

에너지需給과 原電의 必要性

本稿는 지난 6월 韓國原産이 실시한 國會議員 보좌관·비서관 원전시찰 및 간담회에서 특별강연한 내용이다.



田 文 憲

〈韓國科學技術院 核工學科 教授〉

1. 序 論

人類文明이 地球上에서 영원히 유지·발전되려면 우선 (1) 전쟁위험의 방지, (2) 疾病의 除去, (3) 인구폭발의 방지 및 식량의 확보, (4) 장기적 대체에너지의 개발활용, (5) 환경오염의 방지 등이 가장 시급한 과제라고 할 수 있다.

現代人類가 당면하고 있는 이와 같은 여러가지 문제 중에서 특히 에너지는 모든 경제활동의 물리적 원동력이며, 또한 같은 投入要素인 資本과 勞動의 생산성을 높여준다. 이와 같은 機能 때문에 에너지는 세계 각국의 경제성장에 있어서 성장촉진요인으로 기여해 왔다. 이는 고소득국일수록 에너지소비 역시 크다는 사실이 뒷받침해 주고 있다.

本稿에서는 이러한 에너지問題와 關聯하여 原子力을 포함한 국내외 에너지수급 현황을 알아보고, 특히 원자력발전의 안전성과 그 필요성에 대해서도 아울러 살펴보기로 하겠다.

2. 世界 에너지需給 現況

2.1 世界 에너지需給構造 變化

지난 石油波動후 10년간 세계가 경험한 에너

지수급구조 변화의 특징을 要約하면 (1) 에너지 수요 증가세의 둔화, (2) 石油依存度の 低下, (3) 에너지 이용효율의 향상 등이라고 하겠다.

(1) 에너지需要 增加勢의 鈍化

세계 에너지수요는 第1次 석유파동을 계기로 증가세가 다소 둔화되는 현상을 보였으며, 第2次 波動 이후 세계 경제가 장기구조적 下況국면에 접어들었고, 에너지 위기의식이 보편화됨에 따라 絕對消費量이 감소되었다.

즉, 세계 에너지소비는 석유화산톤으로 1973년 59억톤, 1979년 69억톤으로 동기간 중에는 연평균 2.7%로 증가하였으나, 1980년에는 68억톤으로 동기간 중에는 減少하였다. 그후 1983년에 다시 69억톤대로 增加되기는 하였으나 에너지의 效率의 利用體制가 정착되기 시작함에 따라 그 증가는 매우 완만한 추세를 보이고 있다.

(2) 석유의존도의 저하

두차례의 석유파동으로 인한 석유공급의 不安要因에 대한 消費量의 인식이 심화되면서 石油節約과 代替努力이 전세계적으로 확산되었다. 그 결과 세계 석유소비는 1979년 31억톤에서 1983년에는 28억톤으로 絕對物量이 감소되었다. 따라서 總 에너지消費에서 차지하는 석유의존

도는 1973년의 47.3%에서 1983년 40% 선으로 낮아졌다.

(3) 에너지 利用效率의 向上

현재 세계 각국의 에너지 이용효율 향상 노력은 에너지소비의 단순절약에서 경제체질의 개선 등 국가경제의 대외 경쟁력 확보, 새로운 산업 구조 형성 등을 목적으로 하는 적극적인 에너지 需要管理로 전환해 가고 있다.

2.2 世界 에너지源別 現況

에너지源別 需給은 各 에너지源이 가지는 供給側面의 與件과 수요면의 여건 및 상호 대체 관계에 있는 他에너지源의 需給에 영향을 받는다. 이러한 제반여건중 공급측면의 여건, 특히 資源의 物理的인 限界가 세계적 關心의 焦點이 되고 있다.

대체적으로 현재의 主宗에너지源인 石油의 可採期間이 石炭, 핵연료인 우라늄과 천연가스 등 代替에너지源의 可採期間에 比하여 짧은 것으로 알려져 있어, 이들 대체에너지원의 이용이 활발히 전개될 것으로 展望된다.

(1) 石油

석유는 主宗에너지源으로서 현재 전세계 에너지수요의 40%, 자유세계 에너지수요의 47%를 供給하고 있다. 世界의 確認埋藏量은 6,693億배럴로 알려져 있으며, 이는 現 생산량 기준으로 約 32年을 供給할 수 있는 量에 該當한다. 그러나 과거의 推移를 分析해 보면 확인매장량은 계속 증가되어 왔고, 앞으로도 石油開發 活動 여하에 따라 증가될 수 있으므로 가채기간은 다소 延長될 수가 있다.

供給側面에서 문제가 되는 것은 약 65%가 政治, 經濟的으로 불안정한 OPEC 지역에 偏在되어 있다는 점이다.

今後 石油需要는 증증될 것이나, 증가세는 크게 鈍化될 것으로 전망된다. 따라서 획기적인 代替에너지가 개발·보급되지 않는 한, 석유는

今世紀 末에도 계속 主宗에너지로 남아있을 展望이다.

(2) 石炭

石油 以前時代의 主宗에너지였던 石炭은 그 賦存量이 石油에 比하여 방대하고 세계적으로 廣範圍하게 賦存되어 있을 뿐더러, 단위열량당 가격이 石油 보다 저렴하여 石油波動以後 有力한 石油代替源으로 재평가되고 있다.

세계 석탄확인매장량은 6,870億톤으로 熱量基準으로 세계 석유확인매장량의 4배에 이른다. 賦存量은 OECD와 共產圈이 85%를 점하고 있으며, 可採期間은 171年으로 他에너지源에 比해 가장 길다.

그러나 大量의 石炭 使用을 위하여는 輸送 및 貯藏體系와 環境汚染防止對策이 確立되어야 할 것이다.

(3) 天然가스

天然가스는 確認埋藏量이 石油에 못지 않고, 地域的 分布의 中등 점유율이 26%로 낮은 반면, 共產圈의 占有率이 높기 때문에 供給安全性 면에서는 큰 차이가 없다고 하겠다.

世界의 확인매장량은 90兆m³로 今後 57.7年이 면 가채한계에 이를 것으로 전망된다. 현재 세계 1次에너지수요중 天然가스의 점유율은 약 19%이나, 先進諸國에서의 需要比重은 美國 27%, 西獨 14%, 日本 7%로 그 差異가 크다. 그러나 현재 사용비중이 낮고, 저공해 에너지라는 이점과 석유를 쉽게 代替할 수 있다는 이점 때문에 앞으로 당분간은 수요가 크게 증가될 것이다.

(4) 新·再生에너지 및 其他

原子力を 除外한 이 分野의 에너지는 既存 에너지범주에 속하는 水力 외에 太陽熱 등의 自然에너지, 核融合에너지, 化石燃料를 기초로 한 석유대용에너지(예를 들면, 석탄액화 및 가스화, 알콜연료, 오일세일, 오일샌드 등), 水素 에너지 등을 포함한다.

이들은 石油, 石炭 등 化石燃料과 核燃料가 고갈될 경우에 世界文明을 지탱할 에너지源으로서 關聯利用技術의 進展相은 세계적으로 非常한 관심을 끌고 있다. 現在는 太陽에너지, 風力 등 極히 一部가 初期實用化段階에 있고, 대부분 實驗段階 내지는 學術적 研究段階에 머무르고 있다.

2.3 世界 原子力發電 現況

1988年末 現在 전세계적으로 26個國에서 運轉中인 것이 417基로 約 3억8백만kW (30,839,5MW)이며, 1988年中에 運轉에 들어간 것만도 19基(19,948MW)에 達한다. 또 計劃이 確定돼 着工한 것까지 합하면 總 560基 (43,433,1MW)에 達한다. 그리고 전세계 총 발전량 중 原子力發電이 공급한 占有率은 16% 이상이었다.

또 世界 原子力發電所 運轉經驗도 작년말로 약 5,000(4,838)原子爐·年에 達한다.

1988년 12월 現在 運轉中인 原子力發電所 保有數의 順位를 보면 1位는 美國으로 109基의 原子力發電所가 運轉되고 있으며(1988년 중에도 5基가 商業運轉을 始作했다), 2位는 프랑스 55基, 3位 소련 50基, 4位 英國 41基, 5位 日本 36基, 6位 西獨 21基, 7位 캐나다 18基, 8位 스웨덴 12基, 9位 스페인 10基이고, 韓國과 체코는 8基로 共同 10位의 順序이다.

한편 原子力發電占有率이 큰 나라로는 1987年度 실적에 따르면 프랑스 69.8%, 벨기에 66.1%, 한국 53%, 스페인 45.4%, 서독 36.6%, 일본 31.7% 등이다.

核燃料로 사용되는 우라늄의 世界 確認埋藏量은 286萬톤으로 現世界需要의 약 78년분에 해당한다. 우라늄의 主要輸出國은 캐나다, 브라질, 호주 등으로 散在되어 供給障礙要因이 적으며, 高速增殖爐의 실용화가 이루어지면 공급능력이 크게 개선될 것으로 展望되며 天然우라늄

을 수 10세기 연장할 수 있다.

현재 여건상 原子力에너지의 地位를 전면 代替할 뚜렷한 代替에너지源이 없는 상황에서 原子力에너지의 持續인 增加가 예상된다. 특히, 에너지資源 賦存이 빈약하여 輸入石油 依存度가 높은 西유럽제국, 日本, 上位開發國 그룹을 중심으로 原子力發電 伸長이 계속될 것으로 보인다.

3. 國內 에너지需給 및 原子力發電 現況

3.1 國內 에너지 및 電力需給 現況

우리나라는 1962년에 經濟社會開發 5個年計劃이 시작된 이래로 高度成長을 거듭하여 전통적인 農業經濟로 부터 製造業部門이 중심을 이루는 産業經濟로 변모하였다. 이와 함께 經濟成長과 産業化의 原動力인 에너지의 消費가 꾸준히 增加하였다. 그러나 우리나라는 에너지 賦存資源이 貧弱한 관계로 에너지공급의 海外依存度가 높아지고, 특히 전량 수입에 의존하는 석유의존도가 높아짐으로써 에너지공급의 海外依存度가 1965年 12.7%에서 1988년에는 83.2%에 達하고 있으며, 이러한 추세는 더욱 확대될 가능성이 크다.

(1) 1次에너지源別 需給現況

우리나라의 1次에너지源別 需給現況을 살펴보면 다음과 같다.

○水力: 水力은 貯藏水力이 3백만kW로 그 絶對量이 不足한데다 그나마도 經濟性이 있는 水力資源은 2백만kW에 不過하다.

○石炭: 國內無煙炭의 確認可採埋藏量은 635백만톤으로 현재의 採炭水準인 年間 2千萬톤을 기준으로 할때 30年間의 公供給에 해당한다. 이나마도 採炭層의 深部化(每年 約 25m씩) 등 開發與件이 惡化되고 있어 생산증대에는 한계가 있어 국내수요의 一部를 輸入에 依存해

야 하는 것이 우리의 實情이다.

○石油：한편 전량을 輸入에 의존하는(지역적으로도 중동 의존률이 1983년 현재 74%) 石油의 總 에너지消費實績中 그 構成比는 1965년의 12%에서 1983년에는 56%로 上昇하여 우리경제는 석유에 크게 依存하게 되었다. 그러나 第2次 石油波動 이후부터 석유의존도가 서서히 減少되고 있다. 따라서 석유수요를 최대한으로 억제하고 에너지源을 多元化하여 石炭이나 다른 代替에너지의 개발활용이 시급한 課題인 것이다.

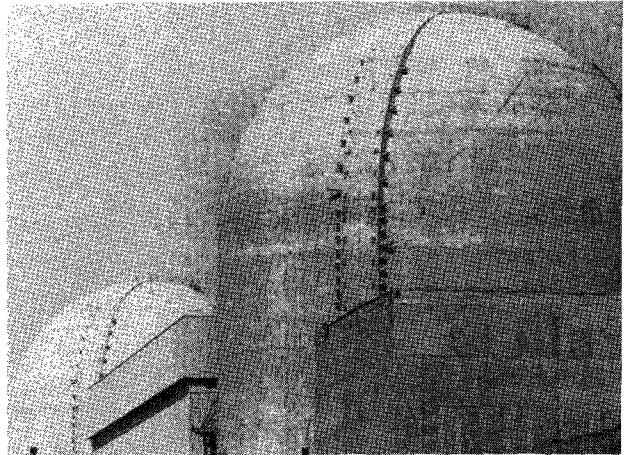
(2) 電力需給現況

電力需給의 成長趨移를 살펴보면 1960년대 이후 경제성장이 지속적으로 이루어짐에 따라 電力需要가 急增하는 현상이 나타나 1988년말 현재 販賣電力量이 1961년의 63배에 達하는 74,318GWh로 1961년~1986년간 年平均 16.7%의 成長率을 기록하였다.

한편 國民 1人當 전력사용량도 1962년에는 年間 55KWh에 불과하였으나, 1988년에는 1,771KWh로 늘어나 1962년에 비해 32배나 증가하였다. 그러나 이것도 現在 대만(3,147KWh)의 약 1/2에 불과하며, 日本(4,518KWh), 英國(4,504KWh), 프랑스(4,500KWh)의 1/3, 美國(9,992KWh)의 1/6에 불과하다. 國民 1人當 電力消費率이 先進國 수준인 4,500KWh에 이르기 위해서는 총 電力需要量이 계속 증가되리라고 쉽게 예측된다. 이렇게 계속적으로 增加하는 전력수요량에 적절히 대처할 수 있는 電源開發의 推進을 위해서는 原子力發電은 필수적이라고 본다.

3.2 國內 原子力發電 現況

1978년에 國內 最初로 古里 1號機가 준공된 이래 11년 동안 比較的 높은 利用率로(1987년 81.5%, 1988년 73%) 運轉되고 있으며, 현재 9基(760kW)가 運轉中이며, 2基가 設計·製



作 중에 있고, 앞으로도 지속적으로 원전을 건설하여 에너지자립률을 높이기 위하여 노력하고 있다. 특히, 지난 '87년과 '88년 2년동안 계속 전체발전량의 약 50%를 原子力發電으로 充當하고 있으며, 이러한 原子力發電의 重要한 役割은 今後에도 계속될 것으로 생각된다.

(1) 原電設備容量 및 總發電量 現況

國內 原子力發電 추세를 살펴보면 원전설비용량은 1988년 현재 6,666MW로 총 설비용량의 33.4%를 차지한 반면, 1988년도 총 원자력발전량은 401억KWh로 전체발전량의 46.9% 이었다. 이와 같이 原子力發電은 他發電源에 비해 급속한 성장세를 나타내었을 뿐 아니라, 앞으로도 原子力發電은 基底發電用 電源으로 原電의 추가건설이 전망되고 있어 전력수요에 대한 안정적·경제적 공급능력의 제고에 크게 기여할 것으로 전망된다.

(2) 原電技術 自立現況

초기에는 海外依存型 일괄발주契約方式에 따라 건설되었기 때문에 技術自立과 開發이 이루어지지 못하였다. 그러나 古里 3,4호기 건설이 분할발주계약형태로 수행됨으로써 비로소 國內 技術陣의 獨自의인 事業參與가 이루어질 수 있었고, 經驗과 技術의 습득이 용이하게 되어 기술자립의 基礎를 마련하였다.

특히, 1987년에 발주된 영광 3·4號機의 건설은 國內業體가 主契約者가 됨으로써 일부분의 해외발주를 제외하고는 국내업체가 주체가 되어 原電建設을 수행하는 체계가 이루어지게 되었다.

現在 國內의 원전기술자립 및 개발은 既存 原電의 設計, 建設과 運轉을 통해 축적된 經驗을 바탕으로 原子力關聯 産業體別로 既도입된 기술의 소화 및 핵심기술의 자립을 推進中에 있으며, 이에 따른 原子力 基礎技術 開發도 産·學·研 共同으로 進行되고 있다.

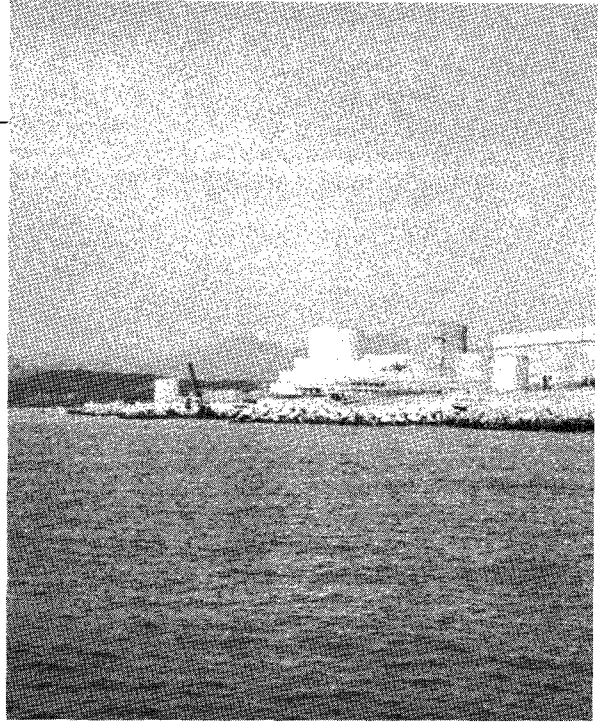
1987년말 현재 원전기술의 分野別 自立率은 綜合事業管理 85%, 綜合設計 78%, 原子爐設備의 계통설계와 제작이 각각 52% 및 55%, 핵연료의 설계 및 성형가공이 각각 65%, 補助機器와 施工이 各各 59% 및 89%이다.

4. 原子力發電의 安全性

4.1 原電事故와 他産業災害의 比較

1957년도에 최초의 商用 原子力發電所가 美 펜실베니아州 '쉬핑포트'에서 稼動하기 시작하여 30여년을 지나는 동안 原子力發電技術上 많은 發展을 이룩하였으나, 아직도 몇가지의 宿題를 남겨두고 있다. 특히, 美 'TMI' 原子力發電所에서 일어난 事故는 原子力發電所의 系統設計上의 큰 잘못이었다기 보다는 그것의 管理와 運轉에서 失手, 誤判, 誤操作 등이 겹쳐 일어난 事故임이 밝혀졌으나, 이 事故가 준 衝擊은 原子爐 安全性에 관해 세밀한 재검토의 契機를 만들었다.

불행하게도 원전의 惡運은 'TMI'에서 끝나지 않고 소련의 'Chernobyl' 原電事故로 다시 결정적인 손실을 입게 된 것은 심히 遺憾된 일이다. 이 兩大 原電事故는 原電의 否定的 側面만을 強調해 오는 사람들에게 좋은 구실을 提供하였다. 따라서 原子力의 安全性을 論議하기



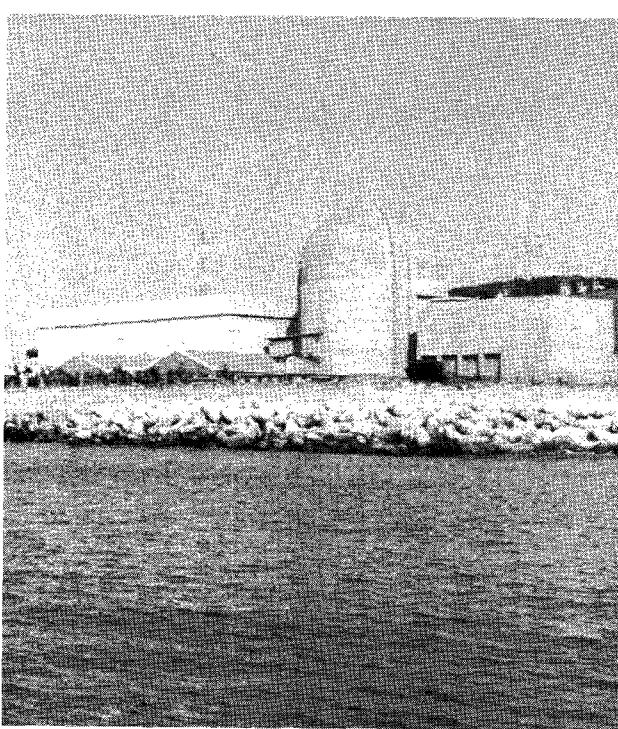
▲고리 원자력발전소

위해서는 먼저 이 두 事故에 대한 正確한 原因과 結果를 檢討하지 않을 수 없다.

(1) TMI와 Chernobyl 原電事故

1979년 3월 28일 일어난 美國 'TMI-2' 原電事故는 原子力發電所에서 發生할 수 있는 最大의 事故였으나(爐心の 약 40%가 용융되었음) 한가지 重要한 事實은 마지막 安全防壁인 格納容器가 充實한 役割을 하여 放射能의 外部漏出을 防止했다는 점이다. 이 事故는 運轉員의 失手와 機械的 故障으로 인해 核燃料集合體를 冷却시키는 冷却水가 상실되고, 그 결과 燃料을 둘러싸고 있는 皮복재와 燃料 일부가 용융되어 밀폐된 格納容器內에 大量의 放射性物質이 放出된 事故였다. 이 事故로 隣近住民의 放射線에 대한 노출은 70mrem으로서 TMI 원전지역의 自然放射能의 準位인 88mrem 보다 낮았고, 단지 10~18억달러의 財産損失을 가져왔다.

한편 1986년 4월 26일 일어난 'Chernobyl' 事故는 지금까지 原電에서 일어난 事故중 死亡者數와 유출된 放射能量, 發電所에 입힌 피해, 그리고 隣接國家에 까지 放射能汚染으로 衝擊을 준 점 등에서 가장 심한 事故였다. 소련의 'Chernobyl' 原電은 소련이 開發한 RBMK-1000 型 原子爐이며, 플루토늄 生産이라는 軍事目



1, 2, 3, 4 호기 전경

의을 겸한 原子力發電所로서 放射能事故時 外部로 漏出되는 放射性物質을 차폐하는 가장 重要な 格納容器가 없다. 이 事故로 31명이 死亡하였으며, 重傷 203명, 輕傷 237명의 人命被害와 34억달러의 經濟的 被害를 입게 되었다. 'Chernobyl'의 事故를 일으킨 原因은 '原子爐出力의 異常的 出力暴走現狀' 때문이었다. 현재 우리가 運轉中인 原子爐는 負의 出力係數를 갖고 있어 어떤 要因으로 出力이 上昇하면 스스로 出力을 減少시키는 固有의 安全特性을 갖고 있는데 反해서, 'Chernobyl' 原電은 正의 出力係數를 갖고 있어 특히 저출력상태에서 出力制御가 어렵고 出力暴走의 危險을 갖고 있다.

(2) 他産業災害와의 比較

他産業災害의 例를 보면 1979년 印度에서 있는 水力댐 붕괴로 15,000명이 死亡했고, 1988년 英國北海 Oil Platform 사고시에는 165명이 死亡했다. 또 1984년 印度의 'Bhopal' 가스 漏出事故時에는 3,400명이 사망하고, 총 부상자수는 20만명에 이르고, 1만명이 불구가 된 것으로 추정된다. 이와 같은 대형사고와 비교하면 原子力발전도 절대적으로 安全하지는 않으나 相對的으로 다른 産業과 比較해 훨씬 安全하다는 것을 알 수 있다.

캐나다의 原子力규제위원회(AECB)의 자료에 따르면 각 에너지원별 단위에너지당 社會構成員의 壽命短縮日數는 石炭이나 石油가 2,000일이고, 太陽에너지가 900일 정도인데 比해서 原子力은 不過 10일이다.

美國의 例를 보면 흡연(남자)으로 인한 平均 壽命短縮日數는 2,250일이고, X-線 촬영으로 인한 것은 6일인데 비해 原子力발전소 放射線 被害에 의한 것은 0.02일이다.

美原子力規制委員會의 한 보고서(WASH-1400)에 의하면 다른 모든 사고에 의해 연간 1인당 인명피해를 입을 확률은 약 1,600분의 1이다. 특히, 自動車로 인한 인명피해는 연간 1인당 4,000분의 1로서 가장 많으며(우리나라의 1988년도 自動車로 인한 총 사망자수는 11,563명이었으므로 연간 1인당 약 3,300분의 1이다), 여행중 비행기사고로 사망할 확률은 약 10만분의 1이다. 여기에 비해 原子力발전소의 대형사고로 연간 1인당 인명피해를 입을 확률은 약 3억분의 1 정도로서 다른 사고와 비교가 안될 정도로 적다.

4.2 放射線被曝線量과 放射性廢棄物

原子力 발전에 관한 한 일반국민의 제1관심사는 放射線으로 부터의 안전과 放射性廢棄物의 處理인 것 같다. 먼저 방사선과 관련하여 自然 放射能과 原電에 의한 방사선의 양을 비교한 후, 화력발전소와 原子力발전소의 廢棄物 發生量을 比較 檢討하고, 또 이 放射性廢棄物의 處理處分에 대해서도 간단히 살펴보기로 하겠다

(1) 自然방사능과 원전에 의한 방사선과의 비교

原子力發電所에서는 正常運轉中에도 극히 적은 양의 방사성물질이 방출되고 있다. 우리 인류는 일상생활에서 자연에 있는 방사성물질과 방사선에 의해서 연간 100mrem을 받고 있다.

그러나 원자력발전소에서 방출되는 양은 연간 5mrem이 線量目標値로 돼 있다. 원자력발전소 주변에多數 배치된 放射線測定器로 항상 감시하고 있는데, 實際로 測定된 기록에 의하면 목표치 보다 훨씬 적은 1mrem 정도이다. 이 양은 自然放射線 이외에 더 추가되는 양인데, 대지로 부터 받는 자연방사선의 양도 지역에 따라 差異가 있으므로 原子力發電所에서의 5mrem이라는 양은 自然放射線의 變動幅 속에 포함되는 양이다.

특히, 담배를 피울때 폐에서 받는 방사선량도 연간 8,000mrem 정도가 된다. 여기에 비해서 原電 地域住民의 被曝線量(개인당)은 연간 1mrem이고, 一般人的 法的 許容線量은 연간 500mrem, 방사선작업종사자 허용선량은 연간 5,000mrem이다. 그러나 원전종사자 實際 平均 被曝線量은 연간 310mrem(한국전력의 경우임)이다.

(2) 火力發電所와 원자력발전소의 廢棄物 發生量 比較

1백만kW의 용량을 가진 석탄화력발전소에서 단 하루동안에 나오는 廢棄物의 全體量은 이산화탄소(CO₂) 23,000톤, 아황산가스(SO) 315톤, 분진 6톤, 석탄재 3,000톤이다. 여기에 비해서 原電에서 나오는 放射性廢棄物은 거의 대부분 固體廢棄物 상태로 방출되며, 저준위(수진, 장갑, 덧신, 까운, 실험기구, 걸레, 필터, 기타 放射性物質과 접촉했다고 생각되는 것은 모두 저준위 폐기물로서 방사성폐기물의 대부분을 차지하며, 일상생활주변의 自然放射能 정도를 지님) 폐기물 3.3톤, 중준위(주로 원자력발전소의 방사성물질 제거장치, 즉 필터, 이온교환수지와 노후부품 등으로 天然우라늄鑛石 정도의 방사능 강도를 지님) 0.1톤, 고준위(核分裂 結果로 生成된 방사성물질들로서 사용후핵연료는 고준위 폐기물을 함유하고 있으므로 使用後 核燃料 다발들은 고준위 폐기물로 분류하고

있다) 0.05톤이다.

(3) 放射性廢棄物의 處理處分

방사성폐기물의 처분이란 폐기물을 一般大衆으로 부터 격리시키는 것이다. 中·低準位 폐기물은 永久 격리시키며, 고준위 폐기물중 사용후 핵연료는 再處理를 위해 임시저장 또는 영구 격리시키며, 核燃料再處理 廢棄物은 영구 격리시킨다.

中·低準位 廢棄物은 폐기물 드럼을 비교적 얇게 땅속에 묻거나 또는 동굴속에 처분후 동굴을 밀봉시킨다. 고준위 폐기물은 시멘트 대신 유리를 사용하여 固化시킨후 아주 견고한 스테인레스용기에 담아 최소한 地下 300m 이하에 건설된 콘크리트構造物내에 處分한다. 그러나 使用後核燃料의 再處理를 前提로 할 경우에는 이들을 엄중한 保安設備와 安全設備가 갖추어진 中間場所에 貯藏한다.

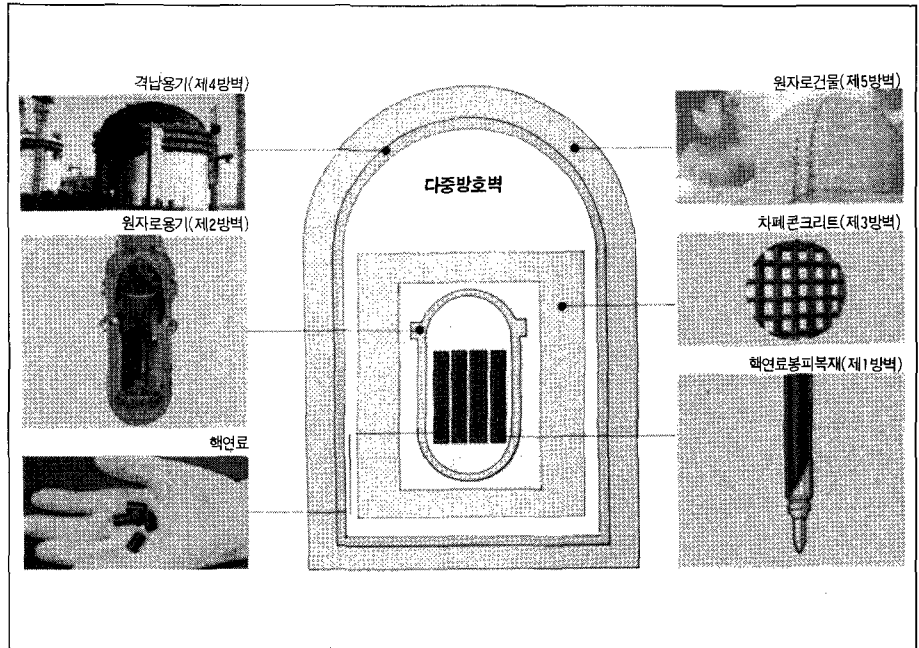
4.3 原電의 安全性確保對策과 現況

(1) 原電의 安全性確保概念

원전의 안전성 확보개념으로 '深層防禦' 개념을 포괄적으로 사용하고 있다. 深層防禦概念이란 예상되는 機械고장이나 사람의 실수로 인하여 발생할지도 모르는 방사성물질의 환경유출을 막기 위한 안전보호장치를 설치하여 원전의 3大 基本安全機能인 (1) 出力制御, (2) 核燃料冷却, (3) 放射性物質의 차폐기능을 確保하고자 하는 概念이다.

심층방어로 부터 推論되는 두가지 原則은 (1) 사고방지와 (2) 사고완화이다. 한편 사고방지를 위한 개념에는 (1) 多重防禦概念과 (2) 多段階 安全保護조치가 있고, 사고완화개념에는 (1) 사고관리와 (2) 방사선비상대책이 있다.

특히, 放射能漏出 防止를 위한 多重防禦概念은 原子力發電所 設計의 基本이다. 따라서 原子力發電所는 多重防禦의 理念을 導入하여 設計되었다. 즉, 방사성물질을 다중의 차폐벽으로 둘러



싸서 최악의 사고가 발생하여 핵연료가 용융되어도 外部環境으로 漏出되기 까지는 (1) 핵연료 자체 (Pellet), (2) 核燃料被覆材, (3) 原子爐容器와 閉鎖冷却材系統, (4) 格納容器, (5) 原子力發電所 敷地의 位置 등의 防壁을 거치도록 하여 방사능 누출을 억제시키고 있다.

多段階의 안전보호대책은 기기의 고장, 運轉員의 誤操作 또는 自然現狀에 의해 비상사태가 발생하여도 各 防禦壁이 무너지지 않도록 各 段階別로 戒律대로 따르도록 규제하는 것이다. 현재 우리나라의 원전산업 기술기준은 美國의 것을 준용하고 있는데, 美原子力規制委員會에서는 三段階 安全對策을 安全理念으로 삼고 있다. (1) 제1段階의 戒律은 正常運轉을 가장 安全하게 하고, 系統故障에 대한 安全餘裕度도 최대가 되도록 설계하고, 안전운전에 가장 有利한 설계방법을 사용한다. 즉, 品質, 重複性, 檢査의 容易度 및 稼動前과 稼動期間中の 試驗의 용이도 등을 강조한다. (2) 제2段階의 戒律은 設計, 製作 및 運轉에 세심한 主意를 하더라도 各種

事故가 발생할 것이라고 가정하고, 이러한 사고가 일어났을 경우 운전원과 주민을 保護하고, 被害를 防止하거나 또는 최소한으로 줄이기 위해 안전설비를 갖춘다. (3) 제3段階의 戒律은 극심한 假想的 事故의 影響을 評價한 후 이를 위하여 안전설비를 追加設置한다.

(2) 原電安全性 確保對策 現況

기술기준과 표준은 실제로 원전의 설계 및 제작·건설, 運營에 직접적으로 安全範圍를 명확하게 指示해 주는 것으로 가장 重要한 安全基準이다. 현재 우리나라의 원전산업 기술기준은 미국의 것을 준용하고 있다.

한편 우리나라의 安全管理體制로는 綜合調整 및 監督管理의 主體로서 政府機關인 動資部가 있고, 事業, 運營, 管理의 主體로는 韓電과 關聯 原電産業體가 있다. 그리고 規制, 檢證, 確認主體로서 科技處와 原子力安全센터가 있다.

현재 原電規制當局은 電力事業側面이 아닌 國民의 健康과 財産을 保護하고 環境을 保護하기 위해 원전의 安全性確保 與否를 技術的으로

檢討·確認한 후 建設 및 運營許可를 發給하며, 運轉中에도 檢査 또는 새로운 규제요건의 適用義務化를 통해 原電의 安全性確保에 萬全을 期하고 있다.

5. 原子力發電의 必要性

앞에서 살펴본 國內 에너지需給 및 原子力發電 現況과 원자력발전의 安全性 등을 綜合적으로 考慮할 때, 특히 다음과 같은 여러가지 점에서 원자력발전의 필요성과 그 不可避性을 찾을 수 있다.

즉, (1) 에너지源의 多元化와 海外依存度의 減少로 전력의 안정적 공급을 可能케 하고, 또 에너지의 準自立化를 위해, (2) 環境保護를 위해, (3) 發電原價의 節減을 위해, (4) 燃料의 貯藏 및 輸送의 簡便과, (5) 産業廢棄物이 少量인 점 뿐 아니라, (6) 기술집약성과 미래지향적인 성격에 따른 相關산업에의 波及효과로 國內 産業 발전에 기여할 수 있으므로 원자력발전은 계속 우리에게 필요하다. 이와 같이 많은 원자력발전의 必要性 중에서 몇가지만 선택해서 좀더 구체적으로 살펴보기로 하겠다.

(1) 에너지源의 다원화와 供給安定性

이미 記述한 바와 같이 우리나라의 電力需要는 年평균 16.7%로 急增하고 있고, 에너지供給의 해외 의존도는 1988년 현재 83.2%에 달하였다. 한편 1988년도 實績에 의하면 전체 발전량 의 약 50%를 火力發電(石炭 25.3%, 가스 12.8%, 油類 10.8%)이 充當하였고, 약 46.9%를 原子力이 充當하였다.

그러나 火力發電의 燃料供給側面에서의 가장 큰 問題는 化石燃料埋藏量의 有限성(석유와 석탄의 가채년수는 각각 32년과 171년임)과 石油埋藏地域의 偏在性(국제적 紛爭地域에 位置함)과 석유가격의 심한 변동으로 인한 공급의 불안정성과 국제정치적인 영향을 받을

수 있다는 점 등이다.

따라서 원자력발전으로 전력에너지源의 多元化를 期할 수 있고, 燃料의 安定的 공급도 可能(고속증식으로 실용화시 약 3,000년 이상 공급가능)하고, 유류파동 등 化石燃料 引上에 따른 危險度를 減少시킬 수 있다.

(2) 環境保護를 위해

현재 주로 사용하고 있는 에너지源은 化石燃料과 우라늄燃料이다. 그러나 化石연료는 앞에 기술한 바와 같이 温室效果의 主犯일 뿐만 아니라 아황산물, 질산화물, 분진발생 등으로 인해 酸性비와 이에 따른 森林황폐, 토양황폐, 大氣汚染, 스모그현상 등을 일으킨다.

앞으로 規制가 強化될 경우 탈황設備의 追加로 인한 石炭火力發電所의 建設費의 增加는 20~30%에 이를 것으로 豫測된다. 이 경우 大氣汚染은 減少시킬 수 있으나, 그대신 多量의 廢水를 發生시키는 問題를 갖게 된다.

프랑스는 지난 1980~1986년 사이에 아황산가스를 56%, 질산화물을 9% 減少시켰는데, 이것은 프랑스의 原電 比重이 같은 期間동안 24%에서 70%로 增加한 때문이다. 다시 말하면 化石燃料을 많이 使用하게 되면 장기적으로는 지구의 온실효과와 단기적으로는 酸性비가 問題가 된다. 따라서 化石燃料의 대량소비로 인한 環境破壞로 부터 地球를 保護하기 위해서는 원자력발전이 필요한 것이다.

(3) 原電의 經濟性

短期的인 觀點에서 有煙炭과 원자력의 발전원가를 比較해 보면 1987年度 원자력의 發電原價는 KWh當 27.41원인데 비하여 有煙炭의 發電原價는 33.56원이었다. 그러나 1988년 有煙炭對 原子力發電 原價를 比較·分析한 結果를 보면 原電 26.63원/KWh인데 비해 有煙炭 24.31원/KWh로 나타났다. 따라서 앞으로 3~4년은 原子力과 有煙炭이 발전원가면에서 비슷할 것이라고 보더라도 '90년대 초반 이후

原電의 負擔追從運轉, 長週期核燃料技術 채택, 基底負擔提高對策 등이 정립되어 負擔帶別 適正 Plant Mix 對策이 實現되면 原子力發電과 有煙炭發電의 役割 區分이 明示되어 經濟的 比較優位評價는 별로 그 意味가 없어질 것이 豫見된다.

그러나 分명한 것은 火力發電은 高價의 化石燃料(發電原價중 燃料費 比重이 58.6%)에 依存하고 化石燃料의 安定的 需給이 不確實한데 비하여, 原子力발전은 低廉한 발전연료인 우라늄을 사용하고 발전원가중 燃料費 比重이 15.6%로 火力發電에 비해 훨씬 적어 燃料費 上昇에 따른 危險度가 낮다. 또한 燃料의 長期 契約으로 燃料費 上昇要因이 적다.

(4) 燃料의 貯藏 및 輸送上의 利點

화력발전은 동일량의 발전에 막대한 부피의 燃料이 所要되고, 연료의 소요량도 과다하여 輸送과 貯藏에 問題가 있는데 반하여, 原子力발전의 경우는 핵연료 1회 장전으로 1년 이상 運轉하고 또 1회 장전량이 적어 輸送 및 貯藏이 容易하다.

좀더 具體的인 數值로 比較하면, 100만kW 級 발전소 1년 가동을 基準할때 核燃料의 소요량 是 25톤이므로 25톤 트럭 1대가 단 1회에 걸쳐서 輸送할 수 있는데 비해, 有煙炭의 경우 소요량이 220만톤으로 10만톤級 船舶 22척이 輸送해야 하고 이를 위해 年中 輸送管理과 막대한 貯藏設備가 必要하다. 따라서 동일량의 발전에 화력발전소의 경우 原子力발전소 보다 약 2배가량 의 數地가 必要하다(즉, 原子力의 경우 1MW當 160坪인 反面, 有煙炭發電所는 1MW當 310坪을 要함).

(5) 화력발전에 비해 原電의 산업폐기물이 적다

이미 앞에서 比較한 바와 같이 화력발전은 石炭燃料을 使用할때 많은 公害物質을 排出하게 되고, 灰粉 등으로 周邊環境을 汚染시키는데

비해, 原子力發電所의 廢棄物 發生量은 石炭火力의 760분의 1에 不過하다.

100만kW 발전소 1년 가동을 基準할때 有煙炭火力發電의 경우 약 40만톤(재 33만톤, 분진 4만톤, 유황산화물 2만톤, 질소산화물 0.6만톤)의 廢棄物을 發生하는데 비해, 原子力발전소는 약 525톤(使用後核燃料 25톤, 固化廢棄物 約 500톤)의 廢棄物을 발생한다. 따라서 同一한 條件이라면 産業廢棄物의 減少를 위해서도 原子力發電을 選擇하는 것이 合理的이다.

6. 結 語

에너지는 資本·勞動과 함께 經濟活動의 維持와 成長을 위해 必要不可缺한 投入要素의 하나 이다. 이러한 에너지에 대하여 먼저 國內外 需給現況을 알아보았다. 그리고 현재 그 需要量이 每年 16.7%씩 急增하고 있는 國內 電力에너지 需要의 50%를 充當하고 있는 原子力發電에 對하여 그 現況과 安全性 및 必要性을 檢討하였다.

國內에서는 그동안 原電事業이 國民의 支持基盤과 合意導出을 위한 過程을 거치지 않고 主로 政府와 原子力 關聯機關 주도로 推進되어 온 때문에 原電에 對한 正確한 情報의 不足과 最近 社會的 變動으로 原電 批判論의 擴大와 反對輿論이 점차 높아지게 되었다.

따라서 에너지자립과 國際競爭力 確保를 위해 原子力發電을 持續的으로 推進하기 위해서는 原電에 對한 잘못된 認識을 바로잡고, 國民의 支持基盤과 合意를 導出해 내야 한다.

그러기 위해서는 우선 모든 國民에게 原子力發電의 安全性과 必要性을 正確히 認識시켜 주어야 하고, 原電에 關한 모든 資料도 一般國民에게 公開하여야 國民의 신뢰를 얻어 原子力發電이 國民이 選擇한 國民의 에너지가 되도록 해야 하겠다.