

혁신형 SMR, 어떻게 개발할 것인가

김한곤

한국수력원자력 중앙연구원장



‘소형모듈원자로(SMR) 개발 왜 해야하는 소가?’에 이어서 ‘혁신형 SMR, 어떻게 개발할 것인가?’에 대해서 발표하겠습니다. 저는 한국수력원자력 중앙연구원장 김한곤입니다.

발표 순서입니다. 먼저 SMR 개발을 할 때 기본적인 방향에 대해서 말씀을 드리고 ‘어떤 목표를 가지고 SMR을 개발하고, 그 SMR은 어떤 모양이 될 것이며, 어떤 전략을 가지고 개발할 것인가’를 순차적으로 말씀드리고 마지막으로 이 시도가 성공하기 위해서 필요한 제원을 좀 드리면서 발표를 마치도록 하겠습니다.

기본방향입니다. 우리나라는 선진국에 비해서 SMR 시장에서 늦었다고 평가받고 있습니다. 하

01 기본 방향



[그림 1] 기본방향

지만 아까 발표에서도 말씀드렸듯이 우리나라는 과학기술정보통신부(이하 과기정통부)와 원자력연구원이 개발한 SMART 기술이 있고 세계

에서 거의 유일하게 On Time - On Budget으로 원자로발전소를 설계하고 제작하고 건설할 수 있는 산업계 능력이 있습니다. 따라서 제 시간에 세계시장을 선점할 수 있도록 적기에 진출하는 것이 기본적인 목표입니다.

두 번째는 지금까지 원자력발전소의 역사는 안전성을 강화하려고 안전설비를 추가하고 그에 따라 저하되는 경제성을 만회하기 위해 출력을 증가시키는 것을 반복하는 역사였습니다. 그런데 SMR은 반대편으로 가는 겁니다. 설계도 단순하게 하고 출력을 소형으로 가져옵니다.

현행 규제 요건과 룰을 따르면 경제성이 나빠질 수 밖에 없습니다. 그래서 SMR이 성공하기 위해서는 기존의 룰을 뛰어넘는 혁신 기술을 적용을 해야하고 SMR 시장에서의 Game Changer, 게임의 룰을 바꾸지 않으면 성공하기 어렵기 때문에 그 게임의 룰을 바꾸려고 합니다. 이 사업이 성공하기 위해서는 혁신기술과 규제 기술이 사업 초기부터 잘 조화를 이루어야 합니다.

세 번째로는 지금까지 우리나라는 연구계는 연구계 대로 연구개발을 하고 산업계는 산업계 대로 대형원전을 개발을 해왔는데, 혁신형 SMR은 산업계와 연구계가 힘을 합쳐 총력을 기울여서 개발해야 합니다. 그 다음에 정부에서 정책적 지원이나 재정적 지원까지도 해준다면 2030년대 초반에 열릴 거라고 예측하고 있는 세계 SMR 시장에 주도적으로 선점할 수 있을 걸로 예상하고 있습니다.

02 | 안전성 목표



[그림 2] 안전성 목표

안전성 목표입니다. 궁극적으로 추구는 것은 후쿠시마 사고와 같은 유형의 사고가 원천적으로 발생하지 않도록 하는 것입니다. 그래서 어떤 상황이 되더라도 발전소 인근의 주민이 대피할 필요가 없도록, 그래서 궁극적으로는 원전 인근에 사는 주민이 거기에 원자력발전소가 있는지 조차를 인지하지 못할 정도의 안전성을 확보하는 것입니다. 여러 가지 혁신기술이 적용되어야 되겠지만 기본적으로는 핵연료를 냉각시키는 기능을 하는 계통들은 전기도 필요 없고 사람의 개입도 필요 없어서 그냥 가만히 놔두기만 하더라도 최소한 한달, 일반적으로는 무한대의 시간까지 핵연료를 안전하게 냉각시킬 수 있는 안전성을 달성하도록 하겠습니다.

이제는 안전해도 시장에서 비싸면 선택받을 수 없습니다. 그래서 그림에서 보다시피 설계를 단순하게 할 것입니다. 건설 물량을 최소화 하고 대부분 기기들을 공장에서 제작을 해서 육로로 수송할 것이기 때문에 전체 건설 기간을 2년 이내

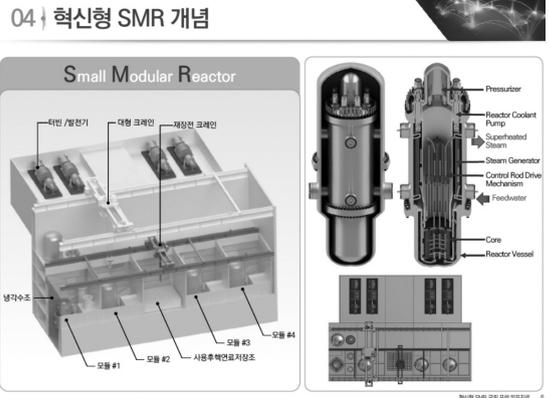


[그림 3] 경제성 목표

로 맞출 예정입니다. 그리고 인공지능이나 4차산업기술을 대폭 적용을 해서 무인운전에 가깝도록 운영 인력을 최소한으로 해서 발전 단가 기준으로 봤을 때 현재 대형원전의 발전단가와 같은 수준의 경제성을 가져가도록 할 예정입니다.

아울러 급증할 걸로 예상되는 태양광이나 풍력과 같은 재생에너지들의 간헐성 문제를 보완하기 위한 에너지원이 필요합니다. 대형원전은 재생에너지와 똑같이 ‘경직성 전원이나 아니냐’라는 논란이 많이 있는 것은 사실입니다. 하지만 SMR은 훨씬 더 많은 유연성을 가지고 개발될 것이기 때문에 외부의 요구에 즉각 적으로 대응할 수 있는 유연한 전원이 될 것입니다. 따라서 재생에너지와 같이 상생할 수 있는 에너지원으로 개발이 될 것입니다.

탄소 중립, RE100을 달성하거나 그린수소를 달성하는데 ‘여러 가지 다른 요소를 고려하지 않는다’고 하면 현실적으로는 대안을 될 수 있는 옵션이다라고 판단하고 있습니다.



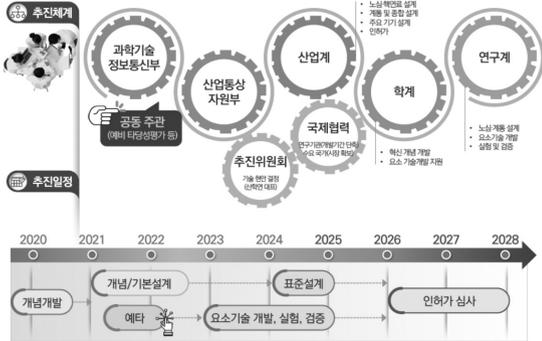
[그림 4] 혁신형 SMR 개념

만약 혁신형 SMR이 개발된다면 이런 모양의 SMR이 될 것입니다. [그림 4]를 보시면 강철로 만들어진 원통형 통, 마치 보온통처럼 생긴 안에 모든 원자력 계통이 들어갑니다. 열을 생성하는 원자로, 증기발생기, 가압기, 펌프 다 하나에 들어가게 되며, 하나의 모듈이라고 부릅니다. 이 모듈이 약 17만kW 정도의 전기를 생산하게 됩니다.

[그림 4]에서 보시는 것처럼 4개의 모듈이 큰 수조에 들어가게 되어 68만kW정도를 생산하게 됩니다. 그런데 이 그림은 이전 발표에서 전 세계 시장에 열릴 걸로 예상되는 것 중에 가장 큰 시장이 사실은 노후 화력을 대체하는 시장이기 때문에 그 점을 염두하고 디자인했습니다. 용도에 따라서 2차 계통 측을 바꾸면 수소를 생산하는 용도로도 쓸 수 있고 바지선에 얹히면 인근 해역에 놔두어서 도서지역에 전기를 공급하는 용도로도 사용될 수 있습니다.

개발은 원자력산업계를 대표하고 있는 한수

05 개발 전략 (1/2)



[그림 5] 개발전략1

05 개발 전략 (2/2)



[그림 6] 개발전략2

원과 연구계를 대표로 하고 있는 한국원자력연구원이 주관이 되어서 수행을 할 것입니다. 관련 산학연이 총력을 기울여서 개발을 수행할 예정입니다. 그리고 과기정통부와 산업통상자원부 양 부처가 전체적인 정책을 조율하고 지원을 해 주시는 것이 가장 중요합니다.

그 다음에 본격적인 사업을 추진하기 위해서 필요한 예타를 공동으로 주관하고 있습니다. 그리고 스케줄 상으로 예상대로 모든 게 다 진행이 된다면 2028년 또는 2029년에 개발이 완료될 수 있을 것으로 봅니다. 그러면 아까 말씀드린 2030년대 초반에 세계시장에 제품을 출시하는 것이 가능할 걸로 예상하고 있습니다.

이런 개발 전략에 가장 먼저 해결해야 될 것이 예타 통과입니다. 적절한 시점에 예타가 통과되어서 재원이 적게 투입되기를 바라고 있습니다.

혁신형 SMR은 혁신적인 기술이 적용되지 않으면 성공하기 어렵습니다. 봉산을 전혀 사용하지 않는다면 전기를 전혀 쓰지 않는다

든지 아니면 주제어실을 여러 모듈들이 공유한다면 하는 것들은 개발 초기부터 규제기관하고 개발자가 많은 토론을 해야합니다. 한수원 내부적으로 규제요건이나 규제지침이 확립될 수 있도록 여러 가지 노력을 수행하도록 하겠습니다.

06 성공을 위한 제언



[그림 7] 성공을 위한 제언

마지막으로 과학기술정책이나 원자력정책에 대한 오피니언 리더들이 많이 모였기 때문에 몇 가지 좀 제언을 드리고자 합니다. 몇 번 말씀드

렸지만 SMR은 혁신적인 기술을 적용하지 않으면 성공하기가 어렵습니다. 그런데 원자력은 현행 규제요건과 안전성을 지키는 것이 아주 중요합니다. 그래서 이 두 가지가 개발 초기부터 잘 논의가 되어서 조화가 되어야 합니다.

그런데 규제는 독립성이 중요하기 때문에 개발자가 이런 논의를 하자 말자 할 수 있는 상황이 아니라고 생각합니다. 포럼에 참석하신 의원님들, 오피니언 리더분들께서 대화의 장을 마련 해주시면 혁신기술과 규제기술이 초기부터 잘 조화를 이루어 나가도록 할 수 있을 것 같습니다.

두 번째, 이러한 개발 프로젝트는 모든 절차가 완료되어도 재원이 제때 투입되지 않으면 탁상 공론에 불과합니다. 저희 목표는 내년 예타를 통과하는 겁니다. 지금 예타를 준비하고 심의를 받

고 있는 것은 저희와 양 부처가 주관이 되어 진행하고 있지만, 예타 과정이 진행되고 있다는 것에 대해서 많은 관심을 가져주신다면 좋겠습니다.

세 번째, 이 과제에 참여하고 있는 연구원이 포함된 기관장 분들이 많이 오셨는데 본 과제에 참여하고 있는 연구원이 이 과제에 몰입할 수 있도록 배려를 해주셨으면 합니다.

마지막으로 저희가 개발하려고 하는 SMR은 결국 수출을 위한 노형입니다. 지금은 아니지만 어느 정도 시점이 되면 수출전략을 수립하거나 국제적인 국제협력을 수립해야하는 단계가 올 것입니다. 그 때도 정부나 많은 분들의 도움이 필요할 걸로 예상이 됩니다. 앞으로 도움을 당부드리면서 제 발표를 마치겠습니다. **KMIF**