



原子力 發電所 探訪記

A Report of Inquiries to Atomic Power Plant

李 大 潤*

Lee, Dah-Yoon

평소, 원자력에 대하여 관심을 가지고 있던 본인은 최근에 고리 원자력발전소를 시찰할 수 있는 기회가 있었다. 원전 시찰을 통해서 원자력 산업의 평화적 이용에 대하여 많은 것을 배우게 되었고, 원자력의 여러가지 이점과 문제점이 무엇인가를 종합적으로 파악하고, 그 해결방 안도 알 수 있게 되었음을 매우 기쁘게 생각하며, 그 내용을 다음과 같이 요약해 보았다.

1. 원전 시설의 현황

세계적으로 원자력 발전소를 보유하고 있는 나라는 30개국이고, 건설중이거나 계획중에 있는 나라는 7개국이다. 미국의 원전은 109기로서 가장 많고, 프랑스는 55기를 가동하면서 75%의 발전 용량을 확보하여 전력을 수출도 하고 있으며, 일본은 49기를 가동하면서 강력한 원전 정책하에 5기를 건설중에 있고, 2기는 계획중에 있다.

<표 1> 세계의 원전 현황

	수 량(기)	발전용량(만 KW)
운 전 중	430	35,730
건 설 중	66	5,760
계 획 중	54	4,390
합 계	550	45,880

우리 나라의 원자력 발전소는 1960년대 중반부터 깊이 논의되었고, 미국 가압 경수로형의 60만 KW 용량으로 설계하여, 고리 원자력 발전소 1호기

를 1971년에 착공, 1978년에 준공하였다. 현재, 원전 설비 용량은 전체 용량(3,000만KW)의 29%를 점유하고, 발전량은 전체 발전량(1,650억KH)의 36%를 차지하고 있으며, 장차 2006년에는 원전 설비 용량이 2,040만KW가 되어 전체 용량의 38% 점유하고, 발전량은 전체 발전량의 48%를 차지할 것으로 예상된다.

<표 2> 우리 나라의 원전 현황

발전소명	가 동 중		건 설 중	
	기 수	용량(만KW)	기 수	용량(만KW)
고리(부산)	4	313	-	-
월성(경북)	1	68	3	210
영광(전남)	3	290	1	100
울진(경북)	2	190	2	200
합 계	10기	861	6기	510

2. 원자력 발전의 원리

댐에서 물을 떨어뜨려 그 힘으로 터빈을 돌려 전기를 만드는 것은 수력 발전이고, 석유나 석탄을 태워 보일러에서 물을 끓이고 여기서 나오는 증기의 힘으로 터빈을 돌려 전기를 만드는 것은 화력 발전이다.

원자력 발전도 화력 발전과 마찬가지로 증기의 힘으로 터빈을 돌려 전기를 만드는 원리는 동일하다. 다만 차이가 있다면 화력 발전은 석유나 석탄을 태운 열로 증기를 만들지만 원자력 발전은 우라

*건축전기설비 기술사, 한성기술연구소장

높이 분열할 때 나오는 열로 증기를 만든다는 점이 다르다.

원자력 발전의 원자로는 화력 발전의 보일러와 똑같은 역할을 하고 있으며, 원자로는 우라늄이 분열하여 열 에너지를 낼 수 있도록 만든 보일러인 것이다.

자연에 존재하는 모든 물질은 아주 작은 원자로 구성되어 있고, 공기중에 있는 산소나 질소도 실은 작은 원자로 구성되어 있는 것이며, 원자는 중심에 자리잡고 있는 원자핵과 그 주위를 돌고 있는 전자로 구성되어 있다.

우라늄과 같은 무거운 원자핵이 중성자를 흡수하게 되면 원자핵이 쪼개지는데 이를 핵 분열이라고 하며, 핵 분열이 일어날 때에는 많은 열과 함께 2~3개의 중성자도 함께 나오게 된다.

그 중성자가 다른 원자 핵에 흡수되면 또 다시 핵 분열이 일어나고, 이렇게 연속적으로 핵분열이 일어나는 현상을 원자 핵 분열 연쇄 반응이라고 한다.

원자력이란 바로 원자 핵 분열이 연쇄적으로 일어나면서 생기는 막대한 열에너지를 말하고, 핵 분열 연쇄 반응이 서서히 일어나도록 하면서 필요한 만큼의 열을 안전하게 이용하는 장치를 원자로라고 한다.

원자로는 우라늄과 같은 원자 핵이 중성자를 쉽게 흡수하여 핵분열 연쇄 반응이 잘 일어날 수 있도록 중성자의 속도를 늦춰주는 감속재로 물이나 흑연 등을 사용하고 있으며, 핵 분열 연쇄 반응이 너무 급격하게 일어나지 않도록 제어하는 기능도 갖고 있는데, 이러한 제어 기능은 중성자를 잘 흡수하는 물질로 만들어진 제어봉이 담당하고 있다.

핵 분열을 일으킬 수 있는 물질로는 우라늄 233, 우라늄 235, 플루토늄 239 등이 있으나 원자력 발전소에서는 대개 우라늄 235를 2~4% 정도로 농축하여 연료로 사용하고 있다.

3. 안전성 문제에 대하여

원전의 안전성 문제는 가장 중요한 사항이다. 핵 분열에서 얻어지는 열을 이용한다는 점에서 원자로는 원자 폭탄의 원리와 같으나, 원자 폭탄은 순간적 폭발이므로 99%로 농축된 핵 연료를 사용하지만, 원자력 발전은 3%정도로 농축된 핵 연료를 제어봉으로 조절하면서 지속적으로 열을 발생시키는 것으로서, 이동하는 함정이나 잠수함에도 원자로를 쉽게 장착할 수 있으므로 지상에 설치하는 원자로는 더욱 견고하게 시설할 수 있는 것이다.

비유해 보면, 99%의 알콜은 우리가 마실 수 없으나 알콜 5%의 맥주는 음료수처럼 마실 수 있는 것과 마찬가지로, 우라늄 3%의 연료는 쉽게 이용할 수 있는 것이다.

1986년, 원자로 과열로 인하여 폭발된 체르노빌 원전 사고는 원자로의 온도 조절을 담당한 직원의 부주의가 첫째 원인이었고, 구조원칙 원자로는 미국제 원자로보다 성능상 결함이 많고, 구조상 취약점이 있다는 것이 두번째 원인이었다.

우리나라의 원자로는 안전성이 높은 자기 제어식이고, 사람의 실수를 방지하는 전자동식이며, 5중방호벽 구조이기 때문에 사고는 결코 일어날 수 없도록 되어있다.

또한, 기기 고장이나 이상이 발생하더라도, ① 원자로를 즉시 정지시키고, ② 연료를 신속히 냉각시키며, ③ 방사성 물질을 완전히 밀폐시키는 등의 안전 기능 확보되었고, 다중 방어 보호 방식을 채택하였기 때문에, 큰 사고로 파급된 우려가 전혀 없도록 설계되어 있다.

또한, 지진이 발생한다하더라도 붕괴되거나 파손될 염려가 전혀 없고, 과거 20년동안, 원전 고장 또는 사고 등으로 인하여 1명의 사상자도 발생된 일이 없으며, 우리 나라의 자동차 사고로 인한 인명 피해(10년간 사망자 10만명 정도)에 비하여, 원전의 위험성은 크게 우려하지 않아도 될 것이다.

그리고, 원자로에서 나오는 폐기물(쓰레기)은 철제통과 콘크리트로 완전히 밀봉하기 때문에 방사선

방출이 거의 없고, 다른 나라에서는 폐기물을 바다에 버리는 일도 하고 있으나, 우리 나라는 폐기물 저장고 또는 처리장에서 보관하도록 되어 있으며, 원전 폐기물은 산업 쓰레기와 비교하여 0.003% 정도의 극소량이기 때문에 수거 및 처리가 대단히 용이한 것이다.

특히, 원전에서 새롭게 느낀 점은 세계적으로 430기의 원자력 발전소가 가동하고 있으므로, 제 3차 석유 파동에 의한 세계 대전을 미리 예방할 수 있었다는 사실을 깨닫게 되었고, 원자력 발전은 지구촌의 평화를 위하여 크게 기여하고 있음을 실감하였으며, 분쟁과 전쟁을 예방하는 일보다 더 큰 안전을 얻을 것이다.

그리고, 원전의 안전성과 환경문제를 걱정하는 사람들이 있기 때문에 원전의 안전 관리를 더욱 철저히 시행할 수 있는 것이며, 찬반 의견을 공론화한다는 것은 발전과 번영을 가져오게 되는 것이다.

4. 경제성 문제에 대하여

우리 나라의 부존 자원은 저질 무연탄과 소용량의 수력뿐이고, 석유는 약 66%가 중동 지역에, 석탄은 약 70%가 동구권에, 천연 가스는 약 70%가 중동과 동구권에 편중되어 있으며, 화석 연료는 화공 원료로도 사용되기 때문에 우리 후손들에게 물려주어야 할 귀중한 자원이므로 절약하면서 사용하지 아니하면 아니된다.

국민 1인당 전기 사용량을 살펴보면, 한국(3,000kWh)을 기준으로 하여 일본(6,000KWh)은 2배, 미국(12,000KWh)은 4배, 캐나다(21,000KWh)는 7배가 되고, 우리 나라의 전기 사용량증가율은 12% 정도로서 가장 높으며, 전기 사용량의 증가율과 경제성장율은 비례가 되기 때문에, 전기성 소비성에너지가 아니고, 생산성 에너지로서 평가되어야 할 것이다.

또한, 원자력 발전은 소량의 연료로서 많은 전기에너지를 생산할 수 있는 것이며, 원자로에 의해 발생된 증기(280℃)는 증기터빈을 돌리고, 터

빈은 발전기를 돌려 전기를 생산하며, 발전기의 전압은 22,000V, 전류는 32,000A, 용량은 100만 KW 정도가 되므로, 대용량 발전소를 적은 부지에 건설할 수 있는 큰 이점도 있다.

우라늄 1g을 완전히 핵 분열 시키면, 석탄 3톤(150,000원) 또는 석유 9드럼(270,000원)에 해당하는 열을 발생하고, 검정콩 크기는 연료(10g: 1,400원)는 2,500KWh의 전력을 생산하며, 이것은 4식구의 가정에서 1년간을 사용할 수 있는 전력량이 된다. 연료를 한번 충전하면 3년간을 지속적으로 사용되고, 원자로에서 나오는 폐기물은 고체 모양이므로 저장 및 수송도 매우 용이하다.

따라서, 원자력 발전 원가도 가장 저렴하고, 전기요금도 10년전과 큰 차이가 없는 이유는 원자력 발전의 경제성이 매우 우수하기 때문이며, 원전에 의한 심야 전력(22원/KWh)을 적극적으로 이용하면 주간 피크 전력은 자연히 줄게되어, 여름의 전력난문제는 완전히 해결될 수 있는 것이고, 아울러, 발전소건설비(1기당 2조원)도 절약할 수 있으므로, 전기요금을 인하시킬 수 있는 방법도 되는 것이다.

〈표 3〉 발전 원가 비교(단위: 원/ KWh)

원자력	수력	석탄	석유	가스
24	29	29	35	36

5. 장래성 문제에 대하여

아인슈타인의 상대성원리에 의거한 원자력 기술은 군사 목적과 평화 목적으로 이용되었고, 현재의 핵분열 원전에서 미래의 핵 융합 원전으로 발전될 것으로 보인다.

핵 융합은 방사능방출이 전혀 없고, 물속에 있는 무한한 수소를 원료로 사용하기 때문에 핵 융합은 〈꿈의 에너지〉라고도 불려지고 있다. 태양은 핵융합 반응을 계속 일으키면서 빛과 열을 발산하는 자연의 원자로이고, 그 내부 온도가 1,500만도, 외부 온도는 6,000도이다.

〈인공 태양〉이라고도 할 수 있는 핵 융합 원자로가 개발되면, 지구의 환경 보존과 에너지 문제는 완전히 해결될 수 있는 것이다.

핵 융합 원자로로는 수소 동위 원소로 만들어진 초고온 플라즈마의 핵융합 반응을 이용하는 것으로서, 화석 연료의 고갈 문제와 폐기물 처리 및 지구 온난화 등의 환경 문제를 유발하지 않는 깨끗하고 안전하면서도 무한한 에너지원이 될 수 있기 때문에 근본적인 미래의 에너지가 될 것이다.

그러므로, 핵 융합 기술에 대한 연구는 미래의 에너지 개발을 위한 투자일 뿐만 아니라, 우리나라의 첨단 과학과 기초 과학 수준을 세계화하는 일이고, 핵심 기술과 첨단 기술의 선진화를 달성하는 일이 되므로, 국가적 연구 개발 과제로서 추진하여야 할 것이다.

선진국의 핵 융합 기술 실태를 살펴 보면, 미국 프린스턴 대학의 플라즈마 물리학 연구소는 토카막 실험로(1만KW)를 설치하여 가동하는 데 성공하였

고, 유럽연합, 미국, 일본, 러시아 등의 공동 연구팀은 2005년까지 70억 달러를 투입하여 국제 열 원자 실험장치(ITER)를 건설하고 있는 중이다.

우리 나라는 대형 국제 공동 연구에 참여할 수 있는 연구 기반을 확보하지 못할 경우에는 기술 종속국이 될 우려가 있으므로, 세계 선진국 수준의 목표 달성을 위하여 학계, 연구계, 산업계가 서로 협동하여 원자력 핵심기술을 개발하는 범국가적 추진 체제를 구축하여야 할 것이며, 핵 융합 연구개발의 목표를 수립하여 〈차세대 초전도 핵 융합 장치〉 개발사업을 적극적으로 추진하여야 할 것이다.

그러므로, 우리가 눈으로 볼 수 없는 여러 가지 에너지는 태양, 지구, 물, 공기, 전기 뿐만 아니라 사람에게서도 발산되고 있는 것이므로, 신(神)으로부터 선물로 받은 무한한 에너지와 과학 기술은 인류의 행복을 위하여 사용하는데에 그 목적이 있다고 할 것이다.