

## 루마니아의 原子力開發現況

루마니아의 新政府는 開放과 國際協力을 통해 CANDU 5기를 건설하고 있는 Cernavoda事業을 순조롭게 추진하고 있다. 다음은 John Karger氏가 Nuclear Engineering International誌 6月號에 게재한 루마니아의 原子力發電 開發現況이다.

세계 최대규모의 원자력발전소 건설현장중 하나인 루마니아의 Cernavoda에서는 5동의 원자로건물과 터빈건물이 그 웅장한 모습을 나타내고 있다. 캐나다원자력공사(AECL)가 루마니아에 CANDU 6 원자로를 공급하기로 하는 계약이 체결된 이래 그동안 11년이 경과하였다.

각 호기는 실질적으로 서로 독립되어 있는데, 펌프실과 상부저수지 및 방수로 그리고 행정건물 및 용수탈염플랜트 등은 5기 모두에 대해서 공동이다. 이 발전소는 각 호기가 독립되어 있어서 안전성에 대한 이점을 유지하면서, 한편으로는 여러 기가 한 부지에 있는 경제적 이점도 갖고 있다.

루마니아는 이들 각 호기의 용량을 700MWe로 정하고 있어서 5기 모두가 루마니아의 전력계통에 병입되면 약 3,500MWe의 용량이 추가되게 될 것이다. 현재의 발전수준으로 볼때 1호기가 운전에 들어가면 국가 전체 발전용량은 약 10%가 증가하게 된다.

### 建設契約

캐나다원자력공사(AECL)는 원자로건물 및 원자로 서비스건물, 관련 설비와 비상전원 및 비상냉각수와 같은 안전성과 관련된 보조서비스 등을 망라한 핵증기플랜트의 설계를 루마니아에

제공하며, 또한 캐나다에서 공급하는 자재와 설비의 구매대리인 역할을 하고, 그밖에 건설작업, 현지 구매, 품질보증, 시운전, 최초 운전 등을 위한 현장기술지원과 캐나다와 건설현장에서의 관련 교육훈련을 수행한다.

한편, 루마니아는 캐나다원자력공사로부터 라이선스를 위임받아 발전소를 건설하며 모든 현지 자재의 구매에 대해 책임을 진다.

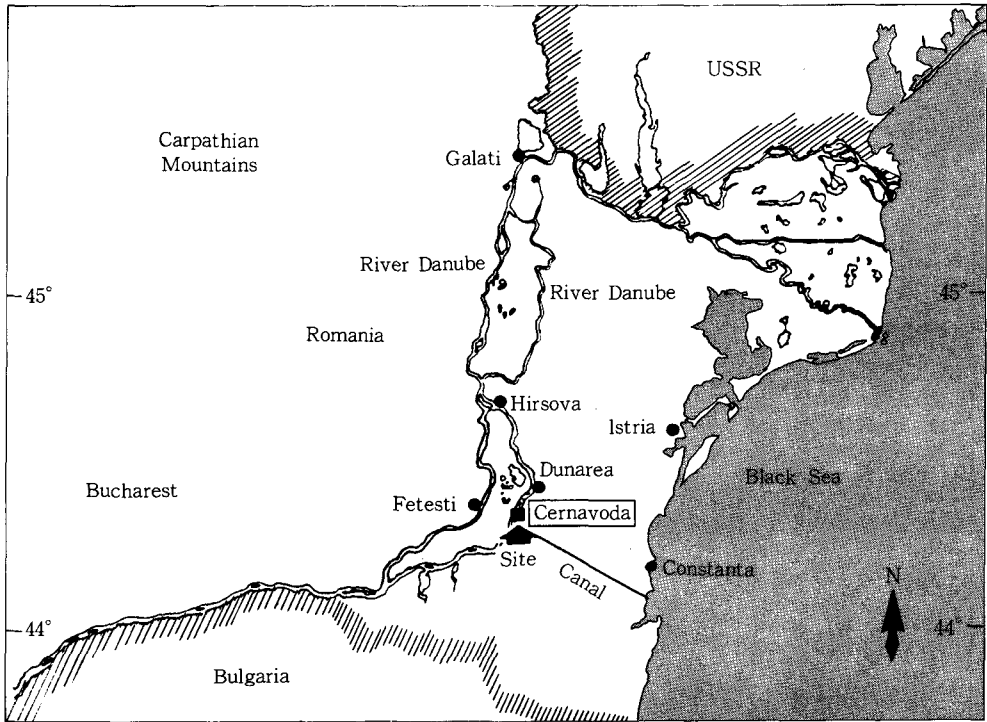
원자로부분 이외의 보조설비부분(BOP)에 대해서는 루마니아의 설계로 건설되고 있는데, 열주기설계와 일부 부품의 구매 및 설치에 대한 기술지원을 이탈리아의 Ansaldo로부터 받고 있다.

터빈·발전기는 미국의 General Electric으로부터 공급받고 있는데, GE가 설치작업까지도 지원하고 있다.

펌프실과 상부저수지와 같은 보조건물은 루마니아의 설계로 건설되었는데, 현재 거의 완공단계에 있다.

### 建設作業

토목공사는 5기 모두가 한꺼번에 시작되었으며, 1990년 1월 현재 캐나다원자력공사의 기술지원반이 평가한 1호기의 공사진척률은 다음과 같다.



- 토목공사 : 84%
- 기계설치 : 35%
- 전기, 계장 및 제어 : 5%

1호기의 원자력부문은 전체적으로 볼때 45%의 진척률을 달성한 것으로 평가되고 있다. 이것은 1호기의 토목공사가 약간의 보수작업과 일부 차폐벽 및 블록에 대한 콘크리트작업을 제외하면 사실상 완료되었음을 의미한다.

칼란드리아, 증기발생기, 탈가스기, 가압기 등과 같은 주요 설비는 이미 설치완료되었고, 핵연료채널도 설치되었으며, 1990년 2월말 현재 1차 열전달배관 설치도 약 반이 완료되었다. 용수계통과 보조계통 배관이 설치되고 있다.

전기, 제어 및 계장부문의 작업은 진척률이 약간 떨어진다. 케이블 트레이가 설치되었고, 특히 제어실지역에는 많은 캐비넷과 패널이 배치되어 있다. 케이블 풀링이 시작되고 있으나, 중단 포인트가 아직 많이 설치되어 있지 않아 작업에 제한을 받고 있다.

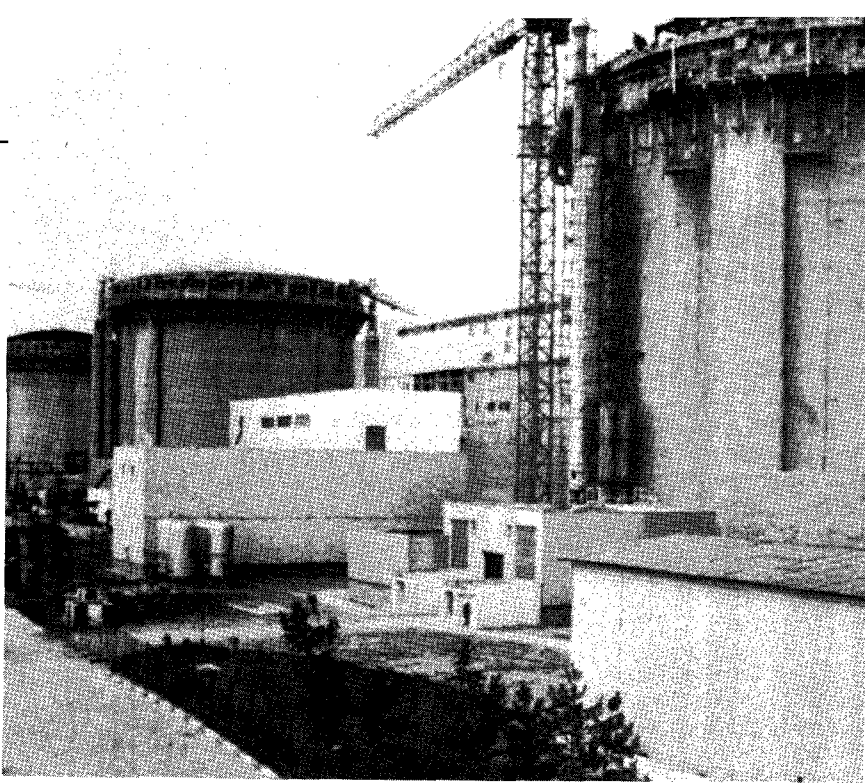
2호기는 1호기 보다 최소한 1년반 뒤지고 있

다. 토목공사도 아직 완료되지 않아 1990년 1월말 현재 많은 양의 콘크리트 마감작업이 남아있다. 칼란드리아, 증기발생기, 가압기 및 탈가스기 등 주요 설비는 설치되었으나, 아직 핵연료채널은 설치되지 않았고, 또한 배관과 전기설치도 시작되지 않고 있다.

3, 4, 5호기는 토목공사만이 실시되었는데, 원자로건물은 완공되었으나 설비들은 아직 설치되지 않고 있다.

### 技術移轉

기기공급을 위해 최초로 수립된 원칙은 1호기의 경우 거의 대부분의 기기를 캐나다로부터 공급받는 것이었다. 그러나 제작기술의 이전이 진전됨에 따라 2호기에서는 캐나다로부터의 공급이 줄어드는 대신 루마니아제 기기의 공급의 늘어날 것이며, 또한 3, 4, 5호기에서는 루마니아에서 제작되는 기기의 양이 더욱 증가하게 될 것이다. 1호기의 경우 설비의 약 60%가 캐나다에



서 공급되었고, 루마니아는 약 40%를 공급하였다.

루마니아는 기기를 국내에서 공급하기 위해 많은 경우에 있어서 새로운 기초기술을 습득해야만 했다. 한가지 예가 Austenitic강철과 관련된 기술이다. 또한 이와 같은 사정으로 인해서 어떤 경우에는 납기가 지연되고 비용도 추가되었다.

3, 4, 5호기의 경우 루마니아가 사실상 모든 부품의 제작을 맡고 있으며, 현재 新정부 하에서 공급원이 검토되고 있다.

### 品質保證

루마니아의 기기공급업체들은 캐나다 기술진으로 부터 그들의 기술능력과 품질보증에 대하여 평가를 받았다. 이 두 평가는 어려운 문제였지만 루마니아의 제작프로그램은 만족스러운 자재를 인도하였으며, 받아들이 수 없는 자재의 경우에는 이를 확인하여 재작업을 하거나 교체를 하였다.

건설현장에서 품질보증을 이행하는 것은 더욱 어려운 문제였는데 문서관리, 자재관리, 품질검사 등이 수행되었다. 기기제작의 경우와 마찬가지로 만족스럽지 못한 건설작업은 보수되거나 다시 행해지고 있다.

### 國際協力

과거에는 정부의 통제에 의해서 루마니아는 건설기술지원단의 규모를 최소화시켰다. 이로 인해 수많은 건설상 품질문제를 겪었고, 또한 설치가 차례대로 연속적으로 이루어지지 못하는 경우도 일어났었다.

그러나 루마니아의 사업관리자들은 현재 산업관리의 기본원칙과 복잡한 원자력발전소의 건설 및 운전에 대한 지식을 축적하고 있으며, 또한 이 분야에 대해서 해외의 기술지원이 필요하다고 요청할 수도 있게 되었다. 사업관리, 건설, 기자재 공급, 시운전 및 운전에 대한 새로운 확대 기술지원계약이 협의되고 있다. 먼저 사업관리와 건설에 대한 계약이 합의되어 현재 이행단계에 있다.

현재 루마니아는 이러한 기술지원의 증가에 힘입어 1호기를 1993년까지, 2호기는 1994년에, 3, 4, 5호기는 1999년까지 완공을 목표로 하고 있다.

루마니아는 과거의 경우보다 가일층의 개방과 리얼리즘이 기대되고 있다. 루마니아에서는 전력이 몹시 필요한데, Cernavoda 원자력발전소는 이 전력수요를 충족시키기 위해서 불가결하다.