

증기발생기 취출계통으로부터의 방사성 폐기물 방출에 관한 연구

고승국·이현주*

물리학과

(1982. 6. 30 접수)

〈요약〉

증기발생기의 냉각수 취출에서 발생하는 방사선의 영향을 조사하기 위해서 설계상 방출량 10GPM 일 때 외부에 나타나는 방사선 준위를 계산하였다. 이 결과 액체 취출물의 누적 총방사선량은 12.574Ci/yr이며 기체로 방출되는 것은 주로 I-131 및 I-133으로 나타났다.

Study on the Radioactive Waste Discharges from the Steam Generator Blowdown System

Seung Kook Ko·Heon Ju Lee

Department of Physics

(Received June 30, 1982)

〈Abstract〉

To investigate the radioactive effects produced from the steam generator blowdown system, off-site radioactive levels are calculated for the design base of coolant effluents with 10 GPM.

As a result, total accumulated radioactivity in the liquid from blowdown system is 12.574 Ci/yr and main constituents of discharge gases are I-131, I-133.

I. 서론

원자력 발전소의 장기적인 운전시 증기발생기 내에 발생하는 고형물의 제거와 화학처리를 위해 연속적인 취출을 하게 되는데, 이 때 수반되는 방사성 폐기물의 방출에 대한 영향을 현재 가동중인 고리원자력 발전소 1호기의 자료를 기초로 조사하였다. 가압수형인 고리 1호기의 Steam Generator Blowdown System으로부터 방출되는 냉각수는 정상 가동시 10 GPM(각 5GPM)이며, 이때 방출되는 냉각수내의 방사선원 농도를 계산하기 위해서 선원평가는 Regulatory Guide 1.112와 NUREG-0017에 제시된 방법과 모델을 사용하였다.

또한 발전소 인근 주민들의 가능성 있는 피폭선량의 평가에는 Regulatory Guide 1.109 및 1.111에 의한 방법과 모델을 적용했다.⁽¹⁾

방출 방사선에 의한 인근 주민들이 받는 연간 누적 피폭선량을 계산하기 위해서는 2차 냉각수 내의 방사선원 농도를 핵종별로 계산해야 한다. 이 방사선원의 농도는 1차측으로부터 2차측으로의 누출율과 각 핵종들의 연쇄 붕괴 및 핵종별 붕괴 상수를 조사하여야 하며 각 핵종들의 상태(기체, 액체)와 용해도를 알아야 한다. 또한 1차측으로부터 누출되는 선원의 농도를 알려면 1차측의 평형 농도를 찾아야 하는데 이는 사실상 연소 정도에 따라 다른 값을 갖게 되며, 핵 연료 피복의 파손율도 연소(burn up)에 따라 다를 뿐 아니라 핵분열시 방출되

* 서울대학교 공과대학 원자핵공학과

는 원소들의 성분 및 농도도 연료, 연소에 따라 변하게 된다. 그러나 본 계산에서는 1차측 핵종별 농도는 WASH-1258에 의거하여 핵 연료봉 파손을 0.25%와 연간 방출되는 핵종별 성분이 기대되는 평균값으로 일정하다는 전제 하에서 구해진 값을 사용하였다.⁽²⁾

선원 계산 및 괴폭선탕 계산은 상술한 방법과 모델이 부합하는 미국원자력 위원회의 GALE Code 및 KAERI의 JUNE 및 JONG Code를 사용하여 계산하였고, 그외의 자료는 고리 1호기 최종안정성 분석보고서(FSAR)에 제시된 값을 사용하였다.⁽³⁾

II. 방사선원 계산

액체 및 기체 상태가 공존하고 있는 계(system)에서 어떤 핵종의 방사선 봉과 과정은 일정 온도, 일정 압력 하에서 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$I \xrightarrow{\lambda i} J \xrightarrow{\lambda j} K \xrightarrow{\lambda k} \dots$$

이들의 액체 상태에서 농도가 $C_i, C_j, C_k \dots$ 이고 주어진 상태에서의 Carry-over Fraction이 $f_i, f_j, f_k \dots$ 라 하고 1차측에서 2차측으로의 누출율을 L , 2차측에서의 방출율을 B 라 할 때 이들의 관계식은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned}\frac{dC_{2i}}{dt} &= \frac{f_i LC_{1i} - BC_{2i}}{V_2} - C_{2i} \lambda_i \\ \frac{dC_{2j}}{dt} &= \frac{f_j LC_{1j} - BC_{2j}}{V_2} - C_{2j} \lambda_j + f_i C_{2i} \lambda_i \\ \frac{dC_{2k}}{dt} &= \frac{f_k LC_{1k} - BC_{2k}}{V_2} - C_{2k} \lambda_k + f_j C_{2j} \lambda_j \\ &\vdots\end{aligned}$$

평형상태에서는

$$\frac{dC_{2i}}{dt} = \frac{dC_{2j}}{dt} = \frac{dC_{2k}}{dt} = \dots = 0$$

$$\begin{cases} (B + V_2 \lambda_i) C_{2i} \\ -V_2 \lambda_i f_i C_{2i} + (B + V_2 \lambda_j) C_{2j} \\ -V_2 \lambda_j f_j C_{2j} + (B + V_2 \lambda_k) C_{2k} \\ \vdots \end{cases} = \begin{cases} LC_{1i} f_i \\ LC_{1j} f_j \\ LC_{1k} f_k \\ \vdots \end{cases}$$

$C_{1i}, C_{1j}, C_{1k} \dots$: 1차측에서의 선원농도

V_2 : 2차측 액체의 총량

따라서 윗 식을 풀면 2차측 핵종별 농도를 알 수 있다. 또 핵 연료봉으로부터 1차측으로의 누출에 의한 1차측의 핵종별 농도도 이와 유사한 방법으로 계산이 가능할 것이다. 다만 본 계산에서는 선방성 있는 결과를 얻기 위하여 GALE code를 써서 1차측 농도를 구한 후 이로부터 다시 2차측 농도를 구

했다.

계산 결과 Blowdown되어 직접 방출되는 2차측 냉각수중의 방사선 핵종별 농도를 검토하여

$$\frac{C_{2i}}{i} \frac{(MPC)_i}{(MPC)_j} \leq 1$$

이 되는지 여부를 검토했다.

여기서 선원계산에 필요한 입력자료는 다음과 같다.

① S/G의 엣수	2배
② S/G의 형	U-type
③ i) 요오드와 nonvolatiles 의 평가에 필요한 carry-over fraction	0.001
ii) 희유기체의 carry-over fraction	0.01
④ 2차 계통의 총증기량	7.5×10^6 1bs/Hr
⑤ 각 S/G속의 액체의 질량	279×10^3 1bs
⑥ 1차 계통에서 2차 계통으로의 누출량	100 1bs/day
⑦ 평균 SGBD량	5.1×10^3 1bs/Hr
⑧ SGBD량의 정화계통	없음
⑨ Condensate demineralizer를 통해서 처리되는 S/G feed water 분율	없음
⑩ Condensate demineralizer계통에서의 DF값	없음
⑪ Condensate demineralizer의 수	없음
⑫ Condensate demineralizer의 형태	없음

1. 액체 폐기물량

원자력 발전소에서 소외로 나가는 액체 폐기물에 의한 방사능은 폐기물처리계통(WPS)에서 방출되는 총방사능과 SGBD (Steam Generator Blowdown)에서 방출되는 총방사능으로 구분되는데 SGBD에서의 방출량은 Blowdown rate와 정화계통의 설계에 따라 좌우된다. 상기한 입력자료를 GALE Code에 넣어 계산하면 폐기물처리계통에서 방출되는 방사선량은 0.125Ci/yr이고, SGBD에서는 12.57 3Ci/yr가 된다.

NUREG-0017의 가정에서 증기발생기의 듀브를 통해 100 1bs/day 씩 1차측 냉각수가 2차측 냉각재로 유출이 일어나므로 Blowdown rate가 10 GPM인 경우 2차측 냉각재의 농도는 I-131의 경우 $3.48 \times 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{ml}$ 이 된다. 이 농도의 액체는 방출되는 순간에는 근처의 계측기에 무사히 통과하지만 발전소의 가동동안 계속 유지된다. 따라서 10 GPM

〈표 1〉 주요 핵종별 농도 및 방출율

핵 종	1차 냉각수의 방사선원 농도 ($\mu\text{Ci}/\text{ml}$)	2차 냉각수의 방사선원 농도 ($\mu\text{Ci}/\text{ml}$)	SGBD의 방사선원 방출율 (Ci/yr)	WPS에서의 방사선원 방출율 (Ci/yr)
Sr-91	1.80E-03	1.95E-07	0.00388	0.00001
Mo-99	8.72E-01	8.78E-04	0.00031	—
I -131	5.00E-01	3.48E-04	6.91988	0.03915
I -132	1.87E-01	3.01E-05	0.59850	0.00130
I -133	7.98E-01	1.66E-04	3.3011	0.01402
Pr-143	1.25E-04	1.04E-07	0.00207	—
TOTAL*	4.72	2.32E-02	12.57365	0.125

*TOTAL은 기타 핵종 포함

의 Blowdown양을 연간 합치면 4백만 gallon 정도가 방출되므로 그 속에 포함된 I -131에 의한 방사선 누적 총량은 약 5.5Ci가 된다.

증기 발생기 U-tube의 깨짐이 없는 경우에도 뜨거운 가압수가 U-tube의 한쪽을 흐르고 바깥쪽에는 그것보다 온도가 낮은 2차측 냉각수가 흐르기 때문에 금속의 성질상 U-tube 전표면적에서 100 1bs/day의 유출은 항상 있을 수 있다. 만일 투브 파단(tube rupture)이 생기면 2차측 냉각수의 농도가 급격히 상승하므로 증기 발생기의 가동을 중지하여야 한다.

2. 방사선원 방출량

GALE Code를 사용해서 계산한 1차 계통 냉각수의 방사선원과 Blowdown Rate가 10GPM일 때 2차계통 냉각수의 방사선원 중 중요한 몇 가지를 표 1에 보였다.

표 1에서 WPS를 통한 연간 방사선원 방출량은 아주 적은데 비해 SGBD으로부터 나오는 양이 더 많은 것을 알 수 있다. 액체 폐기물중의 주요 선원 농도를 비교하기 위하여 계산의 결과 일어진 주요 핵종별 2차측 농도를 최대 허용 농도(MPC)와 비교하였다. 이때에 $\sum_i (\text{Ci}/\text{MPCi}) \leq 1$ 되는지를 검토해 본 것을 표 2에 실었다.⁽⁴⁾⁽⁵⁾

3. 기체 선원

Steam Generator Blowdown System의 flash tank에서 방출 배기되는 방사성 기체 중 화유기체는 없고, 오오드가 기체 상태로 방출되는 양은 전체 오오드량(0.215 Ci/yr)의 70% 이상을 방출한다.

SGBD 계통에서 대기중으로 방출되는 방사선량은

〈표 2〉 주요 핵종별 농도 및 MPC와의 비교

핵 종	MPC ($\mu\text{Ci}/\text{ml}$)	CONCENTRATION ($\mu\text{Ci}/\text{ml}$)	CONCENTRATION /MPC
Sr-91	7E-05	1.95E-07	0.002786
Mo-99	2E-04	8.78E-04	4.39
I -131	3E-07	3.48E-04	1160
I -132	8E-06	3.01E-05	3.7625
I -133	1E-06	1.66E-04	166
Pr-143	5E-05	1.04E-07	0.00208

아래의 조건에서 구했다.

가. 1차에서 2차계통으로 누출되는 양은 20gal/day로 잡는다.

나. 2차계통의 증기 Blowdown량은 10GPM이다.

다. Steam Generator Blowdown Tank Vent의 분배계수(partition factor)는 요오드에 대해 100을 적용한다.

여기에서 Blowdown Vent off gas 중의 방사성 기체의 activity는 I -131가 $1.2 \times 10^{-1} \text{ Ci}/\text{yr}$, I -133이 $4.5 \times 10^{-2} \text{ Ci}/\text{yr}$ 일어졌다.

III. 피폭선량 평가

1. 방출 액체로부터의 피폭선량 계산

원자력 발전소의 방사성 액체 폐기물로부터 주민의 피폭 경로는 다음과 같이 구분 할 수 있다.

1. 내부피폭~음식물 섭취, 음료수

2. 외부 피폭~해변가나 강변에 쌓인 방사성 물질 피폭선량의 계산은 가능한 경로에 대한 적절한 데이터와 가정에 의한다.

고리 1호기의 위치는 해변이므로 액체 폐기물이

〈표 3〉 중기발생기 Blowdown에서 방출되는 방사능에 의한 인근 주민의 피폭선량

(단위 mrem/yr)

연령별 그룹	장기 피폭 경로	골 수	간 장	전 신	갑 상 선	심 장	허 파	창 자
성인 갑자류	어류	1.14E -01	6.46E -04	3.62E -40	1.88E -01	8.56E -05	3.56E -05	2.04E -04
	갑자류	4.86E -01	2.36E -02	2.18E -02	2.48E -01	5.88E -04	5.32E -07	1.07E +00
	해초	3.28E +00	1.79E -02	9.96E -03	5.54E +00	2.88E -04	1.36E -06	1.94E -02
청소년 갑자류	어류	9.16E -03	8.42E -04	4.86E -04	2.22E -01	8.54E -00	3.54E -06	2.0E 2-04
	갑자류	5.70E -02	3.20E -02	2.98E -02	2.94E -01	5.88E -04	5.38E -07	1.12E +00
	해초	1.71E -01	2.36E -02	1.36E -02	6.52E +00	2.86E -04	1.39E -06	1.98E -02
어린이 갑자류	어류	6.04E -03	1.01E -03	7.34E -04	3.14E -01	5.02E -06	2.08E -06	1.22E -04
	갑자류	1.51E -01	6.50E -02	7.72E -02	7.22E -01	5.88E -04	5.54E -07	1.10E +00
	해초	2.04E -01	5.04E -02	3.68E -02	1.57E +01	2.80E -04	1.46E -06	1.97E -02
유아 갑자류	어류	7.10E -04	2.46E -04	1.37E -04	7.60E -02	5.04E -04	2.08E -07	1.30E -05
	갑자류	7.74E -02	3.80E -02	3.48E -02	4.34E -01	1.49E -04	1.50E -07	2.82E -01
	해초	2.60E -02	1.23E -02	6.92E -03	3.80E +00	2.86E -05	1.70E -07	2.06E -03

바다로 흘러 나가게 되어 농작물의 관계 용수나 음료수와는 관계 없다.

액체의 이동 경로는 발전소의 가동 기간 동안 존재한 것으로 생각이 되는 경로를 고려했고 피폭과 관련된 바다에서의 총 피폭선량의 대부분을 차지하는 경로라고 가정한다. 그러면 고려될 수 있는 액체로부터의 이동 경로는 해산물의 소화 섭취이다. 이 해산물들은 해당 지역의 바다에서 생산되는 것으로 어류, 갑자류, 김, 미역 등이다. 또한 수영이나 보트들이, 일광욕 등에서 받는 외부 피폭선량은 전체 인구가 받는 전신 피폭선량이지만 이 양은 해산물에 의한 것보다 훨씬 적다.

다른 경로를 통해서 받을 수 있는 피폭 즉 지하수에 의한 경로는 부지가 해안가에 있으므로 무시할 수 있으며 바닷물 표면에서의 직접 피폭도 무시할 수 있다.

생활 습관 및 주민의 기호에 대한 데이터는 대부분 외부 및 외부 피폭에 노출되는 기간을 나타내는데 이러한 차이는 지역적인 특수성이 있으므로 고리1호기의 FSAR자료를 사용하였다.

각 경로에 대해서 피폭선량을 최대로 잡기 위한 가정은

1. 주거민은 하루에 인근 바다에서 잡은 어류나 소개류를 50g정도 먹는다.

2. 주거민은 해초를 하루에 약 10g씩 먹는다.

3. 수영은 평균으로 일년에 약 200시간

4. 해변가 산책은 평균으로 일년에 약 200시간 정도로 한다.

해산물과 해변가에서 방사성 핵종의 농축은 발전소에서 방출되는 방사성 핵종의 연간 방출량과 해산물에서의 방사성 핵종의 채농축 인자는 바닷물을 속에 있는 유기물질 속에 방사성 핵종의 평형 농축에서 결정되며 이것은 해산물의 소화 섭취에 의해서 영향을 미친다.

고리1호기 원자력 발전소에서 나오는 방출폐기물의 유속은 초당 1292ft³이고 혼합비율은 1/10이다. 이 혼합 비율은 회석인자의 역수이다. 피폭선량계산은 Reg. Guide 1.109에 의한 모델을 사용하였다 대중 피폭선량에서는 다음의 계산식이 사용된다.

$$D_d^p = 0.001 \sum_a P_a \sum_d D_{jda} f_{da}$$

D_{jda} : 해변가 d 에서 나이별 그룹 a 에 속한 개인의 내장 기관 j 에 대한 연간 피폭선량, 단위 mrem /yr

D_d^p : man·rem으로 표시되는 내장기관 j 에 대한 연간 대중 피폭선량

f_{da} : 해당지역 d 에서의 총 인구 중 나이별 그룹 a 의 분율

P_d : 해당지역 d 에 판계되는 인구수

0.001: millirem을 rem으로 바꾸는 변환 인자.

SGBD에 의한 발전소 부근 해변가에서의 전신 피폭선량은 어린이의 경우가 가장 심하며 1.7×10^{-2} mrem/yr가 된다. 나이별, 기관별의 인근 주민 피

〈표 4〉 방사성 Iodine 및 Particulate 방출로 인한 내부 피폭 선량

위 치	인 체 수 량 m^3/yr	내부 피폭						총 선 량 (mrem/yr)*	외부 폐 체 선 량 (mrem/yr)
		Bone	Liver	Tot. Body	Thyroid	Kidney	Lung		
최근거리 주변 (복사 1.3km)	Adult	1.99×10^{-3}	1.36×10^{-2}	1.31×10^{-1}	1.10×10^{-1}	1.26×10^{-2}	1.17×10^{-2}	1.20×10^{-2}	
	Teen	1.82×10^{-4}	3.07×10^{-3}	2.97×10^{-3}	2.93×10^{-2}	3.77×10^{-3}	2.95×10^{-3}	2.90×10^{-3}	
	Child	1.33×10^{-3}	6.31×10^{-3}	5.58×10^{-3}	6.74×10^{-3}	3.66×10^{-3}	5.35×10^{-3}	5.27×10^{-3}	3.9×10^{-4}
	Infant	6.46×10^{-4}	2.77×10^{-3}	2.28×10^{-3}	5.59×10^{-2}	9.91×10^{-4}	2.22×10^{-3}	2.13×10^{-3}	4.6×10^{-4}
	Adult	1.19×10^{-4}	2.34×10^{-3}	2.33×10^{-3}	1.01×10^{-2}	2.24×10^{-3}	2.24×10^{-3}	2.23×10^{-3}	
	Teen	7.5×10^{-5}	5.71×10^{-4}	5.61×10^{-4}	4.87×10^{-3}	7.15×10^{-4}	5.68×10^{-4}	5.58×10^{-4}	
최근거리 주변 (복사 6.4km)	Child	8.5×10^{-5}	1.07×10^{-3}	1.03×10^{-3}	7.7×10^{-3}	6.8×10^{-4}	1.02×10^{-3}	1.01×10^{-3}	5.9×10^{-5}
	Infant	4.5×10^{-6}	4.6×10^{-4}	4.2×10^{-4}	6.4×10^{-3}	1.81×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.1×10^{-4}	
	Adult	7.73×10^{-3}	4.86×10^{-2}	4.66×10^{-2}	4.15×10^{-1}	4.46×10^{-2}	4.13×10^{-2}	4.25×10^{-2}	
	Teen	6.86×10^{-4}	1.09×10^{-2}	1.05×10^{-2}	1.05×10^{-1}	1.33×10^{-2}	1.04×10^{-2}	1.02×10^{-2}	
	Child	5.15×10^{-3}	2.26×10^{-2}	1.98×10^{-2}	2.52×10^{-12}	1.29×10^{-2}	1.88×10^{-2}	1.85×10^{-2}	
	Infant	2.48×10^{-3}	9.95×10^{-3}	8.06×10^{-3}	2.09×10^{-1}	3.51×10^{-3}	7.84×10^{-3}	7.53×10^{-3}	

* 흐름과 음식물 경로를 합한 값

폭선량을 표 3에 보였다.

2. 방출기체로부터 피폭선량 계산

발전소의 방출 기체는 분산 인자 X/Q 값과 같은 대기조건과 지표면의 침강 등으로 주위 공중인에 방사선 피폭을 준다. 여러 가지 경로에 따른 선량 계산은 Regulatory Guide 1.109에 따라 하였다.

방사성 요오드로부터 받는 피폭선량은 다음과 같은 경로에 따라 계산된다.

1) 지표면에 침강된 것으로 부터 외부조사

2) 호흡

3) 음식물, 고기, 우유 등의 섭취

오염된 지표면에서의 조사선량은 다음과 같다.

$$G^c_j(r, \theta) = 8760 S_F \sum_i C^c_i(r, \theta) DFG_{ij}$$

여기서

C^c_i 는 지표면적상의 핵종 i 의 농도(PCi/m^2)

DFG_{ij} 는 핵종 i 로 부터 장기 j 에 대한 선량환산인자($\text{mrem}-\text{m}^2/\text{PCi}-\text{hr}$)

$D^c_j(r, \theta)$ 는 (r, θ) 지점에서 지표면의 모든 핵종으로 부터 장기 j 가 받은 연간 선량(mrem/yr)

S_F 는 감쇄인자이고,

8760은 1년을 시간으로 바꾼 값이다.

호흡으로 인한 개인피폭선량은 다음과 같은 식으로 간단히 계산된다. (Reg. Guide 1.109, 부록 C)

$$D^A_{ja}(r, \theta) = R_a \sum_i X_i(r, \theta) DFA_{ija}$$

$D^A_{ja}(r, \theta)$ 는 (r, θ) 지점에서 호흡으로 인하여 연령 그룹 a 의 개인 장기 j 가 받는 연간선량(mrem/PCi)

DFA_{ija} 는 연령 그룹 a 의 장기 j 에 대한 핵종 i 의 호흡에 의한 선량인자(mrem/PCi)

R_a 는 연령 그룹 a 에서 연간 개인 호흡량(m^3/yr)

$X_i(r, \theta)$ 는 (r, θ) 지점에서 대기중 핵종 i 의 농도(PCi/m^3)

개인이 섭취하는 곡물, 고기, 우유 등의 음식물 섭취로 인한 피폭선량은 아래 식과 같이 계산한다. (Reg. Guide 1.109, 부록 C)

$$D^D_{ja}(r, \theta) = \sum_i DFI_{ija} [U^v_a f_g C^v_i(r, \theta) + U^m_a C^m_i(r, \theta) + U^F_a C^F_i(r, \theta) + U^L_a f_L C^L_i(r, \theta)]$$

여기서

$C^v_i(r, \theta), C^m_i(r, \theta)$ 은 위치 (r, θ) 에서 생산된 각 $C^v_i(r, \theta), C^F_i(r, \theta)$ 종 곡류, 고기, 우유 등에 들어 있는 핵종 i 의 농도(PCi/kg)

$D^D_{ja}(r, \theta)$ 는 (r, θ) 지점에서 음식물 섭취로 인한

여 연령 그룹 a 에 있어서 장기 j 가 받는 연간 선량(mrem/yr)

DFI_{ija} 는 연령 그룹 a 에서 장기 j 에 대한 핵종 i 의 음식물 섭취로 인한 선량인자(mrem/PCi)

f_g, f_L 은 곡류, 과일 등과 채소에 대한 각자의 섭취 비율

$U^v_a, U^m_a, U^F_a, U^L_a$ 은 연령 그룹 a 에서 각 개인이 곡류, 우유, 고기, 채소류 연간 섭취량(kg/yr)

방사성 요오드에 의하여 오염된 지표면으로부터의 외부조사 선량과 호흡 및 음식물 섭취에 의한 피폭선량은 표 4에 요약 했다.

내부 장기의 피폭선량은 호흡에 의한 것과 음식물 섭취에 의한 것을 합하여 평가 하였다. 가장 중요한 결정장기인 갑상선에 $4.15 \times 10^{-1} \text{ mrem}/\text{yr}$ 의 피폭선량을 나타내었고, 이것은 호흡에 의한 피폭이 결정장기에 큰 영향을 끼친다고 볼 수 있다.

IV. 결 롬

고리 원자력 발전소 1호기의 Steam Generator Blowdown System으로부터 방출되는 방사선원은 핵연료봉 파손율을 WASH-1258에 의거 0.25%로 적용하고 1차측으로부터 2차측으로의 누출율은 NUREG-0017에 의거 100 1bs/day를 적용하였으며, Blowdown 율을 10GPM으로 했을 경우 풀출된 냉각재의 누적 총 방사선량은 12.574Ci/yr 가된다.

Steam Generator Vent off Gas 중의 방사성 핵종의 방출율에 관한 조사에서는 화유기체는 없고, 요오드가 기체 상태로 방출되는 양은 전체 요오드 양($0.215\text{Ci}/\text{yr}$)의 70% 이상을 차지 한다.

인근 주민들이 입체되는 피폭선량에 대한 계산도 액체 방출에 의한 것과 기체 방출에 의한것을 10 GPM에 관해서 절토를 실시했는데, 그 결과 Steam Generator Blowdown에 의해서 어린이의 갑상선이 받는 피폭선량은 15.7 mrem/yr로 계산되었다.

References

1. U.S., Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.109, 1.111 and 1.112
2. "Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Meet

- the Criterion 'As Low As Practicable' for Radioactive Material in Light-Water-Cooled Nuclear Reactor Effluents," Report WASH-1258(Washington, D.C.: U.S. Atomic Energy Commission, 1973)
3. Final Safety Analysis Report, Ko-Ri Nuclear Power plant Unit 1. Chap. 10, Korea Electric Company.
4. Code of Federal Regulation, Title 10(Energy). Part 20 (Standard for Protection Against Radiation), 25 FR 10914
5. ibid, Appendix I.