

An Integrative Review on Domestic Site Release Criteria of Nuclear Power Plant based on the Analysis of Foreign Site Release Criteria

YuJung Bae*, Yongmin Kim*, Seokyoung Ahn**, Cheol Min Kim**

*Department of Radiological Science, Catholic University of Daegu**,
*School of Mechanical Engineering, Pusan National University***

국외 부지해제기준 분석을 통한 국내 원자력발전소 부지해제기준 도출에 관한 고찰

*, **, **, **
가 ; **

Abstract

In recent years, concern about the decommissioning of nuclear power plants has been growing according to the nuclear power plants aging. Although site reuse is one of the most important issues in doing decommissioning of nuclear power plants in view of the internal affairs, there is currently no specific standard of the site release criteria for site reuse in the Republic of Korea.

In this study, we analyzed the international safety standards for the site release(IAEA's Safety Guide No. WS-G-5.1) and the present domestic condition. Also, we studied the site release criteria and real life examples about advanced countries such as United states and Europe, which already have experience of decommissioning or site release. As a results of the study, we suggested proper standards and future consideration to establish site release criteria. This will be used for preliminary data for establishing the domestic site release criteria after the decommissioning of nuclear power plants.

Keyword : Nuclear power plant decommissioning, Site release criteria, Site reuse, Unrestricted use

요 약

세계적으로 수명을 다한 원자력발전소들이 증가하면서 노후화 된 원전의 해체에 대한 관심이 커져가고 있다. 특히 국토가 좁고 자원이 부족한 국내의 경우 원전을 해체하는데 있어 부지 재이용 문제는 하나의 중요한 사안이지만, 아직 까지 부지 재이용을 위한 구체적인 법적 부지해제기준이 마련되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 부지해제를 위한 IAEA의 국제적 안전기준(Safety Guide No. WS-G-5.1) 및 국내 관련기준, 미국·유럽 등 선진국들의 부지해제 사례들을 분석하였으며, 이를 바탕으로 적절한 선량기준 및 국내 부지해제 기준 수립 시 고려해야하는 사항들을 제안하였다. 이는 원전 해체 후 부지 재이용을 위한 국내 부지해제 기준 수립을 위한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

중심단어: 원자력발전소 해체, 부지해제기준, 부지 재이용, 무제한적 이용

I. INTRODUCTION

최근 원자력안전위원회에서는 30년의 설계수명에 도달한 월성1호기의 계속운전 여부에 대한 기나긴 찬반논쟁 끝에 2022년까지 계속운전하기로 승인했다.^[1] 앞선 고리1호기의 경우와 마찬가지로 월성1호기도 사용을 연장하기로 최종 결정되었지만, 결론적으로 언젠가는 현재 가동 중이거나 건설 중인 세계의 모든 원전은 수명을 다해 안전성이나 경제성을 상실하게 되면 가동을 중단하고, 인간과 환경의 보호를 위해 해체를 시작하게 될 것이다.

이러한 이유로 이미 전 세계적으로는 19개의 원자력 발전소가 해체되었으며, 현재 가동이 중단되어 해체를 해야 하는 원전은 150여개에 달한다.^[2] 또한 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)의 국제 원전 해체 시장 전망에 따르면, 2020년까지 142기, 2030년까지 347기의 원자로가 가동을 중단하고 해체될 전망이다. 이에 따라 세계적으로 원전 해체작업이 활발하게 진행될 것으로 예상되어진다.^[3]

국내 원전의 경우에도 지난 2007년 10년의 계속운전을 허가받은 고리1호기의 계속운전이 2년 밖에 남지 않았으며, Table 1.과 같이 2030년까지 현재 운전 중인 23기의 원자로 중 절반 수준인 12기의 원자로에 대한 설계수명이 완료될 예정에 있어 원자력발전소의 해체를 위한 준비가 필요한 상황이다.^[4]

원전시설의 해체 및 부지의 재이용과 관련하여, IAEA Safety Guide No. WS-G-5.1 "Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices"에서는 규제관리로부터의 부지해체를 해체과정의 마지막 단계로 보며, 해체 작업이 완료된 부지는 해체요건에 따라 무제한적 및 제한적으로 재이용 될 수 있다고 규정하고 있다.^[5]

해체작업의 마지막단계인 부지해체 및 재이용은 미국, 캐나다 등과 같이 영토가 크지 않으며 원자력발전소 건설을 위한 부지 확보가 어려운 국내 여건을 고려할 때 불가피할 전망이다. 따라서 부

Table 1. Expected shutdown time of the Korea's Nuclear Power Plants according to the operating license.

2017 (2007)	1
2022 (2012)	1
2023	2
2024	3
2025	4, 1
2026	2, 2
2027	3, 1
2028	2
2029	4
2034	3
2035	4
2037	3
2038	4
2041	5
2042	6
2043	5
2044	6
2050	1
2051	2, 1

지해체기준의 수립이 요구된다.

부지해체를 위해 선행되어야하는 부지 해체 기준의 수립은 원전해체 시 요구되는 고도의 안전성, 경제성 및 효율성 등 여러 가지 측면에서 중요하다. 부지해체기준이 설정되면 부지해체목적에 따라 보다 정확한 복원 계획을 설정할 수 있어 해체과정 중 범할 수 있는 불필요한 노력과 오류를 줄일 수 있다. 또한 불충분한 복원으로 인한 인간과 환경의 피해를 막음과 동시에 과도한 복원으로 인한 작업종사자의 피폭, 막대한 해체 비용과 시간을 줄일 수 있으며, 결론적으로 이러한 안전하고 체계적인 해체작업은 후쿠시마 사고 이후 높아진 안전에 대한 국민들의 불안감을 감소시킬 수 있을 것이라 전망된다.

한편, 2015년 1월 국내에서는 원전 시설에 대한 선제적 대응 및 국제적 수준의 안전 체계 구축을 목표로 「원자력안전법」을 개정하였다. 개정안에 따르면, 원전사업자는 신규원전의 건설허가 신청 때부터 해체계획서를 의무적으로 제출하여야하며, 운영 중에도 주기적으로 갱신하여 원자력안전위

원회에 보고하여야 한다. 더불어 현재 운영 중인 모든 원전들의 경우 3년 이내에 해체계획서를 원자력안전위원회에 제출하도록 규정하고 있다. IAEA의 권고사항에 따르면 해체계획서의 일부인 복원계획서에는 규제관리로부터의 해제기준을 포함해야한다.^[5] 이러한 국제적인 경향을 생각할 때 국내 해체계획서에도 부지해제기준이 포함되어야 할 것으로 예상되어지며, 따라서 해체 작업의 수행 전 부지해제기준의 수립이 필요하다.

II. ANALYSIS OF SITE RELEASE CRITERIA OF OVERSEAS

1. 국제원자력기구

IAEA에서는 Safety Guide No. WS-R-5.1을 통해 규제해제를 위해 고려되어야하는 모든 건물(buildings) 및 그 구조물들(structures)을 포함한 땅(land)을 부지(site)로 정의하는 한편, 부지 해제를 해체과정의 마지막 단계이자 행위의 마지막 단계라고 생각하여 기본 안전 기준(Basic Safety Standards, BSS)의 방사선 방호 요구사항(방호의 정당화, 선량한도, 최적화)을 모두 적용하도록 하고 있다. 이에 따라 약 0.01 mSv/y이하의 선량에 대한 방사선 최적화는 방사선 보호 구역에 필요하지 않을 수 있다는 사실을 고려하여 IAEA의 부지해제 선량기준은 선량제약치 0.3 mSv/y 아래 방호의 최적화에 기반하며, 이 선량제약치는 방사성 잔류물로 인해 미래에 발생할 수 있는 피폭도 포함한다.

따라서 부지의 무제한적 이용을 위한 결정 집단의 유효선량은 방호의 최적화에 의해 선량제약치 0.3 mSv/y 이하로 유지하도록 규정하고 있으며, 제한적 이용의 경우 장소에 대한 제한과 함께 유효선량이 선량제약치를 초과하지 않으며 만약 제한이 실패한다 하더라도 일반인의 선량한도인 1 mSv/y를 초과하지 않을 것을 규정하고 있다. 부지의 무제한적 및 제한적 이용을 위한 선량 한도는 Fig. 1과 같다.^[5]

2. 미국

미국의 원자력안전규제 행정조직으로는 원자력 안전규제를 독립적으로 수행하는 원자력규제위원

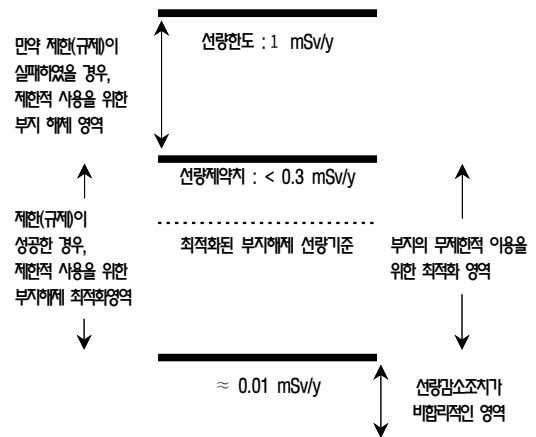


Fig. 1. Constrained optimization and regions of effective dose for members of the critical group in the release of sites.^[5]

회(Nuclear Regulatory Commission, NRC), 군사적 이용을 포함한 원자력이용개발을 담당하는 에너지부(Department of Energy, DOE), 환경보호 정책을 담당하는 환경보호국(Environmental Protection Agency, EPA)과 각각의 주정부(States)가 있으며, 이 중 해체와 복원을 책임지는 주요 기관은 NRC와 EPA이다.^[6,7]

NRC는 허가종료를 위한 방사선학적 기준에 관한 규정(10CFR20, Subpart E)을 통해 무제한적 부지해제기준으로 식수용 지하수를 포함한 부지 잔류 방사능에 의한 결정 집단 평균인의 총 유효 선량이 0.25 mSv/y를 초과하지 않으며, ALARA (As Low As Reasonable Achievable)준위까지 잔류방사능을 최소화할 것을 규정하고 있다. 또한 제한적 조건에서의 허가종료 기준 및 허가종료 대체기준도 함께 규정하고 있다.^[8]

한편, EPA는 방사성물질로 오염된 부지의 제염 후 무제한적 이용 또는 조건부 사용을 위한 기준으로 땅과 그 구조물에 대해 0.15 mSv/y, 지하수에 대해 0.04 mSv/y로 제한하고 있다. 이는 완전한 제염 이후 일반인이 1,000년간 받는 자연방사선량보다 0.15 mSv/y을 초과한 연간 유효예탁선량을 받지 않도록 규제하기 위한 것이다.^[9]

DOE는 선원(source)으로부터 일반인에 대한 기본 선량한도로 0.1 mSv/y를, 해체 부지와 같은

단일선원에 대한 한도로서 NRC의 0.25 mSv/y를 적용해왔다. 미국 각각의 주(state)들 역시 일반적으로 NRC와 같은 해제기준을 사용하고 있으나 Connecticut(0.19 mSv/y), New Jersey(0.15 mSv/y), Massachusetts(0.1 mSv/y) 등 개별적인 주 법규를 통해 엄격한 해제기준을 적용하는 경우도 있다.^[7]

3. 유럽

후쿠시마 사고 이후 유럽에서는 영국, 프랑스 등 원전 확대 정책을 펴는 나라가 있는 반면, 탈원전 정책을 시행하는 나라들도 생겨나고 있다. 예를 들어 독일의 경우 원자력 이용에 대해 단계적인 포기 결정을 하였으며, 이탈리아 역시 원전 건설 계획을 폐기했다. 이러한 동향에 따라 올해 폐지될 118기의 세계 원전 중 일본을 제외한 대부분의 원전은 유럽에서 폐지될 것으로 전망되고 있다.^[10]

유럽 국가들 중 지금까지 해체한 원전이 있거나 해체중인 원전이 많은 주요국들의 부지해제기준은 다음과 같다.

3.1 독일

유럽의 나라 중 유일하게 상업용 원전 해체 경험을 가진 독일은 방사선보호법령(The German Radiation Protection Ordinance)을 통해 원자력 시설의 규제해제를 위한 선량 기반의 요건들을 종합적이고 구체적으로 제시하고 있다. 제시된 법령에서는 원자력 에너지 법((Atomic Energy Act)으로부터 허가받은 모든 시설의 해체는 0.01 mSv/y의 개념을 이행해야 함을 규정하고 있으며, 이는 규제해제를 위해서 어떠한 일반인도 남아있는 방사선으로부터 0.01 mSv/y의 유효선량을 넘어 피폭되어서는 안 된다는 것을 의미한다. 이 기준을 충족시키기 위한 다양한 방사성핵종의 농도기준을 부록의 표를 통해 제공하고 있으며, 독일은 해체 후 원전 부지를 가능하면 녹지(Green field)로 복원 시키고자 한다.^[11,12,13]

3.2 스페인

2003년 스페인 방사성폐기물관리공사(Empresa Nacional de Residuos Radioactivos, ENRESA)에서는 1990년 중반에 가동을 중단한 Vandellòs 1 원자로에 대해 더 많은 부지가 해제되도록 하는 2단계 해체 프로젝트를 시작하기로 결정했다. 하지만 2002년까지 스페인에서는 부지 개방 기준을 사안별로(case by case) 적용함에 따라 일반적인 규제해제 기준이 없었으며, 따라서 Vandellòs 1 부지의 부분적 개방을 위한 방사선학적 기준인 0.1 mSv/y는 단지 ENRESA가 핵안전위원회(Consejo De Seguridad Nuclear, CSN)에 제출한 "Site Restoration Plan"을 통해 제안되어진 것이었다.

그 후 2007년 CSN은 핵시설부지의 개방을 위한 부지해제기준(Radiological criteria for the release of nuclear installation sites)을 만들었다. 기준에 따르면, 일반적으로 부지는 해체 후 부지 토양에 남아있는 잔류방사능으로부터 결정집단 대표인의 유효선량이 0.1 mSv/y를 넘지 않아야 하며, 건물 및 그 구조물들은 유럽연합이 'Radiation Protection 113'을 통해 제시한 0.01 mSv/y를 만족하여야 한다. 그리고 해체된 부지로부터의 자연방사선량은 시설을 사용하기 이전 부지의 자연방사선량과 같아야 한다고 규정하고 있다. 한편, 부분적인 부지해제 및 제한적 부지해제에 대해서는 미국 NRC와 마찬가지로 추가적인 요건들을 통해 보다 구체적으로 규정하고 있으며, IAEA의 규정과 같이 만약 제한이 실패한다 하더라도 일반인의 연간 유효선량인 1 mSv를 넘지는 않을 것을 규정하고 있다.^[12,14]

3.3 영국

후쿠시마 사고 이후 설계수명이 만료된 원전에 대한 대대적인 해체가 진행 중인 영국의 경우 발전용 원자로를 해체한 경험은 없지만, 다수의 원자력 시설부지 및 그 일부에 대한 규제해제 경험을 가지고 있다.^[15]

영국의 원자력시설 안전성에 관한 업무를 관장

하는 보건안전집행부(Health and Safety Executive, HSE)에서는 원자력시설의 부지해제를 위해 기본적으로 'No danger'를 요구해오고 있다. HSE가 원하는 'No danger'이란 모든 잔류방사능을 완벽히 제거했다는 'completely safe'의 입증이 아닌 부지의 잔류방사능이 그 누구도 해를 입지 않는 수용 가능한 수준이 되었음을 의미한다. 'No danger'의 기준으로는 Annex 1 of the Basic Safety Standards Directive (Euratom 96/29)에서 행위면제를 허락한 선량한도인 일반인에 대해 약 0.01 mSv/y 혹은 그 이하의 선량이 대략 동등하다고 간주하고 있으며, 이는 다른 법 및 일반인에 대한 방사선 방호와 관련된 국제적 권고와도 일관된다는 것이 HSE의 입장이다.^[16]

HSE의 산하기관으로 원자력 안전규제를 담당하는 원자력 안전 규제국(Office for Nuclear Regulation, ONR)에서는 'No danger'의 증명을 위해 기본적으로 부지의 잔류방사능이 최근 영국 국내법(RSA93, EPR2010, IRR99 등)의 규제 면제 기준치 이하일 것을 규정하고 있으며, 실제로 1962년부터 1999년까지 해체된 원자력 시설 부지 및 그 일부에 이를 적용하여 왔다. 그러나 HSE에서는 현재 존재하는 원자력 시설 부지에 대해 이 기준을 적용하기에 오염된 방사능 준위가 높은 지역이 많은 점을 고려하여 새로운 기준을 마련하고자 하고 있다.^[11,17]

3.4 프랑스

영국과 마찬가지로 프랑스는 아직까지 해체 완료한 발전용 원자로가 없으며, 해체 후 부지 및 건물 개방을 위한 기준도 정해져 있지 않다. 그러나 현재 다수의 발전용 원자로가 영구정지 후 해체 중에 있으며, 개방 기준으로 0.1~0.3 mSv/y까지의 범위에 대해 사안별로 검토하고 있다.^[11,15]

Ⅲ. SITE RELEASE CRITERIA IN APPLICATION TO SITE RELEASE AND REUSE

세계적으로 영구 정지된 발전용 원자로 중 해체 완료된 원전은 2014년 12월을 기준으로 미국 15기, 독일 3기, 일본 1기로 총 19기이며, 그 부지는 규제 해제되어 재이용되고 있다. 이 중 가장 많은 원자로를 해체한 미국은 정상적으로 운전을 종료한 원자로부터 사고로 가동을 중지한 원자로의 해체까지 다양하고 수많은 해체를 수행하였으며, 대부분의 경우 NRC의 부지해제기준을 적용했다.^[2]

미국의 대표적인 몇 가지 부지해제기준을 살펴보면 2007년 1월 일반인의 무제한적 이용을 위해 폐로 부지 대부분을 해제한 Chicago의 Big Rock Point 원전의 경우 NRC가 정한 부지 잔류오염으로부터의 최대 방사선량 0.25 mSv/y를 적용하였으며, NRC에서는 이 선량이 일반인의 건강과 안전에 아무런 위협을 발생시키지 않는다고 밝힌바 있다.^[18] 같은 이유에서, 2007년 8월 NRC는 Massachusetts 주 Yankee Rowe 원전 부지의 일부분(30acres)에 대한 무제한적 공공사용을 허가하였다.^[19]

Maine 주 Maine Yankee 원전의 경우에도 처음 해체 계획 당시에는 잔류방사성물질 한도를 만족하는 콘크리트를 재사용 할 목적으로 NRC의 무제한적 개방기준인 개인에 대한 최대피폭선량 0.25 mSv/y를 바탕으로 해체 계획을 개발하였으나, 이해 당사자와의 상호작용과정에서 무제한적 부지해제기준을 파쇄된 콘크리트(rubblized concrete)를 모두 제거 한 후 모든 피폭경로로부터의 선량 0.1 mSv/y 및 지하수로부터의 선량 0.04 mSv /y로 변경하여 부지를 무제한적 재이용이 가능하도록 복원하였다.^[20]

IV. ANALYSIS ON THE PRESENT DOMESTIC CONDITION

5.1 국내해체사례

현재까지 우리나라는 원자력산업 초기의 발전용 원자로인 고리1호기와 월성1호기가 계속운전으로 결정됨에 따라 소형 연구용 원자로인 TRIGA Mark-II, III 및 우라늄변환시설 부지에 대한 해체 사례만 있을 뿐 발전용 원자로의 폐로를 실시한 예가 없다. 이에 따라 원자력 및 관련시설의 구체적인 해체 기준이 수립된 적이 없었으며, 대전 우라늄변환시설의 경우 KAERI에서 제안하고 규제기관에서 권고한 "미래에 있을 부지의 무제한적 사용 및 주변 지역의 도시화를 고려한 선량 기반의 해체기준 0.1 mSv/y"를 목표값으로 복원을 시행하였다.^[13]

따라서 2017년 고리1호기가 영구 정지 후 해체를 시작하게 된다면 국내 최초의 폐로가 될 예정이다. 고리1호기의 10년 계속운전 종료에 따라 이미 국내에서는 해체계획서 등 해체에 필요한 법률들을 마련하였으며, 관련된 세부적인 기술기준(규칙·고시)들을 2017년 말까지 수립할 예정이다. 또한 국내 원전사업자인 한국수력원자력에서는 원전해체부지 방사선 조사 및 복원지침 개발에 관한 기술개발에 착수한 상황이다.

5.2 고시 제정안

2000년 과학기술부 고시안 "원자력 관계시설 부지의 재활용을 위한 환경조사에 관한 규정"에서는 식수로 이용하는 지하수에 의한 선량과 잔존방사능이 달성가능한 낮은(ALARA) 준위까지 감소되었다는 것을 포함하여, 결정집단 평균인에 대한 자연방사능과 구분되는 잔류방사능의 연간유효예탁선량이 0.25 mSv를 초과하지 않을 것을 해당부지의 무제한적 사용을 위한 방사선학적 기준으로 제시하였다.^[21]

2005년 한국원자력안전기술원에서는 "원자력이용시설 부지의 재이용에 관한 규정안" 개발을 통

해, 식수용 지하수에 의한 선량을 포함하여 부지의 잔류방사능으로 인해 일반인이 받게 될 유효선량이 0.2 mSv/y를 초과하지 않으며 이러한 판단은 선량기준으로부터 유도한 잔류방사성핵종의 허용농도로 할 것을 부지 재이용을 위한 피폭방사선량 기준으로 제시하였으며, 제시된 선량준위는 하나의 원자력시설부지에 대하여 국내외에서 통용되는 기준인 0.25 mSv/y에 무제한적 개방에 따른 불확실성을 감안하여 보수성을 가미한 것이었다.^[22]

그 후 2009년 최신의 국내·외 기술기준을 반영하여 수정한 최종안 "원자력이용시설 해체 후 잔류 부지 및 건물의 재이용계획 작성 및 평가지침 고시(안)"에서는 잔류방사능으로 인한 모든 가능한 피폭경로를 통해 일반인이 받게 될 최대피폭방사선량은 유효선량을 기준으로 0.1 mSv/y를 초과하지 않을 것을 제시하였으며, 이를 초과할 것으로 예상되는 부지의 경우에도 잔류방사능에 의한 방사선피폭이 가능한 한 합리적으로 낮게 유지될 수 있음이 입증되는 경우에 한하여 부지를 재이용할 수 있으나 0.25 mSv/y는 초과하지 않을 것을 규정하고 있다.^[11,23] 한편, 고리1호기 원자력발전소 부지를 대상으로 한 해체 후 주민피폭선량 예비평가에 관한 연구 결과에 따르면, 해체 시점에 예상되는 주민피폭선량은 최대 0.405 mSv/y로서 해체 후 토지 제염작업을 전혀 하지 않았을 경우 60년 후의 선량이 0.23 mSv/y, 100년 후의 선량이 0.089 mSv/y로 나타났다.^[22] 따라서 원자력안전기술원에서 제시한 고시안에 따른 선량준위 0.1 mSv/y는, 해체 후 제염작업 없이 100년이 지난 부지로부터의 피폭선량과 비슷한 수준이다.

5.3 관련기술기준

현재 국내 원자력시설의 부지와 관련된 기술기준으로는 원자력안전위원회고시 제2014-56호(중·저준위 방사성폐기물 처분시설에 관한 방사선 위해방지기준)가 유일하다. 이 기준에서 처분시설 폐쇄 후 피폭을 유발할 가능성이 있는 자연 현상에 대하여 인간 건강과 환경 보호를 위하여 설정되는 수치인 성능목표치는 폐쇄 후 결정 집단의

개인에게 미치는 방사선 영향으로 정상적인 자연 현상에 의한 선량 제한치를 0.1 mSv/y로 규정하고 있으며, 제도적 관리기관 이후에도 인간의 침입에 의한 일반인의 방사선영향은 선량한도 1 mSv/y 이하로 제한될 것을 규정하고 있다.

또한, 부지해제를 위해 사전에 반드시 이루어져야 하는 폐기물 처분과 관련한 기술기준으로 원자력안전위원회 고시 제2014-003호(방사성폐기물 분류 및 자체처분 기준에 관한 규정)에서는 자체 처분 허용선량으로 개인에 대한 연간 예상 피폭 방사선량 0.01 mSv미만, 집단에 대한 연간 예상 총 피폭방사선량 1 man·Sv미만을 규정하고 있다. 이러한 국내 폐기물 자체처분 기준은 ICRP 및 IAEA의 폐기물 규제면제 또는 규제해제 기준과도 동일하다.

V. CONCLUSION

세계적으로 원자력발전소의 해체가 증가하고 있다. 국내의 경우에도 고리 1호기의 계속운전 허가기간이 2년밖에 남지 않아, 해체 후 부지 재이용을 위한 부지해제기준의 수립이 필요한 상황이다. 이에 본 연구에서는 국외 부지해제기준 및 해체 사례들을 분석하였으며, 국내 부지해제기준 수립 시 고려해야하는 사항들은 아래와 같다.

◦ 국제적 수준에 부합

일반대중의 보건 및 안전과 주변 환경을 보호해야하는 원자력발전소의 해체작업 및 부지해제는 범국가적인 문제이며, 미국 및 유럽 선진국들의 경우 국제적 권고사항인 IAEA의 무제한적 부지이용을 위한 선량계약치 0.3 mSv/y 범위 이내에서 대략 비슷하게 부지해제기준을 규정하고 있다. 이러한 국제적 경향을 고려할 때, 국내 부지해제 기준 또한 IAEA의 권고사항 아래 국외의 기준과 비슷한 범위 내에서 수립되어야 하며 국제적으로 인정받을 수 있는 수준이어야 할 것이다.

◦ 국내 관련 선량 기준들과의 연관성

부지 해체는 허가된 원자력발전소의 운전 종료시

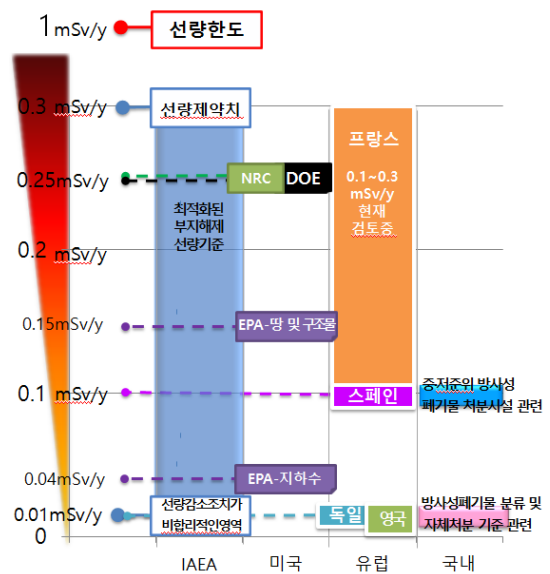


Fig. 2. A rough dose figures associated with domestic and foreign site release criteria.

행해지는 종합적 해체과정의 마지막 단계이다. 이러한 부지 해체를 위해서는 잔류오염 제거 및 그로 인해 발생하는 폐기물의 처분 등 많은 작업들이 우선시 되어야 한다. 따라서 최종 부지 해체기준은 독립적으로 수립된 기준이 아닌 방사성폐기물 처분과 관련된 기술 기준 등 종합적 해체작업 시 필요한 국내 기타 기술기준들과 연관된 기준이어야 할 것이다.

◦ 국내의 지리적, 환경적 특성

해외 원전과 비교할 때, 국내 원전의 경우 대부분 하나가 아닌 다수의 원전이 바다 근처에 함께 위치하고 있으며 또한 영토가 좁아 원전으로부터 가까운 거리에 주민이 거주하는 경우가 많다. 따라서 국외의 부지해제기준을 그대로 국내에 적용하는 것은 불가능하며, 미국의 몇몇 주들이 NRC의 규제기준 범위 내에서 지역 특성에 따라 상이한 해체 기준을 적용하고 있듯이, 국내 원전 특성을 반영한 부지해제기준의 수립이 필요하다.

◦ 안전성 및 경제성

부지해제기준이 수립되고, 부지가 해제된다 하더라도 원전 해체 시 부지해제는 행위로 인해 발생한 모든 오염을 완전히 제거하여 이전

상태로 되돌리는 것을 의미하지 않아 저선량 방사선이 발생할 수 밖에 없다. 그러므로, 최종 부지해제기준은 정당화와 최적화 아래 지역주민과 환경에 미치는 미래의 피폭 영향을 최소화할 수 있는 수준에서 수립되어야 하며, 이는 필요이상의 폐기물 처리비용 증가를 방지할 수 있도록 지나치게 보수적인 기준이 아닌 적정 허용 범위 내에서 합리적으로 수립되어야 할 것이다.

최종 부지 해제 기준은 위와 같은 고려사항을 바탕으로 최종 부지 상태와 관련된 모든 피폭 경로를 포함하여 도출되어야 한다. 국내 실정과 IAEA의 국제적 권고사항(선량제약치 0.3 mSv/y), ICRP 및 IAEA와 동일한 국내 폐기물 재처분 기준(0.01 mSv/y)등을 미루어볼 때 무제한적 부지 이용을 위한 규제기관의 국내 부지해제 기준으로 는 현재 원자력안전위원회 고시안에서 제시한 0.1 mSv/y가 적합한 것으로 예상되어진다. 또한 운영자가 제안한 부지의 최종 사용 용도에 따라 합리적인 해제기준치를 수립하는 것이 필요하다.

Maine주 Maine Yankee 원전의 사례를 통해 볼 때 부지 재이용을 위한 해제 기준의 수립은 무엇보다 원자력 발전소 주변 주민 등 이해당사자들과의 충분한 논의를 통해 국민의 수용성과 신뢰성을 얻으면서 수립되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

This research was supported by Nuclear Safety Research Program through the Korea Radiation Safety Foundation funded by Nuclear Safety and Security commission. (No.1305009-0214-HD130).

Reference

[1] NSSC, "The Commissioners Decided to Approve Continued Operation of Wolsong Unit 1 in the 35th Meeting", PRESS RELEASE, 2015.

[2] KHNP, "Decommissioning State of Domestic and Foreign Nuclear Power Plants", 2015.
<https://cms.khnp.co.kr/open/category/open/safety/safety-1/>

[3] KONEPA, "Energy Special – Present State and Future of World Decommissioning", Energy Culture, Vol.229, pp.3-8, 2014.

[4] KHNP, "2014 White Paper on Nuclear Power Generation. KHNP", pp.192-193, 2014.

[5] IAEA, "Safety Guide No. WS-G-5.1", IAEA, 2006.

[6] KINS, "Study on the Perspectives on Environmental Changes of Future Nuclear Safety Regulation", 2011.

[7] Abelquist, Eric W., "Dose Modeling and statistical Assessment of Hot Spots for Decommissioning Applications", Doctoral dissertation. University of Tennessee Knoxville, 2008.

[8] U.S.NRC, "10 CFR Part 20, Subpart E - Radiological Criteria for License Termination", 2011.

[9] KINS, "A Study to Establish Criteria for Unrestricted Use of Sites", KINS/HR-269, 1999.

[10] Korea Atomic Industrial Forum, "A Future Outlook and its Implications of 2015 International Nuclear Power Movement", Nuclear Industry 2015 01+02, pp.52-77, 2015.

[11] KINS, "Development of Safety Verification Technology for Reuse of Decommissioning Waste and Site in Nuclear Power Plant", KINS/HR-1169, 2012.

[12] Robert A. Meck, "Approaches used for Clearance of Lands from Nuclear Facilities among Several Countries", Swedish Radiation Safety Authority, No. 2013:14, 2012.

[13] OECD-NEA, Nuclear Site Remediation and Restoration during Decommissioning of Nuclear Installations, NEA No. 7192, 2014.

[14] CSN, "Instruction IS-13 on the Radiological Criteria for the Release of Nuclear Installation Sites", Legal dossier III: Technical regulation, Reference number: NOR-01.03, 2007.

[15] Jeongmin Lee, "A Study of the Documentation Guidelines for the Decommissioning Plan of the Power Reactor", Master's Dissertation, Dongguk University, 2014.

[16] HSE, "HSE Criterion for Delicensing Nuclear Sites", 2005.

[17] ONR "The Delicensing Process for Existing Licensed Nuclear Sites", NS-PER-IN-005 Revision 1, 2013.

[18] NRC, "NRC Release Most of Big Rock Point Nuclear Plant Site For Unrestricted Public Use", News Releases, No. 07-004, 2007.

[19] NRC, "NRC Release Most of Yankee Nuclear Power Station Site for Unrestricted Public Use", News Releases, No. 07-105, 2007.

[20] IAEA, "An Overview of Stakeholder Involvement in

Decommissioning", Nuclear Energy Series No. NW-T-2.5, 2009.

- [21] Gyeongjin Lee, "A Study on Site Release Criterion Assessment of Nuclear Power Facilities for TRIGA Research Reactor Decommissioning", Proceedings of the Korean Nuclear Society Autumn Meeting, 2000.
- [22] KINS, "Development of Technology in Radiation Safety Regulations", KINS/GR-297, 2005.
- [23] Gwanhui Lee, et al., "Development of Standards and Verification Guideline for Reuse Site and Buildings After Decommissioning of Nuclear Power Facilities", Proceedings of Korean Radioactive Waste Society 2009 Spring Annual Conference, 7.1: pp.69-70, 2009.