

原子力 1 號機의 放射線管理經驗과 評價

韓國電力公社 品質檢査處 原子力安全管理役

朴 慎 祐

抄 錄

1978年 4月 29日 상업운전을 개시한 原子力 1號機의 放射線管理實態를 放射線被爆, 放射性廢棄物 및 環境管理로 區分考察 하였다.

그 結果 放射線被爆과 放射性廢棄物은 發電所 運轉年數에 따라 漸次 增加現象을 나타내더니, 1983 및 1982年度를 頂點으로 減少 또는 安定趨勢를 나타냈다. 그리고 발전소 稼動後의 周邊環境放射能 도 발전소 稼動前보다 높지 않은것으로 나타났었다.

I. 序 論

1978년 4월 原子力 1號機 상업운전을 성공적으로 개시한 이래, 지난 83년에는 原子力 3,2號機가 차례로 稼動되었고, 明年에는 5號機도 稼動될 展望이어서 原子力 發電所의 放射線管理에 새로운 轉換期를 맞이하게 되었다.

특히, 방사선관리는 원자력발전소를 운영하는데 가장 어렵고 골치아픈 課題의 하나일 뿐 아니라, 발전소 運轉過程에서 필연적으로 발생하는 放射線이 우리 人間의 生命과 財産에 아주 나쁜 영향을 미칠수도 있다는 事實을 생각할 때 방사선 안전관리에는 한치의 소홀함이 있어서도 안되겠다.

國內 原子力 發電所의 放射線管理制度가 처음 導入되었던 原子力 1號機에서는 1週期때부터 核燃料損傷이 발생되어 방사선 관리상 다소 어려움도 없지 않았지만, 발전소 稼動 初期부터 放射線管理目標로 個人被爆의 極少化, 放射性廢棄物의 最少化 그리고, 周邊環境監視 徹底등 3大指標를 設定, 발전소 모든 從事者가 이를 열심히 실천 노력한 結果, 發電所內 放射線準位の 減少等 많은 成果를 올렸다.

本稿에서는 여기에 관한 主要 實績들을 中心으로 간략히 소개하고자 한다.

II. 放射線安全의 極大化

1. 放射線管理 概要

방사선관리의 기본목표는 방사선피폭을 極小化하고

體内外의 피폭으로부터 從事者를 防護하며, 發電所內 放射線準位와 방사성 오염도를 安全하게 취급 관리하는데 있다.

원자력 1호기에서는 건설초기부터 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)개념을 도입, 設計에서 發電所 運營段階에 이르기까지 잘 적용해오고 있다.

특히, 운영단계에서도 이 目標를 達成하기 위하여 관리구역내의 出入統制, 所內外 放射線準位測定, 방사성오염부품의 移動, 放射線作業 및 不必要한 방사선피폭방지 등을 철저히 준수시행토록 하고 있다.

2. 發電所內 放射線準位

가. 週期別 原子爐 冷却材의 放射能

1978년 8월 原子力 1號機를 稼動한 이래 1984년 오늘에 이르기까지 6週期동안 原子爐 冷却材의 週期別 放射能濃度を 비교해본 결과 全放射能의 最高濃度는 4週期때 8.76 $\mu\text{Ci/cc}$, 그리고 I-131의 最高濃度는 3週期때 6.62 $\mu\text{Ci/cc}$ 로 나타났었다.

이같은 현상은 핵연료손상으로 인한 核分裂物質(Fission Product)의 一部기여로 分析된다. 발전소에서는 핵연료손상을 방지하고 냉각재의 방사능준위를 감소시키기 위하여 원자로내의 一部 구조물을 개조하는 등 설비나 운영상에 많은 개선노력을 경주해 왔다. 그 結果 1주기에서 3주기까지는 원자로 냉각재의 放射能이 증가현상을 보이다가 4,5주기 부터는 반대로 점차 감소, 6주기에서는 1주기때의 放射能準位로 감소되면서 안정추세를 나타내고 있다. 이에 관한 세부사항은 表 II-1과 같다.

나. 週期別 主要作業의 放射線準位

計劃補修工事中 방사선준위를 主要 作業別로 比較해 보면, 核燃料 交替時 原子爐內部 構造物을 제거할때 15~30 R/hr 로 가장 높고, 다음이 증기발생기 튜브슈트로 14~20 R/hr 로 나타났다.

그리고, 週期別로 比較해보면 他週期에 比하여 4~5 週期때 방사선준위가 비교적 높게 나타났다(세부내용 그림 II-1참조).

3. 作業從事者의 放射線被曝

原子力 1號機를 稼動한 이래 84년 9월말 현재까지 從事者의 放射線被曝을 年度別, 所屬別 그리고 作業別로 比較分析해본 결과 다음과 같이 나타났다.

표 11-1 주기별 냉각재 방사능 변화

1. 주기별 최고치

주기 항목	1	2	3	4	5	6
총 B.r 탈기 방사능	0.81	1.57	6.45	8.76	6.79	4.14
I-131	0.069	0.849	6.62	0.294	0.341	0.029
I-133	0.151	0.949	7.06	0.985	0.791	0.342
연료손상 수	3	2	7	1	1	—

2. 그래프

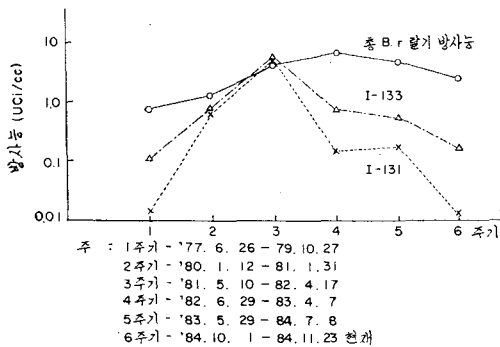


표 II-2. 년도별 직원 피폭현황

(단위 : MAN-REM)

년도 구분	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984(9.30)	누계	대비(%)
총 피폭										
Normal 시	21.840	129.061	103.87	223.76	173.67	137.4	141.441	179.841	1110.87	41.4%
R/F, O/H 시	—	—	242.90	—	305.7	324.10	356.081	341.031	1569.82	58.6%
누계	21.840	129.061	346.77	223.76	479.37	461.50	497.521	520.87	2680.69	100%
최고피폭(REM)	760	2,843	2,998	3,288	3,553	4,258	4,485	4,263		

주 : '84년도는 1,2호기 누계임.

가. 年度別 放射線被曝

約 7年間 發電所 全 從事者가 받은 總被曝線量은 約 2,681 Man-Rem 이고, 연간 總被曝線量은 約 335 Man-Rem 이었다.

從事者의 被曝線量은 正常 稼動때보다 計劃 補修工 事때에 더 많이 받은 것으로 나타났고, 연간總被曝線 量의 約 59%를 計劃補修, 核燃料交替 및 稼動中檢査 에서 받은 것으로 나타났다.

그리고, 현재까지 한건의 放射線過被曝事故도 발생 하지 않았고, 연간 개인 最高被曝線量도 4.49 Rem 으 로 나타났다.

또한, 84년도를 除外하고는(84년도분은 1,2호기 합 계임) 연간목표 500 Man-Rem 을 초과한 사례가 없 었다.

앞으로 從事者 總被曝線量은 원자로 냉각재의 방사 능 준위감소로 연간 큰 증가현상 없이 500 Man-Rem 수준에서 안정될 것으로 전망되는데 그 내용은 表 II-2와 같다. 특히 방사선 피폭을 극소화하기 위해서는 補修作業回數와 작업시간을 最短化해야 하고 작업장 주위의 방사선준위를 낮추어야 한다.

나. 計劃補修工事中 所屬別被曝線量

6회에 걸친 계획보수 공사중 總被曝線量은 약 1,570 Man-Rem 이고 所屬別로 보면 韓電이 30.7 Man-Rem 으로 전체의 19.16%, 그리고 韓補(株)가 76.62%인 1202.8 Man-Rem 으로 그 대부분을 차지하였다. 이 기간중 출입인원은 연평균 10.3%, 그리고 피폭선량은 연평균 9.3%씩 증가현상을 보였다.

그러나 피폭선량은 83년도를 정점으로 점차 감소추 세(표 II-3참조)를 나타냈는데, 이같은 추원인은 발전 소내 작업종사자들의 출입증강에 따른 것으로 풀이되 고 있다.

다. 計劃補修工事中 作業別 被曝線量

1981년에서 1984년까지 4주간간 실시한 計劃工事때

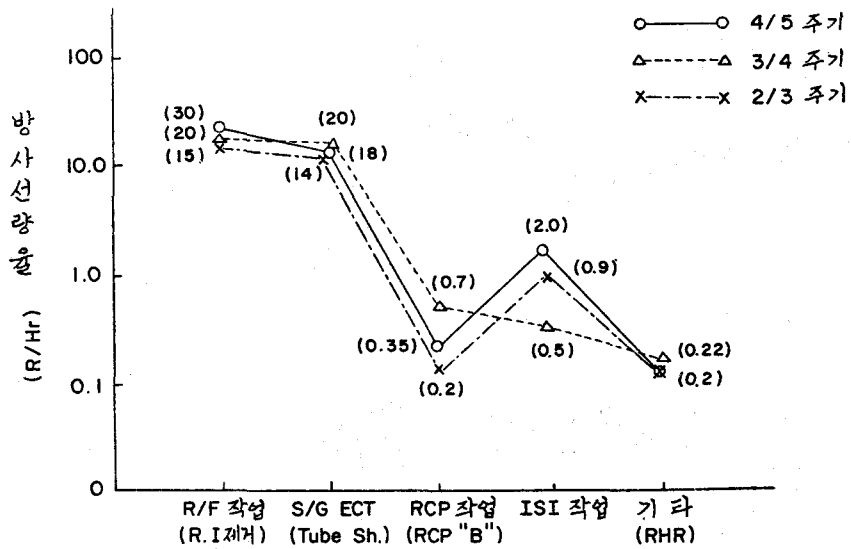


그림 II-1. 주기별 주요작업의 방사선 준위

표 II-3. 계획보수공사중 소속별 피폭선량

구분	년 도					누 계	백분비	평균증가율(%)
	1979	1980	1981	1982	1983			
피폭선량(Man-Rem)	1/2	2/7	3/4	4/5	5/6			
한 전	38.7	58.8	70.6	52.1	40.5	300.7	19.16	
한 보	164.2	246.9	252.4	277.8	261.5	1,202.8	76.62	
기 타	—	—	1.1	26.2	39.0	66.3	4.22	
총 계	242.9	305.7	324.1	356.1	341.0	1,569.8	100	9.3
출입인원(명)	700(추정)	729	785	8,129	1,025	—	—	10.3
1일 평균피폭량(mRem)	347	419.2	412.8	429.5	332.5	388.2 (평균)	—	0.2

에 받은 피폭선량을 주요 작업별로 살펴보면, 핵연료 교체작업시의 總被曝線量이 273.32 Man-Rem으로 전체의 20.6%, 증기발생기 외류탐상시험시의 피폭선량이 160 Man-Rem으로 전체의 12.06%, 그리고, 가동중검사시의 피폭선량이 152.34 Man-Rem으로 전체의 11.48%를 각각 받았는데, 12개 주요작업중 이 세 작업때 받은 피폭선량이 총피폭량의 약 44%를 차지하고 있다.

앞으로 특히 이 세 작업과정을 잘 관리하면 많은 피

폭량을 줄일 수 있을 것으로 믿어진다.

주요작업의 週期別 피폭선량은 4/5주기(1982년)때 356.10 Man-Rem으로 가장 많았고, 1983년도를 정점으로 1984년 계획보수 공사때부터는 점차감소, 안정추세(표 II-4참조)를 보이고 있는데, 이같은 현상은 원자로 냉각재의 방사능 준위 감소에 기인한 것으로 판명되었다.

표 II-4. 계획보수 공사중 작업별 피폭선량

(단위 : Man-Rem)

구분 작업명	인원현황				총 피폭선량				누계	백분비 (%)
	2/3주기	3/4주기	4/5주기	5/6주기	1981 2/3주기	1982 3/4주기	1983 4/5주기	1984 5/6주기		
R/F	48	87	106	72	34.927	65.610	80.472	92.311	273.320	20.60
RCP & RHR	53	39	51	12	27.253	17.550	23.055	14.288	82.146	6.19
S/G ECT	81	94	92	49	55.262	45.778	44.468	14.497	160.005	12.06
C/V Decon	—	12	29	20	—	11.251	24.180	3.490	38.921	2.93
Snubber	—	18	17	9	—	14.861	12.656	11.888	39.405	2.97
ISI 작업	71	73	97	37	37.536	46.412	59.821	8.567	152.336	11.48
ILRT	—	—	11	18	—	—	9.032	8.240	17.272	1.30
S/G Lancing	—	20	29	20	—	7.918	9.957	10.212	28.087	2.12
P/P 작업	—	—	31	8	—	—	7.725	2.127	9.852	0.74
Fan 작업	—	—	18	10	—	—	2.976	6.833	9.809	0.74
V/V 작업	30	20	37	34	12.964	13.949	17.939	17.101	61.953	4.67
기 타	446	422	311	736	137.784	100.731	63.819	151.475	453.809	34.20
계	729	785	829	1,025	305.726	324.060	356.100	341.029	1,326.915	100%

III. 放射性廢棄物의 極小化

1. 방사선 폐기물의 처리개요

방사성 폐기물은 기체 액체 고체의 3가지 형태로 구분된다. 방사성 기체 폐기물의 주요 처리설비는 기체 감쇠탱크 또는 밀폐형 기체 폐기물 압축제동으로 되어 있고, 보조건물내에 기체폐기물은 기체감쇠 탱크에서 약 45일 이상 저장하여 방사능을 충분히 감쇠시킨뒤에 공기정화·설비를 통하여 대기로 연속감시를 하면서 희석방출하는 한편, 格納容器 기체폐기물은 격납용기 내 공기정화설비로 1차 처리하여 대기로 방출토록 되어 있다.

액체폐기물의 주요 처리설비는 廢液蒸發本體 고방사능폐액을 수집하는 폐수저장탱크, 저방사능폐액을 수집하는 바닥배수탱크, 세탁폐수탱크 및 관련 펌프등으로 나누어져 있다. 이 폐액내의 방사능준위가 낮으면 방사능 감시기를 통하여 발전소 배수구로 직접 방출하고 고방사능 폐액은 폐액증발기에서 정화처리한 다음에 배수구로 희석방출한다. 年間 방출량은 11,800큐리로 제한되어 있고, 배출 당시의 농도는 10 CFR 20에 제시된 최대허용농도의 10분의 1이하로 희석배출하고 있다. 한편 비제한지역에 대한 환경기준은 10 CFR 20에 정한 바에 따라 年間 500밀리렘(全身) 放出 당시는 時間當 2밀리렘을 초과하지 않도록 하고 있다.

그리고 發電所 주변 環境保全에 따른 10 CFR 50 APP. I에서 規制하고 있는 制限値를 초과하지 않도록 하기 위하여 방사성폐기물 방출에 의한 인근주민 피폭선량을 평가하고 있다.

고체폐기물 處理 設備로는 폐농축드럼 설비와 잠기 채드럼 포장기등으로 되어 있고, 잠기채 포장기는 영국 Hydraulic Eng社 제품으로 유압식 압력으로 작동되며, 압축압력은 1.36톤 그리고 잠기채드럼의 감소율은 1/3~1/5이다.

2. 放射性 氣體廢棄物 處理實績

原子力 1호기 稼動이래 7年동안 放出된 기체방사능은 약 2,287큐리이며 이는 年間 평균 약 327큐리 放出한 것으로 1982년까지 가동년수의 증가와 더불어 점차 증가 추세를 보이다가 지난 83년부터는 다시 약 300큐리까지 감소하는 현상을 나타내면서, 비교적 안정추세로 접어들었다.

특히 가동이후 1982년에 가장 많이 방출(1,100큐리)되었으나, 기술사양서의 제한치와 비교하면 73%에 불과한 것으로 연평균은 2.2%밖에 되지 않았다. 이를 核種別로 분석하면 不活性기체가 99%를 차지하고 있으며, 핵종은 Xe-133이 가장 많은 것으로 판명되었다.

다시 이를 방출근원별로 살펴보면, 格納容器의 放出放射能이 약 1,699큐리로 총폐기 방사능중 가장 많은 약 74%를 점유하고 있는 것으로 나타났다(세부사항은

표 III-1. 기계 폐기물의 방출실적

구 분	년 도								
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984 (10월말)	계
총방출량($\times 10^6$ 톤)	0.121	0.1	0.634	1.23	1.140	1.10	1.23	6.46	0.94
총방출방사능(큐리)	3.52 E-5	1.34 E-5	19.35	198.58	211.54	1102.97	305.02	2286.73	449.27
핵종별(큐리)									
Xe-133	3.52 E-5	1.34 E-5	19.35	196.74	210.05	1092.79	299.16	2238.36	420.27
Xe-135	—	—	—	1.19	1.19	1.076	4.13	30.71	23.12
Xe-133 m	—	—	—	0	2.71 E-1	8.87	1.01	14.98	5.10
Kr-87	—	—	—	0	0	7.67 E-2	0	7.867	1.97 E-1 (Kr-85)
H-3	—	—	—	0	0	1.16 E-1	4.39 E-3	175.2	175.08
I-131	—	—	—	3.6 E-6	2.74 E-3	2.25 E-3	1.21 E-3	18.01 E-3	11.8 E-3
I-133	—	—	—	0	0	6.22 E-5	1.16 E-3	10.12 E-3	8.9 E-3
기 타	—	—	—	3.54 E-1	3.12 E-2	3.31 E-2	1.15 E-1	5.23 E-1	—
발생별(큐리)									
격납용기	—	—	2.25 E-4	197.6	109.48	869.02	163.72	1699.39	359.39
보조건물	—	—	0	0	102.05	228.91	141.3	562.87	89.87
감쇠탱크	—	—	19.35	0.98	0.01	1.03	4.4 E-3	22.0	—
Tech. Spec.(대비 %)	3.0 E-7	1.0 E-7	0.16	1.7	1.8	9.3	2.58	0.194	—

(表 III-1참조).

3. 放射性 液體廢棄物의 處理實績

1984년까지 방출된 액체폐기물의 총방사능은 약 28.5 큐리로 연간 평균 약 3.6큐리이며, 1979년까지 가동년수에 따라 점차 많이 증가하는 추세를 보이다가 1980년에는 0.224큐리 그리고 1983년에는 0.11큐리까지 감소되면서 안정상태를 유지하고 있다.

이같은 개선효과의 주원인은 1980년 8월에 폐액증발기의 carry over 현상을 改善한 결과로 분석되고 있다.

그리고 1979년에는 12.41큐리까지 방출되었지만 기술사양서 제한치의 약 8.9%에 불과한 것이다. 폐액방사능을 핵종별로 살펴보면 대부분이 부식 生性物이고, 핵종은 Co-60이 가장 많은 것으로 나타났으며, 放

出根源別로는, 폐액응축 탱크의 방출방사능이 약 8.0 큐리로 가장 많았다(방출 세부내용 表 III-2참조).

4. 放射性 固體廢棄物 處理實績

原子力 1호기에서 발생된 고체폐기물의 누적량은 84년 10월말 현재 약 6,650드럼으로 연간 평균 약 1,000드럼씩 발생된 것으로 나타났고, 이 드럼내 총방사능량은 약 845큐리로 추정된다. 그리고 고체폐기물 드럼중 잠기재 드럼이 전체의 약 42%로 가장 많으나 고체폐기물 드럼내의 방사능량은 폐수지 드럼이 전체의 약 93%로서 가장 높은 점유율을 보였다.(세부사항은 表 III-3참조).

그리고 尙後 영구저분을 감안하여 고체폐기물을 자연성과 비자연성으로 구분 처리하고 다시 低—中準位

표 III-2. 액체 폐기물의 방출 실적

구 분	년 도								계
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984 (10월말)	
총방출량(톤)	2,530	6,507	8,011	6,497	4,168	2,426	2,858	2956.9	3.6 × 10 ⁴
방출방사능(Ci)	3.75	4.79	12.41	6.50	0.22	0.12	0.11	0.5394	28.5
핵종별(큐리)									
Co-58	—	—	5.15	2.27	3.33 E-2	5.47 E-3	3.38 E-3	4.679 E-3	
Co-60	—	—	1.59	1.83	9.34 E-2	4.35 E-2	5.83 E-2	9.4339 E-2	
Mn-54	—	—	0.88	0.37	4.21 E-3	9.66 E-4	4.14 E-4	1.212 E-4	
Zr-95	—	—	0.01	0.12	7.61 E-3	3.16 E-3	6.59 E-3	9.11 E-5	
Nb-95	—	—	0.02	0.18	1.93 E-2	8.18 E-3	1.86 E-3	4.784 E-3	
Cr-151	—	—	0.15	0.22	6.90 E-5	6.88 E-5	6.92 E-5	—	
I-131	—	—	2.20	4.86 E-2	3.50 E-3	8.6 E-6	3.76 E-5	5.0617 E-2	
Cs-137	—	—	0.36	0.24	1.51 E-2	—	1.42 E-3	8.206 E-4	
Cs-134	—	—	0.17	0.29	2.79 E-3	—	1.68 E-4	1.64 E-5	
기 타	—	—	1.88	9.43 E-1	4.44 E-2	6.16 E-2	5.22 E-3	—	
발생별(큐리)									
LHST	—	—	8.30 E-2	2.90 E-2	1.20 E-2	1.70 E-2	6.4 E-3	1.392 E-3	
WCT	—	—	4.81	3.16	1.00 E-2	1.50 E-2	1.36 E-2	1.872 E-2	
MT	—	—	0.76	5.80 E-2	0.10	9.10 E-2	9.15 E-2	3.383 E-2	
기 타	—	—	6.75	3.24	—	—	—	—	
Tech. Spec.(대비 %)	2.68	4.42	8.86	4.64	0.16	0.09	0.08	2.90	2.98

표 III-3. 고체 폐기물의 발생실적

종 류	년 도								계
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984 (10월말)	
드 럼 수 량(개)									
잡 기	17	124	307	273	469	598	578	2,793	427
폐 액	—	411	308	471	1,104	353	390	3,434	397
폐 휘 터	—	7	30	33	125	28	25	264	16
폐 수 지	—	—	49	22	70	77	35	258	5
기 타	—	—	—	—	—	2	—	2	—
계	17	542	694	799	1,768	1,058	1,028	6,651	745
방 사 능(큐리)									
잡 기	0.02	0.15	1.8	3.17	8.86	5.1	1.99	25.81	4.72
폐 액	—	1.08	1.22	2.01	8.81	4.07	3.80	24.80	3.81
폐 휘 터	—	0.01	0.37	0.53	1.11	5.04	2.33	11.01	1.62
폐 수 지	—	—	5.79	12.05	669.45	75.32 0.18	3.97	782.84 0.18	6.25
기 타	—	—	—	—	—	—	—	—	—
계	0.02	1.24	9.2	17.77	688.23	89.71	22.09	844.64	16.40
드럼당방사능(mci/drum)	0.001	0.002	0.013	0.02	0.39	0.03	0.021	33.42	19.4

표 III-4. 방사성 폐기물 발생량과 발전량 비교

구분	단위	제 한 치							
		기술사양 목표치							
발전량	MWH×1000	161,174	3,151,900	3,477,154	2,897,205	3,777,279	3,270,481	2,592,420	
폐기물									
기체	Ci	11,000	5,000	1	19.3	198.6	211.5	1,102.9	305
액체	Ci	140	5	4.62	12.4	6.46	0.26	0.12	0.11
고체	Drum(55 Gal)	—	1,000	542	694	799	1,768	1,058	1,028
방사선 피폭	Man-Rem	—	500	—	346.7	223.7	479.3	461.5	497.5

표 III-5. 년도별 폐기물드럼 처리비 현황

구분	년도	드럼명								
		제	액	폐	필터	폐수	지	기	타	제
처리비(×1000원)	1977	816	0	0	0	0	0	0	0	816
	1978	5,954	65,334	914	914	0	0	0	0	72,232
	1979	14,741	48,900	4,047	4,047	21,133	0	0	0	88,884
	1980	13,108	74,871	4,451	4,451	9,490	0	0	0	101,920
	1981	22,520	175,495	16,861	16,861	30,194	0	0	0	245,070
	1982	28,329	51,027	3,777	3,777	33,214	185	0	0	116,552
1983	27,753	61,996	3,372	3,372	15,097	0	0	0	103,218	
계		113,221	477,683	33,452	33,452	109,131	185	0	0	733,672
처리단가(원)	자재비	16,800	107,090	65,000	65,000	53,000	55,000	293,890		
	인건비	1,203	4,832	3,624	3,624	6,040	2,416	18,120		
	운반·처리비	4,771	4,980	4,980	4,980	11,522	4,980	31,233		
	제염비	1,086	1,566	1,086	1,086	2,144	1,036	6,958		
	방호용품비	1,415	7,958	6,884	6,884	17,638	5,450	39,345		
	외곽수당	688	1,419	1,226	1,226	5,685	1,245	10,213		
시설유지비	6,427	6,427	6,427	6,427	6,427	6,427	6,427	32,135		
시설운전비	1,200	10,220	31,200	31,200	31,420	1,200	358,240			
감가상각비	14,471	14,471	14,471	14,471	14,471	14,471	14,471	72,365		
계		48,016	158,933	134,690	134,690	431,347	92,275	865,491		

로 나뉘어 저장하고 있다. 한편, 발전소의 발전량(MWH)과 고체폐기물의 발생량은 비교적 반비례현상(表 III-4)을 나타내고 있다.

5. 固體廢棄物 處理費分析

1983년말 현재 原子力 1호기의 고체폐기물 처리비용은 약 7억 3천만원이 투입 연간 평균 약 1억 2천만원이 소요된 셈이며 드림 1個當 평균비용은 약 13만원으로 추산되고 있다. (年度別 폐기물처리비 현황 表 III-5 참조)

IV. 環境放射能 監視

1. 環境監視 概要

주변환경의 방사성오염을 防止하고 방사선피해로부터 주민을 보호하기 위하여 大氣 陸上 및 海上에 있는 주변환경시료를 정기적으로 채취 측정하고 있다.

그 結果에 따라 발전소 가동전후의 환경방사능의 변동상태와 방사능 측정경향 그리고 인근주민의 피폭여부를 평가하고 있다. 또한 발전소에서 放出되는 氣體와 액체폐기물로부터 받은 인근주민의 피폭선량이 10 CFR 50 APP. I 의 선량기준치를 넘지 않도록 US NRC REG·GUIDE 1.109의 계산모델로 주민피폭선량을 산출 分析評價하고 있다.

2. 環境試料監視實績

환경시료의 방사능측정치중 소알파방사능과 쏘베타 방사능은 선량평가에 직접 관련시킬 수 없으므로 발전

소 가동전후의 환경방사능의 변동상태와 환경에의 측정상태를 평가한 결과 알파방사능준위는 一般的으로 地域的인 差나 계절적인 변화가 거의 없었다.

쏘베타방사능준위는 지역적인 차나 계절적인 변화가 일부 있었으나 一般的으로 發電所 稼動後의 방사능준위가 稼動前보다 오히려 낮게 나타났는데 오염가능성이 가장 높다고 생각할 수 있는 해수시료도 같은 현상을 보인 것으로 하나의 예로 들 수 있다. (세부내용 表 IV-1참조)

그리고 經口섭취로 인한 체내피폭선량도 一般 個人에 對한 연간 허용선량 500 mrem 보다 훨씬 낮은 선량치로 분석되었다. 따라서 발전소 가동이후 방사선에 의한 방사선障害나 주변환경오염은 현재까지 發生되지 않고 있는 것으로 판명되고 있다.

표 IV-1. 環境 해수 시료 방사능비교

가 동 전		가 동 후	
년 도	전베타(Pci/l)	전베타(Pci/l)	년 도
1970	521.54	311.11	1979
1971	297.43	473.93	1980
1972	141.61	146.82	1981
1973	180.53	405.60	1982
1974	156.81	481.10	1983
1975	446.94	—	—
1976	294.34	—	—
1977	163.92	—	—
1978	177.01	—	—

표 IV-2. 주변 주민피폭선량 평가

(단위 : mrem/yr)

피폭경로	년 도				기준치	기준치대비 (%)
	1980	1981	1982	1983		
액 체 피 폭						
전 신	6.57E-1	2.80E-2	1.41E-2	1.44E-2	3	5.94
피 부	4.89E-1	2.38E-2	1.10E-2	1.38E-2	15	0.01
갑 상 선	7.15E-1	4.18E-2	1.21E-2	1.40E-2	10	1.95
기 체 피 폭						
전 신	8.40E-3	3.70E-2	5.83E-1	7.03E-1	5	6.68
피 부	2.36E-2	5.72E-2	6.03E-1	8.34E-1	15	2.53
갑 상 선	8.50E-3	1.36E-1	6.47E-1	7.22E-1	15	2.52

주 : '81년도 기체피폭 선량의 기상 입력 자료는 '84년도 상반기 자료임.

3. 放射性廢棄物에 의한 주민被曝線量評價

放射性氣體 폐기물의 환경 방출에 따른 개인 最大全身被曝線量이 연간평균 33.4E-1 mrem으로 線量基準値(5mrem/hr)의 6.68%, 그리고, 액체 폐기물에 의한 개인 최대 전신피폭선량은 1.78E-1 mrem으로 선량기준치(3 mrem/yr)의 5.94%에 불과하였다. 이는 10 CFR 50 APP. I의 선량基準値를 충분히 만족하는 수치이다.

그리고, 방출액체에 의한 甲状腺内部 피폭선량도 線量基準値 10 mrem의 1.95%로 기준치를 훨씬 下廻하고 있는 것으로 나타남으로써 환경감시도 잘 되고 있는 것으로 규명되었다. (세부결과 표 IV-2참조)

V. 原子爐 冷却材의 除染經驗

1. 冷却材 汚染의 處理概要

가. 汚染背景

원자력 1호기의 제 2차 核燃料 재장전중 일부 核燃料가 Core Baffle Jetting 현상에 의해 損傷된 것을 발견, 1981년 3월 12일 Westinghouse社의 기술자가 Core Baffle Peening 작업을 수행하던중 Baffle Peening 공구내의 U-Con-Oil이 원자로내로 漏出되면서 系統내의 원자로 냉각재와 核燃料交換用水를 오염시켰는데, 이 汚染用水는 발전소원수와 순수 저장탱크(XTK-98 B, 99)에 임시저장 되었다.

나. 處理設備 및 處理方法

이 설비는 Westinghouse社가 설계하고, 國內技術陣이 제작, 설치한 것으로, 주요기재는 活性炭(1 Ft³)과 Ion 交換樹脂(IRON-150; 0.5 Ft³)를 혼합주입, 특수 제작한 드럼 240개를 1群 80개씩 3群으로 나누어 다시 1群을 40개씩 2홀로 연결한뒤에, 순수저장탱크 2대에 저장된 오염수를 순환펌프 1대로 재순환방식으로 약 16일간 정화처리하여, 정화수는 외부로 방출하고, 발생된 廢樹脂드럼은 所內廢棄物 저장고에 운반, 적재하였다.

다. 處理設備運轉 및 저장탱크 除染

운전전에 탱크의 출입구 밸브를 잠그고, 系統内の 모든 밸브는 개방한 상태에서 15 Psig의 Service Air로 1차 누설시험을 마친뒤에 30 Psig의 淨化水로 2차 누설시험을 다시 실시하여 누설을 방지하였다. 탱크내 總放射能은 제 1군 드럼은 4일정도 운전하여, 초기 2.57 Ci에서 0.67 Ci로 3.8배, 제 2군 드럼은 7일정도 운전하여 0.67 Ci에서 0.34 Ci까지 약 2배정도 減少되

었으나, 제 3군 드럼은 7일동안 운전해도 0.31 Ci에서 더 이상 감소되지 않았다.

한편, 비방사능을 살펴보면 ~10⁴ μCi/cc 준위에서는 잘 감소되었으나 ~10⁻⁵ μCi/cc 준위에서는 거의 감소율을 보이지 않았다.

따라서, 우리는 放射能이 지수함수적으로 제거됨을 확인할 수 있었다. 낮은 比放射能(10⁻⁵ μCi/cc)에서 잘 감소되지 않은 主要原因은 첫째, 설비 운전중 Resin 입자 표면에 U-Con Oil이 흡착, Oil 피막을 형성하여 Resin 성능이 저하되었고, 둘째, 오염수내에 있던 이온성 물질은 Resin에 잘 흡착되었으나 비이온성 물질은 Resin에 흡착되지 않은 상태로 오염수내에 잔존해 있었기 때문이다(그림 V-1).

한편 제염계수(DF)가 약 1.0일때 드럼교체를 실시하였고 교체드럼수는 240개, 그리고 드럼내 제거된 總放射能은 2.25큐리로 드럼당 평균처리 放射能은 약 9.4 밀리큐리였다. 탱크제염은 방출도중에는 정화수 살포 방식으로 하였고, 방출후에는 제염제(Alconox)로 제염을 하였다. 그리고 다시 Sand Blasting 방법으로 탱크벽에 도장된 페인트를 제거하였다. 마지막으로 에폭시페인트를 탱크벽에 2회 塗裝하였다.

2. 冷却材汚染의 處理實績

오염수의 방사능농도는 오염수 저장탱크 수위가 상부에서 2m씩 減少될 때마다 방출을 중단하고 이를 측정 확인하였다. 그리고, 2m水位에 상당하는 汚染水를 5회에 나누어 약 7일간 발전소 배수구로 許容基準値의

표 V-1. U-CON OIL 오염수 처리실적

구	분	내	용
오	염 발	1981. 3. 12	생
오	염 수	1,388 m ³	량
초	기 방	257 Ci	사능량
방	출 방	0.092 Ci	사능량
방	출 기	7일	간
오	염수 방	56 GPM	출물
방	출전 평	6.63×10 ⁻⁵ Uci/cc	균 비방사
배	수구 평	6.01×10 ⁻⁹ Uci/cc	균 비방사
U-	CON-OIL	0.4 PPM	농도
BORON	농도	2.055 PPM	
U-	CON-OIL PH	4.7~4.9	
U-	CON-OIL	240개	처리드럼

1/10이하로 안전하게 방출하였다.

이때 總汚染水 放出量은 1,338톤, 總放出放射能은 0.09큐리, 그리고 排水口의 平均比放射能은 6.01×10^{-9} $\mu\text{Ci}/\text{cc}$ 로 거의 海水 自然放射能 수준에 맞먹는 결과를 나타냈다. (세부처리실적 표 V-1참조)

VI. 結 論

원자력발전소의 가동기수가 증가되면서 相對的으로 放射線安全管理가 그 어느때 보다도 重要한 課題로 擡頭되고 있을뿐 아니라 公衆의 安全과 環境보전을 위하

여 철저한 방사선관리가 요구되고 있다.

따라서, 위에서 기술한 바와같이 원자력 1호기에서는 방사선안전성 提高를 위하여 發電所 稼動以後 일련의 많은 改善措置를 부단히 강구해왔다.

그결과 1982년부터 발전소내 방사선 준위가 전반적으로 낮아졌고, 방사선 피폭도 운전년수에 따라 증가 현상을 보이는 것이 외국발전소들의 常例인데, 원자력 1호기에서는 1983년을 고비로 연간 500 Man-Rem 수준에서 安定勢를 보이고 있다.

또한 액체폐기물의 연간방출방사선도 1981년에 현저히 감소, 0.22큐리수준에서 안정추세 현상을 나타내고

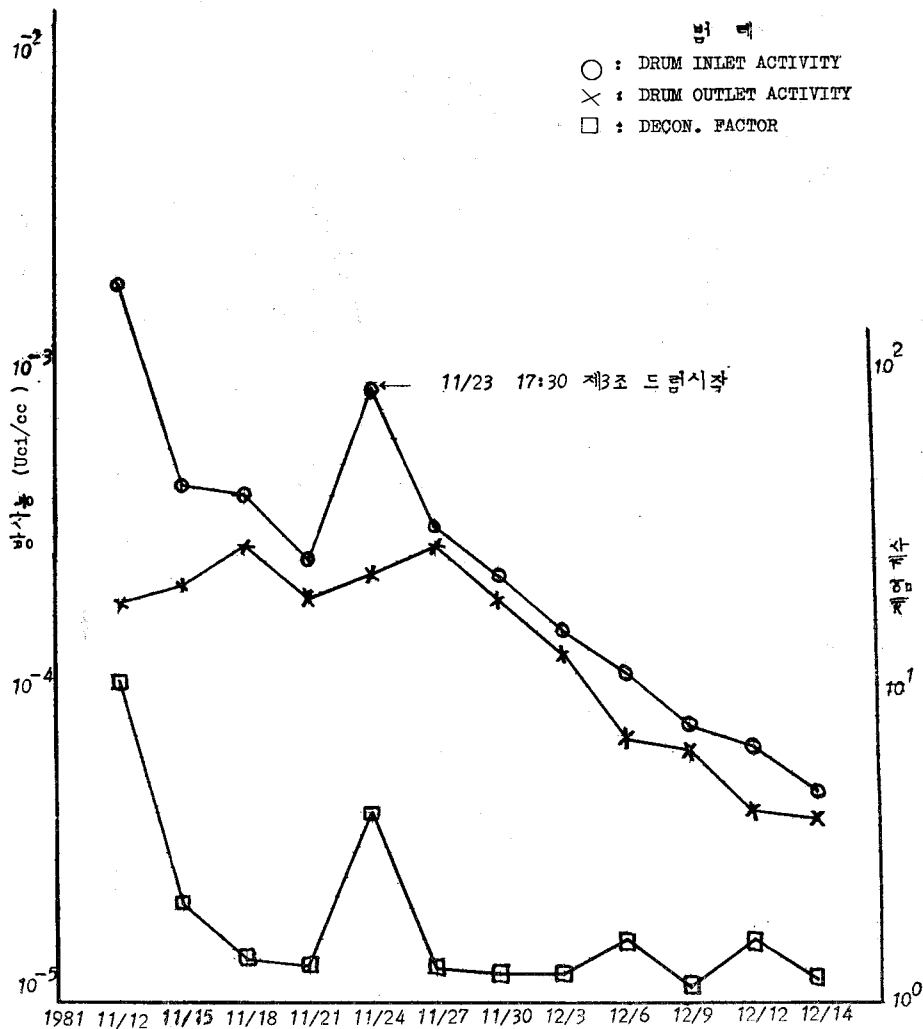


그림 V-1. UCON-OLL 오염수의 방사능 감소

있다.

그러나, 원자력발전소의 모든 종사자들은 여기에 결코 만족하지 않고 ALARA 制度를 導入, 방사선피폭을 극소화하면서, 방사성폐기물의 「ZERO 放出」을 궁극의 목표로 삼고, 이를 구현하기 위해 부단한 노력을 기울이고 있다.

REFERENCES

- 1) 古里 1號機 環境放射能 綜合評價 p.19~33 韓國 電力株式會社 (1980)
- 2) Regulatory Guide 1, 109 "Calculation of Annual

Doses to Man from Routine Release of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR 50 App. I" U.S. NRC, May, 1976.

- 3) 원자력 1호기 발전소 운전 절차서, 권 14 환경관리 (7-2)
- 4) Nuclear Plant #1, Standard Technical Specifications App. A, Radioactive Effluent Releases and Environmental Monitoring, April, 1984
- 5) 産. 硏合同 第1回 放射性廢棄物管理 세미나 論文集, p.176~201, KAERI/KEPCO, April, 1984.

The Experience and Analysis of Radiological Protection at KoRi Unit #1, Nuclear Power Plant

Shin Woo Park

Quality Assurance and Inspection Dept., Korea Electric Power Corporation

= Abstract =

The analysis of radiological protection at Kori Nuclear Unit #1, which started commercial operation on April 29, 1978, has been carried out in three areas, namely, radiation exposure, radioactive waste disposal and environmental management.

The analysis results for radiation exposure and radioactive effluent releases appear to increase gradually with plant operating years. On the other hand, the apex of radiation exposure and radioactive effluent releases was in 1983 and 1982 respectively and then decreased or stabilized. Also, the operation environmental radioactivity seems to be no higher than preoperation environmental radioactivity.