

原電의 安全性確保活動

Establishment of the Safety for
Nuclear Power Plant in Korea



朴 慎 祐 (韓電·原子力安全管理役)

I. 序 論

에너지 賦存資源이 부족한 우리나라는 1973年 제1차 석유파동 이후 原子力發電의 必要성과 그 重要性이 크게 浮刻되었고 代替 에너지源으로 향후 계속 原子力産業이 發展推進될 것으로 展望된다. 그러나 1979年3月29日 美國 TMI 原子力發電所의 核物質 漏出事故 이후 美國을 비롯한 世界各國에서 原子力安全性確保의 重要性을 再認識하게 되었으며 政府의 安全規제도 크게 強化되었다.

따라서 우리公社は 현재도 諸般 安全設備를 갖추고 安全基準을 徹底히 遵守하고 있지만 發電所의 設計, 製作, 建設段階에서 부터 商業運轉에 이르기 까지 原子力法과 美國聯邦法을 基準으로 하여 主機器 導入國의 諸般 安全規程을 보다 徹底히 施行遵守하고 많은 安全設備를 改善補完하는 등 原子力發電所의 安全性 向上을 위해 最善을 다하고 있다.

이에 關한 우리公社の 安全性確保活動事項을 간략히 紹介하고자 한다.

II. 安全性確保現況

原子力發電所의 信賴性 向上을 위해 發電所의 設計, 製作 및 建設施工의 全過程에 걸쳐 品質檢査를 徹底히 이행하며 發電所의 運營管理 過程에서도 職員에 對한 教育訓練 및 設備改善 등을 效果的으로 推進해서 安全運轉에 萬全을 기

하고 있다.

1. 發電所設計, 製作, 建設의 完壁

○ 發電所設計

原子力發電所는 多重性(Redundancy), 多元性(Diversity) 및 獨立性(Independence)이라는 嚴格한 安全設計基準을 適用하여 設計되었다. 그리고 工學的 安全設備를 完備하고 있어 最惡의 天災地變 및 地震發生時에도 安全運轉이 可能하도록 保障되어 있다.

또한 原子力發電所는 放射線에 對한 多重防護設計概念을 適用하여 正常運轉時는 勿論 어떠한 最惡의 事故時에도 格納容器內의 放射性物質이 發電所外部로 漏出되지 않도록 5重防護壁이 設置되어 있다(그림1).

○ 機資材製作

機資材의 故障 또는 缺陷으로 因한 事故發性의 豫防을 위해 조그마한 볼트 하나에 이르기 까지 製品을 原子力品質水準(Nuclear Grade)의 表示인 美國機械學會(ASME)에서 公認하는 N-Stamp를 取得한 業체에서만 製作하도록 規制하고 있으며, 그 製作過程에 있어서도 徹底한 品質檢査를 實施하고, 合格된 機資材만을 使用하고 있다.

○ 建設施工

原子力發電所의 建設에 參與한 經驗이 있는 建設業체를 嚴選하여 各工程마다 最新技術基準을 徹底히 遵守하면서 施工하도록 하고 있다.

品質活動도 施工業체의 自体品質管理와 韓電의 品質保證 및 政府機關의 品質監査 등 3重으로 重疊施行함으로써 施工上的 잘못을 豫防하고 잘못된 施工이 있으면 즉시 是正하도록 하고 있다.

2. 發電所 運營管理의 改善

最近 프랑스에서 調査한 原子力安全報告書에 依하면 原子力發電所 故障의 40% 程度가 設備 部品の 缺陷에 依해 發生되고 나머지 60%는 運營上의 失手에서 誘發되는 것으로 나타났다.

○ 外國原子力發電所의 事故分析

最近 美國 TMI發電所에서 發生된 爐心損傷 核事故(79.3.28日)와 日本 敦賀1号機에서 發生된 放射性物質漏出事故(81.3.8日)에 對한 主要原因 및 問題點을 分析檢討하고 이와같은 類似事故가 發生되지 않도록 防止對策을 樹立改善해 나가고 있다.

○ 原子力發電所의 運轉指針書開發 및 機能試驗施行

安全運轉 指針書와 이에 關한 各種 節次書들을 作成하여 運轉員이 반드시 이를 遵守하여 運轉補修하도록 하고 있다. 그리고 安全設備의 各種 機能試驗을 發電所 運轉中에 發電所 自体가 定期的으로 實施하고 原子爐本体 등에 關한 主

要稼動中檢査는 海外專門機關이 核燃料交替 및 計劃補修工事時에 철저히 遂行하여 發電所 安全性을 全般的으로 再確認하고 있다.

3. 技術人力의 養成

○ 運轉員의 資質向上

運轉員의 資質向上을 위해 處遇改善 및 教育訓練을 強化하였다. 處遇改善으로 原子力手當外 原子爐免許手當 및 運轉勤務手當을 支給하고 있으며 教育訓練은 古里原子力研修院에 模擬制御盤(Simulator)을 設置하여 1979年7月부터 계속 實施하고 있다.

新入社員은 29週, 運轉員에 對한 再教育은 2週 過程으로, 그리고 5交代勤務制度도 導入하여 1個 交代組는 順次的으로 反復 教育訓練을 實施하고 있다. 그밖에 技術要員의 教育訓練도 병행하여 週期的으로 施行하고 있다.

○ 技術人力의 養成

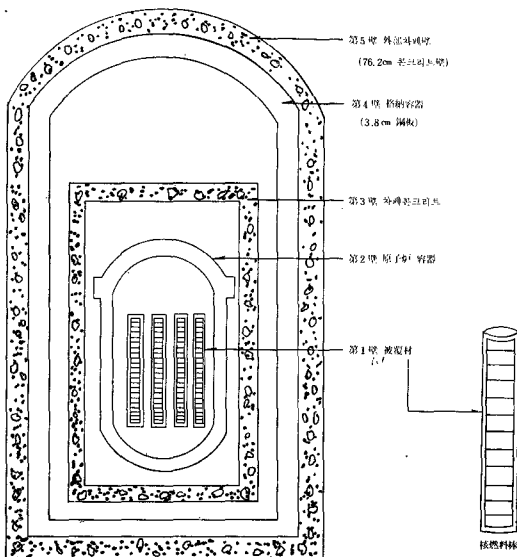
한편 特性化 工高에서 배출되는 人재를 原子力技術人力으로 充員하면서 蔚山工專 및 韓國科學技術院의 原子力工學科 등을 통해 優秀人力을 養成 確保하고, 이밖에 國內大學 및 大學院에 獎學金을 支給, 卒業後 採用하며, 나머지 所要 技術人力은 公開採用으로 確保하고 있다. 그리고 이들 技術人力은 初級, 中級 및 高級人力으로 區分 養成하고 있다.

○ 放射線管理의 強化

從業員에 對한 被曝管理는 最新型 全身放射線測定器 등 檢査裝備를 完備하여 法的 許容基準值 以下로 嚴格히 規制管理하는 한편, 1980年4月부터 韓一病院 古里分院에 被曝患者의 應急治療 및 放射能除染設備를 設置運營하고 있다.

發電所에서 發生되는 各種 放射性廢棄物은 完全處理後에 法的 許容基準值의 1/5以下로 희석 방출하고 있으며, 放出時는 自動放射能 監視器를 통해 連續적으로 監視하고 있다. 그리고 固体廢棄物은 發電所內에 10年分 貯藏倉庫를 設置하여 그 内部에 55개론 드럼에 넣어서 積載保管하고 있다.

〈그림 1〉 原子力發電所의 多重防護壁



또한 發電所 周邊에 遠隔自動放射能監視器를 設置하여 放射能의 影響을 계속적으로 測定 評價하는 동시에 發電所 周邊의 음료수, 곡물, 채소류, 해산물 및 海水 등 各種 環境試料를 週期的으로 採取分析하여 放射能의 影響을 評價하는 등 綜合的인 環境影響評價를 實施함으로써 一般주민의 安全과 環境保全에 最善을 다해 나가고 있다.

○ 非常放災對策確立 및 訓練

原子力發電所의 放射線 非常事故에 對備하여 非常放災對策을 確立하였고, 지난 1981年8月과 1982年8月 2회에 걸쳐 韓電을 비롯하여 政府 關聯部處와 地方行政機關, 軍部隊, 研究機關이 合同으로 假想事故에 對備한 非常訓練을 實施한바 있으며, 1983年11月29日에는 韓美 合同으로 國內 原子力發電所의 事故를 假想한 非常訓練을 成功적으로 끝마쳤다.

4. 安全設備의 改善

美國 TMI事故에 따른 政府指示 및 美國 原子力規制委員會(NRC)의 勸告事項에 따라 非常爐心 冷却系統 作動回路改善, 格納容器 排水 펌프 連動回路新設, 安全系統 手動밸브 施錠裝置 및 狀況板設置, 格納容器水位測定計設置 및 爐心溫度測定電算處理改善 등을 이미 改善補完하였고, 우리公社의 自体計劃에 따라 發電所의 信賴性 提高를 위해서도 原子力1号機는 20万弗에 相當하는 많은 設備를 改善 補強하였다(表1). 따라서 發電所 利用率은 1978年에 46%에서 1982年에는 73.5%로 增加되었고 發電所 故障回數도 점차 減少추세에 있다.

5. 安全管理活動의 強化

○ 建設 및 運轉過程의 徹底한 品質管理 및 安全管理 自体遂行

建設中인 原子力發電所의 主要安全設備의 信賴性 向上을 위해 이들 安全關聯機器의 設計, 製作 및 建設의 全過程에 걸쳐 完璧한 品質保證이 이루어지도록 徹底한 監査 또는 點檢을 통해 未備點이 補完되도록 誘導하고 있다. 그리

〈表1〉 原子力1号機의 設備改善內容

年 項	改 善 設 備	金額(弗)
1977	<ul style="list-style-type: none"> • 소더움 分析器 設置 • 地震 監視器 設置 • ECT 裝備 購入 • Ge(Li) 多重波高 分析器 컴퓨터設置 	390,000
1978	<ul style="list-style-type: none"> • 정수장 設備 改善 • Gland Seal Water 設備 改善 • 主給水 펌프 케이싱 交替 • 複水器 튜브 交替 	1,487,000
1979	<ul style="list-style-type: none"> • 使用後核燃料 貯藏設備 增設 • 1次側 밸브 交替 • 堽소 注入 設備 改善 • 主給水 펌프 및 순환수 펌프모터 권선 交替 	12,699,000
1980	<ul style="list-style-type: none"> • 原子爐 模擬訓練 設備改善 	649,000
1981	<ul style="list-style-type: none"> • 非常대피 警報設備 設置 • 複水器 테브리스 필터 設置 	306,000
1982	<ul style="list-style-type: none"> • 補助建物 HVAC 改善 • 複水器 정화設備 • 機械 스나브 交替 	1,940,000
1983	<ul style="list-style-type: none"> • 格納容器內의 水素再結合 設備 設置 • 15GPM 液体廢棄物設備 增設 	1,920,000
	合 計	19,391,000

고 品質檢査는 建設執行部署와는 別途인 獨立 機構에 의해 遂行되고 있다.

稼動中인 原子力發電所의 事故防止 및 安全性確保를 위해 安全運轉基準 등 諸般基準과 各種 節次書의 준수상태를 定期 및 수시로 確認 點檢하여 不滿足事項은 是正指示를 한다. 이 安全點檢 역시 發電所 運營組織과는 別途인 獨立된 專担機構에 의해 수행되고 있다.

○ 安全點檢의 多重化

發電所 安全點檢은 1次로 韓電自体的으로 定期 또는 수시로 하고 있으며, 2次로 科技處 主管下에 原子力 安全센터와 공동으로 年1회 以上 點檢하고 있다. 그리고 또 海外 專門機關인 國際原子力機構(IAEA)와 美國原子力發電協會

(INPO)에 要請하여 美·日·法 原子力 發電所의 全般에 대해 安全性確保를 再診斷評價받고 있다(表2).

○ 安全運轉基準의 改正

原子力發電所의 安全運轉을 도모하기 위해 原子力1号機의 現行基準을 美国의 最新 安全運轉基準에 따라 改正補強하여 1982年11月 科學技術處에 承認을 要請하였고 承認을 받는대로 이를 適用 運轉할 計劃이다.

그리고 非正常運轉節次書(Emergency Operation Procedure)도 美国原子力規制委員會의 勸告事項에 따라 修正 補完하였다.

Ⅲ. 安全性確保對策

1. 安全設備의 補強推進

美国 TMI事故에 關聯하여 現在 原子炉 格納容器内部 水素再結合器 및 液体廢棄物處理蒸發器 등의 施設을 設置中에 있으며, 炉心冷却監視器, 原子炉容器 및 加壓器의 排氣設備, 安全數值表示盤, 加壓器 安全/放出밸브 漏洩監視器, 原子炉容器 水位測定器, 事故後 試料採取設備 및 廣域放射能監視器 등의 施設補強은 長·短期로 区分하여 推進할 計劃이다.

2. 原子力人力 確保計劃 및 訓練施設 擴充

○ 原子力技術人力의 確保計劃

우리公社의 長期電源計劃推進에 必要한 原子力人力을 아래와 같이 確保할 計劃이다(表3).

○ 訓練施設의 擴充

運轉員의 効果的인 訓練을 위해 原子力1,2号機用의 既存 模擬制御盤 教育프로그램에 美国 TMI發電所 事故內容과 그밖의 主要訓練內容을 追加補完할 豫定이다.

3. 海外 專門機關에 依한 安全診斷

稼動中인 国内 原子力發電所의 安全性診斷 및 評價를 海外 專門機關인 國際原子力機構, 또 是 美国 原子力發電協會등에 要請 受檢할 計劃이며, 發見된 未備點은 改善할 豫定이다.

4. 海外 技術情報 積極活用

○ 美國原子力規制機關의 情報活用

美国內의 稼動中인 發電所에서 發生된 問題

〈表3〉 原子力技術人力計劃

区分 \ 年度	'83	'84	'85	'86	'87
總所要人員	1,870	2,045	2,160	2,315	2,435
既確保人員	1,547	1,829	2,001	2,113	2,266
所要充員	323	216	159	202	169

〈表2〉 原子力1号機의 安全點檢內容

区分 機關	點檢名	點檢期間	點檢結果		
			指摘件	是正件	進行件
科技 處 主管	1. 原子力1号機竣工後 綜合安全點檢	77. 10. 17 ~77. 11. 2	5	5	0
	2. 美国 TMI 事故後 綜合安全點檢	79. 4. 11 ~79. 5. 16	29	23	6
	3. 核燃料 再裝填中 綜合安全點檢(4回)	79. 9. 24 ~83. 12. 30	76	66	10
韓電 主管	1. 原子力安全委員會 點檢(7回)	79. 12. 10 ~83. 12. 17	49	33	16
	2. 隨時點檢(77回)	79. 12 ~83. 4. 25	64	53	11
專 門 機 關	1. 美国原子力專門家 셀러만, 레비氏(2回)	80. 6. 82. 4.	9	3	6
	2. 國際原子力機構(IAEA)	83. 8. 7 ~83. 8. 21	62	0	62
	3. 美国原子力發電協會(INPO)	83. 10. 31 ~83. 11. 4	41	0	41

點 및 主要事故 關聯情報(IE Bulletin, IE Information, IE Circular)를 定期的으로 入手하여 事故防止에 必要한 措置를 講究토록 한다.

○ 美国 原子力發電協會(INPO)의 情報活用
美国内 運轉中인 原子力發電所의 諸般-問題 點 및 事故등에 關聯한 必要情報을 手로 入手하여 發電所 建設 및 運轉에 活用하고자 한다.

5. 安全性確保를 위한 技術開發

○ 爐心管理技術의 向上

현재 運轉中인 原子爐의 爐心追跡管理, 爐物 理試驗 및 核設計妥當性檢討 등은 自体遂行하고 있으나, 使用後核燃料의 再配置에 따른 核設計關聯技術은 아직 海外에 依存하고 있는 實情이다. 따라서 交替爐心設計, 核燃料 裝填模型 및 最適濃縮度決定 등에 關한 技術自立化를 先務를 予定이다.

○ 放射性廢棄物의 處理, 処分 綜合對策樹立

原子力 發電所의 稼動台數가 增加되면 相對的으로 放射性廢棄物의 效果的인 處理 및 処分問題가 크게 要求되고 있어 放射性廢棄物 生成量의 減少를 위한 減容設備 導入, 生成된 放射性廢棄物의 永久処分敷地選定 및 処分場建設 등을 推進할 計劃이다.

○ 環境管理의 強化

현재에도 稼動中인 原子力發電所 周邊의 環境狀態를 徹底히 監視하고 있지만 万一의 事故時 住民 및 環境保護에 效果的으로 對處하기 위한 방안의 하나로 最新型인 環境放射能監視器 14台를 古里原子力發電所 周邊에 追加 設置 運當할 計劃이다. 그리고 發電所 주변의 環境汚染狀態 및 住民의 放射線被曝 狀態를 새로 開發된 最新型 電算 프로그램으로 自体에서 分析 評價할 計劃이다.

6. 安全業務의 標準化

安全點檢 指針書 및 點檢標를 開發하여 發電設備의 機能狀態와 運營狀態를 体系的으로 確

認 保證할 수 있도록 點檢業務를 標準化 하고자 한다. 그리고 發電所 事故 豫防策의 일환으로 国内 原子力發電所의 事故사례집을 發刊 活用하여 한편 原子力安全對策會議를 定期的으로 開催할 計劃이다.

IV. 結 論

原子力發電所의 安全性은 公衆에 安全과 環境保全은 勿論, 發電所의 實績向上에도 매우 重要한 課題이다. 특히 美国 TMI事故 이후에 原子力發電所의 安全性問題는 더욱 더 重要한 課題로 抬頭되었던 것도 周知의 事實이다.

따라서 위에서 言及한 바와 같이 設備改善을 持續的으로 推進하는 등 安全性確保를 위해 그동안 우리公社는 一連의 많은 改善措置를 不斷히 講究 推進해 왔다.

여같은 모든 結果를 綜合分析하여 보면 현재도 国内 原子力發電所의 安全性確保는 잘 維持되고 있는 것으로 判斷된다.

그러나 새로 設計되는 原子力發電所에 最新 原子力技術을 導入 適用하고 新規 및 既存設備의 安全性 및 信賴性 提高를 위해 다음 事項은 持續的으로 改善 發展되어야 할 것이다.

○ 原子力技術人力의 資質向上을 위한 教育訓練에 果敢한 投資

○ 信賴性向上 및 事故豫防을 위해 設計 및 運轉中인 原子力發電所에 積極의이고 体系的인 運轉經驗의 피드백(Feed Back)

○ 美国 TMI事故에 따른 主要設備改善은 技術性和 經濟性を 신중히 檢討反映

○ 設計, 製作, 建設 및 運轉의 全過程에 있어서 公社自体의 品質 및 安全管理 活動強化

○ 能率의 業務 推進을 위해 規制機關, 研究機關, 建設業체 및 電力公社間의 보다 緊密한 協力關係維持

○ 機器供給國別로 安全規制基準을 受容 適用하고 있는 것을 国内 實情에 適合한 安全規制基準 및 制度를 開發適用