

# 蘇聯 原子力發電의 現況과 將來展望

A. Gagarinski

USSR NS Executive Secretary

소련의 전력사업에 빠른 정착을 보인 원자력 프로그램은 60년대말에 시작되었는데 이것은 충분한 경제적인 기반을 바탕으로 작성되었다.

주요연료가 충분히 공급되고 있고 기술수출이 계속되고 있음에도 불구하고 소련경제는 가장 중요한 발전부문에서 유럽지역과 시베리아 지역 사이에 큰 불균형을 나타내고 있다. 150,000km에 달하는 가스관시설의 전체적인 확장과 석탄수송용 철도의 40% 조업률은 이런 불균형을 잘 말해주고 있다.

다른 한편으로는 60년대말 무렵부터 대규모 산업생산을 위한 전력 및 에너지용 원자로의

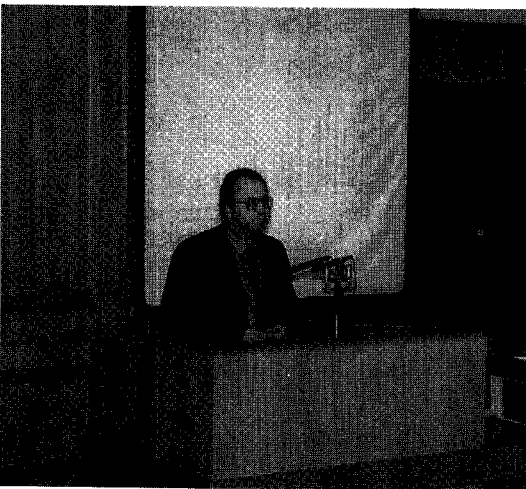
연구 내지는 개발을 위한 광범위한 연구프로그램이 이미 진행되고 있었다. 일련의 전체적인 개념구상과 몇몇 시험설비를 구비하였고 설계의 과감한 전환이라는 논리에서 무기에 적용할 수 있는 기술 즉 핵기술을 선택하였다.

두가지 형태의 원자로가 소련 원자력에너지 분야의 기반을 구성하고 있는데 그 중 하나는 오늘날 세계적으로 가장 널리 보급된 가압경수로형 원자로로서 이것은 핵보유국가들에 의하여 잠수함에 최초로 시험되었고, 다른 하나는 소련 특유의 흑연감속·경수냉각형 원자로인데 이것은 체르노빌사고로 세계적으로 유명해졌다. 이것은 산업용 원자로와 동형의 기종이며 플루토늄의 생산을 위해 여러나라에서 이용되고 있는 것이다.

그런데 미국에서와 마찬가지로 에너지분야의 발전을 위한 두가지 원자로구상 중에서 에너지설비 특히 가압경수로형 원자로의 대규모 생산에서 난관에 봉착하게 되었는데 그 내용은 나중에 설명하겠다.

다음에 80년대초에 발표된 소련 원자력프로그램의 기반을 이룬 사항들을 소개하기로 한다.

1. 원자력에 의한 전력생산의 증가
2. 산업 및 가정용 열공급으로 원자력이용범위의 근본적 확대



3. 핵연료의 장기적인 공급을 위한 고속중성자원자로의 개발

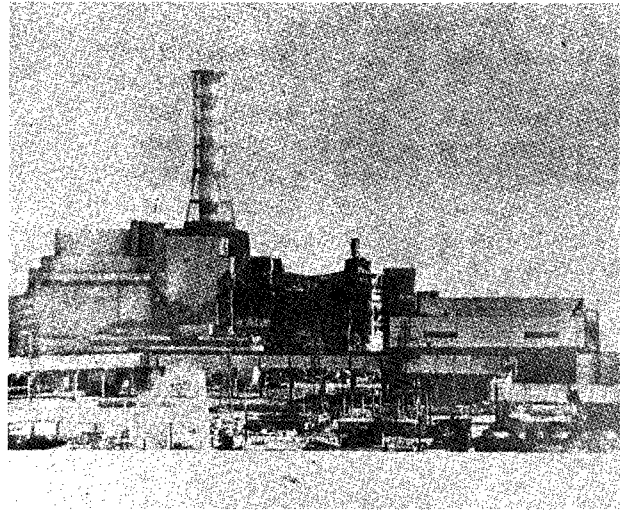
4. 벽지, 외딴지역에 소용량의 원자력설비 건설과 원자력에 의한 조선업의 개발

전력생산량과 완벽하고 안전한 연료공급을 위한 이 원자력프로그램의 개발진도는 처음에는 기계시설의 제작지연으로 지연되었다. 그럼에도 불구하고 80년대중반 4~5GWe 용량의 시설도입이 이루어졌으며 100만~150만kW급의 원자료가 만들어졌다. 이 시기에 이미 원자력은 에너지생산분야에 있어 일정수준에 도달해 있었는데 매년 2,100억kWh의 발전량으로 전체발전량의 12% 이상을 점유하고 있었다. 이 수치는 프랑스(75%)와 한국(50%) 뿐만 아니라 스페인(38%), 독일(34%), 일본(28%), 미국(19%) 등의 국가들에게 이어서 세계 17위에 해당한다. 그러나 소련의 일부 산업화된 지역에 있어서의 원자력발전점유율은 위 수치보다 실제로 높았다(중앙에너지연맹에 따르면 22%, 우크라이나 OES에 따르면 23%, 북서 OES에 따르면 33%이다).

소련 원자력프로그램의 보장을 위해 부작용을 예상할 수 있는 핵연료사이클의 필수적인 기본구조가 마련되었다. 일부 핵연료시설과 선택 및 생산능력은 원자력발전소의 조기도입을 보장할 수 있는 수준까지 개발되었다.

체르노빌사고는 소련 원자력프로그램의 운영에 있어 전환점이 되었다. 사회에서는 원자력의 계속발전을 격렬히 반대하는 움직임이 나타나기 시작하였는데 1km<sup>2</sup> 당 5퀴리 이상 오염된 세습지역에 80만 이상의 주민들이 어쩔 수 없이 거주하여야 한다는 무서운 결과를 가져왔기 때문이다. 이러한 사회적 분위기에서 첫번째 나타난 결과는 새로운 원자력도입계획에 대한 대폭적인 축소였다. 이러한 프로그램의 축소는 단지 원자력발전소 신규건설의 거부 뿐만 아니라 완성단계에 있는 원자력시설의 건설작업중단으로까지 이어지게 되었다. 총 109GWe 용량의 원자력시설의 건설과 확장 및 연구작업이 전반적으로 중지되었던 것이다.

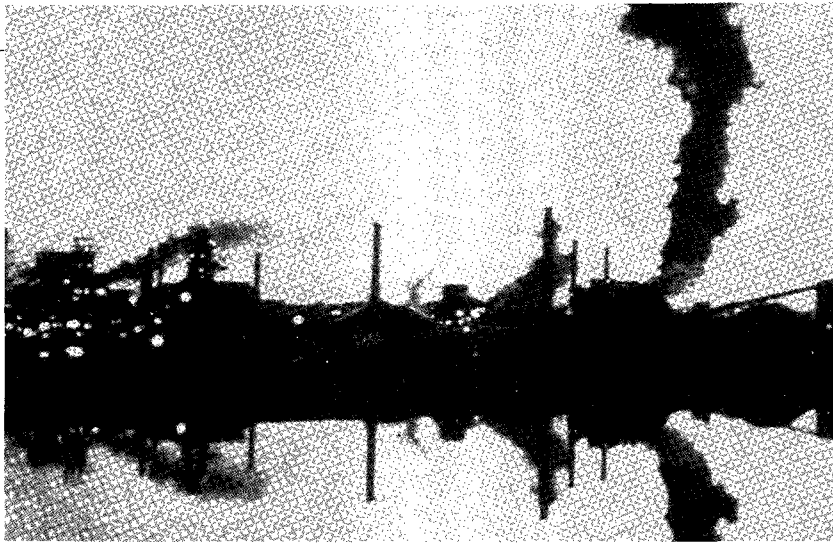
소련내에서 체르노빌사고에 대한 전반적인



반응은 에너지생산의 모든 부문에 걸쳐 사회가 반대하는 것으로 전개되어 갔다. 대규모 수력발전소건설, 변두리지역의 각종 건물에 전력 및 난방용 온수를 공급하는 발전소, 천연가스산지의 채굴반대 등의 상황하에서 신규전력공급은 2차세계대전 이후 최하수준으로까지 낮아지게 되었다. 따라서 대외적, 경제적, 생태학적인 목적으로 추진해오던 원자력발전은 체르노빌사고에 의해 침체된 것은 물론이요 소련에너지시설에까지 영향을 미치게 되었다.

전문가들은 심각한 경제적 위기에 처해 있는 소련에서 에너지의 소비가 산업부문에 있어서만도 1984~1985년과 비교해 크게 떨어지고 있으며 건설, 교통, 생활 특히 농업에 있어서의 국민경제 각 부문에 있어서 저하현상이 계속되고 있다는 것을 지적하고 있다. 단지 수요증가에 따른 연료확보면에서 유리한 자연에너지원인 천연가스의 증가에만 의존하고 있다. 전기에너지의 생활연료로서의 비중은 80년대초 40% 정도였으나 현재는 17%로 떨어졌다.

현재 석유탐사 및 채굴을 위한 비용지출의 증가는 석유생산을 유지하기 위해서는 필수적이다. 교통·수송문제, 석탄발전소들의 생태학적 유해요인과 많은 소요자금은 전력생산감소를 촉진하고 있으며 소련의 유럽지역에서 경제성 없는 비효율적인 석탄발전소 만이 건설되고



있는 실정이다.

한편 지역에 따라 가능한 가스사업의 개발도 마찬가지로 많은 투자가 소요되어 종전의 지역적 불균형을 더욱 심화시켰는데 그 원인은 새로운 가스생산지의 대부분이 접근하기 힘든 지역에 위치하고 있기 때문이다(튜멘스크, 야말 등).

마침내 화석연료에너지로 인한 생태학적 유해에 대해 언급하는 것도 금지되었다. 화석연료의 연소는 자연환경에 독성물질(질소산화물, 유황, 이산화탄소, 일련의 탄화수소)의 방출을 초래할 뿐만 아니라 졸(콜로이드 용액) 및 분진의 발생(1백만kW급 발전소에서 1년에 8백만t)과 많은 양의 산소를 필요로 한다.

더욱이 현재 이용가능한 공해처리시설의 증설 만으로는 원칙상 몇몇 독성물질 및 유해한 졸의 방출을 감소시킨다는 것은 불가능한 것이라는 사실을 인정하지 않을 수 없는데 그 이유는 연소시 이산화탄소 발생량을 줄인다는 것이 현실적으로 불가능하기 때문이다. 대기중의 이산화탄소의 농도상승으로 인해 얼마 후 에너지기관에 화석연료사용을 제한하는 조치가 취해질 것으로 보인다.

원자력에너지 분야의 기초개발계획 조차도 사회적으로 인정해야만 가능하다는 것이 명백해졌다. 발전설비건설에 있어서 원자력의 사회적 타당성의 평가기준은 아마도 원자력과 타전원 중 기술적인 우월성과 결합을 비교분석하는데 두어야 할 것이다.

오늘날 소련에서는 사회와 원자력기술간의 관계에 있어 가장 중요한 것은 원자력발전소에 대한 무조건적인 안전보장요구의 문제이다. 그러한 안전조건의 총체적 평가로 신규원자력발전소의 설계자들에게 안전목표에 대한 근거제시를 요구하고 있으며 한 예로 MAG 원자력발전소의 평가시안에는 연간 원자로당  $10^{-7}$ 의 방사능물질누출확률을 제시하고 있다. 그러한 요구는 세계적으로 원자력발전소에서 중대사고를 없게하라는 내용인데 다시 말해 사람들은 자신들의 생애에 또다시 위험한 사태가 발생하는 것을 용납하지 않겠다는 것이다.

안전에 관한 엄격한 요구는 기술적인 과제가 되었고 실제로 안전기준을 기본적으로 높이라는 요구가 증대하고 있다. 이와 함께 장래의 과제로서 원자로설계의 발전, 개선 및 연구 뿐만 아니라 이미 가동중인 원자력발전소의 안전한 운전을 원자력산업이 보장할 수 있다는 가능성을 이해시킨다는 것도 과제가 되고 있다.

통계수치의 대부분은 소련 원자로설계의 질적 수준이 세계적인 수준과 큰 차이가 나지 않는다는 것을 보여주고 있다. 소련과 세계 원자력선진국에서의 원자력발전소 설비이용률은 대략 같은 수준에 있으며 60~70% 정도다. 불시정지에 있어서도 88년에는 원자로당 2.2건, 1989년에는 1.5건이었는데 미국, 프랑스, 독일의 원자로에서도 이와 비슷한 1.0~2.2건의 계획외정지 회수를 기록했다.

그러나 체르노빌원전사고 이후 소련 원자력

발전소의 안전기준에 따른 긴급조치들이 잘 알려졌음에도 불구하고 실제 원자로의 안전수준은 만족스럽지 않은 상태로 남아있다.

이러한 문제점들은 오래된 계획과 안전기준에 따라 계획, 건설된 발전소에서 더욱 많이 나타난다. VVER-440 원자로와 9GWe 정도의 총용량을 지닌 RBMK-1,000 원자로 및 1세대의 원자력발전소들의 1/4은 이 개념안에 포함되어 있다. 에너지상황은 소련내에서 모든 남은 기종들을 일시에 중단하도록 하지는 못했다. 이와 관련하여 각각의 원전에 있어서는 개별적인 안전분석 후에 몇몇 요인들을 현대화하여 계속 운전될 것이 예상되고 있다. 1970년대 이전에 건설된 원전들은 이미 안전분석검토의 대상이 되고 있으며 구형 원전들의 운영에 관한 모든 결정은 1995~1996년까지 명백화 될 것이다.

소련 원자력에 있어 두번째 중요한 문제는 그 이용규모의 확대와 더불어 오래된 원전의 안전성확보의 연구이다. 원자력 개발방향은 대략 2010년까지 원자로형을 가압경수로형 원자로로 방향을 설정하고 있다.

소련 내에서는 실제로 두가지의 원자력발전소 계획에 대한 연구가 동시에 시작되었다. 1,000~1,100MWe급 및 500~600MWe급, VVER-NP-1,100원자로와 더불어 더욱 현대적인 VVER-1,000(V/320) 원자로의 연구이다. 기술 및 경제성개선 기본방향은 다음과 같다. 즉, 현행 원자로와 비교하여 2~3분의 1로 중대사고확률의 감소와 추가안전시스템의 도입, 30~35%의 연료이용효율성 증대, 50~60년까지의 원자력발전소의 수명연장, 금속 및 콘크리트와 다른 물질들에 대한 20~30% 경비절약 등이다.

소련 원자력역사상 최초로 중간용량의 원자력발전소를 포함한 기존 장수명원전설비에 대하여 두방향의 연구가 동시에 이루어지고 있다. 이 중 하나인 VVER-500은 VVER 기술을 바탕으로 수동안전시스템의 사용과 원자로 이중보호개념을 이용하고 있다.

또 VVER-600(더 정확하게는 동종의 다른

형태 시리즈)은 1차계통의 설비에 대하여 열공급과 선박 및 원자력설비 건설경험에 기반을 둔 새로운 방법들이 적용될 것이다.

이러한 계획은 1999~2000년대에 주요 원자력발전설비를 완성한다는 목표로 추진되고 있다. 따라서 소련식 기술에 바탕을 두고 세계적인 추세에 따른 최소한 두개의 원자로시설은 일정한 수준에서 공급될 수 있을 것으로 생각된다. 경수로형 원자로에 대한 방향설정에 관해서는 장기간의 계획검토가 필요하고 새로운 설계에는 광범위한 조사가 필요하다는 것을 부인하지 않는다. 20세기말까지는 이미 보유하고 있는 중요한 기술계획을 착수하는 것도 고려하고 있다. 즉 고온가스응축장치를 갖춘 원자로, 개량형 나트륨원자로와 그외의 혁신적인 원자로 등이다. 계획단계이지만 원자로시스템의 중요한 연구계획은 새로운 기술조사활동을 촉진시키고 미래의 안전한 원자로를 구상하는데 있다.

소련의 북동쪽의 넓은 지역의 수용가들에게 원자력에너지를 공급하기 위한 소용량원자력발전소의 설립에 관한 작업도 새롭게 추진되고 있다. 현재의 높은 설비설계제작수준으로 보아 소규모 원자력발전소의 용량은 몇 MWe로부터 100MWe 또는 그 이상의 MWe까지 열용량에 이르고 있다. 이러한 설비의 이용은 그동안의 원자력에너지의 지지기반상실과 부정적 여론 속에서 새로운 특수에너지시장으로 활성화될 수 있다는 희망적 변화를 보여주고 있다.

전체적인 면에서 보면 경제적, 정치적 상황의 변화와 실제 환경문제에 대한 점진적 인식의 변화로 원자력에너지에 대한 사회의 부정적 태도도 점진적으로 완화되어 가고 있다. 일부 지역에서는(콜스키 반도, 쿠르스크, 보로네즈, 카자흐스탄 등) 국민대표가 새로운 건설부지의 사용 및 이용과 현 원자력발전소의 확장에 대한 제안들을 호소하고 있다. 이러한 과정을 거쳐 지방정부에 의해 허가된 새로운 원전시설의 총 용량은 12GWe 즉 현재 소련 원자력에너지용량의 약 1/3을 차지하고 있다.