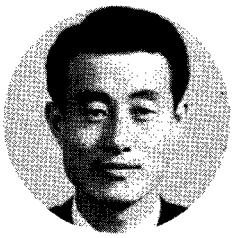
韓國의 原電 얼마나 安全한가

- 蘇聯 체르노빌 原電事故와 關聯하여 -



鄭 甫 憲
〈韓國電力公社 技術安全支援室長〉

1. 序 論

지난 86. 4. 26, 01 : 23에 發生된 蘇聯 체르노빌原電 4號機의 事故는 當事國인 蘇聯에 많은 人命被害와 環境汚染 등을 招來하였을 뿐만 아니라 스웨덴을 비롯한 隣接國家에 까지 放射能汚染으로 衝擊을 줌으로써 國際的 物議와 政治的 緊張까지 招來한 하나의 큰 災殃이었다.

다음은 同 事故에 대한 國際的 輿論과 壓力을 撫摩시키기 위해 蘇聯當國이 IAEA의 요구를 받아들여 86. 8. 25~8. 29까지 IAEA본부(비엔나 소재)에서 世界各國의 原子力關係 專門家를 招聘하여 發表한 事故調査結果報告會에 參席하고 그 內容을 要約한 것이다.

지금까지 同 事故關係 情報 및 推測記事들이 散發的으로 入手되기는 했었으나 全體的인 事故內容의 把握에 어려움이 있었는데, 本 事故要約報告書가 事故內容의 把握 및 理解에 다소나마 도움이 되기를 바라며, 이번의 蘇聯 체르노빌原電事故와 관련 우리나라의 原電 安全性은 어떠한지를 살펴보기로 하겠다.

2. 체르노빌原電 4號機 原子爐의 設計概要

가. 原子爐構造概要

CANDU型인 月城原子爐와 類似하나 月城原子爐는 核燃料채널이 水平으로 構成되어 있는데 反해 체르노빌原子爐(RBMK-1000型)는 垂直으로 되어 있고 2%의 濃縮核燃料와 減速材는 重水 대신 黑鉛을 使用하고 있다.

나. 原子爐冷却材系統 主要設計仕樣

項 目	設 計 仕 樣
1. 原子爐型	沸騰輕水型(RBMK-1000)
2. 電氣出力(MWe)	1,000
3. 熱 出 力(MWt)	3,200
4. 原子爐冷却水系統	
○冷 却 水	輕 水
○系統壓力(Psia)	1,015
○爐心入口溫度(°F)	509
○爐心出口溫度(°F)	554
○冷却루프數	2 個
○루프當채널數	840個(垂直채널)
○루프當循環펌프數	4 臺 (正常運轉時 3臺, 非常待機 1臺)
○루프當蒸氣分離器	2 臺
5. 減 速 材	黑鉛(Graphite)
6. 原 子 爐	
○직경(m)	11.8
○높이(m)	7
7. 核 燃 料	
○濃 縮 度	2%(U-235)
○燃燒度(MWd/kg)	20
○燃料다발형태	원통형

項　　目	設 計 仕 樣
○裝塡量(톤)	192
○集合體數	1,693
○集合體當燃料棒數	18
○總燃料棒數	30,474
8. 制 御 棒	
○總制御棒數	211개
○制御棒種類	5種 : 1) 自動制御棒
	2) 局部 自動制御棒
	3) 手動 制御棒
	4) 非常保護 制御棒
	5) 部分 制御棒
9. 格納容器	없음
10. 氣泡係數	2.0×10E-4% Steam

3. 事故內容

가. 事故發生經緯

外部 電源喪失時 터빈發電機의 貫性으로 所內非常電力供給可能性試驗을 체르노빌 3號機에서 2回에 걸쳐 實施하였으나, 터빈發電機의 回轉貫性力이 消盡되기 前에 發電機의 電壓이 低下되어 모두 失敗하였다.

따라서 이번 4號機에서는 3號機에서와 같은 失敗를 되풀이하지 않기 위해 改良된 發電機電壓調整器(Regulator)를 使用하여 定期補修停止 직전 出力을 減發하여 #8番터빈發電機로 試驗中 事故가 發生하였다.

나. 試驗進行概要

細部試驗進行措置內容은 表1과 같으며, 이중 重要事項을 간략히 그림으로 表示하면 그림1과 같다.

다. 事故原因

表1 및 그림1에서 보는 바와 같이 事故原因으로서는

1) 制御棒을 모두 뽑아 爐停止餘裕度를 喪失하여 過度한 原子爐 反應度를 誘發한 것이 主原因이었으며,

2) Steam seperator의 異常壓力 및 水位에

〈表 1〉 時間別 試驗進行 現況

日 時	運 轉 員 措 置	事 由 및 結 果
86. 4. 25		
01 : 00	原子爐出力減發(定格出力)	試驗準備(試驗計劃出力 : 700~1000MWt)
13 : 05	-#7發電機 Switch off (原子爐熱出力 : 1600 MWt)	
	-#8發電機가 發電所 機器 必要電源 供給	
14 : 00	-非常爐心系統을 主冷却水循環回路로 부터 遮斷	-作業計劃書要件
23 : 10	-出力減發繼續	-爐出力均衡維持에 長時間 所要
	-局部自動制御棒을 停止시키고 手動操作	-同 結果 出力이 30 MWt까지 떨어짐
86. 4. 26		
01 : 00	-熱出力 200MWt安定維持	-毒作用으로 因해 더 이상의 出力增加 不可
	-上記問題點(試驗出力要件違反)에도 불구 試驗 強行	
01 : 03 ~01 : 07	-待機中인 主冷却材循環펌프 1臺 追加稼動	-低出力에서는 禁止事項, 循環펌프 1臺 追加運轉으로 冷却材流量增加, 그 結果 蒸氣生性量減少 및 他 原子爐 安全因子들이 變更됨.
		-同 段階에서 이미 低水位 및 低壓力으로 非常基準値보다 낮아짐.
	-手動으로 蒸氣壓力 및 水位調節 試圖	失 敗
	-同 狀況에서 原子爐非常停止를 防止코자 非常保護信號 遮斷	反應度 점차 떨어짐
01: 22: 30	運轉員이 非常停止가 즉각 要求되는 過剩反應度를 감지하고도 實驗繼續	實驗強行
01: 23: 04	#8發電機의 非常調節밸브 잠금(出力 : 200MWt)	-#8T/G試驗 始作
		-試驗失敗 대비 反復試驗을 위해 原子爐非常保護系統 遮斷(作業計劃書 無視)
		-試運始作되자 즉시 原子爐出力 천천히 增加

01: 23: 40	原子爐非常停止	-爐內非常制御棒 挿入(最低位置까지 挿入지지 않아 數秒後 運轉員이 重力으로 떨어지도록 措置)
01: 23: 43		非常保護機能이 原子爐出力 上昇을 막을 程度로 充分하지 못했음(Shutdown margin이 적었음).
01: 23: 44	첫번째 出力變動	도플러効果과 停止用 및 制御用 制御棒 挿入으로 正反應度 겨우 補償
01: 23: 45	-急激한 蒸氣生成(氣泡生成) -감작스런 出力變動	-冷却水 Boiling-up으로 감작스런 正反應度 上昇
	-冷却材流量 急激히 減少	原子爐內 감작스런 壓力 上昇으로 Check valve 잠김
01: 23: 46	-蒸氣分離器드럼내의 蒸氣壓力이 事故 Level 보다 上昇	-莫大한 量의 蒸氣生成
01: 23: 47	冷却水流量增加 始作	-核燃料채널 破裂始作
01: 23: 48	熱爆發	-두번 爆發 및 火災發生

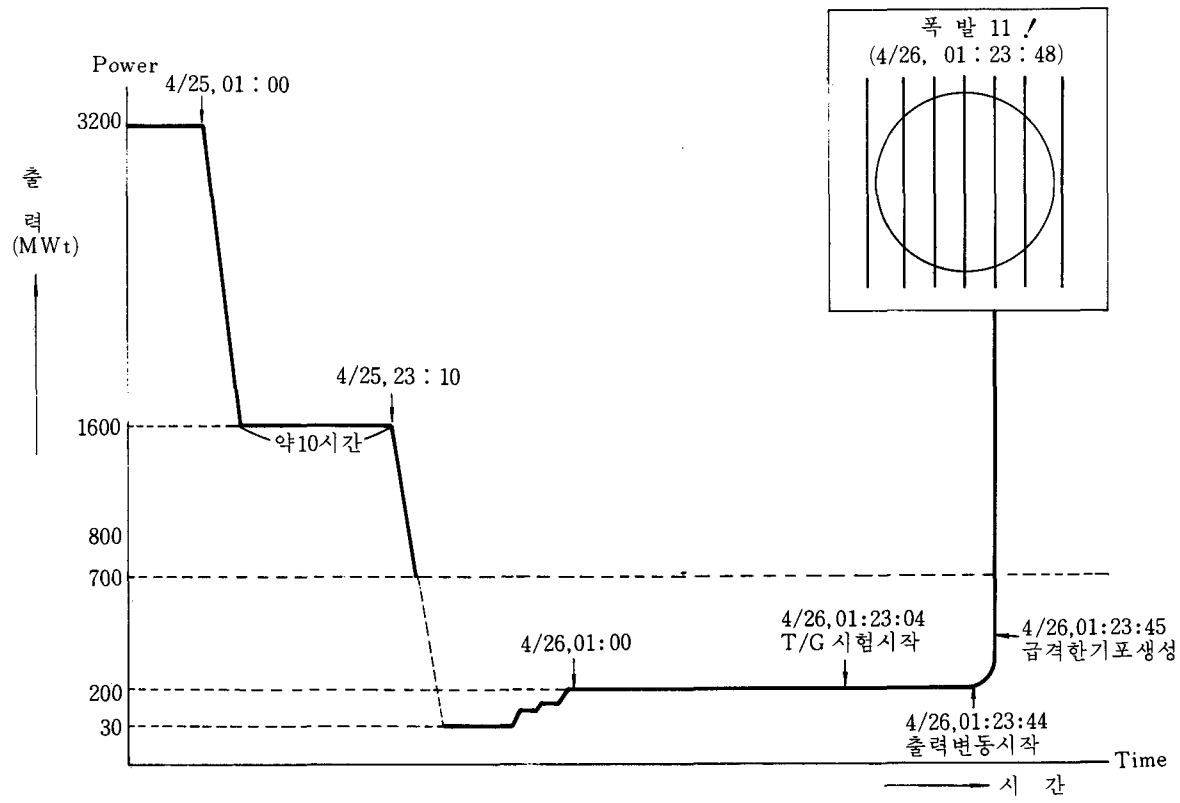
의한 原子爐停止保護機能을 試驗時 除去하였고,

3) 局部出力自動制御裝置機能을 除去하고 試驗하였으며,

4) 非常爐心冷却設備機能을 차단시키고 試驗하였고,

5) 시험중 低出力에서 原子爐停止保護機能을

〈그림 1〉 시험진행에 따른 출력변화



차단하고 시험한데 있다.

蘇聯當國은 이번 事故誘發의 根本原因이 設備의 缺陷 때문이 아니라 運轉員들이 可能限한 試驗을 迅速히 完了하기 위해 運轉指針 및 規定을 遵守치 않은데 있다고 強調하고 있다.

蘇聯當國이 主張하는 運轉規定 違反事項 內容을 敷衍하면 表2와 같다.

라. 事故原因誘發背景

事故를 誘發시키게 된 根本 背景을 살펴보면

1) 承認되지 않은 試驗計劃에 따라 進行하였고,
2) 試驗計劃 內容自體가 未備하였고,
3) 試驗計劃에 따라 試驗을 遂行치 않았으며(試驗出力水準 등),
4) 原子力發電所(特히 原子爐特性)에 對한 專門知識이 不足한 電氣技士가 試驗을 主管進行하였고,
5) 試驗中 安全運轉規定 및 指針을 遵守치 않은데 있다.

이와 같이 違反하게된 根本的인 動機는 可能限한 試驗을 迅速히 完了하려고 한데 있었다. 왜냐하면 蘇聯 체르노빌原電은 일단 原子爐가 停止되면 再起動에는 수십시간이 經過되어야 하기 때문에 原子爐를 停止시키지 않고 試驗을 反復할 目的으로 各種 保護設備機能을 人爲的으로 遮斷시킨 狀態에서 試驗하였던 것으로 推測된다.

마. 事故結果

31名이 死亡(爆發事故後 鎭火中 1名 死亡, 1名 실종 包含)하였고 重傷 203名 및 入院 237名等의 人命被害를 招來한 큰 事故이었고, 爆發로 인해 原子爐損傷 및 原子爐建物 一部가 破損되었으며, 爐心保有放射能總量의 3.5%(5.0E +7 Ci)가 原子爐建物 破損部位를 通해 大氣로 漏出되어 隣近住民에 상당량의 放射能被爆과 環境汚染을 招來시켰다.

隣近住民의 放射線 總被爆線量은 約160萬Man-Rem으로 推定되며, 1人當 被爆線量은 ICRP 勸告値(5Rem/yr)의 2.4倍에 達하는 것이었다. 더욱이 同 事故는 自國內 原電隣近의 汚染뿐만 아니라, 스웨덴 等 隣接國家까지 放射能汚染을 招來함으로서 穀物과 牛乳 等을 廢棄시켜야 했

〈表2〉 運轉規定 違反事項 및 結果

順位	違反事項	動機(原因)	結果
1	運轉反應度 마진을 許容値이하로 減少시킴	"Iodine Well"에서 벗어나기 위해 試圖	原子爐非常保護系統의 無力化 招來
2	出力을 試驗計劃上의 水準 미만으로 減發	運轉員 過失로 Local Auto. Control 스위치를 끔	原子爐가 制御困難狀態로 됨
3	各 펌프 吐出流量이 規定値 超過狀態에서 모든 原子爐冷却水循環펌프를 原子爐에 連結	試驗要件을 滿足시키기 위해	強制循環回路內의 原子爐冷却水 温度가 飽和温度에 到達
4	터빈發電機 2臺 停止信號時 작동되는 原子爐保護系統 遮斷	터빈發電機를 트립시킨 狀態에서 慣性回轉力을 利用한 試驗을 必要時 反復하기위해	原子爐自動停止 可能性 喪失
5	Drum-separator의 水位 및 蒸氣壓에 의한 系統保護機能 遮斷	不安定한 原子爐 運轉狀態에도 不拘하고 試驗을 遂行키 위해	熱變數(Heat parameters)에 의한 原子爐保護系統機能 完全除去
6	設計基準事故에 對備한 保護系統의 스위치를 끔(非常爐心 冷却系統機能을 끔)	試驗中 非常爐心冷却系統의 誤動作 防止	事故範圍 縮小 可能性 喪失

으며, 隣接國의 住民들에 까지 放射能 恐怖를 招來시켜 國際的 물의를 誘發한 慘事였다.

4. 事故擴大防止措置內容

가. 火災鎭火措置

爐心爆發로 高温의 爐心破片들이 原子爐建物 지붕 여러 곳과 工作室 等으로 튀어나감으로서 30個 이상의 場所에서 火災가 發生되었고, 기름이 들어있는 配管, 電線의 合線 및 原子爐로부터의 高密度 輻射熱 等으로 #7번 터빈發電機홀 건너편 工作室과 原子爐홀, 原子爐隣接房 및 部分的으로 破損된 建物 等에서 火災가 集中發生됨으로서 事故後 가장 急한 것은 鎭火措置였으며 事故發生後 約 4 時間後에야 完全鎭火가 可能하였다.

나. 事故後 核燃料狀態評價措置

核燃料에서 放出되는 殘熱과 原子爐內(Rx. Vault)에서의 제반 化學反應에 의해 발생되는 熱(수소연소, 黑鉛 및 Zirconium산화 등에 의한 熱) 等의 資料를 利用하여 類推評價한 結果, 原子爐心이 部分的으로 損傷되었고 原子爐冷却水系統이 完全히 破損된 것으로 推定되었다. 또한 損傷된 核燃料로 부터 漏出된 Kripton, Xenon核種은 全量이 外部로 放出되었고 일부 揮發性核分裂生成物(Iodine, Cesium) 等도 外部로 放出되었으나, 기타 核種은 모두 原子爐建物內에 殘留된 것으로 判明되었다.

다. 爐心事故의 擴大防止措置

熔融된 核燃料가 凝集(Concentrate)되어 連鎖反應을 일으킬 수 있는 臨界量(Critical Mass)에 到達될 危險性이 있었고, 損傷된 原子爐로부터 상당량의 放射性物質이 大氣로 放出되고 있으므로 이를 防止하기 爲한 措置로서 原子爐容器內部温度를 減少시키는 한편 黑鉛構造材의 發火를 防止하기 위해 非常補助給水펌프로 爐心에 물을 供給하였다. 그러나 이 措置가 오히려 逆效果를 招來하여 事故가 急激히 惡化되었다. 따라서 事故를 原子爐建物로 局限시키기 爲해 熱吸收材 및 濾過材(Filtering Material)로 原子爐部位를 덮기로 決定하고 軍用헬기를 利用하여 86. 4. 27～5. 10사이에 붕산, 백운석, 모래, 진흙, 납 等의 混合物 約5,000톤을 損傷된 原子爐建物에 投下하는 한편, 原子爐 温度 및 酸素濃度를 減少시키기 위해 原子爐容器(Vault)下部空間에 壓縮空氣로 液體窒素를 注入하였다.

同 措置로 原子爐로 부터 放射性物質의 漏出이 數百Ci까지 急激히 減少되었고 原子爐心의 温度 等도 상당한 安定이 維持되기 始作함으로서 마침내 事故鎭壓이 이루어졌다.

라. 敷地除染措置

事故時 放射性 物質이 敷地內에 擴散되어 터빈 건물옥상, 제 3號機 천정 및 배관 지지대 등에 떨어지므로서, 發電所 전체가 放射性기체 및 분진 等으로 침적되어 완전히 汚染되었다. 따라서 發電所 敷地內에 떨어져 있는 放射性분진의 擴散을 減少시키기 위해 터빈建物 屋上 및 道路表面 等을 各種 溶液으로 處理하였다.

마. 第 4 號機의 長期埋沒計劃樹立

埋沒은 周邊과 大氣의 正常的인 放射能 狀態를 보장해야 하며 放射性物質의 環境漏出防止가 감안되어야 하기 때문에 다음과 같이 構造物을 建設할 豫定이다.

- 建物 외곽을 따라 放護外壁 設置
- 第3, 4號機 사이의 터빈홀에 내부 콘크리트차단벽 設置
- 第2, 3號機 사이의 터빈홀에 철제차단벽 設置
- 터빈홀에 방호용천정 設置

바. 住民疎開

30km以內 地域의 環境汚染分析結果에 따라 隣近住民(Pripyat市 및 其他 地域) 約135,000名을 疎開시킴으로서 住民被爆量을 許容値 以內로 減少시키는데 기여하였다.

30km以上 地域 住民들도 區域에 따라 放射線 被爆許容値를 超過할 憂慮가 있어 住民 및 職員들의 放射線過被爆防止를 爲해 住民疎開, 放射能의 含量이 增加된 食品類의 攝取를 禁止시키는 한편, 家庭이나 野外에 있을 때의 被爆減少措置方法 等을 弘報하였다.

5. 安全性改善對策

가. RBMK型 原子爐의 安全性改善對策

첫째, 制御棒의 引出停止스위치를 交替하여 完全引出位置에서 모든 制御棒이 爐心內로 1.2 m 挿入되도록 함으로서 制御棒의 原子爐 出力制御 有效速度를 向上시켜야 하며, 制御棒이 原子爐上部 停止位置로 부터 下部로 들어가는 동안 原子爐下部에서 出力增加를 排除시켜야 한다.

둘째, 항상 爐心內에 位置하는 吸收型 制御棒(Absorber-type) 數를 現 30個에서 70~80個로 增加시켜 氣泡係數(Void Coeff.)를 許容値以內로 減少시키는 것이 必要하다.

앞의 두가지 改善할 內容들은 原子爐心 初期濃縮度를 現 2%에서 2.4%로 轉換하고 冷却水密度 變化에 따른 正反應度 瞬時 增加値가 1β를 超過하지 않도록 爐心內에 追加 Absorber를 挿入할때 까지의 暫定措置가 될 것이다.

셋째, 原子爐冷却水循環펌프의 空洞現象마진(Cavitation Margin)指示計들을 追加 設置中이며, 非常停止信號發生時 原子爐反應度自動計算裝備도 設置中에 있다.

나. 科學的 및 技術的 側面에서의 安全性改善對策

체르노빌原電事故後 原電의 安全性에 대한 理論的, 實驗的 硏究現況에 對한 再評價가 遂行되었으며, 安全性의 改善과 強化方案이 開發中에 있다.

즉, 各種 過渡現象 및 事故狀況分析電算코드의 改善이 進行中이며, 어떠한 事故에서도 爐心이 破損되지 않는 原子爐의 開發을 硏究中이고, 定量的인 確率論的 安全分析硏究를 擴大시킬 豫定이다.

다. 組織 및 技術的 側面에서의 改善對策

蘇聯의 原電設計 및 運轉關聯資料와 外國資料를 比較한 結果, 重要한 相異點은 없으므로 總體的으로 原子爐安全基準 變更은 不要하다고 判斷된다.

그러나 實際基準適用時에 보다 注意깊은 確認措置가 必要하다. 特히, 技術要員의 訓練 및 再訓練의 改善이 必要하며 設計, 建設要員들은 製作 및 施工過程에서 各 機器의 품질을 보다 注意깊게 確認하는 等 組織 및 管理上의 改善을 強化해야 할 것이다.

라. 國際的 對策

安全한 原電의 開發과 同 分野의 國際協力擴大強化를 主管할 國際機構의 設立이 절실히 要望되므로 同 國際機構의 設立을 提案한다.

6. 우리나라 原電의 安全性 考察

이번 蘇聯原電의 事故와 關聯 우리나라 原子力發電所는 안전한지 여부를 蘇聯原電과 비교하여 살펴보기로 하겠다.

가. 設備側面에서의 安全性 比較

1) 原子爐設計特性

○蘇聯 原子爐 : 正反應度特性을 가지고 있어 어떤 요인으로 原子爐出力이 상승되면 출력이 더욱 올라감. 특히 20% 이하의 低出力에서는 同 現象이 심하여 출력 안정유지 및 原子爐出力制御가 어렵고 出力爆走의 위험성으로 安全性側面에서 취약성이 있음.

○우리 原子爐 : 어떠한 出力狀態에서도 항상 負反應度를 가지고 있어 어떤 요인으로 出力이 상승되면 爐 자체가 出力을 減少시키는 자기

억제기능을 가지고 있어 安全함.

2) 原子爐制御棒

○蘇聯 原電 : 出力分布의 안정유지가 어렵기 때문에 복잡한 制御系統을 가지고 있으며 制御棒 속도가 늦어 原子爐緊急停止機能이 미흡(CANDU型 原子爐에서와 같은 Fast Shutdown Rod가 없음).

－制御棒種類 :

가) 自動制御棒(局部自動制御棒／出力調整制御棒)

나) 受動制御棒

다) 非常保護制御棒

라) 部分制御棒

－制御棒數 : 總211個

○우리 原電 : 出力分布 制御가 용이하며 制御系統이 간단하고 出力制御 속도도 충분함. 뿐만 아니라 制御棒의 과도인출이 자동방지됨.

－制御棒種類 :

가) 出力調整制御棒

나) 停止制御棒

－制御棒數 : 總52個

3) 原子爐系統構造

○蘇聯 原電 : 수직원통형 原子爐室內에 역시 수직으로 된 총1,680개의 냉각재채널로 되어 있어 냉각재계통및 열제거계통이 복잡하므로 냉각재누설 가능성이 큼.

○우리 原電 : 수직원통형 原子爐와 3개의 냉각루프로 되어 있어 냉각재 계통이 간단하므로 냉각재누설 가능성이 적음.

4) 中性子減速材

○蘇聯 原電 : 中性子減速材로 原子爐內部에 흑연(Graphite)이 들어있어 火災의 危險性이 매우 큼(특히, 냉각수누설사고 발생시에는 흑연과 물의 반응으로 인한 수소 발생 및 폭발로 이번 소련 原電事故와 같은 중대사고 초래 危險性이 큼).

○우리 原電 : 原子爐 冷却水인 輕水가 減速材 역할을 겸하고 있어 화재위험성 등이 전혀 없음.

5) 安全設備多重化

○蘇聯 原電 : 安全設備의 多重化가 自由世界의 設計槪念에 비해 매우 미흡.

○우리 原電 : 原子爐 安全性 確保를 위해 설비된 모든 安全設備는 各各 2 중으로 設置되어 있어 1개 설비가 순간적으로 故障이 나더라도 安全性 확보가 可能함.

6) 非常電源供給用 디젤발전기

○蘇聯 原電 : 外部電源喪失事故時 非常電源 供給이 迅速히 이루어 지지 못함.

○우리 原電 : 外部電源喪失後 10秒內에 完全起動된후, 于先順位에 따라 各種安全設備에 必要한 負荷를 自動으로 供給하여 52秒內에 全負荷供給이 完了됨(週期的 試驗을 通해 性能確認).

7) 2 次系統(터빈, 발전기 및 부속설비 계통)의 放射能汚染

○蘇聯 原電 : 沸騰爐(BWR)이므로 2 차系統에 放射能이 약간 포함된 蒸氣가 供給되기 때문에 長期的으로는 汚染 초래.

○우리 原電 : 加壓輕水爐(BWR)이므로 2 차계통의 汚染 가능성 없음.

8) 格納容器

○蘇聯 原電 : 사고 原電인 체르노빌 4號機에는 格納容器가 없음(최신 建設中인 原電에는 格納容器 도입중).

○우리 原電 : 철근콘크리트構造의 格納容器가 原子爐 및 關係 시설을 내장하고 있음. 따라서 만일의 重大事故가 일어나더라도 事故는 原子爐格納容器內에 局限되며 蘇聯 原電事故에서와 같은 放射性物質의 環境 누출은 불가능함.

나. 原電의 運營管理側面에서의 安全性

運營管理側面에서 우리 原電의 安全性을 確保하기 위해 遂行하고 있는 主要內容을 살펴보기로 하겠다.

1) 安全運營規定遵守

規制機關의 檢討承認을 받은 安全運轉技術規定 및 各種 運轉節次書에 따라 運轉.

2) 安全性 未立證된 試驗 不許

모든 試驗은 타당성 및 安全性을 政府規制機關 및 專門機關(한국에너지연구소 원자력 안전센터)의 事前檢討承認을 받아 건설직후 試運轉期間에 施行됨. 安全性이 未立證된 試驗을 原電設備에서 직접 施行하는 것은 一體 허용되지 않는다.

3) 有資格者에 의해서만 原子爐 運轉

原子爐操縱監督免許所持者의 常任監督下에 原子爐操縱士免許所持者가 原子爐를 運轉함.

4) 安全設備性能 持續 確認

規制機關으로 부터 承認받은 安全運轉技術規定에 따라 제반 安全設備의 性能을 週期的으로 點檢, 試驗하여 完璧한 性能을 維持시킨 狀態에서만 原子爐 稼動이 허용된다.

5) 駐在官 常駐配置

安全運轉 確認을 위해 規制機關(과기처, 한국에너지원 원자력안전센터)의 전문요원이 각 原子力發電所에 상주하면서 安全性을 確認, 監督하고 있다.

결론적으로 우리 原電은 設備面이나 運營面에서 蘇聯 原電과 같은 事故가 發生될 수 있는 要因이 없다고 판단된다.

다. 蘇聯 原電事故에 따른 우리나라의 措置內容

86. 4. 26, 01 : 30발생된 蘇聯 체르노빌원전사고의 심각성과 누출된 放射性物質에 의한 隣接國의 汚染 등으로 세계적인 問題點으로 대두됨에 따라 放射性物質이 대기를 타고 우리나라에 떨어질 경우 環境汚染 초래와 방사능이 함유된 우유 섭취 등에 의한 國民保建沮害 防止措置를 위해 정부주관으로 전국 주요 6개 地域의 環境放射能을 測定하여 狀態變化 유무를 監視하는 한편, 각개 專門家 25名으로 點檢班을 構成하여 우리 原電의 安全性에 대한 綜合點檢을 實施하였다.

1) 點檢期間 : 2週(86. 5. 6~5. 20)

2) 點檢分野 : 5個 分野

(가) 공학적 安全設備系統의 安全性

(나) 原子爐格納施設의 중대사고 방호 能力

(다) 화재방호기능

(라) 安全運轉能力

(마) 環境放射能監視 및 非常計劃

3) 點檢原電 : 원자력 1, 2, 3 및 5, 6號機

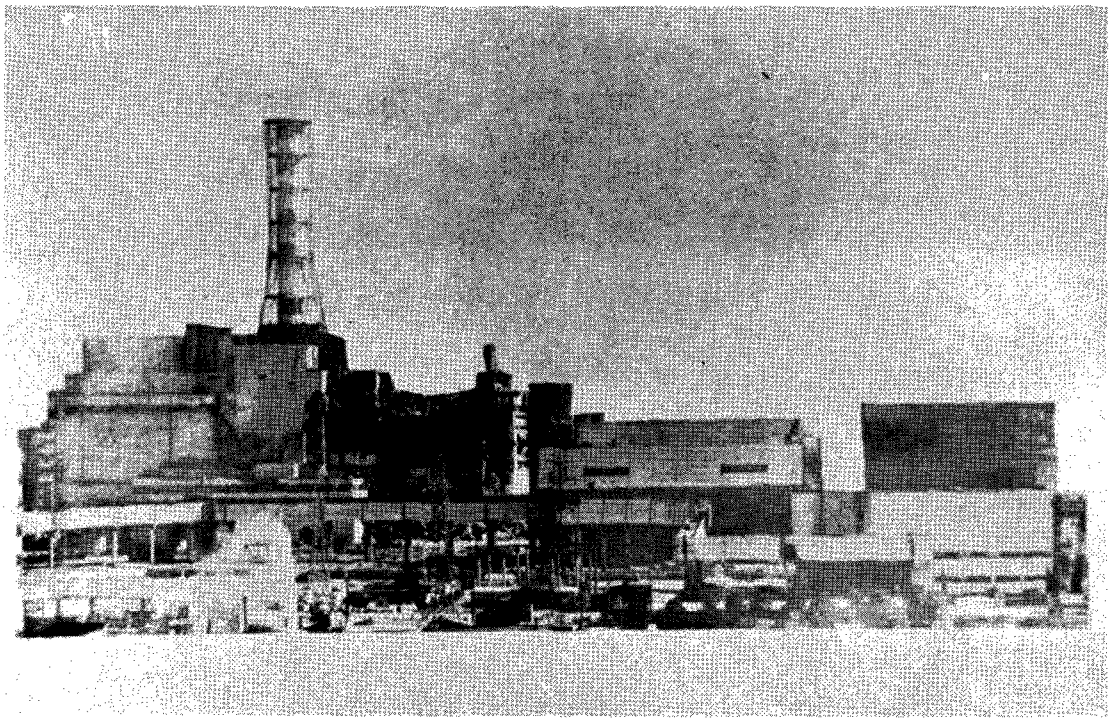
4) 點檢結果

○國內 原電은 최악의 事故 경우에도 蘇聯체르노빌原電과 같은 事故는 發生될 수 없다. 그 이유는 설사 爐心 용융과 같은 事故가 일어나더라도 原子爐格納容器가 있어 외부로 방사성물질이 누출되지 않기 때문이다.

따라서 國內 原電에서 일어날 수 있는 최악의 事故는 隣近住民에게 방사선 被爆을 수반하지 않았던 79. 3의 미국 TMI사고 범주를 넘지 않는다고 評價되었다.

7. 蘇聯 原電事故에 대한 綜合意見

事故가 발생된 체르노빌 4호기를 비롯한 蘇聯原電에는 非常電源供給用 디젤發電機가 3臺씩 설치되어 있으나 非常時 起動하는데 수십초가 필요하며 全負荷(Full Load)를 供給하기 까지는 약2~3분이 소요된다고 한다.



〈事故後의 체르노빌原電 光景〉

이 처럼 非常電源供給所要時間이 길기 때문에 發電所不時停止時 터빈貫性을 이용하여 非常爐心冷却系統 등의 所內電力을 수십초 동안만이라도 供給해 보자는 의도에서 이번 試驗을 추진했던 것으로 사료된다.

어느 면에서 同 意圖는 이해가 가는 점도 있으나 同 試驗 施行過程에는 수긍하기 어려운 사항들이 복합되어 있고 이로 인해 事故를 誘發한 것으로 判斷된다.

事故原因을 크게 구분하면

첫째, 운영관리상에 큰 헛점이 있었고,

둘째, 設備上에도 잠재적인 缺陷이 內在되어 있었다고 判斷된다.

事故原因을 보다 具體的으로 살펴보기로 하자.

첫째, 運營管理側面에서의 원인으로서는

1) 별도의 試驗設備에서 성능을 立證한후 原子力發電所에 使用하는 것이 상식인데 반해 安全性이 未確認된 試驗을 原子力發電所 設備를 직접 이용 試驗을 遂行하였고,

2) 原子爐 外部로 制御棒을 過渡引出했고, 터빈 停止時 原子爐自動停止回路를 임의 遮斷시키는 등 安全運轉規定 및 指針을 違反하였으며,

3) 터빈관성을 이용한 非常電源供給 可能性 試驗이라는 觀點에서 原子爐 安全性을 등한시하였을 뿐만 아니라 原子爐特性이나 熱水力學 및 發電所運轉 등에 관한 知識이 不足한 電氣技士 主管下에 試驗과 運轉 조치가 수행되었고,

4) 試驗計劃上의 試驗實施 出力水準 이하의 불안정한 原子爐出力狀態에서 試驗을 하는 등 당초 試驗計劃에 따라 試驗치 않았으며 試驗計劃 자체도 未備하였으며,

5) 試驗中 原子爐가 停止되면 蘇聯 原子爐의 特性上 再起動에는 수십시간이 소요되어 시험을 충분히 施行할 수 없다는 점과 硬直된 發電所 運營體系로 인하여 단시간내에 試驗을 完了할 목적으로 原子爐出力狀態가 불안정한 조건

에서 試驗을 무리하게 강행하였다.

둘째, 設備側面에서의 原因을 살펴보면

1) 原子爐 設計特性上 높은 原子爐 出力에서는 有效反應度가 負가 되어 별 문제점이 없으나 29% 이하의 低出力에서는 冷却水의 氣泡係數에 의한 正反應度가 도플러係數보다 월등하여 전체적으로 정반응도를 가지게 되어있다. 따라서 저출력시에는 出力爆走事故의 脆弱點을 내포하고 있고,

2) 減速材로서 화재위험이 있는 黑鉛(Graphite)을 原子爐 內部에 使用하고 있으며,

3) 중대사고시 放射性物質의 環境漏出을 防止하기 위한 格納容器가 없었던 점 등이다.

따라서 이번 蘇聯 체르노빌原電의 事故를 거울삼아 蘇聯과 같은 過誤를 犯하지 않기 爲해서는 우리 原電에 對한 安全對策이 樹立되어야 할 것으로 思料된다.

우선 原電의 建設 및 運營을 直接 担當하고 있는 韓國電力公社가 考慮해야 할 安全對策을 提示하면

첫째, 設備의 安全性 維持 및 提高를 爲한 對策

1) 定期點檢 및 機能監視試驗의 徹低한 履行을 通하여 各種 安全設備들의 性能을 完璧하게 維持시켜야 겠으며,

2) 運轉要員의 任意措置로 安全保護系統의 除去 可能分野가 潛在되어 있는지 與否를 再檢討해 보는 것이 좋겠으며,

3) 異常狀態 및 事故時 爐心 保護를 위한 各種 運轉節次書 內容을 다시 한번 全般的으로 再檢討하여 未備點 또는 改善補完할 部分이 있는지를 評價하고.

둘째, 運營管理側面의 補強對策으로서는

1) 訓練 및 訓練施設의 補強

○ 1號機에서 부터 10號機까지의 運轉要員 및 補修要員 訓練實施에 支障이 없도록 訓練施設과 模擬制御盤 等 教育機資材를 充分히 補強해야 겠고,

○安全性 確保의 核心的 役割을 担當하는 運轉要員의 資質向上과 能力을 倍加시키기 위해 模擬制御盤을 通한 事故對處訓練을 強化해야 하며 原子力 3號機 運轉要員에 對하여는 海外訓練을 通해 模擬制御盤訓練을 強化해야 할 必要가 있으며,

○運轉要員의 責任이 莫重함을 考慮하여 使命感을 鼓吹시키는 精神教育

2) 各種 主要機器의 補修記錄을 合理化하는 동시에 補修人力의 資質向上 努力을 強化해야 겠으며,

3) 原電의 計劃段階에서 부터 建設, 稼動 및 蔽爐에 이르기 까지 安全性을 最于先 課題로 하는 哲學이 強調되어야 겠으며,

4) 原電 運營 關係部署間의 緊密한 協助精神이 強化되어야 겠다.

셋째, 事故發生時의 對應策 補完

1) 蘇聯 情報 및 外國의 趨勢를 繼續 把握하여 우리의 放射線非常對策의 補完 必要性 與否도 檢謝할 必要가 있으며,

2) 非常對應設備의 設置를 促進해야 겠으며,

3) 만일의 事故時 原電 隣近地域 住民의 保護와 環境監視를 効果的으로 遂行할 수 있는 移動式 環境監視裝備의 具備가 要望된다.

追加하여 政府關係機關에 建議드리고 싶은 事項으로서는

○國際機構를 통해 蘇聯의 除染情報를 繼續 入手 活用,

○蘇聯 原電事故 調査委員會 등을 構成하여 蘇聯의 事故後續措置를 繼續 추적 檢討하여 活用方案 樹立,

○放射線 被爆者에 대한 治療醫學研究,

○만일의 事故時 原電 隣近住民의 効果的 保護를 爲한 放射線非常對策 및 關係 機關間의 協助體制를 政府次元에서 綜合的으로 再檢討,

○重大事故時 國際間 協力強化方案의 模索 등이다.