

체르노빌事故後 프랑스의 原子力政策

1986年 4月の 소련 체르노빌事故는 歐洲諸國에 放射性降下物の 실제피해를 주었기 때문에 同諸國의 신규 원자력발전계획 수행에 상당한 영향을 초래했다. 原子力發電計劃을 의욕적으로 추진하고 있던 프랑스에서도 일반국민의 원자력에 대한 불안을 높인 것은 사실이지만, 실제 프랑스의 原子力政策에는 아무런 변화도 초래하지 않았다. 本稿에서는 프랑스電力廳(EDF)의 R. Carle 建設事業本部長이 1987년 여름에 종합정리한 論文을 통해, 체르노빌事故後의 프랑스 原子力政策을 紹介한다.

프랑스는 대규모 상업용 원자력발전계획을 추진하고 있다. 이 계획에 의해서 프랑스의 海外 에너지源에 대한 의존도는 1973년의 75%에서 1986년에는 54%로 저하되었고, 1990년에는 50%로 될 전망이다.

프랑스의 원자력발전계획이 순조롭게 추진되고 있는 배경에는 많은 이유가 있다. 즉, 국민에게 지지받는 강력하고 안정된 정치적 결정, 효율적인 산업체제를 가능하게 하는 명확하고 일관성 있는 기술적 선택 및 표준화정책이다.

체르노빌사고가 프랑스의 에너지정책을 크게 바꾸지는 못했다. 사고의 분석에서 얻어진 것은 서구제국에서 채택하고 있는 기술적 안전대책 및 節次의 중요성을 확인했을 뿐이다. 그러나 여론에 대한 체르노빌의 영향은 일반국민에게 대해서 홍보노력을 강화할 필요성을 강하게 要求하였다.

프랑스의 原子力計劃

많은 西歐諸國과 마찬가지로 프랑스는 1973년의 제 1 차 석유위기후 해외에너지의 의존에 대해 의식하게 되었다. 그러나 그것이 프랑스

원자력발전계획을 스타트시킨 것은 아니지만, 계획을 가속화시킨 것은 확실하다.

프랑스 최초의 원자력발전전에 의한 전기는 1957년에 Marcoule 에서 생산되었다. EDF - 1 이라 불리는 프랑스電力廳(EDF) 최초의 원자력발전소는 1963년에 송전을 개시했다. 1965년 부터 1972년 사이에 같은 기술, 즉 흑연감속·가스냉각형원자로 5기가 운전을 개시했다.

동시에 프랑스는 工業化하기 전의 규모에서 다른 기술의 실험도 계속했다. 重水爐는 1967년에 송전을 개시하였고, 고속증식로 Phenix (출력 25만KW)는 1973년에 운전을 개시했다. 또한, 프랑스는 벨기에와 함께 PWR(30.5만 KW)을 건설하였는데, 그것은 1967년에 송전을 개시했다.

프랑스의 PWR 계획은 1969년에 시작되어, 프랑스와 벨기에 공동의 치안주 1호기(90만KW)가 완성되었다. 그후 1970년 부터 1973년에 걸쳐 90만KW의 PWR 6기가 건설을 개시했다. 이 시리즈의 최초인 Fessenheim 1호기는 지금 부터 10년전인 1977년에 송전을 개시하였다.

원자력발전으로의 傾注는 제 1 차 석유위기후 가속되었다. 원자력발전은 프랑스의 해외에너

●프랑스에서는 상업용 원자력개발이 정치적 반대 또는 투쟁의 대상이 된 적이 없다. 반대로 원자력발전 필요성에 대해서 항상 의견이 일치했다. 프랑스는 국내에너지원을 갖지 못했으므로 에너지需要를 충족시킬 다른 방법이 없는 것이다.

지의 의존도를 낮추는 유일한 수단으로 생각되었다. 프랑스가 해외에너지원에 의존하는 것은 경제적으로 이용할 수 있는 국산석유, 가스 및 석탄에 한정이 있기 때문이다. 프랑스 政府는 1974년에 대규모 원자력계획을 결정했다. 즉, 1974년과 1975년에 1,300만KW, 1976년과 1977년에 1,200만KW 그리고 1978년 부터 1981년까지 매년 500만KW씩 건설을 개시한다는 내용이였다. 1975년에 하나의 기술, 즉 PWR에 전노력을 경주하고, 130만KW를 목표로 할 것을 결정했다.

현재 합계 약 6,000만KW, 56기에 대해 이미 발주완료했다. EDF는 원자력에 약 2,500억프랑(400억\$)의 투자를 했다. 90만KW 시리즈의 건설은 거의 완료했다. 마지막에 해당하는 34기째가 내년 여름에 송전을 개시할 예정이다. 130만KW의 원자력발전소 20기중 9기는 이미 운전을 개시했다.

政治와 社會的 環境

계획의 실시에 대해서 社會와 政治的 環境은 호의적이었으며, 그것이 계획성공의 큰 요인중 하나이다.

프랑스에서는 상업용 원자력개발이 정치적 반대 또는 투쟁의 대상이 된 적이 없다. 반대로 원자력발전 필요성에 대해서 항상 의견이 일치했다. 프랑스는 국내에너지원을 갖지 못했으므로 에너지需要를 충족시킬 다른 방법이 없는 것

이다.

프랑스 여론도 원자력개발에 대해 항상 호의적이였다. 거의 모든 선진공업국에서 1974년 이후에 발생한 원자력에 반대하는 주장은 프랑스에서도 있었다. 그러나 美國과 北歐에서의 반응과는 대조적으로 영향은 적었다. 원자력 반대운동이 정부의 결정을 변경시키는 것은 다음과 같은 이유에서 불가능하다.

- 일반국민에게 대한 홍보노력이 항상 행해지고 있다.
- 원자력발전소의 입지, 건설과 시운전에 관한 까다로운 규칙이 있으며, 그것은 국민과 항상 의미있는 대화를 하는 것을 매우 중요시한다.
- 환경보호정책의 성공
- 원자력발전소를 지역경제와 사회체제 속에 편성하는 “procedure grand chantiers(큰 직장의 수속)”으로서 알리는 독특한 대책.

技術的 選擇

單一技術을 선택하여 標準化政策을 채택한다는 정부의 결정은 프랑스의 성공에 큰 역할을 했다.

單一技術

가스냉각·흑연감속로 개발은 1960년대말에 기술자들이 大型爐 設計를 시도했을때 큰 문제에 직면했다. 이 爐型은 50만~60만KW에서 上限에 달했다. 이 爐型의 개발은 1969년에 중지되었고, 이것이 單一爐型을 선택한다는 정책의 제 1단계였다.

제 2 단계는 1975년에 BWR 개발을 포기했을 때에 시작되었다. 프랑스는 PWR과 BWR 양쪽 爐型을 동시에 개발할 자금이 없었으므로 PWR만을 개발하기로 결정했다.

標準化政策

현재 세계에 있는 약 400기 원자로의 기술적

다양성은 標準化라는 概念이 10~15년전에 얼마나 색다른 것이었는가를 나타내고 있다. 프랑스의 PWR 계획은 다음과 같은 점에서 獨自의 내용으로 되어 있다. 즉, 90만KW 원자력발전소 34基는 원자로부분이 완전히 같은 설계이며, 130만KW의 원자력발전소 20基는 매우 비슷한 설계인 것이다.

1975년에 한종류의 설계와 메이커 1個社(Framatome社)를 선정하고, 그리고 터빈발전기의 메이커 1個社(알스톰社)를 선택한 것은 프랑스의 상업용 원자력발전계획의 추진을 도와주는 바람직한 요인이었다.

公益事業인 EDF의 입장도 중요하다. EDF는 발전소의 A/E이며, 소유자임과 동시에 운전자이기도 하다. 이 입장은 까다롭게 규정된 기준을 지켜야 할 계획을 추진해 가는 데에 매우 유효하다.

표준화된 원자력발전소를 大量生産함으로써 얻어지는 이익은 설계와 건설, 시운전, 운전 등 개발 각 단계에서 반영된다.

- 設計面에서는 표준모델을 사용함으로써 엔지니어링의 작업량이 대폭 감소된다. 채택후는 각 사이트의 특징을 고려한후 표준모델이 다음 사이트와 완전히 같이 건설된다.

- 건설과 시운전면에서는 표준화는 시간과 자금을 대폭 절약한다. 수주자는 생산프로세스를 개선하고, 장기간에 걸친 활동계획을 세우는 것이 가능해진다.

- 運轉面에서는 표준화는 경험의 교환을 고려하는 것이 용이해진다. 數十基의 같은 발전소 운전에 대해 분석함으로써 안전성과 신뢰성 향상에 이용가능한 풍부한 정보를 얻을 수 있다. 프랑스는 이 풍부한 정보를 발전소 운전에 이용하는 특별한 노력을 해 왔다.

- 표준화는 운전원의 훈련을 용이하게 한다. 또한 상당히 高價의 것도 있는 보수용 기기를 공동계산하여, 1基當의 지출을 삭감할 수 있게 된다.

그러나 표준화에도 불편한 면이 있으며, 한계가 있다. 첫째, 최대의 결점은 數基의 발전소를 동시에 운전정지시키지 않으면 안되는 일반적인 결함의 위험성이다. 이 문제를 최소로 하기 위해 각 발전소를 순번대로 운전개시하고, 그 시리즈가 완성되기 전에 잠재적인 문제를 발견할 수 있게 하면 전체의 운전정지를 필요로 하는 것은 아니라는 것이 경험에서 분명해졌다.

또 표준화는 각각 地質, 地震, 地理, 産業, 氣候와 경제상의 특징을 가진 각 발전소 사이트의 특성에 따라 제약을 받고 있다. 따라서 항상 적절하고 상세한 조사가 필요하다. 이 조사는 통상 地盤과 水利, 발전소에서 전국 송전망으로의 전력접속에 관한 기술적 문제가 중심이다.

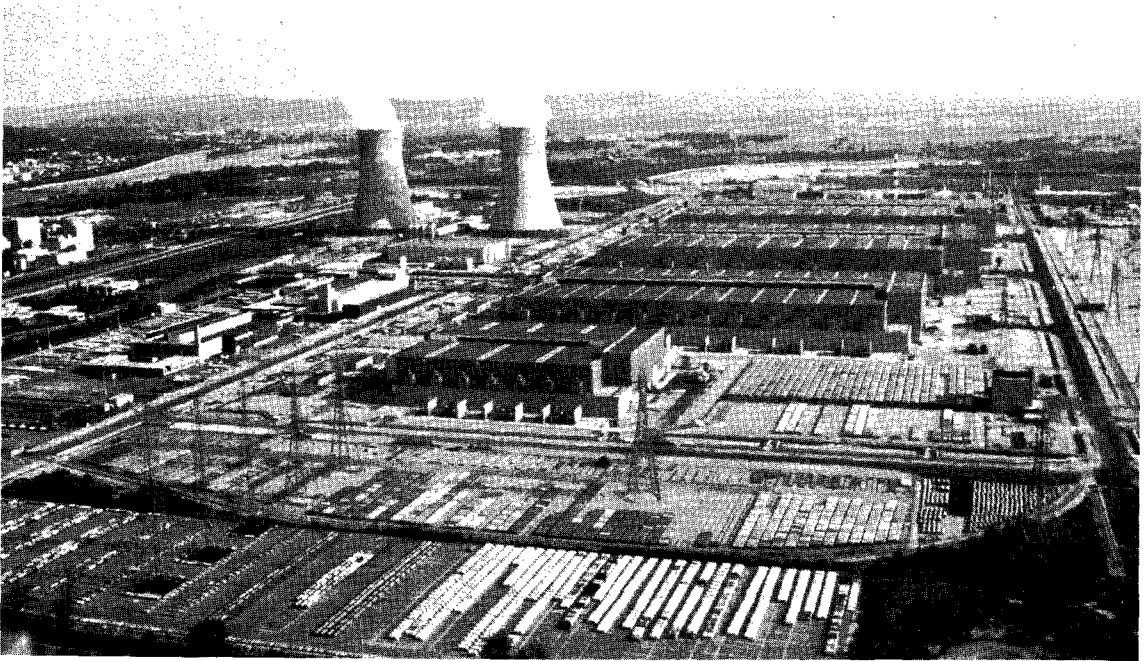
標準化政策은 기술이 진보하는 것도 인정해야 한다. 이 기술진보는 설계자를 곤란하게 하는 難題이다. 다수건설의 이익을 享受하는데 충분한 기간, 기술을 고정시키느냐, 또는 요구변화에 의해 발생된 개량을 고려에 넣을 필요가 있는 것일까?

프랑스의 원자력계획은 이 양쪽의 필요성을 만족시키는데 성공했다. 즉, 각 시리즈는 그 앞 시리즈로 부터의 이익을 받아들였다. 이것은 특히 1984년에 시작된 140만KW 시리즈에 적합하였다. 이 시리즈는 90만KW와 130만KW시리즈의 200原子爐·年의 운전경험을 바탕으로 수립된 것이다.

産業組織

單一技術로의 집중, 표준화정책의 채택 등 기술적 선택은 강력하고 효율적인 산업조직을 확립하였고, PWR 기술을 습득, 신속히 개선할 수 있게 했다. 계획의 규모에서 다음 4단계 조직이 필요하다.

- EDF가 발전소의 A/E, 소유자임과 동시에 운전자이며, 원자력의 안전성과 품질에 대해 책임을 갖는다.



- Framatome 社가 核蒸氣供給系統 (NSSS) 을 공급한다.
- 알스톰社가 터빈발전기와 터빈진물의 주요한 設備를 공급한다.
- 프랑스原子力廳(CEA)의 자회사인 Cogema 社는 연료사이클을 담당한다.

그 밖의 많은 기업이 이 계획 속에서 중요한 역할을 완수했다. 또한 CEA는 EDF와 Framatome 社, Cogema 社와 협력하여 연구개발을 실시했다. CEA는 안전당국에 기술적 원조도 했다.

이 조직과 운전자, 설계자와 건설자 등 계획의 모든 主役間의 밀접한 관계에 의해 프랑스는 효율적인 상업용 원자력산업을 발전시키는데 성공했다. 또 프랑스는 이와 같은 體制 덕분에 TMI事故의 분석에 의한 개량(주로 맨·머신·인터페이스와 운전원의 역할에 관한 개선)의 경우와 같이 운전원의 경험을 고려에 넣어 곧바로 그것을 체제속에 채용할 수 있었다.

프랑스의 計劃成果

표준화는 특히 타임·스케줄, 코스트 및 성능

면에서 성과를 올렸다. 다수의 원자력발전소 건설, 시운전 및 운전을 통해 얻어진 경험은他に 유례없는 많은 노하우를 축적했다.

건설기간은 프랑스에서 실시된 표준화와 산업조직에서 초래된 이익을 명백히 하였다. 예를 들면, 90만KW 발전소의 경우 NSSS의 발주에서 송전개시까지의 기간은 초기의 발전소에서 75~80개월에서 최근의 발전소에서 60~65개월로 단축되었다. 그리고 같은 사이트内에서의 건설기간도 초기의 발전소보다 최후의 발전소 경우가 짧은 것이 많다.

표준화는 프랑스의 원자력발전코스트가 세계에서 가장 저렴하도록 한 주요요인의 하나로서 벨기에보다 10%, 서독보다 30%, 영국보다 80% 싸다. 표준모델의 설계연구는 대단하여 기술자와 기사 500만시간의 노동량을 필요로 했다. 그러나 그것이 數十基의 발전소에 이용됨으로써 큰 절약이 되었다. 또한 반복작업에 의해 생산성이 높아진다. Gravelines 원자력발전소 최초 4基의 토목작업, 전기기계공사, 시운전에 2,900만시간의 노동이 필요했다. 동 사이트에서의 마

지막 2基에서는 같은 작업에 1,300만시간의 노동으로 충분했다. 이것은 생산성이 11% 향상된 것을 의미했다.

표준화는 발전소 건설작업을 합리화했을 뿐 아니라, 신뢰성을 향상시키는데에도 유익했다. 1986년에 90만KW의 원자력발전소 설비이용률은 83%를 상회했는데, 이만큼의 數를 운전시키면서 이 만큼 높은 率을 유지하고 있는 나라는 세계에서 어느나라도 없다. 마지막으로 종업원을 보호하기 위한 비상한 노력에 의해 프랑스는 종업원의 방사선피폭에 대해 세계에서 가장 낮은 레벨을 유지하고 있다.

展 望

현재 프랑스에는 設備容量에서 약 4,500만KW의 원자력발전소가 있으며, 1986년에 프랑스 총 발전전력량의 70% 이상을 발전했다. 프랑스의 에너지自給率은 46% 향상되었다. 자급률을 높이는 계획은 앞으로도 계속된다. 프랑스의 해외 에너지源의 의존도는 1990년까지 약 50%가 될 전망이다.

석유가격의 대폭하락에 의해 현재 세계의 에너지는 풍부하지만, 프랑스의 원자력계획은 슬로우다운되지 않고 있다. 1984년의 새로운 PWR 모델이 스타트했다. N4 모델 최초의 발전소가 건설공사중이며, 1991년까지 운전개시예정이다.

이 신형인 140만KW의 모델은 지금까지의 원자력에 관한 모든 경험과 가장 진보된 기술을 이용했다. 1KW당 건설단가는 약 5% 싸졌고, 건설과 운전이 쉽다는 면에서 새로운 이점이 있다.

또한 1986년에는 Super Phenix (歐州에서 120만KW의 高速增殖原型爐)가 운전을 개시했다. 그 성공에 이어 현재는 增殖爐가 경제적 경쟁력을 갖게 되는 150만KW의 原型爐 연구가 계속되고 있다.

체르노빌事故의 影響

체르노빌사고는 프랑스의 에너지政策을 바꿀 것인가? 아니, 그것과는 반대로 동사고의 분석에 의해 西歐諸國이 실시한 기술적 선택과 안전대책의 가치를 새삼 확인하게 되었다.

그러나 보도결과, 체르노빌은 여론에 큰 영향을 주었다. 특히, 국민이 이 사건을 현실의 위협으로써 경험한 歐州에서 영향이 컸다. 영향은 歐州가 이와 같은 상황에 전혀 대비하지 않았기 때문에 특히 심했다. 여론조사는 국민의 불안이 높아진 것을 나타냈다. 체르노빌사고 이전 프랑스사람은 3인중 2인이 원자력을 지지했다. 이 숫자는 현재에 이르러서는 2인중 1인으로 떨어졌다. 歐州의 모든 나라에서 原子力容認의 비율이 저하되는 영향을 받았다. 그러나 歐州에서 에너지정책에 대한 영향은 매우 다양하다. 그것은 각국의 정치상황과 대체에너지원이 있느냐 없느냐에 따라 다르다.

체르노빌사고후 프랑스에서 실시된 여론조사를 상세히 분석하면, 체르노빌 이전에 원자력을 지지한 사람이 그후 생각을 바꾼 것이 아님을 알 수 있다. 단, 그들은 이 사고에 의해 발생한 정당한 의문에 대한 대답을 구한 것이다. 즉, 이와 같은 사고는 프랑스에서도 발생할 것인가? 국민은 정확한 정보를 얻는 것일까? 長期에 걸친 영향은 어떤가? 등의 문제이다.

원자력발전개발의 배후에 있는 이유는, 특히 프랑스에서는 지금도 변함이 없다. 매우 특수한 상황의 중북에 의해 발생한 그와 같은 심각한 사고 때문에 이 계획이 방해받는다면 중대한 타격이다.

이것은 우리들이 지금 프랑스 국민에게 전하려고 노력하고 있는 점이다. 이것은 原子力發電이 자신들 장래의 에너지로써 불가결한 것이라고 생각하는 모든 나라가 노력해야 할 점이다.