

原子力發電과 安全性

● 技術展望

李 昌 健*

— 차 례 —

1. 머릿말
2. 原子力發電의 妥當性
3. 우리나라의 原子力發電計劃
4. 原子爐의 特性
5. 原子爐重大事故의 發生確率
6. 原子爐의 放射線 安全對策
7. 事故防止策
8. Redundancy의 例(電源의 경우)
9. 맺는말

1. 머릿말

人類은 原子力發電方式에 의존치 않고서는 현재의 文明發電을 지탱할 수 없는 現實에 직면하고 있다. 특히 高度의 成長을 政策基調로 삼고 있으면서도 국내에 稼用賦存化石燃料資源이 거의 없는 우리나라의 경우는 더욱 그렇다. 原子力發電提高는 歷史의 必然에 속하는 일이다. 다만 문제시되는 것은 이의 經濟性, 技術性, 公害문제, 安全保障 등인데, 아직까지 국제적으로 철저한 對策이 강구되어 있지 못하다고 評價되고 있는 安全保障문제를 제외하고는 대체적으로 만족스러울만한 단계에 도달하고 있는 형편이며 이런 경향은 앞으로는 더욱 개선될 것이다.

本稿에서는 原子力發電의 安全性實態를 중점적으로 다루었다. 安全性確保를 위해서는 設計, 製作, 設置, 品質保證, 運轉 및 補修에 있어서 가장 保守的으로 임하고 있으므로 그리 큰 문제는 없을 것으로 評價되며 더욱이 장차는 보다 더 철저한 對備策이 마련될 것이 기대되므로 장래의 展望은 낙관이 되고 있다.

2. 原子力發電의 妥當性

2.1 經濟性 有利

표 1에서 보는 바와 같이 原子力發電의 經濟性은 어떤 조건의 火力發電보다도 有利하다. 즉 石炭과 石油價의 年上昇率을 4.5%로 보고 核燃料의 그것을 4~4.3%로 보면 石炭火力과 石油火力發電單價가 原子力에 비

해 각각 13%, 64% 비싸며, 脫黃裝置를 달지 않는 火力發電의 경우일지라도 原子力에 비해 각각 2%, 57% 비싼 것으로 算出된다. 여기서는 發電所의 容量을 모두 100萬kW, 竣工年數를 85年 7月, 稼動率은 古里(加壓式輕水爐)가 68%, 月城(加壓管式 重水爐)과 火力을 73%로 가정하였다.

표 1. 原子力과 火力의 經濟性 比較(100萬kW基準)
(mills/KWh)

	古里 #2 (%)	月城 #1 (%)	石 炭		石 油	
			W Scrubber	W/O Scrubber	W Scrubber	W/O Scrubber
建設費	23.1 (61)	28.2 (71)	14.9	12.4	13	11.7
O & M	2.0 (5)	2.6 (6.5)	3	1.5	1.3	0.9
運轉資本費	0.1 (0.4)	0.1 (0.4)	0.2	0.1	0.1	0.1
燃料費	12.5 (36.6)	8.6 (22)	24.4	24.4	47.7	47.7
發電單價	37.7 (100)	39.6 (100)	42.4	38.4	62	60
比較	100	105	113	102	164	159

2.2 技術性 立證

原子力發電方式은 信賴性있는 電力供給을 할만큼 技術性이 있는 것으로 立證되고 있다. 지금까지의 統計를 취합하면 輕水爐의 平均稼動率은 71%이며 重水爐의 그것은 73%를 기록하고 있다. 稼動率이 이렇게 낮은 것은 대부분의 原子力發電所가 아직은 初期의 시험 단계에 놓여 있기 때문에 基低負荷를 담당하는 구실을 충분히 발휘하는 시간적 여유가 없었기 때문이라고

*正會員: 韓國原子力研究所 原子爐室長·工博

풀이된다. 즉 竣工後 1年間의 평균稼動率은 45%, 2年후의 그것은 55%, 그다음부터가 75%가 되어 시간경과와 더불어 점차 向上되는 것이 通常인 까닭이다.

2.3 安全性立證

아직은 原子力發電所의 安全性을 統計的으로 立證할 만큼 충분한 資料와 經驗이 없기 때문에 이에 對해선 지금까지 알려져있는 他施設의 事故率을 調査하여 이로부터 推理하는 수밖에 없다. 이 추리를 바탕으로 한 數値에 의하면 原子力發電所의 重大事故率은 다른 어떤 人間의 重大事故率보다도 무시할만큼 적다는 結論에 도달하였다. 그리고 原子力發電所의 安全性確保를 위한 規制는 날이 갈수록 엄격하여져서 앞으로는 安全性이 더욱 良好해질 것이 기대된다.

2.4 燃料의 輸送과 貯藏簡便

미국에서는 鐵道貨物의 10%가 石炭이며, 鐵道事故로 죽는 死亡者數가 年 2,300名에 달하므로 石炭運搬때문에 230名이 죽는다고 봐야한다. 한국에서도 石炭과 石油의 輸送과 貯藏이 交通經濟에서 큰 비중을 차지하고 있으며 또한 100萬屯採炭에 15명가량의 致死率을 내고 있으므로 燃料確保를 위해 많은 희생이 뒤따르고 있다. 반면 같은 熱量을 放出하는 核燃料의 輸送과 貯藏에는 化石燃料의 경우보다 0.1%이하의 경비와 努力이 필요할 것으로 추정된다.

2.5 公害抑制手段으로서의 原子力發電

地球上의 植物의 光合作用에는 年間 약 1,100億屯의 CO₂를 필요로 하는데 人間은 化石燃料을 태우면서 年間 약 150億屯의 CO₂를 放出한다. 그러나 이중 100億屯만이 흡수되고 나머지 50億屯은 계속 大氣中에 누적되고 있다. 이로서 産業革命이래도 大氣中의 CO₂는 약 10%증가하여 이것 때문에 地球의 溫度가 몇도 上昇하였다. 서기 2000年度에 가면 CO₂가 30% 증가할 것이고 앞으로 50年 이내에는 100% 늘어날 것이 예상되는데 그렇게 되면 南北極의 氷山이 녹아 海面水位가 몇m을 라가고 地球의 氣候가 급변하여 人類文明이 危機에 直面하게 될 것이다. 따라서 化石燃料燃焼에 의한 CO₂의 放出을 억제키 위해서라도 原子力發電을 提高해야한다

2.6 資源供給源의 多元化와 Energy質의 高級化

油類波動은 우리에게 資源供給源을 多元化할 것을 시사하는 좋은 계기가 되었고 또한 에너지의 質을 高級化함으로써 生活向上과 文化發展에 기여해야 함을 암암리에 제시하였다.

2.7 技術蓄積과 技術向上에의 寄與

原子力技術의 波及效果를 가장 잘 나타낸 예가 인도의 경우다. 인도는 原子力技術을 主軸으로 하여, 金屬, 機械, 化工, 電氣, 電子技術 및 기초科學의 振興을 도

모하고 있으며 이를 바탕으로 하여 國家工業化計劃을 추진하고 있다.

3. 우리나라의 原子力發電計劃

지금까지 우리가 채택한 原子力發電計劃은 다음과 같다.

(1) 2000年度까지 22機의 原子力發電所를 竣工하여 그 때의 총 發電施設容量인 4,800萬kW의 47%에 해당하는 2,230萬kW를 原子力으로 증당한다.

(2) 이 계획을 추진키 위하여는 약 220억弗의 建設資金을 필요로 하고 또한 약 100억弗의 核燃料費를 마련해야 한다.

(3) 최소한 6個處의 敷地를 確保해야 하는데 이 敷地는 地質, 地震, 氣象, 人口分布, 冷卻水, 水文, 用地海洋, 土木工事, 生態, 用地, 風景, 送電線, 輸送등이 圓滑한 곳이어야 한다. 그리고 적어도 4機를 收容可能한 곳이어야 한다.

(4) 약 10,000名의 技術人力을 確保하고 이중 적어도 250명은 매년 海外에 派遣하여 訓練시키고 약 1,000名은 國內에서 訓練시킨다.

(5) 設計 및 機資材의 國產化를 提高시키기 위해서 우선 爐型과 容量을 標準化하고 또한 業界를 系列化하므로써 二重·三重의 努力과 投資의 重複을 피하도록 留意하여야한다.

(6) 核燃料의 長期安全供給을 목표로 國內外的으로 原鑛石의 探査와 核選期전반에 걸친 中長期對策이 마련되어야 한다.

(7) 관계부처로부터의 規制와 認許可를 원활히 얻는데 필요한 技術基準과 標準規格을 制定하고 品質保證業務를 강화하며 國際적으로 문제시되고 있는 安全保障措置를 制度化한다.

그러나 최근에는 위의 計劃案이 근본적으로 뒤흔들리기 시작하였는데 그것은 2000年度까지의 經濟成長率이 과거보다 훨씬 높게 推定되기 시작하였기 때문이다 어떤 사람들은 今世紀末까지의 年間 經濟成長率이 평균 10%는 될 것이라고 確信하고 있으며 또 어떤 人士들은 86年度까지는 10%, 87~2000년에는 9%가 될 것이라고 내다보고 있다. 만일 經濟成長推定の 下限線인 後者를 채택한다 하더라도 2000年度의 所要 發電施設容量은 과거보다 2,400萬kW가 많은 7,200萬kW가 되어야 한다. 이중 原子力 比率은 53%인 3,800萬kW가 되어 今世紀末까지 35機의 原子爐가 竣工되어야 한다. 이 계획이 實現되려면 550억弗의 建設資金, 170억弗의 核燃料費, 17,000명의 技術人力, 적어도 9個處의 敷地 年間 430명의 海外訓練과 1,300명의 國內訓練을 前提

條件으로 한다.

4. 原子爐의 特性

原子爐가 在來式 boiler와 다른 가장 큰 特徵은 爐

心內에 恒시 放射線이 있다는 사실과 稼動후에도 放射線崩壞로 인하여 熱이 放出된다는 사실이다. 표 2는 原子爐稼動停止후에 放出되는 時間經過에 따른 熱放出率을 나타낸 것이다.

표 2. 爐稼動停止후의 時間經過에 따른 發熱率

稼動停止 후의 經過 時間	1 秒	1 分	1 時間	1 日	1 月	1 年	10年	10萬年
發 熱 率	6.6%	3.3%	1.3%	0.7%	0.3%	0.03%	$\frac{2.5}{100,000}$	$\frac{2}{1,000,000}$

4.1 殘熱除去系統((Residual Heat Removal System

原子爐에는 稼動을 停止시켜도 恒시 放射線과 熱이 潛在해 있으므로 稼動中止와 동시에 이 熱을 除去하여주는 裝置가 마련되어 있어야 하는데 이것이 殘熱除去系統이다. 이것은 爐稼動中止期間과 核燃料再裝填時期에 動作되는 장치로서, 爐稼動停止 直後の 殘熱은 보통 蒸氣發生器와 Condenser 系統으로 冷却시키지만 그 후 冷却水의 壓力과 溫度가 一定值이하로 떨어진 다음부터 비로서 機能을 발휘하기 시작하도록 되어 있다.

따라서 正常稼動中の 放射線管理과 事故時의 對備策에 철저를 기하여야 한다.

4.4 原子爐의 重大事故

原子爐에서 생겨날 수 있는 重大事故로는 配管破損으로 인하여 爐心部로 供給되는 冷却水가 系統에서 끊어지는 경우를 생각할 수 있다. 그러나 이럴 경우에 對備키 위해 上記한 非常爐心冷却系統(ECCS)이 마련되어 있는데 이때 이 ECCS마저 어떤 原因에 의해 제대로 作動되지 못한다는 假想的인 경우에는 重大한 事故가 發生하게 될 것이다. 원칙적으로 核燃料被覆管의 溫度는 1,200°C를 초과해서는 안되고 被覆管 두께의 17% 이상이 酸化되어서도 안되고 또한 被覆管이 물또는 수증기와 化學反應을 일으켜 全 Zircaloy가 完전 酸化된 경우의 水素發生量의 1%를 넘어서도 안되도록 設計되어 있는데 이럴 경우는 이런 限界值가 지켜지지 못하게 되므로 다음과 같은 重大事故로 發展될 가능성이 있다.

4.2 非常爐心冷却系統(Emergency Core Cooling System)

만일 爐心內의 冷却水가 配管破裂등과 같은 사고에 의하여 一次系統으로부터 빠져나간다면 아무리 殘熱除去系統이 動作하여도 冷却媒質이 없기 때문에 爐心內의 熱을 除去할 수가 없다. 이에 對備한 裝置가 非常爐心冷却系統인데 이것은 다음 여러가지 부분으로 구성 되어 있다.

가. Non-condensable gas(CO₂, H₂)에 의한 壓力 때문에 格納容器가 破裂된다. 그렇게되면 核燃料에서 생긴 Kr, Xe, I 같은 氣體放射性核種이 大氣로 放出될 것이다.

가. 制禦裝置의 爐內挿入

모든 制禦棒을 신속히 爐內로 삽입함과 동시에 硼酸水도 注入하여 反應度價를 억제한다.

나. 爐心이 冷却되지 못하면 核燃料안의 殘熱에 의하여 爐心內의 構造物, 爐心の 바닥을 이루는 壓力容器, 格納容器順으로 溶融作用을 일으켜 결국은 불덩어리 상태의 核燃料가 地盤에 이르러 大氣에 放射性核種을 放出하게 된다.

나. 爐心冷却裝置作動

高壓撤水장치로 爐心內에 硼酸이 들어있는 冷却水를 삽시간에 注入하므로써 殘熱을 除去한다.

다. Molten Core와 물의 化合

완전 溶融된 爐心은 格納容器內外의 물과 化合하여 大量의 水蒸氣를 發生할 것이다. 이것은 마치 火山熔岩이 강물이나 바닷물과 化合할때의 水蒸氣發生과 흡사할 것이기 때문에 수증기 發生量은 굉장할 것이고 그 수증기는 모두 格納容器안에 累積되어 어느 時間이 경과하면 溫度와 壓力에 의하여 格納容器的 爆發事故가 일어날 것이다. 그러면 格納容器안에 쌓여 있던 모든 放射性物質이 大氣로 放出될 것이다.

다. 格納容器冷却系統

非常爐心冷却系統의 補充장치로서는 格納容器內의 空氣冷却장치와 格納容器撤水장치가 있다. 이것은 冷却水喪失事故(Loss-of-Coolant Accident)時 格納容器內의 溫度와 壓力上昇을 抑制하는 目的으로 마련되어 있다. 또한 格納容器構造物 自體의 冷却장치도 있다.

4.3 爐心內의 放射性物質

爐心內에는 數千種의 放射性物質이 生成되는데 이중에는 Xe, I, Kr 같은 氣體放射性核種도 있어서 正常稼動 中일지라도 核燃料被覆管의 破損이 일어나거나 爐心融解와 같은 大事故時에는 大氣에 放出될 우려가 있다.

丑 4. 美國의 死亡傷害率

種 類	總人員數	年間 1人 當 機會
自 動 車 事 故	56,000	1/4,000
他 殺 · 自 殺	22,000	1/10,000
墜 落	18,000	1/10,000
火 災 · 高 熱 物 質	7,500	1/25,000
溺 死	6,000	1/30,000
銃 火 器 · 刀 類	2,300	1/100,000
航 空 旅 行	1,800	1/100,000
墜 落 物 質 事 故	1,300	1/160,000
感 電	1,200	1/160,000
벼 락	160	1/250만
회 오 리	90	1/250만
颱 風	90	1/250만
모 든 事 故	112,000	1/1,600
原子爐大事故(100기)	0	1/3
韓國煉炭事故(75)	5,000	1/7,000
煉炭中毒으로 入院	810,000	

76年 서울, 20萬名中毒 274名혼수상태 850名 死亡

WASH-1,400

들면 1,000分之 1의 확률로 죽을지도 모르는 危險事에 대해서는 이유여하를 막론하고 즉각적인 措置를 취하여야 한다. 10,000分之 1일 경우는 slogan을 내세우고 표말을 부친다. “불조심”, “손대지 마시오” 등이 그것이다. 10萬分之 1일 때는 飛行機旅行과 마찬가지로不得已한 일이므로 不便을 甘受해야 한다. 만일 100萬分之 1이 되던 재수에 맡길수 밖에 없다. 벼락맞아 죽는 일, 태풍에 의한 죽음등이 이런 部類에 속할 것이다.

丑 5. 事故死亡率과 對策

10⁻³ death/person-year : 즉간적인 措置

10⁻⁴ death/person-year : Slogan, 표말, 啓蒙

10⁻⁵ death/person-year : 不便甘受(비행기사고, 수당)

10⁻⁶ death/person-year : 재수

6. 原子爐의 放射線 安全對策

原子爐는 放射線이 外界로 放出되지 않도록 철저히 設計製作되며 또한 관계機關은 그런 일이 일어나지 않도록 모든 단계에서 시시각각으로 監視하고 있다. 爐心內의 核分裂性物質은 다음 몇가지의 울타리안에 重疊되어 간리워 있으므로 여간해선 밖으로 새어나오지 않으면 만일의 경우 새어나오는 것이 확인되거나 새어나올 가능성이 엿보이면 原子爐稼動을 즉각적으로

5. 原子爐 重大事故의 發生確率

研究結果에 의하면 爐心이 녹아서 格納容器가 破裂되는 重大事故를 일으킨 確率을 5×10⁻⁵/reactor-year로 推定하고 있다. 格納容器破裂이 있은후 多量의 放射性同位元素가 大氣에 放出될 可能性을 10%, 그때 氣象條件이 아주 나쁠 確率이 10%, 또한 그로 말미암아 大都市에 거주하는 많은 人口가 放射線에 被曝될 可能性을 1%로 보아 最大의 假想事故確率을 5×10⁻⁹/reactor-year로 算出하였다. 이 算出근거에 대해선 各계 各층으로부터 甲論乙駁이 있으나 格納容器의 破裂確率인 5×10⁻⁹/reactor-year에 대해선 別異議가 없는 것으로 보아 이것은 그대로 받아 들여도 무방하리라고 본다.

5.1 重大事故時的 被害範圍推定

표 3은 上記의 原子爐重大事故가 發生했을 경우 人命과 財産被害 및 汚染除去를 해야하는 面積을 나타낸 것이다. 즉 即死人數가 약 5萬名이하, 30年間に 걸쳐 서서히 죽을 사람數를 약 30萬명 이내로 추정하였고 經濟的인 손실額이 140억弗, 除染面積을 3,200m²로 보았다.

표 3. Result from Extremely Serious Accident

	Rate	Total
Prompt Fatalities		3,300
Early Illness		45,000
Thyroid Nodules	8,000/yr	240,000(30yrs)
Latent Cancer Fatalities	1,500/yr	45,000(30yrs)
Genetic Defects	200/yr	30,000(150yrs)
Economical Penalty	\$ 1.4×10 ¹⁰	
Decontamination Area	~3,200m ²	

5.2 一般事故死亡率과 原子爐事故死亡率의 比較

미국에서는 해마다 1,600名中 1名이 각종 事故에 의하여 죽는데 이것은 우리 나라의 事故死亡率과 거의 비슷하다. 그러나 100機의 原子爐가 동시에 稼動될 경우 그중 한 原子爐가 重大事故를 일으켜 死傷者가 發生할 確率은 3億分の 1로 推定된다. 우리나라에서는 해마다 5,000名이 연탄 가스에 죽기 때문에 7,000명중의 한명이 연탄가스로 인하여 죽어가고 있는 현실과 비교해보면 현격한 차이를 보여주고 있다. 표4는 WASH-1,400 報告書에 우리나라 資料를 追加한 표이다.

5.3 事故에 대한 社會的인 恫念

표 5는 年間 한사람이 죽을 확률을 社會에서 어떻게 받아들이고 있는가를 나타내는 좋은 본보기이다. 예를

정지시키도록 되어 있다.

6.1 核燃料(Pellet) 自體에서

核分裂性生成物(fission products)은 대부분이 固體元素이기 때문에 pellet안에 그냥 머물러 있다. 또한 fission products 이외에 uranium 가 中性子를 흡수하여 生成된 plutonium 같은 transuranic elements 도 pellet 안에 trap 되므로 밖으로 나갈 우려는 없다.

6.2 被覆材(Zircaloy)안에

Pellet와 zircaloy cladding(被覆材) 사이에는 gap 이 있는데 여기에는 氣體核分裂性生成물이 trap되도록 되어 있다. 원칙적으로 이 zircaloy cladding은 깨어지면 안된다.

6.3 一次 冷却系統 안에

만일 zircaloy 被覆材가 깨어져서 氣體放射性物質이 새어 나오면 原子爐와 蒸氣發生器를 포함하는 一次冷却系統안에서만 맴돌게 된다. 古里 一號機의 경우는 冷却水中의 iodine(核分裂性 氣體 生成核種) 量을 측정하여 該 被覆材의 1%가 깨어져도 그대로 原子爐를 稼動하도록 규정되어 있다. 放射性物質은 一次系統 밖으로 새나와선 안된다.

만약 放射性物質의 漏泄이 一定限界値를 넘어서면 原子爐稼動을 中止토록 되어 있으며 이를 위해 여러가지 放射線 測定裝置가 마련되어 있다.

6.4 格納容器(Containment Vessel)안에

一次系統은 放射性物質을 차단하는 主防禦線이지만 이것이 뚫리면 大氣에 放射性物質이 새어나갈 것이다. 이럴 경우에 대비키 위해 在來式火力發電所와는 달리 一次系統 전부를 收容하는 密閉된(air-tight) 構造物인 格納容器가 있는데 이것은 비단 放射線만의 防禦線구실뿐만이 아니고 밖에서 原子爐에 튀어들지도 못할 外來物을 막아주는 중요한 역할도 한다. 西獨에선 格納容器的 強度를 颯戰爆機가 Mach 1 이상의 速力으로 튀어들어 오면서 비행기 engine이 格納容器와 45度 角度로 부딪쳐도 깨어지지 않을 만큼 두껍게(약 1.5m) 設計하도록 規定되어 있다. 古里에선 2inch두께의 鐵鋼製(氣密) 格納容器가 있고 그 外廓을 75cm 정도의 鐵筋 concrete로 補強하고 있다.

6.5 撤去區域(Exclusion Area)

原子爐를 中心으로 하여 720~750m 內에는 어떤 住民도 살 수 없도록 되어 있으므로 數地를 購入하면 그곳 住民을 모두 철거시켜야 한다. 一般大衆은 發電所 職員들 보다 10%이하의 放射線被曝을 許容하도록 法으로 規定하고 있다.

6.6 居住制限 區域

原子力發電所는 稠密地에 建設하지 않는것이 원칙이

고 만일 그 부근에 原住民이 살고 있다면 發電所 주변에서는 그 이상 住民數가 늘어나지 않도록 法的規制가 뒷받침되어 있다.

6.7 기타 措置事項

위에 말한 각종 措置의외에도 여러가지 制度的인 장치로 放射線管理의 철저를 기하고 있다. 氣象塔을 세워 風向과 放射線流出을 감시하고, 海水, 地下水, 地上水, 蟲, 植物, 動物, 昆蟲, 飲食物, 農作物 出入 從業員에 대한 엄격한 放射線被曝線量管理, 放射線의 流出抑制, 放射性廢棄物의 處理 및 貯藏철저 등을 들 수 있다.

7. 事故防止策

7.1 철저한 耐震設計

가급적이면 地震帶안엔 原子爐를 건설치 않는것을 원칙으로 하고 있으며 만일 부득이한 경우엔 철저한 耐震設計로 事故防止를 강구한다.

7.2 信賴度 提高

原子爐를 비롯한 一次系統의 기기들은 모두 최고의 信賴度를 가진 것이어야 한다.

7.3 Redundancy

重要機器들은 100% 성능을 가진 것을 두개 혹은 세개씩 設置하며, 또한 電子系統에선 통상 2 out of 4 system을 쓰고 있어서 어느 한 channel에서의 故障도 control에 지장을 주지 않도록 되어 있다.

7.4 Fire Protection and Separation

특히 signal用 電線은 防火對策이 철저히 수립되어 있어야 하며 또한 각系統마다 隔離되는 것을 원칙으로 하고 있다. 특히 같은 loop에 들어가는 control line과 protection line은 반드시 격리되어 있어서 만일의 경우에도 두 line이 同時에 被害를 입지 않도록 해야 한다.

7.5 深部防禦 設計 概念

原子力發電所는 多重, 重複, 再確認 및 假想的인 事故를 위한 對備策까지도 講究하도록 設計되고, 또 이들에 대한 事前實驗도 거치도록 되어 있다. 어느 系統이나를 막론하고 故障가 나면 반드시 이를 back-up 하는 支援系統이 二重, 三重으로 중첩되어 있는 것이 특징이다.

7.6 Common Mode Failure防止策

이런 重疊設計概念에도 불구하고 機器의 故障確率은 獨立事象으로만 評價될 수는 없다. 즉 發電所 전체의 事故率은 從屬事象으로 취급되어야 한다. Common mode failure란, 仕様書가 잘못 作成되었거나, 設計 제작, 品質管理가 나빴거나, 設置, 운전, 보수 잘못으

로 또는 溫度, 濕度變化로 인하여 예기치 않은 事故가 發生하는 따위의 事件을 말하는데, 原子力發電所에서는 이런 가능성을 사전에 조사하여 이들에 대한 對備策을 수립해 두는 것이다.

7.7 保安制度強化

原子爐의 信賴性에 대해서 거의 믿을 수 있을 만큼 最善을 다하고 있으나 terror와 sabotage등에 의한 不意의 事故에 대해서 아직 어떻게 對處해야 할지 모르고 있다. 따라서 각국에선 이에 대해 점차적인 保安措置를 強化하기에 이르렀다.

7.8 原子爐 地下化設計

保安的 側面, 耐震性, 重大事故時의 放射性流出抑制 등을 고려하면 地下化가 아주 매력적이다, 그리고 험준한 地域을 利用할 것이기 때문에 國土의 效果의 인 이용, 風致地區를 손상시킴이 없이 發電所를 運營할 수 있다는점, 그리고 都市에 인접할 수도 있다는 매력 이 있다. 그러나 적어도 標高 600m의 均質硬質岩盤으로 구성된 山이 있어야 한다는 制限點 및 地上原子力發電所보다 10~15%의 追加建設費를 支出해야 한다는 어려움이 있다.

8. Redundancy의 例(電源의 경우)

古里에선 發電된 電力이 345kV 超高壓 送電線으로 新蔚山變電所로 연결된다. 그런데 在來式火力發電所와는 달리 다음 표 6에서 보는 바와 같이 電源의 多岐化를 모색하여 만일의 非常時에 對備하고 있다.

表 6. 古里 原子力發電所의 電源

自體 發電源(22kV/4.47kV/4.16kV)
新蔚山(154kV/4.47kV/4.16kV)
北釜山(154kV/4.47kV/4.16kV)
Diesel Generator (4.16kV, 2,920kW, 최소 1週 間稼動)

Diesel Generator (4.16kV, 2,920kW, 최소 1週 間가동)

- Battery (220V) for critical equipment operation
- Battery (125V) for critical equipment operation
- Battery (50V) for vital I C

만일 자체내의 發電源이 끊어지면 新蔚山變電所로부터 공급되는 154kV 送電線에 의하여 主要機器를 동작시키는데 이때 新蔚山에서의 送電이 如히 못할 것을 가상하여 北釜山에서도 154kV가 送電되도록 二重措置가 수립되어 있다. 新蔚山과 北釜山이 모두 斷電되면 自體內의 diesel generator가 동작되는데 diesel generator 一臺만 가지고도 一週이상 主要機器를 움직일 수 있다. 154kV와 diesel generator가 모두 고장이 날 경우에 대비하여 3가지의 battery가 마련되어 있다 이것은 적어도 2시간 지탱할 것이다.

9. 맺는 말

原子力發電은 必要不可缺의 發電方式이며 아마 이것은 적어도 앞으로 2000年度 이후에 까지도 같은 추세가 지속될 것이다. 따라서 우리 나라에서는 原子力發電의 提高에 최대의 努力을 기울여야 할 것이다.

한편 原子力發電所의 安全性確保를 위한 設計와 hardware製作面에서는 일반적으로 信賴性이 保障되어 있으며 이것은 날이 갈 수록 점차 向上되어 가고 있다. 예를 들어 1900年代에는 自動車로 인한 死亡率이 運轉時間當 10⁻³이었던 것이 지금은 10⁻⁶으로 떨어진 것과 마찬가지로 原子力發電所의 安全性도 눈에 띄게 改善되고 있는 것은 周知의 사실이다. 다만 아직도 未知數인 것은 人間에 의한 故意的인 破壞行爲 즉 terror와 sabotage에 의한 事故率은 推定할 수가 없다. 원자력발전은 남들이 얘기하는 바와 같이 그렇게 위험한 장치는 아니다.