

# 轉換期에 있는 世界原子力産業

—産業研究院—

세계 原子力産業이 轉換期을 맞이하고 있다. 1960년대와 70년대 중반까지도 原子力産業은 石油를 대체할 수 있는 획기적인 에너지産業으로 好況을 누렸으나, 그 이후에는 미국을 비롯하여 世界各國에서 核産業이 전반적으로 침체해 가고 있다. 이는 原子力이 자체의 비용증가와 油價의 상대적인 安定으로 초기에 전망했던 것 보다 經濟性이 점차 저하되고 있으며, 빈번한 原子力事故로 안전에 대한 관심이 고조되어, 先進各國에서는 原子力發電所 건설의 반대에 부딪치고 있기 때문이다.

그러나 日本과 프랑스 등 일부 선진국에서는 原子力에 관한 國民들의 높은 이해에 힘입어 原子力發電所의 건설이 매우 활발하고 새로운 核技術開發도 적극 추진하고 있다. 특히 프랑스에서는 종래의 輕水爐를 이용해 왔던 제 1기 核時代에서부터 高速增殖爐가 중심이 되는 제 2기 核時代를 여는데 성공하였다. 이로써 天然우라늄만을 이용해 왔던 제 1기 時代에 비하여 제 2기 時代에는 高速增殖爐를 이용하여 人工核分裂 물질을 만들어 냄으로써, 核燃料資源인 우라늄의 매장량에 제약받지 않게 되었으며, 또한 에너지效率도 거의 60배나 더 높게 되었다.

그리하여, 일부국가들은 核에너지 技術開發에 적극 나서고 있으며, 특히 프랑스는 상업용 高速增殖爐를 올해안에 가동할 예정이다. 다만 제 2기

核時代에 중심이 될 高速增殖爐의 광범위한 실용화에는 다소 시간이 걸릴 것으로 보인다.

## 70년대 중반 이후 계속 沈滯

세계의 原子力産業은 1970년대 중반부터 美國을 비롯하여 세계 各國에서 전반적으로 침체되기 시작하였다.

美國의 原子力發電所 건설추이를 보면, 1975~77년 사이에 13基의 原電이 발주되었고, 1978년 이후에는 신규 발주가 한 건도 없었다. 반면에 1975~83년 사이에 83,000MW의 容量을 가진 87基의 原電建設計劃이 취소되었고 현재 가동중인 原子力發電所는 60,026MW의 發電容量을 가진 77基 뿐이다(表-1 참조). 이는 원자력산업이 1960년대와 1970년대 초반까지 好況을 누렸으나, 그 이후부터 原電의 건설비 증가, 電力需要 증가세의 급격한 둔화, 原子力事故로 인한 安全基準의 강화로 原子力産業이 불황으로 빠져들었다는 사실을 나타내고 있는 것이다.

유럽에서도 원자력발전계획을 점차 축소해 왔다(表-2 참조). OECD의 核開發計劃을 보면 1985년에 대한 展望値는 1970년의 2/3 수준으로 조정되었다. 西獨은 1975년 이래 단 한 건의 原電만을 발주하였고, 그 이전에 수주한 8基는 정치적 인 반대로 인해 아직까지 착공을 하지 못하고 있다.

〈表-1〉世界原子力發電 設備容量(1983年末\*)

國名	運轉中		發注建設中		總計	
	基數	出力(MW)	基數	出力(MW)	基數	出力(MW)
美國	77	60,026	64	70,376	141	130,402
프랑스	31	21,778	31	34,520	62	58,298
西獨	12	9,806	17	19,516	29	29,322
소련	34	18,915	11	9,880	45	28,795
日本	25	16,652	15	12,649	40	29,301
스페인	6	3,820	7	6,801	13	10,621
캐나다	12	6,622	12	8,710	24	15,332
英國	34	9,273	8	5,115	42	14,388
스웨덴	10	7,300	2	2,110	12	9,410
韓國	1	556	8	6,710	9	7,266
스위스	4	1,940	3	3,007	7	4,947
체코	2	880	8	3,520	10	4,400
이탈리아	3	1,285	3	2,004	6	3,289
인도	4	804	6	1,320	10	2,124
벨기에	5	3,450	2	2,000	7	5,450
台灣	4	3,110	2	1,814	6	4,924
東獨	5	1,830	2	880	7	2,710
브라질	—	—	3	3,116	3	3,116
아르헨티나	1	335	2	1,292	3	1,627
其他	12	5,205	21	14,044	33	19,249
總計	282	173,587	227	209,384	509	382,971

註：\*推定值.

〈資料〉『The World List of Nuclear Power Plants』, Nuclear News, August 1983; Atomic Industrial Forum, 『Historical Profile of U. S. Nuclear Power Development』, Washington D. C., March 1983.

北歐는 原子力발전소의 基數가 적은 편이나 추가 건설에는 회의적인 태도를 나타내고 있다. 특히 스웨덴은 國民投票로 12基의 原電을 오는 2010년까지 전면 폐쇄하기로 결정하였다.

인도, 파키스탄 등 一部開途國에서도 그동안 輸入石油의 대체와 國威 宣揚을 위하여 야심적인 原電建設計劃을 발표하였으나, 근래의 外債高와 核建設費用의 급증으로 核計劃을 재검토하고 있다.

그러나, 日本과 프랑스에서는 예외적으로 原電建設을 의욕적으로 추진하고 있다. 日本은 현재 25基의 原電을 가동, 電力의 16%를 공급하고 있는

〈表-2〉OECD國家 原子力 設備容量 計劃

(單位：GWe)

	1984計劃值	1983計劃值	1982計劃值
1983	160	—	—
1985	201	209	216
1990	282	303	315
2000	392	450	489

〈資料〉 Nuclear Energy Agency (NEA).

〈表-3〉類型別 電力生產費 比較值\*

(單位：kwh當 센트)

에너지源	1983	1990
原子力	10-12	14-16
石炭	5-7	6-10
水力	8-10	10-12
熱併合力	4-6	4-6
바이오매스 (Biomass)	8-15	7-10
風力	15-20	6-10
光電池	50-100	10-20
에너지 効率	1-2	3-5

註：\*1982년 달러 기준.

〈資料〉 Worldwatch Institute.

며 추가로 13基를 건설중에 있다. 今世紀末까지 日本에서는 核發電容量을 현재보다 6배로 늘려 電力의 50%를 공급, 原子力을 國家의 主에너지源으로 할 계획이다. 프랑스는 1973년의 石油危機를 계기로 매년 6基의 原電을 발주, 현재 31基가 가동중이며, 28基가 건설중이다. 프랑스에서는 核發電에 의해 電力의 40%를 공급하고 있으며, 오는 90년도에는 75% 수준까지 끌어 올릴 예정이다.

### 原子力發電所의 建設費上昇

이처럼 世界 여러나라들이 原電 建設計劃을 취소하거나 축소시켜 나가고 있는 가장 큰 이유 중의 하나는 原子力發電所의 建設비용이 점차 높아지고 있기 때문이다.

1960年代에는 余타에너지源보다 비교적 저렴한 것으로 평가되었던 原子力은 사실 1970년대 중반부터 그 事業 費用이 급증하기 시작하였다. 美國

에서는 原子力發電所의 건설비가 매년 20%씩 상승, 석탄발전소의 건설비보다 2배가 높은 KW 당 200달러가 투입되었다. 따라서 原電의 發電費는 KW當 10센트에서 12센트로서 石炭發電보다 65%, 石油發電보다 25%가 더 높은 것으로 나타나고 있다(表-2 참조).

이러한 經濟性的의 저하에도 불구하고, 일부에서는 原子力이 석유수입을 대체할 수 있는 필수적인 에너지源이라고 주장하고 있다. 프랑스를 비롯한 몇 국가에서는 原電建設이 석유수입을 감소시키는데 크게 기여하였으나, 다수 국가에서는 그 기여도가 미미한 편이다.

따라서 原電 건설을 적극적으로 추진하고 있는 國家들은 原子力의 경제성을 제고하기 위한 대책에 부심하고 있다.

## 安全問題도 未解決

原子力의 經濟性 저하문제와 아울러 安全問題도 크게 대두되고 있다. 그동안 원자력발전소의 安全管理을 위하여 지속적인 工程技術의 개선을 시도하여 왔으나, 原子力事故는 世人의 주목을 받아 왔다.

核技術의 발전으로 최근에는 炉型의 다양화와 容量의 대형화가 이루어졌다. 대표적인 原子炉型으로는 加壓輕水炉(PWR), 沸騰輕水炉(BWR), 加壓重水炉(PHWR) 및 氣體冷却炉(GCR)가 있으며, 제 2기 核時代를 대비한 高速增殖炉(FBR)의 개발도 본격화되고 있다. 또한 原子炉의 容量도 1962년에 평균 300MW에서 1972년에는 1,150MW로 증가하였다. 그러나, 安全을 강화하기 위한 容量의 대형화로 말미암아 原子力事故時에 각종 安全裝置의 작동이 문제점으로 부각되었다. 1979년 미국 스리마일섬(TMI)의 원자력발전소의 放射能物質 누출사고는 世界에 대한 충격의 단초였다. 이로 인하여 原電의 안전기준은 더욱 규제를 받게 되었으며, 포괄적인 技術上的의 취약점도 발견, 修正을 가하고 있다. 예를 들면, 西獨은 原子炉에 안전벨트를 2중으로 설치하여 사고가 발생할 때 한곳에 폐쇄되면 나머지 다른 벨트가 작동하게 되어 있어, 스리마일섬 사고의 缺陷을 보완하고 있다. 또한 一定敷地內에 原子炉의 설치를 통합하

려는 추세도 보이고 있다. 이러한 共同立地는 상호 安全監視體制등 유리한 점들이 있어 현재 525基의 原子炉 중 170基가 4基 이상씩 집단 설치되어 있으며, 이와 같은 추세는 확산될 전망이다.

그러나, 放射能廢棄物의 처리는 아직까지도 완벽한 해결책이 제시되지 않고 있다. 지금까지는 南極이나 지하에 매장하거나 宇宙에 폐기시키는 방법이 시도되어 왔으나 自然保護論者들의 강력한 반대에 직면하고 있다. 최근에는 原子炉의 解体方法이 도입되었으나, 이것도 해체과정에서 放射線이 더 많이 유출되고 있다.

이처럼 原電의 안전성이 확보되지 못하여 安全基準이 계속 강화되고 있으며, 이로 인한 費用上昇이 초래되어 原子力의 경제성은 더욱 저하되었다.

## 새로운 核技術 開發推進

이러한 原電의 문제점을 해소하기 위하여 日本과 프랑스 등 일부 先進國에서는 새로운 核技術 개발을 적극적으로 추진중이다.

日本은 核에너지에 대한 이해 및 受容度가 높은 편이어서 原子力發電의 고도화대책으로 新原子力 이용개발계획을 수립하였다. 同 계획은 原子力의 경제성을 향상시키기 위하여 原子炉 표준화의 확대, 설계의 합리화, 建設工期의 단축, 구입방법의 개선, 그리고 품질관리의 합리화를 제안하고 있다. 또한 자주적 核燃料週期の 확립을 도모할 목표로 濃縮우라늄 공급의 국내사업화, 再處理工場의 건설과 운전 및 高速增殖炉의 실용화까지는 기존 新型輕水炉(A-BWR)의 성능을 대폭 향상시킬 계획이다. 그리고 原子炉의 폐지와 放射能廢棄物의 처리를 위하여 對策委員會를 신설하여 안전대책을 강구할 예정이다.

프랑스도 原子炉를 900MW와 1,300MW의 發電용량으로 표준화하여, 비용이 높고 장기간의 工期가 소요되는 美國의 原子力技術을 자국의 실정에 맞게 개량하고 있다. 최근에는 新에너지政策을 입안하여 核燃料재처리공장의 확장, 상업용 高速增殖炉의 건설, 原子力 관계기관의 독립성 보장으로 안전규제를 강화하고 있다.

## 第2期 核時代 到來

한편 일부 선진국에서는 核技術 진전에 힘입어 상업성 있는 高速增殖爐의 개발에 박차를 가하고 있어 머지 않은 장래에 제2기 核時代가 도래될 것으로 예상되고 있다.

제1기 核時代인 현재의 세계 原子力産業은 가동중인 原子爐의 80% 정도가 輕水爐이며, 앞으로 다가오는 제2기 核時代에는 高速增殖爐로 전환되어 갈 것이다. 제1기 時代의 輕水爐는 核分裂 물질인 천연 우라늄을 연료로 이용하며 평균수명 30년 동안 6,000톤의 우라늄을 필요로 한다.<sup>1)</sup> 그러나, 천연우라늄을 비롯한 核分裂性 물질의 매장량에도 한계가 있기 때문에 이의 해결책으로서 人工核分裂性 물질로서 原電 연료를 공급하는 것이 高速增殖爐이다. 동시에 高速增殖爐는 기존의 원자로부터 동일한 우라늄량으로 60배 정도의 에너지를 더 생산할 수 있다. 그러므로 제2기 核時代에서의 核에너지는 대규모적이며 항구적인 에너지源으로 활용할 수 있게 되고, 에너지의 효율도 크

게 높일 수 있을 것으로 기대된다.

프랑스는 세계 최초로 상업용 高速增殖爐인 용량 1,240MW級 Super-Phenix를 금년내로 가동시킬 예정으로 있어서 제2기 核時代의 선두주자가 되고 있다. 또한 日本도 내년에 280MW級の 高速增殖爐를 건설할 구체적인 계획을 세워놓고 있다.

그러나 高速增殖爐의 본격적인 실용화에는 상당한 시간이 걸릴 것으로 보고 있다. 高速增殖爐도 안전성 문제와 기술적인 어려움이 도사리고 있어 계속적인 연구의 필요성이 있기 때문이다. 특히 高速增殖爐에 冷却材로 이용되고 있는 나트륨이 폭발의 위험성이 큰 것으로 밝혀지고 있어 이에 대한 對策이 마련되어야 할 것으로 보인다. 최근에는 프랑스를 비롯한 유럽의 5개국에 高速增殖爐의 개발을 위한 공동협약을 체결하기도 하였다. 앞으로 이러한 과제들만 해결된다면 미래의 核에너지의 主供給源이 될 高速增殖爐의 실용화는 더욱 가속화될 전망이다. \*

註: 1) 우라늄의 生産은 1980~81년에 44,000톤에서 82년에는 41,000톤 水準으로 하락하였음. 우라늄의 採鑛可能量은 kg當 80달러 以下에서 150만톤, 80~130달러에서 57.5만톤으로 推定되고 있음. 우라늄價格은 1979년에 파운드當 43달러, 82년에 17달러, 84년에 24달러, 84년 3월에 17.5달러였음.

## □ 產油国短信 □

### 꾸준히 증가하고 있는 호주의 산유량

호주는 산유량이 꾸준히 늘고 있어 84—85회계연도(84. 7—85. 6)에는 석유수출이 수입을 초과하게 될 것으로 예상된다. 83—84 회계연도중 원유 및 condensate 생산량은 전년대비 22% 증가한 168.7백만 배럴로서, 과거 최고기록인 77—78회계연도의 159.3백만 배럴을 넘어섰다. 남부 Cooper 분지에서의 원유생산개시 및 현물원유수출승인 결정에 이어 1983년 11월에 최초의 수출원유선적이 있었다. 그리고 1984년 7월에는 Cooper 분지에서 최초의 LPG 생산이 있었는데, 이달의 원유 및 Condensate 생산량

은 기록적인 15.8백만배럴(51만b/d)에 이르렀다.

83—84회계연도의 석유수입은 수출을 23.7백만배럴 초과하였으나, 이같은 수입초과량은 전년에 비해 61%나 줄어든 것이다. 그리고 1984년 1월에서 7월까지의 총석유수입이 43.8백만배럴로 전년대비 6.2%의 감소세를 나타내고 있는 반면, 수출은 46%증가한 40백만 배럴에 이름으로써, 그 동안의 수입초과량은 3.8백만 배럴에 불과하다. 이같은 추세가 계속된다면 금번 회계연도말이면 무난히 수출이 수입을 초과하게 될 것이다.