

# 세계의 원자력

## 美 國

### North Anna-1 交替用 SG 入札, WH社에 낙찰

Virginia Power사는 North Anna-1호기의 3대의 교체용 증기발생기 구입에 관한 상담을 WH사와 시작했다.

이 회사의 원전지원업무 책임자인 Wilson씨는 이번 입찰에 응한 5개업체중에서 WH사가 선정되었다고 말하고 「앞으로 6개월 이내에 발주할 생각」이라고 했다. 그는 이 계약의 효율성에 대해 논평하기를 거부했다. 최근에 실시된 다른 발전소에서의 증기발생기 교체공사에서 그 비용이 1억달러를 넘은 일이 있다.

North Anna-1호기는 947MW의 WH사제 PWR로 1978년 6월에 상업운전을 개시했다. 이 유니트의 3대의 51형 증기발생기의 총 10,164개에 달하는 U-튜브 중에서 그 10%인 1,067개가 플러깅돼 있는 상태이고, 1987년 7월에 cold-leg 쪽의 튜브 1개가 파열된 일이 있다.

「1980년에 상업운전에 들어간 North Anna-2호기의 증기발생기는 이보다 나은 편으로 4.7%의 튜브만이 플러깅돼 있을 뿐」이라고 그는 말하고 「이 유니트의 증기발생기 교체공사는 현재로서는 고려되지 않고 있다」고 했다. Virginia Power사의 Surry-1, 2호기의 51형 증기

발생기는 1980년과 1981년에 각각 교체되었다.

North Anna-1호기의 튜브 열화현상은 hot leg 쪽의 denting된 튜브지지판 부위에서의 응력 부식균열에 일차적인 원인이 있지만 최초의 운전주기중 樹脂粉末이 2차회로에 들어간 것도 원인이 된 것 같다고 Wilson씨는 말했다.

「우리가 North Anna-1호기에서 이러한 열화현상을 처음 발견했을 때는 이 유니트의 화학작용에 대한 감수성과 2차측 엑스커션이 지금과 같이 그렇게 크지 않았다」고 그는 말하고 「증기발생기 세척에 대한 결정을 내리는데 시간이 걸렸고 실제 세척작업이 좀 늦게 실시되었다」고 했다. 현재 튜브 denting을 방지하기 위해 North Anna-1, 2호기의 2차회로에 봉산이 주입돼 있다.

1호기는 1995년 이전에 교체될 가능성이 많다고 Wilson씨는 말하고 「우리의 계획은 당초의 설비를 지나치게 유지하려고 하는 것이 아니기 때문에 1995년 이전에 정지보수기간에 맞추어 현장 교체공사를 하기로 계획을 세웠다」고 했다.

「WH, CE, Framatome, KWU 및 B&W Canada 각사의 입찰서를 검토한 결과 WH사를 택했다」고 Wilson씨는 말하고 「미국의 현 규제분위기로 보아 당초의 메이저에 발주하는 것이 유리한 것으로 생각되었다」고 말하고 「교체용 증기발생기의 교체는 NRC의 규제조항 50조 50항에 따라 허가사항 변경없이 실시할 수 있을 것」이

라고 했다. 이 규제조항은 동일한 설비로 기존 설비를 교체하는 경우 이를 허용하도록 되어있다.

「North Anna-1호기 증기발생기 교체공사의 특색은 열처리된 Inconel-690의 튜브와 防振用 바가 사용되는 것이라고 할 수 있는데 이것들은 모두 기존의 것과 기능면에서 같은 것」이라고 그는 말했다.

허가사항 변경 승인없이 증기발생기를 교체한 최초의 유니트는 New York Power Authority사의 Indian Point-3호기였다. 최근에 증기발생기 교체공사를 완료한 Indiana & Michigan Electric사의 Cook-2호기는 작업중 격납설비의 일부를 제거했기 때문에 허가사항 변경 승인을 필요로 했다.

North Anna-1호기 교체공사비용은 1985년에 Virginia Power사와 WH사간에 체결된 “리스크分擔” 계약에 의해 커버되지 않을 것이다. 왜냐하면 이번 튜브의 손상은 이 계약이 체결되기 이전에 발생한 것이기 때문이다.

이외에 이미 4기의 WH사제 유니트가 증기발생기 교체공사를 실시했다. 즉, Turkey Point-3, 4호기, Point Beach-1호기, Robinson-2호기 등이다. Northeast Utilities사는 Millstone-2호기의 교체용 증기발생기를 CE사에 발주했고, Consumers Power사는 Palisades발전소의 CE사제 증기발생기 교체를 검토중인 것으로 알려졌다.

## 加壓器 漏洩原因은 應力腐蝕龜裂

Baltimore Gas & Electric사(BG&E)의 Calvert Cliffs -2호기의 가압기 가열기 슬리브 부분의 누설은 1차계통의 많은 관통부분의 Inconel 슬리브가 응력부식균열(SCC)에 약한 것이 원인일 가능성이 많다고 동사의 금속전문가가 말했다. 만약 BG & E사의 누설에 대한 조사결과가 용접과 같은 이발전소 자체의 결함에 기인된

것이 아니고 SCC에 원인이 있는 것으로 판명된다면 이것은 다른 노후한 PWR들에게도 널리 확대되는 안전성과 경제성에 관계되는 문제가 될지도 모른다.

이 회사의 금속전문가 Pond씨는 6월26일에 가진 기자회견에서 「이것은 산업계에서는 전혀 새로운 문제」라고 말하고 「금속열화의 속성적인 메카니즘인지도 모른다」고 했다.

Calvert Cliffs-2호기는 880MW의 CE사제 PWR로 1977년에 상업운전을 시작했다. Pond씨는 가열기 슬리브가 가압기 바닥을 관통하는 부분에서 일어난 누설현상은 원자로가 노후화됨에 따라 예기치 않았던 설비의 문제점이 표면화된 대표적인 예라고 말하고 이러한 현상은 원자력발전소에서 예기치 않았던 안전성과 운전상의 문제들을 일으킨다고 했다. 만약 이 누설현상이 슬리브의 SCC에 기인된 것이라면 이러한 현상은 일반적으로 말해 가압기 가열기의 슬리브만이 아니고 1차계통을 관통하고 있는 計裝계통의 Inconel 슬리브에도 해당되는 것이다.

그러나 Pond씨와 BG & E사의 원자력설비 엔지니어링 담당자인 Rudell씨는 SCC는 누설과 관련된 몇가지 근본적인 요인중의 하나에 지나지 않는다고 말했다. 용접불량과 당초 재료의 열처리도 SCC 보다는 일반적으로 훨씬 낮은 누설을 발생시키는 원인이 될 수 있을 것이라고 그들은 말했다.

## 原子力支持者 増加

앞으로 10년간 에너지수요를 충족시키기 위해 미국이 의존해야 할 자원이 무엇이나고 질문한 바, 석유와 석탄보다 원자력발전을 선택한 사람이 훨씬 많았다. 이것은 양케로비치·크란시 & 술만이 미국을 대표하는 1,012명을 대상으로 조사한 결과이다.

이 조사에서는 「앞으로 10년간 증대될 에너

지수요에 관해 만약 당신이 선택한다면, 세가지 에너지원중 어느 것에 미국이 의존해야 한다고 생각하십니까? 라는 질문에 대해 38%가 원자력, 29%가 석유, 24%가 석탄이라고 대답했으며, 9%가 「그밖의 것」 「모르겠다」고 대답했다.

이전에 실시한 캠브리지·리포트사에 의한 조사에서는 2/3(67%) 이상이 원자력발전소가 향후 미국의 전력수요를 충족시키기 위해 중요한 역할을 할 것으로 확신하고 있는 것으로 나타났는데, 이중 「매우 중요하다」고 응답한 사람은 36%였다.

## 全世界 原電施設容量 5퍼센트 伸長

美國에너지개발협의회(USCEA)가 최근에 발표한 「1988년도 세계의 원자로조사」에 의하면 작년에 17기가 신규로 상업운전을 개시함으로써 전세계의 원자력발전 시설용량이 5% 증가한 것으로 밝혀졌다.

이 조사결과에 따르면 작년말 현재 25개국에서 417기의 원자력발전소가 상업운전을 하고 있는데, 작년 한해동안에 미국에서 6기, 프랑스에서 5기, 서독에서 3기, 스페인에서 2기, 한국에서 1기 등 총 17기가 새로 상업운전을 시작하였다.

이와는 별도로 국제원자력기구(IAEA)의 보고서에 의하면 1988년도의 전세계 원자력발전량은 17,944억KWH로서 전세계 총 발전량의 거의 17%를 공급하였는데, 이 양은 최초의 상업용 원자력발전소인 Shippingport 원전이 계통에 병입된 1957년도에 모든 전원에서 생산한 발전량과 맞먹는다.

일본원자력산업회의의 Jiro Enjoji 회장은 원자력발전이 유가 안정화에 크게 기여하고 있다고 강조하였다.

Enjoji 회장은 최근의 연설에서 「원자력에너지

가 세계 석유교역량의 1/3을 대체한다는 사실을 감안할때 원자력발전이 유가 안정화에 얼마나 크게 기여하고 있는가를 알 수 있다」고 말하면서 「광범한 원자력개발은 원유수급전략에 있어서 막강한 거래교섭력을 제공함으로써 유가 상승에 따른 악영향을 우려하지 않고 국가경제 성장을 유지할 수 있으며, 또한 생활수준의 향상을 가능하게 한다」고 강조하였다.

USCEA 조사에서는 1988년도에 실제로 원자력발전소를 운영하고 있는 국가중 반이 원자력발전으로 국가 총 전력량의 25% 이상을 공급한 것으로 나타났다.

프랑스가 전체 발전량의 69.9%를 원자력발전으로 충당하여 수위를 차지하였고, 그다음에 벨기에 65.5%, 헝가리 48.9%, 스웨덴 47.0%, 한국 46.9%, 대만 41.0%, 스위스 37.4%, 핀란드 36.2%, 스페인 36%, 불가리아 35.6%, 서독 33.7%, 일본 28.3%, 체코 26.7% 순서였다.

미국에서는 현재 운전인가를 받은 112기의 원자력발전소에서 국가 전체발전량의 약 20%를 담당하고 있다.

또한 이 조사에서는 미국을 포함한 41개국에서 원자력발전소를 운영하고 있거나 건설 및 계획하고 있는 것으로 나타났다.

## 原電發電코스트 安定

美國에너지개발협의회(USCEA)의 분석에 의하면 미국내 원자력발전소의 발전코스트가 안정화되고 있는 것으로 나타났다.

「운전 및 유지보수비의 현황(1989년 6월)」이란 제목의 이 보고서에서는 다음과 같은 요인으로 인해 이와 같이 양호한 성과를 거둘 수 있었다고 분석하였다.

- 원자력발전소의 유지보수비는 전력회사들이 과거보다 훨씬 개선된 유지보수절차를 마련하여 관리함으로써 안정화되고 있다. 또한 TMI 사고

후에 취해진 조치사항도 완료되어 전력회사의 유지보수비 절감에 기여하였다.

- TMI사고결과 1980년대 초에 상승한 원자력발전소 추가 운영자금도 현재는 감소한다.
- 저렴한 우라늄가격과 농축비용의 하락으로 핵연료비가 낮아지고 있다.

그밖에 이 분석보고서는 원자력발전소의 발전 코스트가 이처럼 안정추세를 보인 것은 최근 미국내 원자력발전소의 운전성능이 향상된데도 그 영향이 있다고 지적하였다.

1988년도의 미국내 원자력발전소의 평균 이용률은 1987년도 보다 약 3% 높았으며, 1986년도 보다는 약 5%가 높았다.

## INPO, 美原電 閉鎖問題 強하게 批判

미국 캘리포니아주의 Rancho Seco 원자력발전소는 지금까지 소유자인 사크라멘트시영전력(SMUD)이 동 발전소의 폐쇄를 강요받게 된 6월 6일의 투표결정이 원인이 되어 이상한 환경 속에서 운전되어 왔다.

어떻게 하면 원자력발전소를 잘 관리할 수 있으며 발전소를 계속해서 운전할 수 있는지에 대한 다수결 의견을 이사회는 소수가 공공연히 비판하는 상황에 처한 원자력발전회사는 지금까지는 없었다.

그러나 이것이 SMUD의 실태였다.

동 발전소의 관리부문에 대해 비판을 가한 원자력발전운전협회(INPO)의 보고에 의하면, SMUD 관내의 주민이 Rancho Seco 원전에 대해 18개월의 시운전을 허가한 1년전의 주민투표후 “매우 정치적인 분위기”는 계속 강도를 높이고 있으며, SMUD의 이사회는 마치 반원자력을 논하는 자리가 되어 버렸다고 하였다.

이런 분위기는 Rancho Seco 원전의 상급관리자 대부분이 동 전력회사를 퇴직해 버릴 만큼

불유쾌한 것이었으며, 결과적으로 동 발전소의 경제성을 올리려는 SMUD의 노력을 방해했다고 INPO보고서는 밝히고 있다.

SMUD는 주민이 53.4% 대 46.6%로 이런 결정을 내린 다음 날인 6월 7일에 동 발전소를 정지시켰다. 이 투표는 구속력이 있는 것은 아니지만, SMUD는 결정에 이의를 제기할 생각은 없다고 하였다.

미국에너지개발협의회(USCEA)는 Rancho Seco의 투표에 대해 원자력발전에 대한 일반국민의 태도와는 동떨어진 상황에 있다고 지적했다. 지금까지 15개주 또는 지방에서 실시된 주민투표에서는 원자력발전소의 운전을 저지하려는 제안은 모두 부결되었다.

이번의 투표는 반원자력투표가 아니라고 한 USCEA는 「투표자는 SMUD의 상급관리자의 능력부족에 실증내고 있었다」고 투표결과를 분석했다.

또 USCEA는 「이번의 결과는 원자력계에 있어서 중대한 타격은 아니지만, Rancho Seco의 폐쇄코스트를 지불해야 할 뿐 아니라 다른 전력회사로부터 대체 전기를 사기 위해 새롭게 비용을 지불해야 하는 그 지방 사람들에게 있어서는 타격이다」라고 지적, 「장래에는 중대한 대기오염문제를 안고 있는 화석연료발전소를 새로 건설하느냐 마느냐 하는 어려운 선택에 직면할 것」이라고 말했다.

## 發電所 建設 激減

미국 워싱턴DC에 본부를 둔 연구정보서비스회사인 유틸리티·데이터연구소(UDI)는 6월 28일 전력회사에 의한 신규발전소의 건설이 감소되고 있기 때문에 발전설비의 여유가 적어지고 있다는 보고서를 발표했다.

UDI는 미국의 전력회사는 1960년대 후반 이후 연간 평균 2천만KW의 신규발전설비를 가동

시켜 왔으나, 1988년에 있어서는 이것이 1천만 KW를 약간 부족할 정도까지 감소되었다고 지적했다. 또 금년에 있어서도 불과 650만KW분의 신규발전설비가 추가되는데 불과하다고 하였다. 그리고 1995년까지의 연간 신규발전설비는 500만KW에 이르지 못할 것으로 전망하고 있다.

UDI의 하논사장에 의하면 이런 신규발전설비의 대부분은 베이스로드전원이 아니라, 전력수요의 피크로드발전소로서 가스화 석유를 연료로 한 가스터빈, 연소터빈, 내연기관이라고 한다. 더우기 이런 설비의 실질 MWH당의 발전코스트에 대해 UDI는 석탄과 원자력 등의 베이스로드전원 보다 높다고 말하고 있다.

1988년 신규발전소의 운전개시 실적을 보면 석탄화력발전소는 불과 2기밖에 운전개시하지 않아 최근 10년동안에 가장 적었다. 1989년에도 석탄화력은 운전개시할 예정은 3기뿐이며, 이것을 합친 신규베이스로드설비는 380만KW에 그칠 것으로 전망된다.

한편 원자력발전은 1988년에는 6기가 운전개시했을 뿐 아니라, 1989년에는 신규 2기가 계통에 들어갈 것으로 보이고 있어서 이것을 합친 합계는 970만KW가 된다.

UDI의 데이터에는 이들 이외에도 전력회사소유의 발전소에 대해 1988년(실적), 1989년(전망을 포함)의 2년간에 가스터빈, 연소터빈, 내연기관의 26기(합계출력 194만5천KW), 지열발전 2기(13만2천KW), 수력발전 16기(39만6천KW)가 포함되어 있다.

더욱이 UDI는 전력회사소유의 발전설비와는 별도로 비전력회사(독립사업)의 데이터에 대해서도 종합정리했는데, 이런 발전설비는 연간 약 300만~400만KW에 달한다고 한다. 덧붙여서 금년에는 독립전기사업의 발전설비 추가는 600만KW에 달할 것으로 보고 있다.

## 프 랑 스

### 900MW PWR 制御棒 1990년까지 全量 交替

EDF사와 프랑스 안전당국은 마모된 제어봉 교체에 관한 새로운 기준에 합의했다고 지난 6월 원자력시설안전본부(SCSIN)의 관계자들이 말했다. 이 새로운 기준은 지금까지의 것 보다 더 복잡한 것으로 근본적으로 제어봉의 피복이 파손됐던지 7번째 가이드 플레이트와 인접한 제어봉 표면이 20% 이상 마모되었을 때 이를 교체하도록 규정해 놓았다.

EDF사 관계자들은 이 새로운 기준에 따르면 900MW PWR 1기당 53개의 제어봉 클러스터중에서 30~35개를 교체하게 된다고 말하고 900MW PWR의 제어봉 클러스터 전부를 1990년말까지 교체할 계획이라고 했다. SCSIN 본부장 Laverie씨는 이 대규모의 제어봉교체작업으로 금년말 이전에 제어봉 재고가 바닥이 날지도 모른다고 했다.

EDF사 원자력/화력발전처의 Hutin씨는 지난 5월 충분한 물량을 확보하기 위해 외국으로 부터 수입하게 될지도 모른다고 말한 바 있다. 그러나 제어봉을 공급하고 있는 Framema사의 한 관계자는 EDF사의 계획이 금년중에 1,200개 이상, 내년중에 1,300개 이상을 필요로 하지 않는 한, 이를 만들어낼 수 있을 것으로 본다고 말했다. 제어봉은 진동에 의해 곤란을 당하고 있는데 이 진동으로 가이드 플레이트와의 접촉부분에서 제어봉이 침식을 당하고 있다. 이 진동은 제어봉 주위의 냉각재 흐름과 연관성이 있는 것으로 보이는데 아직 그 원인은 완전히 파악되지 않고 있다.

EDF사에서 지켜온 지금까지의 기준은 미국

에서 적용하고 있는 것을 토대로 한 것으로 피복재 두께가 36% 이상 마모되었을 때 제어봉을 교체하게 돼있으며 벽두께로 구멍이 나는 마모에 대해서는 관대했었다.

지난 4월 Gravelines-4호기에서 제어봉 1개가 노심내로 낙하하는데 실패하고 가이드 튜브내에서 스프링이 상실되었을 때에도 EDF사는 7번째 가이드 플레이트에서의 31% 마모 기준 등 잠정적인 기준을 제안했었다. 최종적인 기준에 대해서는 그때 이후로 전력회사와 규제기관 간에 진지한 논의가 계속돼 왔다. Laverie씨는 지난 6월 하순 20% 마모기준을 받아들일겠다는 뜻을 서면으로 EDF사에 전달했다.

SCSIN내의 900MW PWR 계열을 감독하고 있는 Auverlot씨는 「우리 규제자들은 제어봉 클러스터가 또한번의 운전주기중에도 유지될 수 있을 것이라고 확신이 갈 때에만 기존의 클러스터를 그대로 둔다는 원칙하에 규제를 하고 있는 것」이라고 말했다.

그는 또 이러한 문제들은 다른 나라(특히 미국과 일본)에서는 분명히 발생한 일이 없다고 말하고 프랑스에서는 그 이유가 무엇인지를 알아내려고 노력중이라고 했다.

## 蘇 聯

### 世界最大の 原子力機器製造工場 “Atomash”

1970년대 중반에 신세대 PWR를 위한 주요기기를 제작하는데 심한 병목현상을 경험했던 소련은 연간 1,000MW급 PWR 8기를 제조할 수 있는 초대형 공장 건설공사에 착수했다. 이 공장은 Atomash(원자로제조기계)라고 불리우며 Don강 유역의 공업도시 Volgodonsk

시에 있다. 이 프로젝트는 초창기에 많은 문제를 안고 있었으며 소련의 언론들도 이를 꼬집어 「진전이 없는 프로젝트의 본보기」라고 까지 혹평했었다. 그러나 이러한 문제들은 하나씩 풀려 이 공장은 소련 원자력사업에서 제구실을 할 수 있게 되었다. 그러나 이번에는 원자력사업 자체가 난관에 봉착하고 있는 실정이다. 다음은 최근 이곳을 찾았던 미국 NW지 기자의 방문기를 소개한다.

마케팅이 Atomash의 오늘의 최대과제다. 「이것이 내가 추구해야 할 주요부문」이라고 이 공장의 Egorov 공장장은 말했다. Egorov씨는 서독에서 공장운영교육을 받은 소련의 공장장들 중의 한사람이다. 그는 성과를 요구하는 모스크바 지도층과 처우개선을 요구하는 공장종업원들 사이에 끼어있다.

용접 엔지니어인 Egorov씨는 1988년 1월에 이 공장의 공장장으로 선출되었다. 일부 그를 반대하는 사람들도 있었으나 대부분은 빛나는 눈매를 한 이 강인한 사람을 지지했다. 그래서 지금 그는 1만3천명을 고용하고 있는 이 공장의 책임자가 되어 있다. 「최선을 다 하고 있다」고 그는 말했다.

Atomash 공장은 원자력발전소 기기를 일관 제작할 수 있는 국내외를 막론한 전세계의 최대 공장중의 하나로 자처하고 있다. 그러나 현재 생산량의 약 3분의 1은 화학공업용 제품과 중규모 중공업용 제품들이다. Atomash의 현생 산능력은 VVER-1000(1,000MW PWR), 계획중인 BN-800 고속중식로와 소련의 몇개 도시용으로 계획중인 신형 AST-500 지역난방로를 제조할 수 있는 것이다.

이 공장 건설은 1975년에 시작되었고 원자로 기기의 납품은 1981년에 시작되었다. 몇년전엔 이 거대한 공장이 Don강 유역의 초원지 점토속으로 가라앉고 있다는 뉴스가 현지로 부터 들어왔다. 조사결과 이 지대가 공장의 중량급 구조

물을 지탱하기에 불충분한 것으로 밝혀졌으나 지금은 침하현상도 멎었고 이에 따른 문제들이 해결되었다고 공장관계자는 말하고 훼손된 구조물은 수리되고 새 건축물 밑에는 강력한 파일을 박았다고 했다.

Atomash 공장에서 현재 가장 큰 문제가 되고 있는 것은 이 공장의 거대한 시설규모로 보아 그 고용인력을 완전가동하기 위해서는 적어도 매년 3건의 원자력플랜트의 신규주문이 있어야 한다는 것이다.

체르노빌사고후 원자력발전소 건설은 다른 나라에서와 같이 소련에서도 바람을 맞고 있다.

이 기업의 현재의 연간 총 매출액은 2억루블(3억3천만달러)로 매우 큰 편이라고 소련의 한 소식통은 전했다. Atomash 공장은 계속 적자를 보고 있어 정부의 자금지원이 있어야 할 것으로 보인다. 그러나 Atomash 경영진은 이 공장을 1990년까지 흑자운영으로 만들 계획이다.

5월 현재 이 공장에서는 4기의 원자력발전 유니트를 생산중이었다. 생산되는 각 유니트는 120가지 이상의 기기로 구성되어 있다. Atomash의 생산시설은 계속 확장되고 있으며 내년에는 6개 유니트에 대한 기기를 생산할 수 있는 능력을 갖추게 될 것이다. 목표는 이 공장이 완성되는 1992년에 가서 연간 8기의 원자로 생산능력을 갖추는 것이라고 Egorov 공장장은 말했다. 또한 발전소와 인접한 지역에 현재 인구 20만의 도시를 건설중이며 이것 역시 같은 시기에 완성될 예정이다.

1992년 전이라도 Atomash는 외국으로부터의 주문을 필요로 한다. 유망한 고객으로는 중국, 인도 및 시리아를 꼽고 있다. Atomash는 또 핀란드가 Loviisa에 1,000MW급 1기를 건설하기로 결정을 내리기를 희망하고 있는데 이렇게 되는 경우 최소한 주요기기만이라도

Atomash에 발주할 것이 거의 확실시된다.

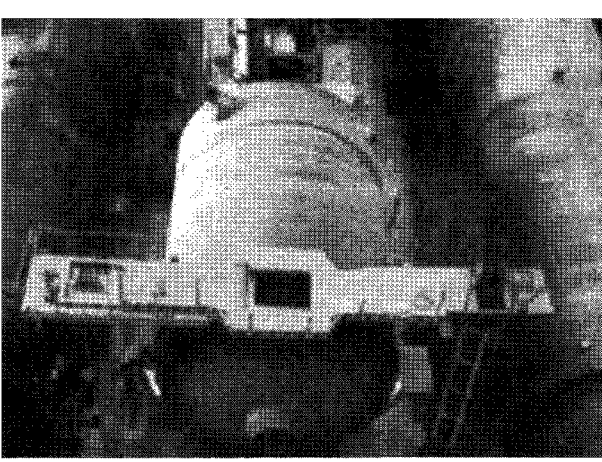
그러나 마케팅은 소련산업계로서는 생소한 분야다. 「우리는 원점에서부터 시작해야 한다」고 소련의 한 관계자는 말하고 「우리가 마케팅 사고방식에 숙달돼 있지 않은 것이 문제」라고 했다. 모스크바 당국이 아직도 가격 한계치를 설정하고 있고 Atomash가 그 이하 가격으로는 팔 수 없는 최저가격이 정해져 있다. 가격 설정을 자유롭게 할 수 있다면 상당한 가격 재편성이 불가피할 것이라고 Egorov 공장장은 말했다.

경쟁력있는 품질이 절대적인 것이다. Atomash 공장장은 자기네 공장 제품이 경쟁력이 있는 것으로 믿고 있다. 소련제 기기의 가격이 서유럽 경쟁업체의 가격 보다 낮다면 이는 Atomash공장의 극히 낮은 인건비가 그 원인일 것이라고 Egorov 공장장은 말했다.

Atomash 간부들은 품질, 신뢰성 및 신용도는 서로 직접적인 연관이 있다는 것을 인정한다고 말하고 있었다. 그러나 이 공장의 품질보증은 아직 국제적으로 인정을 받지 못하고 있는데 이는 서방의 표준규격 전문기관이 이 공장을 방문한 일이 없기 때문이다. 이 공장은 원자력 발전소검사국(Gosatomenerg nadzor)을 위시해 국가기술검사국과 소련 기술검증기관의 대표자들로부터 검사를 받고 있다.

Atomash에서는 설비의 품질은 「정밀기술」에 의해 보장되고 있다고 공장관계자들은 말하고 초음파, 자분 및 X-레이 등의 비파괴검사, 샘플의 기계적 및 야금학적인 특성 분석, 금속의 조성 및 조직의 스펙트럼 분석 등을 하고 있다고 했다. 그러나 그들은 품질보증이 이 공장 생산라인에서 문제중의 하나라고 말하고 이를 해결하는 데는 많은 시간이 걸릴 것이라고 했다.

Atomash 공장은 다른 대형 철강공장에 비해 비교적 깨끗하다. 공장지붕 밑의 광대한 면적이



푸른 식물들로 장식되어 있고 모든 부분이 기품 있는 건물구조로 되어 있다고 공장간부들은 설명했다. 공장종업원들에게 그들 자신이 품질을 만들어내는 사람이라는 것을 인식시키고 있다고 한 관계자는 말했다. 공장 홀벽에 붙여져 있는 대형 포스터에는 「Atomash를 자랑스럽게 생각합시다. 동지 여러분」이라는 격문이 실려 있었다. 소련의 한 관계자는 「이 슬로건은 시대에 뒤떨어진 감이 있지만 아직 이를 바꿀 이유는 없다」고 말했다.

Atomash 간부들은 그들의 대형 프레스에 대해 자랑이 대단했다. 이 특이한 15,000톤급 성형 프레스는 일본의 IHI사제로 1979년 5월부터 사용하고 있다. 기자가 이 공장을 방문했을 때 이 프레스는 VVER-1000 압력용기 부품의 조인트 부분을 단조하고 있었다.

이 공장은 또 300 내지 1,200톤급 크레인들에 대해서도 자랑이 대단했다. 이 설비는 2,000MW급 원자로를 제조할 수 있도록 설계된 것으로 애당초 초대형 원자로를 위해 설치된 것이지만 지금까지 이만한 용량의 원자로는 실현된 일이 없다.

소련의 원자력발전성 장관 Lukonin씨는 일전에 모스크바에서 「VVER-1800에 대해서는 원칙적인 계획은 서있지만 그 이상의 상세한 계획은 없으며 VVER-1000과 이것의 개량형인 VVER-88과 VVER-92가 현재 개발중인 노형」이라고 밝힌 일이 있었다.

Atomash는 그의 첫 VVER-1000 제품을 1981년 2월에 남우크라이나 발전소(일명 Nikolayev 발전소)에 납품했다. 「현지에서는

이 제품에 대해 매우 만족하고 있다」고 Egorov 공장장은 말했다. Atomash에서 제조된 것으로 가장 좋은 원자로중의 하나가 현재 Zaporozhe 발전소에 있다. 이 발전소는 4기가 운전중이고 2기가 건설중이다. 이중 2호기는 1984년에 운전을 개시했는데 94.6%의 최고의 이용률을 기록한 일이 있다. 이 발전소의 4기는 1987년에 평균 74.8%의 이용률을 마크했고 운전기간 누적 이용률은 70%였다.

Zaporozhe 발전소의 건설은 건설현장이 Atomash 공장 근처에 있어 기기공급이 용이해 공기가 짧았다고 Egorov 공장장은 말하고 이 현장에서 건설이 시작된 것은 1979년이고 첫 4기는 각각 1984년, 85년, 86년, 87년에 완성되었다고 했다.

대형기기의 수송문제는 발전소입지를 선정하는데 큰 요소가 되는데 Tzmluansk 인공호와 Don강이 여러 방향으로 보내는데 훌륭한 링크 역할을 한 것이 사실이다.

Atomash의 기본적인 노력중의 하나는 VVER 압력용기의 크기와 재료를 가장 적절하게 선택하는 문제였다. 비교적 소형의 VVER-440 압력용기에서 문제가 되었던脆性문제는 노심과 압력용기 내벽사이 간격의 최적치를 찾아내는데 아주 좋은 선례가 되고 있다. 즉 취성의 위험률을 낮추기 위해 충분히 크게 해야 하지만 비경제적일 정도로 크게 해서는 안된다는 것이고, 또 한가지는 가장 적정한 용기재료의 품질문제라고 공장간부들은 말했다. 이외에 구조변경도 채택되었다. 예를 들어 개량형 VVER-1000 압력용기에는 이제 더 이상 노심 가까이에 수평용접부분이 없도록 했다.

취성을 띠게 된 VVER 압력용기를 수리하기 위해 Atomash는 특수한 annealing 장비를 갖추었다. 이 이동형 장비는 소련 및 동독의 4개 원자력발전소와 불가리아의 Kozloduy 원자력발전소에서 이미 사용되었다.



## 카나다

### 原子力에너지利用에 대한 支持率 優勢

최근 캐나다원자력협회(CNA)에서 1,200명의 캐나다국민을 대상으로 실시한 원자력에너지 이용에 관한 여론조사에서 그 결과는 매우 복잡한 반응을 보였다.

예를 들어 그 지지율은 여전히 원자력發電의 필요성에 대한 인식에서 오는 것이었다. 대부분의 사람들은 그러한 필요성이 있는 것으로 보고 있었다. 또 일부 사람들은(16%~36%)은 아직도 이용가능한 미개발상태의 수자원이 있다고 보고 있었으나 앞으로 전력수요가 더 증가할 것이라는데 대해서는 대부분의 사람들(88%)이 공감하고 있었다. 그러나 미개발 수자원의 양은 원자력발전을 지지하는 요인이 되고 있는 것은 아니었다.

캐나다국민의 원자력에너지 이용에 대한 여론은 환경 및 폐기물과 관련된 산업계의 활동에 대한 인식과도 관계가 있었다. 예를 들어 대부분의 응답자들(56%)은 원자력산업계에서 환경보호문제를 우선적으로 다루고 있다는 것을 인정하고 있었다. 그러나 석탄(48%)과 원자력(45%)중 어느 쪽이 환경에 영향을 적게 미치느냐 하는데 대해서는 의견이 양분되는 것으로 나타났다.

캐나다국민은 또 원자력산업계의 폐기물 취급 능력에 대해 우려하고 있었다. 대부분의 사람들(82%)은 산업계에서 방사성폐기물을 장기적인 문제로 다루고 있다고 보고 있는데 대해 45%는 동업계에서 이 문제 해결을 위해 현재 상당히 노력중이라고 보고 있었다. 대부분의 사람들(56%)은 원자력산업계가 동업계의 폐기물을

안전하게 취급할 수 있는 능력이 있는지 여부에 대해 회의적으로 보고 있었으며 그중 3분의 2의 사람들은 현재의 폐기물량을 추구경기장 1개를 채울 수 있는 양(34%), 또는 큰 산 하나에 해당되는 양(32%)이라고 보고 있었다.

원자력에너지 이용에 대한 지지도는 지역적으로 차이가 났는데 Ontario주민들은 상당히 높은 지지도를 보인 반면 Quebec과 British Columbia 양주민들은 이보다 낮았다.

원자력에너지 이용지지도

		(%)
發電源으로서의 원자력에너지	강력히 지지	14
	어느 정도 지지	36
	어느 정도 반대	25
	강력히 반대	24
대형 에너지로서의 원자력 에너지	잘된 선택	16
	현실적인 선택	51
	나쁜 선택	32
원자력에너지의 장래의 중요성	매우 중요	35
	어느 정도 중요	39
	매우 중요하지는 않음	14
	전혀 중요하지 않음	10

지역별 지지도

	찬 성		반 대	
	강력하게	어느정도	어느정도	강력하게
전 국	14	36	25	24
British Columbia	10	27	26	38
Prairies	7	42	25	26
Ontario	22	43	22	13
Quebec	8	34	27	27
Atlantic	14	32	27	23

비고 : 합계 100%가 되지않는 것은 단수처리와 “모르겠다”는 응답을 제외했기 때문이다.

## 國際機構

### OECD諸國의 原子力發電 占有率 1990년에 피크

Brown Book이라고 흔히 불리는 OECD

원자력기관(NEA)의 1989년도판 “원자력에너지 자료”지에 따르면 1988년 OECD 제국에서의 총 발전량의 23.5%를 원자력이 차지했던 것으로 나타났다. 동지의 전망에 따르면 원자력 점유율은 1990년의 23.8%를 피크로 2000년까지 22.7%로 점차 낮아져 2005년에는 21.8%가 되는 것으로 되어있다. 1987년에는 22.7%였다.

이 NEA 자료에 의하면 24개 OECD 회원국 전체의 총 원자력발전량은 작년에 8.9% 증가한 14억3천만MWH(net)였다. 지금까지 OECD 회원국 중에서 최대의 원자력발전국이 돼있는 미국은 1988년에 5억2,700만MWH의 원자력발전량을 기록했고, 그 다음이 프랑스로 2억6,000만MWH였다. 그러나 미국에서는 원자력이 총발전량의 19.5%를 차지한데 비해 프랑스에서는 69.9%를 차지했다.

그의 각국의 작년도 원자력 점유율은 벨기에 66%, 스웨덴 47%, 스위스 37%, 핀란드 및 스페인 각 36%, 서독 34%, 일본 27%였다.

OECD 회원국 전체의 현재의 원자력발전플랜트 보유 기수는 320기로 총 시설용량은 247GW로 10기의 원자로가 추가되어 작년에 비해 4% 증가했다. 금년초에 50기의 원자로(총 53.4GW)가 건설중이었고, 4기(4.1GW)의 건설이 확정되었으며(일본), 17기(17.3GW)가 계획 단계에 있었다(주로 일본).

2000년을 목표로 계획되었던 OECD 회원국 전체의 원자력 계획용량은 다시 약간 줄어들었지만 1987년에 예상했던 300GW에서 1988년에 297.6GW로 줄어들었을 뿐이다.

이 Brown Book는 핵연료주기의 모든 과정에 관한 귀중한 자료를 담고 있는데(이 자료에 의하면 플랜트용량은 금세기 말까지 충분한 것으로 나타나 있다) 예를 들어 다음과 같은 내용이 있다. 즉, 이탈리아의 원자력용량은 금세기 말까지 제로상태에 머무를 것이지만 2005

년에 가서는 1.2GW가 될 것이다.

오늘날 일본은 MWH 절대치에서는 프랑스 다음으로 3위이지만 2000년 이후에는 프랑스를 따라잡고 2005년에는 4억MWH를 기록해 2위를 차지하게 될 것인데, 이 발전량은 미국의 5억 9,300만MWH에는 뒤지는 것이지만 프랑스의 3억8,400만MWH 보다는 앞서는 것이다.

## 國際會議

### 先進國 首腦 原電의 重要性을 強調

프랑스 파리에서 개최된 제15회 선진국수뇌회의(아르슈·서미트)는 「원자력발전이 온실효과를 제한하는데 중요한 역할을 한다」는 공동인식을 밝힌 경제선언을 채택하고 폐막되었다.

이 선언은 지구환경문제에 대해 「대기,湖水, 하천, 해양오염의 증대, 산성비, 위험물질 및 급속한 사막화와 삼림감소에 대해 중대한 우려」를 표명함과 함께 「지구생태계의 균형을 이해하고 보호하기 위한 단호한 행동이 긴급히 필요해진다」고 말하고, 「문제의 몇가지에 대해 불확실성이 남아 있다고 해서, 행동이 부당하게 지연되어서는 안된다」고 강조했다.

구체적으로는 「우리들은 모든 나라에 대해 지구규모에서 관측과 모니터를 강화하기 위해 힘을 합치도록 요구한다」고 하고, 「오염을 감소시키고 대체방안을 제공하기 위해 기술 및 기술 이전분야에서의 국제협력도 강화할 필요가 있다」고 지적했다.

특히, 온실효과문제에 대해서는 「기후변동을 초래할 우려가 있고, 환경을 위협하며, 궁극적으로는 경제도 위협하는 이산화탄소 및 기타 온실효과가스의 배출을 제한하기 위한 공통의 노력을 강력하게 지지한다」고 말하고, 「이 문제에

대해 정부간 노력에 의해 실시되고 있는 작업을 강력히 지지한다」고 하였다.

또, 구체적으로 「온실효과관측소의 세계적인 네트워크를 강화하여, 기후변동을 탐지하기 위한 지구규모의 기상학적 정보네트워크를 설치하려는 세계기상기구(IMO)의 이니셔티브를 지지한다」고 함과 아울러 「관계국제기관에 대해 모든 종류의 에너지 사용효율을 향상시켜, 관련된 방법 및 기술을 촉진시키기 위한 경제조치를 포함한 조치를 장려하도록 요청한다」고 하였다.

또 「우리는 원자력발전소에 대해 가장 높은 안전기준을 유지하는 것 및 발전소의 안전한 조업과 폐기물의 관리에 관한 국제협력을 강화하는데 언급하고 있으며, 원자력발전이 온실효과가스 배출을 제한하는데 중요한 역할을 한다」는 공통인식을 전면에 내세우고 있다.

## 대 만

### 台灣電力 Wang 會長 新內閣에 入閣

대만전력공사의 Wang Chou Ming 회장은 1년이 채 못되는 기간동안 회장직에 재직한 후 신임수상 Lee Huan 씨에 의해 새내각의 사무총장으로 발탁되었다. 이 자리에서 Wang 씨는 신임수상의 참모장 역할을 하게 될 것이다. 대만전력공사의 후임 회장은 아직 미정이다.

당년 68세의 Wang 씨는 대만전력공사 회장직을 맡기 전에 정부내의 경제 및 재정 관련 부서에서 중요한 직책을 맡고 있었는데 대만전력공사가 석탄구매와 연관된 스캔달로 국민들로부터 혹독하게 지탄받고 있었던 때에 회장직에 임명됐다. 그 당시는 또한 원자력발전계획에 대한 국민들의 신뢰도도 낮은 상태였다.

외부 관측통들은 Wang 회장이 이 회사의 내부 행정을 개선하는데 크게 공헌했다고 보고 있다. 그는 내각의 참모위치에서 정부에서 오랫동안 연기시켜온 원자력발전소 건설계획을 재개할 것인지 여부에 대한 결정을 내년에 내리게 될 때 영향력을 행사할 것으로 보인다.

## 노르웨이

### 노르웨이近海에서 蘇聯 原子力潛水艦 事故再發

노르웨이 당국자들은 최근 노르웨이 근해에서 일어난 소련 원자력잠수함 사고에서 방사능의 수출이 있었는지를 확인하려고 노력중이다. 6월 하순에 실시된 누출량 측정에서는 음성으로 나타났지만 노르웨이 당국자들은 소련측으로부터의 사고통고가 사고발생후 8시간이나 지체된데 대해 불안해 하고 있는 것이다. 이 사고는 노르웨이 해안에서 110Km 떨어진 해역에서 6월26일 자정이 조금 지나 발생했다.

소련은 이 사고로 아무런 방사능 누출도 일어나지 않았다고 밝혔으나 노르웨이 당국자들은 6월27일의 기자회견에서 그들이 사고해역의 물 샘플을 검사했으나 소련측의 주장을 별도로 확인할 수는 없었다고 말했다.

이번 사고는 최근 3개월간에 노르웨이 근해에서 일어난 소련 원자력잠수함의 두번째 사고다. 지난 4월7일에는 잠수함 1척이 쌍둥이 원자로중 1기가 폭발, 화염에 싸여 침몰했다. 4월의 사고때는 소련 당국자들이 사고의 자세한 내용을 즉시 알려 노르웨이측은 손상된 원자로로 인해 노르웨이 해역이 오염되지 않았을까 불안해했으나 이번 사고에서는 소련측이 제공한 정보가 훨씬 적었다고 오슬로의 정부관계자가 말했다.

이번 사고의 최초의 보고는 노르웨이의 초계기로 부터 온 것인데 이 비행기는 수면상에 떠오른 잠수함으로 부터 무엇인가 하얀 것이 떠오르고 있는 것을 포착했던 것이다. 항공사진에는 이 잠수함의 중간부분에서 짙은 하얀 연기나 수증기가 떠오르고 있는 것으로 나타나 있다.

소련 해군참모총장 Makarov 제독은 노르웨이 비행기가 6월26일 아침에 손상된 잠수함을 관찰하기 위해 접근해서 목격한 것은 연기이지 방사능을 띤 증기가 아니라고 말했다. 그는 소련 타스통신에게 이 연기가 잠수함에 탑재돼 있는 2대의 디젤엔진에서 나온 것이라고 밝히고 이 디젤엔진은 고장난 원자로를 정지시킨 후 시동되었다고 했다. 4월에 발생한 신형 Mike 급 잠수함에 탑재된 2기의 나트륨 냉각 원자로 사고와는 달리 이번의 선령이 20년된 Echo-2급 잠수함 사고에서는 원자로 화재는 일어나지 않았다.

타스통신은 이번 사고의 원인이 첫번째 냉각 회로의 기밀 패킹 1개의 파손이었다고 이 잠수함의 한 장교가 말한 것으로 전했다. 그러나 관측통들은 이 말이 1차냉각계통(오염돼 있는)을 의미하는 것인지 아니면 2차계통(주요 열흡수매체로 보통 오염으로 부터 격리돼 있다)을 의미하는 것인지 확실히 알수 없다고 했다.

소련 국방장관 Yasov 씨 말에 의하면 이 사고는 파열된 파이프에서 일어난 것으로 원자로용 기내에서 누설이 일어났지만 아무런 방사능 누출도 일어나지 않았다고 하였다.

한편 서방관계자들은 소련당국자들이 이번 사고를 설명하는 가운데 원자로가 파열돼 이 잠수함 가까이에서 항해중이던 2척의 소련 수송선을 불러 청수를 펌핑해 원자로를 냉각시켰다고 말한 점으로 미루어 보아 노심이 손상되고 방사능 누출이 일어났을 가능성이 있다고

했다.

사고발생 직후에 찍은 사진에 의하면 6월26일 아침 노르웨이 비행기에서 보았다는 방출물은 Marakov 소련해군참모총장이 주장하듯이 디젤엔진의 연기가 아니고 정말 방사능을 띤 증기였을지도 모른다고 노르웨이의 원자력검사국 관계자들은 말했다.

그들은 중대사고시에 방출되는 방사능의 양은 대체로 환경에 위협을 주는 것 같지는 않다고 말하고 그러나 사고직후 잠수함 위로 대피한 승무원들은 상당량의 선량에 피폭됐을지도 모른다고 했다. 소련 관계자들은 사고발생후 잠수함 내의 온도가 올라간 것은 사실이지만 승무원들이 선체위로 대피명령을 받은 것은 사고직후에 환기계통에 전기합선이 일어났기 때문이지 방사능의 위험성이나 노심의 과열 때문은 아니라고 했다.

한 서유럽 전문가는 파열된 증기관은 지난 Echo-2급 잠수함 사고에서도 문제가 되었었다고 말하고 「이 문제는 바다에서 원자로 운전원들에 의해서 보다는 잠수함이 항구에 정박중에 전문가들에 의해 쉽게 다루어질 수 있는 문제」라고 했다.

이번 사고가 나기 불과 몇일전에 소련 북해함대의 한 함장이 모스크바 노조 기관지 Smena 지를 통해 「우리 잠수함에 설치돼 있는 원자력 설비는 충분한 훈련을 받지 않았거나 전혀 훈련을 받지 않은 사람들에 의해 운전되고 있다」고 불평을 토로한 바 있다.

## 아르헨티나

### 新任大統領, CNEA에 積極支援 約束

신임 Menem 대통령은 7월10일 아르헨티나

원자력위원회(CNEA)에서 수백명의 열성적인 직원들을 앞에 두고 「세계는 원자력기술개발분야에서 아르헨티나를 높이 평가해야 한다」고 말하고 「어떠한 사람도 어떠한 것도 우리의 개발사업을 방해하지는 못할 것」이라고 했다.

취임 이틀후에 CNEA 본부를 초도순시한 Menem 대통령은 동위원회가 과거에 외국의 공급업자나 이들의 통제와는 관계없이 완전히 독립적으로 핵연료주기를 개발한데 대해 찬사를 아끼지 않았다. 그는 또 그의 정부가 CNEA를 지원할 것이라고 다짐하면서 원자력사업이 그의 「생산적인 개혁」의 일부가 될 것이라고 했다.

Menem 대통령은 현재 93%의 진척을 보이고 있는 Arroyito 중수공장을 가급적 빨리 완성시켜야 한다고 강조하고 국가의 경제사정은 심각하지만 금년말까지 이 공장을 완성시킬 수 있도록 자금을 배정할 것을 약속했다. 그는 또 자기가 미처 몰랐던 모종의 이해관계로 이 중수공장과 Atucha-2호기의 건설공사가 방해를 받았다고 했다. 「무엇을 하기 위한 결정을 내릴 때에는 이에 대한 지시는 확고한 신념을 가진 정부로부터 나올 것」이라고 그는 말하고 「원자력분야에서 필요한 결정사항들은 방해받지 않을 것」이라고 했다.

한편 이임하는 Ferreira 위원장은 후임자인 Mondino씨의 고문으로 남기로 했다.

## 파키스탄

### 파키스탄, CANDU 所有主團體 (COG)에 加入

파키스탄은 6월1일부로 CANDU소유주단체

(COG)의 회원자격을 얻어 Karachi원전(Kanupp)과 같은 중수로 운전에 관한 정보를 입수하기 시작했다고 파키스탄원자력위원회(PAEC)의 Kahn위원장이 밝혔다.

그는 Nathiagalli시에서 열린 「물리학과 오늘날의 이의 필요성」이라는 주제의 14차 하계 세미나에서 이와 같이 발표한 것이다. 이 세미나에는 미국과 캐나다를 포함해 많은 나라들의 과학자들이 참석했다.

Kahn위원장은 「1974년 인도의 핵폭발실험이 있는 후로 캐나다는 파키스탄과의 모든 협력관계를 단절했다」고 말하고 「만약 이러한 협력관계만 지속되고 있었다라고 지난 4월 Kanupp 원전에서 발생했던 35톤의 중수 누출사고는 피할 수 있었을 것」이라고 했다.

COG는 캐나다, 한국, 인도, 루마니아, 아르헨티나로 구성돼 있으며 이번에 파키스탄이 새로 가입하게 된 것이다.

벨기에의 Tractebel사의 Stubbe씨, 캐나다의 Carlton대학의 Rogers씨를 비롯해 많은 외국대표들은 그들의 발표를 통해 체르노빌 사고가 전세계의 관심사를 끝모로서 원자력발전소의 안전운전 기술 전수에 가장 이상적인 여건을 마련했다고 말했다. 캐나다 원자력관리위원회의 원자력안전성 자문위원회의 일원이기도 한 Rogers 씨는 「COG에 가입함으로써 파키스탄은 캐나다에서 공급한 원자로에 대한 예비부품을 공급받을 수 있게 되었다」고 말했다. 그는 그 자신이 1960년대 후반 Kanupp원전 설계 당시 기술사양작성반의 일원이기도 했다고 말하면서 귀국 길에 이 발전소를 방문할 생각이라고 했다.

PAEC의 발표에 의하면 파키스탄은 운전안전성을 향상시키기 위해 다른 회원국들과 안전성에 관한 자료를 교환할 수 있도록 세계원자력사업자협회(WANO)에도 이미 가입했다.