



프랑스의 원자력 현황과 전망

프레데릭 주네 (Frederic Journes)
프랑스 원자력청(CEA) 국제협력 담당 부청장



저는 외교관으로서 주로 일을 해왔다. 프랑스 정부와 원자력 업계에 몸을 담고 일을 해왔으며, 무역과 관련된 규제 분야에서도 여러 역할을 하고 있다. 시에서는 원자력에 관련된 R&D 관련 업무, 그리고 정부의 자문 업무, 특히 원자력과 관련된 자문 업무를 맡고 있다.

프랑스의 원자력 현황 및 미래 전망에 대해서 말씀 드리겠다. 원자력과 관련된 문제는 한국과 유사할 것이라고 생각한다. 프랑스는 현재 6,000만 명의 인구가 있고 자연 자원도 충분치 않다. 그래서 수력에 많이 의존을 하고 있고, 다른 천연자원이 많이 없기 때문에 원자력을 주요 전력 생산원으로 활용하고 있다.

프랑스는 1960년대부터 원자력으로 전력 생산을 시작했다. 처음 6기의 원자로를 가동했다. 프로토 타입으로 시작을 했고, 1994년 이후로 가동 정지된 상태이다. 그리고 2세대 원자력 생산이 이루어졌다. 표준화된 PWR 원자로를 운영하고, 미국으로부터 PWR과 관련된 인허가를 받았는데 70년대~90년대에 걸쳐 조금씩 건설이 이루어졌다. 1973년 석유 파동 이후 전력 수급에 많은 어려움이 있었기 때문에 원자력 개발 추진이 활발하였다.

프랑스는 현재 63GW를 53개의 원자력발전소가 담당을 하고 있고, 1기가 건설 중에 있다. 발전소는 프랑스 전역에 걸쳐 운영이 되고 있다. 전력 생산에 있어서 원자력이 차지하는 비중이 상당히 크다. 기저부하는 수력이 담당하고 있는데, 화력발전소는 지금 비중이 많이 줄었고, 풍력도 극히 일부분을 담당하고 있다. 원자력 분야에 큰 투자를 하고 있는데 특히 연구 부문이다. 10억 유로를 원자력 민간 개발 프로젝트에 투자하고 있다.

프랑스는 다양한 에너지 전환법을 마련하여 다음과 같은 사항을 추진하고 있다. 현재 에너지 전환은 원자력에서 벗어나고자 하는 것이 아니라 탄소에서 벗어나고자 하는 것이다. 서유럽 국가들과 비교를 하면 프랑스의 탄소 배출량은 굉장히 좋은 상태이고 2030년까지 온실가스 배출량을 40% 감축하고자 한다.

동시에 에너지 효율성을 강화하고자 건설이나 수송 부문에 있어서 에너지 절약을 꾀하고자 한다. 프랑스는 인프라가 상당히 오래 되어 건설이나 수송 쪽에 있어서 다른 국가에 비해 더 많은 비용이 든다.

또 에너지 믹스를 다변화하고자 하는데, 화석연료 소비를 좀 더 줄이고, 재생 가능 에너지 비율을 2020년에 23%에서 32%까지 늘리고자 한다. 프랑스 남부 지역이 특히 태양과 관련된 발전을 할 수 있기 때문에 재생 에너지를 잘 활용할 수가 있다. 또 풍력도 좋은 편이다. 예측하기는 힘들지만 구조적인 측면에서 봤을 때는 비용이 적게 드는 에너지원 중 하나이다.

원자력은 기본적으로 유지를 할 생각이다. 현재의 기저부하량과 설비 용량을 현수준으로 유지하고자 하며, 4세대 원자로 개발을 미션으로 가지고 있다.

에너지전환법이 2014년 10월 하원에서 채택이 되었고, 현재 상원에서 검토 중이다. 여기에서 다시 하원으로 보내져서 2015년 중에는 최종 채택될 것으로 예상하고 있다.

원자력과 관련해서는 세 가지로 초점을 맞추고자 한다. 안전 향상과 배상 책임, 그리고 투명성과 관련된 부분이다.

안전과 관련해서는 원자력안전청이 독립 규제기관인데, 모니터링과 제재에 관련된 권한을 추가적으로 부여를 받았다. 새로운 안전에 대한 분석을 하는 가운데, 동시에 안전을 유지하는 데 있어서 어려움과 도전 과제들을 파악하는 데 지금은 어느 정도 수준에 올라 있다. 그리고 최종 정지나 원자력 시설 폐로에 대한 새로운 규칙을 마련할 예정이다. 또한 새로운 협력업체와의 관계도 엄격한 통제를 하고자 하며, 사용자 배상 책임 한도를 상향 조정했다.

프랑스에서는 지역 의견 수렴을 위해 원전 인근에 지역정보위원회를 신설했다. 이렇게 하는 이유는 원전을 그 지역의 다양한 경제 활동뿐만 아니라 여러 가지 활동을 하는 데 있어서 중심으로 삼고 있고 또 가장 큰 일자리를 창출하는 곳이기 때문이다.

원전 지역에 안전 다이얼로그 창구가 있다. 미리 공청회를 하지 않고 각 지역의 사업자들이 이런 지역 창구를 통해서 직접 질문에 답변을 하는데, 창구에는 지역 대표가 참석을 한다. 이런 프로그램이 잘 진행이 되고 있고, 프랑스의 강점이라고 할 수 있다.

원전은 지역 사회의 인력 창출 측면에 있어서 큰 도움을 주고 있는데, 우리의 후세대 지역 원자력 발전에 있어서 이런 지역 사회의 참여가 큰 역할을 하고 있다.

원전의 평균 수명은 약 30년 정도 된다. 90년대에 대부분 원전 건설이 이루어졌기 때문이다. 1호기 같은 경우에는 37년 동안 가동이 되어 왔고, 최근에 건설된 발전소는 15기의 원전으로 현재 14년 정도 되었다. 10년 단위로 기능 예방 정비를 하고 있는데 현재 3번 가량의 10년 단위 기능 예방 정비를 이뤘다.

그러면 앞으로 노화가 되는 원전에 대해서 어떻게 해야 될까? 두 가지 옵션이 있다. 설계 수명을 연장하는 것이 현재 프랑스의 최우선 과정 중 하나이고, 또 하나는 시설 교체를 하는 것이다. 원전의 노화 때문에 현재 13기의 원전에 대해서 2020년, 2035년까지 폐로를 해야 되는 상황에 있다. 그래서 40년 이상으로 설계수명을 연장하는 것이 우선 과제 중 하나이다. EDF와 프랑스 정부가 향후 이 문제에 대해서 적극적으로 논의를 할 예정이다. 70년대에 설계된 원전은 설계 수명 연장을 진행하고 있고, 80년대 이후의 원전에 있어서도 새로 인허가 갱신을 할 때 안정적인 측면을 더 강화하도록 요구하고 있다.

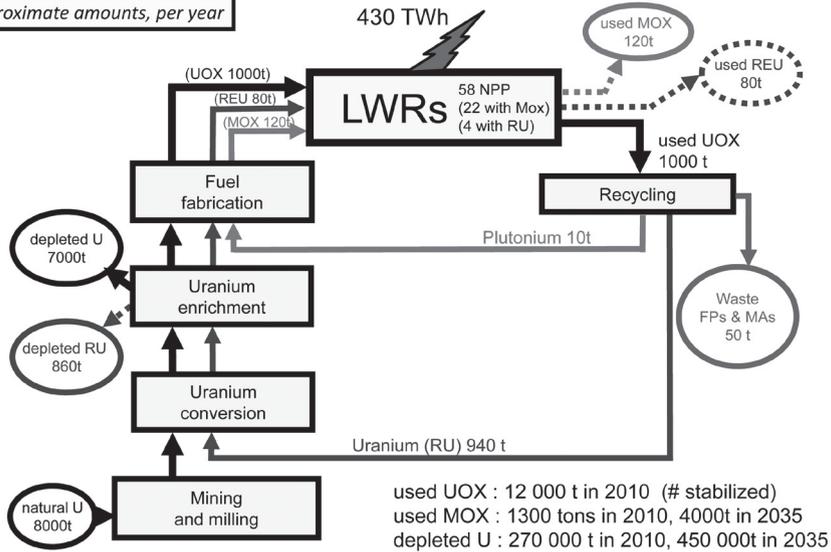
핵연료 주기에 대해서 말씀을 드리면, 러시아나 미국과 달리 프랑스가 이 부분에 있어서는 조금 부족한 상황이다. 건식 저장이라는 게 용량에 한계가 있기 때문에 항상 쉬운 방식은 아니다. 따라서 폐기물의 양 자체를 줄이고 재처리하는 양을 줄이는 것이 더 합리적이지 않을까 생각을 하게 되었다. 사용된 우라늄을 재처리를 통해서 다시 원전에서 사용하도록 하는 것이다.

현재 초기 단계이긴 하지만 플루토늄 관리에 있어서 여러 가지 활동을 벌이고 있다. 약 1000톤가량의 사용후연료들이 더 줄어들게 되어 있다. 저희가 가지고 있는 장기적인 리사이클 측면에 있어서의 과제는 바로 플루토늄의 양을 줄이

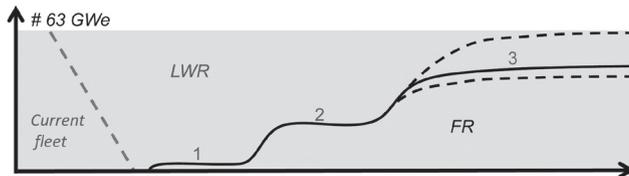
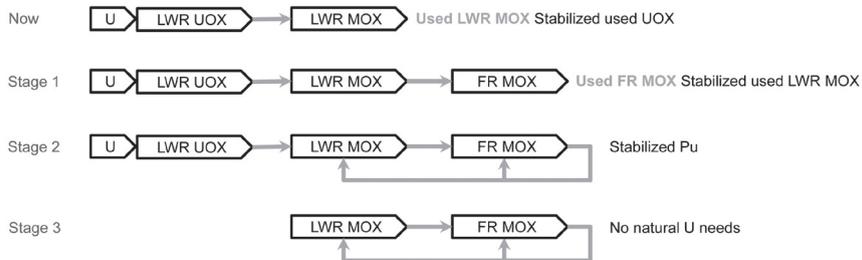


cea THE FRENCH NUCLEAR FUEL CYCLE IN A NUTSHELL

approximate amounts, per year



Transition scenarios to the fully closed cycle, symbiotic fleet (joint CEA-EDF-Areva studies)





강연을 하고 있는 프레데릭 쥘네 프랑스 원자력청 부청장. 프랑스는 현재 63GW를 53개의 원자력발전소가 담당을 하고 있고, 1기가 건설 중에 있다. 발전소는 프랑스 전역에 걸쳐 운영이 되고 있다. 전력 생산에 있어서 원자력이 차지하는 비중이 상당히 크다.

는 것이다. 물론 어떤 식으로 하느냐에 따라 단계별로 추진하는 시간 자체가 다르다.

프랑스는 고속원자로를 추진하고 있다. 이를 통해 플루토늄 분열이 더 잘 이루어질 수 있도록 하고 있는데, 1단계에 가면 고속중식로를 통해서 플루토늄 양을 줄일 수 있고, 그리고 2단계로 가면 다시 MOX 경수로를 통해서 나온 MOX를 다시 고속중식로에서 사용하여 플루토늄을 더 줄일 수 있다는 것이다. 이는 정계에서 또 논의가 될 것인데 자원의 안정성 측면을 고려해서 결정을 할 예정이다. 이를 통해 플루토늄의 양을 줄일 수 있도록 할 생각이다. 현재 진행하고 있는 소듐냉각고속로 프로젝트도 그런 의도이다. 현재 설계가 이루어지고 있는데 2016년에 기본 설계를 마칠 예정이며, 2020년에 건설을 할 예정이다. 해외 파트너들과 함께 소듐냉각고속로 건설 추진을 하고 있고, 러시아와도 협력을 하고 있다.

프랑스 정부가 고려해야 되는 원자력 안전과 관련된 측면이 있다. 에너지 믹스를 더 잘 유지하기 위한 것들인데, 바로 역량 강화, 규제 환경, 그리고 원자력 비상 책임과 관련된 부분이다.

역량 강화와 관련해서는 IAEA의 역량을 활용하고자 하고, 또한 다른 국가의 자원을 활용하고자 한다. 안전 요건과 관련해서는 역시 또 인력이 부족한 상황이고, 이 또한 IAEA의 도움을 받아서 추진할 예정이다. 규제 환경을 안정적으로 하는 것이 우리의 관심 중 하나인데, 여러 안전 당국, 그리고 유럽 국가들과 함께 규제 환경을 안정화 하는 데 노력을 기울여야 할 것이다. WANO와도 협력을 해야 한다. 원자력의 배상 책임과 관련해서 아직은 단일화된 배상 책임 기준이 없는데, 일반 개념 수준으로 현재 운영을 하고 있다. 앞으로 파리협약과 관련된 그런 배상 책임 체제를 가동할 예정이다.