

원전해체 산업 육성을 위한 제도개선

신영호

한국원자력산업협회 전문위원



안녕하십니까. 한국원자력산업협회 신영호입니다.

한국원자력산업협회(이하 원산협회)에 소속되어있다 보니 매년 마지막에 발표하게 되어 시간에 쫓기게 됩니다. 준비한 것은 많은데 핵심이 되는 것만 말씀드리겠습니다.

미국이나 일본 등 외국의 사례를 생각해 보면, 고리 1호기의 터빈 홀은 작업 준비를 위해 비어 있어야 합니다. 또한 국제 관리에 따라서 대부분의 원자로 빌딩, 원자로, 증기발생기 등은 방사선 지역이 약화되는 것을 약 5년간 기다렸다가 해체하는 것이 일반적인 관례입니다.

아시다시피 고리 1호기는 4년 반이 훨씬 지났

는데도 불구하고 아직까지도 샘플링이나 관련한 사소한 일 조차도 못하게 되어 있습니다. 원자력안전법에서 해체의 정의 중 마지막 부분에 '모든' 활동이라고 명시되어 있습니다. '모든'이라는 단어 때문에 아무것도 추진할 수 없어 사업자가 끌려가고 있다고 생각합니다.

또한 원산협회와 정부가 추진하고 있는 육성 계획을 실현하기 위한 가장 첫 단계는 초기 시장 창출입니다. 해체 승인 전에 조기에 착수하여 시장을 창출해야 하는데, 앞서 말씀드린 이유들로 묶여있다 보니 해체 허가가 나기 전까지 아무것도 하지 못하고 있습니다. 결국에는 초기 시장이 창출되지 않아서 정부가 2019년에 세웠던

글로벌 해체 전략들이 3년에서 4년까지 지연되고 있습니다.

원산협회에서는 2021년 8월부터 2022년 4월까지 에너지경제연구원의 용역을 받아 해체와 관련된 국내 법 간의 충돌성, 해체 사업을 육성하기 위한 전략과 실제의 산업계의 정책과의 충돌성 검토, 해체 단계에서 해체 안전 규제와 관련한 미비점, 해체 허가 시 관련한 규제의 부족한 점 등을 연구과제로 수행했습니다. 연구과제를 통해 30여 가지 아이টে들을 발굴하였으나 시간 관계상 중요한 사항만 말씀드리겠습니다.

첫 번째는 연구배경입니다. 해체 관련한 문제점을 도출하기 위해 '원전해체 산업계 실태조사'를 수행했습니다. 설문조사를 통해서 산학연 관계자들이 생각하고 있는 문제점과 의견들을 수렴했고 전문가들을 소집하여 조사결과를 정리했습니다. 각각의 문제들에 대해서 IAEA의 권고사항 및 미국, 일본, 영국 등 해외 7개 나라들의 비전을 비교한 분석한 결과를 개선안으로 제시해볼까 합니다.

첫 번째 항목으로는 규제 취득에 관한 문제입니다. 2019년 4월에 정부 합동으로 「원전해체 산업 육성전략」을 발표했습니다. 앞서 말씀을 드렸지만 육성전략에는 4가지 주제가 있습니다. '전문기업 육성 제도 수립', '방사성폐기물, 사용후핵연료 등의 기본계획 수립', '인력양성의 관한 문제' 등 제도적인 주제가 있습니다.

실제 원산협회에서 2~3년 동안 조사한 결과, 법적 배경이 없이 제도를 진행시킬 수 없는 부

분들을 발견하였습니다. 방사성폐기물은 방사성폐기물의 기본계획이 있고 사용후핵연료는 사용후핵연료의 기본계획이 있듯이 해체도 해체 관련한 기본계획의 법제화가 필요합니다. 현재는 법제화 부분이 제외되어있어 육성전략으로 관련 사항을 진행하고 있습니다. 따라서 기본계획을 수립할 수 있는 근거를 마련해야 합니다.

두 번째는 항목으로 해체 전문기업 확인제도를 실시하도록 되어있습니다. 확인제도는 초창기 해체시장에서 여러 기업들이 충돌하는 것을 방지하고 향후 해외시장을 고려하여 전문화된 기업들을 키워나간다는 의미가 있습니다. 현재 관련한 법적 배경이 없어서 공존하고 있습니다. 여러 가지 관련된 법들이 있지만 '원자력진흥법의 개정을 통해서 제도를 추가하는 것이 좋겠다'라는 것이 협력했던 분들의 주된 의견이었습니다.

2019년, 「원전해체 산업 육성전략」이 발표되기 이전에는 '원전해체 산업 민관협의회', '원전해체산업지원센터' 등 관련한 기구들이 독립적으로 존재하고 있었습니다. 이러한 기구들도 제도화해야 합니다.

해체 전문인력 양성 관련해서는 한국수력원자력에서 '고리 1호기 해체가 진행되고 있을 2026년에는 1500명의 인력이 필요하다'고 발표한 적이 있습니다. 일본의 사례들을 살펴보더라도 이 정도 규모가 필요하다고 생각합니다. 게다가 월성 1호기까지 추가되면 인력은 규모는 더 증가될 것입니다.

또한 원산협회에서 진행하는 5일 과정의 교육, 각 대학들의 석사과정, 한국원자력연구원, 두산중공업, 한전KPS 등이 회사 사업목적에 따른 교육 등을 제외하면 해체 관련한 전문적인 교육이 별도로 없습니다. 미국은 법적으로 받아야 되는 교육이 규제기관, 사업자, 자급자 등 별도로 존재하고 있습니다. 교육체계가 정리되어서 체계적으로 제도화되어야 합니다. 추가로 원산협회에서 2년간 진행하였던 '원전해체 산업 실태조사'도 제도화가 되어야한다고 생각합니다.

포럼 오후에 중점적으로 논의될 과도기에 관한 문제를 말씀드리겠습니다. 미국의 경우에는 해체 허가가 없습니다. 영구정지 이후에 해체 활동에 대한 보고서를 NRC에 제출하면 90일 이내에 의견이 있으면 받고, 의견이 없으면 해체에 착수합니다.

전 세계적으로 허가의 발급 유무는 국가마다 다르지만 해체 과도기에는 다 동일하게 원자로 및 원자로계통을 제외한 나머지 해체 업무를 수행합니다. 예를 들면, 제염, 폐기물 정비, 샘플링 등이 있습니다. 우리나라는 앞서 말씀드린 관련 업무들을 수행하지 못하고 있습니다. 그래서 해체산업 생태계가 4년 동안 아무것도 할 수 없는 상황에 처해있었습니다.

[그림 2]는 IAEA의 권고사항입니다. 원자로 계통을 제외한 나머지 계통은 대부분 제염이나 또는 일부 해체가 가능하도록 규정하고 있습니다.

3. 과도기 (TRANSITION PERIOD) 해체 역무 KMF

IAEA TRS 420 "Transition from operation to Decommissioning of Nuclear Installations"

11.8. REMOVAL OF MINOR COMPONENTS

Generally, no major dismantling of radioactive parts of a plant takes place during the transition period, depending on the licensing regime. For example, under US regulations, major dismantling activities are defined as any activity that results in permanent removal of major radioactive components, or results in dismantling of components which contain greater than class C waste. It is not mandatory for countries that have different major radioactive components defined by these regulations could include the reactor vessel and auxiliary, steam generators, pressurizers, large bore reactor coolant system piping and other large components that are radioactive to a considerable degree (24).

Examples of decommissioning activities which are considered minor are:

- (a) Normal maintenance and repair of all radioactive components such as control rod drive mechanisms, pumps, piping and valves.
- (b) Removal of components (other than those defined above as major components) similar to those normally removed for maintenance and repair during plant operation.
- (c) Removal of non-radioactive components and structures not required for safety. This can entail significant amounts of work and include major non-radioactive components such as cooling towers, transformers and control panels. Figure 13 gives an example of such activities at the Wirtgen SSP Company.

원자로, 증기발생기, 가압기 등 오염도가 높은 기기를 제외하고는 과도기에 해체 가능

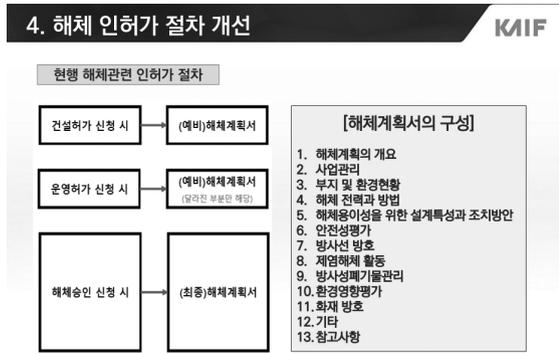
- 해체활동 사례
 - 오염도가 낮은 기기 철거
 - 안전성과 무관한 비방사성 기기 및 구조물 철거
 - 기기, 계통 및 구조물 유지보수 활동 등

[그림 2] 과도기 해체 역무

결론적으로 현 제도에서 원전이 영구정지된 이후에 최소 7년 동안은 아무것도 할 수가 없습니다. 기존의 원전이 가동 중일 수행했던 정상 정비도 할 수 없습니다. 현재 고리 1호기는 사용 후핵연료 문제 때문에 최초 해체 계획서가 반려되었습니다. 반려된 기간만큼 아무것도 하지 못합니다. 우리나라도 하루 빨리 IAEA 권고 또는 다른 나라의 사례를 참고해야 합니다. 법 개정까지 필요하다고 생각하지는 않습니다. 해체의 정의를 기본으로 한 원안위의 판단이 핵심이기 때문에, 해체의 정의를 보수적인 정의에서 현실적인 정의로 변경한다면 법을 굳이 바꾸지 않아도 현재 상황을 해결 할 수 있다고 봅니다. 이 상황이 타개된다면 해체 산업계와 사업자 양측이 모두 득을 볼 수 있으며 정부에서 발표한 해체산업 육성 전략에도 부합될 수 있습니다.

이어서 해체 인허가 제도를 말씀드리겠습니다. 우리나라는 2015년도에 해체 인허가 제도가 생겨서 2019년도에 기존 운영중인 원전들에 대한 예비해체계획서를 갖게 되었습니다. 우

리나라는 건설 및 운영 허가 시 예비해체계획서를 제출해야하며, 운영이 끝나고 나면 최종해체 계획서를 제출해야합니다. 고시를 보면 예비해체 계획서와 최종해체계획서의 목차가 동일합니다.



[그림 3] 해체 인허가 절차 개선

[그림 3]의 13개 항목은 국제적으로 최종해체 계획서에 작성해야하는 항목입니다. 미국과 일본이 [그림 3]처럼 작성하고 있습니다. 반면에 우리나라만 유일하게 예비해체계획서를 작성하고 이 계획서가 건설허가 및 운영허가의 일부분서로 정의되어있습니다. 즉 예비해체계획서를 가지고 운영허가를 받았는데, 운영하는 동안 법 개정등 관련 행위를 이루어지지 않으면 예비해체 계획서 때문에 발전소가 정지되는 사고가 생길 가능성이 있습니다.

설계 시 해체를 용이하기 위해 ‘어떤 조건을 고려했는가?’를 뜻하고 IAEA의 권고사항에 추가되어있는 5항(해체용이성을 위한 설계특성과 조치방안)과 관련한 사항을 말씀드리겠습니다. 해당 항목에는 건설 및 운영시에 필요한 약

50~60가지들의 구체적인 ACTION ITEM이 기재되어있습니다. 관련 사항들을 건설이나 운영 허가를 진행할 때 인허가의 문서로 넣어도 상관이 없다고 생각하지만, 나머지 사항들은 50~60년 이후의 일들을 지금의 시점으로 작성을 요구하고 있습니다. 외국의 선례와 같이 예비해체 계획서에는 5항만 작성하고, 설계 요건만 받아서 진행하는 것이 이상적이라고 생각합니다.

운영이 종료된 이후 최종해체계획서에는 [그림 3]의 13가지 항목이 모두 필요하지만 5항은 필요없습니다. 그래서 최종해체계획서는 5항을 제외한 나머지 12개 항목을 승인 사항으로 처리하는 것이 맞다고 생각합니다.

단 계	개발대상 기술기준 및 지침
해 체 확인점검	<ul style="list-style-type: none"> 해체현장 확인점검 및 검사지침 원전해체 위험도 평가 및 검증 기준
해체완료 부지복원	<ul style="list-style-type: none"> 해체완료보고서 작성/심사지침 해체완료 검사지침 최종부지상태보고서 작성/심사지침 부지 개방, 재이용에 관한 기준 원전 해체부지 잔류 방사능 최종상태 조사에 관한 기준 잔류방사능 농도 제한치 및 선량 기준 해체부지 오염평가 및 최종 부지 잔류방사능 평가 기준 원전부지 재활용 타당성 평가기준

[그림 4] 해체 안전규제 기준 개발

다음은 해체 안전규제 기준 개발입니다. 고리 1호기가 해체를 시작한다고 해도 여러 가지 세부지침들이 마련되어 있지 않아서 해체를 원활하게 진행하기에는 문제가 있습니다. 사업자가 스스로 준비를 해야 하는 건지, 규제기관이 만들어줘야하는 건지 모르겠습니다.

해체 단계에서도 현재 설계 및 인허가에 관한

것만 나와 있습니다. 해당 사항은 해체 현장을 확인하고 점검하는 지침서 또는 원전해체 위험도를 평가하는 검증 기준 등 각 나라의 기준 중에서 필요한 것만 발췌한 사항입니다.

해체 완료 이후 부지를 복원하는 단계에서는 ‘해체완료보고서 작성/심사지침’, ‘해체완료 검사지침’, ‘최종부지상태보고서 작성/심사 지침’, ‘부지 개방, 재이용에 관한 기준’, ‘원전 해체부지 잔류 방사능 최종상태 조사에 관한 기준’ 등 기본적인 내용들은 해체를 진행한 이후 가지고 있어야 합니다. 그러나 지금 단계에서 관련 항목들이 필요한 시점이 8~9년 정도 남아있어서 필요성에 의문이 듭니다. 법적으로 제염, 절단, 철거 등의 관련 사항들을 정리해서 해체계획의 작성이 필요한데, 관련 계획이 세워져있지 않으면 비용과 시간으로 매우게 되는 상황이 발생합니다.

마지막으로 해체 폐기물에 관한 사항입니다. 잘 아시겠지만 경주 방폐장에는 중준위 폐기물은 들어갈 수 없습니다. 실제로 발전, 운영 중에는 중준위 폐기물이 거의 발생되지 않습니다. 일부 1차 측에서 사용된 필터, 폐기된 제어봉 등 일부 극소량이 나오게 됩니다. 해당 중준위 폐기물들은 발전소의 핵연료 Pool에 보관되어있는 상태입니다. 고리 1호기가 영구정지 이후 해체 시기에는 핵연료 pool에 보관되어있는 폐기물을 운송해야 합니다. 운영 중에 발생한 필터, 원자로 관련된 내부 구조물들이 모두 중준위 폐기물로 분류됩니다. 이 폐기물들을 처분장에서 처분해야 하는데, 아직까지 경주 처분장은 중저준

위 폐기물을 처리하는 것으로 인허가가 되어있어 중준위 폐기물에 대해서는 다시 허가를 받아야 합니다.

두 번째로는 자체처분 폐기물에 관한 문제입니다. 해체 시에 약 50~60만 톤 정도의 콘크리트 철재 폐기물이 대량으로 한꺼번에 나오게 됩니다. 현재 가지고 있는 규정에서도 자체 폐기처리를 할 수 있는데, 이 내용은 발전소 운영중에 나오는 소량의 폐기물을 처리하는 기준입니다. 이런 방식으로 관리하면 실제로 해체할 수 없고 10년에서 20년까지도 길어지게 됩니다.

원자력연구원의 서범경 박사님이 말씀해주셨지만, 대량 발생 폐기물은 각각 Chamber에 넣어 핵종 분석을 진행하고 허가를 받기 위해서는 1~2주일의 시간이 소요됩니다. 이러한 시스템을 가지고 해체를 진행할 수 없습니다. 그래서 대량폐기물 허가 사항도 정리가 되어야 합니다.

세 번째로 현재 방사성폐기물처분장에는 200L 드럼을 사용해서 처분해야 합니다. 해체를 하다보면 200L 드럼에 들어갈 수 없는 경우가 발생합니다. 현재 매립 기준 및 규정으로 해체 폐기물을 담기에는 규정이 지나치게 상세합니다. 해체 폐기물을 처분할 수 있는 매립 시설을 별도로 확보하고, 그 시설을 설계할 때부터 컨테이너 같은 효율적인 처분 용기를 사용하여 처분할 수 있도록 규정을 바꿔야 합니다. 그렇게 해야 고리 1호기가 해체되면서 나오는 폐기물들을 발전소에 쌓아두지 않습니다. 또한 유통 경로에 따라 발전소에서 제염하고 경주 처분장으

로 넘어가는 과정이 원활하게 진행되어야 합니다.

앞서 말씀드린 사항과 더불어 주민 의견을 수렴하는 절차도 개선해야 합니다. 원자로에서 핵연료가 제거되었다는 것은 원자력과 관련한 위험이 없는 것입니다. 핵연료가 제거된 고리 1호기는 원자력발전소가 아니라 방사성폐기물일뿐입니다. 병원, 원자력연구원 같은 방사선 관련한

시설로 봐야 합니다. 그런데 주민 의견을 수렴하는 과정은 건설 및 인허가와 동일한 범위로 요구하고 있습니다. 지어둔 발전소를 해체해서 원상복구시키겠다고 하는데 건설에서 운영하고 똑같은 절차로 한다는 것은 효율적이지 않습니다.

오늘은 여기까지 말씀을 드리겠습니다. 감사합니다. **KMIF**