

環境保存을 위한 原電의 役割 重要

— 우수한 運轉實績으로 安全性 立證이 관건 —

“本稿는 지난 11月 26日부터 30日까지 美國 샌프란시스코 힐튼호텔에서 開催된 美國原子力學會(ANS) 冬季大會의 本會議에서 초청연사들이 特別講演한 內容을 韓國原子力學會 會長인 李昌健박사가 要約 整理한 것이다.”

George Maneatis <美國 PG & E社 社長> 講演要旨

이미 보도된 바와 같이 한달전 발생한 震度 7.1의 지진으로 Bay Bridge의 붕괴는 말할 것도 없고 수많은 송배전 선로와 가스 공급관이 피해를 입어 이 지역주민들이 상당한 고초를 겪었다. 그러나 그간 Bay Bridge도 완전복구되어 이제는 정상을 되찾았고, 지진발생이후 서비스를 못받던 140만의 전기수용가는 48시간 이내에, 그리고 15만명의 가스수용가는 한달내에 정상 서비스를 받게 되었다. 특히 Marina 지역에서는 1,400家口가 가스공급을 못하고 있다가 10mile에 이르는 가스공급관의 재부설공사 완료로 정상상태를 되찾게 되었다. 이런 긴급 복구작업에 종사하느라 우리 회사 직원들은 매일 3교대로 철야작업과 돌관작업을 강행했다.

특기할 사항은 그 격심한 지진발생기간중 Diablo Canyon 원자력발전소가 정상적으로 가동되었다는 사실이다. Diablo Canyon 제2호기는

100% 出力으로 전력을 공급해 주어 비상사태 극복에 크게 기여해 주었으나, 제1호기는 지진 발생 바로 11日전 핵연료의 재장전과 정기점검을 위해 가동중단상태에 들어가 있었기 때문에 도움을 주지 못했다. 우리가 이번의 비상사태를 겪은 후에 얻은 교훈은 위급한 사태가 발생하였을 때는 발전시설의 적정용량 확보 여하 보다는 오히려 발전계통의 多樣化와 彈力的 운영이 더욱 중요하다는 점이다.

Diablo Canyon 爐는 그 어려운 기간중에도 아주 안전하고 信賴性있게 운전됨으로써 비상사태 극복에 결정적 역할을 담당하여 주었다는 사실은 바로 그것이 얼마나 올바르게 여유있게 설계되고, 건설되고, 운전되었음을 事實的으로 立證한 것이라고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 우리 原子力界는 이번 사태를 통하여 우리의 비상사태 對應계획 또한 그 얼마나 잘 짜여져 있고, 연습을 통해 준비되었으며, 그리고 이에 참가한 기술人力이 얼마나 잘 운전되고 동원능력이 탁월한가를 誇示 하였다.

비상사태 극복이 성공하려면 평상시에 연습도 철저히 하여야 함은 물론 횡적 및 종적 협력도 대단히 중요함을 실감하였다. 우리는 평소 진도 7.5의 지진이 발생하여 Bay Bridge가 붕괴되고, 1,000명이 죽고, 비상지휘본부는 Diesel Generator의 도움을 받게 된다는 비상사태를 가정하여 훈련을 쌓아 왔다. 그 덕택으로 예상하였던 Scenario대로 어려운 일을 무난하게 수습하였기 때문에 큰 혼란은 없었다.

이번에 해군에서는 증기발전기를 공급하여 주었고, 공군은 도로가 끊긴 奧地에 circuit breaker를 운반해 줌으로써 아주 훌륭한 軍民 협조체제를 보여 주었다.

가장 중요한 일은 비상사태시 혼란을 피해야 한다는 점이다. 이를 위하여는 누가, 언제, 무엇을, 어떻게 할 것인가에 대한 확실한 대비책을 각자 강구하고 있어야 한다. 그리고 국민대중의 신임을 얻는 유일한 방법은 원자력발전소가 안전하다고 말로 광고만 할 것이 아니라, 훌륭한 운전실적을 올려 그런 확실한 물적증거를 가지고 행동으로 설득해야 한다는 점이다. 이렇게 하는 것만이 우리가 지나치게 依存하고 있는 化石연료발전방식에서 탈피하고, 해외로 부터의 유류도입을 줄여 무역적자를 개선하고, 나아가 지구환경을 保存하는 확실한 捷徑이라 믿는다.

Bertram Wolfe〈ANS 冬季大會 大會長〉講演要旨

전력계통에서는 17%의 발전설비 예비율확보가 적정선이다. 다행히 우리는 지난날 이보다 2배의 예비율을 보유하고 있어서 그간 1억KW의 原子力과 2천만 KW의 火力 건설이 취소되었어도 견딜 수 있었으나, 이제부터는 사정이 완전히 다르다. 특히, 지난 1988년 여름 미국의 東北지방에서는 벌써 brown-out(지역적 제한송전 내지는 電壓降下나 주파수미달)를 경험했



다.

1980년대에는 원자력, 석탄, 석유, 가스, 심지어는 地熱발전, 그 어느 것이건 무턱대고 반대할 수 있었으나, 1990년에는 그중 어느 하나 또는 둘을 확실히 선택해야 할 기로에 놓이게 될 운명이다. 앞으로 50년안에 에너지수요 증가가 2배 늘어날 전망이지만, 이에 대한 공급 가능성 여부는 불투명한 상태다.

지금까지 미국에서는 反核分子가 유능한 변호사와 결탁하기만 하면 원자력발전소 건설을 무한정 연기시킬 수 있었다. 그래서 여기서는 原電 건설이 10~15년 걸리는 것이 보통인데, 그런 일이 불가능한 유럽이나 日本에서는 건설기간이 4~6년이면 된다.

우리나라에서 원자력 건설을 방해하는 무책임한 자들은 전력기금을 초래케 하고, 수요가들에게 出血的인 전력요금을 지불토록 강요하도록 만들고, 나아가 酸性비와 온실효과를 초래케 할 터인데도 이에 대해선 전혀 책임질 사람들이 아니다.

Robert Ginn〈美國에너지啓發協議會 (USCEA)〉講演要旨

기술자들은 先天的으로 大衆指向的이 못되고 오로지 자기에게 주어진 과제와 목표달성에 골몰하는 성향이 짙다. 그러나 이제부터는 기회 있을 때마다 우리 의견을 모든 방법을 동원하여 발표할 필요가 있다. 그것이 입이건 붓이건 의사전달을 자주해야 한다.

또 한가지는 一括認許可制度(one-stop approval process)의 확립이다. 일단 인가가 난 것은 다시 뜯어 고치는 일이 일어나지 않게 함으로써 인허가 때문에 무한정 시간을 끄는 일이 없도록 해야 한다는 점이다.

그리고 정부는 原子力規制委員會를 單一행정체통으로 체제개편을 해야 한다.

또한 방사성폐기물관리에 대한 구체적이고 가시적인 해결방안 수립을 위한 조치를 취해야 한다.

Peter Domenici〈美國·上院議員〉 講演要旨

원자력발전은 지구의 환경保全을 위해 필수불가결한 수단이다. 미국이 지금까지처럼 계속해서 수입석유에 의존하게 되면 결국 파멸에 직면케 될 것이다.

人口는 계속 늘어나고 1인당 소비는 눈부시게 증가하고 있다. 원래 人間은 항시 보다 나은 생활을 갈구하는 속성을 지니고 있기 때문에 에너지를 포함한 모든 것의 수요 증가는 필연적이고 필수적이다.

나는 7명의 아이 아버지다. 나의 애중의 하나는 현재 여기의 Standford대학에서 법률공부를 하고 있어서 그 애 때문에 검사검사 여기에 왔는데, 그 애의 말에 의하면 작년도 미국대학의 법률학과 졸업반 학생수가 34만명에 이르는 데 반해, 미국내 화학자중의 9만명은 외국인이라는 것이다. 이래 가지고 미국이 어떻게 지탱할 수 있을지 심히 걱정스럽다.

우리의 지상과제는 민주주의의 정착과 지속적인 경제발전이다. 그런데 경제발전 없는 민주주의 실현은 생각할 수 없으며, 경제발전은 곧 소비 증가를 뜻하는 것이다. 따라서 우리가 이 체제속에서 사는 한 극단적인 에너지사용 감축은 있을 수 없는 일이다. 미국 같은 선진공



업국에서의 에너지사용 효율향상은 대단히 바람직스러운 일이나, 우리가 절약하는 만큼 제3세계에서의 에너지 증가가 예상되기 때문에 지구 전체로 보면 결국 총량적인 에너지소비 증가는 불가피한 일이다.

우리는 외국으로 부터의 原油도입을 줄이고 대신 국산 化石연료 생산을 증가해야 한다. 동시에 非化石연료 이용도 과감히 모색할 필요가 있다. 이것은 국가의 安保문제와 직결되는 문제다. 우리는 연 3~3.5%의 증가를 달성해야 한다.

나는 그렇게 나이들지는 않았는데, 내가 태어났을 때의 세계 人口數는 20억이었으나, 지금을 벌써 50억을 넘어섰고, 곧 100억에 육박하게 될 것이다. 우리 世代가 우리 아버지때보다 더 잘 살고 있는 것 처럼 우리 아들, 손자들도 자기네 아버지 보다 잘 살아야 할 것인데 그러려면 지속적인 번영이 구가되어야 한다.



제2차 세계대전 이후 우리가 만들어낸 檢證印章(Hallmark)은 민주주의라는 상표다. 우리는 이것이 不渡가 나지 않도록 하기 위해 민주주의의 발전과 정착에 최선을 다해야 하며, 특히 빵없는 민주주의 실현이란 공염불(空念佛)에 지나지 않는다는 사실을 명심해야 한다. 빵없이 민주주의를 실현시키기로 기도하면 결국 혁명으로 가게 되고, 독재의 등장을 재촉하게 된다. 그 역전현상이 요새 동구권에서 일어나고 있다. 우리는 자유속에서 변영의 기회를 불러들이기 위해 지혜로운 정책개발에 총력을 기울여야 한다.

미국은 전세계의 탄산가스의 25%를 방출하고 있고, 반면 전세계 원자력발전량의 20%를 담당하고 있다. 이 20%는 化石연료의 연소 절약에 크게 기여하여 온실효과를 줄이는데 결정적 구실을 하고 있는 것이다. 에너지 소비량을 줄이게 되면 어떠한 나라도 안정을 기하지

못하게 될 것이므로 그런 下向조정 정책을 채택하는 국가는 나타나지 않을 것이라고 보아도 무방하다. 따라서 人口가 계속 증가일로에 있는 세계는 모든 물자와 에너지의 수급과 공급이 깨어지게 되는 날 파탄에 직면케 될 것이다. 기술 및 공업선진국들은 개발도상국들에게 에너지개발기술을 전수해 주어야 한다.

미국은 輕水爐의 표준설계와 fail-safe개념 도입 및 一括인허가절차 도입을 채택해야 한다. 우리나라는 현재 연간 5억\$의 연구개발비를 핵융합개발분야에 투입하고 있다. 그간 징수한 40억\$의 방사성폐기물기금의 효율적인 사용도 중요한 일 중의 하나이다. Bush行政府는 에너지 정책을 炭化水素(Hydro-Carbon)에의 의존 증가 一色으로는 나갈 수 없다. 美國原子力界는 현재 파운드당 9~9.5\$인 국산 우라늄을 될수록 많이 써야 할 것이다.

William H.Young〈美國에너지省(USDOE) 原子力擔當次官〉講演要旨

15년전 미국에서는 全 에너지中 전기 占有率이 20%였었는데, 지금은 36%를 占하게 되었고, 앞으로도 계속 늘어날 전망이다. 일부 지역에서는 이미 電力부족상태에 있다.

이대로 가면 2000년도 까지 1억2,500만KW의 발전설비를 추가로 공급해야 하므로 原子力産業의 부활과 그 역할은 가일층 중요시되고 있다. 앞으로 원자로의 안전성 확보에 더욱 注力해야 하며, 이를 뒷받침할 선진노형설계(advanced reactor design)에 힘써야 할 것이다.

Chernobyl사고 이래로 원자력계의 국제협력은 활발해졌으며, 그 구체적인 結實이 WANO 창설이다. 미국은 국제원자력계와 안전성 提高, 훈련 강화, 정보교환, 공동연구 등 넓은 분야에 걸쳐 협력하고 있으며, 미국 INPO는 소련과 원자로의 operational safety 증진을 위해 기술지원을

아끼지 않고 있다.

미국은 化石연료에의 의존도를 대폭 줄여야 하며, 아울러 원자력계는 국민으로 부터의 신망을 되찾는데 최선을 다해야 하는데, 그 방법은 잘못했을 때 발뺌할 생각 말고 과감히 책임을 떠맡고, 이에 앞서 훌륭한 무사고 운전기록을 수립하는데 전력을 다하는 일이다. 그리고 방사성폐기물관리방안도 하루속히 강구해야 한다.

국민의 신뢰도가 단시일안에는 회복되진 않았으나, 그러나 아직까지는 좋은 방향으로 나가고 있다는 긍정적인 면이 있어서 다행으로 생각한다.

또 한가지 에너지省이 力點을 두어야 할 과제는 Shoreham과 Seabrook 原電이 재가동할 수 있도록 최선을 다하는 일이다. 그렇게 비싸고 훌륭한 발전시설이 있는데 그것을 마다하고 化石연료발전소를 세운다면 그야말로 무분별(no sense)한 일이 될 것이다.

이런 제반 모든 일을 해결하는 근본적인 방안은 原子力規制委員會를 개편하는 일이고, 그래야만 앞으로의 일이 수월해 진다. 즉, 일단 허가 받은 설비는 그 이상 중단됨이 없이 건설되고 운전되는 제도적 장치가 마련되어야 하는 것이다. 이를 위해 현재 추진중인 “더욱 안전한 선진형 경수로”(Safer Advanced LWR)中 50만KW 급은 1991년도에 인가받을 예정이고, 1995년도에는 60만KW급의 passive type LWR가 인가받게 될 것이다.

1990년대에는 열병합을 목적으로한 passive safety 개념의 고온가스냉각로(HTR)의 개념설계도 완성되며, 天然우라늄을 연료로 하는 액체 금속원자로의 개념설계도 끝날 것이다.

군사시설에서 배출된 것일지라도 방사성폐기물은 공개적으로 그 처리처분문제를 토의하겠 다. 1989년 9월에 선정된 제1호 폐기물저장고(repository)는 2025년까지의 운영계획을 갖고 있다. 우라늄 농축법을 개정하여 보다 경쟁력이

있고 수지타산이 맞는 농축방법이 상용화되도록 할 계획이다. 이렇게 되면 레이저농축법, Avlis法이 빛을 보게 될 것이다. 이를 위해 현재 법안이 국회에 계류중이다. 국내 우라늄광업계는 현재 열병을 앓고 있다. 그러므로 가능한 건강회복조치를 취하여 국산 우라늄을 가급적 많이 쓰도록 유도해야 한다.

원자력발전을 활성화하는 지름길은 뛰어난 운전실적을 만들어 내고, 운전보수비를 낮추고, 작업자에의 방사선피폭을 줄임으로써 저절로 原子力發注가 생겨나도록 하는 방법 뿐이다.

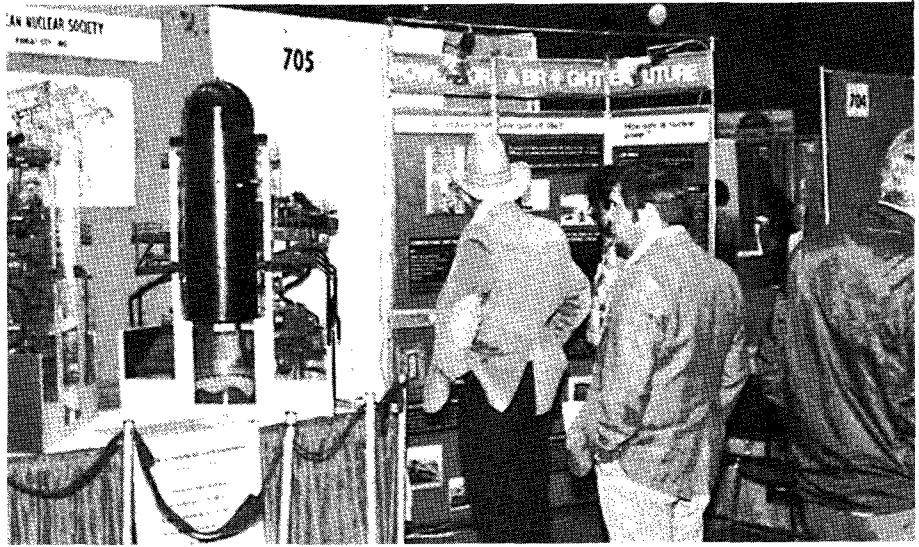
앞으로 1억2,500만KW를 금세기안에 건설하려면 지역주민에게 원자력홍보를 잘 하고, 표준화설계개념을 도입하고, 一括인허가방식을 채택하고, 부지확보를 사전에 마련하는 일 등 先行條件들이 많다. 한편 원전의 수명연장기술도 개발해야 한다.

Kenneth Carr〈美國原子力規制委員會(USNRC)委員長〉講演要旨

현재 미국 원자력산업계는 건강하지 않다. 그런데 원자력계 스스로가 건강회복책을 적극적으로 쓰지 않는 한 원자력산업은 죽게 될 것이다. 아무도 외부에서 도와주러 올 사람이 없다.

그간 원자력계는 안전성 제고와 운전실적 향상을 위해 합심협력한 결과 상당한 개선을 이룩하여 이제는 원자력계가 올바른 방향으로 나아가 있음을 인지되기에 이르렀다. 원자력의 장래는 불완전한 수치를 바탕으로 한 주장이나 원자력계의 편견 만으로는 소생될 수 없으며, 오로지 뛰어난 실적 제시와 원자로관리자들의 애정넘친 보살핌 만으로 再起할 수 있음을 명심해야 할 것이다.

특히, 원자력계는 요원훈련에 총력을 기울여



야 한다. 전력회사의 경영진은 원자로운전요원에 최우수 인력을 배치하는 과감한 경영지침을 채택해야 하며, 회사 전체에 원자력문화가 꽃피도록 정책적으로 배려해야 한다. 즉, 원자력문화가 위에서 밑으로 스며들도록 솔선수범할 필요가 있다.

지금까지 Plant-specific Simulator를 운영하여 인력양성에 이바지한 전력회사는 대단한 성과를 거두었다. 앞으로는 운전원 뿐만이 아니라 보수요원훈련에도 노력해야 할 것이다. 그리고 종업원들은 시간경과와 더불어 승진후 자리를 뜨게 되거나 회사를 떠나게 되면 그간 축적된 기술이 활용될 수 없게 될 것이기 때문에 앞으로는 노련한 기술인력이 그 자리에 없어도 新參者들이 그 기술을 제대로 이용할 수 있도록 절차서 (procedure), manual 같은 것들을 올바르게 작성해 놓아야 한다.

원자로의 不時운전정지의 대부분은 보수작업과 點檢작업중, 특히 2次系統의 요인 때문에 일어난다는 통계치에서 보듯이 앞으로는 보수요원훈련에도 각별한 노력을 경주해야 할 것이라 믿는다.

앞에서 강연한 연사들과 마찬가지로 나도

원자로의 뛰어난 무사고운전과 높은 가동률의 운전실적 만이 원자력계의 건강회복을 위한 만병통치약이라는 처방전을 내놓겠다.

Manfred Timm〈獨逸 HEW Hamburg 電力會社〉講演要旨

내가 이 자리에서 선 것은 독일인 뿐만이 아니라 당당한 유럽인 자격으로 나온 것이다. 현재 東歐에서 일어나고 있는 소용돌이는 보다 나은 생활수준, 보다 개선된 효율의 모색, 더 적은 양의 공해물질 방출을 위한 몸부림으로 해석해도 된다.

12개국으로 구성된 유럽共同體 人口는 3.2억명이고, 이들의 연간 GNP액수는 3.7×10^{12} \$(thousand billion dollars)이나, 통합이 이루어지면 곧 4.5×10^{12} \$가 되리라 믿는다. 2.4억 人口의 미국 GNP가 현재 4.5×10^{12} \$인 것을 알면 그 규모를 대강 짐작할 수 있을 것이다.

전력공급계통도 유럽공동체의 경제통합시기인 1992년도에 단일체제로 통합될 것이 아니냐는 질문을 가끔 받고 있지만, 그러한 물음은 유럽의 현황을 몰라서 하는 말이다. 현재 프랑스와

이탈리아의 전력공급체계는 국영이고, 독일은 미국 같은 개인 기업형태를 취하고 있다. 따라서 이와 같은 복잡한 체제들을 하루아침에 하나로 묶는다는 일은 불가능한 일이다.

또 한가지 특성으로 전력사업은 공급구역에서 단독공급망을 구성하여 독점공급을 하고 있기 때문에 자유경쟁이 불가능하다는 公益기업 고유의 속성이 통합을 가로막는 장애요소가 될 수 있다. 그리고 각 회사 또는 각국의 기술기준은 자국내의 시장에서는 通用되고 있지만, 아직까지는 국경을 넘으면 적용될 수 없는 실정이다. 예를 들어, ABB(ASEA+Brown 보베리)사나, Framatome사와 Siemens사가 공동으로 설립한 원자력 합작회사의 경우는 국경을 쉽사리 넘어 가지지만, 프랑스 원자로나 독일 보일러는 자기 나라에서는 팬텀아도 외국에 나가려면 장애요인이 많다.

유럽에서는 연간 550TWH의 원자력발전량을 기록하고 있는데, 이것은 전 발전량의 34%에 해당하는 것이다. 각국 별로는 프랑스와 벨기에가 70%, 독일과 스페인이 35~39%, 영국이 19%, 네덜란드가 5%, 2010년에 원자력을 포기키로 한 스웨덴이 48%, 핀란드 36%, 그리고 스위스가 30%, 오스트리아와 이탈리아는 전무 상태다. 현재 건설도중인 8~10기의 발전로가 준공되면 유럽의 원자력발전 점유율은 곧 35~40%를 기록하게 될 것이다. 건설중인 원자로로는 프랑스에 8기, 영국에 2기가 있다. 원자로의 90%는 경수로형이다. 고속증식로 개발은 자꾸 지연 내지는 연기되고 있다. 다음에 건설할 150만KW급의 유럽공동고속증식로와 HTGR에는 fail-safe 개념을 적용할 것이다. Pebble type HTGR은 정치적 이유로 가동중지상태에 있다.

핵연료주기중 우라늄농축은 충분한 공급능력을 보유하고 있다. URENCO사의 3개 공장의 공급능력은 유럽 전역과 미국 및 소련시장까지

도 담당할 여유를 갖고 있으며, 원심분리시설은 수요가 확보되는대로 조속히 확장할 채비가 되어 있다. 사용후핵연료의 재처리능력이 성숙되어 감에 따라 MOX(혼합산화우라늄)의 위상이 더욱 중요하게 되었다. 그러나 불행히도 독일의 바카스트로프로재처리시설은 정치적 이유로 폐쇄되는 불운을 겪고 있다. 방사성폐기물의 처분장 만은 유럽이 단일경제체제로 통일된다 해도 계속 국가별로 운영되리라고 본다. 유럽 각국이 통합되기만 하면 곧 原子力復興(Nuclear Renaissance)기를 맞이하게 될 것이라는 환상을 버려야 한다. 원자력기술에 관한한 유럽은 미국과 5년의 時差를 두고 영향받고 있다.

동유럽에서는 열효율이 아주 나쁜 연소시설에 의존하고 있는 까닭에 유럽 전역에는 굉장한 공해방출요인이 도사리고 있다. 특히, 더러운 갈탄(dirty lignite)을 너무 많이 연소하고 있어 대기오염이 심각한 지경에 이르고 있다. 일반대중은 막상 일에 부닥쳐야 그것을 해결하느라고 야단법석을 피우게 되나, 적어도 정부에서는 사태가 심각하게 되기 전에 사전에 예방책을 강구하도록 노력해야 한다. 그런데 어느나라나 마찬가지이지만 국회의원들은 내용을 잘 모르고 있고, 그 일을 담당해야 할 전문기관에서는 전문기술인력의 조기은퇴로 인하여 중요과제를 추진하지 못하는 경향이 있다. 그런 면에서 일본의 퇴직제도는 우리가 본받아야 할 점이라고 본다.

핵연료의 actinide는 경수로에서 독극물 구실을 하고 있기 때문에 그것을 爐내에서 연소시키는 것이 바람직하나, 아직까지는 고속증식로에서 만이 그런 것이 가능한 실정이다. 미국 General Electric사와 日本회사들이 공동개발중인 Advanced BWR type의 제1호기는 日本에 건설되리라 본다. 현재의 시설을 이용할 경우 플루토늄을 경수로에서 리사이클시키는 것은 경제적 이겠지만, 이를 위한 신규 재처리시설을 건설하는 일은 전혀 경제적인 인센티브가 없다.