

국내 원전해체 사업 현황 및 계획

이경철

한국수력원자력(주) 원전사후관리처 부장



여러분 반갑습니다. 저는 한국수력원자력(이하 한수원) 원전사후관리처 이경철 부장입니다. 반갑습니다.

오늘 이런 뜻 깊은 자리에 제가 첫 순서로 말씀드릴 내용은 원전해체를 책임지는 주관 사업자로서, 국내 원전해체 사업의 현황과 향후 계획입니다.

먼저 국내외 해체시장에 대한 전망부터 시작해서 정부에서 수립한 국내 원전해체 시장에 대한 육성전략 그리고 육성전략에 따른 세부 이행 현황에 대해 말씀드리겠습니다. 그리고 고리 1호기, 월성 1호기에 대한 해체 준비 현황이 어떻게 진행되고 있었는지에 대해서도 말씀드리겠습니다.

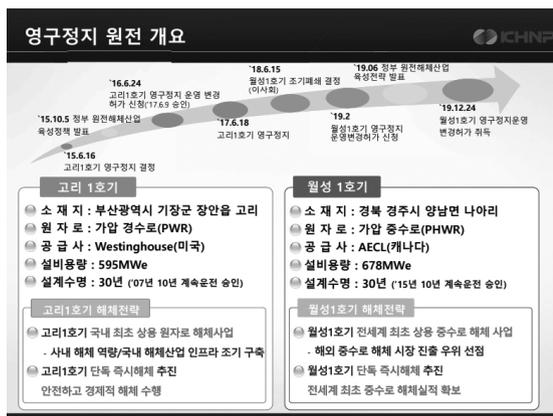
또한 제가 2015년도 이후부터 지속적으로 추진해오고 있는 원전해체 기술에 대한 개발 현황과 현재 상태에 대해서도 말씀드리겠습니다. 마지막으로 원전해체 비즈니스 포럼(이하 포럼)의 주제에 해당하는 원전해체 과도기 기간 중에 해체 준비 활동을 할 수 있는 법적·제도적 활동이 어떤 것들이 존재할 수 있으며 우리가 어떤 노력을 해야 하는가에 대해서도 마지막으로 말씀드리겠습니다.

1. 국내외 해체시장 전망

해체시장은 현재 영구정지가 된 발전소의 가동

연한이 많이 진행되면서 국제적으로 볼 때도 지금 현재 549개에 해당하는 글로벌 해체시장이 추산되고 있습니다. 국내 원전 중 설계수명이 만료하는 것이 현재 고리 1호기, 월성 1호기를 제외하더라도, 2023년부터 2029년까지 향후 10기에 해당하는 원전의 설계수명이 만료될 예정입니다. 물론, 계속운전여부에 따라서 해체 시장은 다소 변동이 있을 수 있습니다. 다만 분명한 사실은 언젠가는 해체를 위한 준비를 꾸준히 해야 한다는 사실입니다.

표했습니다. 현재 영구정지가 되어있는 고리 1호기, 월성 1호기의 의미를 조금 살펴본다면, 고리 1호기의 경우에는 국내 최초로 수행하는 원전해체사업이 될 것입니다. 두 번째로 월성 1호기의 경우, 전 세계에서 아마 최초로 수행되는 중수로 노형의 원전해체사업이 될 것으로 보입니다. 참고로 중수로 원전은 캐나다가 종주국이지만, 아직까지 원전해체사업을 진행하는 상황은 아닙니다. 따라서 국내 월성 1호기를 선제적으로 해체 사업을 진행한다면 전 세계의 표준 모델이 될 것이라고 예상합니다.



[그림 1] 영구정지 원전 개요

고리·월성 1호기에 대한 영구정지, 원전해체 산업 육성에 관한 정부 정책에 대한 이력을 간단히 소개드리겠습니다. 2015년도 고리 1호기에 대한 영구정지가 결정되는 해에 정부차원에서 최초로 원전해체산업에 대한 육성정책을 발표하였습니다. 이후 2017년 고리 1호기가 영구정지 되고, 2019년에 이르러서는 월성 1호기의 영구정지가 결정되면서 영구정지와 병행하여 정부차원에서는 두 번째 원전해체 산업 육성전략을 발

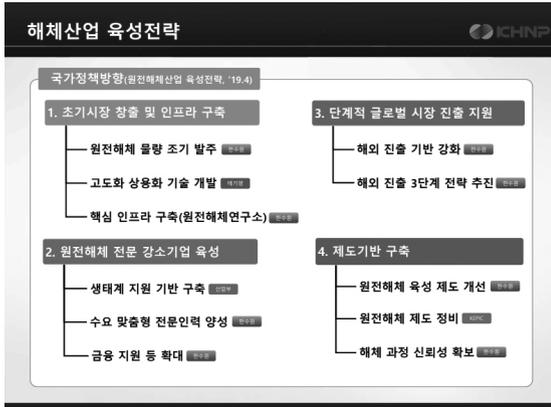
2. 해체산업 육성전략

정부에서 수립한 육성전략과 정책 그리고 이에 대한 한수원의 노력에 대해서 말씀드리겠습니다.

2019년에 발표한 정부의 육성전략은 크게 3단계를 거치면서, 궁극적으로는 원전해체를 원전산업의 새로운 먹거리로 창출하고자 하는 것입니다. 2022년까지 제1단계로 선정하고, 이때 해체시장을 창출하기 위한 초기 시장을 구축하고, 해체산업을 위한 제반 인프라를 구축하는 것을 큰 목표로 삼았습니다.

이후 2023년부터 2029년까지는 국내에 해체사업을 추진하면서 익힌 기술과 관련 기업 육성을 통해서 해체 역량을 축적하고 2030년 이후부터는 글로벌 해체시장에 진출하는 것이 큰 목표입니다.

이를 위해서 국가정책방향으로 4가지를 선정했습니다. 첫 번째는 앞서 발표한 내용대로 해체시장



[그림 2] 해체산업 육성전략

이 아직까지 활성화되지 않았지만, 초기시장을 창출하고 관련 인프라를 구축하는 사항이었습니다. 두 번째는 원전해체 분야와 관련된 중소기업들을 육성하는 것이 목표였습니다. 세 번째로는 지금부터 단계적으로 글로벌 해체시장에 진출하기 위한 체계와 토대를 마련하는 것이 주요 내용입니다. 마지막으로, 이러한 해체사업이 원활하게 진행될 수 있도록 법적·제도적 장치를 마련하는 것이 정책의 목표입니다.

3. 해체산업 육성방안 이행

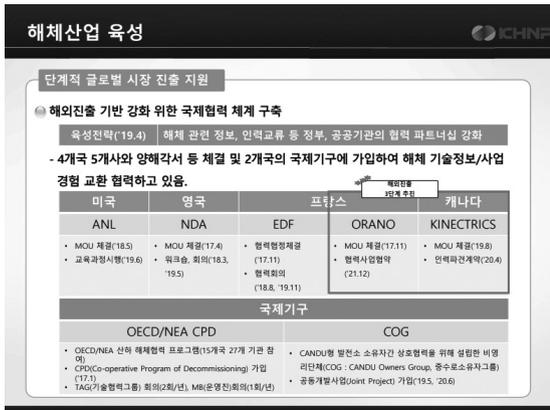
육성전략에서 얘기했던 초기 시장을 구축하려면, 해체에 관한 여러 사업 물량이 발생되어야 합니다. 하지만 앞서 말씀드린 바와 같이, 해체를 준비하는 과정에 있어서는 아직까지 해체 사업에 대한 물량이라든지 실질적으로 할 수 있는 활동이 제한적일 수밖에 없는 상황입니다.

그럼에도 불구하고 향후에 발생할 것을 조기에

앞당겨서 사업체 분들에게 사업 물량을 제공하거나, 여러 기업들이 참여할 수 있도록 하나의 사업을 분리해서 발주하는 작업을 2019년 이후부터 3년간을 걸쳐서 진행했고, 앞으로도 2025년까지 계획된 바에 따라 계속해서 조기/분리 발주를 진행할 계획입니다. 무엇보다 제일 중요한 것은 핵심 인프라 구축입니다. 핵심 인프라 구축의 제일 중요한 일은 원전해체연구소를 설립하고 원전해체연구소를 통한 해체 기술에 대한 실증, 사업화 그리고 개발된 기술에 대한 고도화를 이루는 것입니다. 참고로 원전해체연구소는 법인설립이 완료된 상황입니다. 현재는 관련 시설물에 대한 설계가 병행해서 진행되고 있습니다. 또한 관련된 원전해체 연구소 내에 포함되어야 할 기자재, 또는 관련 고도화 기술에 대한 사항은 정부의 R&D 예타를 통해서 추진하는 사항입니다.

또한 우리 중소기업의 육성을 위해서, 한수원에서는 해체기업에 대한 육성 펀드를 조성해서 운영하고 있습니다. 참고로 2019년 이전에도 시행했었습니다.

해체사업에 가장 필요한 것은 기술력과 인력이라고 봅니다. 한수원은 해체인력, 관련전문인력을 양성하기 위해서 다양한 교육 프로그램을 운영하고 있습니다. 물론 한수원 자체적으로 활용하는 사업이 있고, 포럼을 주관하는 한국원자력산업협회에서도 별도의 교육과정을 운영하고 있습니다. 학교 과정에서도 교육과정을 활용을 하고 있습니다. 이런 교육을 통해서 전문인력 양성을 계속해서 노력하고 있습니다.



[그림 3] 해체산업 육성

세 번째는 단계적 해외 진출을 위한 노력입니다. 한수원은 4개국의 5개사와 양해각서 MOU를 체결하고, 지속적으로 협력단계를 유지하고 있습니다.

이런 협력관계를 토대로 단계적으로 성과를 이루고 있습니다. 그 중 한수원이 프랑스와 캐나다에 해체와 관련된 사업에 한수원을 비롯한 국내 업체들과 동반으로 인력을 파견하여서 직접 일을 병행하고, 수출의 일환으로 진행했었습니다. 지금 현재 일부 인력에 대한 파견이 완료되었습니다. 캐나다 쪽의 일부 인력은 이후에도 파견이 계속 진행될 계획입니다. 이렇게 국제협력을 통한 인력 교류, 기술 교류, 사업 제의 등은 내년에도 계속 진행할 계획이니, 오늘 참석하신 여러 기업 임직원분들께도 많은 관심을 가져주시고 같이 참여할 수 있으면 감사하겠습니다.

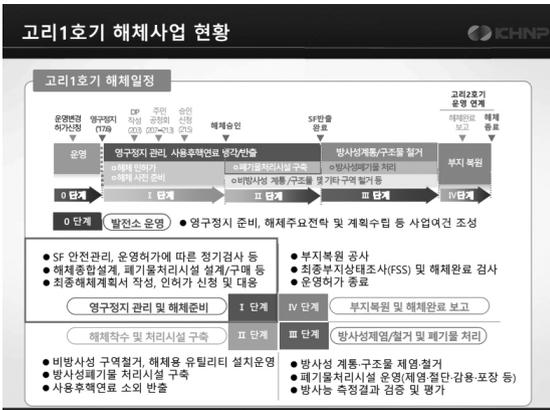
해체 과도기간 중 해체 준비 활동과 관련한 여러 가지 제도기반이 필요할 것으로 보입니다. 저희가 기본적으로는 해체산업 육성에 관한 기술 기준

부분들은 KEPIC 등에서 고유 업무로 개발하고 있습니다. 다만 저희가 현재 미흡하다고 여겨지는 것들은 해체산업 육성하기 위한 기본적인 제도나 세밀한 법적 체계가 마련이 될 필요가 있다는 부분입니다. 다행스럽게도 작년부턴 시작해서 올해 2월까지 해체산업 육성과 안전성 확보를 위한 법·제도 정비에 관한 연구가 진행되었고, 연구 결과는 관련된 원자력안전위원회나 산업통상자원부, 원자력 규제 정부 회의에서 여러 차례 발표가 있었습니다. 더군다나 최근 이 부분에 대해 법제도를 개선하기 위한 법안이 발의되어있는 상황이고, 법안 발의된 상황이 계속 빌드업(Build-up)되면서, 향후에는 좋은 제도가 구축될 것이라 예상합니다.

그리고 해체사업을 준비하면서 한수원은 주관 사업자로서 해체사업에 대한 대국민과 소통·공감하는 활동이 필요합니다. 참고로 한수원은 고리 1호기에 대한 해체계획서를 작성하고 해체에 대한 인허가를 신청하는 과정에서 저희가 관련 지역 주민들과 해체계획서에 대한 주민 공람을 50곳에서 했습니다. 이 과정에서 12번의 주민 설명회를 진행했습니다. 또한 주민설명회 이후 4번의 공청회를 하면서 많은 주민들에게 해체사업을 어떻게 진행할 것이며, 한수원이 어떻게 준비했고, 어떤 과정을 거칠 것이며, 이 과정에서 안전성이 어떻게 확보되는가에 대해서 여러 차례 설명과 공청회에서 말씀드렸습니다. 이런 과정과 노력들은 월성 1호기, 또는 다른 호기의 발전소에 대한 해체를 준비하는 과정에서도 지속적으로 진행해야 할 것으로 보입니다.

4. 고리 1호기 해체사업 현황

고리 1호기와 월성 1호기의 해체를 어떻게 준비하고 있는지 말씀드리겠습니다.



[그림 4] 고리 1호기 해체사업 현황

고리 1호기의 경우, 현재 해체계획서를 작성했고, 해체계획서에 대한 규제 인허가 신청을 시작한 상황입니다. 지난 5월 3일 한수원이 제출했고, 9월에 원자력안전위원회에서 일부 사항에 대한 보완 요청이 있었고, 그에 대해 한수원은 보완을 완료하여 12월에 한수원이 다시 제출한 상황입니다. 아마 규제기관인 원자력안전위원회에서 제출된 해체계획서에 대한 심사 단계를 ‘어떻게 가질 것인가?’에 대해서 보고 또는 논의가 있을 것이라고 예상하고 있습니다.

내년부터 해체계획서에 대해 심사하면 한수원은 통상 2년 정도의 심사기간을 고려했을 때, 2024년부터 해체사업 착수가 가능할 것으로 보입니다. 다만 저희가 우려해야할 상황은 고리 1호기 같은 경우에는 해체 사업에 대한 승인이 이루어지고, 해체

가 착수된다고 하더라도 일부 제한적인 부분에서 해체가 진행될 가능성도 있습니다. 그것은 한수원이 해체계획서 상에서도 볼 수 있듯이, 방사선 구역과 비방사선 구역을 크게 나눈다면 사용후핵연료는 아직까지 발전소에서 안전 냉각기간을 거치고 있는 상황입니다. 외부반출이 적시에 이루어지지 않는다면 다소 지연되겠지만, 이 부분도 가능한 초기에 연료를 반출하는 활동이 있어야 할 것 같습니다. 이 과정에서도 계속 지속적인 법·제도적인 개선을 통해서 방사선 구역 중에서도 사용후핵연료와 관련이 없는 일반적인 관리구역에 대한 제염·철거 작업도 병행해서 할 수 있도록 그렇게 사업을 진행을 해보고자 합니다.

한수원이 고리 1호기 해체사업에 관해서 해체사업에 대한 종합 관리 및 총괄하는 기관입니다. 모든 해체사업을 한수원에서 단독으로 할 수는 없습니다. 기본적으로 발전소에 대한 안전관리 그리고 영구 정지된 설비라든지 구조물에 대해서는 한수원의 인력을 통해서 자체적으로 운영해 나가고 있습니다. 물론 필요한 정비들은 기존 계약을 활용해서 진행하고 있는 상황입니다.

현재 해체사업 분야 중에 설계 엔지니어링 부분을 진행하고 있습니다. 향후에 해체에 대한 승인이 이루어지게 되면, 폐기물에 대한 관리, 제염·철거에 대한 사항 그리고 향후 부지복원 단계까지 해체 전 과정에 있어서 방사선에 대한 측정, 분석, 검증하는 부분에 대한 사항들은 모두 관련 전문 기관을 활용해서 해체사업을 진행할 계획입니다.

해체사업에 대한 인허가 과정 역시 앞서 말씀드

린 바와 같이 해체계획서에 대한 초안 마련과 그리고 주민에 대한 의견 수렴 과정을 거쳐서 현재 제출되었습니다.

5. 월성 1호기 해체사업 현황

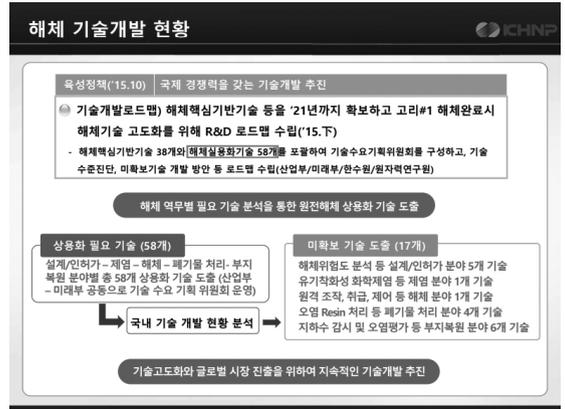
월성 1호기는 고리 1호기와 전반적으로 해체사업을 준비하는 과정은 유사합니다. 다만 차이를 보이는 점으로는 월성의 경우 사용후핵연료가 고리 보다는 조기에 외부로 방출될 수 있는 여건이 마련될 것으로 보인다는 점입니다. 그 결과 전체적으로 해체기간이 단축될 것 같습니다.

월성 1호기 역시 한수원이 해체계획서를 준비하고 있습니다. 해체계획서는 2023년 12월까지 초안을 마련하고, 2024년 초에 주민 의견 수렴을 거쳐서 2024년 6월까지 해체계획서 신청을 준비하겠습니다.

해체에 대한 사전준비 사항 관련해서는 고리, 월성과 관련한 용역 사업 건은 초기에 분리해서 발주하는 것으로 계획하고 있습니다. 한수원 계약 프로그램을 보시면 사전 발주 내용들을 인지하실 수 있습니다.

6. 해체 기술개발

한수원은 2019년도에 원전해체 산업 육성전략을 발표를 하면서, 해체사업을 진행하는데 필요한 기술 요소들을 분석했습니다. 분석한 결과, 상용화해야 할 기술 58개를 도출하였습니다. 또한 그 기술 중 기술개발이 완료되지 않은 것이 과연 무엇인



[그림 5] 해체 기술개발 현황

가를 분석했을 때, 미확보 기술 17개가 도출되었습니다.

2015년 이후부터 6년간 장기적인 기술개발 과정을 거쳐서 지금 현재 기술개발이 4건 완료되면서, 현재는 상용화에 필요한 기술이 다 확보된 것으로 파악하였습니다. 물론 이런 상용화 기술을 확보한 것이 마무리하는 아닙니다. 앞서 말씀드린 것처럼, 원전해체연구소에서 개발된 기술에 대한 현장 활용 그리고 실용화 등에 대한 고도화가 반드시 필요합니다. 이런 고도화 기술이 있어야 결과적으로 글로벌 해체 시장에 진출할 수 있는 역량을 확보할 수 있다고 봅니다.

7. 법/제도 개선

마지막으로 본 포럼의 주제에 해당하는 법·제도 개선에 대해서 말씀드리겠습니다. IAEA에서는 한수원이 영구정지 이후에 해체에 돌입하기 전까지의 과도기 기간 중에 실시할 수 있는 해체 활동들

*** 해체 승인 전 해외 해체활동 사례**

국가	원전명	과도기기간	해체활동
프랑스	Chooz A	1991-2007	<ul style="list-style-type: none"> 터빈 내부 설비 및 터빈건을 철거 행정건을 철거, 설비터널 시설 철거 가연성물질 제거 등
일본	Tokai	1998-2006	<ul style="list-style-type: none"> 터빈건을 내부 설비 철거
스페인	Zorita	2006-2011	<ul style="list-style-type: none"> 터빈건을 해체 냉각타워, 비상디젤발전기 등 철거
미국	Vermont Yankee	2015-2016	<ul style="list-style-type: none"> 디젤발전기 철거(사용후핵연료 저장시설 확장 지원) 일부구조물 철거(보안강화 차원)
독일	Würgassen	1995-1997	<ul style="list-style-type: none"> 냉각탑 철거
	Lingen	1977-1985	<ul style="list-style-type: none"> 중발기 건물과 가스조절 계통을 포함한 일부 시설물/기기 철거
스위스	Mühleberg	2019~	<ul style="list-style-type: none"> 터빈건을 내 기기 철거 원자로 건물 내 이동식 설비 제거

[그림 7] 해체 승인 전 해외 해체활동 사례

*** 법/제도 개선(안)**

비방사성시설의 선제적 해체*

- ① (착안사항) 과도기기간(영구정지 후 해체승인 전까지) 중 일반산업시설의 해체 수준인 방사선(능)에 오염되지 않은 비방사성 시설의 선제적 해체 필요
- ② (개선방향) 해체승인 전 비방사성시설의 해체 착수는 신고 및 그 처리를 통하여 수행하도록 하며, 주민의견수렴은 방사성시설 관련 해체시에만 적용

* 양정숙의원실에서 비방사성시설의 선제적 해체를 위한 법안 개정(안) 발의(21.11.12)하여 국회 심사 중

과도기기간 중 해체사업 수행 근거 마련

- ① (착안사항) 과도기기간 중 수행 가능한 해체업무를 규정하고, 이의 수행은 '신고'를 통하여 추진하도록 하여 원활한 해체사업의 수행 기틀 마련
- ② (개선방향) 해체승인 신청 전 사전준비 신고 제도 신설 및 과도기기간 중 수행업무 명확화

해체 관련 '경미한사항변경신고' 정의 추가

- ① (착안사항) 건설 및 가동원전의 경미한사항변경신고 정의 대비 원전해체 관련 경미한사항 변경신고 사항 미흡
- ② (개선방향) 건설 및 가동원전에 준하는 변경신고 항목 추가 신설

[그림 8] 법/제도 개선(안)

에 대해서 규정하고 있습니다. 예를 들면, 일반적인 발전소 내부에 마이너(Minor)한 기기에 대한 정비 그리고 교체와 같은 것들은 당연한 일이고, 안전성과 관련이 없는 배관, 계통에 대해서는 사전적인 철거작업이 가능합니다. 이 내용들은 IAEA에서는 권고하는 사항입니다.

이러한 권고사항을 바탕으로, 해외 여러 국가에서도 실제 영구정지 이후에 해체에 돌입하기 이전에는 필요 없는 건물이나 방사선과 관련이 없는 터빈 건물 등 기타 부속건물에 대해서는 철거 작업을 병행하고 있습니다.

안타깝게도 현재 국내 원전에 관련된 해체 규제 체계를 살펴보면, 아직 이러한 내용들이 가용되지 않습니다. 그래서 비방사선/방사선과 관련없이 일반산업 시설물에 해당되는 부분에 대해서는 해체 영구정지 이후부터 해체 승인 이전까지 해당되는 과도기 기간에 철거할 수 있는 법적·제도적 근거의

마련이 반드시 필요합니다. 다행스럽게도 이런 부분들에 대해서는 국회도 필요성을 인지하고, 관련한 법안을 준비하고 진행하는 상황입니다.

이러한 법안 개정이나 법·제도 개선에 한수원이 제일 앞서서 노력할 것입니다. 여기 계신 많은 산업계분들이나 산·학·연에 계신 분들도 함께 동참해 주시고 노력해주시면, 저희가 육성전략 그리고 감소기업에 대한 조기의 물량, 사업 물량을 제공하는 데 큰 도움이 될 것입니다.

현재 비방사선 시설에 대한 선제적 해체에 대해서는 국제기구인 IAEA에서도 제시하고 있고, 국제적으로 권고하는 사항입니다. 그 권고사항을 토대로 해외 사례와 비슷하게 국내 원전해체에 관한 제도도 개선될 수 있도록 진행해보겠습니다. 많은 노력과 지원을 통해서 진행이 이루어질 수 있도록 모든 분들의 노력을 부탁드립니다.

감사합니다. **KIIF**