

세계의 원자력

美 國

發電原價와 利用率

1987년에 미국에서 가장 낮은 원자력발전 원가를 기록한 플랜트는 최근 NRC의 「문제의 플랜트」리스트에 새로 추가된 Niagara Mohawk Power사의 Nine Mile Point I 플랜트였다.

1986년에 이용률이 27% 급상승한 이 640MW BWR 플랜트는 1987년에 9.08mills/MWH의 발전원가를 기록했으며, 1985년에서 1987년까지 3년 평균 10.6mills/MWH로서 최저 발전원가를 달성했다. 1986년에 가장 효율이 높았던 BWR로 발전원가에서 10위를 차지했던 이 플랜트는 현재 운휴중으로 NRC 허가 없이는 재시동할 수 없게 되어있다. NRC 관계자들은 이 플랜트의 재시동을 금지시키는 이유로 경영층의 관리부족과 문제점을 분석, 교정하는데 있어서의 무능력을 들었다.

전체적인 미국 전력회사의 원자력플랜트 운영비는 1986년 보다 1987년 18% 이상 증가했으며, 신규 발전소의 경우는 이 수치의 절반 가량 증가한 것으로 연방에너지규제위원회(FERC)와 DOE에 제출된 전력회사들의 재정보고서에 나타나있다. 1986년에서 1987년 사이의 전체적인 플랜트 운영비 증가와 신규 발전소의 운영비 증가는 1985년~1986년 사이의 증가와 거의 같았다.

그러나 가동하지 않은 플랜트를 제외하면 미국 플랜트의 mills/MWH 발전원가는 1986년에 전년도 보다 9.3% 증가한데 비해 1987년에는 전년도 보다 3.2% 증가했을 뿐이다. 이 3년 동안에 전체 미국 발전로의 mills/MWH는 22.24에서 연도별로 각각 24.36과 25.15로 증가했다.

비용지출이 증가한다고 해서 평균이용률이 높아지지 않는다는 것을 FERC자료에서 알 수 있었다. 미국 전체 유니트의 평균이용률은 1985년에 62.7%, 1986년에 60.65%, 1987년에 61.34%였다.

宇宙計劃에 高速增殖試驗爐 (FFTF) 利用

플루토늄-238의 생산을 위해 DOE는 기존의 고속증식시험로(FFTF)를 사용하게 될 것이라고 7월말 DOE의 한 고위관리가 밝혔다. Pu-238은 극비의 우주계획에서 사용될 RI 熱發電機(RTG)의 熱源으로 사용될 것이며 이 발전기는 Hanford핵단지내의 폐기된 연료가공설비를 이용해 제작될 것이다.

DOE의 이러한 결정은 집중공격을 받고 있는 미국의 증식로계획의 장애문제와는 관계없이 FFTF의 장기계획을 보장하는 것이다. 연간 1억3천만불의 운영비가 소요될 것으로 예상되는 이 프로젝트는 핵무기급 Pu-239 생산로인 N-원자로의 폐쇄로 어려움을 겪어왔던 원싱턴주 릿치랜드 지역사회의 경제사정을 완화해줄 것으로 기대된다.

신중한 검토끝에 FFTF와 이에 인접해 있는 연료/재료검사시설(FMEF)은 RI 발전설비 생산을 위한 이상적인 단지를 형성하는 것으로 결론지었다고 DOE의 Salgado 차관은 밝혔다. 이 프로젝트를 위한 250만불의 예산은 이미 의회승인이 나있으며 아직 집행되지 않은 예산중에서 590만불을 FMEF 개보수에 배정할 것이라고 Salgado 차관은 말했다.

현재 넵투늄-237 타겟트 붕을 사용해 Savannah River 플랜트(SRP)에서 연간 약 50Kg의 Pu-238이 생산되고 있다. RTG는 오하이오주 Miamisburg 근처의 Mound공장에서 제작될 것이며 국방성과 NASA당국은 이 RTG를 각종 군용 및 민간용 우주계획에 사용할 계획이므로 지금 생산되고 있는 것 보다 더 많은 양의 Pu-238이 필요하게 될 것이다.

FMEF는 연료가공을 위해 1985년에 완성된 것으로 완성후 곧 폐쇄되었는데 그 이유는 이 시설중의 2기의 액체금속원자로 시험로(Argonne 국립연구소에 있는 FFTF와 증식실험로 EBR-2호로)를 동연구소에서 제조되는 새로운 금속 연료의 생산로로 전환하기로 결정했기 때문이다.

그러나 DOE의 이러한 결정은 FFTF에서의 금속연료시험에는 별 영향을 주지 않을 것이다.

核武器生産爐로 HWR, HTGR을 選定

DOE는 8월 3일 2기의 핵무기생산로를 신규 건설하기로 결정했다고 발표했다. 하나는 사우드·캐롤라이나주 Savannah River 플랜트(SRP)에 건설되는 중수로(HWR)이고, 또 하나는 아이다호 국립엔지니어링연구소(INEL)에 건설되는 고온가스냉각로(HTGR)이다. 이 2기의 신규생산로(NPR)의 최종원가는 개발비, 안전성 분석, 환경영향 검토 및 연료비 등의 비용을 포함해 60억불에 이를 것으로 추정되고 있다.

DOE의 이번 결정으로 HTGR을 단독입찰한 General Atomics사에 계약이 돌아가게 되었다. 이 회사는 파트너로 NSSS에 CE사, 플랜트 A/E에 Stone & Webster사, 연료 및 타겟트 시설 A/E에 Burns & Roe사를 각각 선정했다. HWR은 Ebasco Services사와 WH사가 경합을 벌이고 있다.

연방예산국은 2기의 원자로 건설비용을 중점적으로 검토했으며 DOE의 관계자들은 SRP플랜트로 이미 익숙해진 HWR 노형을 선호하여 HTGR을 받아들여기를 꺼려했었다고 소식통들은 전했다. 기존의 핵무기생산로 3기는 모두 HWR로 SRP에 있으며 타겟트 및 연료시설을 갖추고 있으나 3기 모두 안전문제로 운전상의 제약을 받고 있으므로 신규의 원자로에서는 이 문제를 해결하지 않으면 안된다. 안전문제가 HWR 원가의 불확실한 요소가 되어있으며 아직 실증되지 않은 트리튬 타겟트 기술 또한 HTGR 원가의 불확실한 요소로 남아있다.

DOE의 HWR 선택에 큰 영향을 미친 McClure 상원의원은 기자회견에서 「핵무기 생산을 한가지 원자로형태에만 의존한다는 것은 기술 및 국가안보상에 많은 문제를 일으킬 위험성이 있다. DOE는 내가 생각하고 있는 것과 같이 두가지 방법을 선택함으로써 국가안보상 현명한 선택을 했다고 본다」고 했다.

새우로 인한 取水障害로 出力減發

지난 7월 15일 Brunswick-2호기의 복수기 냉각수 취수구 스크린이 새우로 막히는 바람에 이틀동안 출력을 내려야 하는 사태가 발생했다.

Brunswick의 두 유닛의 취수 펌프들은 충분한 물이 스크린을 통과하지 못해 트립되었는데 점검결과 취수구 스크린이 새우들로 막혀있는 것이 발견되었다. 발이 굵은 스크린을 사용하고 있는 다른 취수구에서는 새우로 막히는 현상이 일어나지 않았다.

발이 짧은 스크린을 사용하고 있는 단하나의 취수펌프만을 돌릴 수 있었으므로 Brunswick-2호기는 출력을 40%로 내려야만 했다. 모두 4개의 가는 발의 스크린은 짧은 것으로 대처되어 전출력으로 회복시켰다.

이 플랜트가 소유회사인 CP & L사는 환경청에 대해 가는 발의 스크린을 사용하도록 하는 규제조건을 완화해주도록 요청했다. 취수구에 가는 발의 스크린을 사용하면 河口棲息性 생물에 대한 피해를 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다. 「전에 해파리 때문에 곤란을 당했지만 이런 정도는 아니었다」고 이 플랜트의 발전부장은 말했다. 이 플랜트는 대서양으로 유입되는 Cape Fear강의 하구로 부터 길이 2마일의 수로를 통해 취수하고 있다.

溫室效果를 고려한 에너지政策을 指摘

50년만이라는 큰 가뭄이 미국을 뒤덮은지 4개월째에 들어서고 있으며 일부 과학자들 사이에는 「온실효과」의 영향이 아닌가 하는 지적도 나왔는데 UN환경계획(UNEP)과 세계기상기구(WMO)에 의해 작성된 보고서와 美전력연구소(EPRI)가 발행하고 있는 「EPRI저널」은 온실효과에 큰 영향을 준다고 생각되고 있는 화석연료의 연소를 억제하기 위해 에너지 소비효율의 향상과 원자력발전, 태양에너지, 천연가스 등 대체에너지로의 전환 등 장래의 에너지 정책을 재검토할 필요가 있다고 말하고 있다.

1850년대의 기록 이래 금년에는 세계적으로도 기록적인 더위였다. 기상학자로 유명한 미항공우주국(NASA) 우주조사연구소의 J·한센 박사는 6월말 상원위원회에서 지구의 溫暖化는 온실효과에 의해 야기된다는 증언을 했다.

온실효과는 대기중의 이산화탄소 등이 지표에서 우주로의 적외방사를 흡수해 버려 밖으로 나오지 않도록 하는 것을 말한다. 可視光은 통

과시키지만 열은 나오지 않는다는 점에서 온실과 같은 작용을 하므로 이런 이름이 붙여졌다.

UNEP와 WMO의 보고서에서는 기본적으로 다른 확증은 얻을 수 없었지만, 보다 적극적인 검토와 시급한 대책이 필요하다고 지적했다.

또 에너지 소비효율의 향상이 이산화탄소 방출의 저감으로 연결된다고 지적함과 동시에 화석연료에서 원자력과 태양 등 대체에너지로의 전환이 있을 수 있다고 하였다.

한편, 「EPRI저널」도 6월호의 특집에서 화석연료의 연소는 모든 온실가스 방출의 절반 이상에 관계되고 있기 때문에 기후변화의 속도는 장래의 에너지정책에 크게 좌우된다고 생각할 수 있다고 지적했다.

또 환경보호론자로 유명한 T·워스 미상원의원이 온실효과문제에 대해 상원의 청문회에서 최근에 말한 코멘트를 소개했다. 동 의원은 원자력의 추진자로는 볼 수 없지만, 청문회에서 「미국에는 원자력에 관계된 것은 무엇이든 격리시키고 싶다는 사람들이 있어서 일종의 원자력의 “홍역”이 존재하고 있지만, 만약 우리들이 이 면에서 어려운 상황에 빠지면 석탄에 대한 의존을 감소시키고 원자력에 대한 의존을 증가시켜야 한다」고 발언했다.

同誌는 또 온실효과의 문제는 미국 한나라만이 아니라 세계적으로 검토해야 된다고 지적했다. 그리고 미국환경보호청(EPA)은 금년말 기후에 관련된 정책에 대한 조사를 종료할 것으로 보인다.

原子力發電量 增加

금년 1월부터 5월까지 5個月間 美國의 原子力發電量은 작년 同期間 보다 15% 增加한 2,110억KWH로서 美國全體發電量의 거의 19%를 차지함으로써 높은 占有率을 보였다. 미국 에너지계발협의회(USCEA)가 발표하였다.

USCEA는 이와 같은 기록이 달성된 것은 新

規 原子力發電所가 系統에 추가되었고, 또한 發電所의 性能이 改善되었기 때문이라고 분석하였다. 4월까지 美國 原子力發電所 전체의 利用率은 66%로 향상되어 前年보다 4%가 상승되었다. 한편 6月 마지막 주까지 美國의 總發電量도 1987年의 同期間과 비교할 때 4.3% 증가하였다고 USCEA 報告書는 지적하였다.

이 報告書는 New England와 대서양연안 중부지역의 전력부족현상과 관련하여 1988年은 美國이 더이상 풍부한 전력을 향유할 수 없다는 사실에 직면하게 되는 해로서 신규 발전소의 건설에 착수할 시기라고 하였다.

1988年 상반기에는 South Texas Project 1과 Braidwood 2 등 2基가 全出力許可를 받았으며, Fermi 2, Palo Verde 3, Nine Mile Point 2 등 3基가 상업운전에 들어가 美國은 109基의 原電(상업운전 105基)을 보유하게 되었다.

또한 이 報告書는 議會가 原子力에너지의 지속적인 長期役割을 인식하고, 原子力發電所 發注에 관심을 기울여야 한다고 덧붙였다.

電力需要 最高記錄

美國의 電力需要는 6月 25日 주말에 61,424GWH에 도달해 최고기록을 수립하였는데, 이 數值는 1987年8月8日 주말에 달성된 그전 최고기록을 1.2% 상회하는 기록이었다.

Edison電力研究所는 이와 같은 電力需要의 증가는 經濟成長과 더불어 예년에 비해 일찍 찾아온 여름의 무더위로 美國 여러지역에서 100°F를 넘는 熱波의 영향이라고 分析하였다.

電力會社間 O & M 共同運營方案 摸索

WH사와 일부 단일 원자력발전소 보유 전력회사들은 플랜트의 운전보수비(O & M)절감을 위해 공동대처방안을 협의중이다. 이러한

방안으로는 플랜트정지보수계획상의 협조, 전력구매계약의 체결, 물량에 의한 경제성을 살리기 위한 인력, 장비 및 부품의 공동이용등이 있다.

「몇개 플랜트를 한 묶음으로 해서 O & M를 실시하여 공통자원을 최대로 활용하는 방안을 협의중」이라고 WH사의 Slember부사장은 말하고 「특히 O & M을 공동운영하자는 생각은 단일 발전소 소유 전력회사들로 부터 일어나고 있다」고 했다.

Slember씨는 이 상담에 참여하고 있는 회사명을 밝히기를 거부하고 다만 이 그룹에는 WH형과 그의 다른 형식의 플랜트도 포함되며 PWR에 한하는 것은 아니라고 했다. BWR의 경우에도 WH사는 Asea Brown Boveri사와의 합작회사인 Innovative Technologies 사를 통해 서비스를 제공할 것이라고 했다. 지금의 상담은 예비적인 것으로 어떠한 협약이 이루어질 가능성을 예측하기에는 아직 이르나 6개월 이내에 어떠한 합의가 이루어지지 않으면 이 구상은 무산되어 결실을 맺지 못 할것이라고 Slember씨는 말했다.

산업계소식통들은 이러한 상담에 참여하고 있는 전력회사들은 중서부지방의 단일 발전소 운영회사들이라고 했다. 작년에 Bechtel Eastern Power사는 플랜트 관리와 지원업무의 통합운영을 통해 O & M 비용을 절감하기 위한 지역적인 운영회사를 설립하기 위해 3개사(Clinton의 Illinois Power사, Arnold플랜트의 Iowa Electric Light & Power사, Fermi-2플랜트의 Detroit Edison사)와 상담을 벌였었으나 합작회사는 성립되지 않았다.

Slember씨는 현재 진행중인 상담은 가능성이 있는 것이라고 했다. 「이 상담에는 기술, 부품 등 자원의 공동관리가 포함되며 3~4개사가 플랜트 정지시 이에 공동대처할 수 있고 전력구매계약도 일괄처리할 수 있을 것」이라고 그는 말했다.

Bechtel사의 Laspa부사장은 작년에 아무런 합의에 도달하지는 못 했으나 자사는 이에 대해 계속 관심을 둘 것이며 전력회사, 제작회사, 서비스업체들은 단일 발전소 전력회사들의 서비스 종합관리방법을 계속 모색할 것이라고 했다. 「우리 회사가 참여하든 안하든 이와 같은 노력은 계속될 것으로 보며 우리 회사도 이를 매우 실현성있는 안으로 보아 계속 검토해 나갈 것」이라고 그는 말했다.

美國발전소 스크램發生率 (1988年 上半期)

TVA의 Sequoyah-2 발전소는 1988년 상반기 기준 전미 원자력 발전소중에서 가장 높은 스크램발생율을 기록했으며 7개 발전소는 이 기간중 한번의 스크램도 없이 운전되었다.

Sequoyah-2 발전소는 지난 6월 계통에 재병입할 때 3주동안 5번이나 스크램됐으며 1월1일부터 6월30일까지의 임계시간 785시간동안 7번의 스크램을 기록했다. 이것은 임계운전 1,000시간당 평균 8.92번의 스크램에 해당한다.

Perry-1과 Catawba-2 발전소도 이 기간중에 7번 스크램되었지만 실제 임계시간이 더 많았기 때문에 평균 스크램회수는 Sequoyah 발전소보다 훨씬 적었다. 1988년1월1일부터 6월30일 사이에 가장 높은 스크램발생율을 기록한 발전소들은 다음과 같다.

발전소	스크램발생율 (스크램회수 / 1,000임계시간)	임계시간
Sequoyah-2	8.92	785
Nine Mile point-2	3.79	1583
Catawba-2	3.11	2252
Hatch-2	2.40	2087
Perry	2.29	3056
Fermi-2	1.92	2078
Haddam Neck	1.70	1760
Brunswick-2	1.42	1411
Callaway	1.26	3960
Palo Verde-1	1.16	2579

英國

CEGB, 다음 PWR型으로 佛의 N4를 注目

英國은 성공적으로 복제할 수 있는 原子爐를 찾기 위한 노력을 포기하지 않고 있다. 英國 中央電力廳(CEGB)은 Sizewell B 設計를 기본으로 하는 약 5기의 영국 PWR에 후속될 설계를 모색하고 있는데, 이 새로운 설계의 發電所는 Sizewell B 시리즈가 거의 완료되는 1990년대 말에 건설이 시작될 것으로 전망되고 있다.

Sizewell B에 대한 경제성은 1980년대 중반에 있는 청문회의 분석에서 國産石炭과 충분히 경쟁할 수 있다고 판명되었다. 그러나 영국의 民間電力供給業界는 國産燃料의 거의 절반 가격인 수입석탄이나 풍부하게 공급되는 天然가스를 선택할 것으로 생각된다.

CEGB는 이러한 燃料과 경쟁하기 위해서 改良型 PWR發電所의 設計에 있어서 세가지의 중요한 변경을 도입하고자 하는데, 이 변경사항들은 현재 프랑스 Chooz에 건설중인 프랑스 N4設計와 밀접한 관계가 있으며 CEGB와 프랑스電力公社(EdF) 間에는 이미 영국으로 N4기술 전수 가능성에 대한 예비협상을 갖었다.

첫번째 설계변경은 Sizewell B설계의 2대의 660MW급 발전기를 1대의 터보발전기로 대체함으로써 資本費를 감소시키는 것이다.

두번째는 資本費와 運營費를 절약하기 위해 同一한 PWR을 2기씩 건설하는 것이다. 프랑스는 이미 이에 따른 경제적 이득을 실증하고 있다.

세번째는 실질적으로 同一한 설계의 原子爐에 더 긴 核燃料要素를 사용함으로써 20%의 出力增加(1,175MW 대신 1,400MW)를 가져올 수 있다.