

# 국내 원전 해체부지 재이용기준 적용방안

윤태빈\*, 김석훈, 김주엽

(주)미래와도전, 경기도 용인시 기흥구 흥덕1로 13

\*tbyoon@fnctech.com

## 1. 서론

고리1호기 영구정지가 2017년 6월로 계획된 가운데, 국내에서는 향후 본격적인 원전 해체에 대비한 제염·해체기술 확보 및 관련 법안 수립이 진행되고 있다. 고리1호기에 대한 유력 해체방안으로는 ‘점진적 해체(고리2호기에 영향을 미치지 않는 수준으로 사전 해체 수행)’ 또는 ‘전면적 해체(고리2호기 영구정지 시점에 일괄적 해체 수행)’가 고려되고 있으며, 영구정지 이후 사용후연료 냉각기간(5년) 동안 세부방안이 확정될 예정이다[1].

원전 해체는 일반적으로 4단계(영구정지 전 준비, 핵연료냉각/이송, 제염/해체, 복원)로 구분되며, 이중 최종단계인 부지복원 공정에서 사전 설정된 “부지 재이용기준” 이하로 토양제염을 실시하는 경우 해당 부지를 다양한 목적으로 재활용할 수 있다. 국내 상용 원전 해체 이후 부지 재이용 관련 안전 규제 제도 개선의 일환으로 원자력안전위원회에서는 2016년 12월까지 “해체완료검사를 위한 부지재이용기준 등 기술기준” 수립을 추진하고 있다[2].

따라서, 본 논문에서는 국내 원전 부지 재이용기준 수립 및 세부 이행방향 결정에 앞서 미국의 부지 재이용기준 적용사례를 검토한 후 그 결과를 토대로 국내 실정을 고려한 원전 해체부지 재이용기준 적용방안(안)을 제시하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 원전 해체부지 재이용 사례

국내의 경우 상용 원전 해체 및 부지 재이용 사례는 전무하나 한국원자력연구원(KAERI) 주도로 연구용 원자로 2기(TRIGA MARK-II&III)에 대한 제염·해체를 완료한 바 있다. 이 과정에서 토양제염을 위한 선량 기준치로는 ‘향후 부지의 무제한 사용 및 인접지역의 도시화를 고려한 값[3]’인 0.1 mSv/yr가 적용되었다.

미국에서는 연방규정(10 CFR Part 20[4])을 통해 “잔류방사능에 의한 결정집단 평균개인의 총유효선량당량(TEDE)이 0.25 mSv/yr를 초과하지 않는 경우” 부지의 무제한 이용을 허용하고 있다. 대부분의

대상 원전에서 해당 수치를 준용하고 있으나, Maine(0.1 mSv/yr), Connecticut(0.19 mSv/yr) 등 일부 주에서는 보다 보수적인 기준을 적용하고 있다. 이러한 기준에 따라 총 8기의 상용 원전이 해체 완료된 후 녹지 또는 화력발전소 부지 등으로 재이용[5]되고 있으며, 이를 Table 1에 요약하였다.

Table 1. Cases for Site Reuse after Decommissioning Nuclear Power Plant (NPP) in the United States

Name of NPP	Location	Site Reuse	Criteria
Maine Yankee	Maine	Green field	0.1 mSv/yr
Haddam Neck	Connecticut	Green field	0.19 mSv/yr
Shoreham	New York	Thermal power plant	0.25 mSv/yr
Fort St. Vrain	Colorado	Thermal power plant	0.25 mSv/yr
Trojan	Oregon	Green field	0.25 mSv/yr
Big Rock Point	Michigan	Green field	0.25 mSv/yr
Yankee Rowe	Massachusetts	Green field	0.25 mSv/yr
Rancho Seco	California	Thermal power plant	0.25 mSv/yr

### 2.2 미국과 국내 사례 비교

2014년 8월말 기준으로 해외에서 진행되고 있는 원전 해체과정에서는 즉시해체(50기)와 지연해체(49기)를 유사한 비율로 채택하고 있으나, 신규원전 부지 선정이 어려워짐에 따라 원전 부지 등으로의 재활용을 위해 즉시해체 방식을 취하는 추세로 변화하고 있다[6]. 앞서 언급한 미국 내에서 제염·해체가 완료된 상용로 모두 즉시해체 방식으로 추진되었으며, 고리1호기 또한 ‘점진적 또는 전면적 해체’와 같은 즉시해체 방안이 고려되고 있다.

그러나, 미국의 상용 원전 해체 완료사례 모두 동일 부지 내에 인접호기가 존재하지 않는 단일호기 원전을 대상으로 하고 있는 반면 고리원전의 경우 동일 부지 내에 4기의 원전이 위치하고 있으며, 고리2~4호기는 고리1호기 영구정지와 무관하게 각각 설계수명 만료시점(2023~2025년)까지 운전될 예정[7]이다. 따라서, 고리1호기의 해체공정은 인접호기의 운전과 상호 영향을 미칠 가능성이 매우 높다. 또한, 현 시점에서 고리2~4호기의 해체시기 및 계속운전 여부 등이 확정되지 않은바 향후 정책방향 및 관련기술 개발 동향 등에 유연하게 대응할 수 있어야 한다.

이를 고려할 때, 부지 재이용을 위한 단일 기준을

전면 적용하는 미국의 경우와 달리 국내에서는 다수의 기준을 단계별로 차등 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

### 2.3 부지 재이용기준 적용방안(안)

국내 상황을 고려한 원전 해체부지 재이용방안 수립 및 이행을 위해 다음과 같은 기준의 도입을 고려할 필요가 있다.

- 무제한 또는 제한적 재이용기준 : 제염·해체 완료 이후 부지 재이용방안을 기본적으로 구분하는 포괄적 기준으로 일반인 출입 허용 여부에 따라 무제한 또는 제한적 기준으로 구분된다.(원전 이외의 기타 원자력시설에도 적용 가능)
- 재이용 보류기준 : 특정 부지의 제염·해체공정 수행과정에서 인접호기와의 부정적 상호작용(사고 발생, 방사성물질 비산 등에 의한 재오염 가능성)을 고려한 기준으로 무제한/제한적 재이용 기준에 비해 다소 높은 수준으로 설정된다. 인접호기 부지복원 공정과의 동시 진행, 재이용방안 확정시점까지 자원의 효율적 투입 등을 위한 잠정적 기준이 된다.

상기 기준의 도입을 상정하는 경우 고리1호기에 대해 유력하게 고려되고 있는 각각의 해체방식에 따라 다음과 같은 적용방안(안)을 제언한다.

#### 2.3.1 점진적 해체

이 경우 대상 부지 인접호기의 제염·해체공정이 완료될 때까지는 '보류기준'이 적용되며, 추후 인접호기의 부지복원 공정 시작시점에 '보류기준'을 사전 설정된 '무제한 또는 제한적 부지재이용기준'으로 전환한 후 해당 공정을 동시에 진행하게 된다.

#### 2.3.2 전면적 해체

이 경우 부지복원 공정 시작시점에도 부지 재이용방안이 확정되지 않은 상황에만 '보류기준'을 적용하여 우선적으로 복원작업을 수행한다. 이후 재이용방안이 확정되면 '무제한 또는 제한적 부지 재이용기준'으로 전환한 후 해당 공정을 계속적으로 진행하게 된다.

보류기준을 설정하지 않고 (미국의 경우와 같이) 부지복원 시작시점에 가장 보수적인 수치(즉, '무제한 재이용기준')를 전면적으로 적용할 수도 있지만 향후 신규원전 부지 또는 기타 원자력시설로의 재활용이 결정되는 경우 필요에 비해 과도한 자원이 투입될 것으로 예상된다.

## 3. 결론

본 논문에서는 세계적으로 유일하게 상용 원전 해체 완료 실적을 보유한 미국의 부지 재이용기준 적용사례에 대한 검토결과를 토대로 국내 실정을 고려한 부지 재이용기준 적용방안(안)을 제시하였다.

미국의 상용 원전 해체 완료사례 모두 단일호기 원전을 대상으로 부지 재이용을 위한 단일 기준을 전면 적용하고 있지만, 국내에서는 다수호기 부지라는 특수성에 따라 인접호기와의 부정적 상호작용을 고려하여 '보류기준', '무제한 또는 제한적 재이용기준' 등을 도입한 후 이러한 기준을 단계별 차등 적용할 필요가 있을 것으로 판단된다.

본 논문에 제시된 세분화된 기준을 단계별로 적용하는 경우 단일 수치를 특정 시점에 일괄 적용하는 것에 비해 경제성 및 자원 투입의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 이러한 부지 재이용기준 적용방안(안)은 향후 국내 원전 해체부지 재이용기준 수립 및 세부 이행방향 결정을 위한 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 4. 참고문헌

- [1] 한국수력원자력 원전사후관리처, "해체준비 및 해체기술 개발 추진 현황", 원전해체비즈니스 포럼, 4.20, 2016, 부산.
- [2] [http://www.nssc.go.kr/nssc/notice/real\\_name.jsp](http://www.nssc.go.kr/nssc/notice/real_name.jsp)
- [3] OECD/NEA, "Nuclear Site Remediation and Restoration during Decommissioning Nuclear Installations", NEA No. 7192, 2014.
- [4] US NRC, 10 CFR Part 20 ("Standards for Protection against Radiation").
- [5] B. A. Watson, "Power Reactor Decommissioning Strategies, Technical Approaches and Lessons Learned", Knowledge Management Seminar, 12.20, 2013, Washington.
- [6] "제2회 원자력사업 사회적 수용성 확보를 위한 컨퍼런스", 9.25, 2014, 경주.
- [7] 한국수력원자력, "2015 원자력발전 백서".