한 정기검사는 중지하고 년 4회 분기별로 실시하는 보안규정 준수 확인검사(보안검사)를 해체단계에 따라 횟수를 삭감 조정하여 실시한다. 해체단계에서 발생하는 방사선관리구역 내 방사성폐기물은 규제해제절차(clearance procedure)에 따라 비방사성폐기물로 분류되어 재활용되거나 일반폐기물로 분류되어 처분된다.

미국은 해체작업 진행에 따라 허가소지자가 NRC에 운영기술지침서(technical specifications) 변경 등을 위해 운영허가변경을 신청하여 변경허가를 받는다. NRC 본부 및 지역사무소의 검사원이 해체 주요 공정에 대하여 선별적으로 검사 규정 및 절차서에 따라 규제검사를 수행한다. 해체단계에서 발생하는 방사선관리구역 내 방사성폐기물은 규제해제절차에 따라 비방사성폐기물로 분류되어 재활용되거나 일반폐기물로 분류되어 처분된다. 허가소지자가 허가종료 요청일 2년 전까지 허가종료계획(LTP : License Termination Plan)을 NRC에 제출하여 NRC 승인을 요청한다. NRC는 LTP를 심사하고 운영허가 변경과 함께 LTP를 승인한다. 허가소지자는 잔여 해체작업

을 수행한다.

독일은 해체단계에서 사업자는 허가에 명시되는 작업허가절차서(work permit procedure)에 따라 해체작업을 실시한다. 방사선방호, 작업안전, 화재방호, 물리적 방호 및 기타 안전에 관련된 보호요건을 고려하기 위하여 해체되는 시설 내 모든 활동은 동 작업허가절차서의 적용대상이 된다. 관할주정부의 검사원은 허가된 내용에 근거를 둔 감독절차(supervisory procedure)에 따라 허가된 조치이행을 감시 및 검사하고 방사선방호령의 규정이 준수되는지를 점검한다. 관할주정부는 원자력법 제20조의 규정에 따라 전문가를 규제검사에 참여시킬 수 있다. 해체단계에서 발생하는 방사선관리구역 내 방사성폐기물은 규제해제절차에 따라 비방사성폐기물로 분류되어 재활용되거나 일반폐기물로 분류되어 처분된다.

영국은 HSE가 해체작업의 진행에 따라 감소하는 위험도에 상응하게 검사투입인력을 조정하고 HSE의 검사원 지침에 따라 검사를 수행한다. 프랑스는 해체단계에서 지방 규제사무소(DSNR : regional office for nuclear safety and radiation protection)에서 일상점검(day-to-day follow-up of site)을 실시한다. 우리나라는 원자력법 제31조 제5항의 규정에 따라 과학기술부장관은 발전용 원자로 및 관계시설의 해체가 완료되기 전에 발전용 원자로 및 관계시설의 해체 상황을 확인 점검하여야 한다. 또한, 확인 점검결과 발전용 원자로운영자가 제2항의 규정에 의한 해체계획서에 따라 이행하지 아니한 때에는 그 시정 또는 보완을 명할 수 있다.

③ 해체 완료 후 단계

일본은 발전용원자로시설 운영자가 해체완료 후 규제기관(METI-NISA)에 폐지조치 종료 확인 신청을 하도록 되어 있으며, 규제기관은 이를 심사 및 현장 확인하고 인가함으로써 발전용원자로시설 운영자는 폐지조치를 종료하게 되고 원자로설치허가의 효력이 상실된다.

미국은 허가소지자가 해체완료 후 NRC에 최종상태확인보고서(FSSR : Final Status Survey Report)를 제출하고 NRC는 이를 심사 및 승인하고 확인조사

(confirmatory surveys)를 실시한 후 운영허가를 종료한다.

독일은 해체허가소지자는 해체가 완료된 후 해체 작업 완료 후 부지의 최종상태 설명서, 해제기준 (clearance criteria), 사용된 측정방법, 부지 및 부지에 남겨진 모든 구조물에 대한 결과에 관한 문서를 관할주정부에 제출하여야 한다. 관할주정부는 최종 확인 후에 해체허가를 종료한다.

영국은 허가소지자는 해체가 완료된 후 규제기관 (HSE)에 허가종료(delicensing) 신청을 하고 HSE는 이를 심사 및 확인하고 원자력부지허가(Nuclear Site License)를 종료한다. 단 허가소지자가 동일부지에 새로운 원자력시설 운영계획을 가지고 있거나 제도적 관리(institutional control)가 유지되는 경우에는 그러하지 않다.

프랑스는 해체가 완료되면 규제기관의 최종 확인 후 영구정지및해체허가령은 그 효력을 상실한다. 허가소지자는 해체가 완료된 후 규제기관(ASN)에 기본 원자력시설(BNI: basic nuclear installations)의 전체 혹은 부분 등급해제(declassification)를 신청한다. 규제기관은 심사 후 이를 승인하며 필요시 국민의 방사선 안전을 위하여 제약사항(constraints)을 부가한다.

우리나라는 해체완료 후 단계에 대하여는 운영허가가 종료될 것으로 예상되지만 관련 규제절차는 상세히 규정되어 있지 않다.

Ⅲ. 각국의 규제제도 벤치마킹을 통한 국내 제도 개선방향 도출

국내의 발전용원자력시설 해체 제도의 개선방향을 찾기 위하여 Table 1에 보는 바와 같이 해체단계별로 각국의 관련 제도를 벤치마킹하여 분석하였으며, 이를 토대로 국내제도의 개선방향을 아래와 같이 도출하였다.

가. 원자로시설 영구정지 및 해체 규제제도의 연계

해체 전 단계에서는 먼저 운영자의 원자로시설의 영구정지 결정에 따라 시설의 영구작업이 착수되고

이어 해체작업이 시작된다. 규제기관의 측면에서는 시설의 영구정지 및 해체 안전성 확보의 확인을 위한 규제검사 및 안전심사 등의 규제활동계획이 수립되어야 한다. 이와 관련하여 미국 및 프랑스의 경우에 시설의 운영허가소지자가 영구정지를 결정하면 규제기관에 통보하도록 되어 있다. 미국은 영구정지 결정일로부터 1월 이내, 프랑스는 영구정지예정일 6월 전에 각각 규제기관에 통보함으로써 규제기관이 향후 규제활동의 종합계획 수립 등에 반영할 수 있도록 하고 있다. 영국은 허가소지자의 해체전략에 대한 5년 주기의 심사(QQR)를 통해서 허가소지자의 해체 일정을 사전에 파악하고 있다. 우리나라의 경우에는 발전용원자로운영자가 원자로시설을 계속운전하지 않을 때에는 해당 원자로시설의 영구정지 변경허가를 신청하도록 되어 있다. 해체단계는 원자로시설의 영구정지단계와 연계되어 있으므로 규제제도 또한 영구정지 변경허가와 연계되는 것이 바람직하다.

나. 해체계획 및 환경영향평가에 대한 공개 및 설명회 제도 신설

원자로시설의 해체는 해당 지역사회에 직·간접의 많은 영향을 줄 것이 예상된다. 해체가 지역경제 미치는 영향을 포함하여 해체작업의 환경영향, 해체 과정에서 발생된 다양한 형태의 방사성 및 비방사성 폐기물의 처리·처분, 특히 사용후핵연료의 처분, 해체 이후의 부지사용 등에 대해 많은 지역사회의 관심과 우려가 예상된다. 따라서 시설운영자의 홍보책자 발간, 지역설명회 개최 등 다양한 활동이 필요하지만 이와 함께 규제기관에서도 해체와 관련한 규제활동 내용에 대하여 지역사회를 포함한 일반 대중에게 능동적으로 전달할 필요가 있다. 외국의 경우 중앙 혹은 지방정부가 해체관련 인·허가 자료 공개, 주민설명회 혹은 공청회 개최, 관련 소개책자 발간, 인터넷 홈페이지를 이용한 정보공개 등이 법적 요건에 따라 혹은 관행적으로 시행되고 있다. 안전규제의 사회적 수용성 제고 측면에서 해체 전 단계 및 해체 완결 후에 해당 지역 주민 및 일반 대중을 대상으로 해체계획서의 공개 및 의견수렴(일정기간), 설명회 개최 및

완결된 심사/검사보고서의 대중 공개가 필요하다.

다. 해체 단계에서의 규제검사제도 규정화

해체단계에서는 해체작업의 진행상태에 따라 규제기관의 규제검사를 수행하여 해체과정에서의 방사선안전관리, 화재방호, 폐기물처리 및 처분 등에 대한 해체계획의 준수 및 안전관리상태를 감시 감독한다. 일반적으로 유럽국가 및 미국의 경우에는 법률로서 규제기관에 부여된 고유권한 범위 안에서 규제기관이 규제검사프로그램을 수립하고 이에 따라 규제검사를 수행하고 있으며, 일본 및 우리나라의 경우

에는 규제대상별로 구체적인 규제검사의 방법과 주기 등을 법령으로 규정하고 이에 따라 규제검사를 수행하고 있다. 독일은 주요공정별로 분할 해체허가 제도를 통하여 개별 해체허가단계별로 규제심사 및 검사를 수행하고 있고, 미국의 경우에는 주요 해체공정에 대하여 핵심검사 (core inspection), 잠정지시서 준수검사 (temporary instruction compliance inspection), 임의검사 (discretionary inspection)의 3종류 검사를 수행하고 있다. 핵심검사의 대상은 시설관리, 해체지원활동, 사용후핵연료 안전 및 방사선 안전이며, 잠정지시서 준수 검사의 대상은 사용후핵

Table 1. Decommissioning status and regulations in some countries

	일본	미국	독일	영국	프랑스	우리나라	
시설 영구 정지 및 해체 현황	발전용원자로: 23기 영구정지 및 해체 단계. 일본최초 상용 원자로 도카이 원전 2001년 해체 착수	발전용원자로: 23기 영구정지 및 해체 단계. 연구용원자로: 16기 영구정지 발전용원자로 해체 완료 1기 (M.Y.,2005.9)	발전용원자로: 18기 영구정지 및 해체 단계	발전용원자로: 22기 영구정지 및 해체 단계	발전용원자로: 11기 영구정지 상태 G C R (6 기) , PWR(CHOOZA), Superphenix의 즉시해체 결정	연구로 1호기 및 2호기, 우라늄 변환 시설 등 3개 시설 해체 단계	
규제 기관	NSC/AEC NISA/JNES	NRC	주정부(Lander), 외부전문가	HSE/NII 외부전문가	ASN (DGSNR/DSNR/IRSN)	과학기술부/ KINS	
규제 법규 및 지침	원자로통규 제법, 정령, 부령, 고시, 안전위 규제지침	원자력법 및 10CFR50 등 표준심사계획 (SRP) 해체검사계획	원자력법령, 방사선방호령, 원자력인허가절차령, BMU 해체지침	보건안전법, 원자력설치법, 해체환경영향평가 규정, 방사성물질법, 국가해체정책, 검사원지침 (2001)	시행령(Decree) : 63-1228, 77-1141, 1995; Arrete 1999, 행정고시: SD3-DEM-01, BSR	원자력법, 시행령, 시행규칙, 부령, 고시	
규제 절차	해체 전 단계	폐기조치계획 인가 /변경인가	영구운영정지 통보 접수(결정 1월 내) 연료영구인출 증명서 접수 영구정지후해체 활동보고서 접수, 연방관보 게재, 대중설명회개최 (접수 90일 경과 후 해체 허용) 해체완료 2년 전까지 운영허가 종료계획 접수, 연방관보 게재, 대중설명회개최, 공청회 실시	주요작업단계별 부분해체허가 (원자로시설, 핵연료주기시설 등 대형시설 해체 경우)	해체전략계획- 5년마다 심사 (QQR) 해체 (준비) 계획 승인	영구정지통보 접수 (정지 6월 전) 영구정지/해체 허가령 발급	해체계획서 승인
	해체 단계	보안검사(년4회) : 점차 삭감 폐기물 규제해제	주요해체공정 현장 검사 폐기물 규제해제	주정부검사원 상시 검사 외부전문가활용 폐기물 규제해제	HSE/NII 검사원 검사	지역검사원 상시검사	MOST/KINS 년 3 ~4회 검사 폐기물 규제해제
	해체 완료 후 단계	해체조치완료후 확인 원자로설치허가 효력 상실	최종상태조사보고서 접수/승인 현장확인 후 운영허가종료	최종상태보고서 등 접수 및 확인 해체허가 종료	허가종료 신청 접수 및 확인 원자력부지허가 종료	해체완료 점검 BNI 등급 해체 혹은 변경 승인	운영허가 종료

연료저장조의 배수 (siphoning) 및 내진 등이며, 임의검사의 대상으로는 고준위 폐기물 운반, 내부 및 외부 선량평가, 확인조사 등이 포함된다. 또한 원자로시설 운영허가종료 요청일 2년 전까지 운영허가종료계획을 허가소지자로부터 제출받아 운영허가 종료 전까지의 잔여 해체계획에 대한 심사 및 현장 확인을 수행하고 허가변경의 형태로 인가한다. 일본은 법령에 의해 시설운영 중에 년 1회 정기적으로 실시하는 시설 성능에 관한 정기검사는 해체기간 중에 실시하지 않지만 시설 운영 중에 년 4회 실시하던 보안검사는 시설 해체상태에 따라 년 3회 이하로 검사 횟수를 조정하여 실시하고 있다. 우리나라는 규제기관이 발전용원자로 및 관계시설의 해체가 완료되기 전에 해체상황을 확인·점검하도록 되어 있는데 구체적인 방법 등은 규정되어 있지 않다.

따라서 규제검사에 대한 우리나라 원자력법령의 일반적 특성을 고려하여 원자로시설 해체과정에 대한 규제검사의 법적 근거와 수행방법에 관한 최소한의 요건을 규정할 필요가 있다.

라. 해체완료 단계에서 부지최종상태 확인제도 및 운영허가 종료 제도 신설

해체완료단계에서는 대부분의 국가들에 있어서 해체완료상태에 대한 시설 운영자의 최종보고서를 규제기관이 접수하여 이에 대한 현장실사를 하고 그 결과에 따라 운영허가 혹은 해체허가를 종료한다. 미국의 경우 허가소지자가 운영허가종료계획에 대한 변경허가 이후에 인가된 운영허가종료계획에 따라 잔여해체계획을 이행하고 최종상태조사보고서를 제출하면 규제기관은 이를 심사하고 확인조사를 수행하고 이를 승인하며 최종적으로는 허가를 종료한다. 일본의 경우에는 허가소지자가 해체완료 후 폐지조치 종료 확인신청을 규제기관에 의뢰하면 규제기관은 확인신청서에 대한 심사 및 확인을 통해 확인신청을 인가하고 이와 함께 허가가 종료된다. 그 밖에 독일의 경우 해체허가 종료, 영국의 경우 원자력부지허가 종료, 프랑스의 경우 시설등급 해체 등의 형태로 허가가 종료된다. 다만, 각국의 경우에 부지의 최종상태에 따라 무제한적 사용 혹은 조건부의 제한적 사용이 허용

된다. 우리나라의 경우에는 원자력법에서 규제기관이 해체완료 전에 해체상황을 확인·점검하고 그 결과 해체계획서의 이행이 미흡한 경우에 시정 또는 보완명령을 할 수 있도록 규정하고 있으나 해체 완료 후의 조치에 대하여는 규정하고 있지 않다. 따라서 미국과 일본과 같이 허가소지자가 해체완료 후에 해체완료보고서를 규제기관에 제출하고 이를 규제기관이 최종 확인하는 제도와 함께 최종확인인 완료된 경우에 필요시 부지의 사용조건을 붙여 운영허가를 종료하는 허가종료제도를 도입하는 것이 필요하다.

IV. 결론

원자력발전소의 해체는 건설에 못지않게 매우 중요한 국가적 사업이다. 건설 당시의 지역사회에 미치는 영향이 적지 않듯이 해체 및 해체 이후의 부지 활용 또한 국가 및 지역사회에 지대한 영향을 줄 것이 예상된다. 특히 기술적인 측면 보다는 경제적 영향과 함께 해체과정에서 발생하는 폐기물의 관리 및 처분, 특히 사용후핵연료에 대한 영구적 관리에 대한 해당 지역사회의 관심이 집중될 것이다. 이에 대비하여 충분한 시간을 두고 사전에 해체과정에서 예상되는 종사자, 주민 및 환경에 대한 철저한 영향 평가와 후속 대책이 마련되고 이에 대해 충분한 이해가 뒷받침되어야 할 것이다.

본 연구에서는 이를 위하여 이미 발전용원자로시설의 해체 및 규제경험을 갖춘 외국에서 현재 시행되고 있는 관련 제도에 대한 조사와 특징 분석을 통해서 국내 현행제도의 개선방향을 도출하는데 목적을 두고 수행되었다. 해체의 각 단계에서 명확하고 투명한 규제제도에 근거한 안전규제가 시행될 때 규제기관, 운영자 및 일반 국민이 모두 신뢰하는 결과를 얻을 것으로 기대된다.

이와 관련하여 동 연구결과는 향후 발전용원자로시설의 해체에 대비한 우리나라 관련 법령의 구체적인 개정안을 개발하는데 활용될 수 있을 것이다. 또한 안전규제의 일관성, 효과성 및 효율성을 위하여 제도적 기본골격의 개선과 함께 제도 시행에 필요한 상세 규제기술지침도 체계적으로 개발되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 과학기술부에서 주관하는 원자력 중·장기 연구개발사업의 일환으로 수행하였습니다.

참고문헌

- [1] 안상규 외, 유럽 국가 원자력시설 해체 안전규제, 한국원자력안전기술원, KINS/RR-396 (2006)
- [2] 안상규, 전인영, 안형준, 원자력시설의 해체 등에 관한 국외 현황 조사 및 기술협약(프랑스·독일), 한국원자력안전기술원, KINS/DR-1376(2005)
- [3] 10 CFR 50, Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities, Office of the Federal Register National Archives and Records Administration
- [4] Guide to the Decommissioning of Facilities as defined in § 7 of the Atomic Energy Act, BMU, 1996
- [5] Guidance for Inspectors on Decommissioning on Nuclear Licensed Sites, HSE/NSD, 2001. 3
- [6] SD3-DEM-01, administrative note, DGSNR 2003. 2
- [7] 안상규, 전인영 외 일본 원자력시설 해체 및 연구용 원자로 규제제도 조사를 위한 해외출장 귀국보고서, KINS/DR-1494(2006)
- [8] 안상규, 전인영 외 미국 원자력시설 해체, 핵연료주기시설 및 연구용원자로 규제제도 조사를 위한 해외출장 귀국보고서, KINS/DR-1506(2006)
- [9] 안상규 외 미국 및 일본의 원자력시설 해체 안전규제, KINS/RR-411(2006)
- [10] 원자력관계법령집, 한국원자력안전기술원, 2001
- [11] 정찬우 외, 방사성폐기물 규제기술개발, 한국원자력안전기술원, KINS/GR-297(2005)