

## 蘇聯의 原子力發電産業 近況

蘇聯은 15개 敷地의 원자력발전소에 44기의 原子爐를 보유하고 있으며, 그 施設容량의 合計는 33,600 MWe이다. 다음은 蘇聯 原子力發電所運轉研究所의 Oleg Shumyatski副所長이 Nuclear News誌 9月號에 발표한 內容을 중심으로 소련의 원자력발전산업 近況을 소개하였다.

소련내 Beloyarskiy 원전과 Novovoronezhskiy 원전의 각 1호기와 Armenian 원전의 2기가 폐쇄된 반면, 34기가 현재 건설중에 있는데 그중 4기는 열공급을 목적으로 하고 있다.

그동안 소련에서 원자력발전부문은 他전력산업과 비교할때 매우 빠른 속도로 개발되어 왔으나, 체르노빌 4호기 사고를 계기로 그 신장률이 둔화되었으며, 특히 원전부지 확보에 어려움을 겪게 되었다.

현재 소련은 국내 에너지자원의 최적 이용을 도모하기 위해서 에너지프로그램을 수정하고 있으며, 또한 발전시설의 위치도 재평가하고 있다. 3년 전에는 1995년까지 약 40기의 발전소가 추가로 더 건설될 것으로 기대되었으나, 현재는 그 시점까지 오직 20 내지 25기만이 건설될 것으로 전망되고 있다.

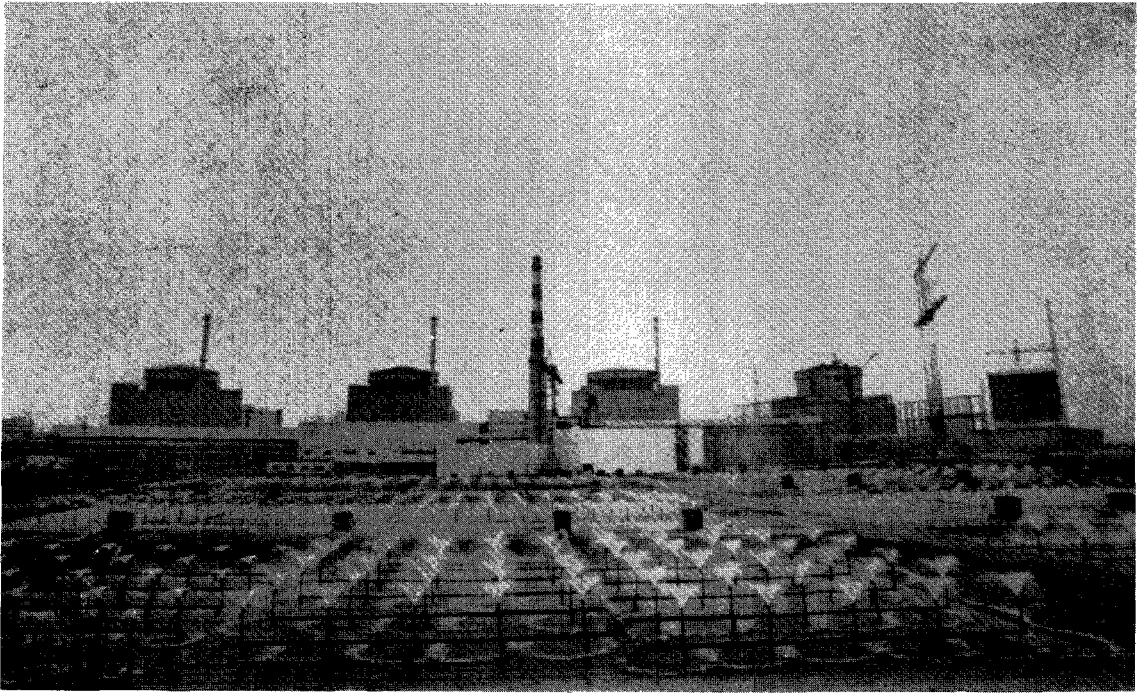
소련에서는 체르노빌사고의 교훈을 기초로 하여 운전중 및 건설중인 모든 원자력발전소에 대해 안전분석을 실시하여 안전대책이 수립되었는데, 그중 일부는 이미 실시되었거나 현재 수행중에 있다.

또한 구식의 오래된 시설 몇개는 새로운 시설

로 교체될 것이다. 예를 들면, Armenian 원자로는 원래 1990~1992년 사이에 폐쇄될 계획이었으나, 1988년 12월에 그 지방에서 지진이 발생함으로써 1989년 3월 영구히 운전정지를 하였다. 그러나 이 원전의 운전정지로 인해 Transcaucasian 지역은 새로운 발전시설이 운영에 들어갈 때까지 전력부족 현상을 겪게 되었다.

연료자원은 주로 아시아지역에 편중되어 있고, 전력소비의 대부분은 유럽지역에서 이루어지는 소련의 현상화를 고려할때 원자력발전은 필연적이다. 이 두 지역은 매우 멀리 떨어져 있어서 연료를 수송하거나 송전을 하기에는 경제적 및 기술적으로 어려운 문제가 많다. 또한 소련산 석탄은 대부분 품질이 낮으며, 가스도 외딴 생태학적으로 민감한 지역에 매장되어 있다.

소련에서 원자력발전소는 발틱해 지역, 우크라이나 및 남유럽 러시아지역에 전기를 공급하고 있다. 석유·가스·석탄화력발전소와 비교할때 원자력발전소가 환경측면에서 훨씬 안전하다. 따라서 공업화로 인한 환경공해문제가 제기되고 있는 소련의 유럽지역에서는 원자력발전이



▲소련 Zaporozhye 원전 전경. 4호기가 건설중이다.

가장 적합한 발전방식이다.

현재 소련에는 44기의 원전이 운영되고 있는데 그 내역은 다음과 같다.

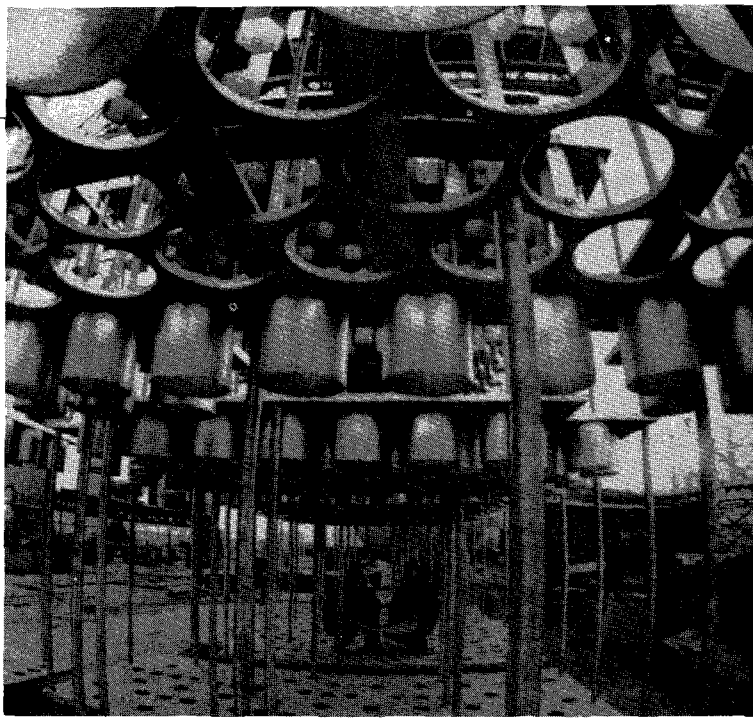
440MWe급 수냉각로(VVER-440) 9기, 1,000MWe급채널형 우라늄·흑연로(RBMK-1000) 13기, 1500MWe급 RBMK로(RBMK-1500) 2기, 1,000MWe급 VVER-1000로 14기, 그밖에 600MWe 고속중성자로 1기(BN-600)가 Beloyarskiy 발전소에서 운전되고 있는데 이 발전소에는 채널형 우라늄·흑연로인 160 MWe의 AMB-200이 있으며, Bilibinskiy 발전소는 각각 12MWe급의 채널형 우라늄·흑연로(EGP-6) 4기를 보유·운영하고 있다.

현재 소련에는 4기의 RBMK-1000로와 1기의 RBMK-1500로가 거의 완공단계에 있지만, 신규 원자력발전소는 주로 VVER-1000로가 공급되고 있으며, RBMK로의 추가 계획은 없다. 그밖에 액체금속냉각 고속중성자로 1기(BN-800)가 계획되고 있다.

원자로의 기본설비는 Atommash(원자로와 증기발생기), Izhoriski(원자로), Belgorodski(대구경 배관) 등 특수전문공장에서 제작되고, Kharkov 터빈제작소와 Leningrad기계장은 터보발전기를 생산하며, 그밖에 수백개의 중소공장이 이 사업에 참여하고 있다. 또한 Fixtures, 발전기, 자동제어기 등 일부 원자로설비는 CMEA 국가에서 제작되고 있다.

국가 주요 기간산업인 원자력발전은 그동안 성공과 오류의 양면을 갖고 있다. 입지기준의 개정으로 인해서 부지정지작업이 이미 시작되었던 부지중 일부가 취소되고 있다. 또한 선정된 부지의 지질학적 조건이 모두 합당하지만은 않은데, 이로 인한 추가 투자가 요구된다. 즉, Rovno 3호기의 경우 카르스트현상으로 인해 특수공법의 응용이 불가피하였는데 기초를 지지시키기 위하여 모르타르를 펌프로 부어 넣었다.

또 다른 문제는 터빈콘덴서설계의 불운한



▶ 핵연료집합체 설치장경.

선택으로 인해 야기되었다. Ignalina 원전 (RBMK-1500 2기, 3호기는 고려중)과 Kalinin 원전 (VVER-1000 2기 운전중, 2기의 추가가 고려중)은 원래 Druksniai 호수와 Udomlya 호수의 물로 냉각시킬 계획이었는데, 이들 터빈은 호수수온의 상승을 가져와 수중의 생물체를 죽일 수 있다고 밝혀져 Ignalina 4호기는 건설하지 않을 예정이고, Kalinin 원전에는 냉각탑을 설치할 계획이다.

유명한 휴양지인 Crimea의 원자력사업계획은 값싼 전력으로 인해 휴양지로 적합한 그 지역의 자연환경을 파괴할 수 있는 여러 산업체들이 유치될 것이라는 우려 때문에 그 전망이 불투명하다.

그동안 발생한 오류의 대부분은 맨·머신문제로서 인간의 실수와 RBMK-1000 원자로의 폭주특성이 합쳐져 체르노빌사고가 일어났다. 따라서 원자로 고유의 특성과 연계되는 사고를 유발하는 실수는 허용될 수 없다. 그밖에 또 다른 문제는 인력과 관리능력의 결핍으로서 요원들의 자질 향상을 위한 대책이 단계적으로 취해졌다. 운전규칙을 무시하는 행위가 엄격하게 규제되었으며, 인력관리가 강화되었다.

소련내 모든 원자력발전소의 운전원들은 재훈련을 받았는데, 특히 비상상태 대응능력 향상에 중점이 두어졌으며, 특별시험을 치루었다. 또한 신입 운전원 교육훈련프로그램도 비상상황에 대처할 수 있도록 개정되었다.

VVER-1000과 RBMK-1000 시뮬레이터를 이용하는 새로운 교육훈련과정이 우선 Novovoronezh와 Smolensk 원자력발전소에 있는 전문 센터에 개설될 것이며, 그후 차례로 소련내 모든 원자력발전소가 시뮬레이터를 보유하게 될 것이다.

기존 RBMK 원자로에서 제어할 수 없는 폭주 상황이 발생하는 것을 방지하기 위해서 추가로 핵연료집합체 일부를 고정흡수체로 교체하였는데, 이로 인해 원자로효율과 핵연료 감손이 약간 저하하였다. 그밖에 스크램속도가 향상되었고, 여러가지의 페일세이프조치가 추가되었다. 그러나 RBMK 설계와는 다른 개념의 설계인 기존의 BN과 VVER 원자로에 대해서는 이러한 설계변경을 수행할 필요가 없었다.

인력양성계획도 개정되었는데, 정신생리학과 알콜중독 및 마약복용에 대한 관리가 도입되었다. 또한 비상훈련도 체계적이 되었으며, 원자력

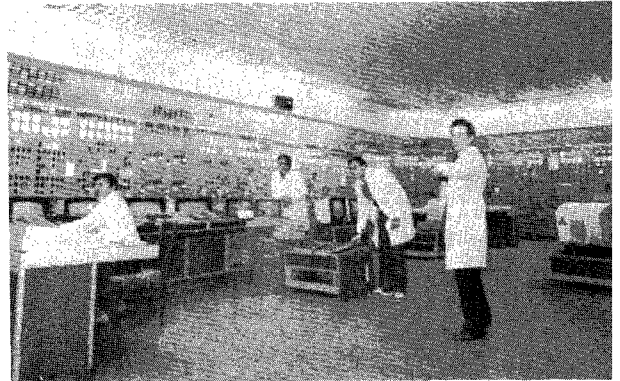
발전소에 근무하는 모든 종사자는 최소한 3개월에 한번은 이 비상훈련에 참가하여야만 한다. 모든 발전소에서는 1년에 최소한 비상훈련 2번, 화재훈련 1번을 의무적으로 실시하여야 하며, 훈련계획에는 발생 가능한 가장 최악의 비상상황이 포함된다. 만약 요원들 중에서 이 테스트에서 떨어지는 사람이 생기면, 그들은 근무에서 제외되어 재테스트를 받아야만 한다.

모든 발전소를 철저하게 조사분석하여 구식의 발전소를 최신의 안전요구사항에 합당하도록 향상시키기 위해 취해지는 결정의 기초가 되는 권고를 하였다. 시행에 관한 결정은 복잡성, 중요도, 사업비용에 따라 정부차원을 포함하여 여러 수준에서 수행된다. 권고를 하는 것은 과학연구개발조직의 임무이다. 결정적인 사항은 과학자, 엔지니어, 기기공급업체의 경영자들로 구성된 과학기술심의회에서 논의된다.

현재 수립되고 있는 공식적인 소련의 새로운 에너지프로그램에서는 유럽지역과 어떠한 극동 지역도 포함하여 예정되고 있는 원자력발전시설의 총합을 명확히 할 것이다. 그러나 현재 원자력발전 개발은 언론매체와 일반대중의 지대한 관심사항인데, 여론동향은 원자력에너지의 즉각 중단 요구에서 부터 다른 연료의 사용을 줄이고 원자력을 최대한 개발하여야 한다는 요구까지 각양각색이다. 정부측에서는 에너지프로그램이 개정중에 있기 때문에 그들의 의사표명을 유보하고 있으나, 원자력산업의 더한층 개발 필요성을 인식하고 있는 것으로 생각된다.

원자력을 포함하여 발전공학의 전문가들은 원자력개발의 필요성에는 의심의 여지가 없으나 그 범위와 신장률에 대해서는 의견의 차이가 있으며, 최종적으로 확정될 에너지프로그램에서는 이 모든 의견이 고려될 것이다.

소련에서는 초창기에 원자력발전의 유용성과 그 혜택을 일반대중과 언론매체에게 인식시키는 노력이 무시되었기 때문에 현재 소련내의 많은



▲Zaporozhye 3호기 중앙제어실 광경.

사람들은 원자력산업을 부정적인 시각으로 보고 있다. 소련 국민들은 원자력에 관해 거의 지식이 없는 것으로 나타나고 있다. 소련 국민들은 발전소의 안전성 보다 방사성폐기물의 처분과 주변환경의 열공해 등에 대해 더 관심을 기울이고 있다. 원자력을 반대하는 요인 가운데 막연한 방사선의 두려움이 큰 비중을 차지하고 있다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 많은 설명과 정보의 배포가 요구된다. 그러나 유감스럽게도 소련은 이 분야에 대해 경험이 없기 때문에 경험이 풍부한 서방세계의 협조를 바라고 있다.

소련은 원자력발전공학분야에서 많은 경험을 축적하고 있다. 해외의 다른 여러나라들은 체르노빌사고 영향 완화에서 얻은 교훈과 기계적 특성 회복을 통한 원자로용기의 사용수명 연장에 관한 개발에서 많은 이득을 볼 수가 있다. 소련은 해외의 다른 나라, 특히 미국과 자동제어시스템 및 훈련용 대형시뮬레이터 제작분야에서의 경험교환을 타진하고자 한다.

비상사태에 관한 정보교환은, 특히 다른 나라에서의 원자력사고 방지를 위해 매우 유용하다. 소련은 원자력발전소를 운영하고 있는 조직들의 세계적인 연합이 결성되기를 주장하였으며, 이와 같은 목적의 기구인 세계원자력발전사업자협회(WANO)의 창립총회를 지난 5월 모스크바에서 개최하였다.