

原子力發電의 安全性

심 창 생

(한국전력공사 원자력안전실장)

1. 序 言

$E=mc^2$ 로 原理가 표시되는 원자력은 한 위대한 천재가 그 使用 可能性을 열어놓은지 50년에 이르는 현재, 유감스럽게도 核武器의 개발로부터 이용이 시작되었지만, 방사능 동위원소를 이용한 治療醫學 및 工業, 發電分野등에서 평화적이용을 위한 노력을 통하여 인류에 크게 貢獻하고 있다. 1956년 영국이 최초로 商業用原子力發電을 개시한 이래 1989년말 현재 全世界的으로는 425기의 원전이 가동되고 있으며 전세계 발전량의 17%를 占有하고 있다. 우리나라의 경우 원자력발전이 1989년도 全體發電量의 약 50%를 생산하여 輸入石油量의 약 25%(7,000만배럴)에 해당하는 輸入節減 효과를 비롯, 최근 6년간 계속 引下된 전력요금의 중요한 引下要因이 되고 있음은 잘 알려진 사실이다.

우리나라에서는 일찌기 賦存에너지資源의 절대부족을 인식하여 1960년대초부터 원자력분야의 기술인력을 양성하기 시작하였으며, 1978년 고리1호기를 竣工한 이래 원자력발전소를 꾸준히 건설하여 현재 9기 (總設備容量 761만 KW)로 세계 10위의 原電保有國임 되었다. 또한 최대 기능발전량 대비 실제 발전량을 나타내는 원전설비 평균 이용율은 세계 평균치보다 약 10%이상 웃돌고 있으며(그림 1. 참조), 원전 1기당 발전 정지 횟수도 원전초창기에는 운영 기술 및 경험부족으로 발전소 정지건수가 높았으나 운전건수가 증가되고 기술및 경험이 축적됨에 따라 계속 감소하여 최근에는 일부원전 선진국 및 세계 평균보다 양호한 실적을 보이고 있다. (그림 2참조) 그렇지만 1988년말 國政監査에서 지적된 영광 3,4호기 도입에 관한 是非와 안전성에 대한 論難을 계기

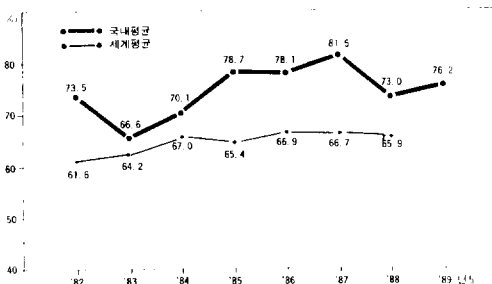


그림 1. 연도별 원전 이용율 비교

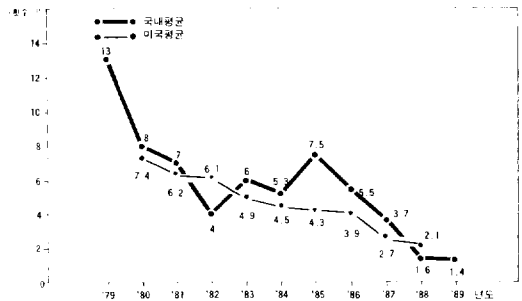


그림 2. 연도별 발전정지 감소추세 비교

로 국내에서도 反核活動이 가열되어 원자력발전의 안전성에 대한 論難을 계기로 국내에서도 反核活動이 가열되어 원자력 발전의 안전성에 대한 再照명이 요구되고 있다. 이에 원자력발전의 안전성은 단순한 상식이나 느낌으로 논할 성질이 못되며 巨大産業을 구성하고 있는 技術, 施設 및 運營體系를 包括的·專門的으로 고찰하여야 한다는 점을 지적하고 분야별로 분석하고자 한다.

2. 安全에 대한 一般的 認識

최근 수십년동안 엄청나게 개발된 化學 및 에너지 관련기술은 큰 재앙을 불러일으킬 수 있다는 잠재력과 地球 및 生態系에 長期的인 影響을 줄 수 있는 위험성을 갖고 있다는 認識을 동반하여 왔다. 그러나 最惡의 事故는 거의 발생하지 않으며 이와 같은 科學技術의 構造的 特性을 대부분의 사람들은 이해하기 어려운 일이다.

安全分析專門家들은 危險度評價를 위하여 체계적이고 정교한 기법을 사용하지만 대부분의 국민들은 直感에 의존하여 판단을 하게 되며 이같은 경향은 과거보다 앞으로 더욱 심화될 전망이다.

70년대 이전에는 經濟的 成就, 生活向上 등이 대부분 사람들의 추구하는 목표였으나 80년대에 들어서 새로운 가치관이 생겨났다. 보다 풍요로워진 삶과 여가시간, 그리고 눈에 띄는 環境汚染에 따라 사람들은 안전성, 환경영향 그리고 社會正義에 대한 關心을 표명하게 되었다.

실제로 危險度 評價計算에 의하면 댐에 의한 위험은 원자력발전의 경우를 능가하는데도 사람들은 반대로 느끼고 있지 않은가?

몇가지 연구결과에 따르면 危險 潛在力에 대한 인식이 매우 중요한 요소로서 짧은 기간에 큰 災難이 예견되는 경우가 장기간에 걸친 多發的 災害보다 훨씬 심각하게 받아들여 지고 있다. 또한 재난이 발생했을때, 이를 수습하는 統制能力에 대한 인식이 있어서도 원자력발전은 매우 복잡하고 잘 알려져 있지 않아 일반인은 물론 技術文明에 익숙한 사람들조차 制御가 어려운 것처럼 잘못 알고있다. 그러나 원자력발전소는 잠재적 위험성을 충분히 인식한 바탕위에서 사고를 충분히 豫防하도록 設計되어 있으며 또 만일 사고가 발생하더라도 큰 사고로 進展되지 않도록

安全設備가 강구되어 있다.

3. 原電의 安全信賴度

원자력발전은 敷地選定에서 부터 運轉까지의 단계별 安全目標가 수립되어 있다. 原子力設備는 일반 産業設備와 달리 公衆의 안전을 가장 중요시 하며 周邊의 一般公衆이 근처에 원자로가 있다는 이유로 해서 지나친 걱정을 할 필요가 거의 없을 정도로 낮은 危險度를 目標로 한다.

모든 안전설비가 講究된 原子力設備의 事故確率과 그 영향은 어느 정도인가를 判斷하기 위하여 타당한 방법으로서 數學에서 確認된 분야인 確率論을 이용하여 定量的인 安全解釋 방법을 사용한다.

원전의 사고위험도를 평가하기 위하여 시도된 研究活動中에서 1975년 美 原子力規制委員會에서 발표한 原子爐 安全性에 관한 연구보고서(WASH-1400)는 최초로 定量的인 방법을 동원하였으며 重大事故가 발생할 수 있는 40여 事故경위들을 도출하고, 사고경위의 발생빈도는 確率論的인 방법에 의하여 평가하고 사고결과 및 放射線源(Source Term)을 決定論的인 방법에 의하여 평가하였다. 그러나 TMI원전 사고 분석에서 보완하여야 할 점이 도출됨에 따라 현실적인 方法論의 확립을 위한 많은 독자적인 연구가 진전되어 장래에도 지속적으로 원전의 安全性 平價道具로 주요하게 사용될 것이 명백하다.

1989년 5월에 2차 초안이 발행된 위험도 평가에 관한 기술보고서(NUREG-1150)는 미국내의 格納容器 設計가 서로 다른 5개 발전소를 대상으로 다음과 같은 관점에서 重大事故 발생빈도, 격납용기 성능 및 所外 事故結果를 분석하고 있다.

- 1975년 작성된 WASH-1400의 평가결과를 보완
- 축적된 발전소설계 및 運轉特性, 기기 고장자료 및 중대사고 現象情報를 반영하여 危險度의 판단자료 제공
- WASH-1400의 주요비판분야를 보완코자 위험도의 不確實性을 定量化
- 미 원자력규제위원회가 수행하는 각발전소 평가업무에 도움이 되도록 평가대상이 된 발전소의 固有脆弱點 도출

분석방법은 전형적인 確率論的 危險度分析(PRA)

방법을 사용하였으며 系統應答, 중대사고의 진행, 격납용기 構造應答 및 방사능 물질 移送路의 불완전한 이해로 인한 爐心損傷 發生頻度 및 위험도계산에 있어서 불확실성의 크기를 산출하여 반영하는 외에 사건 및 결과의 형태가 사고 진행 및 격납용기 분석에 명백히 고려한 점 등이 괄목할 개선사항들이다.

NUREG-1150에서는 爐心損傷頻도가 과거 WASH-1400에서 나온 결과보다 훨씬 낮은 것으로 나타났다.

그 첫째 이유는 TMI 사고 후속조치로 發電所 設備補完 및 운전절차서 개선사항들이 분석에 반영되었으며, 둘째 이유는 PRA 수행기술과 電算技術이 대폭 향상되어 WASH-1400에서 적용되었던 保守의 인 평가요소를 현실화하여 개선할 수 있었기 때문이다.

TMI와 체르노빌사고의 결과에서 밝혀진 바와 같이 重大事故시 격납건물의 역할은 어떤 기능보다도 중요하다. 대부분의 重大事故에서 격납건물의 健全性維持 여부는 첫째, 負荷의 크기, 둘째, 負荷에 대한 격납건물의 應答 要因에 의하여 결정된다.

WASH-1400 報告書에서는 중대사고로 인한 負荷 및 이에 대한 격납용기의 應答관련 實驗·分析資料가 없어 대단히 단순한 결론만이 가능하였다.

일반적으로 중대사고가 발생되어도 격납용기 機能이 維持되면 放射能으로 인한 피해는 무시될 수 있으며, 만약 격납용기가 손상된다면 損傷時期가 중요한데 격납건물의 우수성으로 인하여 문제가 되는 早期破壞의 발생가능성은 희박한 것으로 나타났다.

국내에서는 아직 본격적인 PRA분석이 적용되지는 않으나 상당수의 專門人力이 양성되어 있으므로 조만간 段階의 通用을 거쳐 窮極的으로는 발전소 수명기간동안 지속적으로 PRA를 수행하여 안전성을 向上하게끔 될 것으로 본다.

4. 原子力發電所의 設備安全

다른 산업과는 달리 원자력발전에서는 放射性物質의 유출을 막아 大衆과 環境을 보호하여야 하는 것이 무엇보다 중요하다. 원자로 내부에서는 核分裂連鎖反應에 의하여 핵연료가 강력한 방사성물질로 변함은 물론 爐心內의 구조물도 放射化된다.

우리나라 원자로형의 주종을 이루는 加壓輕水爐型

(PWR)을 기준으로 볼때, 노심내의 구조물은 방사화되어도 고정된 상태이므로 거기에서 방출되는 방사선을 막을 수 있는 遮蔽物을 설치하면 되지만, 문제는 노심을 통과하는 流體(冷却水)의 한가운데 위치한 핵연료에서 유출될 수도 있는 核分裂 生成物이다. 이것이 環境으로 새어나오지 않도록 하기 위하여 여러겹의 遮斷 障壁을 설치하고 있는데 이는 원자력발전이 流體를 利用하여 熱에너지를 電氣에너지로 전환하는데 필요한 流體通路의 健全性を 확보하는 일과 일치한다. 담배필터 크기의 核燃料펠렛 3~4백개가 일렬로 들어있는 핵연료봉의 지르코늄被覆管은 그안에서 생성된 모든 고체, 기체핵분열생성물을 密閉한다. 만일 生成氣體가 被覆管을 뚫고 나오면 1차 冷却水속에 녹아 섞이지만, 1차 냉각수의 통로를 이루는 原子爐 壓力容器, 配管과 加壓器 및 蒸汽發生器의 튜브안에서만 뿜게 된다. 設計用語로서 1차 냉각수의 통로를 壓力境界(Pressure Boundary)라고도 한다. 압력경계를 구성하는 설비는 전부 동형의 원자로 격납건물안에 위치하므로 氣體核分裂生成물이 압력경계를 벗어날 경우 원자로 격납건물안에 갇히게 된다. (그림3 참조)

蘇聯의 체르노빌原電은 經濟的 理由 등으로 원자로 격납건물 대신에 보통 건물안에 원자로를 수용하여 86년 참사가 일어났을때 放射性物質이 環境으로 누출되었다. 원자로 격납건물의 천정에 설치된 撒水系統은 일단 유사시 압력경계를 빠져나온 기체형태의 핵분열생성물에 물을 뿌려 가라앉게 하거나 化合物을 만들고 또 溫度를 낮추어 준다. 그리고 非水溶性인 碘素 (Iodine)나 碘素化合物을 필터로 除去하

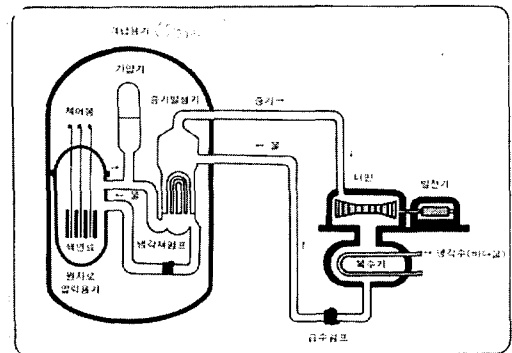


그림 3. 격납용기와 원자력발전 계통에(경수로)

여 밖으로 못나가게 한다. 원자로 격납건물은 두꺼운 철판과 외곽을 둘러싸고 있는 평균 120cm두께의 철근콘크리트 구조물로 구성되어 있다.

이 구조물의 強度는 1989년 미국에서 시속 770km의 팬텀전투기를 정면 충돌시킨 模擬 實證試驗에서 7cm깊이의 손상만 입는 결과에서 볼 수 있듯이 비행물체의 추락이나 外部테러의 행위로부터 원자로를 保護하는 방패구실도 한다. 사고시에는 다음 3가지 安全措施가 취하여져서 원전로의 안전성이 확보된다.

- 原子爐의 정지
- 爐心에서 발생하는 殘熱의 제거
- 방사성물질의 漏出방지

4.1 安全設計概念

원자로의 運轉中에 생기는 방사성물질은 안전하게 遮蔽하고 제대로 管理하기만 하면 人體나 環境으로부터 완전히 隔離할 수 있다.

원자력 발전소에서 발생하는 大型事故는 처음에는 하찮은 원인에서 출발한다. 그러나 이에 대한 적절한 조치가 되지 않으면 그것이 惡化될 수 있고 또한 判斷 잘못과 誤操作까지 겹치면 大型事故로 발전할 수도 있는 것이다. 설계시에 여러가지 안전대책을 강구하고 각종 안전장치를 설치해 놓는데 이러한 개념을 深層防護概念이라 한다.

심층방호는 軍事用語로서 최전방뿐만 아니라 후방 진지에서도 가능한 多段階防護網을 構築하여 적의 공격수단을 無力化시킨다는 개념이다. 원자력발전소에서 심층방호개념을 어떻게 구체화할 것인가 하는 과제는 국가에 따라 다소간의 차이는 있으나 輕水爐를 위시한 대부분의 원자로에서는 다음의 3段階 基本對策을 강구하여 구체화시키고 있다.

- 第1段階 : 사고발생의 豫防
- 第2段階 : 사고의 波及擴大 억제
- 第3段階 : 사고확대의 影響 완화

第1段階에서는 設計, 製作, 運轉補修, 檢査를 철저히 함으로써 모든 계통 및 부품의 성능과 健全性を 최고상태로 유지하여 信賴性を 확보함과 아울러 훈련이나 근로조건의 개선을 통하여 운전, 보수요원의 誤操作이나 실수를 근원적으로 막는 것을 목표로 한다.

第2段階에서는 만일의 사고가 발생했을 경우는 즉각적인 탐지 및 그 이상 주변에 파급되지 않도록 未然에 조치하는 일을 목표로 한다. 이를 위하여 원자로안에는 운전상태를 監視하는 計器類가 설치되어 있고 이상상태가 탐지되면 원자로가 자동적으로 정지되도록 프로그램되어 있다.

안전과 직결되는 기기와 계통에 대하여는 철저한 檢査와 試驗을 주기적으로 실시하여 비록 미미한 缺陷일지라도 발견되는 즉시 그것을 수리하도록 한다. 특히 運轉員에 대하여는 정기적으로 模擬操縱設備(실제 발전소 운전제어설비와 동일)를 이용한 교육 훈련을 통하여 事故對應能力을 키우고 있다.

이와 같은 대책에도 불구하고 만일의 大型事故가 일어나서 방사성물질이 유출되는 경우를 假想하여 第3段階 對策으로서 발전소 종사자와 인근주민이 받는 방사선피폭량이 최소가 되도록 조치를 취하고 있다.

4.2 安全設計의 具現

설계상의 안전확보대책은 深層防護概念에 立脚하여 수행함은 앞에서 언급되었다. 한편 이러한 靜的인 防護壁 외에도 動的으로 발전소가 안전기능을 확보하기 위한 多段階 安全保護裝置가 설치되어 있다.

원자력발전소에서 안전과 관계된 계통은 그중 어느 하나라도 결함이 생기면 가장 나쁜결과로까지 進展되는 원인이 될 수 있다. 따라서 안전유지에 극히 重要な 機器와 系統은 적어도 같은 것을 예비로 여러개 설치하는 것을 관례로 하고 있는데 이런 것을 多重性이라고 한다.

그리고 한 계통이 같은 원인에 의하여 同時에 고장을 일으킬 確率도 고려되어야 하므로 同一目的을 가진 계통이나 장치에는 몇가지 다른 驅動力을 얻는 수단을 갖추어서 전체적인 信賴性向上을 도모하고 있다. 이것을 多樣性이라고 하며 突進배에 모터를 장치하는 것과 같은 이치이다. 다음으로 안전장치는 相互 獨立性を 유지하여야 하는데 이는 집안에 수도와 우물을 동시에 갖추어 수도가 끊어져도 별개의 우물에서 음료수를 확보하는 것과 같은 이치이다.

5. 規 制

이상에서 기술한 것은 주로 설비의 安全性 確保에 필요한 基本的 概念을 중심으로 이의 具現現況과 개선사항을 다루었다. 원전 사업자는 발전소 立地の 選定으로부터 運轉에 이르기까지 단계별로 마련된 安全規制基準을 따라야 한다. 원전 사업자가 평소에 수행하고 있는 모든 업무는 이러한 安全規制基準에 의하여 마련된 指針이나 節次的 履行 過程이라고 볼 수 있다.

그러므로 원전의 運營面에서의 安全性 確保는 이러한 規制基準의 合理的 解釋과 充實한 수행에 의하여 이루어진다.

지면 관계로 아래에서는 段階別 規制基準中에서 安全規制體制, 立地選定, 稼動中放射線防護 및 TMI 後續措置現況을 설명하고자 한다.

5.1 安全規制

원자로를 운영하는 데는 安全性確保가 最優先 과제이며 이에 대한 1차적인 책임은 전적으로 원자로 사업자인 韓電에게 있다고 볼 수 있다.

따라서 원자로의 建設과 運營, 補修 및 閉爐에 이르는 전단계에 걸쳐 政府의 엄격한 規制를 받아야 한다. 어느 단계에서 어느 기관이 안전규제에 어떻게 관여하는가는 각 나라마다 다르지만 우리나라의 경우 원자로 자체의 安全規制責任은 科學技術處가 지고 있어서 원자로의 建設 및 運營許可발급도 과학기술처의 소관으로 되어 있다. 이와같은 중요한 책임을 부여받은 과학기술처는 技術平價·定期檢査·技術基準 制定·安全審査 등 기술적으로 專門性を 요구하는 사항에 대하여는 原子力安全技術院에 위임하고 있다.

우리나라는 원자로에 관한 技術基準과 標準規格을 미국, 프랑스 및 캐나다 등 원자로 공급국의 것을 준용하고 있는 형편이다. 한편 認許可制度는 과거 외국업체의 원자력사업 기술을 앞당겨 인수하기 위하여 美國의 2단계 認許可제도(건설허가·운영허가)와 日本의 認許可制度(설계 및 공사방법 승인)를 混合適用 하였으나 1986년 5월에 개정된 原子力法에 의하여 미국의 인허가제도를 단일 적용토록 하고 設計 및 工業方法에 관한 자료를 제출받는 형식으로 개선되었다.

미국은 1989년 5월에 現行 2단계 허가제도를 표준

원전의 경우 1단계 허가제도(건설 및 운영허가)로 簡素化하는 조치를 결정한 바 있다. 원자로의 敷地許可, 建設許可와 運營許可같은 중요한 사항은 여러 단계의 검토를 거친후 최종적으로 原子力委員會의 承認을 받도록 되어있다.

1986년에 개정된 원자력법에 의거하여 原子力委員會의 委員長은 종전의 과학기술처 장관으로 부터 副總理로 격상되었고 當然職委員은 相關부서의 長官과 원자로를 운영하는 한국전력공사의 사장으로 보하고 있다.

원자로의 건설허가신청서에는 豫備安全性分析報告書(PSAR)를 첨부해야 하고 운영허가신청서에는 最終安全性分析報告書(FSAR)를 첨부해야 한다. 안전성 분석보고서는 모든 설계개념과 指針, 각 계통에 대한 상세설명, 안전대책, 技術指針書(TS)등을 망라한 10여권의 방대한 서류이다.

과학기술처는 한국전력공사로 부터 이것을 제출받은 후 原子力安全技術院으로 하여금 審査케 한다.

원자로의 定式運轉이 시작되기전 과학기술처와 원자력안전기술원의 합동검사반은 建設과 器機設置工事が 완벽하게 되어 있는가, 그리고 운전하는데 지장이 없겠는가를 검사하게 되는데 우리는 이것을 使用前檢査(PSI)라고 한다. 그리고 약 1년동안의 운전 후 핵연료의 交替裝填을 위해 약 두달가량 운전을 정지하고 있는 동안 定期檢査(ISI)를 받게 된다. 뿐만아니라 운전중 異常事故가 발생하였을 경우는 이것을 지체없이 과학기술처에 보고하도록 규정되어 있다.

원자로의 이러한 행정적 절차를 圓滑히 수행하기 위해 과학기술처와 원자력안전기술원에서는 각 발전소에 駐在員을 파견하여 상주시키고 있다. 원자로의 안전성확보는 기본적으로 原子爐運轉擔當者인 韓國電力公社의 소관사항이지만 안전을 再確認하기 위하여 政府規制機關이 이처럼 깊이 관여하고 있는 것이다.

원자로 運轉의 안전성을 強化하기 위하여 國際原子力機構(IAEA)에서는 회원국의 支援要請에 따라 각국의 원자로 운영상태를 수시로 검사하고 있는데 우리나라에도 IAEA의 原子力發電 安全平價團(OSART)이 방문하여 여러가지 유익한 조언을 하고 있다.

5.2 發電所의 立地

원자력발전소의 立地로 선정되는데는 여러가지 조건이 만족되어야 한다. 安全上의 見地에서는 요구 조건을 두가지로 나눌 수 있는데 그 하나는 自然的인 環境條件 즉 外部要因이 가능한 한 적은 地點을 선택할 것과 다른 하나는 원자로에 발생할지도 모를 事故로 인해 社會가 받을 被害를 경감하기 위하여 發電所를 社會에서 어느 정도 멀리 設置한다는 것이다. 첫째 조건에 의하여 地震이 발생할 가능성이 있는 지역이나 颱風, 洪水被害를 자주 심하게 받는 지대에는 원자력발전소를 지을 수 없다. 특히 地盤의 견고함을 알아내기 위하여 사전에 地質調査, 彈性波試驗, 試錐試驗같은 정밀조사와 철저한 분석을 하여야 한다. 지진과 해일의 기록분석은 歷史的記錄에 근거하는데 우리나라의 과거 2千年間 역사기록을 참작하여 그것을 현대식 계기 지진기록으로 환산하여 耐震設計에 반영하고 있다.

두번째 조건인 社會가 받을 수 있는 被害를 경감하기 위해서는 原子爐型의 特徵을 고려하여 어떤 假想事故를 상정하고 그때 방출되리라고 豫想되는 放射性物質이 擴散된 경우의 周邊公衆의 피폭선량을 계산하여 검토한다. 周邊의 社會條件이 어느 정도 되어야 하는 가를 정하는 것은 立地選定 과정에서 達成해야 할 가장 중요한 것이 되고 있다.

規制基準에서는 原子爐와 社會 사이에 다음과 같은 3종류의 거리를 確保하는 것을 要求하고 있다.

첫째, 居住制限區域은 가상사고시 그 境界에 위치한 사람이 2시간동안 身體 全部位는 25rem 이내, 옥소흡입에 의한 甲狀腺被曝은 300rem 이내로 피폭되는 지역이다.

둘째, 低人口地帶은 가상사고시 그 境界에 위치한 사람이 事故全期間에 걸쳐 신체전부위에 25rem 이내, 옥소흡입에 의한 갑상선피폭 300rem 이내로 피폭되는 地域이다. 人口密集地域의 중심은 低人口地帶의 境界선으로 부터 최소한 1.33배 이상거리의 지점에 위치하여야 한다.

이것에 추가하여서 만일 대도시가 주변에 위치한 경우에는 총인구 累積線량을 감안하여 더 먼곳에 부지를 정하여야 한다. 여기에서 언급한 25rem이나 300rem은 미국 放射線防護測定審議會(NCRP)에서 정한 일생동안 단한번의 피폭허용선량이지만 비상시

에 공중이 받아도 된다는 허용조건이 될 수는 없으며 오히려 深層防護概念에 의하여 설계된 원전의 가상사고시에도 피해가 없도록 해야 한다는 의미에서 부지선정시 지켜져야 할 條件이다.

5.3 正常運轉中 放射線防護

放射線防護의 목적은 '發端線量 以上の 피폭에 의한 非確率的인 유해한 영향을 배제하고 低線量 피폭에 의한 確率的인 영향을 容認할 수 있다고 생각되는 수준까지 制限'하는 것이다. 이를 위하여 癌 등의 확률적 영향에 대해서는 원자력이용에 따르는 방사선 영향이 다른 산업의 리스크에 비해 충분히 용인될 수 있는 수준까지 낮게 제한하는 被曝最小化(ALARA) 概念을 적용한다. 원자력발전소에서는 각종 작업으로 부터 실제 받을 수 있는 방산선량을 法的基準值의 80% 이하가 되도록 관리하고 있다.

방사선방호수단으로는 발전소에 설치하는 제반 放射線安全施設과 放射線安全管理로 구분할 수 있으며 安全施設로서 주요한 것은 외부피폭을 방지하거나 低減시키기 위한 遮蔽設備, 內部被曝을 방지하기 위한 電氣設備, 發電所內 및 주변환경의 안전확인등을 위한 방사선 감시설비, 발전소에서 발생하는 기체·액체·고체폐기물을 안전하게 처리하는 폐기물 처리설비 등이 있다. 발전소에서 수행하는 방사선 安全管理業務는 발전소내를 구획하여 출입제한등의 조치를 취하는 區域管理, 방사성오염의 방호조치를 취하는 作業管理, 작업자 각 개인의 방사선량을 측정·평가 및 관리하는 個人 放射線量 管理, 발전소내의 방사선준위를 측정하는 放射線測定 監視, 기체·액체폐기물의 방출상황을 연속적으로 감시하여 주변환경에 대한 영향이 없도록 하기 위한 폐기물의 測定 監視, 발전소 주변의 환경에 대한 방사능감시와 방사선 비상사고시를 대비한 計劃樹立 및 訓練施行 등이 있다.

5.4 TMI원전事故 後續措置

소련 체르노빌 원전사고는 사고분석 결과 歐美形 원자로와 설계개념이 달라서 인적실수에 대한 예방 외에는 안전성향상을 위한 物理的인 조치가 강구되지 않고 있으며 오히려 방사선의 영향 및 그 舉動에

표 1. 運轉中인 原電의 號基別 措置現況

('90. 7 現在)

號基別	總件數	完決	未決
고리 1 號基	52	46	6
고리 2 號基	56	50	6
고리3, 4號基	52	44	8
영광1, 2號基	52	45	7
울진1, 2號基	43	42	1
월성 1 號基	37	37	0

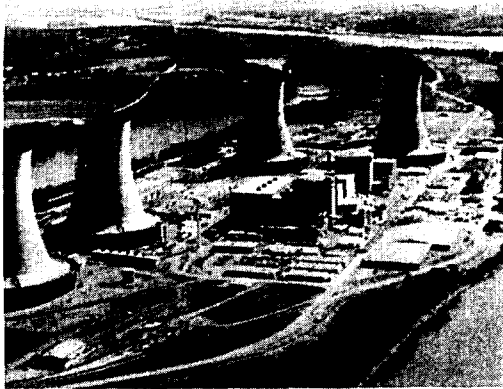


그림 4. TMI 원자력발전소

대하여 專門的인 관심이 집중되고 있다.

TMI원전사고는 당시 원자로 設計時에 가정하였던 放射線源(Source Term)의 과다 평가로 방사능이 외부로 누출된 것으로 추정하므로써 즉각 발전소 주변 주민을 대피시켰으나 실제로는 방사능 누출량이 매우 적어서 대피가 필요치 않은 상황이었으며 人命被害는 전혀 없었다.

TMI원전사고 4개월후 부터 美國原子力規制委員會(US NRC)는 원자력발전소 안전성제고를 위해 건설 및 운전중인 발전소에 대한 長·短期 보완대책 50여 항목을 4차에 걸쳐 勸告하였는데 국내에서도 전부 受容한다는 방침이 결정되어 각 원전이 조치를 서둘러 현재 거의 完了된 상태이다. (표1 참조)

원전 號基別로 未決狀態인 1~8개 항목은 사고를 예방하기 보다는 事故後 發電所 狀態를 감시하는 設備들이며 長期的인 조치가 필요하다. 1992년말까지 完結한다는 目標에 필요한 技術用役 및 所要設備을 購入推進중이며 그 주요 내용을 열거하면 다음과 같다.

●主制御室 設計 檢討(CRDR)

- 要件 : 현 주 제어실의 설계에 人間工學的인 측면을 補充
- 推進現況 : 技術用役을 통하여 改善항목을 도출함

●安全數値 表示盤(SPDS)

- 要件 : 발전소 안전상태를 일목요연하게 판단하도록 주요 安全表示盤을 主制御室 및 非常對應設備에 설치
- 推進現況 : 設置 設計 및 工事監理 用役契約 完了

●사고후 試料採取 및 분석(PASS)

- 要件 : 사고후 원자로냉각재 및 격납용기내의 試料採取 및 分析 設備을 설치
- 推進現況 : 主器機 購買 추진중

●確率論的 安全性 評價(PRA)

- 要件 : 發電所 또는 敷地別로 확률론적 위험도평가를 수행하고 신뢰도 향상에 반영
- 推進現況 : 事象(Event) · 故障樹木(Fault Tree) 및 人間信賴度 분석중

●事故監視計測器 추가 설치(Reg Guide 1.97)

- 要件 : 격납용기 廣域壓力, 광역수위 지시계 등을 설치
- 推進現況 : 事業所別 상세설계 施行中

●非常對應設備(ERF)

- 要件 : 발전소 重大事故 發生에 대비한 外部 支援體制의 확보
- 推進現況 : 技術支援室, 所外非常 運營室 別 途施設에 설치 공사중

6. 結 言

원자력발전소의 건설은 막대한 費用과 期間이 소요되는 基幹産業이므로 발전소의 敷地選定, 設計, 製作, 建設에 이르는 建設段階에서는 철저한 安全對策, 品質管理 및 檢査確認을 體系의으로 하는 것이 完結확보의 關鍵이 되며, 運轉段階에서는 節次遵守와 性能維持가 가장 중요한 요소이다.

本稿에서는 이러한 安全對策 現況을 포함하여 현재 진행되고 있는 改善努力을 기술하였다. 앞에서도 단정한 바 있지만 세상에서 絶對安全을 論할 수는 없을 것이다. 複雜多岐한 原子力발전의 安全性확보 수단은 최근 고도로 발달한 電算技術과 統計技法을 응용하여 定量的으로 평가할 수 있는 수준에 도달하고 있다.

최근 東歐圈國家를 비롯하여 中공에서도 우리나라

의 原電技術을 導入하기를 희망하고 있는 실정이다. 그리고 국내원전은 수차례 우수한 運轉實績을 達成하여 運營能力面에서도 國際적으로 높은 評價를 받고 있다. 그러나 原子力발전의 安全性에 대한 一般國民의 心理的 尺度는 어느 수준인가?

TMI와 체르노빌事故로 허물어진 국민의 心理的 信賴感을 科學的 信賴度에 다시 접근시키는 일이 중요한 과제로 남아 있다.