

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>목 차</u>	<u>페이지</u>
11	<u>방사성폐기물 관리</u>		11.1-1
11.1	<u>방사선원항</u>		11.1-1
11.1.1	설계기준 방사선원항		11.1-2
11.1.1.1	원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능		11.1-2
11.1.1.2	사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능		11.1-4
11.1.1.3	2차측 계통 방사능		11.1-5
11.1.1.4	방사성폐기물계통 방사능		11.1-9
11.1.1.5	체적제어탱크 방사능		11.1-10
11.1.1.6	원자로배수탱크 방사능		11.1-10
11.1.1.7	탈기기 방사능		11.1-10
11.1.2	예상 방사선원항		11.1-10
11.1.2.1	원자로냉각재의 방사능		11.1-10
11.1.2.2	사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능		11.1-10
11.1.2.3	2차측 계통 방사능		11.1-11
11.1.3	중성자에 의한 방사화생성물		11.1-11
11.1.3.1	크러드의 방사능		11.1-11
11.1.3.2	C-14 생성		11.1-13
11.1.4	원자로냉각재내 삼중수소 생성		11.1-14
11.1.4.1	삼중수소의 방사화 선원		11.1-15
11.1.4.2	핵분열에 의한 삼중수소		11.1-15
11.1.4.3	2차측계통 삼중수소 농도		11.1-16
11.1.5	핵연료 운전경험		11.1-17
11.1.6	누설선원		11.1-17
11.1.7	폐수지의 양		11.1-17
11.1.8	참고문헌		11.1-18
부록 11.1A	<u>노심 채류 시간</u>		

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

번 호	제 목	목 차 (계속)	페이지
11.2	<u>액체방사성 폐기물관리계통</u>		11.2-1
11.2.1	설계기준		11.2-2
11.2.2	계통 설명		11.2-4
11.2.2.1	개요		11.2-4
11.2.2.2	기기 설명		11.2-6
11.2.2.3	계통 운전		11.2-8
11.2.2.3.1	방사성세탁계통		11.2-8
11.2.2.3.2	액체방사성 폐기물계통		11.2-8
11.2.3	액체방사성물질 방출		11.2-11
11.2.3.1	방출지점		11.2-11
11.2.3.2	희석인자		11.2-11
11.2.3.3	예상피폭선량		11.2-12
11.2.4	안전성 평가		11.2-12
11.2.5	시험 및 검사		11.2-12
11.2.6	계측설비		11.2-13
11.2.7	참고문헌		11.2-13
11.3	<u>기체방사성 폐기물관리계통</u>		11.3-1
11.3.1	설계기준		11.3-1
11.3.2	계통 설명		11.3-3
11.3.2.1	개요		11.3-3
11.3.2.2	기기 설명		11.3-3
11.3.2.3	계통 운전		11.3-5
11.3.3	기체 방사성물질 방출		11.3-8
11.3.3.1	방출구		11.3-8
11.3.3.2	예상방출량		11.3-8
11.3.3.3	대기확산인자		11.3-9
11.3.3.4	예상 피폭선량		11.3-10
11.3.4	안전성 평가		11.3-10
11.3.5	시험 및 검사		11.3-10

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.3.6	계측설비	11.3-11
11.3.7	참고문헌	11.3-12
11.4	<u>고체방사성 폐기물관리계통</u>	11.4-1
11.4.1	설계기준	11.4-1
11.4.2	계통 설명	11.4-2
11.4.2.1	개요	11.4-2
11.4.2.2	기기 설명	11.4-4
11.4.2.3	계통 운전	11.4-7
11.4.2.4	포장, 저장 및 운반	11.4-10
11.4.2.5	유리화처리 부계통	11.4-10b
11.4.2.5.1	개요	11.4-10b
11.4.2.5.2	계통설명	11.4-10c
11.4.2.5.3	공정유출물의 감시	11.4-10i
11.4.2.5.4	포장, 저장 및 운반	11.4-10k
11.4.3	안전성 평가	11.4-10k
11.4.4	시험 및 검사	11.4-10k
11.4.5	계측설비	11.4-11
11.4.6	참고문헌	11.4-11
11.5	<u>공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통</u>	11.5-1
11.5.1	설계기준	11.5-1
11.5.1.1	안전 설계기준	11.5-1
11.5.1.2	출력운전 기준	11.5-2
11.5.1.3	규격 및 표준	11.5-3
11.5.2	계통 설명	11.5-3
11.5.2.1	개요	11.5-4
11.5.2.2	점검용 선원	11.5-5
11.5.2.3	전원 공급	11.5-5
11.5.2.4	교정 및 유지 보수	11.5-5

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

번 호	제 목	페이지
11.5.2.5	민감도	11.5-6
11.5.2.6	감시기 위치	11.5-7
11.5.2.7	측정범위 및 설정치	11.5-7
11.5.2.8	기타 계통 변수	11.5-7
11.5.2.9	공정 및 대기방출 방사선감시	11.5-7
11.5.2.9.1	1차보조건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-9
11.5.2.9.2	1차보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기	11.5-9
11.5.2.9.3	2차보조건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-9
11.5.2.9.4	2차보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기	11.5-9
11.5.2.9.5	2차보조건물 고에너지배관격실 공기조화계통 여과기입구 감시기	11.5-9
11.5.2.9.6	핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-10
11.5.2.9.7	격납건물 공기조화계통 퍼지 감시기	11.5-10
11.5.2.9.8	출입통제건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-10
11.5.2.9.9	방사성폐기물건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-10
11.5.2.9.10	방사성폐기물건물 공기조화계통 여과기입구 감시기	11.5-10
11.5.2.9.11	주제어실 공기흡입구 감시기	11.5-11
11.5.2.9.12	비상기술지원실 공기흡입구 감시기	11.5-11
11.5.2.9.13	격납건물 공기감시기	11.5-11
11.5.2.9.14	복수기진공펌프 배기 감시기	11.5-11
11.5.2.9.15	기체방사성폐기물계통 배기 감시기	11.5-12
11.5.2.9.16	기타 기체 공정감시기	11.5-12
11.5.2.10	액체 공정 및 유출물 방사선감시기	11.5-12
11.5.2.10.1	액체방사성폐기물관리계통 유출물감시기	11.5-12
11.5.2.10.2	기기냉각수 펌프 공급모관 감시기	11.5-13
11.5.2.10.3	증기발생기 취출 감시기	11.5-13
11.5.2.10.4	응축수회수탱크 취출 감시기	11.5-13
11.5.2.10.5	종합폐수처리계통 감시기	11.5-13
11.5.2.10.6	기타 액체 공정 감시기	11.5-14
11.5.3	유출물 감시 및 시료채취	11.5-14
11.5.4	공정감시 및 시료채취	11.5-14
11.5.5	참고문헌	11.5-14

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.1-1	원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능 분석을 위한 기준	11.1-21
11.1-2	원자로냉각재내 최대 비방사능	11.1-23
11.1-3	사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 방사능 결정시 가정사항	11.1-25
11.1-4	증기발생기 2차측 방사능농도 계산시 가정사항	11.1-26
11.1-5	방사성폐기물계통 설계 입력자료	11.1-28
11.1-6	정상운전시 예상되는 원자로냉각재의 비방사능	11.1-35
11.1-7	사용후연료저장조 및 재장전수조의 설계기준 및 예상 비방사능	11.1-37
11.1-8	장반감기 방사성크러드 핵종	11.1-38
11.1-9	방사성크러드의 방사능 계산에 사용된 변수	11.1-39
11.1-10	장반감기 방사성크러드의 비방사능	11.1-40
11.1-11	원자로냉각재내 방사성크러드의 평균 비방사능	11.1-41
11.1-12	삼중수소 생성의 방사화반응	11.1-42
11.1-13	삼중수소의 생성 계산에 사용된 변수	11.1-43
11.1-14	원자로냉각재내 삼중수소의 생성	11.1-44
11.1-15	핵증기공급계통 기기의 예상 최대 누설률	11.1-45
11.1-16	예상 폐수지 부피	11.1-46
11.1-17	고체방사성 폐기물계통으로의 연간 예상 폐수지 방사능 입력자료	11.1-47
11.1-18	고유량취출수내 방사성크러드 농도	11.1-51
11.1-19	2차측계통내 방사성핵종의 설계기준 비방사능	11.1-52
11.1-20	2차측계통내 방사성핵종의 예상 방사능농도	11.1-54
11.2-1	액체방사성 폐기물계통 및 방사성세탁계통 주요기기의 특징 및 사양	11.2-14
11.2-2	액체방사성 폐기물계통 및 방사성세탁계통 기기별 적용규격	11.2-23
11.2-3	방사성 폐기물탱크 넘침 방지 설계기준	11.2-24

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 목 차 (계속)			
번 호	제 목	페이지	
11.2-4	2차측 화학제어계통 설계기준 및 예상 방사능 결정시 가정사항	11.2-25	
11.2-5	2차측 화학제어계통 기기 및 유동경로별 방사능량	11.2-27	
11.2-6	액체방사성 폐기물계통 폐기물 유입량	11.2-31	
11.2-7	액체방사성 폐기물계통 방사능 결정시 적용 가정사항	11.2-32	
11.2-8	액체방사성 폐기물계통 방사선원	11.2-34	
11.2-9	설계기준 제염계수	11.2-46	
11.2-10	PWR-GALE 전산프로그램에 입력된 변수값	11.2-47	
11.2-11	액체방출물내 방사성핵종의 예상방출량	11.2-50	
11.2-12	제한구역경계에서 액체방출물의 설계기준 농도와 원안위고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배수중의 배출관리 기준 방사능농도와의 비교	11.2-52	232
11.2-13	정상운전시 액체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항	11.2-54	
11.2-14	정상운전시 액체방출물에 의한 최대개인선량	11.2-56	
11.2-15	정상운전시 액체방출물에 의한 일반주민선량	11.2-58	
11.2-16	정상운전시 액체방출물에 의한 최대개인선량	11.2-59	
11.3-1	기체방사성 폐기물계통 설계 용량 결정시 가정사항	11.3-13	1
11.3-2	기체방사성 폐기물계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 연간 발생량 및 유량	11.3-14	
11.3-3	기체방사성 폐기물계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능	11.3-15	
11.3-4	기체방사성 폐기물계통 기기관련 규격	11.3-16	
11.3-5	기체방사성 폐기물계통 기기 제원	11.3-17	
11.3-6	울진 5,6호기 연간 예상 기체방사성 폐기물 방출량	11.3-18	
11.3-7	제한구역경계에서 기체방출물의 설계기준농도와 원자력안전 위원회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배기중 배출관리 기준 방사능농도와의 비교	11.3-20	232
11.3-8	정상운전시 기체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항	11.3-21	
11.3-9	정상운전시 기체방출물에 의한 개인선량	11.3-23	
11.3-10	정상운전시 기체방출물에 의한 주민집단선량	11.3-25	
11.3-11	정상운전시 기체방출물에 의한 최대개인선량	11.3-26	

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 목 차 (계속)

번 호	제 목	페이지
11.4-1	고체방사성 폐기물계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생되는 폐기물량	11.4-12
11.4-2	고체방사성 폐기물계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량	11.4-13
11.4-3	고체방사성 폐기물계통 기기관련 규격 및 표준	11.4-15
11.4-4	고체방사성 폐기물계통 주요 기기의 특징 및 사양	11.4-16
11.4-5	소외지역으로 운반되는 고체방사성 폐기물의 예상 방사능량	11.4-20
11.4-6	유리화처리계통 환경유해물질의 예상 발생량 및 소각시설 배출허용기준	11.4-22
11.4-7	울진 5,6호기 폐기물종류별 척도인자	11.4-23
11.4-8	방사성 폐기물 임시저장고 설계특성	11.4-24
11.5-1	연속공정 및 유출물 방사선감시계통	11.5-15

112

242

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

그림 목차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	
11.2-1	방사성세탁계통 배관 및 계장도	
11.2-2	액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도	
11.3-1	기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도	
11.3-2	기체방사성폐기물 방출구	
11.4-1	고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도	
11.4-2	유리화설비 배관 및 계장도	124
11.4-3	방사성폐기물 임시저장고 평면도	242
11.5-1	방사선감시계통 배관 및 계장도	124



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11 방사성폐기물 관리

11.1 방사선원향

방사선원향은 차폐설계, 적절한 배기시스템의 설계, 방사성폐기물시스템의 설계, 발전소로부터 환경으로 방출되는 방사성 기체와 액체의 예상되는 방출량 계산, 그리고 사고해석에 이용된다. 방사선원향은 고려하려는 경우에 따라 적용되는 가정이 달라지며, 이 가정에 따라 방사선원향의 값도 달라지게 된다. 혼동을 피하기 위하여 방사선원향을 방사성폐기물시스템의 설계 및 발전소 기기의 집적선량의 결정 등에 사용되는 설계기준 방사선원향, 정상운전시 발전소로부터 환경으로의 평균 방출량을 기술하는 예상 방사선원향, 방사선방호 설계를 위한 차폐 방사선원향(12장), 그리고 사고해석에 적용되는 사고 방사선원향(15장)으로 구별한다.

방사선원향의 정의

가. 설계기준 방사선원향

설계기준 방사선원향은 방사성폐기물시스템의 설계와 발전소 기기의 집적선량의 결정 등에 사용된다. 설계기준 방사선원향은 표 11.1-1에 제시된 원자로냉각재의 최대 방사능 해석을 위한 입력 자료에 근거하여 계산되었다.

나. 예상 방사선원향

예상 방사선원향 혹은 운전기준 방사선원향은 발전소에서부터 환경으로의 연간 평균 방출을 기술하는 데 사용된다. 발전소 배기장치로부터의 방출, 액체 유출, 고체방사성물질의 소외 선적으로 인한 부지경계선량은 이 방사선원향을 이용한 계산의 한 예이다. 예상 방사선원향은 표 11.1-1에 제시된 정상운전시 원자로냉각재의 방사능 해석을 위한 실제적 모델에 근거하여 계산되었다. 10 CFR 50의 부록 I에 기술되어 있는 방출에 관계된 계산은 규제지침서

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

1.112(개정 0, 재발행 1977년 5월)의 가정을 따른다.

11.1.1 설계기준 방사선원항

11.1.1.1 원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능

방사성폐기물계통의 설계와 발전소 기기의 집적선량의 결정 등에 사용되는 원자로냉각재내 핵분열생성물의 최대 방사능은 DAMSAM 전산코드(참고문헌 1)를 이용하여 계산되었다. 방사성핵종의 붕괴에너지, 반감기, 그리고 존재량 등을 복합적으로 고려하여 중요한 핵종들이 최대 방사능 계산에 고려되었다.

원자로냉각재계통내 핵종농도를 결정하는 데 사용한 수학적모형은 일단의 선형1차 미분방정식을 포함하는데, 이 식들은 냉각재영역과 핵연료 펠렛영역에 대해서 핵분열 생성물의 생성과 제거의 질량평형을 적용하여 얻어진다. 핵연료 펠렛영역에서의 질량 평형은 핵분열에 의해 직접 생성되는 핵분열생성물, 선행핵종의 붕괴, 중성자에 의한 방사화 등에 의한 생성과 방사성붕괴, 중성자에 의한 방사화, 원자로냉각재로의 누설 등에 의한 제거로 이루어진다. 냉각재영역에서의 생성은 손상된 핵연료피복재를 통해 핵연료로부터 누출되는 핵분열생성물, 냉각재내의 선행핵종의 붕괴, 냉각재와 부식생성물의 중성자에 의한 방사화 등을 포함하며, 제거에는 방사성붕괴, 냉각재의 정화, 핵연료 연소에 따른 붕소농도 조절을 위한 주입 및 방출 운전, 누설과 부하추종운전 및 발전소의 기동과 정지와 같은 또 다른 주입 및 방출 운전 등이 있다.

핵연료 펠렛영역내 핵분열생성물의 양을 결정하는데 사용한 수식은 다음과 같다.

원자로냉각재영역내 핵분열생성물의 양을 결정하는 데 사용한 수식은 다음과 같다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

여기에서 각각의 변수들은 다음과 같이 정의된다.

N	=	원자수, atoms
F	=	평균 핵분열률, fission/MWt-sec
Y	=	핵분열생성물의 생성수율, fraction(참고문헌 2)
P	=	노심출력, MWt
λ	=	붕괴상수, sec^{-1} (참고문헌 3)
σ	=	미시 반응단면적, cm^2 (참고문헌 4)
ϕ	=	중성자속, $\text{n/cm}^2\text{-sec}$
v	=	누설률 계수, sec^{-1}
f	=	붕괴시의 분기율, fraction
t	=	시간, sec
D	=	핵연료피복재의 손상 비율, fraction
CVR	=	노심내 냉각재의 전체 원자로냉각재에 대한 질량 비율, fraction
\dot{Q}	=	출력운전중 화학 및 체적제어시스템의 정화유량, lbm/sec (kg/sec)
W	=	출력운전중 원자로냉각재시스템내의 냉각재 질량, lbm (kg)
η	=	CVCS 이온교환기 수지와 탈기기의 제거효율
C_0	=	노심내 초기 붕소농도, ppm
\dot{C}	=	주입 및 방출에 따른 붕소농도 감소율, ppm/sec
L	=	원자로냉각재의 누설률 혹은 다른 주입 및 방출 운전의 유량, lbm/sec (kg/sec)

그리고 식에서 사용한 첨자는 다음과 같이 정의된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

- i = i번 핵종
- i-1 = 붕괴사슬에서 i번 핵종의 선행핵종
- j = 중성자에 의한 방사화로 i번 핵종이 되는 j번 핵종
- p = 펠렛영역
- c = 냉각재영역

이 모델에는 핵연료봉내의 공간 간극영역이 포함되어 있지 않으며, 대신 핵연료 펠렛에서부터 냉각재로의 전반적인 방출을 나타내기 위한 누설률 계수가 이용된다는 것을 유념해야 한다. 이 누설률 계수는 Bettis가 제안하여 NRX와 MTR 원자로(참고문헌 5)에서 행해진 실험에서 유도된 경험값이다. 누설률 계수는 높은 선형열발생률을 가지는 시험 핵연료봉으로부터 얻어졌는데, 선형열발생률은 10.25 in (26.035 cm) 길이의 시험 부분 모두에 대해 균일하다. 정확한 열발생률은 알려지지 않았지만, 조사후 시험 결과로 몇몇 시편들은 중심부 용융이 있었음을 알 수 있다. 결합 핵연료봉으로부터의 핵분열 기체 및 요오드 방출의 핵연료봉 길이에 대한 상관관계를 알아보기 위한 후속 시험이 캐나다에서 행해졌으며(참고문헌 6), 이 실험으로부터 선형열발생률과 누설률 계수간의 상관관계가 부수적으로 얻어졌다. 불활성기체와 할로젠의 누설률 계수는 표 11.1-1에서 나타나 있는데 실제 원자로에서 핵연료봉의 평균 선형열발생률은 이 누설률 계수에 대응하는 선형열발생률(18 kW/ft (591 W/cm))보다 훨씬 낮으므로 이 누설률 계수는 보수적인 값이 된다.

표 11.1-1에 있는 설계기준 값은 원자로냉각재내 핵분열생성물의 최대 비방사능을 계산하는 데 사용된 변수값으로, 이 값을 이용해 계산한 원자로냉각재내 핵분열생성물의 최대 비방사능이 표 11.1-2에 주어져 있다.

11.1.1.2 사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능

핵연료재장전 시작 시점에서 사용후연료저장조 및 재장전수조내의 핵분열생성물과 부식생성물의 설계기준 및 예상 비방사능은 표 11.1-7과 같다. 표 11.1-7의 비방사능 값은 핵연료재장전을 위한 발전소 정지과정에서 원자로냉각재계통이 2일간 냉각되었다는 가정하에서 계산된 값이다. 이 냉각기간 동안 일차냉각재는 정화필터, 정화이온교환기, 탈기

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

기 및 체적제어탱크를 통과하여 정화된다. 이렇게 함으로써 (1) 탈기기에 의해 불활성 기체를 제거함으로써 원자로용기 상부덮개를 연후 다량의 방사능이 격납건물로 방출되는 것을 방지하고, (2) 이온교환 및 여과에 의해 사용후연료저장조 및 재장전수조로 유입될 수 있는 냉각재의 용존 핵분열생성물 및 부식생성물을 줄일 수 있다.

이 냉각기간 말기에 원자로용기 플랜지 위의 냉각재는 일부 배수된다. 원자로용기 상부덮개를 제거하고 재장전수탱크로부터 약 510,000 gallons (1.930×10^6 L)의 물을 재장전수조에 채우게 된다. 그 다음에 사용후연료저장조의 301,000 gallons (1.139×10^6 L)의 물과 재장전수조의 물이 방사능을 함유한 잔여 원자로냉각재와 혼합된다. 이후 재장전수조의 물은 정지냉각계통을 통해 냉각되고, 원자로수조여과계통과 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통을 통해 정화되며, 사용후연료저장조의 물은 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통을 통해 냉각되고 방사능이 제거된다.

핵연료재장전후에 사용후연료저장조는 격리되고 재장전수조의 물은 재장전수탱크로 회수되는데 이런 일련의 작업 과정을 가정하여 사용후연료저장조 및 관련 계통의 방사능이 계산되며, 이 때 표 11.1-3의 가정사항이 적용된다.

손상된 핵연료로부터 사용후연료저장조로의 방사성 핵종 누설은 사용후연료저장조내 물의 방사성 핵종 농도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단 된다. 이것은 사용후연료저장조 내에 있는 사용후연료의 피복관내 방사능의 누출률계수가 매우 낮기 때문이다. 누출률계수가 낮은 것은 부분적으로 사용후연료저장조의 온도가 낮기 때문이다. 대부분의 방사능은 원자로용기 상부덮개를 제거하기 전에 원자로정지 및 냉각기간 동안 손상된 핵연료로부터 누출된다. 만약, 손상 핵연료로부터 심각한 정도의 방사능 누출이 감지되면 누출되는 방사능이 사용후연료저장조내 물의 비방사능에 영향을 미치지 않도록 손상 핵연료를 별도의 용기에 넣어서 격리한다. 핵연료재장전 작업이 완료된 후 사용후연료저장조내 물의 주요 방사선원은 사용후연료집합체의 표면으로부터 탈리되는 크러드이다.

11.1.1.3 2차측 계통 방사능

증기발생기의 전열관에서 누설이 발생할 경우, 방사성핵종들은 1차측계통으로부터 2차측

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

계통으로 유입된다. 2차측계통에서의 설계기준 방사선원을 결정하기 위해 증기발생기 전 열관을 통한 총 누설률을 75 lb/day (34 kg/day)로 가정한다.

1차측계통으로부터 누설된 2차측계통내 방사성핵종은 다음과 같은 방법으로 제거된다.

- 증기발생기 취출이온교환기를 통한 처리
- 복수탈염이온교환기를 통한 처리
- 방사능붕괴
- 복수기진공펌프, 탈기기 및 증기패킹배출기를 통한 배기
- 주증기의 누설 및 방출
- 2차계통수 배수

1

2차측계통의 설계기준 방사선원은 11.1.1.1절에 제시된 원자로냉각재의 설계기준 방사선원을 기준으로 계산되며, 가정사항은 표 11.1-4와 같다. 증기발생기내 2차측 냉각수는 액체상과 증기상으로 존재하며 냉각수의 상태에 따라 방사선원도 다르게 된다. 2차측 계통 냉각수의 상태에 따른 설계기준 평형 방사능농도는 다음식에 의해 계산된다.

가. 2차측 계통 액체상 냉각수 방사능

증기발생기내 액체상 냉각수의 핵종농도(즉, 취출 방사선원)는 다음식으로 계산된다.

(11.1-3)

여기서,

$$N = \text{핵종농도, Bq/g}$$

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

R = 1차측계통에서 2차측계통으로의 냉각재 누설률, g/sec

T = 주증기 유량, g/sec

F = 복수기에 도달하는 주증기의 분율

M = 증기발생기내 2차측 냉각수의 질량, g

B = 증기발생기 취출율, g/sec

α = 증기발생기내 핵종 분리계수(단위질량당 증기내 농도/액체내 농도)

DF = 제염계수

λ = 붕괴상수, sec^{-1}

0.25 = 복수기에 도달하는 2차측 냉각수중 복수탈염이온교환기에 의해 처리되는 분율

첨자는,

s = 증기발생기

w = 원자로냉각재

D = 복수탈염이온교환기

B = 증기발생기 취출계통

i = 방사성핵종

따라서, 증기발생기내 2차측 냉각수의 액체상 평형 방사성 핵종농도는 다음식으로 표시된다.

상기식에 따른 계산결과, 2차측 냉각수의 액체상에서의 방사성핵종별 설계기준 비방사능은 표 11.1-19와 같다.

나. 주증기 방사능

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

증기발생기에서 발생하는 주증기내 불활성기체의 최대농도를 계산하기 위해, 1차측에서 증기발생기로 누설된 불활성기체는 전량 증기형태로 방출되는 것으로 가정한다(즉, 증기발생기 2차측 냉각수의 액체상내에는 불활성기체가 포함되지 않는다). 증기발생기에서 발생하는 주증기내 불활성기체의 방사능농도는 1차측계통에서 2차측계통으로의 냉각재 누설률과 1차측 냉각재내 방사성 핵종농도를 곱한 값을 증기발생기에서 발생하는 주증기유량으로 나눈 값으로서 다음식과 같이 표현된다.



(11.1-5)

상기 식의 변수에 대한 설명은 식 (11.1-3)에서와 같다.

증기발생기에서 발생하는 주증기내 비불활성기체의 평형 방사능농도는 증기발생기 2차측 냉각수내 액체상에서의 평형 핵종농도와 증기발생기의 분리계수 (즉, 증기발생기 2차측 냉각수의 액체상에서의 핵종농도와 주증기내에서의 핵종농도의 비)를 곱한 값으로 다음과 같이 표현된다.



(11.1-6)

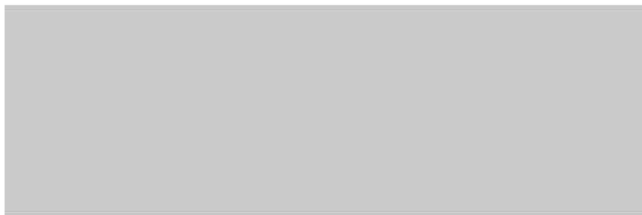
식 (11.1-5) 및 (11.1-6)에 따라 계산된 주증기에서의 방사성핵종별 설계기준 비방사능은 표 11.1-19와 같다.

다. 증기발생기 고유량 취출수 방사능

증기발생기는 증기발생기내에 축적된 방사성 부식생성물을 제거하기 위하여 1주일에 1회 정도 4개의 노즐중 하나를 통하여 고유량 취출 운전된다. 10.4.8.2.3절에 기술된 바와 같이 고유량 취출운전은 2대의 증기발생기중 1대

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

에 대하여 2분간 160.8 lb/sec (72.93 kg/sec)율로 수행된다. 고유량 취출수내 방사성 부식생성물의 방사능 농도를 계산하기 위하여, 고유량 취출운전 주기 동안 1차측에서 누설된 부식생성물 (Mn, Co, Fe, Cr)은 증기발생기 2차측에 침적되어 있는 것으로 가정한다. 이들 방사성 부식생성물은 1.93×10^4 lb (8.756×10^3 kg)의 고유량취출수에 의해 희석, 배출된다. 고유량 취출수내 방사성 부식생성물의 농도는 아래식으로 표현된다.



(11.1-7)

여기서,

N_i = 고유량 취출수내 방사성 부식생성물의 농도, Bq/g

t = 고유량 취출운전 주기, sec

λ = 붕괴상수, sec^{-1}

M_h = 고유량 취출 유량, g

R, N_{wi} = 식 (11.1-3)의 변수설명 참조

고유량 취출수중 기타 방사성핵종 (즉, 비불활성핵종 및 비부식생성물)에 대한 농도는 증기발생기내 액체상 평형 방사성핵종 농도 계산식 (식 11.1-4)에 의해 결정된다.

고유량 취출수내 방사성 부식생성물의 농도에 대한 계산결과는 표 11.1-18에 제시된다.

11.1.1.4 방사성 폐기물계통 방사능

액체방사성폐기물계통 및 기체방사성폐기물계통의 방사능은 11.2절 및 11.3절에 각각 기술되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

각각의 방사성폐기물계통으로 유입되는 폐기물의 예상 체적, 압력, 온도, 유량에 대한 상세한 자료는 표 11.1-5에 수록되었다.

11.1.1.5 체적제어탱크 방사능

체적제어탱크의 총 방사능량은 체적제어탱크내에서 예상되는 최대 물 부피인 3,322 gallons (12,574 L)의 원자로냉각재계통 유출수량과 예상 최대 증기 부피인 465 ft³ (13,169 L)을 기준으로 한다. 체적제어탱크에서 기체방사성폐기물계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.3-3에 주어지 있다.

1

11.1.1.6 원자로배수탱크 방사능

원자로배수탱크의 총 방사능량은 4,565 gallons (17,279 L)의 최대 물 부피와 331 ft³ (9,374 L)의 최대 증기 부피를 기준으로 한다. 원자로배수탱크에서 기체방사성폐기물계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.3-3에 주어지 있다.

1

11.1.1.7 탈기기 방사능

탈기기의 총 방사능량은 탈기기 일체형 장치 내부의 기기인 후단냉각기, 열회수열교환기, 오버헤드응축기, 재보일러, 탈기탑, 급수예열기에서의 방사능량을 합한 값이다. 탈기기에서 기체방사성폐기물계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.3-3에 주어지 있다.

1

11.1.2 예상 방사선원향

11.1.2.1 원자로냉각재의 방사능

표 11.1-6은 탈기운전을 하지 않는다는 가정하에 정상운전시 원자로냉각재에서 예상되는 핵분열생성물의 비방사능이다. 원자로냉각재의 예상되는 비방사능은 예상운전과도사건을 포함한 정상운전시 방사능영향을 평가하는 데 사용할 목적으로 계산된다. 원자로냉각재의 예상 비방사능은 표 11.1-1에 있는 정상운전의 변수를 이용하여 ANSI/ANS-18.1-1984(참고문헌 7)에 근거하여 계산되었다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.1.2.2 사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능

사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사성 핵종 방사능을 결정하기 위해 사용된 모델은 11.1.1.2절에 기술되어 있다. 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 방사능 계산 모델은 일차냉각재의 예상(운전기준) 방사선원항이 사용되는 것 이외는 설계기준 방사선원 분석 모델과 동일하다. 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 비방사능은 표 11.1-7에 제시되었다.

11.1.2.3 2차측 계통 방사능

정상운전시 증기발생기내 2차측 냉각수의 액체상 및 주증기의 평형 방사성핵종 농도는 11.1.1.3절에 제시된 방법에 따라 결정된다. 1차측에서 2차측으로 증기발생기 전열관을 통한 누설률은 75 lb/day 로 가정하며, 기타 변수값들은 표 11.1-4와 같다.

1차측계통의 예상 방사선원을 근거로 계산된 2차측계통 방사성핵종의 비방사능은 표 11.1-20과 같다.

11.1.3 중성자에 의한 방사화생성물

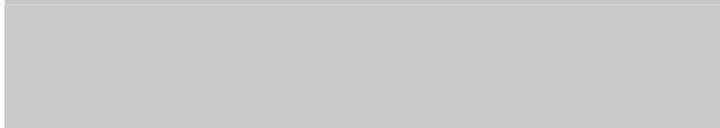
11.1.3.1 크러드의 방사능

1차측 계통표면에 침적된 방사성크러드의 방사능은 운전중인 여러 가압경수로에서 측정한 자료를 사용하여 평가되었다. 이 원자로들은 수질화학 특성과 1차냉각재가 접촉하는 표면의 재질이 서로 다르지만, 크러드의 방사능(Bq/g-crud), 크러드 막의 두께, 이로 인한 선량률은 아주 유사하다. 방사성크러드에 있는 반감기가 비교적 긴 중요한 핵종에 대한 반감기, 방사화반응, 붕괴시 방출되는 감마선의 수와 붕괴에너지는 표 11.1-8에 주어져 있다.

방사성크러드는 노심내 및 노심 밖의 표면에서부터 유래하며, 크러드는 노심내 표면에 침적되어 짧은 기간 조사된 이후 재침식되는데 각 핵종에 대한 조사기간 혹은 노심내 체류시간은 다음 수식들에 의해 결정된다(식의 유도과정은 부록 11.1A에 제시되어 있다).

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

순환하는 크러드



(11.1-8)

침적된 크러드



(11.1-9)

여기에서,

- A_i, A_j = 각 크러드의 방사능, Bq/g-crud
 $\Sigma_i \phi$ = 방사화반응률, reaction/g-sec
 A_T = 1차측 계통의 총표면적, cm^2
 A_c = 노심의 표면적, cm^2
 λ_i = 붕괴상수, sec^{-1}

방사화반응 단면적 Σ_i 는 다음과 같다.



(11.1-10)

여기에서,

- $(a/o)_i$ = 동위원소 i의 존재비율, fraction
 $(w/o)_i$ = 크러드 혹은 기반 금속에 있는 원소 i의 구성 질량비율, fraction
 N_0 = 아보가드로 수, $0.6023\text{E}+24$ atoms/g-mole
 $[A]_i$ = 동위원소 i의 원자량

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

σ_i = 동위원소 i의 방사화반응 미시단면적, cm^2

운전중인 여러 원자로에서 측정한 크러드의 평균 및 최대방사능(Bq/g-crud)과 각 원자로 계통의 설계변수, 방사화반응률(참고문헌 8 ~ 21)을 위 식에 적용하면 노심체류시간이 결정된다. 이렇게 계산된 최대 노심체류시간의 평균값은 표 11.1-9에 주어져 있다. 크러드의 방사능(A_i)은 표 11.1-9에 있는 최대 노심체류시간의 평균값(t_{res}), 원자로계통의 설계 변수, 방사화반응률을 다음 수식에 적용하여 결정하는데 Fe-59는 그 체류시간이 길기 때문에 Fe-59의 방사능(A_i)은 포화된 것으로 가정하였다.

(11.1-11)

크러드의 방사능 계산에 사용된 최대 노심체류시간의 평균값(t_{res})은 일반적으로 실제 평균 체류시간보다 2 - 4배 더 높은 보수적인 값이다. 반감기가 비교적 긴 핵종에 대해 계산된 크러드의 방사능이 표 11.1-10에 있으며 이렇게 계산된 크러드의 방사능은 순환하는 크러드와 노심 외부에 침적된 크러드 모두에 적용되었다.

표 11.1-10의 크러드방사능(Bq/g-crud)에 운전중인 원자로에서 측정한 원자로냉각재내의 크러드 평균농도 $7.5\text{E-}02$ ppm을 적용하여 원자로냉각재내 방사성 부식생성물의 비방사능(표 11.1-11)이 계산되었다. 이렇게 보수적으로 계산된 원자로냉각재의 크러드방사능에서 일부핵종은 정상운전시 예상되는 원자로냉각재내의 크러드방사능(표 11.1-6)보다 더 낮을 수도 있다. 이러한 경우에는 정상운전시의 예상 방사능을 설계기준 최대 방사능으로 적용하였는데, 이렇게 결정된 원자로냉각재내의 순환하는 크러드방사능은 표 11.1-2에 주어져 있다.

냉각재내 크러드의 최대방사능은 원자로정지 또는 출력변화 동안의 크러드 용출로 인하여 더 높아질 수도 있으나, 이러한 용출은 짧은 시간에 걸쳐 발생하므로 장기간의 운전에 대해 적용하기에는 오히려 평균값이 더 합리적이다.

11.1.3.2 C-14 생성

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

C-14는 O-17과 N-14 핵종의 중성자에 의한 방사화에 의해 원자로냉각재내에 생성된다. C-14 생성의 대부분은 $O^{17}(n,\alpha)C^{14}$ 반응으로 생성되며 $N^{14}(n,p)C^{14}$ 반응에서는 적은 양이 생성된다. 이 두 생성원으로부터 생성되는 C-14의 생성률(Q, Bq/cycle)은 다음 식을 이용하여 계산하였다.

(11.1-12)

여기에서,

λ	= 붕괴상수, $1.2E-04 \text{ yr}^{-1}$
t	= 노심의 운전기간, 476 day
m	= 노심내 냉각재 질량, $1.6E+07 \text{ g}$
N	= 노심내 냉각재에 포함되어 있는 핵종의 농도 $N(O-17) = 1.3E+19 \text{ atoms/g H}_2\text{O}$, $N(N-14) = 7.3E+17 \text{ atoms/g H}_2\text{O}$
σ	= 반응단면적, cm^2 $\sigma(O-17) = 1.5E-25 \text{ cm}^2$, $\sigma(N-14) = 1.16E-24 \text{ cm}^2$
ϕ	= 열중성자속, $6.5E+13 \text{ n/cm}^2\text{-sec}$

$O^{17}(n,\alpha)C^{14}$ 반응에 의한 C-14의 생성률은 $3.2E+11 \text{ Bq/cycle}$ 이며, $N^{14}(n,p)C^{14}$ 반응에 의한 C-14의 생성률은 $1.4E+11 \text{ Bq/cycle}$ 로 이 두 생성원으로부터 노심 운전기간 동안 생성된 C-14는 $4.6E+11 \text{ Bq/cycle}$ 이다.

11.1.4 원자로냉각재내 삼중수소 생성

가압경수로에서의 삼중수소의 주요 생성원은 삼중핵분열과 냉각재와 제어봉내에 있는 B, Li, H-2와 중성자의 반응이다. 냉각재내에서 생성된 삼중수소는 냉각재내 삼중수소 농도에 직접 기여하지만 핵연료 펠렛에서 핵분열에 의해 생성된 삼중수소와 제어봉내에서 중성자와의 반응에 의해 생성된 삼중수소는 피복재를 통해 냉각재로 방출되어 냉각재내의 삼중수소 농도에 기여한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.1.4.1 삼중수소의 방사화 선원

삼중수소를 생성하는 방사화반응이 표 11.1-12에 제시되어 있는데 그 중 B-11과 N-14 선원에 의한 삼중수소 생성은 반응단면적과 존재량이 작기 때문에 무시될 수 있으며 B-10, Li, H-2의 방사화반응이 냉각재와 제어봉내에서의 주요 삼중수소 생성원이다.

방사화반응에 의한 삼중수소의 생성은 다음 식에 의해 결정된다.

(11.1-13)

여기에서,

$$\begin{aligned} N &= \text{삼중수소 농도, atoms/cm}^3 \\ \Sigma_a \phi &= \text{생성반응률, atoms/cm}^3\text{-sec} \\ t &= \text{원자로 운전기간,} \\ V &= \text{노심내 냉각재 혹은 제어봉의 부피, cm}^3 \end{aligned}$$

원자로냉각재내 삼중수소의 생성 계산에 이용되는 변수들은 표 11.1-13에 주어져 있으며, 이 변수들을 이용해 계산한 원자로냉각재내에 생성된 삼중수소의 양은 표 11.1-14에 제시되어 있다.

11.1.4.2 핵분열에 의한 삼중수소

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

삼중핵분열에 의한 노심내 삼중수소의 생성은 ORIGEN-S 전산코드(참고문헌 22)를 이용하여 계산되었다. 참고문헌 23과 24의 삼중수소 누설률 자료를 근거로 하여 핵연료봉에서 원자로냉각재로 누설되는 삼중수소의 누설률을 보수적으로 평균 1%, 최대 2%로 가정하였다. ORIGEN-S 전산코드로 계산한 삼중핵분열에 의해 생성된 노심내의 삼중수소량에 이 누설률을 적용하여 계산한, 원자로냉각재내의 삼중수소량은 표 11.1-14에 제시되어 있다.

11.1.4.3 2차측계통 삼중수소 농도

2차측계통 삼중수소 농도를 결정하기 위해, 1차측계통으로 부터 증기발생기 전열관을 통하여 2차측계통으로 누설된 삼중수소는 2차측계통내 증기 및 액체상으로 균일하게 혼합되는 것으로 가정한다. 평형조건하에서의 계산을 위해 2차측계통으로부터의 붕괴 및 누설로 인한 삼중수소 손실량은 1차측계통에서 2차측계통으로의 누설에 의한 삼중수소 유입량과 같은 것으로 가정한다. 2차측계통내에서의 붕괴로 인한 삼중수소 손실량은 삼중수소의 반감기가 길기 때문에 무시한다.

즉, 2차측계통의 삼중수소 농도는 다음식으로 계산된다.

(11.1-14)

여기서,

N_w = 1차측 냉각재내 삼중수소 농도

R = 1차측계통으로부터 2차측계통으로의 냉각재 누설량

L_s = 2차측계통 냉각재 누설량

N_s = 2차측 냉각재내 삼중수소 농도

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.1.5 핵연료 운전경험

핵연료 운전경험은 4.2.3.2.10절에서 논의된다.

11.1.6 누설선원

방사성 액체 및 기체를 포함하고 있는 계통들은 잠재적으로 환경으로의 누설 및 방출선원이 된다. 액체 누설은 펌프 밀봉 및 밸브 패킹 등으로부터 기인한다. 1차측냉각재의 격납건물로의 예상누설률은 냉각재내 재고량중 불활성기체는 3 %/day, 요오드는 8.0×10^{-4} %/day 이다. 보조건물로 누설되는 1차측냉각재량은 160 lb/day (72.6 kg/day), 터빈건물로 누설되는 증기량은 1,700 lb/hr (771 kg/hr), 1차측계통으로부터 2차측계통으로 증기발생기 전열관을 통한 예상누설률은 75 lb/day (34 kg/day)로 가정한다(참고문헌 25). 핵증기공급계통 관련 밸브 및 펌프 등에 대한 예상 최대누설률은 표 11.1-14에 제시되어 있다.

증기발생기 전열관 손상으로 2차측계통이 오염되는 경우, 복수탈염계통 및 증기발생기취출수계통에 대한 운전조건이 10.4.6.2.1절 및 10.4.8.2.3절에 기술되어 있다.

보조증기계통과 기기냉각수계통으로의 방사성물질 유입 및 이에 따른 운전조건은 9.5.11절과 9.2.2.2절에 각각 기술되어 있다.

방사성 액체 방출물에 대해서는 11.2.3절, 방사성 기체 방출물에 대해서는 11.3.3절에서 상세히 기술되어 있다. 격실내 공기중 방사능 농도는 12.2.3.1.2절에 기술되어 있다.

11.1.7 폐수지의 양

이온교환기로부터 고체방사성폐기물계통으로 연간 유입되는 폐수지의 총량 및 각 폐수지의 방사능량은 각각 표 11.1-15 및 표 11.1-16에 제시되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.1.8 참고문헌

1. "DAMSAM : A Digital Computer Program to Calculate Primary and Secondary Activity Transients," Combustion Engineering, Inc.
2. "Data Formats and Procedures for the Evaluated Nuclear Data File, ENDF," BNL-NCS-50496 (ENDF-102), 2nd Ed.(ENDF/B-V), Brookhaven National Laboratory, 1979.
3. "Chart of Nuclides (13th Ed.)," General Electric Company, 1983.
4. "Neutron Cross Sections," BNL-325 (Vol.1, 3rd Ed.), Brookhaven National Laboratory, 1973.
5. J. D. Eichenberg, "Effects of Irradiation on Bulk UO_2 ," WAPD-183, October 1957.
6. G. M. Allison and H. K. Rae, "The Release of Fission Gases and Iodines from Defected UO_2 Fuel Elements of Different Lengths," AECL-2206, June 1965.
7. "Radioactive Source Term for Normal Operation of Light Water Reactors," ANSI/ANS-18.1-1984, American Nuclear Society, 1984.
8. "Connecticut Yankee Monthly Operating Reports," 2/68, 3/68, 6/68, 7/68, 12/68, 1/69, 3/69-5/69, 8/69, 10/69, 12/69, 3/70, 10/70, 11/70.
9. "San Onofre Monthly Operating Reports," 1/71-3/71, 6/71-9/71, 11/71, 12/69, 1/70.
10. "Yankee Rowe Monthly Operating Reports," 2/69-6/69, 8/69-12/69, 1/70-12/70, 1/72, 4/72-7/72.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11. "Large Closed-Cycle Water Reactor Research and Development Program, Progress Report January 1, 1965 - March 31, 1965," WCAP-3620-12.
12. J. Weisman, and S. Bartnoff, "The Saxton Chemical Shim Experiment," WCAP-3269-24, July 1965.
13. "Large Closed-Cycle Water Reactor Research and Development Program, Progress Report April 1, 1965 - June 30, 1965," WACP-3269-13.
14. "Corrosion Product Behavior in Stainless-Steel-Clad Water Reactor Systems," Nuclear Applications, Vol. I, October 1965.
15. C. S. Abrams and E. A. Salterelli, "Decontamination of the Shippingport Atomic Power Station," WAPD-299, January 1966.
16. E. Weingart, "Radiation Buildup on Mechanisms and Thermal Barriers," WAPD-PWR-TE-145, June 1963.
17. "Indian Point 1 Semi-Annual Operations Reports," 9/66, 9/67, 3/68, 9/68.
18. "Test Data Sheets, Maine-Yankee Core Crud Removal," CENPD-113, August 1973.
19. D. L. Uhl, "Oconee Radiochemistry Survey Program, Semi-annual Report July-December 1973," May 1974.
20. D. L. Uhl, "Oconee Radiochemistry Survey Program, Semi-annual Report January-June 1974," May 1975.
21. P. J. Grant, et al., "Oconee Radiochemistry Survey Program," RDTPL 75-4, May 1975.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

22. "ORIGEN-S : SCALE System Module to Calculate Fuel Depletion, Actinide Transmutation, Fission Product Buildup and Decay, and Associated Radiation Source Terms," NUREG/CR-0200, Rev. 05, RSICC, Oak Ridge National Laboratory, 1995.
23. J. E. Phillips, et al., "Sources of Tritium," Nuclear Safety, Vol.22, No.5, 1981.
24. M. Benedict, et al., "Nuclear Chemical Engineering," McGraw-Hill Book Co., 1981.
25. "Calculation of Release of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors," NUREG-0017, Rev 01, 1985.
26. "Calculations of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Light-Water-Cooled Power Reactors," Regulatory Guide 1.112, May 1977.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-1 (2 중 1)

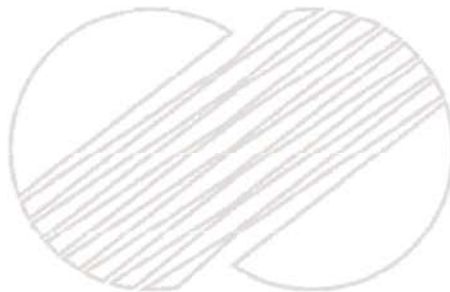
원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능 분석을 위한 기준

변수	설계기준	정상운전
노심출력준위(MWt)	2,872	2,815
평형노심 주기	5	-
평형노심주기길이(EFPD)	476	-
열중성자속($n/cm^2\text{-sec}$)	$6.5E+13$	-
평균핵분열률(fission/MW-sec)	$3.13E+16$	-
손상된 핵연료 비율(fraction)	0.01	-
원자로냉각재 질량(kg)	$2.20E+05$	$2.20E+05$
노심내 냉각재와 원자로계통내 냉각재의 비율(fraction)	0.072	-
정화유량(kg/sec)	4.723	4.723
붕소농도 조절을 위한 정화유량, 주기평균(kg/sec)	-	$2.04E-02$
노심 주기초의 붕소농도, 최소(ppm)	1,160	-
이온교환기 및 탈기기의 제거 효율(fraction)		
CVCS 정화 이온교환기		
불활성기체, 삼중수소	0.0	0.0
Cs, Rb	0.5	0.5
음이온	0.99	0.99
그 이외의 핵종	0.98	0.98
CVCS 탈기기		
불활성기체	0.999	-
그 이외의 핵종	0.0	-
CVCS 탈기기의 운전	연속운전	미운전

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-1 (2 중 2)

변수	설계기준	정상운전	
핵분열생성물의 누설률계수(sec ⁻¹)			
Xe, Kr	6.5E-08	-	1
I, Br, Rb, Cs	1.3E-08	-	
Mo	2.0E-09	-	
Te	1.0E-09	-	
Sr, Ba	1.0E-11	-	
Tc, Y, Zr, Nb, Ru, La, Ce 및 Pr	1.6E-12	-	1



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-2 (2 중 1)

원자로냉각재내 최대 비방사능

(노심출력 : 2,872 MWt, 핵연료 손상률 : 1.0%, 탈기기 연속운전 가정)

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
Kr-85m	2.63E+04	Co-60	1.58E+01
Kr-85	5.38E+02	Zn-65	1.52E+01***
Kr-87	2.68E+04	Sr-89	9.84E+01
Kr-88	6.52E+04	Sr-90	4.92E+00
Xe-131m	5.52E+03	Sr-91	1.63E+02
Xe-133m	1.49E+03	Y-91m	9.30E+01
Xe-133	7.32E+05	Y-91	1.40E+01
Xe-135m	2.15E+04	Y-93	3.89E+00
Xe-135	1.07E+05	Zr-95	2.00E+01
Xe-137	5.11E+03	Nb-95	1.53E+01
Xe-138	1.84E+04	Mo-99	8.73E+03
Br-84	7.24E+02	Tc-99m	4.64E+03
I-131	7.52E+04	Ru-103	5.26E+00
I-132	2.29E+04	Ru-106	2.09E+00
I-133	1.14E+05	Ag-110m	3.87E+01***
I-134	1.53E+04	Te-129m	1.80E+02
I-135	6.82E+04	Te-129	2.08E+02
Rb-88	6.60E+04	Te-131m	8.96E+02
Cs-134	8.52E+03	Te-131	3.81E+02
Cs-136	1.43E+03	Te-132	6.05E+03
Cs-137	1.08E+04	Ba-137m	1.02E+04
Co-58	1.90E+02	Ba-140	1.21

| 1

| 1

| 1

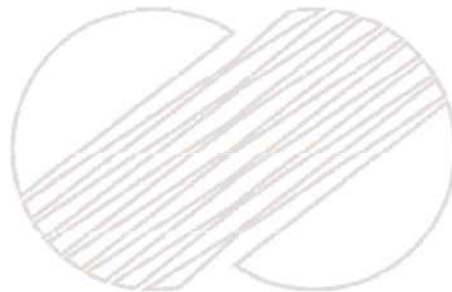
울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-2 (2 중 2)

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
N-16	7.65E+06*	La-140	3.72E+01
Na-24	1.49E+03***	Ce-141	4.53E+00
H-3	1.30E+05**	Ce-143	1.33E+01
Cr-51	5.94E+02	Ce-144	1.22E+01
Mn-54	4.77E+01	W-187	7.79E+01***
Fe-55	3.57E+01***	Np-239	6.71E+01***
Fe-59	8.95E+00		

1

1



* 원자로압력용기 출구노즐에서의 비방사능

** 국내 운전중인 원전의 삼중수로 측정값에 근거한 값

*** 예상 방사선원항 자료에 근거한 값

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-3

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 방사능 결정시 적용 가정사항

1. 1차냉각재는 발전소 정지후 2일간 화학 및 체적제어계통의 정화이온교환기, 수용전이온교환기, 탈기기에 의해 정화되며, 정화된 1차냉각재는 사용후연료저장조의 냉각수 및 재장전수조 냉각수에 의해 희석된다.
2. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통에 의해 발전소 정지후 초기 30일간은 일차냉각재, 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수가 동시에 정화되며, 그 후에는 사용후연료저장조 냉각수만 정화된다.

3. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통의 정화용량은 300 gpm 이다.

4. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 이온교환기의 제염계수

<u>불활성기체</u>	<u>I, Br</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타</u>
1	10	2	10

5. 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수내의 방사능 농도 계산시에는 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 여과기의 제거 효과는 무시하나, 여과기에 누적되는 방사능량 계산시에는 크러드에 대한 여과기의 제염계수를 10으로 가정한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-4 (2 중 1)

증기발생기 2차측 방사능농도 계산시 가정사항

1. 1차측 원자로냉각재 방사능은 설계기준 방사선원의 경우 11.1.1.1절에, 예상 방사선원의 경우 11.1.2.1절의 기술내용에 따름.
2. 1차측에서 2차측으로의 냉각재 누설률은 75 lb/day (34 kg/day)로 가정.
3. 2차측 계통의 유량 (S/G 2개당)

증기유량, lb/hr (kg/hr)	:	1.272 x 10 ⁷ (5.77 x 10 ⁶)
연속취출률, lb/hr (kg/hr)	:	1.272 x 10 ⁵ (5.77 x 10 ⁴)
고유량 취출률 (고온관으로 부터), lb/sec (kg/sec)	:	160.8 (72.93)

4. 2차측 계통 질량 (S/G 2개당)

증기발생기내 액체의 총 질량, lb (kg) : 3.176 x 10⁵ (1.442 x 10⁵)

5. 증기발생기내에서의 핵종 분리계수 (참고문헌 25)

삼중수소 = 1.0

I, Br = 0.01

기타 핵종 = 0.005

모든 불활성기체는 증기내에 존재하는 것으로 가정

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

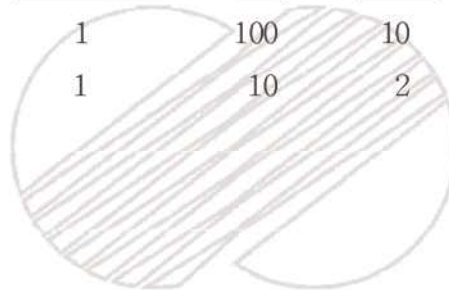
표 11.1-4 (2 중 2)

6. 주증기내 방사성핵종이 복수기에 도달하는 분율(참고문헌 25) :

삼중수소 = 1.0
 I, Br = 0.2
 불활성기체 = 1.0
 기타 핵종 = 0.1

7. 증기발생기취출계통 및 복수탈염계통의 제염계수(참고문헌 25) :

	불활성기체	I,Br	Cs,Rb	삼중수소	기타핵종
증기발생기취출계통	1	100	10	1	100
복수탈염계통	1	10	2	1	10



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 1)

방사성폐기물계통 설계 입력자료

액체방사성폐기물관리계통(LWMS)

1. 화학제첨가장치 체형여과기 배수

유 량	0-10 gpm (0-37.9 L/min)
화학적 성질	1차계통 보충수 등급 및 2,060 ppm LiOH(최대)
압 력	25 psig (1.758 kg/cm ²)
온 도	40-120°F (4.4-48.9°C)

2. 봉산농축기 이온교환기 배수

유 량	0-20 gpm (0-75.7 L/min)
화학적 성질	1차계통 보충수 등급
온 도	120-140°F (48.9-60.0°C)
압 력	55 psig (3.87 kg/cm ²)

3. 봉산농축기 배수

유 량	0-20 gpm (0-75.7 L/min)
화학적 성질	봉산수 및 기기냉각수
온 도	40-200°F (4.4-93.3°C)
압 력	대기압

4. 액체방사성폐기물관리계통으로의 봉산농축기 농축물 방출

연속운전 : 유 량	0-20 gpm (0-75.7 L/min)
화학적 성질	4,400 ppm 봉산수
온 도	160-180°F (71.1-82.2°C)
압 력	50 psig (3.52 kg/cm ²)(최대)

회분식운전 : 유 량	20 gpm (75.7 L/min)
화학적 성질	4,400 ppm 봉산수
온 도	160-180°F (71.1-82.2°C)
압 력	50 psig (3.52 kg/cm ²)
체 적	2,000 gallons (7,570 L)(최대)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 2)

고체방사성 폐기물관리계통(SWMS)

1. 이온교환기 수지 배출관

유 량	100 gpm (378.5 L/min) 물(최대) 및 100 scfm (2,831 L/min) 공기(최대)
화학적 성질	수지, 공기, 1차계통 보충수 등급
압 력	75 psig (5.27 kg/cm ²)
온 도	40-120°F (4.4-48.9°C)
탈수된 수지의 체적	36 ft ³ (1,019 L)/이온교환기 배출운전
연간 방출된 수지 체적 (연간 수지상을 1회 교체하는 기준으로)	180 ft ³ (5,096 L)
연간 고체폐기물처리계통 으로의 폐수지의 방사능	표 11.4-2 참조

2. 체형여과기 취출관

유 량	10 gpm (37.9 L/min)
화학적 성질	수지 슬러리(slurry)
압 력	50 psig (3.52 kg/cm ²)
온 도	40-120°F (4.4-48.9°C)

3. 고체방사성 폐기물계통은 연간 다음의 사용후 필터카트리지를
또는 그에 상당하는 양을 수용할 수 있다.

폐기물 체적

밀봉주입필터	4.18 ft ³ (118.3 L)
정화필터	16.72 ft ³ (473.3 L)
붕산필터	2.09 ft ³ (59.17 L)
원자로배수필터	2.09 ft ³ (59.17 L)
원자로보충수필터	2.09 ft ³ (59.17 L)
재장전수조정화계통필터	7.32 ft ³ (207.3 L)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 3)

기체방사성폐기물관리계통(GWMS)

1. 정화 및 붕소제거이온교환기 배기

유 량	0-20 scfm (0-566.2 L/min)
화학적 성질	공기
온 도	40-120°F (4.4-48.9℃)
압 력	0 psig (0 kg/cm ²)

2. 재장전수탱크 배기

유 량	0-1,500 scfm (0-42,470 L/min) (재장전시)
	0-25 scfm(0-708 L/min)(정상)
화학적 성질	공기
온 도	40-120°F (4.4-48.9℃)
압 력	1.5 psig (0.106 kg/cm ²)

3. 체적제어탱크기체 방출

유 량	40 scfm (1,132 L/min)
화학적 성질	H ₂ 또는 N ₂
온 도	120-140°F (48.9-60.0℃)
압 력	
- Superimposed backpressure	5 psig (0.35 kg/cm ²)
- Built-up backpressure	35 psig (2.46 kg/cm ²)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 4)

기체방사성폐기물관리계통(GWMS)

4. 체적제어탱크 배기

유 량	0-22 scfm (0-623 L/min)
화학적 성질	H ₂ 그리고/또는 N ₂
압 력	20-50 psig (1.41-3.52 kg/cm ²)
온 도	120-140°F (48.9-60.0℃)

5. 체적제어탱크 기체 시료 채취관

유 량	0-1 scfm (0-28.31 L/min)
화학적 성질	H ₂ 그리고/또는 N ₂
압 력	20-50 psig (1.41-3.52 kg/cm ²)
온 도	120-140°F (48.9-60.0℃)

6. 원자로배수탱크 배기

유 량	0-22 scfm (0-623 L/min) (간헐적) <1 scfm (<28.31 L/min) (기체 시료 채취시)
화학적 성질	H ₂ 그리고/또는 N ₂
온 도	120°F (48.9℃)
압 력	10 psig (0.703 kg/cm ²) (최대)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 5)

기체방사성폐기물관리계통(GWMS)

7. 수용전이온교환기 배기

유 량	0-20 scfm (0-566 L/min)
화학적 성질	공기
온 도	40-120°F (4.4-48.9°C)
압 력	0 psig (0 kg/cm ²)

8. 기기배수탱크 배기

유 량	0-20 scfm (0-566 L/min) (간헐적)
화학적 성질	<1 scfm (<28.31 L/min) (정상) N ₂
온 도	120°F (48.9°C)
압 력	4 psig (0.281 kg/cm ²) (최대)

9. 기기배수탱크 기체 시료 채취관

유 량	<1 scfm (<28.31 L/min)
화학적 성질	N ₂
압 력	4 psig (0.281 kg/cm ²)
온 도	120°F (48.9°C)

10. 수용탱크 배기

유 량	0-22 scfm (0-623 L/min)
화학적 성질	공기
압 력	0 psig (0 kg/cm ²)
온 도	40-120°F (4.4-48.9°C)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 6)

기체방사성폐기물관리계통(GWMS)

11. 분석기로 수용탱크 기체 배기

유 량	<1 scfm (<28.31 L/min)
화학적 성질	공기
압 력	0 psig (0 kg/cm ²)
온 도	40-120°F (4.4-48.9℃)

12. 봉산농축기 배기

유 량	0-5 scfm (0-142 L/min) (기동시) <1 scfm (<28.31 L/min) (정 상)
화학적 성질	공기, N ₂ , 증기
온 도	160°F (82.2℃)
압 력	6 psig (0.422 kg/cm ²)

13. 봉산농축수이온교환기 배기

유 량	0-20 scfm (0-566 L/min)
화학적 성질	공기
온 도	120°F (48.9℃) (최대)
압 력	0 psig (0 kg/cm ²)

14. 기체 밀림 모관으로 탈기기의 배기

유 량	0-20 scfm* (0-566 L/min) <2 scfm (<56.65 L/min) (정상)
화학적 성질	H ₂ , 불활성기체 (정상) 공기, N ₂ , 증기*
온 도	140°F (60.0℃) (최대)
압 력	3-7 psig** (0.211-0.492 kg/cm ²)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (7 중 7)

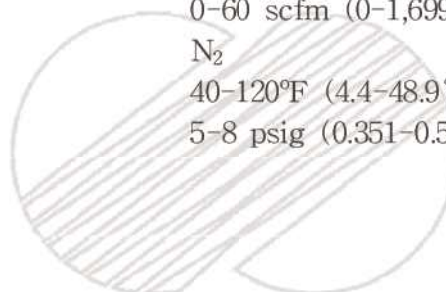
기체방사성폐기물관리계통(GWMS)

15.분석기로 탈기기 기체 배기

유 량	<2 scfm (<56.62 L/min)
화학적 성질	H ₂ , 불활성 기체
압 력	7 psig (0.624 kg/cm ²)
온 도	140°F (60.0℃) (최대)

16.기체폐기물계통으로의 원자로보충수탱크 배기

유 량	0-60 scfm (0-1,699 L/min)
화학적 성질	N ₂
온 도	40-120°F (4.4-48.9℃)
압 력	5-8 psig (0.351-0.563 kg/cm ²)



* 기동, 정지 또는 폐지

** 배기관에서의 배압은 7 psig (0.492 kg/cm²)을 넘지 않을것

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-6 (2 중 1)

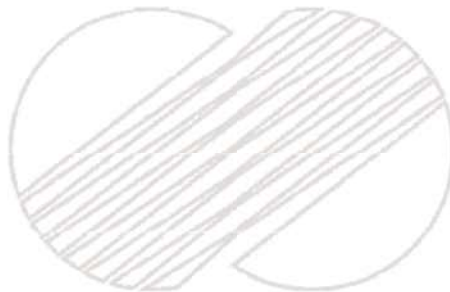
정상운전시 예상되는 원자로냉각재의 비방사능
(노심출력 : 2,815 MWt, 탈기기 미운전 가정)

<u>핵종</u>	<u>비방사능(Bq/g)</u>	<u>핵종</u>	<u>비방사능(Bq/g)</u>
Kr-85m	5.59E+03	Co-58	1.37E+02
Kr-85	3.98E+04	Co-60	1.58E+01
Kr-87	5.23E+03	Zn-65	1.52E+01
Kr-88	9.77E+03	Sr-89	4.17E+00
Xe-131m	3.06E+04	Sr-90	3.57E-01
Xe-133m	2.54E+03	Sr-91	3.10E+01
Xe-133	9.93E+04	Y-91m	1.58E+01
Xe-135m	4.53E+03	Y-91	1.55E-01
Xe-135	2.98E+04	Y-93	1.35E+02
Xe-137	1.18E+03	Zr-95	1.16E+01
Xe-138	4.18E+03	Nb-95	8.35E+00
Br-84	5.54E+02	Mo-99	1.95E+02
I-131	1.41E+03	Tc-99m	1.54E+02
I-132	7.15E+03	Ru-103	2.24E+02
I-133	4.51E+03	Ru-106	2.68E+03
I-134	1.17E+04	Ag-110m	3.87E+01
I-135	8.65E+03	Te-129m	5.67E+00
Rb-88	6.61E+03	Te-129	8.22E+02
Cs-134	2.29E+02	Te-131m	4.63E+01
Cs-136	2.82E+01	Te-131	2.66E+02
Cs-137	3.04E+02	Te-132	5.15E+01

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-6 (2 중 2)

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
N-16	1.48E+06*	Ba-140	3.89E+02
H-3	3.70E+04**	La-140	7.68E+02
Na-24	1.49E+03	Ce-141	4.48E+00
Cr-51	9.25E+01	Ce-143	8.64E+01
Mn-54	4.77E+01	Ce-144	1.19E+02
Fe-55	3.57E+01	W-187	7.79E+01
Fe-59	8.95E+00	Np-239	6.71E+01



* 화학 및 체적제어계통으로 유출되는 원자로냉각재의 비방사능

** 원자로냉각재내의 농도는 H-3의 생성률, 발전소에서 사용하는 물의 양, 방출하거나 재사용하는 물의 양 등의 함수로 결정됨. 적당한 정도의 H-3가 재순환된다고 가정하였을 경우의 전형적인 값임 (참고문헌 7).

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-7

사용후연료저장조와 재장전수조의 설계 기준 및 예상 비방사능 (Bq/g)

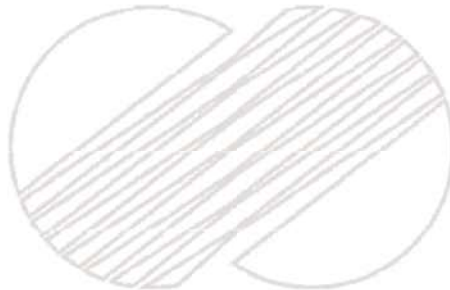
핵 종	설계기준	예 상	핵 종	설계기준	예 상
H-3	1.3E+0.5	3.6E+0.4	I-131	1.0E+02	1.9E+00
N-16	0.0E+00	0.0E+00	Te-131m	5.0E-01	2.6E-02
Kr-85m	1.6E-01	2.4E-02	Te-131	1.9E-32	1.4E-32
Kr-85	3.2E+00	1.2E+02	Te-132	6.5E+00	5.5E-02
Kr-87	6.9E-09	1.2E-09	I-132	6.5E-05	2.0E-05
Kr-88	7.6E-03	8.7E-04	I-133	4.2E+01	1.7E+00
Xe-131m	2.9E+01	8.0E+01	I-134	2.1E-14	1.6E-14
Xe-133m	5.1E+00	4.4E+00	Cs-134	6.7E+01	1.8E+00
Xe-133	3.4E+03	2.3E+02	I-135	1.2E+00	1.5E-01
Xe-135m	0.0E+00	0.0E+00	Cs-136	5.6E+00	1.1E-01
Xe-135	2.3E+01	4.0E-00	Cs-137	9.4E+01	2.6E+00
Xe-137	0.0E+00	0.0E+00	Ba-140	1.8E-01	5.8E-01
Xe-138	0.0E+00	0.0E+00	La-140	2.8E-02	5.9E-01
Br-84	2.0E-25	1.5E-25	Ce-141	9.1E-03	8.6E-03
Rb-88	0.0E+00	0.0E+00	Ce-143	8.6E-03	5.6E-02
Sr-89	2.5E-01	9.9E-03	Ce-144	8.2E-02	7.9E-01
Sr-90	5.3E-02	3.9E-03	Na-24	0.0E+00	3.2E-01
Sr-91	1.2E-02	2.2E-03	Cr-51	9.1E-01	1.4E-01
Y-91m	2.2E-16	3.8E-17	Mn-54	1.0E-01	9.9E-02
Y-91	2.0E+00	2.1E-02	Fe-55	0.0E+00	8.3E-02
Y-93	2.5E-03	8.8E-02	Fe-59	1.4E-02	1.4E-02
Zr-95	4.5E-02	3.2E-02	Co-58	3.2E-01	2.3E-01
Nb-95	3.2E-02	1.7E-02	Co-60	3.8E-02	3.8E-02
Tc-99m	4.9E-02	1.6E-03	Ba-137m	9.4E+01	2.6E+00
Mo-99	9.0E+00	2.0E-01	Zn-65	0.0E+00	9.3E-02
Ru-103	1.2E-02	4.7E-01	W-187	0.0E+00	3.6E-02
Ru-106	1.6E-02	2.0E+01	Np-239	0.0E+00	6.3E-02
Ag-110m	0.0E+00	2.4E-01	Sb-122	2.5E-02	2.5E-02
Te-129m	3.5E-01	1.1E-02	Sb-124	2.2E-01	2.1E-01
Te-129	8.7E-13	3.4E-12			

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-8

장반감기 방사성크러드 핵종

핵종	반감기	붕괴상수(d^{-1})	모핵종	반응	붕괴당 γ 수	에너지(MeV)
Cr^{51}	27.70 d	$2.50E-02$	Cr^{50}	(n, γ)	0.10	0.32
Mn^{54}	312.2 d	$2.22E-03$	Fe^{54}	(n,p)	1.00	0.84
Fe^{59}	44.51 d	$1.56E-02$	Fe^{58}	(n, γ)	1.00	1.18
Co^{60}	5.272 y	$3.60E-04$	Co^{59}	(n, γ)	2.00	1.25
Co^{58}	70.91 d	$9.77E-03$	Ni^{58}	(n,p)	1.00	0.81
Zr^{95}	64.03 d	$1.08E-02$	Zr^{94}	(n, γ)	2.00	0.75



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-9

방사성크리드의 방사능 계산에 사용된 변수

열중성자속, $n/cm^2\text{-sec}$	6.5E+13
고속중성자속, $n/cm^2\text{-sec}$	3.1E+14
RCS 표면적/노심 표면적, A_T/A_C	4.3

노심 체류시간 및 방사화반응률

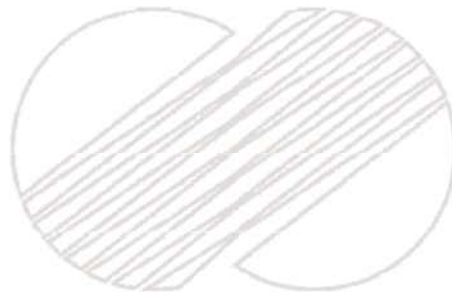
<u>핵종</u>	<u>노심 체류시간</u> <u>(t_{res}, day)</u>	<u>방사화 반응률</u> <u>(reaction/g-sec)</u>
Cr ⁵¹	12	1.3E+11
Mn ⁵⁴	110	5.2E+08
Fe ⁵⁹	포화	1.9E+08
Co ⁶⁰	197	4.1E+09
Co ⁵⁸	23	5.6E+10
Zr ⁹⁵	29	9.5E+08

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-10

장반감기 방사성크러드의 비방사능

<u>핵종</u>	<u>반감기</u>	<u>비방사능(Bq/g-crud)</u>
Cr ⁵¹	27.70 d	7.9E+09
Mn ⁵⁴	312.2 d	2.8E+07
Fe ⁵⁹	44.51 d	4.5E+07
Co ⁶⁰	5.272 y	6.6E+07
Co ⁵⁸	70.91 d	2.5E+09
Zr ⁹⁵	64.03 d	6.0E+07



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-11

원자로냉각재내 방사성크러드의 평균 비방사능

<u>핵종</u>	<u>비방사능(Bq/g-coolant)</u>
Cr ⁵¹	5.9E+02
Mn ⁵⁴	4.8E+01
Fe ⁵⁹	9.0E+00
Co ⁶⁰	1.6E+01
Co ⁵⁸	1.9E+02
Zr ⁹⁵	2.0E+01

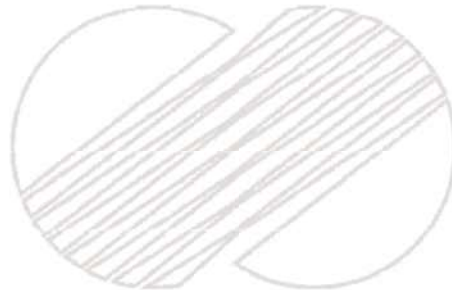


울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-12

삼중수소 생성의 방사화반응

반응	문턱에너지(MeV)	반응단면적(cm ²)*
$B^{10}(n,2\alpha)T$	1.4	1.15E-26
$Li^7(n,n\alpha)T$	3.9	9.50E-27
$Li^6(n,\alpha)T$	열중성자	9.44E-22
$H^2(n,\gamma)T$	열중성자	5.50E-28
$B^{11}(n,T)Be^9$	10.4	7.30E-30
$N^{14}(n,T)C^{12}$	4.3	3.00E-28



* 고속중성자의 반응단면적은 노심내 고속중성자($E > 0.625$ eV) 스펙트럼으로 가중 평균하여 계산하였음.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-13

삼중수소의 생성 계산에 사용된 변수

노심내 냉각재 부피, cm^3	2.3E+07
열중성자속, $\text{n/cm}^2\text{-sec}$	6.5E+13
고속중성자속, $\text{n/cm}^2\text{-sec}$	3.1E+14
주기평균 냉각재내 Li 농도, ppm	
• 예상	1.3
• 최대	2.5
Li ⁶ 의 존재비, %	0.1
냉각재내 주기평균 붕소농도, ppm	
• 예상	678.5
• 최대	780
노심출력, MWt	2,872
핵연료봉에서의 삼중수소 누설률, %	
• 예상	1.0
• 최대	2.0
제어봉에서의 삼중수소 누설률, %	50.0

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-14

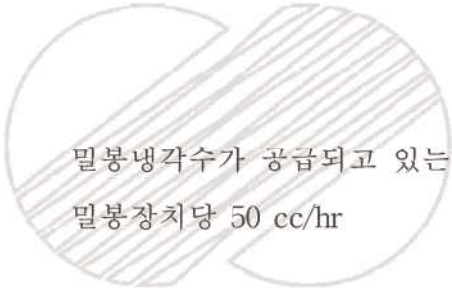
원자로냉각재내 삼중수소의 생성

생성원	평균(Bq/cycle)	최대(Bq/cycle)
원자로냉각재		
$H^2(n,\gamma)T$	2.5E+11	2.5E+11
$Li^6(n,\alpha)T$	4.9E+12	9.4E+12
$Li^7(n,n\alpha)T$	3.7E+11	7.1E+11
$B^{10}(n,2\alpha)T$	3.0E+13	3.5E+13
핵분열 생성물	7.2E+12	1.5E+13
제어봉	1.7E+12	9.4E+12
합 계	4.5E+13	7.0E+13

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-15

핵증기공급계통 기기의 예상 최대 누설률

<u>밸 브</u>	<u>가정된 누설량</u>
디스크 누설	밸브시트 직경 1인치당 10 cc/hr
스텝 누설	밸브스템 직경 1인치당 10 cc/hr
<u>펌 프</u>	
원심형(기계적 밀봉)	 <p>밀봉냉각수가 공급되고 있는 정상운전시 밀봉장치당 50 cc/hr</p> <p>외부에서 밀봉냉각수가 공급되지 않는 조건하에서 밀봉장치당 100 cc/hr</p>
왕복동형	1 gallon/hour (3.785 L/hr)
고압/저압 안전주입	밀봉장치당 1,000 cc/hr
플랜지	30 cc/hr

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-16

예상 폐수지 부피 (2개호기 기준)

	수량	부피 (m ³)	연간 수지 교체 횟수	총 폐기물 부피 (m ³)
<u>화학 및 체적제어계통</u>				
정화이온교환기	4	1.02	1	4.08
붕소제거이온교환기	2	1.02	1	2.04
수용전이온교환기	2	1.02	1	2.04
붕산응축수이온교환기	2	1.02	1	2.04
사용후연료저장조정화 탈염기	4	3.06	1	12.24
증기발생기취출수 탈염기	4	4.39	1	17.56
<u>액체방사성 폐기물계통</u>				
선택성 이온교환기	2	1.39	1	2.78
양이온교환기	2	1.39	1	2.78
음이온교환기	2	1.39	1	2.78
정화이온교환기	2	1.39	1	2.78

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-17 (4 중 1)

고체방사성폐기물처리계통으로의 연간

예상 폐수지 방사능 입력자료

1. 고준위 폐수지 방사능량(TBq)

핵종	정화	붕소 제거	수용 전	붕산응축수	사용후연료 냉각및정화계통
	이온교환기	이온교환기	이온교환기	이온교환기	이온교환기
Br-84	8.00E+09	7.20E+07	1.30E+06	1.70E-01	0.00E+00
I-131	6.90E+12	3.50E+10	5.80E+09	1.80E+05	4.35E+09
I-132	4.40E+11	4.00E+09	7.60E+07	4.30E+01	8.39E-21
I-133	2.40E+12	2.20E+10	6.60E+08	3.30E+03	1.30E+07
I-134	2.80E+11	2.50E+09	4.50E+07	9.90E+00	0.00E+00
I-135	1.50E+12	1.40E+10	3.00E+08	5.00E+02	1.31E+00
Rb-88	3.20E+10	4.70E+09	4.60E+08	2.60E+01	0.00E+00
Cs-134	2.20E+13	1.50E+08	4.00E+11	1.20E+03	5.74E+09
Cs-136	1.30E+11	1.90E+07	2.20E+09	6.50E+01	2.71E+08
Cs-137	3.60E+13	2.00E+08	6.40E+11	1.60E+03	8.54E+09
Na-24	5.80E+11	4.10E+07	2.30E+08	1.40E+02	4.41E+03
Sr-89	1.30E+11	1.10E+05	2.20E+08	3.00E+01	3.61E+07
Sr-90	7.00E+10	9.50E+03	1.40E+08	4.00E+00	1.24E+07
Sr-91	7.80E+09	8.50E+05	2.90E+06	1.70E+00	8.62E+00
Y-91M	2.30E+07	2.30E+07	2.00E+07	4.20E+01	1.47E-25
Y-91	2.10E+05	2.10E+05	2.00E+05	1.40E+02	5.64E+07
Y-93	1.90E+08	1.90E+08	1.70E+08	4.10E+03	6.49E+02
Zr-95	4.60E+11	3.10E+05	8.10E+08	9.30E+01	1.14E+08
Nb-95	1.80E+11	2.20E+05	2.80E+08	5.20E+01	5.82E+07
Mo-99	3.30E+11	5.20E+06	2.10E+08	1.10E+02	1.03E+06
Tc-99M	2.40E+10	4.30E+0 6	8.60E+06	5.20E+00	2.39E-01
Ru-103	5.40E+12	6.00E+0 6	8.80E+09	1.50E+03	1.67E+09

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-17 (4 중 2)

핵 종	정 화	붕소 제거	수 용 전	붕산응축수	사용후연료 냉각및정화계통
	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>
Ru-106	3.50E+14	7.10E+07	7.00E+11	2.80E+04	6.41E+10
Ag-110M	4.30E+12	1.00E+06	8.40E+09	4.00E+02	7.88E+08
Te-129M	1.20E+11	1.90E+08	1.70E+08	1.00E+04	3.94E+07
Te-129	2.50E+10	2.30E+08	4.20E+06	1.20E+00	0.00E+00
Te-131M	3.40E+10	3.10E+08	1.10E+07	7.10E+01	1.43E+06
Te-131	3.00E+09	2.70E+07	4.90E+05	5.10E-02	0.00E+00
Te-132	1.00E+11	8.10E+08	5.30E+07	8.50E+02	4.69E+07
Ba-140	3.00E+12	1.00E+07	3.60E+09	1.20E+03	1.73E+09
La-140	7.90E+11	2.10E+07	4.20E+08	2.30E+02	1.00E+08
Ce-141	8.80E+10	1.20E+05	1.40E+08	2.70E+01	3.13E+07
Ce-143	7.30E+10	2.30E+06	3.60E+07	2.00E+01	4.62E+06
Ce-144	1.40E+13	3.20E+06	2.80E+10	1.20E+03	2.58E+09
W-187	4.80E+10	2.10E+06	2.10E+07	1.20E+01	6.27E+05
Np-239	9.60E+10	1.80E+06	5.70E+07	3.00E+01	2.77E+07
Cr-51	1.60E+11	5.90E+08	2.30E+08	5.00E+01	5.33E+08
Mn-54	5.90E+11	3.40E+08	1.20E+09	5.00E+01	3.96E+08
Fe-55	6.00E+11	2.60E+08	1.20E+09	3.90E+01	3.39E+08
Fe-59	2.40E+10	6.00E+07	4.10E+07	6.20E+00	5.75E+07
Co-58	5.90E+11	9.50E+08	1.00E+09	1.10E+02	9.45E+08
Co-60	2.90E+11	1.10E+08	5.90E+08	1.80E+01	1.51E+08
Zn-65	1.70E+12	4.00E+05	3.30E+09	1.60E+02	3.22E+07

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-17 (4 중 3)

2. 저준위 폐수지 방사능량(TBq)

핵 종	선 택 성	양 이 온	음 이 온	세 척 성	증기발생기 취출 계통
	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>
Br-84	2.22E+07	2.22E+07	1.84E+08	1.53E+06	1.63E+05
I-131	1.18E+09	1.84E+09	1.10E+12	8.95E+09	5.09E+08
I-132	2.17E+09	7.66E+09	7.09E+10	1.13E+09	2.12E+07
I-133	3.42E+09	3.42E+09	9.74E+11	7.88E+09	1.82E+08
I-134	1.05E+09	1.05E+09	1.35E+10	1.11E+08	8.09E+06
I-135	5.06E+09	5.06E+09	4.72E+11	3.82E+09	9.81E+07
Rb-88	4.74E+08	4.39E+06	9.33E+04	9.33E+04	6.37E+05
Cs-134	2.24E+11	2.04E+09	1.96E+05	1.96E+05	2.31E+08
Cs-136	2.39E+10	2.18E+08	2.38E+04	2.38E+04	1.45E+07
Cs-137	2.95E+11	2.68E+09	2.58E+05	2.58E+05	3.10E+08
Sr-89	7.10E+05	7.15E+08	7.10E+04	7.15E+07	3.59E+06
Sr-90	6.10E+04	6.34E+07	6.10E+03	6.34E+06	3.74E+05
Sr-91	4.07E+06	4.95E+08	4.07E+05	4.95E+07	5.47E+05
Y-91M	2.55E+06	3.18E+08	2.55E+05	3.18E+07	7.58E+04
Y-91	3.57E+04	6.24E+07	3.57E+03	6.24E+06	1.36E+05
Y-93	1.80E+07	2.31E+09	1.80E+06	2.31E+08	2.56E+06
Zr-95	1.97E+06	2.00E+09	1.97E+05	2.00E+08	1.04E+07
Nb-95	1.42E+06	1.50E+09	1.42E+05	1.50E+08	6.60E+06
Mo-99	3.19E+07	1.90E+10	3.19E+06	1.90E+09	2.65E+07
Tc-99M	2.76E+07	1.80E+10	2.76E+06	1.80E+09	1.61E+06
Ru-103	3.79E+07	3.78E+10	3.79E+06	3.78E+09	1.82E+08

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-17 (4 중 4)

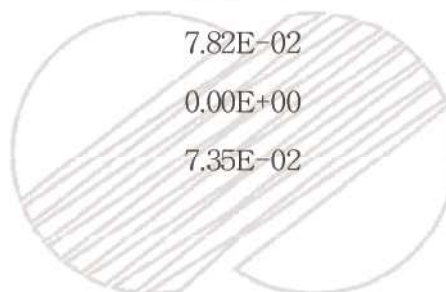
핵 종	선 택 성	양 이 온	음 이 온	세 척 성	증기발생기 취출 계통
	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>	<u>이온교환기</u>
Ru-106	4.55E+08	4.71E+11	4.55E+07	4.71E+10	2.73E+09
Ag-110M	6.57E+06	6.80E+09	6.57E+05	6.80E+08	3.90E+07
Te-129M	9.62E+05	9.52E+08	9.62E+04	9.52E+07	4.42E+06
Te-129	2.31E+07	9.55E+08	2.31E+06	9.55E+07	8.99E+05
Te-131M	7.24E+06	2.55E+09	7.24E+05	2.55E+08	2.81E+06
Te-131	2.68E+06	4.74E+08	2.68E+05	4.74E+07	5.21E+04
Te-132	8.72E+06	5.59E+09	8.72E+05	5.59E+08	8.34E+06
Ba-140	6.58E+07	5.99E+10	6.58E+06	5.99E+09	2.01E+08
La-140	1.28E+08	9.18E+10	1.28E+07	9.18E+09	6.33E+07
Ce-141	7.58E+05	7.49E+08	7.58E+04	7.49E+07	3.46E+06
Ce-143	1.37E+07	5.20E+09	1.37E+06	5.20E+08	5.80E+06
Ce-144	2.02E+07	2.09E+10	2.02E+06	2.09E+09	1.20E+08
W-187	1.19E+07	3.47E+09	1.19E+06	3.47E+08	3.72E+06
Np-239	1.09E+07	5.94E+09	1.09E+06	5.94E+08	7.79E+06
Cr-51	1.69E+10	1.53E+08	1.57E+04	1.53E+07	6.82E+06
Mn-54	8.08E+06	8.36E+09	8.08E+05	8.36E+08	4.83E+06
Fe-55	6.09E+06	6.33E+09	6.09E+05	6.33E+08	3.71E+06
Fe-59	1.52E+06	1.52E+09	1.52E+05	1.52E+08	7.48E+05
Co-58	2.33E+07	2.37E+10	2.33E+06	2.37E+09	1.25E+07
Co-60	2.67E+06	2.78E+09	2.67E+05	2.78E+08	1.64E+06
Zn-65	2.58E+06	2.66E+09	2.58E+05	2.66E+08	1.82E+05

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-18

고유량취출수내 방사성 크리드 농도 (Bq/g)

<u>방사성 핵종</u>	<u>설계기준 방사선원</u>	<u>예상 방사선원</u>
Cr-51	2.70E+00	4.20E-01
Mn-54	2.34E-01	2.34E-01
Fe-55	0.00E+00	1.76E-01
Fe-59	4.20E-02	4.20E-02
Co-58	9.10E-01	6.56E-01
Co-60	7.82E-02	7.82E-02
Zn-65	0.00E+00	3.28E-02
Zr-95	7.35E-02	5.53E-02



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-19 (2 중 1)

2차측 계통내 방사성핵종의 설계기준 비방사능*
(Bq/g)

핵 종	증기발생기액체	주 증 기
H-3	1.84E+02	1.84E+02
Kr-85m	0.00E+00	6.46E-03
Kr-85	0.00E+00	1.32E-04
Kr-87	0.00E+00	6.58E-03
Kr-88	0.00E+00	1.60E-02
Xe-131m	0.00E+00	1.36E-03
Xe-133m	0.00E+00	3.66E-04
Xe-133	0.00E+00	1.80E-01
Xe-135m	0.00E+00	5.28E-03
Xe-135	0.00E+00	2.63E-02
Xe-137	0.00E+00	1.26E-03
Xe-138	0.00E+00	4.52E-03
Br-84	4.13E-03	4.13E-05
I-131	1.77E+00	1.77E-02
I-132	3.15E-01	3.15E-03
I-133	2.50E+00	2.50E-02
I-134	1.25E-01	1.25E-03
I-135	1.29E+00	1.29E-02
Rb-88	2.40E-01	1.20E-03
Cs-134	2.28E-01	1.14E-03
Cs-136	3.80E-02	1.90E-04
Cs-137	2.89E-01	1.44E-03
Na-24	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	1.45E-02	7.25E-05
Mn-54	1.17E-03	5.84E-06
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00
Fe-59	2.19E-04	1.09E-06
Co-58	4.65E-03	2.32E-05
Co-60	3.87E-04	1.93E-06
Zn-65	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	2.41E-03	1.20E-05
Sr-90	1.20E-04	6.02E-07

* 1.0% 핵연료손상률 적용

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-19 (2 중 2)

핵 종	증기발생기액체	주 증 기
Sr-91	3.38E-03	1.69E-05
Y-91m	1.48E-03	7.39E-06
Y-91	3.42E-04	1.71E-06
Y-93	8.13E-05	4.07E-07
Zr-95	3.77E-04	1.88E-06
Nb-95	3.74E-04	1.87E-06
Mo-99	2.08E-01	1.04E-03
Tc-99m	8.83E-02	4.42E-04
Ru-103	1.29E-04	6.43E-07
Ru-106	5.12E-05	2.56E-07
Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00
Te-129m	4.40E-03	2.20E-05
Te-129	2.05E-03	1.02E-05
Te-131m	2.07E-02	1.04E-04
Te-131	1.82E-03	9.09E-06
Te-132	1.45E-01	7.25E-04
Ba-137m	2.89E-01	1.44E-03
Ba-140	2.95E-03	1.47E-05
La-140	8.73E-04	4.37E-06
Ce-141	1.11E-04	5.53E-07
Ce-143	3.09E-04	1.55E-06
Ce-144	2.99E-04	1.49E-06

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-20 (2 중 1)

2차측계통내 방사성핵종의 예상 비방사능
(Bq/g)

<u>핵 종</u>	<u>증기발생기 액체</u>	<u>주 증 기</u>
H-3	6.80E+01	6.80E+01
KR-85M	0.00E+00	1.37E-03
KR-85	0.00E+00	9.78E-03
KR-87	0.00E+00	1.28E-03
KR-88	0.00E+00	2.40E-03
XE-131M	0.00E+00	7.52E-03
XE-133M	0.00E+00	6.24E-04
XE-133	0.00E+00	2.44E-02
XE-135M	0.00E+00	1.11E-03
XE-135	0.00E+00	7.32E-03
XE-137	0.00E+00	2.90E-04
XE-138	0.00E+00	1.03E-03
BR-84	3.16E-03	3.16E-05
I-131	3.31E-02	3.31E-04
I-132	9.82E-02	9.82E-04
I-133	9.89E-02	9.89E-04
I-134	9.54E-02	9.54E-04
I-135	1.64E-01	1.64E-03
RB-88	2.40E-02	1.20E-04
CS-134	6.12E-03	3.06E-05
CS-136	7.50E-04	3.75E-06
CS-137	8.13E-03	4.06E-05
NA-24	3.13E-02	1.57E-04
CR-51	2.26E-03	1.13E-05
MN-54	1.17E-03	5.84E-06
FE-55	8.74E-04	4.37E-06
FE-59	2.19E-04	1.09E-06
CO-58	3.35E-03	1.68E-05
CO-60	3.87E-04	1.93E-06
ZN-65	3.62E-04	1.81E-06
SR-89	1.02E-04	5.10E-07
SR-90	8.74E-06	4.37E-08

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-20 (2 중 2)

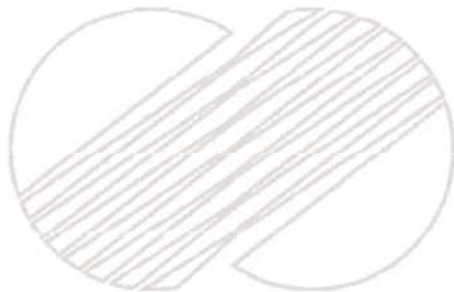
핵 종	증기발생기 액체	주 증 기
SR-91	6.42E-04	3.21E-06
Y-91M	2.51E-04	1.26E-06
Y-91	3.79E-06	1.90E-08
Y-93	2.82E-03	1.41E-05
ZR-95	2.84E-04	1.42E-06
NB-95	2.04E-04	1.02E-06
MO-99	4.65E-03	2.33E-05
TC-99M	2.93E-03	1.47E-05
RU-103	5.47E-03	2.74E-05
RU-106	6.56E-02	3.28E-04
AG-110M	9.47E-04	4.74E-06
TE-129M	1.39E-04	6.93E-07
TE-129	8.09E-03	4.04E-05
TE-131M	1.07E-03	5.36E-06
TE-131	1.27E-03	6.35E-06
TE-132	1.23E-03	6.17E-06
BA-137M	8.13E-03	4.06E-05
BA-140	9.47E-03	4.74E-05
LA-140	1.80E-02	9.02E-05
CE-141	1.09E-04	5.47E-07
CE-143	2.01E-03	1.01E-05
CE-144	2.91E-03	1.46E-05
W-187	1.78E-03	8.89E-06
NP-239	1.59E-03	7.97E-06

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

부록 11.1A

노심 체류 시간



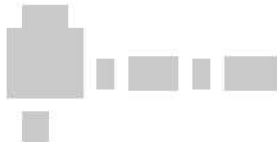
울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

부록 11.1A 노심체류시간

11.1.3절에 설명된 순환 방사성부식생성물에 대한 노심체류시간의 유도과정은 아래와 같다.

순환 방사성부식생성물

임의 시간에 노심내 표면에 형성된 방사성부식물 피막중의 방사성핵종의 원자수(N_f)는 다음과 같이 계산된다.



N_f 에 대해서 풀면



여기서,

$\Sigma_i \Phi$ = 핵종 i 의 방사화율, d/g-sec

λ_i = 핵종 i 의 붕괴상수, sec^{-1}

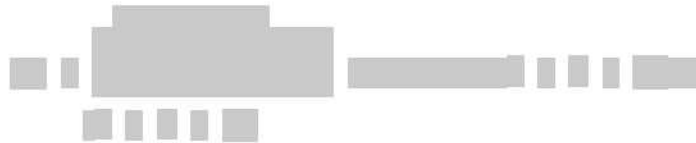
t_{res} = 예상되는 노심체류시간, sec

임의 시간에 원자로냉각재로 누출되는 방사성핵종의 원자수(N_c)는 다음과 같이 계산된다.



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

N_c 에 대해서 풀면


$$\text{[Redacted Equation]}$$

(11.1A-3)

여기서,

- $[ER]$ = 마모율, $\text{g/cm}^2\text{-sec}$
- A_c = 노심표면적, cm^2
- α = 표면침적률 (plateout rate), sec^{-1}
- β = 정화율, sec^{-1}
- λ_i = 붕괴상수, sec^{-1}

임의 시간에 원자로냉각재로 누출되는 크러드의 총량(M_c)은 다음과 같이 계산된다.


$$\text{[Redacted Equation]}$$

(11.1A-4)

여기서, M_c 는 방사성 및 비방사성물질을 모두 포함한다.

M_c 에 대해서 풀면


$$\text{[Redacted Equation]}$$

(11.1A-5)

여기서,

- $[ER]$ = 마모율, $\text{g/cm}^2\text{-sec}$
- A_T = 전체 계통표면적, cm^2

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

α = 표면침적률 (plateout rate), sec^{-1}

β = 정화율, sec^{-1}

원자로냉각재로 누출된 크러드의 방사능(A_i)은 다음과 같이 계산된다.

$$\dots \quad (11.1A-6)$$

윗식에 N_c 와 M_c 를 대입하고 α , β 와 비교하여 λ_i 가 작다고 가정하면, 방사성크러드의 방사능은 다음과 같다.

$$\dots \quad (11.1A-7)$$

또한 상기 식으로 계산된 방사능(A_i)은 노심의 표면에서의 방사능으로 가정한다.

식 (11.1A-7)을 t_{res} 에 대해서 풀면 식 (11.1-8)이 된다.

침적된 방사성크러드

침적된 방사성크러드의 방사능(A_i)은 다음과 같이 계산된다.

$$\dots \quad (11.1A-8)$$

식 (11.1A-8)을 t_{res} 에 대해서 풀면 식(11.1-9)이 된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.2 액체방사성폐기물관리계통

액체방사성폐기물관리계통은 예상운전 과도사건을 포함한 정상운전 기간동안 발생하는 방사능 오염폐액 혹은 방사능 오염가능성이 있는 폐액을 수집하여 처리한 후 소외로 방출하는 기능을 한다.

액체방사성폐기물관리계통은 다음과 같이 구성되어 있다.

- 복수탈염계통 및 증기발생기취출계통으로 구성되는 2차측 화학제어계통
- 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통
- 방사성배수계통
- 방사성세탁계통
- 액체방사성폐기물계통

2차측 화학제어계통은 10.4절에 기술되어 있으며, 2차측 화학제어계통내 방사능량을 구하기 위한 가정사항과 계산결과는 표 11.2-4와 표 11.2-5에 각각 기술되어 있다.

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통은 9.1.3절에 기술되어 있으며 사용후연료저장조의 예상 방사능량을 구하기 위한 가정사항과 계산결과는 표 11.1-3 및 표 11.1-7에 각각 기술되어 있다.

방사성배수계통은 9.3.3절에 기술되어 있으며, 액체방사성폐기물계통으로 유입되는 예상유량을 및 비방사능은 다른 폐기물 유입원에 대한 자료와 함께 표 11.2-6에 기술되어 있다. 봉산회수계통은 화학 및 체적제어계통의 일부로서 9.3.4절에 기술되어 있다.

본 절에서는 방사성세탁계통 및 액체방사성폐기물계통에 대하여 중점적으로 기술한다.

액체방사성폐기물계통은 운전기준지진에 견딜 수 있도록 설계된 방사성폐기물건물내에 설치되어 울진 5,6호기 공용으로 사용되며, 방사성세탁계통은 각 호기별 출입통제건물에 설치되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.2.1 설계기준

액체방사성폐기물계통과 방사성세탁계통 설계시 적용되는 설계기준은 다음과 같다.

- 가. 예상운전 과도사건을 포함한 정상운전 기간동안 발생하는 방사성폐액을 수집, 처리할 수 있도록 설계한다.
- 나. 정상운전 기간, 예상운전 과도사건 및 설계기준 핵연료손상시 원자력안전위원 | 175
회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 방사성핵종 유출물 농도 | 232
제한치이하로 방사성핵종 농도를 감소 시키기에 충분한 처리용량, 다중성 및 | 175
유통성을 갖도록 설계한다.
- 다. 10 CFR 50, 부록 I의 설계목표 범위내에서 방사성물질의 방출을 관리하여 ALARA 지침을 만족하도록 설계한다.
- 라. 액체방사성폐기물계통은 5,6호기 공용으로 사용할 수 있도록 방사성폐기물건물에 설치하며, 방사성세탁계통은 각 호기의 출입통제건물에 별도로 설치한다.
- 마. 본 계통은 계통 기능 수행의 감시가 가능하도록 설계한다. 규제지침서 1.21에 따라 발전소 액체유출물을 감시할 수 있는 대책을 마련한다.
- 바. 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 60 및 64 요건을 만족하도록 설계한다.
- 사. 액체방사성폐기물계통의 기기 및 배관은 내진범주 III급, 전기등급 비1E급, 품질그룹 D로 설계하며, 규제지침서 1.143에 따라 표 11.2-2에 제시되어 있는 바와 같이 설계, 제작 및 시험한다.
- 아. 펌프 밀봉수 누설로 인한 액체방사성폐기물 발생을 최소화하기 위해 밀봉수 재순환계통을 설치한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

자. 액체방사성폐기물계통은 폐액의 처리효율을 높이기 위해 전처리가 가능하도록 설계한다.

방사성폐기물건물내에서 방사능 준위가 높은 폐액을 이송하는 배관은 밸브 또는 능동기가 위치하지 않는 차폐된 배관통로에 배치한다.

본 계통을 구성하고 있는 기기들은 보수로 인한 방사선 피폭의 저감, 장비의 정지시간 감소, 방사성폐액 누설 감소 및 건물내로 기체방사성물질의 방출을 줄일 수 있는 설계특성을 반영하여 설계한다. 배관 연결은 플랜지 연결 대신에 용접 연결을 한다. 액체방사성폐기물계통에서 많은 고형물을 함유하고 있는 폐액을 처리하는 연결부위에서의 침전물 축적현상을 줄이기 위해 맞대기 용접 및 플러그 밸브를 사용한다. 항상 운전이 가능하도록 다중 또는 보조펌프를 설치한다. 정상운전을 제한하지 않는 범위내에서 배관의 세척 및 기기의 보수가 가능하도록 공정배관에 연결부를 설치한다. 펌프의 누설을 최소화하기 위해 기계적 밀봉을 한다. 기기의 설계 수명을 연장하기 위해 부식방지 재질을 사용한다. 또한 방사성폐액을 저장하는 탱크에서 폐액의 넘침 또는 누설을 최소화하기 위해 예상 폐기물 유입량을 저장하기에 적절한 용량으로 탱크를 설계하고, 수위 계측기 및 고수위 경보를 설치한다. 고수위 경보는 운전원에게 탱크넘침에 대한 가능성을 경보하며, 방사성폐기물 제어실에 경보를 발하도록 한다. 최고수위 경보는 독립 수위 감시기에 의해 작동되도록 한다. 특성이 같은 폐기물을 저장하는 저장 탱크들은 서로 연결되어 있어 한 탱크의 저장용량을 초과하는 폐액은 다른 탱크로 유입된다. 탱크에서 넘치는 폐액은 건물 배수조에 수집되며, 건물 배수조에 수집된 폐액은 액체방사성폐기물계통내 고용존고형물폐액탱크로 이송하여 처리한다.

탱크에서의 누설로 인해 폐액이 방출되지 않도록 탱크 설계에 고려한다. 실내 탱크실에는 입구에 연석(curb)을 설치하여 탱크로부터 누설된 폐액이 밖으로 방출되지 않도록 한다. 과유량 폐액은 표 11.2-3에 나타난 탱크 넘침수 방지 설계기준에 의해 제어되며, 최종적으로 배수조에 수집되도록 한다.

배수조에 수집된 폐액은 액체방사성폐기물계통내 고용존고형물(HTDS) 폐액탱크로 펌프에 의해 이송되며, 이송된 방사성폐액은 원심분리 및 특수 이온교환 방법으로 충분히 처

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

리할 수 있도록 설계한다. 처리된 폐액은 순환수 배수로를 통해 소외로 방출된다. 액체방사성폐기물계통에는 필요한 경우 이동식 액체방사성폐기물 처리설비를 손쉽게 설치할 수 있도록 연결용 플랜지를 설치한다.

액체방사성폐기물계통은 운전원의 선택에 따라 자동 및 수동 일괄처리(batch)방식으로 운전되도록 한다. 일반적으로 폐기물 수집은 자동으로 이루어지며, 처리경로는 운전원에 의해 선택되도록 한다. 정상처리 경로와는 별도로 특정 장비의 교체를 위한 다른 처리경로가 마련되어 있으며 다중 처리기기로 처리경로 전환이 가능하도록 한다. 수집된 폐액 속에 존재하는 부유물질을 제거하기위한 원심분리기와 미세입자성 방사성물질을 제거하기위한 전처리설비를 설치하며 이온성 방사성물질을 제거하기 위해 선택성 이온교환기를 포함하는 탈염기계통을 설치한다. 이온교환기는 이온교환기 양단의 압력차가 설계치에 도달하거나, 처리된 폐액의 방사능 농도 또는 전도도를 기준으로 수지의 이온교환능력이 다했을 경우 또는 운전원의 판단에 따라 이온교환기로부터 수지를 교체하도록 한다. 이온교환기의 수지 교체시, 교체 대상 이온교환기로 폐액이 유입되지 않도록 이온교환기를 격리하며, 폐수지는 교체방사성폐기물계통의 저방사성폐수지탱크로 이송되도록 한다. 새 수지는 새 수지 이송펌프를 이용하여 수지탱크에 주입되고, 교체된 이온교환기는 폐액처리를 계속한다.

원심분리기는 계통 부하에 따라 일괄처리(batch) 또는 반 연속적으로 운전되도록 한다. 원심분리기의 기능 상실시 폐액은 보조 원심분리기에서 처리되거나, 수집탱크에 저장된다. 액체방사성폐기물계통내 설치된 2계열의 원심분리기는 동시에 기능상실된다고 가정하지 않는다.

11.2.2 계통 설명

11.2.2.1 개요

방사성물질에 오염된 세탁물은 출입통제건물에 위치한 세탁시설에서 처리된다. 방사성 세탁계통은 호기당 배수탱크 2대, 배수탱크펌프 2대 및 배수필터 1대로 구성되어 있다. 방사성세탁계통의 배관 및 계장도는 그림 11.2-1과 같다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

방사성세탁계통 배수탱크에 유입되는 폐액은 오염가능지역으로부터 발생된 세탁폐수, 인체 제염수 및 출입통제건물 바닥배수등 이다. 수집된 폐액들은 여과처리되며 시료채취후 방출 규제 기준에 적합한 경우 액체방사성폐기물계통의 감시탱크 방출배관을 통해 방출된다. 그러나, 추가처리가 필요한 경우, 액체방사성폐기물계통의 화학폐액탱크로 이송되어 처리된다.

액체방사성폐기물계통은 울진 5,6호기 공용으로 설치, 운영되고, 양 호기로부터 발생된 액체방사성폐기물을 수집 처리하며 주요 기능은 다음과 같다.

- 방사성 및 오염 가능성이 있는 액체폐기물 수집
- 고체방사성폐기물계통으로 이송되는 고체 폐기물량의 최소화
- 소외방출 허용농도 이하가 되도록 방사성 폐액을 처리

액체방사성폐기물계통에 대한 배관 및 계장도는 그림 11.2-2와 같다.

고용존고형물폐액은 원심분리기 또는 전처리설비를 거쳐 탈염기계통으로 이송되어 처리된다. 원심분리기 또는 전처리설비에서 처리된 폐액은 공급탱크로 이송되며, 원심분리 공정 또는 전처리설비의 막분리공정 에서 발생된 탈수된 슬러지는 폐기물 드럼(55 갤런 드럼 또는 PE용기)에 포장되어 방사성폐기물건물내 폐기물드럼 임시저장구역으로 이송되며, 전처리설비에서 농축폐액이 발생하는 곳은 MF 고액분리조와 RO 공정이며 발생된 농축폐액은 최종적으로 MF 고액분리조에 수집된 후 증발기에서 증발처리 또는 바닥배수하고, 발생된 슬러지는 폐기물 드럼(55 갤런드럼 또는 PE용기)에 포장하여 이송한다. 증발처리 계통에서 발생하는 증기는 응축기에서 응축되어 바닥배수된 후 액체폐기물계통으로 재유입 시켜 처리한다. 공급탱크에 수집된 폐액은 탈염기계통에서 방사성 이온들을 제거한 뒤 감시탱크로 이송되며, 감시탱크에서 시료를 채취하여 방사능준위를 측정후 후 순환수 배수조를 통하여 소외로 방출하거나, 공급탱크로 이송하여 재처리한다. 처리된 폐액을 소외로 방출하는 경우 방출 폐액내 방사능은 지속적으로 감시된다.

저용존고형물폐액은 탈염기계통으로 처리하여 재사용 기준 및 방출 기준 만족여부에 따라 화학 및 체적제어계통의 수용탱크로 이송하거나 순환수 배수조를 통하여 소외로 방출하거나 또는 공급탱크로 이송하여 재처리한다. 또한, 폐액 특성상 탈염기계통으로 직접처리가 곤란할 경우에는 고용존고형물폐액과 같은 경로로 처리한다.

화학배수폐액은 원심분리기로 처리하거나 또는 고용존고형물폐액과 같은 경로로 처리한다. 그러나 특수 제염폐액과 같은 화학폐액이 발생하는 경우 이동식 화학폐액 처리설비로

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

처리할 수 있도록 연결용 플랜지가 설치되어 있다.

액체방사성폐기물계통의 설계기준 비방사능을 계산하기 위한 설계가정 및 계산결과는 각각 표 11.2-7 및 표 11.2-8에 나타나 있다.

11.2.2.2 기기 설명

표 11.2-1에는 액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통을 구성하고 있는 주요 기기와 기기별 수량, 용량, 설계압력 및 온도, 운전압력 및 온도, 재질등에 관한 사항이 기술되어 있다.

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통의 기기 및 배치는 그림 1.2-13부터 그림 1.2-16 및 그림 1.2-44부터 그림 1.2-46에 있는 방사성폐기물건물 및 출입통제건물 일반배치도에 나타나 있다. 기기 배치시 발전소 작업자에 대한 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 규제 지침서 8.8의 지침을 반영하고 있다.

가. 폐액탱크와 폐액펌프

본 계통으로 유입되는 폐액을 그 특성에 따라 분리 수용하기 위하여 고용존 고형물 폐액탱크 2대, 저용존고형물 폐액탱크 2대, 화학 폐액탱크 2대, 화학폐액배수탱크 1대(호기당)가 있으며, 모든 탱크는 대기압탱크로서 스테인레스강으로 제작되어 있다. 각 폐액탱크의 용량은 정상운전중 발생가능한 최대 폐액을 충분히 수용할 수 있도록 설계되어 있다.

폐액탱크에 수용된 폐액을 처리기기로 이송하기 위해 100% 용량의 원심형 펌프가 각 폐액탱크 종류별로 2대 설치되어 있다. 폐액이송의 신뢰성을 높이기 위해 각 폐액펌프의 흡입 배관은 상호 연결되어 있다.

나. 원심분리기

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

방사성폐액내에 포함된 부유입자를 제거하여 탈염기계통의 성능을 향상시키기 위해 원심분리기가 설치되어 있다. 필요한 경우, 원심분리기로 처리하기에 앞서 폐액을 전처리하여 원심분리기의 성능을 높여준다. 원심분리 공정에서 유리수가 0.5% 이하로 탈수된 슬러지 폐기물은 55 갤론 드럼 또는 PE용기에 포장한다. 원심분리기의 기능상실로 인하여 폐액 처리에 지장을 주지 않도록 하기 위하여 100% 용량의 원심분리기가 2계열 설치되어 있다.

44

다. 공급탱크와 공급펌프

원심분리기에서 처리된 폐액을 수집하며, 필요한 전처리를 하여 탈염기계통의 성능을 높여 준다. 본 계통에는 2대의 공급탱크와 100% 용량을 가진 2 대의 원심형 공급펌프가 설치되어 있다.

라. 탈염기계통

탈염기계통은 유기물질 흡착대, 선택성 이온교환기 및 일반 이온교환기로 구성되어 있다. 유기물질 흡착대에서는 폐액속에 함유된 기름과 같은 유기물질을 제거하며, 선택성 이온교환기에서는 Cs과 같이 폐액속에 가장 많이 함유된 핵종을 제거한다. 일반 이온교환기에서는 Co를 비롯한 양이온과 음이온 핵종을 제거한다.

탈염기계통의 기능상실로 인하여 폐액 처리에 지장을 주지 않도록 하기 위하여 100% 용량의 탈염기계통이 2계열 설치되어 있다.

마. 감시탱크와 감시탱크펌프

원심분리기와 탈염기계통에서 처리된 폐액은 최종적으로 감시탱크에 수집된다. 감시탱크에 수집된 폐액은 시료채취 분석을 통하여 화학 및 체적제어계통의 수용탱크로 이송되거나, 환경으로 방출 또는 재처리를 위해 공급탱크로 재순환시킨다. 본 계통에는 2대의 감시탱크와 100% 용량을 가진 2대의 원심

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

형 감시탱크펌프가 설치되어 있다.

바. 전처리설비

이온교환기 설비의 전단에 설치하여 폐액내에 포함된 입자성방사성물질등을 제거하는 설비(*설계용량 7m³/hr)로서 침지형 정밀여과막(MF, Microfiltration)장치와 역삼투압 막(RO, Reverse Osmosis Membrane) 장치 및 동 설비의 운전 중 생성된 농축폐액을 처리하기 위한 증발처리설비 등으로 구성되어 있다.

* 설계용량 대비 계통유량은 여과막의 특성 및 폐액의 종류에 따라 가변될수 있다.

1) MF막장치와 흡입 및 역세정 펌프

MF 고액분리조(Solid-Liquid Separating Basin)는 처리대상폐액을 공급받으며, 침지형 MF 막이 설치되어 있는 수조이다. MF 막은 MF 고액분리조(Solid-Liquid Separating Basin) 내에서 0.4 μ m이상의 입자성 물질을 제거하기 위한 침지형 막이며, MF 중공사막을 통하여 폐액을 흡입하여 투과수를 RO 공급수조(Feed Basin)로 공급하는 100% 용량의 MF 흡입 펌프 두(2)대와 MF 중공사막의 이물질에 의한 막힘 현상을 방지하여 처리유량이 유지되도록 주기적으로 역세수를 공급하는 100% 용량의 MF 역세정 펌프 한(1)대가 설치되어 있다.

2) RO막장치 및 RO FEED BASIN

RO Feed Basin는 MF 처리수를 RO 막에 공급하고 MF 막을 역세척하기 위한 설비이다. RO Feed Basin으로부터 MF 막을 투과한 처리수를 RO막에 공급하는 100% 용량의 RO Feed 펌프 두 대와 RO 막의 화학세정을 위한 RO Chemical Feed Tank 및 화학세정액을 RO막으로 공급하기 위한 RO Chemical Feed Pump가 설치되어 있다.

사. 증발처리설비

증발처리설비는 MF 고액분리조에서 생성된 농축폐액을 증발처리하기 위한 계통으로 증발기, 폐액증발로 발생된 증기를 액체로 전환시키는 응축기, MF 고액분리조에서 발생된 농축폐액을 이송하는 폐액이송펌프, 슬러지의 회수를 위한 리프트 및 증발기 설비에 공급되는 폐액을 미리 가열시켜 증발기의 증발 효율을 높이기 위한 예열조로 구성되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.2.2.3 계통 운전

11.2.2.3.1 방사성세탁계통

방사성세탁계통은 오염가능지역으로 부터 발생된 세탁폐수, 인체 제염수 및 출입통제건물 바닥배수등을 수집 처리한다.

2대의 방사성세탁계통 배수탱크중 1대의 탱크가 만수위에 이르게 되면 운전원은 탱크로 유입되는 유로를 다른 배수탱크로 바꾸고, 탱크내 폐액은 펌프를 이용하여 재순환시켜 균질하게 섞은 후 시료를 채취하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석하고 이 분석결과에 근거하여 다음 단계의 처리공정을 선택한다. 즉, 시료분석결과 폐액의 방사능 준위가 낮은 경우 이들 폐액은 방사성세탁계통 배수필터로 처리한 뒤 액체폐기물처리계통 방출배관을 거쳐 소외로 방출하고 방사능 준위가 높아 방사성세탁계통 처리능력을 초과하는 경우 액체 방사성 폐기물계통의 화학폐액탱크로 이송하여 처리한다.

11.2.2.3.2 액체방사성폐기물계통

액체방사성폐기물계통은 정상운전중 격납건물, 핵연료건물, 방사성폐기물건물 및 보조건물로부터 발생된 바닥 및 기기 배수를 분리 수집하여 처리한다. 또한 증기발생기 전열관 손상으로 2차 계통이 심하게 오염되었을 경우, 본 계통은 터빈건물에서 발생되는 폐액 즉 기기배수, 바닥배수, 복수탈염기 재생폐액 및 증기발생기취출계통 오염 폐액등을 처리할 수 있다. 본 계통으로 유입되는 폐액은 그 특성에 따라 3가지 처리계열로 나누어진다. 즉 고용존고형물폐액, 저용존고형물폐액, 화학폐액 처리계열로서, 폐액의 분리는 필요한 처리공정에 따라 행해진다.

가. 고용존고형물폐액

정상운전시 고용존고형물폐액탱크에는 핵연료건물, 일차보조건물, 이차보조건

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

물 및 방사성폐기물건물내 바닥 및 기기 배수와 격납건물내 바닥 배수들이 수집된다. 또한 복수탈염기 재생폐액과 증기발생기취출계통 오염폐액도 고용존고형물 폐액탱크에 수집된다.

고용존고형물폐액탱크가 만수위 또는 예정수위에 이르게 되면, 탱크내 폐액은 처리되기 시작한다. 고용존고형물폐액탱크에 수집된 폐액은 먼저 충분히 재순환시켜 균질하게 섞은 후, 시료채취를 하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한다. 고용존고형물폐액탱크에 수집되는 폐액은 대부분 부유물질이 많이 함유되어 있으며, 일반적으로 전기전도도가 높은 폐액이므로, 부유물질 및 입자성 방사성물질을 제거하기 위해 원심분리기 또는 전처리설비로 이송하여 처리한다. 원심분리기로 이송되는 폐액은 필요한 경우 원심분리기로 처리하기에 앞서 폐액을 침전제로 전처리하여 원심분리기에서의 부유물질 및 입자성 방사성물질의 제거효율을 높여준다. 원심분리기 또는 전처리설비에서 처리된 폐액은 공급탱크로 이송되며, 원심분리 또는 전처리설비의 막분리 과정에서 발생된 슬러지는 탈수 또는 건조처리하여 55갤론 드럼 또는 PE용기에 포장한 후 방사성폐기물건물내에 있는 폐기물드럼 임시저장고로 운반하여 일정기간 저장한다. 공급탱크가 만수위 또는 예정수위에 이르게 되면 탱크로 유입되는 유로는 다른 공급탱크로 바뀌고, 폐액으로 채워진 공급탱크는 펌프를 이용한 재순환 과정을 통해 탱크 내용물을 균질하게 섞은 후, 시료채취 분석을 통해 다음 단계 공정에 적절하도록 황산 또는 가성소다로 전처리를 한다. 전처리된 폐액은 유기물질 흡착대, 선택성 이온교환기와 일반 이온교환기로 구성된 탈염기계통에서 처리하여 방사성핵종을 제거한다. 탈염기계통에서 처리된 폐액은 최종적으로 감시탱크로 이송된다. 감시탱크에 수집된 폐액은 시료채취 분석을 통해 재처리가 필요한 경우 공급탱크로 재순환 시키고, 환경으로 방출할 수 있을 만큼 충분히 방사능량이 적은 경우 순환수 배수로를 통해 소외로 방출한다. 처리폐액에 대한 재처리가 필요한 경우에도 공급탱크로 재순환시킨다.

나. 저용존고형물폐액

방사성폐액 특성별 분리수집 방식 적용에 따라 저용존고형물폐액탱크에는 정상운전중 핵연료건물, 일차보조건물 및 이차보조건물에서 발생하는 전기전도

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

도가 낮은 기기배수 즉, 저용존고형물폐액이 수집된다. 또한 폐수지탱크로부터의 분리수 및 수지 이송수도 저용존고형물 폐액탱크에 수집된다. 필요시, 저용존고형물폐액탱크는 고용존고형물폐액탱크의 보조탱크로도 사용될 수 있다.

저용존고형물폐액탱크가 만수위가 되거나(방사성폐기물 제어실내 고수위 경보 표시) 또는 예정수위에 도달하게 되면, 저용존고형물폐액탱크내 방사성폐액을 처리하기 시작한다. 저용존고형물폐액탱크에 수집된 폐액은 먼저 충분히 재순환시켜 균질하게 섞은 후, 시료채취를 하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한다. 방사성폐액 특성별 분리수집 방식 적용에 따라 저용존고형물폐액탱크에 수집된 저용존고형물폐액은 부유물질이 거의 포함되지 않고 전기전도도가 낮은 특성을 가지고 있으므로 탈염기계통으로 처리한다. 탈염기계통에서 처리된 폐액은 감시탱크로 이송하며, 감시탱크에서 시료 채취 및 분석이 수행된다. 처리된 폐액의 수질이 원자로냉각재 수질요건 중 부유고형물, 염소, 불소, 붕소, 황산염에 대한 수질요건 (표 9.3-2의 출력운전 범위 참조)을 만족할 경우, 재사용을 위해 화학 및 체적제어계통의 수용탱크로 이송한다. 그러나, 처리된 폐액이 재사용 기준을 만족하지 않을 경우에는 순환수 배수로를 통하여 소외로 방출하거나 공급탱크로 이송하여 재처리한다. 또한 저용존고형물폐액탱크에서의 시료채취 분석 결과 탁도가 1NTU를 초과하고 전도도가 100uS/cm(유입수 전도도가 1000이하시)를 초과할 경우 필요시 탈염기계통에서 처리하기 전에 원심분리기 또는 전처리설비로 처리된다. 이후의 처리공정은 고용존고형물폐액과 같은 방법으로 처리된다. 원심분리기로 처리할 경우 필요시 침전제 전처리를 통해 부유물질 및 입자성 방사성물질의 제거효율을 높여 준다. 전체 발전소 용수평형유지를 고려하여 방출 또는 재순환하며 필요시 발전소 용수중 삼중수소의 농도를 제어하기 위해 처리된 폐액을 방출한다.

다. 화학 폐액

화학폐액탱크는 이차보조건물 및 출입통제건물내 세탁기기 및 방사화학 실험실로부터 발생된 폐액과 제염시설로부터 발생된 폐액을 수집한다. 또한 화학폐액탱크에는 복수탈염기 재생폐액과 증기발생기취출계통 오염폐액도 수집될 수 있다. 화학폐액탱크가 만수위 또는 예정 수위에 이를 때, 화학폐액탱크내 폐액을 처리하기 시작한다. 화학폐액탱크에 수집된 화학폐액은 시료채취하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한 뒤 원심분리기로 처리한다. 원심분리기에서 처리된 폐액은 감시탱크로 이송하며, 그 이후의 처리공정은 고용존 고형

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

물폐액과 같다. 그러나, 1차측 계통의 화학제염 폐기물이 발생했을 경우, 이동식 화학폐기물 처리설비를 이용하여 처리할 수 있도록 연결 플랜지가 마련되어 있다.

11.2.3 액체방사성물질 방출

액체방사성폐기물계통에 의해 처리된 액체폐기물은 순환수 배수로를 통해 방출되며, 액체폐기물의 방출 여부는 방사성폐기물 감시탱크에서 결정된다. 감시탱크내의 액체폐기물은 방출전에 화학오염물이나 방사능에 대한 시료채취 및 분석과정을 거치게 되며, 방사능 측정치가 소외선량평가지침서(ODCM)에 제시된 방출한도보다 낮을 경우에만 소외방출이 허용된다.

본 절에서는 예상 운전과도상태를 포함한 정상운전시 발전소 및 유리화설비로부터 소외로 방출되는 액체방출물의 평가에 대하여 기술한다. 액체방출물내 함유되어 있는 방사성핵종의 연평균 예상방출량은 PWR-GALE 전산프로그램을 사용하여 계산한다. 전산프로그램의 입력자료로 사용되는 정상운전시 관련 계통의 설계변수는 표 11.2-9 및 표 11.2-10에 제시되어 있으며, NUREG-0017에서 제시하고 있는 폐기물유입량중 2차냉각재 시료채취계통 배수, 복수탈염기 세척 및 이송폐액 등은 방사능 준위가 매우 낮기 때문에 예상방출량 계산시 고려하지 않는다. 액체방출물을 통한 방사성핵종의 예상방출량 계산결과는 표 11.2-11과 같다.

11.2.3.1 방출지점

액체방출물의 방출지점은 순환수 배수로이다. 액체방출물 감시계통에 대한 설명은 11.5 절에 기술되어 있다.

11.2.3.2 희석인자

순환수 배수로로 방출되는 액체방출물의 평균방류량은 70 gpm ($0.265 \text{ m}^3/\text{min}$) 으로서 각 호기당 32,000 gpm ($121.3 \text{ m}^3/\text{min}$) 및 788,484 gpm ($2,984.7 \text{ m}^3/\text{min}$)의 유량을 갖고 있는 2차측 기기냉각해수 및 순환수냉각수에 의해 희석되어 배수구에서는 평균 11,700 : 1 비율로 희석된다. 또한, 궁극적으로 액체방출물은 동해로 방출됨으로 추가적인 희석효과를 갖는다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-12는 제한구역경계에서의 1% 핵연료손상률에 근거한 액체방출물의 설계기준 방사능농도와 원자력안전위원회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배수중의 배출관리기준 방사능농도를 비교한 것이다. 232

제한구역경계에서 액체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도는 다음과 같이 계산된다.

(11.2-1) 72

여기서, C_D = 제한구역경계에서 액체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도

Q = 액체방사성물질의 연간 예상 방출량

W_P = 배수로를 통한 냉각수(기기냉각해수 및 순환수냉각수) 방출량

N_{WD} = 1차 냉각재의 설계기준 비방사능

N_{WE} = 1차 냉각재의 예상 비방사능

DF = 해수에 의한 희석인자 (=2) 72

11.2.3.3 예상피폭선량

액체방사성폐기물에 의한 일반주민의 선량평가시 사용된 가정사항 및 피폭경로는 표 11.2-13에 기술되어 있으며, 이를 이용하여 평가한 개인에 대한 최대 유효선량 및 인체장기등가 선량과 일반주민에 대한 유효선량 및 인체장기 등가선량은 각각 표 11.2-14 및 표 11.2-15와 같다. 이들 선량과 원자력안전위원회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)에 제시된 액체상태의 방출물에 의한 제한구역경계에서의 연간선량과의 비교결과는 표 11.2-16 과 같다. 232 92

11.2.4 안전성 평가

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통은 비안전성관련 계통으로서 별도의 안전성평가를 필요로 하지 않는다.

11.2.5 시험 및 검사

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

가동전시험은 14장에 기술되어 있다. 액체방사성폐기물계통 원심분리기는 그 기능 수행 여부를 입증하기 위해 설치전에 기능시험을 수행한다. 계통 제어반은 제작현장 시험을 수행한다. 다른 계통기기는 선적이전 시험 및 검사를 실시한다.

발전소 가동전, 액체방사성폐기물계통에 대한 압력 건전성, 설계 유량특성, 그리고 밸브, 계측장비 및 제어장비의 운전적합 여부를 확인하기 위한 시험을 수행한다. 발전소 시운전 및 출력운전시, 이온교환기 및 원심분리기의 특이부하 및 제염효율을 입증하기 위해 매 배치 운전시 마다 시료를 채취한다. 계측장비는 주기적으로 재보정한다.

배관통로의 배수 및 환기는 배관통로내의 가능한 모든 누설물을 수집 및 검출할 수 있도록 설계되어 있다. 필요시 배관통로 후단부 끝에 설치되어 있는 밸브를 이용하여 누설밀봉 입증 및 배관의 격리성을 확인할 수 있는 수압시험을 할 수 있다.

11.2.6 계측설비

계측설비의 판독은 주로 방사성폐기물건물 제어실에서 수행하며, 일부계측기의 판독은 현장에서 수행한다.

모든 정보는 방사성폐기물건물 제어실 또는 현장 경보창에 표시된다.

11.2.7 참고문헌

1. "Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants," U.S NRC Regulatory Guide 1.143, Rev.1, Oct. 1979.
2. Standard Review Plan, 11.2 Liquid Waste Management System, NUREG-0800.
3. "Liquid Radioactive Waste Processing System for Light Water Reactor Plant," ANSI/ANS-55.6, 1993.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 1)

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통 주요기기의 특징 및 사양

고용존고형물(HTDS) 폐액탱크

수 량	2
용 량(대당)	18,000 gal (68.1 m ³)
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3℃)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

저용존고형물(LTDS) 폐액탱크

수 량	2
용 량 (대당)	18,000 gal (68.1 m ³)
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3℃)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

화학폐액탱크

수 량	2
용 량 (대당)	9,000 gal (34.1 m ³)
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3℃)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

화학폐액배수탱크

수 량 (호기당)	1
용 량	4,500 gal (17 m ³)
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3℃)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 2)

공급탱크		
수 량	2	
용 량 (대당)	18,000 gal (68.1 m ³)	
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3℃)	
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)	
재 질	스테인레스	
적용 코드	KEPIC MGD	1
감시탱크		
수 량	2	
용 량 (대당)	27,000 gal (102.1 m ³)	
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3℃)	
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	KEPIC MGD	1
황산저장탱크		
수 량	1	
용 량	450 gal (1.7 m ³)	
설계압력/온도	대기압/212°F (100℃)	
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	KEPIC MGD	1
황산배치탱크		
수 량	1	
용 량	50 gal (0.2 m ³)	
설계압력/온도	대기압/212°F (100℃)	
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)	
재 질	알로이 20	
적용 코드	KEPIC MGD	1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 3)

가성소다저장탱크

수 량	1
용 량	450 gal (1.7 m ³)
설계압력/온도	대기압/212°F (100°C)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

가성소다배치탱크

수 량	1
용 량	50 gal (0.2 m ³)
설계압력/온도	대기압/212°F (100°C)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

화학첨가제저장탱크

수 량	1
용 량	110 gal (0.4 m ³)
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3°C)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

밀봉수저장탱크

수 량	1
용 량	460 gal (1.7 m ³)
설계압력/온도	대기압/200°F (93.3°C)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

| 1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 4)

고용존고형물폐액펌프

형 식	수평 원심형	
수 량	2	
용 량	174 gpm (660 L/min)	1
토출압력	65 psig (4.57 kg/cm ²)	
차압수두	160 ft (48.8 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

저용존고형물폐액펌프

형 식	수평 원심형	
수 량	2	
용 량	174 gpm (660 L/min)	1
토출압력	158 psig (11.11 kg/cm ²)	
차압수두	375 ft (114.3 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

화학폐액배수펌프

형 식	수평 원심형	
수 량 (호기당)	2	
용 량	71 gpm (270 L/min)	1
토출압력	85 psig (5.98 kg/cm ²)	
차압수두	210 ft (64 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 5)

화학폐액펌프

형 식	수평원심형	
수 량	2	
용 량	129 gpm (490 L/min)	1
토출압력	65 psig (4.57 kg/cm ²)	
차압수두	160 ft (48.8 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

공급펌프

형 식	수평원심형	
수 량	2	
용 량	174 gpm (660 L/min)	1
토출압력	152 psig (10.69 kg/cm ²)	
차압수두	361 ft (110 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

감시탱크펌프

형 식	수평원심형	
수 량	2	
용 량	322 gpm (1,220 L/min)	1
토출압력	130 psig (9.14 kg/cm ²)	
차압수두	311 ft (94.8 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

밀봉수공급펌프

형 식	수평원심형	
수 량	2	
용 량	74 gpm (280 L/min)	1
토출압력	140 psig (9.8 kg/cm ²)	
차압수두	325 ft (99 m)	
재 질	스테인레스강	
적용 코드	HI	1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 6)

항산배치탱크펌프

형 식	모노형
수 량	1
용 량	5 gpm (18.9 L/min)
토출압력	90 psig (6.33 kg/cm ²)
요구흡입수두	11.55 ft (3.5 m)
재 질	알로이 20
적용 코드	제작자 표준

1

가성소다배치탱크펌프

형 식	모노형
수 량	1
용 량	5 gpm (18.9 L/min)
토출압력	90 psig (6.33 kg/cm ²)
요구흡입수두	11.55 ft (3.5 m)
재 질	스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

화학첨가제탱크펌프

형 식	모노형
수 량	1
용 량	10 gpm (37.85 L/min)
토출압력	90 psig (6.33 kg/cm ²)
요구흡입수두	11.55 ft (3.5 m)
재 질	스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 7)

유기물흡착베드(탈염기계통)

수 량	4 (계열당 2)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
설계압력/온도	200 psig/140°F (14.06 kg/cm ² /60°C)
운전압력/온도	185 psig/120°F (13 kg/cm ² /48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

| 1

음이온 이온교환기(탈염기계통)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
설계압력/온도	200 psig/140°F (14.06 kg/cm ² /60°C)
운전압력/온도	185 psig/120°F (13 kg/cm ² /48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

| 1

선택성 이온교환기(탈염기계통)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
설계압력/온도	200 psig/140°F (14.06 kg/cm ² /60°C)
운전압력/온도	185 psig/120°F (13 kg/cm ² /48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

| 1

양이온 이온교환기(탈염기계통)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
설계압력/온도	200 psig/140°F (14.06 kg/cm ² /60°C)
운전압력/온도	185 psig/120°F (13 kg/cm ² /48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

| 1

정화 이온교환기(탈염기계통)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
설계압력/온도	200 psig/140°F (14.06 kg/cm ² /60°C)
운전압력/온도	185 psig/120°F (13 kg/cm ² /48.9°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

| 1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 8)

디켄터(원심분리기 패키지)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
운전압력/온도	14.5 psig/180°F (1 kg/cm ² /82°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

세퍼레이터(원심분리기 패키지)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	60 gpm (227.1 L/min)
운전압력/온도	14.5 psig/180°F (1 kg/cm ² /82°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

정량펌프(원심분리기 패키지)

형 식	편심 스크류형
수 량	2 (계열당 1)
용 량	65 gpm (246 L/min)
토출압력	29 psig (2.0 kg/cm ²)
차압수두	67 ft (20.42 m)
재 질	스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

슬러리펌프(원심분리기 패키지)

형 식	편심 스크류형
수 량	2 (계열당 1)
용 량	2.2~17.6 gpm (8.33~66.6 l/min)
토출압력	43.5 psig (3.0 kg/cm ²)
차압수두	100 ft (30.48 m)
재 질	스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

슬러리탱크(원심분리기 패키지)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	665 gal (2.52 m ³)
설계압력/온도	7.25 psig/180°F (0.51 kg/cm ² /82.2°C)
운전압력/온도	대기압/180°F (82.2°C)
재 질	스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 9)

방사성세탁계통 배수탱크

형 식	수평원심형
수 량 (호기당)	2
용 량 (대당)	5,000 gal.(18.9 m ³)
설계압력/온도	대기압/200 (93.3℃)
운전압력/온도	대기압/120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGD

1

방사성세탁계통 배수탱크펌프

형 식	수평원심형
수 량 (호기당)	2
용 량	150 gpm (567.75 L/min)
토출압력	78 psig (5.49 kg/cm ²)
차압수두	185 ft (56.4 m)
재 질	스테인레스강
적용 코드	HI

1

방사성세탁계통 배수필터

수 량 (호기당)	1
용 량	50 gpm (189.25 L/min)
설계압력/온도	150 psig (10.55 kg/cm ²)/200°F (93.3℃)
운전압력/온도	70 psig(4.9 kg/cm ²)/120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강
적용 코드	KEPIC MGB

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (9 중 9a)

밀봉수 열교환기

수량	1
형식	관 및 튜브형
설계열부하, Btu/hr (kcal/hr)	$1 \times 10(2.5 \times 10^5)$
열전달률, Btu/hr-ft ² -°F(cal/hr-m ² -°C)	107.5(524.9)
유효면적, ft ² (m ²)	129.2 (12)
적용 코드	KEPIC MGB 및 MGC

관측 :

유체	1차측기기냉각수
유로 수	1
온도, 유입/유출, °F (°C)	95/97.1 (35/36.1)
압력강하, psi	2.92
유량, gpm (L/min)	97.5 (369.2)
설계압력, psig (kg/cm ² G)	150 (10.6)
설계온도, °F (°C)	200(93.3)
재 질	탄소강

튜브측 :

유체	밀봉수(탈염수)
유로 수	2
온도, 유입/유출, °F (°C)	105/101.7 (40.6/38.7)
압력강하, psi	1.4
유량, gpm (L/min)	60 (227)
설계압력, psig (kg/cm ²)	150 (10.6)
설계온도, °F (°C)	200 (93.3)
재 질	스테인레스강

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표11.2-1(9 중 9b)

MF막(Micro Filtration) Membrane

수 량	15
용 량	30.8 gpm (7m ³ /h)
설계압력/온도	진공압 60cmHg / 158°F (70℃)
운전압력/온도	진공압 35cmHg / < 120°F (48.9℃)
재 질	PVDF

RO막(Reverse Osmosis) Membrane

수 량	9
용 량	30.8 gpm (7m ³ /h)
설계압력/온도	600psig / 113°F (45℃)
운전압력/온도	142.2psig / < 104°F (40℃)
재 질	Polyamide

MF고액분리조

수 량	1
용 량	2,826.7 gal (10.7m ³)
설계압력/온도	대기압 / 158°F (70℃)
운전압력/온도	대기압 / < 120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강

RO화학세정액 공급탱크

수 량	1
용 량	79.25 gal (300L)
설계압력/온도	대기압 / 158°F (70℃)
운전압력/온도	대기압 / < 120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표11.2-1(9 중 9c)

RO공급수조

수 량	1
용 량	2,879.6 gal (10.9m ³)
설계압력/온도	대기압 / 158°F (70℃)
운전압력/온도	대기압 / < 120°F (48.9℃)
재 질	스테인레스강

MF흡입펌프

형 식	원심형
수 량	2
용 량	53.28gpm (201.7L/min)
토출압력	21.3psig (1.5kg/cm ²)
차압수두	114.5 ft (34.9m)
재 질	스테인레스강

MF역세정 펌프

형 식	원심형
수 량	1
용 량	35.14gpm (133L/min)
토출압력	28.45psig (2.0kg/cm ²)
차압수두	209.97 ft (64m)
재 질	스테인레스강

RO공급펌프

형 식	원심형
수 량	2
용 량	66.05 gpm (250 L/min)
토출압력	142.23 psig (10.0 kg/cm ²)
차압수두	606.96 ft (185m)
재 질	스테인레스강

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표11.2-1(9 중 9d)

RO화학세정액 공급펌프

형 식	원심형
수 량	1
용 량	8.81gpm (33.33L/min)
토출압력	71.12psig (5.0kg/cm ²)
차압수두	167.32 ft (51m)
재 질	스테인레스강

증발기(Evaporator)

수 량	1
용 량	70 L/hr
설계온도	212 °F (100℃)
형 식	전기히터를 내장한 Drum Dryer형태
재 질	스테인레스강

응축기(Chiller)

수 량	1
용 량	20.1 Mcal/hr
설계압력(inlet)/온도	86.76 psig (6.1kg/cm ²)/ 212 °F (100℃)
형 식	냉각용 라디에이터식
재 질	스테인레스강

증발기 농축폐액 공급펌프

수 량	1
용 량	16.38 gpm (62.0 L/min)
형 식	자흡자동식
재 질	스테인레스강
토출압력	42.67 psig (3.0kg/cm ²)
차압수두	49.21 ft (15m)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표11.2-1(9 중 9e)

리프트(Lift)

수	량	1
용	량	max. 500Kg
형	식	사각형/원치구동형
재	질	스테인레스강

예열조 (Preheater)

수	량	1
용	량	49.1 L
설계온도		100℃이상
형	식	전기 가열식
재	질	스테인레스강



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기최종안전성분석보고서

표 11.2-2

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통 기기별 적용규격

기 기	규		격	
	설계 및 제작	재 질	용접사자격 및 용접철자	검사 및 시험
탱크, 대기압 또는 0-15 psig (steel)	API 620 (0-15 psig) 또는 API 650 (대기압) 또는 ASME 코드 Sec. III, Class 3	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	API 620 (0-15 psig) 또는 API 650 (대기압) 또는 ASME 코드 Sec. III, Class 3
압력용기	ASME 코드 Sec. VIII	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII
펌프	제작자 표준	ASME 코드 Sec. II 또는 제작자 표준	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. III, Class 3, 또는 Hydraulic Institute
배관 및 밸브	ASME B31.1	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME B31.1
이온교환기	ASME 코드 Sec. VIII	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII
여과기	ASME 코드 Sec. VIII	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII
열교환기	ASME 코드 Sec. VIII 및 TEMA	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기최종안전성분석보고서

표 11.2-3

액체방사성폐기물탱크 넘침 방지 설계기준

<u>방사성 폐기물 탱크</u>	<u>수위 감시위치</u>	<u>탱크 넘침 경보위치</u>	<u>탱크 넘침 수용 방법</u>
1. 고용존고형물 폐액탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	탱크 넘침시 대기중인 탱크로 이송하며, 최종적으로 넘침수는 방사성 폐기물건물 배수조로 이송함.
2. 저용존고형물 폐액탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
3. 화학폐액탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
4. 공급탱크	방사성 폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
5. 감시탱크	방사성 폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
6. 화학폐액배수탱크	방사성 폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	최종적으로 넘침수는 2차보조건물 배수조로 이송함.
7. 밀봉수저장탱크	방사성 폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	최종적으로 넘침수는 방사성폐기물건물 배수조로 이송함.
8. 방사성세탁계통 배수탱크	방사성세탁계통 현장제어반	방사성세탁계통 현장제어반	최종적으로 넘침수는 출입통제건물 배수조로 이송함

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-4 (2 중 1)

2차측 화학제어시스템의 설계기준 및 예상 방사능 결정시 가정사항

항 목

가 정

1. 원자로냉각재의 설계기준 및 예상 비방사능은 표 11.1-2 및 표 11.1-6에 각각 제시됨
2. 1차 계통으로부터 2차 계통으로의 누설률은 75 lb/day (34 kg/day)로 가정
3. 주복수기로부터 유출되는 유량중 25%만이 복수탈염계통(CPS)의 제염과정을 거침
4. 증기발생기취출계통 제염계수 (DF) :

<u>핵 종</u>	<u>탈염기</u>	<u>여과기*</u>
Kr, Xe, H	1	1
I, Br	100	1
Cs, Rb	10	1
기 타	100	10

5. 증기발생기 연속취출률 : 1.272×10^5 lb/hr (5.762×10^4 kg/hr)
 증기발생기 최대평균 고유량취출률 : 2.107×10^2 lb/hr (9.557×10^1 kg/hr)**
 증기발생기 최소평균 고유량취출률 : 1.149×10^2 lb/hr (5.21×10^1 kg/hr)

6. 증기발생기 취출 정화기기의 교체 주기

혼합상 이온교환기	: 720 hr
전단 여과기	: 4,380 hr
후단 여과기	: 8,760 hr

7. 복수 탈염기계통 제염계수 (DF) :

<u>핵 종</u>	<u>양이온베드 제염계수</u>	<u>혼합상베드 제염계수</u>
Kr, Xe, H	1	1
I, Br	1	10
Cs, Rb	10	2
기 타	10	10

* 여과기내 재고량 결정시에만 사용. 불용해성 방사성 동위원소에만 적용함.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-4 (2 중 2)

항 목

가 정

8. 복수탈염계통 재생주기

양이온 베드 : 65 hr

혼합상 베드 : 720 hr

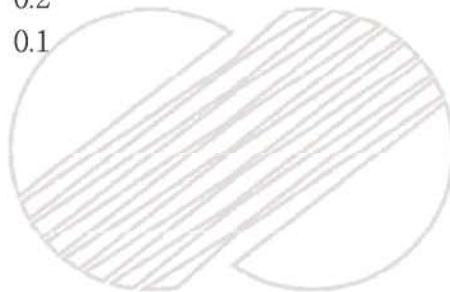
9. 증기발생기 주증기가 주복수기로 도달하는 비율 : 0.65

10. 증기발생기 주증기내 방사성핵종이 복수기로 도달하는 비율

불활성 기체 = 1.0

I, Br = 0.2

기타 = 0.1



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-5 (4 중 1)

2차측 화학제어계통 기기 및 유동경로별 방사능량

1. 설계기준

방사성핵종	증기발생기 취출수(Bq/g)	취출 탈염기(Bq)	취출 전단 여과기(Bq)	취출 후단 여과기(Bq)	복수 (Bq/cc)	CPD 양이온베드(Bq)	CPD 혼합상베드(Bq)
Br-84	4.13E-03	1.80E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.31E-05	0.00E+00	1.89E+01
I-131	1.77E+00	2.60E+10	0.00E+00	0.00E+00	5.62E-03	0.00E+00	2.73E+06
I-132	3.15E-01	5.98E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-03	0.00E+00	6.28E+03
I-133	2.50E+00	4.30E+09	0.00E+00	0.00E+00	7.95E-03	0.00E+00	4.51E+05
I-134	1.25E-01	9.03E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.97E-04	0.00E+00	9.48E+02
I-135	1.29E+00	7.03E+08	0.00E+00	0.00E+00	4.10E-03	0.00E+00	7.38E+04
Rb-88	2.40E-01	5.33E+06	0.00E+00	0.00E+00	5.45E-04	4.40E+02	2.44E+01
Cs-134	2.28E-01	8.41E+09	0.00E+00	0.00E+00	5.18E-04	6.35E+04	3.86E+04
Cs-136	3.80E-02	7.16E+08	0.00E+00	0.00E+00	8.64E-05	9.89E+03	3.28E+03
Cs-137	2.89E-01	1.08E+10	0.00E+00	0.00E+00	6.56E-04	8.06E+04	4.95E+04
Na-24	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cr-51	1.45E-02	4.21E+07	7.18E+08	7.25E+05	1.32E-05	1.57E+03	1.26E+03
Mn-54	1.17E-03	4.65E+06	2.19E+08	3.65E+05	1.06E-06	1.30E+02	1.40E+02
Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fe-59	2.19E-04	7.20E+05	1.66E+07	1.75E+04	1.99E-07	2.39E+01	2.16E+01
Co-58	4.65E-03	1.66E+07	4.93E+08	5.76E+05	4.22E-06	5.12E+02	4.98E+02
Co-60	3.87E-04	1.58E+06	8.53E+07	1.65E+05	3.52E-07	4.32E+01	4.76E+01
Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	2.41E-03	8.13E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.19E-06	2.64E+02	2.44E+02
Sr-90	1.20E-04	4.96E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-07	1.34E+01	1.49E+01
Sr-91	3.38E-03	2.65E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.07E-06	7.88E+01	7.94E+00

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-5 (4 중 2)

1. 설계기준

방사성핵종	증기발생기 취출수(Bq/g)	취출 탈염기(Bq)	취출 전단 여과기(Bq)	취출 후단 여과기(Bq)	복수 (Bq/cc)	CPD 양이온베드(Bq)	CPD 혼합상베드(Bq)
Y-91m	1.48E-03	3.90E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.34E-06	1.17E+01	1.17E+00
Y-91	3.42E-04	1.19E+07	0.00E+00	0.00E+00	3.11E-07	3.76E+01	3.56E+01
Y-93	8.13E-05	6.78E+04	0.00E+00	0.00E+00	7.40E-08	2.01E+00	2.04E-01
Zr-95	3.77E-04	1.32E+06	3.74E+07	4.26E+04	3.42E-07	4.14E+01	3.98E+01
Nb-95	3.74E-04	1.16E+07	0.00E+00	0.00E+00	3.40E-07	4.06E+01	3.49E+01
Mo-99	2.08E-01	1.13E+09	0.00E+00	0.00E+00	1.89E-04	1.68E+04	3.40E+03
Tc-99m	8.83E-02	4.39E+07	0.00E+00	0.00E+00	8.03E-05	1.32E+03	1.32E+02
Ru-103	1.29E-04	4.11E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-07	1.40E+01	1.23E+01
Ru-106	5.12E-05	2.05E+06	0.00E+00	0.00E+00	4.65E-08	5.70E+00	6.15E+00
Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-129m	4.40E-03	1.35E+08	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-06	4.77E+02	4.05E+02
Te-129	2.05E-03	1.96E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.86E-06	5.88E+00	5.88E-01
Te-131m	2.07E-02	5.14E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.89E-05	1.20E+03	1.54E+02
Te-131	1.82E-03	6.27E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-06	1.88E+00	1.88E-01
Te-132	1.45E-01	9.34E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.32E-04	1.23E+04	2.80E+03
Ba-137m	2.89E-01	1.08E+10	0.00E+00	0.00E+00	6.56E-04	8.06E+04	7.61E+00
Ba-140	2.95E-03	5.99E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.68E-06	3.06E+02	1.80E+02
La-140	8.73E-04	2.91E+06	0.00E+00	0.00E+00	7.94E-07	5.87E+01	8.72E+00
Ce-141	1.11E-04	3.37E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.01E-07	1.20E+01	1.01E+01
Ce-143	3.09E-04	8.43E+05	0.00E+00	0.00E+00	2.81E-07	1.88E+01	2.53E+00
Ce-144	2.99E-04	1.19E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.71E-07	3.32E+01	3.56E+01
W-187	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Np-239	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
H-3	1.84E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.84E+02	0.00E+00	0.00E+00

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-5 (4 중 3)

2. 예상 방사능량

방사성핵종	증기발생기 취출수(Bq/g)	취출 탈염기(Bq)	취출 전단 여과기(Bq)	취출 후단 여과기(Bq)	복수 (Bq/cc)	CPD 양이온베드(Bq)	CPD 혼합상베드(Bq)
Br-84	3.16E-03	1.38E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.01E-05	0.00E+00	1.45E+01
I-131	3.31E-02	4.88E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.05E-04	0.00E+00	5.13E+04
I-132	9.82E-02	1.87E+07	0.00E+00	0.00E+00	3.12E-04	0.00E+00	1.96E+03
I-133	9.89E-02	1.70E+08	0.00E+00	0.00E+00	3.15E-04	0.00E+00	1.78E+04
I-134	9.54E-02	6.90E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.04E-04	0.00E+00	7.25E+02
I-135	1.64E-01	8.91E+07	0.00E+00	0.00E+00	5.20E-04	0.00E+00	9.36E+03
Rb-88	2.40E-02	5.34E+05	0.00E+00	0.00E+00	5.46E-05	4.41E+01	2.45E+00
Cs-134	6.12E-03	2.26E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.39E-05	1.71E+03	1.04E+03
Cs-136	7.50E-04	1.41E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.70E-06	1.95E+02	6.48E+01
Cs-137	8.13E-03	3.04E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-05	2.27E+03	1.39E+03
Na-24	3.13E-02	2.70E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.85E-05	7.99E+02	8.10E+01
Cr-51	2.26E-03	6.55E+06	1.12E+08	1.13E+05	2.05E-06	2.44E+02	1.97E+02
Mn-54	1.17E-03	4.65E+06	2.19E+08	3.65E+05	1.06E-06	1.30E+02	1.40E+02
Fe-55	8.74E-04	3.56E+06	1.87E+08	3.51E+05	7.94E-07	9.75E+01	1.07E+02
Fe-59	2.19E-04	7.20E+05	1.66E+07	1.75E+04	1.99E-07	2.39E+01	2.16E+01
Co-58	3.35E-03	1.20E+07	3.56E+08	4.15E+05	3.05E-06	3.69E+02	3.59E+02
Co-60	3.87E-04	1.58E+06	8.53E+07	1.65E+05	3.52E-07	4.32E+01	4.76E+01
Zn-65	3.62E-04	1.75E+05	1.59E+06	1.59E+03	3.29E-07	2.82E+01	5.26E+00
Sr-89	1.02E-04	3.44E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.27E-08	1.12E+01	1.03E+01
Sr-90	8.74E-06	3.60E+05	0.00E+00	0.00E+00	7.95E-09	9.75E-01	1.08E+00
Sr-91	6.42E-04	5.03E+05	0.00E+00	0.00E+00	5.84E-07	1.50E+01	1.51E+00

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-5 (4 중 4)

2. 예상 방사능량

방사성핵종	증기발생기 취출수(Bq/g)	취출 탈염기(Bq)	취출 전단 여과기(Bq)	취출 후단 여과기(Bq)	복수 (Bq/cc)	CPD 양이온베드(Bq)	CPD 혼합상베드(Bq)
Y-91m	2.51E-04	6.62E+04	0.00E+00	0.00E+00	2.28E-07	1.99E+00	1.99E-01
Y-91	3.79E-06	1.31E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.45E-09	4.16E-01	3.94E-01
Y-93	2.82E-03	2.35E+06	0.00E+00	0.00E+00	2.57E-06	6.99E+01	7.07E+00
Zr-95	2.84E-04	9.98E+05	2.82E+07	3.21E+04	2.58E-07	3.12E+01	2.99E+01
Nb-95	2.04E-04	6.34E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-07	2.22E+01	1.90E+01
Mo-99	4.65E-03	2.53E+07	0.00E+00	0.00E+00	4.23E-06	3.76E+02	7.60E+01
Tc-99m	2.93E-03	1.46E+06	0.00E+00	0.00E+00	2.66E-06	4.37E+01	4.38E+00
Ru-103	5.47E-03	1.75E+08	0.00E+00	0.00E+00	4.98E-06	5.97E+02	5.26E+02
Ru-106	6.56E-02	2.63E+09	0.00E+00	0.00E+00	5.96E-05	7.30E+03	7.89E+03
Ag-110m	9.47E-04	3.75E+07	0.00E+00	0.00E+00	8.61E-07	1.05E+02	1.12E+02
Te-129m	1.39E-04	4.25E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.26E-07	1.50E+01	1.28E+01
Te-129	8.09E-03	7.74E+05	0.00E+00	0.00E+00	7.35E-06	2.32E+01	2.32E+00
Te-131m	1.07E-03	2.65E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.74E-07	6.19E+01	7.97E+00
Te-131	1.27E-03	4.38E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-06	1.31E+00	1.31E-01
Te-132	1.23E-03	7.95E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-06	1.05E+02	2.39E+01
Ba-137m	8.13E-03	3.04E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-05	2.27E+03	2.14E-01
Ba-140	9.47E-03	1.93E+08	0.00E+00	0.00E+00	8.61E-06	9.83E+02	5.78E+02
La-140	1.80E-02	6.00E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-05	1.21E+03	1.80E+02
Ce-141	1.09E-04	3.33E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.95E-08	1.19E+01	9.99E+00
Ce-143	2.01E-03	5.48E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.83E-06	1.22E+02	1.64E+01
Ce-144	2.91E-03	1.16E+08	0.00E+00	0.00E+00	2.65E-06	3.24E+02	3.47E+02
W-187	1.78E-03	3.50E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-06	8.91E+01	1.05E+01
Np-239	1.59E-03	7.41E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.45E-06	1.22E+02	2.22E+01
H-3	6.80E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.80E+01	0.00E+00	0.00E+00

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-6

액체방사성 폐기물계통 폐기물 유입량 ^(a)

발 생 원	일일예상 발생량 (Gallon/Day-Unit)	방사능비 ^(b)
• 고용준고형물폐액	1,430	
- 원자로냉각재 펌프 밀봉수 누설	20	0.1
- 1차냉각재 누설 및 기타유입원	10	1.67
- 1차냉각계통 기기배수	500	0.001
- 보조건물 바닥배수	200	0.1
- 핵연료건물 바닥배수	700	0.001
• 저용준고형물폐액	290	
- 보조건물 기기배수	80	1.0
- 폐수지 탱크배수	10	1.0
- 1차냉각재 시료채취계통 배수	200	0.05
• 화학 폐액 ^(c)	400	
- 기기 및 지역제염 폐액	400	0.01
• 세제성폐수	500	
- 세탁폐수	300	(d)
- 인체 제염수	200	(d)
• 2차계통 오염으로 인한 복수탈염기 재생 폐액	50,000	
- HTDS 폐액	20,000	(e)
- LTDS 폐액	20,000	(e)
- 화학 폐액	10,000	(e)

- a. 폐기물 유입량은 NUREG-0017-1985 및 ANSI/ANS 55.6-1993에 근거한 값임
b. 방사능 비는 원자로냉각재의 방사능에 대한 비율을 나타냄
c. 화학폐기물 유입량은 예상 발생량에 40%의 설계여유도를 취한 1일기준 최대발생 가능량의 합을 나타냄
d. NUREG-0017 표 2-26에 근거한 값임
e. -본 폐기물은 일반적으로 바다로 방출하나 오염준위가 허용제한치 이상인 경우 액체폐기물계통으로 재순환시켜 재처리됨
-폐기물 유입량은 공급자 설계자료에 근거한 값으로 기가용량 산정시 사용되며 예상 방출량 계산시에는 NUREG-0017에 제시된 3400 GPD를 적용함

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-7 (2 중 1)

액체방사성폐기물계통 방사능 결정시 적용 가정사항

항 목

가 정

- 1 발생원으로 부터 액체방사성폐기물계통으로의 유입량은 표 11.2-6에 기술됨.
- 2 원자로냉각재 대비 방사능 비는 설계기준 방사선원에 대해서는 표 11.1-2를, 예상 방사선원에 대해서는 표 11.1-6을 적용.
- 3 계통 주요기기의 특징 및 사양은 표 11.2-1에 주어짐.
- 4 액체방사성폐기물계통에는 누설이 없는 것으로 가정.
- 5 액체방사성폐기물계통의 탈염기계통 :
 - 선택성 이온교환기, 양이온 이온교환기, 음이온 이온교환기 및 혼합상 이온교환기는 직렬로 연결됨.
 - 이온교환기 방사능량 결정시 설계유량률은 60 gpm이며 누적시간은 2개 호기 연간 유입폐액을 처리하는 시간인 360시간동안 누적됨.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-7 (2 중 2)

항 목

가 정

6 액체방사성폐기물계통 기기에 대한 제염계수는 다음과 같다.*

불활성기체 및				
	<u>삼 중 수 소</u>	<u>할로젠 핵종</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타</u>
선택성 이온교환기	1	1	100	1
양이온 이온교환기	1	1	10	10
음이온 이온교환기	1	100	1	1
혼합상 이온교환기	1	5	1	10
원심분리기	1	1	1	5
*LRDPS 전처리설비	1	1	1	5

44

* NUREG-0017, Rev.1, April 1985으로부터 인용된 수치임.

※ LRDPS 전처리설비 성능시험 Data 반영 수치임.

44

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 1)

액체방사성폐기물계통 방사선원

1. 액체 폐기물계통내 예상 방사능농도 (Bq/cc)

방사성 핵종	원심분리기 유입	원심분리기 유출	급수탱크 유출	양이온교환기 유출	선택성이온 교환기 유출	음이온 교환기 유출	정화이온 교환기 유출	감시탱크 유출	화학폐기물 탱크 유출
Na-24	6.06E+01	1.21E+01	9.85E+00	3.87E+01	3.87E+01	3.87E+01	3.87E+00	2.88E+00	1.34E+01
Cr-51	4.60E+00	9.21E-01	9.16E-01	2.94E+00	2.94E+00	2.94E+00	2.94E-01	2.92E-01	9.23E-01
Mn-54	2.39E+00	4.77E-01	4.77E-01	1.53E+00	1.53E+00	1.53E+00	1.53E-01	1.52E-01	4.77E-01
Fe-55	1.79E+00	3.57E-01	3.57E-01	1.14E+00	1.14E+00	1.14E+00	1.14E-01	1.14E-01	3.57E-01
Co-58	6.84E+00	1.37E+00	1.36E+00	4.38E+00	4.38E+00	4.38E+00	4.38E-01	4.36E-01	1.37E+00
Fe-59	4.46E-01	8.92E-02	8.90E-02	2.85E-01	2.85E-01	2.85E-01	2.85E-02	2.84E-02	8.94E-02
Co-60	7.90E-01	1.58E-01	1.58E-01	5.05E-01	5.05E-01	5.05E-01	5.05E-02	5.05E-02	1.58E-01
Zn-65	7.60E-01	1.52E-01	1.52E-01	4.86E-01	4.86E-01	4.86E-01	4.86E-02	4.86E-02	1.52E-01
Br-84	3.68E+00	3.68E+00	4.88E-01	2.35E+01	2.35E+01	2.35E-01	4.71E-02	4.36E-03	1.30E+00
Rb-88	2.61E+01	2.61E+01	2.06E+00	1.67E+01	1.67E-01	1.67E-01	1.67E-01	9.01E-03	9.66E+00
Sr-89	2.08E-01	4.16E-02	4.15E-02	1.33E-01	1.33E-01	1.33E-01	1.33E-02	1.33E-02	4.17E-02
Y-89m	2.08E-05	4.16E-06	4.15E-06	1.33E-05	1.33E-05	1.33E-05	1.33E-06	1.33E-06	4.16E-06
Sr-90	1.79E-02	3.57E-03	3.57E-03	1.14E-02	1.14E-02	1.14E-02	1.14E-03	1.14E-03	3.57E-03
Y-90m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	9.18E-04	1.84E-04	3.58E-04	5.87E-04	5.87E-04	5.87E-04	5.87E-05	1.40E-04	9.42E-05
Sr-91	1.14E+00	2.28E-01	1.68E-01	7.30E-01	7.30E-01	7.30E-01	7.30E-02	4.75E-02	2.63E-01
Y-91m	6.93E-01	1.39E-01	1.06E-01	4.44E-01	4.44E-01	4.44E-01	4.44E-02	3.02E-02	1.56E-01
Y-91	1.06E-02	2.12E-03	2.54E-03	6.77E-03	6.77E-03	6.77E-03	6.77E-04	8.58E-04	1.87E-03
Y-93	5.04E+00	1.01E+00	7.53E-01	3.23E+00	3.23E+00	3.23E+00	3.23E-01	2.14E-01	1.15E+00
Zr-93	1.33E-09	2.66E-10	4.64E-10	8.51E-10	8.51E-10	8.51E-10	8.51E-11	1.70E-10	1.52E-10
Nb-93m	3.67E-14	7.34E-15	2.02E-14	2.35E-14	2.35E-14	2.35E-14	2.35E-15	9.38E-15	2.10E-15

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 2)

1. 액체폐기물계통내 예상 방사능농도 (Bq/cc)

방사성 핵종	원심분리기 유입	원심분리기 유출	급수탱크 유출	양이온교환기 유출	선택성이온 교환기 유출	음이온 교환기 유출	정화이온 교환기 유출	감시탱크 유출	화학폐기물 탱크 유출
Zr-95	5.79E-01	1.16E-01	1.16E-01	3.70E-01	3.70E-01	3.70E-01	3.70E-02	3.69E-02	1.16E-01
Nb-95m	4.30E-04	8.59E-05	1.68E-04	2.75E-04	2.75E-04	2.75E-04	2.75E-05	6.63E-05	4.38E-05
Nb-95	4.18E-01	8.37E-02	8.38E-02	2.68E-01	2.68E-01	2.68E-01	2.68E-02	2.68E-02	8.36E-02
Mo-99	9.28E+00	1.85E+00	1.76E+00	5.93E+00	5.93E+00	5.93E+00	5.93E-01	5.51E-01	1.90E+00
Tc-99m	7.85E+00	1.57E+00	1.56E+00	5.02E+00	5.02E+00	5.02E+00	5.02E-01	4.92E-01	1.57E+00
Tc-99	1.69E-08	3.38E-09	6.71E-09	1.08E-08	1.08E-08	1.08E-08	1.08E-09	2.66E-09	1.69E-09
Ru-103	1.12E+01	2.23E+00	2.22E+00	7.14E+00	7.14E+00	7.14E+00	7.14E-01	7.10E-01	2.24E+00
Rh-103m	8.77E+00	8.77E+00	3.63E+00	5.61E+01	5.61E+01	5.61E+01	5.61E+01	9.25E+00	1.45E+00
Ru-106	1.34E+02	2.68E+01	2.68E+01	8.57E+01	8.57E+01	8.57E+01	8.57E+00	8.57E+00	2.68E+01
Rh-106m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	1.34E+02	1.34E+02	2.70E+01	8.55E+02	8.55E+02	8.55E+02	8.55E+02	9.92E+00	2.67E+01
Ag-110m	1.93E+00	3.87E-01	3.87E-01	1.24E+00	1.24E+00	1.24E+00	1.24E-01	1.24E-01	3.87E-01
Ag-110	2.51E-02	5.02E-03	5.03E-03	1.61E-02	1.61E-02	1.61E-02	1.61E-03	1.61E-03	5.01E-03
Te-129m	2.82E-01	5.65E-02	5.62E-02	1.81E-01	1.81E-01	1.81E-01	1.81E-02	1.80E-02	5.66E-02
Te-129	1.04E+01	2.08E+00	5.44E-01	6.64E+00	6.64E+00	6.64E+00	6.64E-01	1.30E-01	3.30E+00
I-129	2.43E-10	2.43E-10	2.56E-10	1.56E-09	1.56E-09	1.56E-11	3.11E-12	7.85E-12	3.86E-11
Te-131m	2.08E+00	4.15E-01	3.72E-01	1.33E+00	1.33E+00	1.33E+00	1.33E-01	1.13E-01	4.38E-01
Te-131	1.76E+00	3.52E-01	9.76E-02	1.13E+00	1.13E+00	1.13E+00	1.13E-01	2.72E-02	5.79E-01
I-131	6.93E+01	6.93E+01	6.82E+01	4.44E+02	4.44E+02	4.44E+00	8.87E-01	8.67E-01	1.40E+01
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	2.47E+00	4.93E-01	4.72E-01	1.58E+00	1.58E+00	1.58E+00	1.58E-01	1.48E-01	5.04E-01
I-132	1.44E+02	1.44E+02	5.78E+01	9.22E+02	9.22E+02	9.22E+00	1.84E+00	6.69E-01	4.10E+01

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 3)

1. 액체 폐기물 계통내 예상 방사능농도 (Bq/cc)

방사성 핵종	원심분리기 유입	원심분리기 유출	급수탱크 유출	양이온교환기 유출	선택성이온 교환기 유출	음이온 교환기 유출	정화이온 교환기 유출	감시탱크 유출	화학폐기물 탱크 유출
I-133	1.94E+02	1.94E+02	1.66E+02	1.24E+03	1.24E+03	1.24E+01	2.48E+00	1.99E+00	4.17E+01
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	1.17E+02	1.17E+02	2.34E+01	7.49E+02	7.49E+02	7.49E+00	1.50E+00	2.14E-01	3.90E+01
Cs-134	1.15E+01	1.15E+01	1.15E+01	7.33E+00	7.33E-02	7.33E-02	7.33E-02	7.33E-02	2.29E+00
I-135	2.85E+02	2.85E+02	1.88E+02	1.83E+03	1.83E+03	1.83E+01	3.65E+00	2.06E+00	6.87E+01
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	1.40E+00	1.40E+00	1.38E+00	8.92E-01	8.92E-03	8.92E-03	8.92E-03	8.78E-03	2.80E-01
Cs-137	1.52E+01	1.52E+01	1.52E+01	9.73E+00	9.73E-02	9.73E-02	9.73E-02	9.73E-02	3.04E+00
Ba-137m	1.40E+01	2.81E+00	1.41E+01	8.99E+00	8.99E+00	8.99E+00	8.99E-01	9.75E-02	2.77E+00
Ba-140	1.92E+01	3.85E+00	3.81E+00	1.23E+01	1.23E+01	1.23E+01	1.23E+00	1.21E+00	3.87E+00
La-140	3.69E+01	7.38E+00	7.10E+00	2.36E+01	2.36E+01	2.36E+01	2.36E+00	2.23E+00	7.52E+00
Ce-141	2.23E-01	4.46E-02	4.44E-02	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-02	1.42E-02	4.47E-02
Ce-143	3.91E+00	7.82E-01	7.08E-01	2.50E+00	2.50E+00	2.50E+00	2.50E-01	2.16E-01	8.21E-01
Pr-143	4.11E-02	4.11E-02	4.81E-02	2.63E-01	2.63E-01	2.63E-01	2.63E-01	2.62E-01	4.34E-03
Ce-144	5.95E+00	1.19E+00	1.19E+00	3.81E+00	3.81E+00	3.81E+00	3.81E-01	3.80E-01	1.19E+00
Pr-144	5.49E+00	5.49E+00	1.52E+00	3.51E+01	3.51E+01	3.51E+01	3.51E+01	2.21E+00	1.02E+00
W-187	3.40E+00	6.81E-01	5.94E-01	2.18E+00	2.18E+00	2.18E+00	2.18E-01	1.79E-01	7.26E-01
Np-239	3.16E+00	6.32E-01	5.96E-01	2.02E+00	2.02E+00	2.02E+00	2.02E-01	1.85E-01	6.51E-01
H-3	5.00E+03	5.00E+03	5.00E+03	3.20E+04	3.20E+04	3.20E+04	3.20E+04	3.20E+04	1.00E+03

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 4)

2. 액체폐기물계통 기기내 예상 방사선원 (Bq)

방사성 핵종	H/LTDS 탱크	원심분리기	급수 탱크	양이온 교환기	선택성이온 교환기	음이온 교환기	정화이온 교환기	감시탱크	화학폐기물 탱크
Na-24	2.64E+10	1.45E+10	6.71E+08	9.99E+10	5.62E+07	5.62E+07	9.99E+09	3.02E+08	4.55E+08
Cr-51	2.01E+09	1.33E+10	6.24E+07	2.41E+10	4.29E+06	4.29E+06	2.41E+09	3.08E+07	3.14E+07
Mn-54	1.04E+09	7.95E+09	3.25E+07	1.30E+10	2.23E+06	2.23E+06	1.30E+09	1.61E+07	1.63E+07
Fe-55	7.78E+08	6.01E+09	2.43E+07	9.77E+09	1.67E+06	1.67E+06	9.77E+08	1.20E+07	1.22E+07
Co-58	2.98E+09	2.17E+10	9.31E+07	3.68E+10	6.40E+06	6.40E+06	3.68E+09	4.59E+07	4.67E+07
Fe-59	1.95E+08	1.37E+09	6.06E+06	2.37E+09	4.18E+05	4.18E+05	2.37E+08	3.00E+06	3.05E+06
Co-60	3.45E+08	2.67E+09	1.08E+07	4.33E+09	7.40E+05	7.40E+05	4.33E+08	5.33E+06	5.38E+06
Zn-65	3.31E+08	2.52E+09	1.04E+07	4.14E+09	7.10E+05	7.10E+05	4.14E+08	5.11E+06	5.18E+06
Br-84	1.60E+09	9.19E+06	3.33E+07	3.40E+07	3.40E+07	2.82E+08	2.35E+06	4.55E+05	4.43E+07
Rb-88	1.14E+10	6.52E+07	1.40E+08	1.12E+09	1.21E+08	2.39E+05	2.39E+05	9.32E+05	3.29E+08
Sr-89	9.07E+07	6.46E+08	2.83E+06	1.11E+09	1.94E+05	1.94E+05	1.11E+08	1.40E+06	1.42E+06
Y-89m	9.06E+03	6.47E+04	2.83E+02	1.11E+05	1.94E+01	1.94E+01	1.11E+04	1.40E+02	1.42E+02
Sr-90	7.78E+06	6.04E+07	2.43E+05	9.77E+07	1.67E+04	1.67E+04	9.77E+06	1.21E+05	1.22E+05
Y-90	4.00E+05	4.39E+07	2.44E+04	3.55E+07	8.81E+02	8.81E+02	3.55E+06	1.49E+04	3.21E+03
Sr-91	4.98E+08	1.77E+08	1.15E+07	1.27E+09	1.06E+06	1.06E+06	1.27E+08	4.96E+06	8.96E+06
Y-91m	3.02E+08	1.13E+08	7.26E+06	8.14E+08	6.44E+05	6.44E+05	8.14E+07	3.16E+06	5.30E+06
Y-91	4.62E+06	5.80E+07	1.73E+05	9.18E+07	9.95E+03	9.95E+03	9.18E+06	9.07E+04	6.38E+04
Y-93	2.20E+09	8.23E+08	5.13E+07	5.92E+09	4.66E+06	4.66E+06	5.92E+08	2.23E+07	3.93E+07
Zr-93	5.80E-01	1.71E+01	3.17E-02	2.42E+01	1.27E-03	1.27E-03	2.42E+00	1.80E-02	5.19E-03
Nb-93m	1.60E-05	1.24E-04	1.37E-06	4.70E-03	3.61E-08	3.61E-08	4.70E-04	1.01E-06	7.16E-08
Zr-95	2.52E+08	1.83E+09	7.87E+06	3.11E+09	5.40E+05	5.40E+05	3.11E+08	3.89E+06	3.95E+06

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 5)

2. 액체폐기물계통 기기내 예상 방사선원 (Bq)

방사성 핵종	H/LTDS 탱크	원심분리기	급수 탱크	양이온 교환기	선택성이온 교환기	음이온 교환기	정화이온 교환기	감시탱크	화학폐기물 탱크
Nb-95m	1.87E+05	2.36E+07	1.15E+04	1.78E+07	4.14E+02	4.14E+02	1.78E+06	7.07E+03	1.49E+03
Nb-95	1.82E+08	1.47E+09	5.71E+06	2.32E+09	3.92E+05	3.92E+05	2.32E+08	2.83E+06	2.85E+06
Mo-99	4.04E+09	9.40E+09	1.20E+08	3.46E+10	8.66E+06	8.66E+06	3.46E+09	5.81E+07	6.48E+07
Tc-99m	3.42E+09	8.92E+09	1.06E+08	3.25E+10	7.33E+06	7.33E+06	3.25E+09	5.18E+07	5.34E+07
Tc-99	7.36E+00	9.09E+02	4.58E-01	7.14E+02	1.62E-02	1.62E-02	7.14E+01	2.83E-01	5.76E-02
Ru-103	4.87E+09	3.38E+10	1.52E+08	5.92E+10	1.04E+07	1.04E+07	5.92E+09	7.47E+07	7.62E+07
Rh-103m	3.82E+09	3.37E+10	2.47E+08	5.81E+10	8.44E+07	8.44E+07	5.88E+09	1.01E+09	4.92E+07
Ru-106	5.84E+10	4.48E+11	1.83E+09	7.33E+11	1.25E+08	1.25E+08	7.33E+10	9.03E+08	9.13E+08
Rh-106	5.83E+10	4.48E+11	1.84E+09	7.33E+11	1.25E+09	1.25E+09	7.44E+10	1.05E+09	9.09E+08
Ag-110m	8.44E+08	6.43E+09	2.64E+07	1.05E+10	1.81E+06	1.81E+06	1.05E+09	1.30E+07	1.32E+07
Ag-110	1.09E+07	8.36E+07	3.43E+05	1.37E+08	2.35E+04	2.35E+04	1.37E+07	1.69E+05	1.71E+05
Te-129m	1.23E+08	8.40E+08	3.83E+06	1.49E+09	2.64E+05	2.64E+05	1.49E+08	1.89E+06	1.93E+06
Te-129	4.53E+09	7.48E+08	3.71E+07	2.38E+09	9.47E+06	9.47E+06	2.38E+08	1.34E+07	1.12E+08
I-129	1.06E-01	8.96E-01	1.75E-02	6.99E-01	2.57E-03	2.33E+00	8.88E-02	8.62E-04	1.31E-03
Te-131m	9.05E+08	9.84E+08	2.54E+07	5.51E+09	1.94E+06	1.94E+06	5.51E+08	1.19E+07	1.49E+07
Te-131	7.68E+08	1.92E+08	6.65E+06	1.08E+09	1.61E+06	1.61E+06	1.08E+08	2.85E+06	1.97E+07
I-131	3.02E+10	7.79E+08	4.64E+09	1.50E+09	7.25E+08	4.96E+11	4.11E+09	1.02E+08	4.77E+08
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.33E+05	0.00E+00	4.96E+08	4.07E+06	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	1.08E+09	2.84E+09	3.22E+07	9.66E+09	2.30E+06	2.30E+06	9.66E+08	1.56E+07	1.72E+07
I-132	6.29E+10	3.19E+09	3.94E+09	1.06E+10	1.39E+09	4.51E+10	1.29E+09	7.22E+07	1.40E+09
I-133	8.44E+10	4.84E+08	1.13E+10	1.99E+09	1.99E+09	5.07E+11	4.11E+09	2.31E+08	1.42E+09

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 6)

2. 액체폐기물계통 기기내 예상 방사선원 (Bq)

방사성 핵종	H/LTDS 탱크	원심분리기	급수 탱크	양이온 교환기	선택성이온 교환기	음이온 교환기	정화이온 교환기	감시탱크	화학폐기물 탱크
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.59E+09	4.51E+07	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E+11	1.09E+09	0.00E+00	0.00E+00
I-134	5.11E+10	2.93E+08	1.60E+09	1.10E+09	1.10E+09	1.41E+10	1.17E+08	2.26E+07	1.33E+09
Cs-134	5.00E+09	2.86E+07	7.80E+08	9.73E+10	1.07E+10	1.20E+05	1.20E+05	8.66E+06	7.80E+07
I-135	1.24E+11	7.13E+08	1.28E+10	2.85E+09	2.85E+09	2.65E+11	2.15E+09	2.32E+08	2.34E+09
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.88E+10	6.36E+08	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.55E+11	2.06E+09	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.22E+02	3.40E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	6.08E+08	3.49E+06	9.41E+07	9.95E+09	1.10E+09	1.46E+04	1.46E+04	1.04E+06	9.56E+06
Cs-137	6.63E+09	3.80E+07	1.04E+09	1.30E+11	1.42E+10	1.59E+05	1.59E+05	1.15E+07	1.04E+08
Ba-137m	6.12E+09	4.45E+07	9.60E+08	1.21E+11	1.33E+10	1.47E+07	2.25E+07	1.15E+07	9.46E+07
Ba-140	8.39E+09	4.68E+10	2.59E+08	9.55E+10	1.80E+07	1.80E+07	9.55E+09	1.28E+08	1.32E+08
La-140	1.61E+10	6.32E+10	4.84E+08	1.55E+11	3.44E+07	3.44E+07	1.55E+10	2.35E+08	2.56E+08
Ce-141	9.73E+07	6.61E+08	3.03E+06	1.17E+09	2.08E+05	2.08E+05	1.17E+08	1.49E+06	1.52E+06
Ce-143	1.71E+09	2.04E+09	4.82E+07	1.09E+10	3.64E+06	3.64E+06	1.09E+09	2.27E+07	2.80E+07
Pr-143	1.79E+07	8.62E+08	3.28E+06	9.44E+08	4.40E+05	4.40E+05	9.47E+07	3.17E+07	1.48E+05
Ce-144	2.59E+09	1.98E+10	8.11E+07	3.24E+10	5.55E+06	5.55E+06	3.24E+09	4.00E+07	4.06E+07
Pr-144	2.40E+09	1.98E+10	1.04E+08	3.22E+10	5.18E+07	5.18E+07	3.27E+09	2.35E+08	3.48E+07
W-187	1.48E+09	1.29E+09	4.05E+07	7.88E+09	3.17E+06	3.17E+06	7.88E+08	1.88E+07	2.48E+07
Np-239	1.38E+09	2.75E+09	4.06E+07	1.11E+10	2.95E+06	2.95E+06	1.11E+09	1.95E+07	2.22E+07
H-3	8.07E+11	4.63E+09	1.26E+11	1.94E+10	1.94E+10	1.94E+10	1.94E+10	1.40E+12	1.26E+10

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 7)

3. 액체 폐기물 계통내 설계기준 방사능농도 (Bq/cc)

방사성 핵종	원심분리기 유입	원심분리기 유출	급수탱크 유출	양이온교환기 유출	선택성이온 교환기 유출	음이온 교환기 유출	정화이온 교환기 유출	감시탱크 유출	화학폐기물 탱크 유출
Cr-51	2.96E+01	5.91E+00	5.88E+00	1.89E+01	1.89E+01	1.89E+01	1.89E+00	1.88E+00	2.02E+02
Mn-54	2.39E+00	4.77E-01	4.77E-01	1.53E+00	1.53E+00	1.53E+00	1.53E-01	1.52E-01	1.63E+01
Co-58	9.49E+00	1.90E+00	1.89E+00	6.07E+00	6.07E+00	6.07E+00	6.07E-01	6.05E-01	6.47E+01
Fe-59	4.46E-01	8.92E-02	8.90E-02	2.85E-01	2.85E-01	2.85E-01	2.85E-02	2.84E-02	3.05E+00
Co-60	7.90E-01	1.58E-01	1.58E-01	5.05E-01	5.05E-01	5.05E-01	5.05E-02	5.05E-02	5.38E+00
Br-84	4.81E+00	4.81E+00	6.38E-01	3.08E+01	3.08E+01	3.08E-01	6.15E-02	5.69E-03	5.78E+01
Rb-88	2.60E+02	2.60E+02	2.05E+01	1.67E+02	1.67E+00	1.67E+00	1.67E+00	8.99E-02	3.29E+03
Sr-89	4.91E+00	9.82E-01	9.79E-01	3.14E+00	3.14E+00	3.14E+00	3.14E-01	3.13E-01	3.35E+01
Y-89m	4.90E-04	9.81E-05	9.79E-05	3.14E-04	3.14E-04	3.14E-04	3.14E-05	3.13E-05	3.34E-03
Sr-90	2.46E-01	4.92E-02	4.92E-02	1.57E-01	1.57E-01	1.57E-01	1.57E-02	1.57E-02	1.68E+00
Y-90m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	1.27E-02	2.53E-03	4.93E-03	8.09E-03	8.09E-03	8.09E-03	8.09E-04	1.93E-03	4.42E-02
Sr-91	6.01E+00	1.20E+00	8.84E-01	3.84E+00	3.84E+00	3.84E+00	3.84E-01	2.50E-01	4.71E+01
Y-91m	3.74E+00	7.49E-01	5.64E-01	2.39E+00	2.39E+00	2.39E+00	2.39E-01	1.59E-01	2.90E+01
Y-91	7.14E-01	1.43E-01	1.45E-01	4.57E-01	4.57E-01	4.57E-01	4.57E-02	4.65E-02	4.82E+00
Y-93	1.45E-01	2.91E-02	2.17E-02	9.29E-02	9.29E-02	9.29E-02	9.29E-03	6.16E-03	1.13E+00
Zr-93	3.83E-11	7.66E-12	1.34E-11	2.45E-11	2.45E-11	2.45E-11	2.45E-12	4.89E-12	1.49E-10
Nb-93m	1.06E-15	2.12E-16	5.81E-16	6.77E-16	6.77E-16	6.77E-16	6.77E-17	2.70E-16	2.06E-15

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 8)

3. 액체 폐기물 계통내 설계기준 방사능농도 (Bq/cc)

방사성 핵종	원심분리기 유입	원심분리기 유출	급수탱크 유출	양이온교환기 유출	선택성이온 교환기 유출	음이온 교환기 유출	정화이온 교환기 유출	감시탱크 유출	화학폐기물 탱크 유출
Zr-95	7.68E-01	1.54E-01	1.53E-01	4.92E-01	4.92E-01	4.92E-01	4.92E-02	4.90E-02	5.24E+00
Nb-95m	5.70E-04	1.14E-04	2.24E-04	3.65E-04	3.65E-04	3.65E-04	3.65E-05	8.80E-05	1.98E-03
Nb-95	7.65E-01	1.53E-01	1.53E-01	4.90E-01	4.90E-01	4.90E-01	4.90E-02	4.90E-02	5.21E+00
Mo-99	4.15E+02	8.30E+01	7.90E+01	2.66E+02	2.66E+02	2.66E+02	2.66E+01	2.46E+01	2.90E+03
Tc-99m	2.80E+02	5.60E+01	6.08E+01	1.79E+02	1.79E+02	1.79E+02	1.79E+01	1.96E+01	1.80E+03
Tc-99	6.22E-07	1.24E-07	2.57E-07	3.98E-07	3.98E-07	3.98E-07	3.98E-08	1.04E-07	2.02E-06
Ru-103	2.62E-01	5.24E-02	5.22E-02	1.68E-01	1.68E-01	1.68E-01	1.68E-02	1.67E-02	1.79E+00
Rh-103m	2.06E-01	2.06E-01	8.52E-02	1.32E+00	1.32E+00	1.32E+00	1.32E+00	2.17E-01	1.16E+00
Ru-106	1.05E-01	2.09E-02	2.09E-02	6.69E-02	6.69E-02	6.69E-02	6.69E-03	6.68E-03	7.12E-01
Rh-106m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	1.04E-01	1.04E-01	2.11E-02	6.67E-01	6.67E-01	6.67E-01	6.67E-01	7.74E-03	7.09E-01
Te-129m	8.97E+00	1.79E+00	1.79E+00	5.74E+00	5.74E+00	5.74E+00	5.74E-01	5.70E-01	6.12E+01
Te-129	6.90E+00	1.38E+00	1.20E+00	4.41E+00	4.41E+00	4.41E+00	4.41E-01	3.79E-01	5.18E+01
I-129	2.35E-10	2.35E-10	2.78E-10	1.50E-09	1.50E-09	1.50E-11	3.01E-12	2.33E-11	8.58E-10
Te-131m	4.02E+01	8.04E+00	7.20E+00	2.57E+01	2.57E+01	2.57E+01	2.57E+00	2.19E+00	2.89E+02
Te-131	8.50E+00	1.70E+00	1.34E+00	5.44E+00	5.44E+00	5.44E+00	5.44E-01	4.06E-01	6.71E+01
I-131	3.70E+03	3.70E+03	3.63E+03	2.36E+04	2.36E+04	2.36E+02	4.73E+01	4.61E+01	2.54E+04
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	2.90E+02	5.79E+01	5.55E+01	1.85E+02	1.85E+02	1.85E+02	1.85E+01	1.74E+01	2.02E+03

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 9)

3. 액체 폐기물 계통내 설계기준 방사능농도 (Bq/cc)

방사성 핵종	원심분리기 유입	원심분리기 유출	급수탱크 유출	양이온교환기 유출	선택성이온 교환기 유출	음이온 교환기 유출	정화이온 교환기 유출	감시탱크 유출	화학폐기물 탱크 유출
I-132	6.31E+02	6.31E+02	2.85E+02	4.04E+03	4.04E+03	4.04E+01	8.08E+00	1.45E+01	5.32E+03
I-133	4.90E+03	4.90E+03	4.20E+03	3.13E+04	3.13E+04	3.13E+02	6.26E+01	5.02E+01	3.59E+04
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	1.53E+02	1.53E+02	3.07E+01	9.80E+02	9.80E+02	9.80E+00	1.96E+00	2.80E-01	1.74E+03
Cs-134	4.26E+02	4.26E+02	4.26E+02	2.73E+02	2.73E+00	2.73E+00	2.73E+00	2.73E+00	2.90E+03
I-135	2.25E+03	2.25E+03	1.48E+03	1.44E+04	1.44E+04	1.44E+02	2.88E+01	1.62E+01	1.85E+04
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	7.07E+01	7.07E+01	7.00E+01	4.53E+01	4.53E-01	4.53E-01	4.53E-01	4.45E-01	4.85E+02
Cs-137	5.40E+02	5.40E+02	5.40E+02	3.46E+02	3.46E+00	3.46E+00	3.46E+00	3.46E+00	3.68E+03
Ba-137m	5.05E+02	1.01E+02	5.00E+02	3.23E+02	3.23E+02	3.23E+02	3.23E+01	3.47E+00	3.44E+03
Ba-140	5.99E+00	1.20E+00	1.18E+00	3.83E+00	3.83E+00	3.83E+00	3.83E-01	3.77E-01	4.10E+01
La-140	2.19E+00	4.38E-01	4.97E-01	1.40E+00	1.40E+00	1.40E+00	1.40E-01	1.67E-01	1.38E+01
Ce-141	2.26E-01	4.51E-02	4.49E-02	1.44E-01	1.44E-01	1.44E-01	1.44E-02	1.43E-02	1.54E+00
Ce-143	6.02E-01	1.20E-01	1.09E-01	3.85E-01	3.85E-01	3.85E-01	3.85E-02	3.33E-02	4.31E+00
Pr-143	6.33E-03	6.33E-03	7.41E-03	4.05E-02	4.05E-02	4.05E-02	4.05E-02	4.04E-02	2.27E-02
Ce-144	6.10E-01	1.22E-01	1.22E-01	3.90E-01	3.90E-01	3.90E-01	3.90E-02	3.90E-02	4.16E+00
Pr-144	5.63E-01	5.63E-01	1.56E-01	3.60E+00	3.60E+00	3.60E+00	3.60E+00	2.26E-01	3.56E+00
H-3	1.85E+03	1.85E+03	1.85E+03	1.18E+04	1.18E+04	1.18E+04	1.18E+04	1.18E+04	3.70E+02

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 10)

4. 액체폐기물계통 기기내 설계기준 방사선원 (Bq)

방사성 핵종	H/LTDS 탱크	원심분리기	급수 탱크	양이온 교환기	선택성이온 교환기	음이온 교환기	정화이온 교환기	감시탱크	화학폐기물 탱크
Cr-51	1.29E+10	8.55E+10	4.01E+08	1.54E+11	2.76E+07	2.76E+07	1.54E+10	1.98E+08	2.02E+08
Mn-54	1.04E+09	7.95E+09	3.25E+07	1.30E+10	2.23E+06	2.23E+06	1.30E+09	1.61E+07	1.63E+07
Co-58	4.14E+09	3.02E+10	1.29E+08	5.11E+10	8.84E+06	8.84E+06	5.11E+09	6.36E+07	6.47E+07
Fe-59	1.95E+08	1.37E+09	6.06E+06	2.37E+09	4.18E+05	4.18E+05	2.37E+08	3.00E+06	3.05E+06
Co-60	3.45E+08	2.67E+09	1.08E+07	4.33E+09	7.40E+05	7.40E+05	4.33E+08	5.33E+06	5.38E+06
Br-84	2.10E+09	1.20E+07	4.35E+07	4.44E+07	4.44E+07	3.69E+08	3.06E+06	5.96E+05	5.78E+07
Rb-88	1.14E+11	6.50E+08	1.40E+09	1.12E+10	1.21E+09	2.39E+06	2.39E+06	9.29E+06	3.29E+09
Sr-89	2.14E+09	1.53E+10	6.67E+07	2.62E+10	4.59E+06	4.59E+06	2.62E+09	3.30E+07	3.35E+07
Y-89m	2.14E+05	1.53E+06	6.67E+03	2.62E+06	4.59E+02	4.59E+02	2.62E+05	3.30E+03	3.34E+03
Sr-90	1.07E+08	8.32E+08	3.35E+06	1.35E+09	2.30E+05	2.30E+05	1.35E+08	1.66E+06	1.68E+06
Y-90	5.52E+06	6.05E+08	3.36E+05	4.88E+08	1.22E+04	1.22E+04	4.88E+07	2.06E+05	4.42E+04
Sr-91	2.62E+09	9.29E+08	6.02E+07	6.70E+09	5.55E+06	5.55E+06	6.70E+08	2.61E+07	4.71E+07
Y-91m	1.63E+09	5.95E+08	3.84E+07	4.29E+09	3.47E+06	3.47E+06	4.29E+08	1.67E+07	2.90E+07
Y-91	3.11E+08	2.37E+09	9.86E+06	4.00E+09	6.66E+05	6.66E+05	4.00E+08	4.88E+06	4.82E+06
Y-93	6.33E+07	2.37E+07	1.48E+06	1.71E+08	1.35E+05	1.35E+05	1.71E+07	6.44E+05	1.13E+06
Zr-93	1.67E-02	4.93E-01	9.12E-04	6.96E-01	3.66E-05	3.66E-05	6.96E-02	5.18E-04	1.49E-04
Nb-93m	4.61E-07	3.58E-06	3.96E-08	1.36E-04	1.04E-09	1.04E-09	1.36E-05	2.90E-08	2.06E-09
Zr-95	3.35E+08	2.43E+09	1.05E+07	4.11E+09	7.18E+05	7.18E+05	4.11E+08	5.18E+06	5.24E+06

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 11)

4. 액체폐기물계통 기기내 설계기준 방사선원 (Bq)

방사성 핵종	H/LTDS 탱크	원심분리기	급수 탱크	양이온 교환기	선택성이온 교환기	음이온 교환기	정화이온 교환기	감시탱크	화학폐기물 탱크
Nb-95m	2.49E+05	3.13E+07	1.52E+04	2.36E+07	5.48E+02	5.48E+02	2.36E+06	9.40E+03	1.98E+03
Nb-95	3.34E+08	2.57E+09	1.04E+07	4.18E+09	7.14E+05	7.14E+05	4.18E+08	5.18E+06	5.21E+06
Mo-99	1.81E+11	4.21E+11	5.38E+09	1.55E+12	3.89E+08	3.89E+08	1.55E+11	2.59E+09	2.90E+09
Tc-99m	1.22E+11	3.93E+11	4.14E+09	1.41E+12	2.62E+08	2.62E+08	1.41E+11	2.07E+09	1.80E+09
Tc-99	2.71E+02	3.95E+04	1.75E+01	3.00E+04	5.99E-01	5.99E-01	3.00E+03	1.11E+01	2.02E+00
Ru-103	1.14E+08	7.94E+08	3.56E+06	1.39E+09	2.45E+05	2.45E+05	1.39E+08	1.76E+06	1.79E+06
Rh-103m	8.98E+07	7.90E+08	5.81E+06	1.36E+09	1.99E+06	1.99E+06	1.38E+08	2.36E+07	1.16E+06
Ru-106	4.56E+07	3.49E+08	1.42E+06	5.70E+08	9.77E+04	9.77E+04	5.70E+07	7.03E+05	7.12E+05
Rh-106	4.55E+07	3.49E+08	1.44E+06	5.70E+08	9.73E+05	9.73E+05	5.81E+07	8.14E+05	7.09E+05
Te-129m	3.91E+09	2.67E+10	1.22E+08	4.74E+10	8.36E+06	8.36E+06	4.74E+09	5.99E+07	6.12E+07
Te-129	3.01E+09	1.71E+10	8.19E+07	3.04E+10	6.44E+06	6.44E+06	3.04E+09	4.00E+07	5.18E+07
I-129	1.03E-01	2.01E+01	1.89E-02	1.03E+01	2.52E-03	2.38E+00	1.05E+00	2.51E-03	8.58E-04
Te-131m	1.75E+10	1.90E+10	4.91E+08	1.07E+11	3.74E+07	3.74E+07	1.07E+10	2.30E+08	2.89E+08
Te-131	3.71E+09	3.49E+09	9.13E+07	1.95E+10	7.88E+06	7.88E+06	1.95E+09	4.26E+07	6.71E+07
I-131	1.61E+12	2.08E+10	2.47E+11	5.37E+10	3.85E+10	2.65E+13	2.15E+11	5.44E+09	2.54E+10
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.29E+06	0.00E+00	2.65E+10	2.15E+08	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	1.26E+11	3.34E+11	3.78E+09	1.13E+12	2.70E+08	2.70E+08	1.13E+11	1.83E+09	2.02E+09
I-132	2.75E+11	3.34E+11	1.94E+10	1.09E+12	6.11E+09	2.00E+11	1.10E+11	1.54E+09	5.32E+09

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 12)

4. 액체폐기물계통 기기내 설계기준 방사선원 (Bq)

방사성 핵종	H/LTDS 탱크	원심분리기	급수 탱크	양이온 교환기	선택성이온 교환기	음이온 교환기	정화이온 교환기	감시탱크	화학폐기물 탱크
I-133	2.13E+12	1.22E+10	2.86E+11	5.03E+10	5.03E+10	1.28E+13	1.04E+11	5.81E+09	3.59E+10
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.41E+11	1.14E+09	0.00E+00	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.40E+12	2.75E+10	0.00E+00	0.00E+00
I-134	6.68E+10	3.83E+08	2.09E+09	1.43E+09	1.43E+09	1.85E+10	1.52E+08	2.96E+07	1.74E+09
Cs-134	1.86E+11	1.06E+09	2.90E+10	3.62E+12	4.00E+11	4.48E+06	4.48E+06	3.22E+08	2.90E+09
I-135	9.81E+11	5.62E+09	1.01E+11	2.25E+10	2.25E+10	2.09E+12	1.69E+10	1.83E+09	1.85E+10
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.22E+11	5.03E+09	0.00E+00	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.01E+12	1.62E+10	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.32E+03	2.68E+01	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	3.08E+10	1.77E+08	4.77E+09	5.03E+11	5.55E+10	7.40E+05	7.40E+05	5.25E+07	4.85E+08
Cs-137	2.36E+11	1.35E+09	3.68E+10	4.59E+12	5.07E+11	5.66E+06	5.66E+06	4.07E+08	3.68E+09
Ba-137m	2.20E+11	1.60E+09	3.41E+10	4.29E+12	4.74E+11	5.29E+08	8.07E+08	4.11E+08	3.44E+09
Ba-140	2.61E+09	1.46E+10	8.07E+07	2.96E+10	5.59E+06	5.59E+06	2.96E+09	3.96E+07	4.10E+07
La-140	9.54E+08	1.38E+10	3.39E+07	1.97E+10	2.05E+06	2.05E+06	1.97E+09	1.76E+07	1.38E+07
Ce-141	9.84E+07	6.69E+08	3.06E+06	1.19E+09	2.11E+05	2.11E+05	1.19E+08	1.51E+06	1.54E+06
Ce-143	2.63E+08	3.14E+08	7.43E+06	1.68E+09	5.62E+05	5.62E+05	1.68E+08	3.50E+06	4.31E+06
Pr-143	2.76E+06	1.33E+08	5.05E+05	1.45E+08	6.77E+04	6.77E+04	1.46E+07	4.88E+06	2.27E+04
Ce-144	2.66E+08	2.03E+09	8.31E+06	3.33E+09	5.70E+05	5.70E+05	3.33E+08	4.11E+06	4.16E+06
Pr-144	2.46E+08	2.03E+09	1.06E+07	3.30E+09	5.33E+06	5.33E+06	3.35E+08	2.41E+07	3.56E+06
H-3	2.18E+12	1.25E+10	3.41E+11	5.24E+10	5.24E+10	5.24E+10	5.24E+10	3.78E+12	3.41E+10

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-9

설계기준 제염계수(DF)^(a)

여과기

유체내 방사능농도 계산시 : 1
여과기에 축적되는 방사능 계산시 : 10 (방사성크리드에 적용)

화학 및 체적제어계통 이온교환기

	음이온	Cs, Rb	기타 핵종 ^(b)
정화 이온교환기	100	2	50
붕소제거 이온교환기	10	1	1
수용전 이온교환기	10	2	10
붕산용축수 이온교환기	10	1	1

증기발생기취출계통

표 11.2-4 참조

액체방사성 폐기물계통

표 11.2-7 참조

(a) $DF = \frac{\text{기기로 유입되는 방사능 농도}}{\text{기기에서 유출되는 방사능 농도}}$

(b) 불활성기체, 삼중수소의 경우 $DF = 1$

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-10 (3 중 1)

PWR-GALE 전산프로그램에 입력된 변수값

1) 원자로형	PWR
2) 열출력 (MWt)	2,815.0
3) 1차측계통의 냉각재량 (10^3 lb)	485.0
4) 1차측냉각재 유출률 (gpm)	75.0
5) 양이온탈염기를 통한 유출률 (gpm)	0.0
6) 증기발생기의 대수	2.0
7) 총 주증기 유량 (10^6 lb/hr)	127.2
8) 각 증기발생기내 2차측냉각수 양 (10^3 lb)	110.9
9) 증기발생기 취출률 (10^3 lb/hr) (증기발생기로부터 취출된 2차측냉각수는 증기발생기 취출계통에서 처리된 후 급수계통으로 재유입된다.)	127.2
10) 복수탈염기의 재생시간 (days)	6.0
11) 급수중 복수탈염기를 통하는 분률	0.1625
12) 화학제어제 방출률 (gpd)	465.7
13) 화학제어제 (Shim) 방출계통의 제염계수 요오드 - 5×10^3 , 세슘 - 2×10^3 , 기타 핵종 - 5×10^3	
14) 화학제어제 방출계통 - 수집시간 (days)	89.8
처리시간 (days)	0.89
방출률	1.0
15) 기기배수량 (gpd)	250.0
1차측냉각재 방사능 농도와의 비	1.0
16) 기기배수 처리에 대한 제염계수 요오드 - 5×10^3 , 세슘 - 2×10^3 , 기타 핵종 - 5×10^3	

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-10 (3 중 2)

17) 기기배수 - 수집시간 (days)	89.8	72
처리시간 (days)	0.89	
방출률	1.0	
18) 청정폐기물 유입량 (gpd)	290	72
1차측냉각재 방사능 농도와의 비	0.32	
19) 청정폐기물 처리에 대한 제염계수 요오드 - 5×10^2 , 세슘 - 10^3 , 기타 핵종 - 1×10^2		
20) 청정폐기물 - 수집시간 (days)	49.7	72
처리시간 (days)	0.17	
방출률	1.0	
21) 오염폐기물 유입량 (gpd)	1,830	1
1차측냉각재 방사능 농도와의 비	0.03	
22) 오염폐기물 처리에 대한 제염계수 요오드 - 5×10^2 , 세슘 - 10^3 , 기타 핵종 - 5×10^2		
23) 오염폐기물 - 수집시간 (days)	10.1	72
처리시간 (days)	0.17	
방출률	1.0	
24) 취출수중 처리되는 분률	1.0	72
25) 취출수 처리에 대한 제염계수 요오드 - 10^2 , 세슘 - 10, 기타 핵종 - 10^2		
26) 취출수 - 수집시간 (days)	0.0	
처리시간 (days)	0.0	72
방출률	0.1	
27) 복수탈염기 재생수 유량 (gpd)	3,400.0	
28) 재생수 처리에 대한 제염계수 요오드 - 1.0, 세슘 - 1.0, 기타 핵종 - 1.0		72
29) 재생수 - 수집시간 (days)	0.0	
처리시간 (days)	0.0	
방출률	1.0	72
30) 1차측냉각재의 유출수에 대한 탈기기 운전유형	미운전	

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-10 (3 중 3)

31) Xe 핵종에 대한 지연시간 (days)	72.6
32) Kr 핵종에 대한 지연시간 (days)	4.3
33) 기체붕괴탱크의 수집시간 (days)	0.0
34) 기체폐기물계통 고효율입자여과기의 효율	0.99
35) 핵연료건물 배기계통 고효율입자여과기의 효율	0.99
36) 1차보조건물 및 2차보조건물 배기계통의 여과기 효율 고효율입자여과기 효율 : 0.99, 활성탄여과기 효율 : 0.69	
37) 격납건물 자유체적 (10^6 ft^3)	2.73
38) 격납건물 대기 정화율 (10^3 cfm)	0.0
39) 대용적 퍼지시 여과기 효율 고효율입자여과기 효율 : 0.0, 활성탄여과기 효율 : 0.0, 배기율 : 47,000 cfm	
40) 연속적인 소용적 퍼지시 여과기 효율 활성탄여과기 효율 : 0.99, 고효율입자여과기 효율 : 0.99, 배기율 : 1,500 cfm	
41) 2차측냉각수 취출탱크 배기로 인해 방출되는 요오드 분률	0.0
42) 복수기 진공계통에 의해 제거되는 요오드 분률	0.0
43) 세제성 폐수 처리에 대한 제염계수의 역수	1.0

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-11 (2 중 1)

액체방출물내 방사성핵종의 예상방출량 (1개호기 기준)

개정 72

2009. 06

핵종	반감기 [days]	붕산회수 (TBq)	액체방사성 폐기물계통 (TBq)	2차계통 (TBq)	터빈건물 (TBq)	계 (TBq)	보정방출량 (TBq/yr)	세척폐수 (TBq/yr)	유리화설비 (TBq/yr)	전체 방출량 (TBq/yr)
방사화부식생성물										
Na-24	6.25E-01	4.03E-07	4.59E-05	1.07E-04	1.23E-06	1.54E-04	2.01E-04	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-04
P-32	1.43E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.66E-06	0.00E+00	6.66E-06
Cr-51	2.78E+01	2.63E-06	8.14E-05	4.63E-05	1.13E-07	1.30E-04	1.69E-04	1.74E-04	0.00E+00	3.44E-04
Mn-54	3.03E+02	3.13E-06	6.59E-05	2.46E-05	5.62E-08	9.36E-05	1.22E-04	1.41E-04	0.00E+00	2.63E-04
Fe-55	9.50E+02	2.52E-06	5.11E-05	1.86E-05	4.26E-08	7.25E-05	9.40E-05	2.66E-04	0.00E+00	3.59E-04
Fe-59	4.50E+01	3.48E-07	9.40E-06	4.40E-06	1.04E-08	1.41E-05	1.84E-05	8.14E-05	0.00E+00	9.99E-05
Co-58	7.13E+01	6.59E-06	1.61E-04	7.07E-05	1.65E-07	2.39E-04	3.10E-04	2.92E-04	0.00E+00	5.92E-04
Co-60	1.92E+03	1.13E-06	2.28E-05	8.36E-06	1.91E-08	3.23E-05	4.22E-05	5.18E-04	0.00E+00	5.55E-04
Ni-63	3.36E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.29E-05	0.00E+00	6.29E-05
Zn-65	2.45E+02	9.73E-07	2.08E-05	7.96E-06	1.82E-08	2.97E-05	3.85E-05	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-05
W-187	9.96E-01	4.85E-08	4.11E-06	9.10E-06	7.36E-08	1.33E-05	1.73E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.74E-05
Np-239	2.35E+00	1.41E-07	8.77E-06	1.61E-05	7.25E-08	2.51E-05	3.26E-05	0.00E+00	0.00E+00	3.26E-05
핵분열생성물										
Br-84	2.21E-02	1.02E-20	1.71E-09	1.59E-06	1.52E-10	1.59E-06	2.07E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.07E-06
Rb-88	1.24E-02	9.29E-29	8.62E-11	2.90E-06	1.30E-12	2.90E-06	3.77E-06	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-06
Sr-89	5.20E+01	1.75E-07	4.55E-06	2.09E-06	4.96E-09	6.85E-06	8.88E-06	3.26E-06	0.00E+00	1.22E-05
Sr-90	1.03E+04	2.59E-08	5.18E-07	1.87E-07	4.26E-10	7.33E-07	9.55E-07	4.81E-07	0.00E+00	1.44E-06
Y-90	2.67E+00	2.59E-08	5.00E-07	9.21E-08	2.67E-11	6.18E-07	8.07E-07	0.00E+00	0.00E+00	8.14E-07
Sr-91	4.03E-01	3.12E-09	5.51E-07	1.41E-06	2.15E-08	1.98E-06	2.58E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.59E-06
Y-91m	3.47E-02	2.02E-09	3.56E-07	8.58E-07	1.38E-08	1.23E-06	1.60E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.59E-06
Y-91	5.88E+01	1.67E-08	4.22E-07	1.70E-07	2.58E-10	6.07E-07	7.92E-07	3.11E-06	0.00E+00	4.07E-06
Y-93	4.25E-01	1.56E-08	2.58E-06	6.29E-06	9.32E-08	8.99E-06	1.17E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.18E-05
Zr-95	6.50E+01	5.40E-07	1.34E-05	5.92E-06	1.39E-08	1.99E-05	2.59E-05	4.07E-05	0.00E+00	6.66E-05
Nb-95m	3.75E+00	1.09E-08	2.54E-07	4.74E-08	1.25E-11	3.12E-07	4.07E-07	0.00E+00	0.00E+00	4.07E-07
Nb-95	3.50E+01	6.07E-07	1.28E-05	4.33E-06	9.58E-09	1.78E-05	2.31E-05	7.03E-05	0.00E+00	9.25E-05
Mo-99	2.79E+00	5.07E-07	3.01E-05	5.25E-05	2.16E-07	8.33E-05	1.08E-04	2.22E-06	0.00E+00	1.11E-04
Tc-99m	2.50E-01	4.85E-07	2.85E-05	4.96E-05	1.70E-07	7.88E-05	1.02E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.04E-04
Ru-103	3.96E+01	8.07E-06	2.25E-04	1.13E-04	2.69E-07	3.46E-04	4.51E-04	1.07E-05	0.00E+00	4.44E-04
Rh-103m	3.96E-02	8.07E-06	2.26E-04	1.13E-04	2.66E-07	3.47E-04	4.51E-04	0.00E+00	0.00E+00	4.44E-04
Ru-106	3.67E+02	1.79E-04	3.74E-03	1.40E-03	3.21E-06	5.33E-03	6.92E-03	3.29E-04	0.00E+00	7.40E-03

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-11 (2 중 2)

액체방출물내 방사성핵종의 예상방출량 (1개호기 기준)

개정 72
2009. 06

핵종	반감기 [days]	붕산회수 (TBq)	액체방사성 폐기물계통 (TBq)	2차계통 (TBq)	터빈건물 (TBq)	계 (TBq)	보정방출량 (TBq/yr)	세척폐수 (TBq/yr)	유리화설비 (TBq/yr)	전체방출량 (TBq/yr)
Rh-106	3.47E-04	1.79E-04	3.74E-03	1.40E-03	3.21E-06	5.33E-03	6.92E-03	0.00E+00	0.00E+00	7.03E-03
Ag-110m	2.53E+02	2.49E-06	5.29E-05	2.01E-05	4.59E-08	7.55E-05	9.84E-05	4.44E-05	0.00E+00	1.44E-04
Ag-110	2.82E-04	3.24E-07	6.88E-06	2.61E-06	5.96E-09	9.84E-06	1.28E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.30E-05
Sb-124	6.00E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.59E-05	0.00E+00	1.59E-05
Te-129m	3.40E+01	1.86E-07	5.40E-06	2.81E-06	6.77E-09	8.40E-06	1.10E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-05
Te-129	4.79E-02	1.19E-07	3.66E-06	4.29E-06	1.74E-08	8.07E-06	1.05E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.04E-05
Te-131m	1.25E+00	4.11E-08	3.14E-06	6.73E-06	4.63E-08	9.99E-06	1.30E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.30E-05
Te-131	1.74E-02	7.51E-09	5.74E-07	1.37E-06	8.44E-09	1.95E-06	2.55E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.55E-06
I-131	8.05E+00	1.17E-05	2.19E-04	1.71E-03	2.78E-06	1.94E-03	2.53E-03	5.92E-05	1.03E-04	2.69E-03
Te-132	3.25E+00	1.62E-07	9.21E-06	1.49E-05	5.70E-08	2.44E-05	3.17E-05	0.00E+00	0.00E+00	3.18E-05
I-132	9.58E-02	1.68E-07	1.37E-05	1.96E-04	1.72E-06	2.12E-04	2.76E-04	0.00E+00	2.52E-11	2.78E-04
I-133	8.75E-01	2.17E-06	9.88E-05	1.41E-03	7.22E-06	1.52E-03	1.98E-03	0.00E+00	0.00E+00	1.96E-03
I-134	3.67E-02	2.39E-14	5.03E-07	7.40E-05	9.66E-08	7.44E-05	9.69E-05	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-05
Cs-134	7.49E+02	7.51E-05	4.70E-05	1.80E-04	2.96E-07	3.03E-04	3.92E-04	4.07E-04	0.00E+00	8.14E-04
I-135	2.79E-01	2.96E-07	4.55E-05	7.96E-04	8.25E-06	8.47E-04	1.10E-03	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-03
Cs-136	1.30E+01	1.90E-06	2.96E-06	1.90E-05	3.59E-08	2.39E-05	3.11E-05	1.37E-05	0.00E+00	4.44E-05
Cs-137	1.10E+04	1.04E-04	6.33E-05	2.41E-04	3.96E-07	4.07E-04	5.29E-04	5.92E-04	0.00E+00	1.11E-03
Ba-137m	1.77E-03	9.66E-05	5.92E-05	2.25E-04	3.69E-07	3.81E-04	4.96E-04	0.00E+00	0.00E+00	4.81E-04
Ba-140	1.28E+01	5.51E-06	2.19E-04	1.72E-04	4.51E-07	3.96E-04	5.18E-04	3.37E-05	0.00E+00	5.55E-04
La-140	1.67E+00	6.77E-06	2.84E-04	2.56E-04	8.44E-07	5.48E-04	7.10E-04	0.00E+00	0.00E+00	7.03E-04
Ce-141	3.24E+01	1.42E-07	4.18E-06	2.19E-06	5.29E-09	6.55E-06	8.51E-06	8.51E-06	0.00E+00	1.70E-05
Ce-143	1.38E+00	8.84E-08	6.48E-06	1.34E-05	8.55E-08	2.01E-05	2.62E-05	0.00E+00	0.00E+00	2.63E-05
Pr-143	1.37E+01	1.36E-07	5.00E-06	2.61E-06	1.15E-09	7.73E-06	1.01E-05	0.00E+00	0.00E+00	9.99E-06
Ce-144	2.84E+02	7.59E-06	1.60E-04	6.07E-05	1.39E-07	2.28E-04	2.97E-04	1.44E-04	0.00E+00	4.44E-04
Pr-144	1.20E-02	7.59E-06	1.60E-04	6.07E-05	1.39E-07	2.28E-04	2.97E-04	0.00E+00	0.00E+00	2.96E-04
I-129	5.73E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.42E-12	5.42E-12
기타	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
계 (삼중수소 제외)		7.18E-04	9.95E-03	8.95E-03	3.23E-05	1.96E-02	2.56E-02	3.32E-03	1.03E-04	2.92E-02

삼중수소 방출량 : 37.37 TBq/yr

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-12 (2 중 1)

제한구역경계에서 액체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회 고시 제2016-16호
(방사선방호 등에 관한 기준)의 배수중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교 (1개호기 기준) | 232
92

핵종	설계기준 방출률 (TBq/yr)	설계기준 방출물농도 (Bq/m ³)	원자력안전위원 회 고시 제한치 (Bq/m ³)	원자력안전위원회 고시 방출물 농도 제한치과의 비율
Na 24	2.00E-04	6.12E-02	2.00E+06	3.06E-08
P 32	6.66E-06	2.04E-03	3.00E+05	6.79E-09
Cr 51	2.21E-03	6.76E-01	2.00E+07	3.38E-08
Mn 54	2.63E-04	8.04E-02	1.00E+06	8.04E-08
Fe 55	3.59E-04	1.10E-01	2.00E+06	5.49E-08
Fe 59	9.99E-05	3.06E-02	4.00E+05	7.64E-08
Co 58	8.21E-04	2.51E-01	9.00E+05	2.79E-07
Co 60	5.55E-04	1.70E-01	2.00E+05	8.49E-07
Ni 63	6.29E-05	1.93E-02	5.00E+06	3.85E-09
Zn 65	3.70E-05	1.13E-02	2.00E+05	5.66E-08
W 187	1.74E-05	5.32E-03	1.00E+06	5.32E-09
Np239	3.26E-05	9.97E-03	9.00E+05	1.11E-08
Br 84	2.71E-06	8.29E-04	8.00E+06	1.04E-10
Rb 88	3.70E-06	1.13E-03	8.00E+06	1.42E-10
Sr 89	2.88E-04	8.82E-02	3.00E+05	2.94E-07
Sr 90	1.94E-05	5.93E-03	2.00E+04	2.97E-07
Y 90	8.14E-07	2.49E-04	3.00E+05	8.30E-10
Sr 91	1.36E-05	4.17E-03	9.00E+05	4.63E-09
Y 91m	9.36E-06	2.87E-03	6.00E+07	4.78E-11
Y 91	3.68E-04	1.13E-01	3.00E+05	3.75E-07
Y 93	3.41E-07	1.04E-04	6.00E+05	1.74E-10
Zr 95	8.84E-05	2.71E-02	8.00E+05	3.38E-08
Nb 95m	4.07E-07	1.25E-04	1.00E+06	1.25E-10
Nb 95	1.69E-04	5.19E-02	1.00E+06	5.19E-08
Mo 99	4.97E-03	1.52E+00	6.00E+05	2.54E-06
Tc 99m	3.12E-03	9.55E-01	3.00E+07	3.18E-08
Ru103	1.04E-05	3.19E-03	9.00E+05	3.55E-09
Rh103m	4.44E-04	1.36E-01	2.00E+08	6.79E-10
Ru106	5.77E-06	1.77E-03	1.00E+05	1.77E-08
Ag110m	1.44E-04	4.42E-02	2.00E+05	2.21E-07

134

72

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-12 (2 중 2)

제한구역경계에서 액체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회 고시 제2016-16호 (방사선방호 등에 관한 기준)의 배수중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교 (1개호기 기준)

핵종	설계기준 방출률 (TBq/yr)	설계기준 방출물농도 (Bq/m ³)	원자력안전위원 회 고시 제한치 (Bq/m ³)	원자력안전위원회 고시 제한치과의 비율
Ag110	1.30E-05	3.96E-03	1.00E+00	3.96E-03
Sb124	1.59E-05	4.87E-03	3.00E+05	1.62E-08
Te129m	3.52E-04	1.08E-01	2.00E+05	5.39E-07
Te129	2.62E-06	8.02E-04	1.00E+07	8.02E-11
Te131m	2.51E-04	7.67E-02	4.00E+05	1.92E-07
Te131	3.66E-06	1.12E-03	8.00E+06	1.40E-10
I 131	1.44E-01	4.40E+01	3.00E+04	1.47E-03
Te132	3.18E-05	9.74E-03	2.00E+05	4.87E-08
I 132	8.89E-04	2.72E-01	2.00E+06	1.36E-07
I 133	4.96E-02	1.52E+01	2.00E+05	7.59E-05
I 134	1.26E-04	3.85E-02	6.00E+06	6.42E-09
Cs134	3.03E-02	9.27E+00	4.00E+04	2.32E-04
I 135	8.75E-03	2.68E+00	7.00E+05	3.83E-06
Cs136	2.25E-03	6.89E-01	2.00E+05	3.45E-06
Cs137	3.94E-02	1.21E+01	5.00E+04	2.41E-04
Ba140	5.55E-04	1.70E-01	3.00E+05	5.66E-07
La140	7.03E-04	2.15E-01	3.00E+05	7.17E-07
Ce141	1.72E-05	5.27E-03	1.00E+06	5.27E-09
Ce143	2.63E-05	8.04E-03	6.00E+05	1.34E-08
Pr143	9.99E-06	3.06E-03	6.00E+05	5.10E-09
Ce144	4.44E-04	1.36E-01	1.00E+05	1.36E-06
Pr144	2.96E-04	9.06E-02	1.00E+07	9.06E-09
H-3	1.01E+02	3.09E+04	2.00E+07	1.55E-03
I 129	5.42E-12	1.66E-09	6.00E+03	2.76E-13
계				7.54E-03

134

72

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-13 (2 중 1)

정상운전시 액체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항

1. 피폭대상 : 어른, 십대, 소아
(유아에 대한 주요 피폭경로는 없음)
2. 피폭경로 : 해산물(어류, 연체류, 해조류)
해변침적물
외부피폭(수영 및 해상활동)
(식수 및 육상생물 먹이사슬에 의한 피폭경로는 없음)
3. 생체축적인자 : NCRP-123 및 KAERI/NRC-397/89
4. 선량환산인자 : 미 EPA FGR 12 및 ICRP 선량환산인자 데이터베이스 자료 적용
5. 80 km 내의 인구수 : 6.36×10^5 명
6. 액체방출물의 방사능 방출량 : 표 11.2-11 참조
7. 평가대상 장기/조직 : 유효선량, 생식선, 적색골수, 결장, 폐, 위, 방광, 유방,
간장, 식도, 갑상선, 피부, 골표면, 기타조직
8. 해수에 의한 희석인자 : 2 (최대개인선량 평가시)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-13 (2 중 2)

9. 최대개인 섭취량

	<u>소아</u>	<u>십대</u>	<u>어른</u>
어류 (kg/yr)	52.9	82.8	79.3
연체류 (kg/yr)	11.8	18.4	17.6
해조류 (kg/yr)	10.6	16.6	15.8
해변활동 (hr/yr)	14	67	12
수영 (hr/yr)	300	240	60
어로활동 (hr/yr)	-	-	3100

10. 평균개인 섭취량

	<u>소아</u>	<u>십대</u>	<u>어른</u>
어류 (kg/yr)	22.1	43.2	41.4
연체류 (kg/yr)	4.0	7.8	7.5
해조류 (kg/yr)	3.2	6.2	5.9

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-14 (2 중 1)

정상운전시 액체방출물에 의한 최대개인선량 (1개호기 기준, mSv/yr)

장기	피폭 경로							계
	연령군	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	
생식선	어 른	1.07E-04	2.08E-04	2.01E-04	1.53E-06	7.71E-08	1.99E-06	5.20E-04
	십 대	1.41E-04	2.79E-04	2.73E-04	8.56E-06	3.08E-07	0.00E+00	7.02E-04
	소 아	1.66E-04	4.40E-04	4.29E-04	1.79E-06	3.85E-07	0.00E+00	1.04E-03
적색골수	어 른	2.06E-04	2.08E-04	1.48E-04	1.41E-06	7.72E-08	1.99E-06	5.64E-04
	십 대	3.78E-04	3.26E-04	2.06E-04	7.89E-06	3.09E-07	0.00E+00	9.18E-04
	소 아	7.71E-04	5.43E-04	3.24E-04	1.65E-06	3.86E-07	0.00E+00	1.64E-03
결장	어 른	1.13E-04	1.84E-04	1.41E-04	1.46E-06	8.75E-08	2.26E-06	4.41E-04
	십 대	1.81E-04	2.73E-04	1.91E-04	8.18E-06	3.50E-07	0.00E+00	6.53E-04
	소 아	2.17E-04	4.36E-04	3.19E-04	1.71E-06	4.38E-07	0.00E+00	9.75E-04
폐	어 른	7.70E-05	1.48E-04	1.25E-04	1.40E-06	7.42E-08	1.92E-06	3.54E-04
	십 대	1.03E-04	2.06E-04	1.72E-04	7.83E-06	2.97E-07	0.00E+00	4.90E-04
	소 아	1.17E-04	3.37E-04	2.86E-04	1.64E-06	3.71E-07	0.00E+00	7.43E-04
위	어 른	9.53E-05	3.10E-04	3.00E-04	1.46E-06	8.75E-08	2.26E-06	7.09E-04
	십 대	1.31E-04	4.15E-04	4.14E-04	8.18E-06	3.50E-07	0.00E+00	9.69E-04
	소 아	1.78E-04	6.70E-04	6.95E-04	1.71E-06	4.38E-07	0.00E+00	1.55E-03
방광	어 른	9.68E-05	1.89E-04	1.94E-04	1.46E-06	8.75E-08	2.26E-06	4.84E-04
	십 대	1.22E-04	2.55E-04	2.63E-04	8.18E-06	3.50E-07	0.00E+00	6.48E-04
	소 아	1.44E-04	3.96E-04	3.77E-04	1.71E-06	4.38E-07	0.00E+00	9.19E-04
유방	어 른	6.62E-05	1.41E-04	1.20E-04	1.44E-06	7.57E-08	1.95E-06	3.31E-04
	십 대	8.79E-05	1.93E-04	1.62E-04	8.07E-06	3.03E-07	0.00E+00	4.51E-04
	소 아	1.03E-04	3.14E-04	2.68E-04	1.69E-06	3.78E-07	0.00E+00	6.86E-04

72

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-14 (2 중 2)

정상운전시 액체방출물에 의한 최대개인선량 (1개호기 기준, mSv/yr)

장기	피폭 경로							계
	연령군	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	
간장	어 른	1.24E-04	1.95E-04	1.55E-04	1.46E-06	8.75E-08	2.26E-06	4.78E-04
	십 대	1.97E-04	3.04E-04	2.30E-04	8.18E-06	3.50E-07	0.00E+00	7.39E-04
	소 아	2.50E-04	4.64E-04	3.69E-04	1.71E-06	4.38E-07	0.00E+00	1.09E-03
식도	어 른	1.13E-04	1.84E-04	1.41E-04	1.46E-06	8.75E-08	2.26E-06	4.41E-04
	십 대	1.81E-04	2.73E-04	1.91E-04	8.18E-06	3.50E-07	0.00E+00	6.53E-04
	소 아	2.17E-04	4.36E-04	3.19E-04	1.71E-06	4.38E-07	0.00E+00	9.75E-04
갑상선	어 른	4.01E-04	8.68E-04	1.21E-02	1.40E-06	7.42E-08	1.92E-06	1.34E-02
	십 대	6.68E-04	1.46E-03	2.14E-02	7.83E-06	2.97E-07	0.00E+00	2.36E-02
	소 아	1.18E-03	2.71E-03	3.96E-02	1.64E-06	3.71E-07	0.00E+00	4.35E-02
피부	어 른	6.48E-05	1.41E-04	1.21E-04	1.40E-06	7.42E-08	1.92E-06	3.29E-04
	십 대	8.45E-05	1.89E-04	1.62E-04	7.83E-06	2.97E-07	0.00E+00	4.44E-04
	소 아	1.01E-04	3.13E-04	2.67E-04	1.64E-06	3.71E-07	0.00E+00	6.83E-04
골표면	어 른	1.72E-04	2.00E-04	1.48E-04	1.40E-06	7.42E-08	1.92E-06	5.23E-04
	십 대	2.94E-04	2.91E-04	2.05E-04	7.83E-06	2.97E-07	0.00E+00	7.98E-04
	소 아	4.04E-04	4.73E-04	3.34E-04	1.64E-06	3.71E-07	0.00E+00	1.21E-03
기타조직	어 른	1.13E-04	1.84E-04	1.41E-04	1.46E-06	8.75E-08	2.26E-06	4.41E-04
	십 대	1.81E-04	2.73E-04	1.91E-04	8.18E-06	3.50E-07	0.00E+00	6.53E-04
	소 아	2.17E-04	4.36E-04	3.19E-04	1.71E-06	4.38E-07	0.00E+00	9.75E-04
유효선량	어 른	1.45E-04	6.79E-04	1.22E-03	1.40E-06	7.42E-08	1.92E-06	2.04E-03
	십 대	2.18E-04	9.16E-04	1.87E-03	7.83E-06	2.97E-07	0.00E+00	3.01E-03
	소 아	3.20E-04	1.66E-03	3.37E-03	1.64E-06	3.71E-07	0.00E+00	5.35E-03

울진5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-15

정상운전시 액체방출물에 의한 일반주민선량

(1개호기 기준, person-mSv/yr)

(1개호기 기준, person-mSv/yr)

개정 72
2009. 06

장 기	피 폭 경 로						계
	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	
생식선	8.56E-01	1.33E+01	2.63E-01	1.50E-01	4.67E-03	1.87E-03	1.46E+01
적색골수	2.10E+00	1.44E+01	2.04E-01	1.41E-01	4.55E-03	1.83E-03	1.68E+01
결장	9.80E-01	1.24E+01	1.95E-01	1.37E-01	4.47E-03	1.79E-03	1.37E+01
폐	6.21E-01	9.80E+00	1.76E-01	1.38E-01	4.66E-03	1.87E-03	1.07E+01
위	7.87E-01	2.00E+01	4.03E-01	1.37E-01	4.47E-03	1.79E-03	2.13E+01
방광	7.60E-01	1.21E+01	2.48E-01	1.37E-01	4.47E-03	1.79E-03	1.33E+01
유방	5.35E-01	9.27E+00	1.67E-01	1.43E-01	5.30E-03	2.13E-03	1.01E+01
간장	1.08E+00	1.32E+01	2.21E-01	1.37E-01	4.47E-03	1.79E-03	1.47E+01
식도	9.80E-01	1.24E+01	1.95E-01	1.37E-01	4.47E-03	1.79E-03	1.37E+01
갑상선	3.30E+00	5.55E+01	1.63E+01	1.39E-01	4.78E-03	1.92E-03	7.53E+01
피부	5.22E-01	9.21E+00	1.67E-01	2.32E-01	6.01E-03	2.42E-03	1.01E+01
골표면	1.54E+00	1.33E+01	2.06E-01	1.93E-01	7.48E-03	3.00E-03	1.53E+01
기타조직	9.80E-01	1.24E+01	1.95E-01	1.37E-01	4.47E-03	1.79E-03	1.37E+01
유효선량	1.22E+00	4.48E+01	1.64E+00	1.43E-01	4.77E-03	1.91E-03	4.78E+01

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-16

정상운전시 액체방출물에 의한 최대 개인선량과 선량제한치와의 비교 | 72

구 분	계산결과	원자력안전위원회 고시 제2016-16호 선량제한치 (호기당)	232
모든 피폭경로를 통한 유효선량* (mSv/yr)	5.35E-03	3.0E-02	72
모든 피폭경로중 최대 등가선량** (mSv/yr)	4.35E-02	1.0E-01	

* 소아 연령군에 대한 값임.

** 소아 연령군의 갑상선에 대한 값임.



울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

방사성세탁계통 배관 및 계장도

그림 11.2-1



식 회 사

울 진 원 전 5, 6 호 기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 1)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 2)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 3)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 4)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 5)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 6)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 7)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 8)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 9)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 10)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 11)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 12)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 13)





한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 15)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 16)



),

식 회 사
호 기

최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 17)



본 도면은 참고용 도면임
관련 도면목록 : Table 1.7-2(Sh. 12 of 13),
관리도면: P&ID, 0-472-N105-018



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 18)



식 회 사

울 진 원 전 5, 6 호 기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 19)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 20)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 21)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 22)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 23)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 24)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 25)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2 (26 중 26)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.3 기체방사성폐기물관리계통

기체방사성폐기물계통은 울진 5,6호기 공용으로 운전기준지진에 견딜 수 있도록 설계된 방사성폐기물건물내에 설치되며, 탈기체 처리기로부터 배기되는 고준위 방사성기체를 수집하여 일정기간 지연, 붕괴시킨 뒤 방출한다.

저준위 방사성기체는 해당 건물의 공기조화계통에서 여과 처리된 다음 대기로 방출된다. 저준위 방사성기체를 처리하는 계통에는 건물 배기계통, 복수기진공계통 및 터빈중기밀봉계통이 있으며 이들 계통에 대한 상세 내용은 9.4절, 10.4.2절 및 10.4.3절에 각각 기술되어 있다.

본 절에서는 주로 고준위 방사성기체를 처리하는 기체방사성폐기물계통에 대하여 기술한다.

11.3.1 설계기준

- 가. 기체방사성폐기물계통은 방사능을 함유하고 있거나 방사능을 함유할 가능성이 있는 기체방사성폐기물을 수집하고 처리한다. 주로 수소 및 질소가 함유되어 있는 방사성기체는 저압 및 실온에서 운전되는 활성탄지연대를 통해 지연처리되며 Xe에 대해서 45일 이상, Kr에 대해서는 2.6일 이상 지연할 수 있도록 설계한다.
- 나. 활성탄지연대에서 지연처리된 방사성기체는 고효율입자여과기 및 방사선감시기를 거쳐 방사성폐기물건물 배기구에서 건물내 다른 배기공기로 회석한 후 대기로 방출한다. 방사성물질 방출에 대한 관리 및 감시는 10 CFR 50 부록 A의 일반설계기준 60 및 64를 준수한다.
- 다. 기체방사성폐기물계통은 방사성기체의 방출을 제한함으로써 발전소내 제한구역 경계에서의 개인 피폭 및 방사능 방출에 관한 10 CFR 50, 부록 I의 ALARA 지침을 준수하도록 설계한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

라. 저준위 방사성기체는 고효율입자여과기를 거쳐 건물 배기구로 방출된다. 건물 배기구로 방출되는 저준위 방사성기체와 기체방사성폐기물계통의 방출기체가 혼합되어 방출될 때에도, 제한구역 경계에서의 개인피폭 및 방사능 방출량은 10 CFR 50, 록 부 I에 명시된 ALARA 지침을 만족하도록 한다.

마. 기체방사성폐기물계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.2.1.3과 C.5.1의 내진 설계기준을 만족하도록 설계한다

바. 기체방사성폐기물계통의 기기 및 배관은 격납건물 격리밸브 및 연결배관을 제외하고 내진범주 II급 또는 III급, 전기등급 비IE급, 품질그룹 D로 설계되며, 규제지침서 1.143에 따라 표 11.3-4에 제시되어 있는 바와 같이 설계, 제작 및 시험된다.

기체방사성폐기물계통의 설계용량은 표 11.3-1에 기술된 가정사항에 근거하여 결정된다. 표 11.3-1에서 보면 설계기준치는 탈기기는 연속적으로 운전되고, 원자로배수탱크 및 기배수탱크는 연속적으로 배기되며, 30일 동안 체적제어탱크는 2회, 원자로냉각재계통의 탈기는 1회 발생하는 것으로 가정한다. 즉, 정상운전시 2 scfm ($0.057 \text{ m}^3/\text{min}$)으로 폐기체가 유입되는것으로 가정한다. 이러한 가정에 기초하여, 기체방사성폐기물계통의 용량은 Xe에 대해 45일 이상, Kr에 대해 2.6일 이상 지연시킬 수 있도록 설계한다.

계통내로 유입되는 발생원별 연간 발생량(체적) 및 평균유량에 관한 자료는 표 11.3-2에 제시되어 있다. 기체방사성폐기물계통으로 유입되는 설계기준 방사능량은 표 11.3-3에 주어져 있으며, 이는 표 11.1-2에 제시되어 있는 원자로냉각재의 기체 방사능량을 기초로 계산된다.

표 11.3-1에 제시되어 있는 바와 같이, 기체방사성폐기물계통 용량은 예상운전과도사건을 포함한 발전소 정상운전 기간 동안에 발생하는 방사성기체를 처리하도록 설계한다. 즉, 노심주기중 30일 동안 약 22 scfm ($0.623 \text{ m}^3/\text{min}$)의 유량으로 유입되는 폐기체를 처리하도록 설계한다. 또한, 화학 및 체적제어계통내 체적제어탱크의 배기시 또는 관련 기기 기능상실시 최대 40 scfm ($1.133 \text{ m}^3/\text{min}$)의 방사성기체가 약 25분 이내로 유입될 수 있으나, 기체방사성폐기물계통내 폐기체건조기의 용량 설계시 상기 최대 유량은 고려하지 않는다. 처리될 기체의 방사능량은 노심주기중 매우 제한적인 30일 주기 동안 발생하는 방사성기체의 양을 계산하여 결정한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.3.2 계통 설명

11.3.2.1 개요

기체방사성폐기물계통은 1대의 수집 모관, 1대의 모관배수탱크, 각 100% 용량을 가진 2기의 제습계열, 4대의 활성탄지연대 및 1대의 폐기체 고효율입자여과기와 자동 질소희석 기능을 갖춘 폐기체분석기등으로 구성된다. 각 제습계열은 1대의 전단입자여과기, 1대의 폐기체건조기 및 1대의 활성탄보호대로 구성되어 있다. 활성탄지연대는 방사성 Kr 및 Xe 핵종들을 흡착하여 이들 핵종의 방사능 붕괴를 위해 일정기간 보유하는 역할을 한다. 활성탄지연대를 통과한 폐기체는 고효율입자여과기 및 방사선감시기를 거쳐 방출된다. 방출되는 유량이 소량이거나 없을 때에는 기체방사성폐기물계통내로의 외부 공기 유입을 방지하기 위해 질소를 주입시킨다. 11.5절에 기술되어 있는 바와 같이 기체방사성폐기물계통 방출관 및 방사성폐기물건물 공기조화계통 배기관에는 방사선감시기가 설치되어 있으며, 방사성폐기물건물 공기조화계통 배기관의 방사선감시기에서 고방사선 준위가 감지되면 활성탄지연대 방출관의 격리밸브가 자동 폐쇄되도록 연동되어 있다. 방사성폐기물건물 공기조화계통은 9.4절 및 12.3절에 기술되어 있다.

11.3.2.2 기기 설명

표 11.3-5는 기체방사성폐기물계통을 구성하고 있는 주요 기기와 기기별 유량, 용량, 재질, 설계온도 및 압력에 관한 사항들을 기술하고 있다. 기체방사성폐기물계통의 배관 및 계장도는 그림 11.3-1과 같다.

기체방사성폐기물계통의 주요 기기는 다음과 같다.

가. 수집 모관(각 호기별 1대)

나. 모관배수탱크(1대)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

- 다. 폐기체의 이슬점 온도를 52.5°F (11.4°C)로 낮추기 위한 폐기체건조기(2대)
- 라. 폐기체의 온도를 높이기 위한 가열기(2대)
- 마. 습분감지기(4대)
- 바. 전단입자여과기(2대)
- 사. 단수명 방사성핵종을 지연시키고, 습분으로부터 활성탄지연대를 보호하기 위한 활성탄보호대(2대)
- 아. Xe에 대해서 45일, Kr에 대해서는 2.6일 이상 지연시키기 위한 활성탄지연대(4대)
- 자. 지연 처리된 폐기체에서 활성탄 입자 및 기타 입자를 제거하기 위한 고효율 입자여과기(1대)
- 차. 방사능 방출량을 측정하기 위한 방사선감시기(1대)
- 카. 발전소 냉수를 이용하지 못할 때 폐기체건조기에 냉수를 공급하기 위한 냉각기(2대)
- 타. 활성탄보호대와 활성탄지연대의 온도를 감지하기 위한 온도감지기(7대)
- 파. 모관배수탱크 및 전단입자여과기 전단부에서의 폐기체를 분석하기 위한 1대의 수소 및 산소분석기와 각 호기별 수집 모관상에서의 폐기체를 분석하기 위한 호기별 1대의 수소 및 산소분석기
- 하. 계통세정 및 폭발성 기체농도 회석을 위한 질소주입 설비

이들 기기의 배치는 그림 1.2-14 부터 그림 1.2-17에 있는 방사성폐기물건물 일반배치도에 나타나 있다. 기기 배치시 발전소 작업자에 대한 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 규제지침서 8.8의 ALARA 설계지침을 반영하고 있다. 폐기체 건조기, 모관배수탱크, 활성탄보호대와 활성탄지연대 등은 독립된 격실에 설치하여 각 기기별로 격리 및 차폐 설계되어 있다. 또한, 보수를 필요로 하는 기기에 대해서는 운전원에 대한 방사선 피폭을 감소시킬 수 있도록, 기기 보수전에 방사성기체를 제거하기 위한 질소세정설비를 갖추고 있다.

배관은 차폐된 배관통로 및 고방사능 배관 구역에 설치되며, 배관내에는 응축수가 축적되지 않도록 설계되어 있다. 폐기체에 대한 시료채취는 기체방사성폐기물 시료채취반에서

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

이루어지는데, 동 시료채취반에는 운전원의 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 질소세정 기능을 갖추고 있으며 시료채취 배관은 차폐 설계되어 있다.

기체방사성폐기물계통에서 사용되는 수동밸브, 원격밸브 및 자동밸브 등은 방사성기체의 누설이 최소가 되도록 설계되어 있으며 이를 위하여 금속재 시트가 있는 다이어프램 밸브등이 사용되었다. 기체방사성폐기물계통내 모든 밸브는 사용용도에 적합한 화학, 온도 및 압력 요건이 충족되도록 설계되어 있다.

기체방사성폐기물계통의 계측기기는 그림 11.3-1에 나타나 있으며 방사선감시기에 대한 상세내용은 11.5절에 기술되어 있다. 원격지시기 및 경보기를 포함하여 기체방사성폐기물계통의 운전에 필요한 계측기기는 방사성폐기물제어반에 위치하고 있다. 방사성폐기물 건물 공기조화계통 배기관에 설치된 방사선 감시기로부터 고방사선 신호가 발생하거나, 방사성폐기물 건물 공기조화계통의 방출유량이 적을경우, 폐기체가 방출되지 않도록 기체방사성폐기물계통 방출관에 설치된 자동 격리밸브가 폐쇄되도록 설계되어 있다. 활성탄 보호대 및 활성탄지연대에는 온도 감지기(기록계와 경보기 포함)가 설치되어 열적 이상 상태를 감시한다. 또한, 활성탄보호대 전후단에 습분감지기가 설치되어 있어 활성탄 습분흡착 상태를 감시한다.

11.3.2.3 계통 운전

기체방사성폐기물계통의 주요 유입원은 다음과 같으며 특히 화학 및 체적제어계통 탈기기는 기체방사성폐기물계통내 주요 수소 발생원이 된다.

가. 화학 및 체적제어계통 원자로배수탱크

나. 화학 및 체적제어계통 체적제어탱크

다. 화학 및 체적제어계통 탈기기

라. 화학 및 체적제어계통 기기배수탱크

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

이러한 유입원으로부터 주성분이 수소와 질소인 폐기체가 유입되며, 여기에는 소량의 산소 및 핵분열 기체가 포함되어 있다. 각 유입원은 기체방사성폐기물계통의 입구모관으로 유입된다.

발전소 시운전시 기체방사성폐기물계통내에 존재하는 공기를 제거하기 위해 기체방사성폐기물계통과 그 유입원을 질소로 세정한다. 9.3.2절에서 언급한 바와 같이, 각 유입원, 기체방사성폐기물계통 모관 및 주요 지점에서 수소 및 산소농도를 감시한다. 기체 방사성폐기물 시료 채취반에 설치된 수소 및 산소분석기는 계통내의 시료 채취지점들에서 순차적으로 시료를 채취한다. 임의 지점에서 고산소농도(2%)가 감지되면 방사성폐기물건물 제어실에 경보가 울리게 되며, 이때 운전원은 산소 유입원을 차단시키거나 질소를 주입 희석시킨다. 고-고산소경보는 4%에서 발생하며 주제어실 및 방사성폐기물건물 제어실에 경보가 울리게 된다. 고-고산소경보가 발생하면 기체방사성폐기물계통에 질소가 자동으로 주입되어 산소농도를 희석시키며, 주입되는 질소의 압력으로 인해 유입원에서의 기체유입이 차단된다. 이러한 폭발방지 설계 특성으로 인해, 기체방사성폐기물계통의 각 기기들 즉, 폐기체 모관, 활성탄지연대, 건조기, 밸브 및 배관 등은 내부 수소폭발을 견딜 수 있도록 설계할 필요는 없다.

상기의 기체 폐기물 발생원에서 생성된 폐기체는 폐기체 모관으로 유입되며, 폐기체 모관은 0.5 ~ 5.0 psig (0.035 ~ 0.35 kg/cm²)의 압력으로 유지된다.

폐기체 모관내에 생성된 응축수는 모관배수탱크로 중력에 의해 수집된다. 기체방사성폐기물계통내 유입관에서 생성되는 대부분의 응축수도 모관배수탱크로 중력 배수되며, 모관배수탱크에 수집된 응축수는 액체방사성폐기물계통으로 이송되어 최종 처리된다.

모관배수탱크를 거친 폐기체는 전단입자여과기를 거쳐 폐기체건조기로 유입되며, 여기서 폐기체는 이슬점 온도, 52.5°F (11.4°C)로 낮아진다. 폐기체를 처리하는 과정에서 발생하는 응축수는 방사성폐기물건물 일반 집수정으로 배수된다. 폐기체건조기를 통과한 폐기체는 약 70°F (21°C)로 재가열되어, 폐기체내 습분 함유량을 측정한 다음 활성탄보호대로 유입된다.

활성탄보호대는 반감기가 짧은 단수명 기체 방사성핵종들을 붕괴시키며, 폐기체에 존재하

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

는 요오드를 흡착하여 붕괴시킨다. 또한 활성탄보호대는 습분으로부터 활성탄지연대를 보호한다. 활성탄보호대 전후단에 습분감지기를 설치하여 습분 흡착상태를 감시하며, 활성탄보호대 및 활성탄지연대에 온도감지기를 설치하여 열적이상상태를 감시한다. 활성탄보호대를 통과한 폐기체는 4대의 활성탄지연대를 순차적으로 통과하면서, Kr 및 Xe은 활성탄의 동적 흡착특성에 의해 지연된다. 지연기간은 폐기체의 평균유입 유량 및 예상발생량을 기준으로 Xe에 대해서는 45일간, Kr에 대해서는 2.6일간 이상 지연하도록 설계되어 있다.

활성탄지연대를 통과한 폐기체는 고효율입자여과기에서 활성탄 입자를 포함한 여러 입자들이 제거되며, 공기 유입을 방지하기 위해 설치된 역류방지밸브를 통해 배기된다. 고효율입자여과기에는 현장 시험을 위한 시험 배기구가 설치된다. 역류방지밸브를 통과한 폐기체는 외부로 방출되기전 방사성폐기물건물 배기공기와 혼합되어 희석된다.

방사성폐기물건물 공기조화계통을 거쳐 배기되기 전, 방사선 준위가 제한치를 초과하거나 방출유량이 소량일 경우, 기체방사성폐기물계통 방출관 격리밸브는 자동적으로 닫히도록 설계되어 있다.

방출관 격리밸브 후단부에서의 폐기체 유량을 측정하여, 배기 유량이 적거나 없는 경우 배기관으로 외부 공기가 유입되지 않도록 질소를 주입하게 된다. 방사성폐기물건물 공기조화계통 배기관에서의 배기 유량은 배기 공기내 수소농도가 수소연소농도 제한치보다 낮은 1% 미만으로 유지되도록 한다. 폐기체에 대하여는 방사성폐기물건물 공기조화계통 배기관으로 배기되기 전에 방사능과 수소 및 산소농도를 연속적으로 분석하며, 압력, 유량 및 방출 총 방사능에 관한 사항을 기록한다. 또한 발전소 운전절차서에 따라 폐기체의 동위원소 함유량을 분석하고 기록한다.

기체방사성폐기물계통으로부터의 방사성핵종 최대 방출률 및 방출량은 소외선량평가 지침서에서 규정하고 있는 한도를 따른다. 활성탄지연대를 통해 방사성폐기물건물 배기구로 배출되는 배기량을 제어함으로써 원자력안전위원회 고시 제2012-29호(방사선방호 등에 관한 기준)에서 제시하고 있는 방출 한도를 초과하지 않도록 하는 한편, 10 CFR 50, 부록 I의 ALARA 지침을 만족토록 한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

배기시스템의 수소농도를 증가시키는 주요 유입원은 탈기기에 의해 처리된 액체를 저장하는 체적제어탱크이다. 그러나 탈기기의 처리효율이 99.9%로 매우 높으며, 또한 체적제어탱크의 기체부 최대압력이 낮음을 고려하면, 본 계통으로 유입될 수 있는 최대 수소농도는 약 0.44%로 계산되며 이 값은 공기중의 수소연소농도 제한치보다 충분히 낮은 값이다.

그 이외의 잠재적인 수소기체 유입원은 저용존고형물 (LTDS) 폐액탱크와 화학폐액배수탱크이나, 이들 탱크 내용물에는 단지 소량의 용존수소가 함유되어 있다. 이들 탱크에 저장되는 주요 용존수소 유입원은 원자로냉각재계통 누설물 및 시료채취물로서 이들 유입원은 각 탱크로 유입되는 동안에 압력이 대기압으로 감압되면서, 함유되어 있는 용존수소의 대부분이 방출되고, 또한 용존수소를 함유하지 않은 다른 배수와 섞이며 희석된다. 따라서, 저용존고형물폐액탱크 및 화학폐액배수탱크의 내용물은 대기압에서 극히 소량의 용존수소를 함유하게 되며, 또한 대기압 탱크이므로 이들 탱크의 기체부 공간에는 수소기체가 축적되지 않는다.

11.3.3 기체 방사성물질 방출

본 절에서는 정상운전 및 예상과도운전상태시 발전소 및 유리화설비로부터의 방출이 예상되는 기체방출물의 평가에 대해 기술한다.

11.3.3.1 방출구

기체방출물은 보조건물, 터빈건물, 격납건물, 핵연료건물 및 방사성폐기물건물 등의 배기구 및 증기덤프 등을 통해 직접 환경으로 방출된다. 기체방사성폐기물계통의 방출은 방사성폐기물건물의 배기구를 통해 이루어진다. 이들 기체방사성물질 방출지점은 그림 11.3-2와 같다.

11.3.3.2 예상방출량

기체폐기물은 주로 봉소희석운전 동안 냉각제로 부터 탈기되어 화학 및 체적제어시스템의 수용탱크로 방출되는 수소, 원자로냉각재의 탈기시 화학 및 체적제어시스템의 체적제어탱크로 부터 배기되는 질소와 수소 및 상부충진기체인 질소로 구성되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

활성탄을 이용한 불활성기체 지연계통은 Xe 핵종을 적어도 45일간 지연시킬 수 있는 정도의 용량을 갖는다.

울진 5,6호기로 부터 연간 방출되는 불활성기체, 할로젠핵종 및 입자성핵종에 대한 예상 방출량은 PWR-GALE (Rev.1) 전산프로그램을 이용하여 계산한다. 단일 호기의 정상운전시 전산프로그램 입력자료로 사용되는 변수들은 표 11.2-10에 주어진다. 정상운전시, 운전정지시 및 1차측 냉각재의 탈기시 각 건물배기계통 및 유리화설비로부터 방출되는 연간 예상방사능량은 표 11.3-6에 보여지며, 증기덤프기간 동안 방출되는 방사능량은 표 11.3-6에 제시된 터빈건물로부터의 방사능량 대비 1%이하의 매우 적은 량이 방출된다. 제한구역경계에서의 설계기준 방사성물질 방출농도와 원자력안전위원회 고시 제2012-29호 (방사선방호 등에 관한 기준)의 배기중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교는 표 11.3-7에 제시되어 있다.

제한구역경계에서 기체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도는 다음과 같이 계산된다.

(11.3-1)

여기서,

C_i = 제한구역경계에서 기체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도, Bq/m³

Q_i = 기체 방사성물질의 핵종별 예상방출량, Bq/sec

(X/Q) = 제한구역경계에서의 대기확산인자(2.844×10^{-5} sec/m³)

N_{WD} = 1차 냉각재의 설계기준 비방사능

N_{WE} = 1차 냉각재의 예상 비방사능

11.3.3.3 대기확산인자

울진 부지의 기상자료에 대한 수집, 기록, 분석 및 처리방법 등의 내용은 2.3절에 상세히 기술된다. 그러나, 정상운전 시 울진 부지의 최신 기상자료(2002~2004, 3년)를 이용한 연평균 대기확산인자(X/Q) 평가결과가 2.3.5절에서의 1998년부터 1999년까지 2년간의 기상자료를 이용하여 평가된 대기확산인자보다 크게 평가된다. 따라서 정상 시 소외에서의 방사성핵종 농도 및 선량평가는 보수적인 평가를 위해 최신 기상자료를 이용하여 평가된 대기확산인자를 적용한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.3.3.4 예상 피폭선량

표 11.3-6에 기술된 예상기체폐기물방출 방사선원과 표 11.3-8의 가정사항을 사용하여 제한구역경계에서 피폭선량을 평가한 결과는 표 11.3-9 및 11.3-10에 제시되어 있으며, 이 값과 원자력안전위원회 고시 제2012-29호(방사선방호 등에 관한 기준)의 기체상태의 방출 140물에 의한 제한구역경계에서의 연간선량과의 비교는 표 11.3-11에 보여진다.

가. 제한구역경계에서의 개인에 대한 내,외부 등가 및 유효선량

나. 제한구역경계에서의 공기 중 감마·베타선에 의한 흡수선량

다. 일반 주민에 대한 예상 집단유효선량 및 갑상선, 피부 등가선량

주민에 대한 연간 집단선량(person-Sv)은 발전소 주변의 160개 소구역에 대해 소구역별 개인의 연평균 피폭선량에 각 소구역별 인구를 곱한 값을 모두 합하여 평가한다. 부지주변의 현재 및 향후 인구분포는 2.1.3절에 기술되었으며 이 집단선량은 발전소 운전기간중 최대인구를 보일 것으로 예상되는 2003년의 인구분포를 이용하여 평가한다.

11.3.4 안전성 평가

기체방사성폐기물계통은 비 안전성관련 계통으로서 별도의 안전성 평가를 필요로 하지 않는다.

11.3.5 시험 및 검사

가동전시험은 14장에 기술되어 있다.

기기 설치후 계통 시운전에 앞서, 기체방사성폐기물계통에 대하여 압력 건전성, 설계유량 조건, 계측기기 그리고 제어기능 등을 확인하기 위한 시험을 한다. 발전소 운전중에는 기체방사성폐기물계통의 자동 기능 및 정보에 대한 시험을 주기적으로 수행하며 계측기

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

기의 연결 상태를 검사한다. 계기 및 계측기기는 적절한 주기로 보정된다.

산소 및 수소분석기의 기능상실로 인한 계통내 수소폭발 가능성을 방지하기 위해, 수소폭발 농도에서의 수소 및 산소농도 감지여부를 주기적으로 검사한다.

기체방사성폐기물계통 운전중 계통기기의 정상운전 상태 및 운전 효율성을 감시할 수 있다. 계통성능을 판단하기 위한 가장 좋은 측정방법은 불활성기체를 적절히 지연처리하는 지를 확인하는 것이다. 계통내 임의지점에서의 시료채취를 통해 특정기기에 대한 성능을 감시할 수 있다.

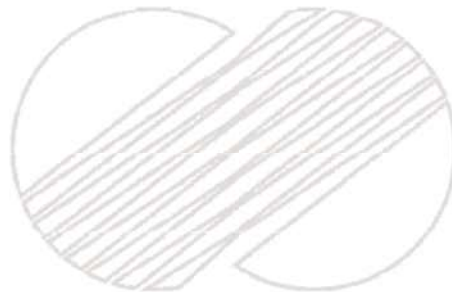
11.3.6 계측설비

계통내 중요지점에서의 산소/수소농도, 기체 유량, 습도 및 방사선등을 감시할 수 있는 계측기기가 설치되어 있으며 이들 계측기기를 보완하기 위하여 계통내 임의 지점에서 현장시료를 채취할 수 있도록 설계된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.3.7 참고문헌

1. "Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Waste-Cooled Nuclear Power Plants," U.S. NRC Regulatory Guide 1.143, Rev.1, Oct. 1979.
2. Standard Review Plan, 11.3, Gaseous Waste Management System, NUREG-0800.
3. "Gaseous Radioactive Waste Processing Systems for Light Water Reactor Plants," ANSI/ANS-55.4, 1993.



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-1

기체방사성폐기물계통 설계 용량 결정시 가정사항

항 목	예상 방출량	설계기준치
화학 및 체적제어계통 탈기	탈기기의 연속적인 운전 · 유출유량 : 75 gal/min (283.0 L/min) · 용존 기체의 비체적 : 30 cm ³ /kg · 기체 방출량 : 0.32 scfm (9.06 L/min)	탈기기의 연속적인 운전 · 유출유량 : 75 gal/min (283.0 L/min) · 용존 기체의 비체적 : 30 cm ³ /kg · 기체 방출량 : 0.32 scfm (9.06 L/min)
원자로냉각재계통 탈기	연간 1회 탈기 · 방출량 : 275 std ft ³ (7.78 m ³)	연간 1회 탈기(30일 주기내 탈기가정) · 방출량 : 275 std ft ³ (7.78 m ³)
체적제어탱크	연간 1회 배기 · 방출량 : 408 std ft ³ (11.5 m ³)	연간 2회 배기(30일 주기내 배기가정) · 방출량 : 816 std ft ³ (23 m ³)
원자로배수탱크	연속적인 배기 · 방출량 : 0.02 scfm (0.57 L/min)	연속적인 배기 · 방출량 : 0.02 scfm (0.57 L/min)
기기배수탱크	연속적인 배기 · 방출량 : 0.005 scfm (0.14 L/min)	연속적인 배기 · 방출량 : 0.005 scfm (0.14 L/min)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-2

기체방사성폐기물계통으로 유입되는 기체의
주요 발생원별 연간 발생량 및 유량

발생원	발생기체	연간 발생량 std ft ³ (m ³)	최대 유량* scfm(L/min)	연간 유량 scfm(L/min)
화학 및 체적제어계통				
체적제어탱크	H ₂	2,500 (70.75)		0.006 (0.17)
	N ₂	610 (17.26)	22 (622)	0.002 (0.06)
	O ₂	65 (1.83)		1.6E-04 (4.53E-03)
화학및체적제어계통 탈기기**				
	H ₂	142,000 (4018.6)		0.338 (9.57)
	N ₂	2,950 (83.49)	20 (566)	0.007 (0.2)
	O ₂	40 (1.13)		9.5E-05 (2.69E-03)
화학 및 체적제어계통				
원자로배수탱크	H ₂	0		0 (0)
	N ₂	7,759 (219.58)	22 (622)	0.02 (0.57)
	O ₂	0		0 (0)
화학 및 체적제어계통				
기기배수탱크	H ₂	0		0 (0)
	N ₂	1,940 (54.93)	20 (566)	0.005 (0.14)
	O ₂	0		0 (0)

* 최대 유량은 추정된 예상 최대값이며, 지속적인 운전 수치는 아님.

** 탈기기로부터의 수치는 지속적인 탈기를 가정한 값으로부터 산출된 것임.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-3

기체방사성폐기물계통으로 유입되는
발생원별 설계기준 비방사능⁽¹⁾
 (Bq/cc)

핵 종	원자로배수탱크 ⁽³⁾	체적제어탱크	탈기기 ⁽⁴⁾	기기배수탱크 ⁽⁵⁾
H-3 ⁽²⁾	2.9E+00	2.9E+00	4.8E+00	2.9E+00
Br-84	7.1E-01	7.2E-03	2.5E-01	7.1E-01
Kr-85m	2.3E+04	6.2E+02	8.8E+02	2.2E+04
Kr-85	4.8E+02	1.3E+01	1.8E+01	4.8E+02
Kr-87	2.4E+04	5.7E+02	9.0E+02	2.3E+04
Kr-88	5.8E+04	1.5E+03	2.2E+03	5.6E+04
Xe-131m	4.9E+03	7.5E+01	1.8E+02	4.8E+03
Xe-133m	1.3E+03	2.0E+01	5.0E+01	1.3E+03
Xe-133	6.5E+05	1.0E+04	2.5E+04	6.3E+05
Xe-135m	1.9E+04	1.7E+02	7.2E+02	1.8E+04
Xe-135	9.5E+04	1.4E+03	3.6E+03	8.9E+04
Xe-137	4.5E+03	1.9E+01	1.7E+02	4.4E+03
Xe-138	1.6E+04	1.4E+02	6.2E+02	1.6E+04
I-131	7.4E+01	8.7E-01	2.5E+01	6.9E+01
I-132	2.2E+01	2.6E-01	7.7E+00	2.1E+01
I-133	1.1E+02	1.3E+00	3.8E+01	1.1E+02
I-134	1.5E+01	1.6E-01	5.1E+00	1.4E+01
I-135	6.7E+01	7.8E-01	2.3E+01	6.2E+01

주 (1) 1.0% 핵연료손상률과 탈기기 연속운전 적용.

(2) H-3의 최대 원자로냉각수 비방사능은 3.7E+04 Bq/cc로 가정

(3) 원자로배수탱크의 비방사능은 기체방사성폐기물계통으로 0.02 scfm의 연속 배기를 가정하여 계산.

(4) 탈기기의 비방사능은 기체방사성폐기물계통으로 0.30 scfm의 연속배기를 가정하여 계산.

(5) 기기배수탱크의 비방사능은 기체방사성폐기물계통으로 0.005 scfm의 연속배기를 가정하여 계산.

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-4

기체방사성폐기물계통 기기관련 규격

<u>기기</u>	<u>설계 및 제작</u>	<u>재 질</u>	<u>용접사 자격 및 용접절차</u>	<u>검사 및 시험</u>
압력용기	ASME 코드 Sec. VIII	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII
배관 및 밸브	ASME B31.1	ASTM 또는 ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME B31.1
여과기	ASME 코드 Sec. VIII	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-5

기체방사성폐기물계통 기기 제원

기기	수 량	유량/용량	재 질	설계압력/온도	적용코드	
모관배수탱크	1	300 ft ³ (8.49 m ³)	스테인레스강	150 psig/200°F (10.5 kg/cm ³ /93°C)	KEPIC MGB	1
전단여과기	2	40 cfm (1,133 L/min)	스테인레스강	150 psig/200°F (10.5 kg/cm ³ /93°C)	ASME Sec.VIII	1
폐기체건조기	2	13,985 Btu/hr	스테인레스강/ 탄소강	150 psig/200°F (10.5 kg/cm ³ /93°C)	ASME Sec.VIII 및 TEMA	1
활성탄보호대**	2	300 lb*	스테인레스강	150 psig/200°F (10.5 kg/cm ³ /93°C)	ASME Sec.VIII	1
활성탄지연대***	4	10,500 lb*	탄소강	150 psig/200°F (10.5 kg/cm ³ /93°C)	ASME Sec.VIII	1
고효율입자여과기	1	40 cfm (1,133 L/min)	스테인레스강	150 psig/200°F (10.5 kg/cm ³ /93°C)	ASME Sec.VIII	1
냉각기	2	24,000 Btu/hr	탄소강	150 psig/42.5°F(배출), 52.5°F(유입) (10.5 kg/cm ³ /5.8°C (배출), 11.4°C(유입))	ASME Sec.VIII	1

* 활성탄 질량 (대당)

** 활성탄 요오드흡착효율 : 99% 이상

*** 활성탄 다이내믹 계수 : Xe (263 cm³/g 이상), Kr (18.7 cm³/g 이상)

1

표 11.3-6 (2 중 1)

울진 5,6호기 연간 예상 기체방사성폐기물 방출량 (1개호기 기준, TBq/yr)

핵종		탈 기		건물배기				증기발생기	복수기	유리화설비	계
		핵연료재장전	정상운전	핵연료건물	원자로건물	보조건물	터빈건물	취출계통배기	진공펌프		
불활성기체	Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	-	1.89E+00	1.11E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.40E-02	0.00E+00	2.07E+00
	Kr-85	1.74E+01	3.15E+01	-	7.77E+01	8.51E-01	0.00E+00	0.00E+00	4.07E-01	0.00E+00	1.30E+02
	Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	-	5.92E-01	1.11E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-02	0.00E+00	7.40E-01
	Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	-	2.22E+00	2.22E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-01	0.00E+00	2.55E+00
	Xe-131m	1.48E-01	2.59E-01	-	5.55E+01	6.29E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.96E-01	0.00E+00	5.55E+01
	Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	-	3.55E+00	3.70E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+00
	Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	-	1.63E+02	2.11E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.99E-01	0.00E+00	1.67E+02
	Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	-	1.11E-01	1.11E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-02	0.00E+00	2.59E-01
	Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	-	1.78E+01	6.29E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.96E-01	0.00E+00	1.89E+01
	Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	-	7.40E-02	7.40E-02	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-02	0.00E+00	1.85E-01
계											3.70E+02
요오드	I-131	-	1.81E-04	-	4.44E-04	1.37E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.36E-05	2.04E-03
	I-132	-	9.25E-04	-	2.29E-03	7.03E-03	4.44E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-11	1.04E-02
	I-133	-	5.92E-04	-	1.44E-03	4.44E-03	3.70E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.66E-03
	I-134	-	1.52E-03	-	3.70E-03	1.15E-02	4.81E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.67E-02
	I-135	-	1.11E-03	-	2.74E-03	8.51E-03	6.66E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-02
	계										

삼중수소 방출량 = 4.07 TBq/yr

C-14 방출량 = 0.27 TBq/yr

Ar-41 방출량 = 1.258 TBq/yr

울진 5,6호기 연간 예상 기체방사성폐기물 방출량 (1개호기 기준, TBq/yr)

핵 종		기체방사성 폐기물계통	건물배기				계
			원자로건물	보조건물	핵연료건물	유리화설비	
방사성 입자	Cr-51	5.18E-09	6.29E-06	1.18E-07	6.66E-08	9.30E-10	6.66E-06
	Mn-54	7.77E-10	3.63E-06	2.89E-08	1.11E-07	6.42E-09	3.71E-06
	Co-57	0.00E+00	5.55E-07	0.00E+00	0.00E+00	7.12E-10	5.56E-07
	Co-58	3.22E-09	1.70E-05	7.03E-07	7.77E-06	1.31E-08	2.55E-05
	Co-60	5.18E-09	1.78E-06	1.89E-07	3.03E-06	1.60E-08	5.20E-06
	Fe-59	6.66E-10	1.85E-06	1.85E-08	0.00E+00	2.16E-10	1.89E-06
	Sr-89	1.63E-08	8.88E-06	2.78E-07	7.77E-07	1.19E-10	9.99E-06
	Sr-90	6.29E-09	3.59E-06	1.07E-07	2.96E-07	8.33E-11	4.07E-06
	Zr-95	1.78E-09	0.00E+00	3.70E-07	1.33E-09	4.31E-10	3.70E-07
	Nb-95	1.37E-09	1.22E-06	1.11E-08	8.88E-07	6.69E-10	2.11E-06
	Ru-103	1.18E-09	1.11E-06	8.51E-09	1.41E-08	1.42E-03	1.42E-03
	Ru-106	9.99E-10	0.00E+00	2.22E-09	2.55E-08	7.28E-03	7.28E-03
	Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-09	2.11E-08	0.00E+00	2.26E-08
	Cs-134	1.22E-08	1.70E-06	2.00E-07	6.29E-07	2.05E-06	4.60E-06
	Cs-136	1.96E-09	2.18E-06	1.78E-08	0.00E+00	1.88E-09	2.22E-06
	Cs-137	2.85E-08	3.70E-06	2.66E-07	9.99E-07	3.08E-06	7.89E-06
	Ba-140	8.51E-09	0.00E+00	1.48E-07	0.00E+00	2.67E-10	1.56E-07
	Ce-141	8.14E-10	8.88E-07	9.62E-09	1.63E-10	6.33E-11	8.88E-07
	Ag-110m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.03E-09	3.03E-09
	Ce-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.61E-09	9.61E-09
	Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.02E-14	1.02E-14
	Fe-55	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.37E-09	3.37E-09
	I-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.29E-12	2.29E-12
	La-140	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.08E-10	3.08E-10
	Mo-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.80E-18	1.80E-18
	Nb-95m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.21E-12	3.21E-12
	Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.29E-08	1.29E-08
	Pr-143	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.56E-12	4.56E-12
	Pr-144	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.61E-09	9.61E-09
	Rh-103m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.28E-03	1.28E-03
	Tc-99	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-07	1.65E-07
	Tc-99m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.53E-14	5.53E-14
	Te-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.30E-09	3.30E-09
	Te-129m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.10E-09	5.10E-09
	Te-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E-15	1.00E-15
	Y-90	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.33E-11	8.33E-11
	Y-91	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.28E-11	1.28E-11
	Zn-65	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-09	1.50E-09
	Zr-93	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-17	1.06E-17
	총계						

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-7(2 중 1)

제한구역경계에서 기체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회 고시 제2011-29호(방사선방호
등에 관한 기준)의 배기중 배출관리기준 방사능농도와의 비교 (1개호기 기준) 140
92

핵 종	설계기준 방출량 (TBq/yr)	설계기준농도 (Bq/m ³)	원자력안전위원회 고시의 배출관리기준 제한치 (Bq/m ³)	원자력안전위원회 고시의 배출관리기준 제한치와의 비율
I-131	1.09E-01	9.81E-02	3.00E+00	3.27E-02
I-132	3.32E-02	2.99E-02	2.00E+02	1.49E-04
I-133	1.68E-01	1.52E-01	2.00E+01	7.58E-03
I-134	2.18E-02	1.96E-02	5.00E+02	3.92E-05
I-135	9.63E-02	8.67E-02	8.00E+01	1.08E-03
Kr-85m	9.75E+00	8.78E+00	5.00E+03	1.76E-03
Kr-85	1.75E+00	1.58E+00	1.00E+05	1.58E-05
Kr-87	3.79E+00	3.41E+00	8.00E+02	4.27E-03
Kr-88	1.70E+01	1.53E+01	3.00E+02	5.11E-02
Xe-131m	1.00E+01	9.02E+00	9.00E+04	1.00E-04
Xe-133m	2.11E+00	1.90E+00	2.00E+04	9.48E-05
Xe-133	1.23E+03	1.11E+03	2.00E+04	5.53E-02
Xe-135m	1.23E+00	1.11E+00	2.00E+03	5.54E-04
Xe-135	6.78E+01	6.10E+01	3.00E+03	2.03E-02
Xe-138	8.14E-01	7.33E-01	6.00E+02	1.22E-03
H-3	1.10E+01	9.91E+00	2.00E+03	4.95E-03
Ar-41	1.26E+00	1.13E+00	5.00E+02	2.27E-03
C-14	2.70E-01	2.43E-01	1.00E+02	2.43E-03
Cr-51	4.28E-05	3.85E-05	2.00E+03	1.93E-08
Mn-54	3.71E-06	3.34E-06	5.00E+01	6.68E-08
Co-57	5.56E-07	5.00E-07	7.00E+01	7.15E-09
Co-58	3.54E-05	3.19E-05	3.00E+01	1.06E-06
Co-60	5.20E-06	4.68E-06	2.00E+00	2.34E-06
Fe-59	1.89E-06	1.70E-06	2.00E+01	8.50E-08
Sr-89	7.07E-04	6.37E-04	9.00E+00	7.08E-05
Sr-90	1.68E-04	1.52E-04	5.00E-01	3.03E-04
Zr-95	4.92E-07	4.43E-07	2.00E+01	2.21E-08
Nb-95	3.87E-06	3.48E-06	4.00E+01	8.70E-08
Ru-103	3.34E-05	3.01E-05	2.00E+01	1.50E-06
Ru-106	5.68E-06	5.11E-06	1.00E+00	5.11E-06
Sb-125	2.26E-08	2.03E-08	2.00E+01	1.02E-09
Cs-134	1.71E-04	1.54E-04	1.00E+01	1.54E-05
Cs-136	5.17E-13	4.66E-13	5.00E+01	9.32E-15
Cs 137	7.89E-05	7.11E-05	1.00E+01	7.11E-06
Ba-140	4.00E-10	3.60E-10	7.00E+01	5.15E-12
Ce-141	8.98E-07	8.09E-07	2.00E+01	4.04E-08

134

72

표 11.3-7(2 중 2)

제한구역경계에서 기체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회 고시 제2011-29호(방사선방호
등에 관한 기준)의 배기중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교 (1개호기 기준) 140
92

핵 종	설계기준 방출량 (TBq/yr)	설계기준농도 (Bq/m ³)	원자력안전위원회 고시 배출관리기준 제한치(Bq/m ³)	원자력안전위원회 고시 배출관리기준 제한치와의 비율
I-29	2.29E-12	2.06E-12	2.00E+00	1.03E-12
Ag-110m	3.03E-09	2.73E-09	6.00E+00	4.55E-10
Ce-144	9.85E-07	8.87E-07	1.00E+00	8.87E-07
Cs-135	1.02E-14	9.19E-15	1.00E+02	9.19E-17
Fe-55	3.37E-09	3.03E-09	9.00E+01	3.37E-11
La-140	3.08E-10	2.77E-10	6.00E+01	4.62E-12
Mo-99	8.06E-17	7.26E-17	7.00E+01	1.04E-18
Nb-95m	3.21E-12	2.89E-12	8.00E+01	3.61E-14
Ni-63	1.29E-08	1.16E-08	2.00E+02	5.81E-11
Pr-143	4.56E-12	4.11E-12	3.00E+01	1.37E-13
Pr-144	9.61E-09	8.65E-09	4.00E+03	2.16E-12
Rh-103m	1.28E-03	1.15E-03	3.00E+04	3.84E-08
Tc-99	1.65E-07	1.49E-07	2.00E+01	7.43E-09
Tc-99m	1.67E-12	1.50E-12	4.00E+03	3.75E-16
Te-129	3.30E-09	2.97E-09	2.00E+03	1.49E-12
Te-129m	1.62E-07	1.46E-07	1.00E+01	1.46E-08
Te-132	1.17E-13	1.06E-13	1.00E+01	1.06E-14
Y-90	8.33E-11	7.50E-11	5.00E+01	1.50E-12
Y-91	1.16E-09	1.04E-09	1.00E+01	1.04E-10
Zn-65	1.50E-09	1.35E-09	2.00E+01	6.75E-11
Zr-93	1.06E-17	9.55E-18	3.00E+00	3.18E-18
계				1.86E-01

134

72

표 11.3-8 (2 중 1)

정상운전시 기체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항

1. 피폭대상 : 어른, 십대, 소아, 유아
2. 피폭경로 : 방사능운, 지표면 침적, 호흡, 농작물, 우유, 육류
3. 평가대상 장기/조직 : 유효선량, 생식선, 적색골수, 결장, 폐, 위, 방광, 유방, 간장, 식도, 갑상선, 피부, 골표면, 기타조직
4. 피폭경로
 - 내부피폭
육류, 농작물, 우유, 호흡,
 - 외부피폭
방사능운, 지표면 침적
5. 기체폐기물의 방사능 방출량 표 11.3-6 참조
6. 대기확산인자 11.3.3.3절 참조 | 72
7. 인구분포 2.1절 참조
8. 농작물 생산량, kg/m²
 - 과일 1.13
 - 채소 4.53
 - 곡류 0.36
 - 목초 4.0
9. 80 km 내의 우유 생산량, L/yr 1.43 x 10¹⁰
10. 80 km 내의 육류 생산량, kg/yr 1.94 x 10⁷

표 11.3-8 (2 중 2)

11. 섭취량

	<u>유아(0-1세)</u>	<u>소아(1-11세)</u>	<u>십대(11-17세)</u>	<u>어른(18세 이상)</u>
인구분율	-	0.163	0.223	0.614
호흡율, m ³ /yr				
평균	-	6,700	7,900	7,400
최대	1,400	6,700	7,900	7,400
농작물, kg/yr				
평균	-	140.0	274.0	262.0
최대	-	319.7	500.6	447.8
우유, L/yr				
평균	-	17.0	34.0	32.0
최대	366.0	42.0	66.0	63.0
육류, kg/yr				
평균	-	13.0	25.0	24.0
최대	0.0	36.6	57.5	55.1

12. 삼중수소 섭취형태 분율

- HTO : 70%
- OBT : 30%

표 11.3-9 (2 중 1)

정상운전시 기체방출물에 의한 개인선량 (1개호기 기준, mSv/yr)

장기	연령군	방사능운	지표면침적	호흡	섭취	계
생식선	유 아	1.83E-02	3.64E-04	5.13E-04	5.55E-02	7.47E-02
	소 아	1.83E-02	3.64E-04	1.08E-03	6.39E-02	8.37E-02
	십 대	1.83E-02	3.64E-04	6.58E-04	5.85E-02	7.79E-02
	어 른	1.83E-02	3.64E-04	5.97E-04	5.60E-02	7.53E-02
적색골수	유 아	1.59E-02	2.89E-04	5.05E-04	5.66E-02	7.33E-02
	소 아	1.59E-02	2.89E-04	1.08E-03	6.42E-02	8.14E-02
	십 대	1.59E-02	2.89E-04	6.62E-04	5.96E-02	7.64E-02
	어 른	1.59E-02	2.89E-04	6.04E-04	5.63E-02	7.31E-02
결장	유 아	1.64E-02	2.92E-04	1.81E-03	5.55E-02	7.40E-02
	소 아	1.64E-02	2.92E-04	2.96E-03	6.38E-02	8.34E-02
	십 대	1.64E-02	2.92E-04	1.29E-03	5.84E-02	7.64E-02
	어 른	1.64E-02	2.92E-04	1.12E-03	5.59E-02	7.31E-02
폐	유 아	1.71E-02	2.90E-04	7.70E-03	5.55E-02	8.06E-02
	소 아	1.71E-02	2.90E-04	1.84E-02	6.37E-02	9.95E-02
	십 대	1.71E-02	2.90E-04	1.15E-02	5.84E-02	8.72E-02
	어 른	1.71E-02	2.90E-04	9.78E-03	5.58E-02	8.30E-02
위	유 아	1.64E-02	2.92E-04	6.17E-04	8.96E-02	1.07E-01
	소 아	1.64E-02	2.92E-04	1.21E-03	7.98E-02	9.77E-02
	십 대	1.64E-02	2.92E-04	7.16E-04	6.63E-02	8.37E-02
	어 른	1.64E-02	2.92E-04	6.41E-04	6.23E-02	7.96E-02
방광	유 아	1.64E-02	2.92E-04	5.48E-04	5.55E-02	7.27E-02
	소 아	1.64E-02	2.92E-04	1.23E-03	6.39E-02	8.18E-02
	십 대	1.64E-02	2.92E-04	7.94E-04	5.85E-02	7.60E-02
	어 른	1.64E-02	2.92E-04	6.97E-04	5.60E-02	7.33E-02
유방	유 아	2.13E-02	3.64E-04	5.13E-04	5.55E-02	7.77E-02
	소 아	2.13E-02	3.64E-04	1.10E-03	6.37E-02	8.65E-02
	십 대	2.13E-02	3.64E-04	6.68E-04	5.84E-02	8.07E-02
	어 른	2.13E-02	3.64E-04	6.06E-04	5.58E-02	7.81E-02

72

표 11.3-9 (2 중 2)

정상운전시 기체방출물에 의한 개인선량 (1개호기 기준, mSv/yr)

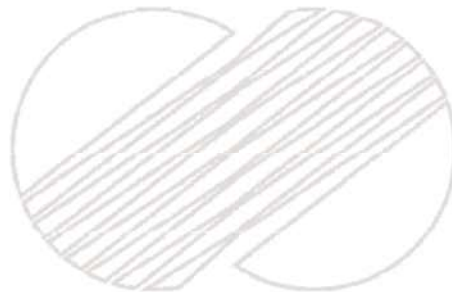
장기	연령군	방사능원	지표면침적	호흡	섭취	계
간장	유 아	1.64E-02	2.92E-04	5.14E-04	5.55E-02	7.27E-02
	소 아	1.64E-02	2.92E-04	1.09E-03	6.38E-02	8.15E-02
	십 대	1.64E-02	2.92E-04	6.69E-04	5.84E-02	7.58E-02
	어 른	1.64E-02	2.92E-04	6.06E-03	5.59E-02	7.32E-02
식도	유 아	1.64E-02	2.92E-04	5.26E-04	5.55E-02	7.27E-02
	소 아	1.64E-02	2.92E-04	1.12E-03	6.38E-02	8.16E-02
	십 대	1.64E-02	2.92E-04	6.78E-04	5.84E-02	7.58E-02
	어 른	1.64E-02	2.92E-04	6.14E-04	5.59E-02	7.32E-02
갑상선	유 아	1.83E-02	3.10E-04	1.34E-02	9.92E-02	1.31E-01
	소 아	1.83E-02	3.10E-04	3.20E-02	8.98E-02	1.40E-01
	십 대	1.83E-02	3.10E-04	1.16E-02	7.20E-02	1.02E-01
	어 른	1.83E-02	3.10E-04	7.15E-03	6.38E-02	8.96E-02
피부	유 아	8.11E-02	8.27E-04	5.02E-04	5.55E-02	1.38E-01
	소 아	8.11E-02	8.27E-04	1.06E-03	6.37E-02	1.47E-01
	십 대	8.11E-02	8.27E-04	6.50E-04	5.84E-02	1.41E-01
	어 른	8.11E-02	8.27E-04	5.90E-04	5.58E-02	1.38E-01
골표면	유 아	4.00E-02	5.53E-04	5.16E-04	5.72E-02	9.82E-02
	소 아	4.00E-02	5.53E-04	1.09E-03	6.47E-02	1.06E-01
	십 대	4.00E-02	5.53E-04	6.73E-04	6.28E-02	1.04E-01
	어 른	4.00E-02	5.53E-04	6.06E-04	5.68E-02	9.80E-02
기타조직	유 아	1.64E-02	2.92E-04	5.41E-04	5.55E-02	7.27E-02
	소 아	1.64E-02	2.92E-04	1.14E-03	6.38E-02	8.16E-02
	십 대	1.64E-02	2.92E-04	6.82E-04	5.84E-02	7.58E-02
	어 른	1.64E-02	2.92E-04	6.37E-04	5.59E-02	7.32E-02
유효선량	유 아	1.84E-02	3.29E-04	2.21E-03	6.21E-02	8.30E-02
	소 아	1.84E-02	3.29E-04	4.98E-03	7.11E-02	9.48E-02
	십 대	1.84E-02	3.29E-04	2.61E-03	6.25E-02	8.38E-02
	어 른	1.84E-02	3.29E-04	2.11E-03	5.90E-02	7.98E-02

표 11.3-10

정상운전시 기체방출물에 의한 주민집단선량 (1개호기 기준, person-mSv/yr)

피폭 경로	유효선량	갑상선	피부
방사능운	3.00E+00	2.94E+00	2.27E+01
지표면 침적	1.53E-01	1.44E-01	3.64E-01
호흡	1.74E+00	4.12E+00	1.01E+00
농작물	1.03E+01	1.01E+01	1.01E+01
우유	6.69E-01	6.57E-01	6.56E-01
육류	1.68E+00	1.65E+00	1.65E+00
계	1.76E+01	1.96E+01	3.65E+01

72



정상운전시 기체방출물에 의한 최대개인선량과 선량제한치와의 비교 (1개호기 기준)

구 분	제한구역 경계에서의 개인에 대한 최대선량	원자력안전위원회 고시 제2012-29호(방사선방호 등에 관한 기준)선량제한치	원자력안전위원회 고시 제2012-29호 (방사선방호 등에 관한 기준)선량제한치와의 비율 (%)	
공간선량 [mGy/yr]	감마 3.80E-02	0.10	38.0	140
	베타 1.29E-01	0.20	64.3	
외부피폭선량 [mSv/yr]	유효선량 1.87E-02	0.05	37.4	72
	피부 8.19E-02	0.15	54.6	
입자, H-3, C-14, 방사성옥소에 의한 인체장기 최대등가선량*)	1.22E-01	0.15	81.2	

* 소아 연령군의 갑상선에 대한 값임 (H-3 및 C-14에 의한 선량 포함)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.3-1 (5 중 1)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.3-1 (5 중 2)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.3-1 (5 중 3)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계동 배관 및 계장도

그림 11.3-1 (5 중 4)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.3-1 (5 중 5)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.4 고체방사성폐기물관리계통

고체방사성폐기물관리계통은 울진 5,6호기 공용(단, 유리화처리 부계통은 울진 1,2,3,4,5,6호기 공용)으로 설치되며, 운전시 발생하는 방사성폐기물을 저장, 처리 및 포장하는 기능을 갖는다. 포장된 폐기물은 발전소 부지 내 임시저장고 또는 영구처분장으로 이송하기 전에 방사성폐기물건물내에 일정기간 저장된다. 본 계통은 운전기준지진에 견딜 수 있도록 설계되는 방사성폐기물건물내에 위치한다.

11.4.1 설계기준

고체방사성폐기물관리계통 설계시 적용되는 설계기준은 다음과 같다.

- 가. 고체방사성폐기물계통은 탈염기로부터 발생된 폐수지를 저장에 적합한 형태로 처리 및 포장할 수 있도록 설계한다. 방사능준위가 높은 폐수지는 방사능 붕괴를 위해 장기간(10년) 저장하며, 방사능준위가 낮은 폐수지는 탈수 처리후 용기를 이용하여 포장하거나, 유리화설비로 이송하여 유리화 처리할 수 있도록 설계한다. 또한, 액체방사성폐기물계통의 원심분리기 또는 전처리설비에서 발생하는 슬러지 드럼을 방사성폐기물건물내 폐기물 저장구역으로 이동하여 저장할 수 있는 기능을 갖도록 설계한다. 52
- 나. 화학 및 체적제어계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통, 증기발생기취출계통등에서 발생된 폐여과기 카트리지를 저장 및 처분에 적합한 형태로 포장 및 취급할 수 있도록 설계한다. 또한, 액체방사성폐기물계통의 전처리설비에서 발생하는 폐 MF막 및 폐RO막을 저장에 적합한 형태로 포장 및 취급할 수 있도록 설계한다. 44
- 다. 종이, 천조각, 오염된 의류, 장갑, 신발덮개등과 같은 방사성 건조폐기물을 압축 및 포장하거나, PVC를 함유한 비닐시트를 제외한 가연성 건조폐기물은 유리화 처리하여 포장하며, 오염된 금속물질과 소형공구 및 기기부품 같은 비압축성 고체폐기물등을 포장하는 기능을 갖도록 설계한다. 52
- 라. 증기발생기취출탈염기 수지와 복수탈염기 수지가 오염되는 경우, 이를 저장, 탈수처리 및 포장할 수 있는 설비를 갖춘다.
- 마. 저장 및 수송에 적합하도록 건조 폐기물의 부피를 줄일 수 있는 설비를 갖춘다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

- 바. 고체방사성폐기물계통은 규제지침서 8.8 및 8.10에 명시된 ALARA 지침을 만족할 수 있도록 설계한다.
- 사. 고체방사성폐기물계통은 처리된 폐기물의 형태가 국내 방사성폐기물 인도 규정에 적합하도록 설계한다.
- 아. 고체방사성폐기물계통의 기기 및 배관 등은 내진범주 III급, 저기등급 비1E급, 품질그룹 D로 설계되며, 규제지침서 1.143에 따라 표 11.4-3에 제시되어 있는 바와 같이 설계, 제작 및 시험한다.

11.4.2 계통 설명

11.4.2.1 개요

고체방사성폐기물계통은 발전소 정상운전 및 과도운전시 발생하는 고체방사성폐기물을 저장에 적합하도록 수집, 처리, 포장하고 포장된 폐기물을 발전소 부지내 임시저장고 또는 영구처분장으로 이송하기에 앞서 일정기간 저장하는 기능을 갖는 계통으로서, 액체방사성폐기물계통 처리설비 등에서 발생하는 폐수지, 슬러지, 폐여과기, 폐MF막, 폐RO막 등과 기타 건조폐기물등을 처리한다.

고체방사성폐기물계통의 설계 용량은 본 계통으로 유입되는 최대 유입량을 근거로 하여 결정되었다. 계통내로 유입되는 폐기물별 유입량 및 발생량은 표 11.4-1에 제시되어 있다. 고체방사성폐기물계통으로 유입되는 예상 방사능량은 표 11.4-2에 제시되어 있다. 발전소 운전중 발생하는 세탁물들은 각 호기 출입통제건물에 위치한 세탁기로 세척한다. 방사성세탁계통은 각 호기 출입통제건물에 위치하고 있으며 여기서 발생한 고체폐기물은 고체방사성폐기물계통으로 운반되어 방사능을 측정한 뒤, 폐기물 특성에 따라 적절히 분류, 포장 및 처리된다.

고체방사성폐기물계통은 다음과 같은 부계통으로 구성되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

가. 건조폐기물처리 부계통

본 계통은 운전이나 보수중에 발생하는 건조폐기물에서 방사성건조폐기물과 청정 쓰레기를 분리한다. 분리된 방사성건조폐기물은 고체폐기물압축기에 의해 감용처리되며, 청정 쓰레기는 별도의 지침에 따라 처리한다.

나. 여과기취급 부계통

본 계통은 여과기 카트리지를 그 본체로부터 분리하여 방사성폐기물건물의 고체폐기물 포장지역으로 운반한다. 본 계통은 여과기 카트리지를 여과기 본체에서 분리하여 포장지역으로 운반하기 위하여 여과기취급캐스크, 작업용차 페플러그, 여과기취급장비, 캐스크/드럼운반기등으로 구성되어 있다.

다. 수지이송 부계통

본 계통은 각 공정계통의 흡착대 및 탈염기에서 발생하는 폐수지를 제거하여 저장하며, 새 수지를 각 탈염기에 공급하는 기능을 한다. 이러한 기능을 수행하기 위하여 보조건물 수지이송계통과 방사성폐기물건물 수지이송계통이 있다.

라. 폐수지장기저장 부계통

본 계통은 수지이송 부계통에서 이송된 폐수지를 장기간 저장하여 방사능을 충분히 붕괴시키도록 설계되어 있으며, 폐수지장기저장탱크와 관련 배관 및 계측설비로 구성되어 있다.

마. 폐수지건조처리 부계통

본 계통은 이동형 발전소 공용설비로 수지이송 부계통 또는 폐수지장기저장

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

부계통에서 이송된 폐수지를 탈수 및 건조 처리하여 PE 용기에 포장한다.

바. 유리화처리 부계통

본 계통은 수지이송부계통으로부터 이송된 저방사성폐수지 및 울진 1,2,3,4,5,6호기에서 운전 및 보수중에 발생한 가연성 건조폐기물을 유리화 처리하는 기능을 하며, 가연성 건조폐기물의 전처리설비, 폐기물공급설비, 유도가열식 저온용융로, 배기체처리설비, 2차폐기물 처리설비 등으로 구성되어 있다. 유리화 설비에 대한 설명은 11.4.2.5절에 기술되어 있다.

52

118

52

상기의 부계통들과 폐기물드럼 임시저장구역의 배치는 그림 1.2-14부터 그림 1.2-17에 있는 방사성폐기물건물 일반배치도 및 그림 1.2-17-1의 유리화설비 일반배치도에 나타나 있다. 고체방사성폐기물계통 및 유리화처리 부계통의 배관 및 계장도는 그림 11.4-1 및 11.4-2와 같다.

124

52

11.4.2.2 기기 설명

표 11.4-4는 고체방사성폐기물계통을 구성하고 있는 주요기와 기기별 용량, 수량 및 재질에 관한 사항을 기술하고 있다. 고체방사성폐기물계통의 주요 기기들에 대한 설명은 다음과 같다.

가. 55갤론 폐기물 드럼

폐여과기 카트리지를, 슬러지, 폐MF막, 폐RO막 및 건조폐기물은 55갤론 드럼에 넣어 포장 처리한다.

44

나. 수지이송펌프

수지이송펌프의 형태는 연속공동형 펌프이며, 폐수지를 폐수지탱크에서 폐수지장기저장탱크 혹은 폐수지건조처리계통으로 이송한다. 수지이송펌프의 용량은 폐수지 이송에 필요한 최소유속을 기준으로 하여 정하였다. 펌프에는 밀봉부를 통한 누설을 최소화하기 위하여 이중 기계적 밀봉장치가 설치되어 있다.

다. 폐수지탱크

2차보조건물에는 고방사성폐수지탱크, 방사성폐기물건물에는 저방사성폐수지탱크가 설치되어 있으며, 폐수지를 장기저장 또는 건조처리하기에 앞서 방사능 붕괴를 위해 임시저장한다. 폐수지는 폐수지탱크 상단의 유입관을 통하여 유입되며, 저장된 폐수지는 탱크 하단에 위치해 있는 폐수지 방출관을 통하여

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

제거된다. 각 폐수지탱크는 1주기 운전 중 발생하는 폐수지들을 충분히 저장할 수 있는 용량을 가지고 있으며, 폐수지 이송시 폐수지탱크의 수지를 유동화하기 위해 압축공기와 탈염수가 공급되도록 설계되어 있다.

라. 폐수지장기저장탱크

폐수지장기저장탱크는 고방사성폐수지탱크에서 이송된 폐수지를 장기간 저장하여 방사능을 붕괴시키는 역할을 하며 모든 고방사성폐수지를 약 10년간 저장할 수 있는 용량을 갖고 있다. 폐수지는 탱크 상단의 유입관을 통하여 유입되며, 탱크 바닥에는 침전된 폐수지가 응고되는 것을 방지하기 위한 혼합설비가 설치되어 있다.

마. 고체폐기물 압축기

고체폐기물 압축기는 방사성 건조폐기물을 표준 55갤론 드럼에서 압축처리하여 포장한다. 압축 과정에서 발생된 배기 기체는 배기팬을 이용하여 자체 여과기를 거쳐 방사성폐기물건물의 배기구로 이송된다. 압축된 폐기물드럼은 크레인을 이용하여 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반된다.

바. 이동식 브릿지크레인

본 크레인은 폐기물드럼을 폐기물 처리지역에서 폐기물드럼 임시저장구역으로, 그리고 최종적으로 폐기물드럼 임시저장구역에서 트럭운반지역까지 옮기는데 사용되며, 방사성폐기물건물 제어실에서 원격 운전된다. 크레인에는 원격조정이 용이하도록 CCTV 카메라가 장착되어 있다.

사. 여과기취급 차폐플러그

본 장치는 폐여과기 카트리지의 제거 및 교체 작업시, 여과기 볼트의 콘크리트 플러그를 대신하는 역할을 한다. 납으로 되어 있는 이 플러그의 두께는

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

콘크리트 플러그의 차폐 기준과 동일한 값을 갖도록 설계되어 있다. 차폐플러그에는 여과기 본체를 개방하는데 필요한 원격조작 기구의 삽입장치와 여과기 카트리지를 제거하는 장치, 그리고 이러한 운전을 관측할 수 있는 CCTV 카메라등이 장착되어 있다.

아. 여과기 운반용기

본 용기는 폐여과기 카트리지를 여과기 포장지역으로 옮기는데 사용되며 차폐체로 제작되어 있다. 운반용기는 모노레일 호이스트 및 운반차를 이용하여 여과기 포장지역으로 운반된다.

자. 폐수지건조처리설비

울진 원자력발전소 공용설비인 폐수지건조처리설비는 이동식 설비로서, 폐수지탱크내의 폐수지를 탈수 및 건조처리하여 감용하는 기능을 갖고 있다. 건조 처리된 폐수지는 PE 용기에 포장, 밀봉된 후 부지 내 임시저장고로 운반되어 저장된다.

차. 건조폐기물 분류처리설비

본 설비는 방사성건조폐기물과 청정 쓰레기를 분리하는 설비로 폐기물 분류 테이블, 폐기물 분쇄기 및 백모니터로 구성되어 있다. 분리된 방사성 건조폐기물은 고체폐기물 압축기에 의해 감용 처리된다.

카. 이동식 초 고압 압축기

본 압축기는 이동형으로 전 원자력발전소에 공용으로 사용되며 2,000 톤의 압축력으로 55갤론 건조폐기물 드럼을 압축하는 단일작동 압축기이다. 고압으로 압축된 55갤론 드럼은 80갤론 오버팩 드럼에 넣어 포장한다. 본 압축기는 다음과 같은 주요 기기로 구성되어 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

- | | |
|-------------|--------------------|
| - 세미 트레일러 | - 2,000 메트릭 톤 고압축기 |
| - 유압장치 | - 제어장치 |
| - 발생기체 취급장치 | - 컨베이어 계통 |
| - 오버팩 충전계통 | - 드럼 천공장치 |

타. PE 용기

PE 용기는 유리수가 1%이하로 건조처리된 폐수지, 폐MP막, 폐RO막 및 슬러지를 저장에 적합한 형태로 포장하기 위해 사용된다.

44

파. 오버팩 드럼

80갤론 오버팩 드럼은 부지 내 임시저장고에서의 저장시 그리고 소외지역으로 이송시 고압으로 압축된 55갤론 드럼을 포장하기 위해 사용된다.

242

11.4.2.3 계통 운전

가. 건조폐기물처리 부계통

건조폐기물처리 부계통은 고체폐기물 압축기 및 분류처리설비등으로 구성되어 있다. 방사성을 띌 수 있는 건조폐기물은 방사성폐기물 건물에 위치한 건조폐기물 분류처리 지역에 수집된다.

건조폐기물은 발전소 운전 및 폐기물의 특성에 따라 적절히 처리된다. 건조폐기물은 분류처리설비에서 방사선 준위에 따라 방사성건조폐기물과 청정 쓰레기로 분류된다. 방사성폐기물로 분류된 압축성 건조폐기물은 고체폐기물 압축기로 55갤론 드럼내에 압축 처리하여 밀봉한 후 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반하여 반출시까지 저장한다. 압축 과정에서 발생하는 배기기체는 배기 송풍기에 의해 여과기를 거쳐 건물 배기구로 이송된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

오염된 비압축성 건조폐기물은 압축 처리하지 않고 드럼에 넣어 포장하며, 큰 기기나 장비는 적당한 크기의 용기에 넣어 포장한다. 청정 쓰레기로 분류된 폐기물은 별도의 지침에 따라 처리한다.

압축성 건조폐기물 드럼은 소외 처분 지역으로 이송하기 전에 부피를 줄이기 위하여 초고압 압축된다.

나. 여과기취급 부계통

본 계통은 폐여과기 카트리지를 그 본체로부터 분리하여 방사성폐기물건물의 포장지역으로 운반한다. 폐여과기 카트리지를 여과기 본체에서 분리하여 포장하기 위해서 본 계통은 여과기 취급캐스크, 작업용 차폐플러그, 여과기 취급장비, 캐스크/드럼 운반기등으로 구성되어 있다.

여과기 취급장비는 수작업으로 폐여과기 카트리지를 인출하는데 사용되며, 이때 작업자 방사선 피폭을 막기위해 차폐플러그를 이용한다. 여과기 카트리가 제거되면 차폐용기에 넣어 폐여과기 포장지역으로 운반된다. 폐여과기 카트리는 배수후 폐여과기용 용기에 포장되며, 필요에 따라 제염하여 방사성 폐기물건물내 폐기물드럼 임시저장구역으로 옮겨 별도의 임시저장시설로 반출할 때까지 저장한다.

다. 수지이송 부계통

본 계통은 화학 및 체적제어계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통, 액체방사성폐기물계통, 증기발생기취출계통등의 흡착대 및 탈염기에서 발생하는 폐수지를 제거하여 저장하며 새 수지를 이들 탈염기에 공급하는 역할을 한다.

화학 및 체적제어계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통의 탈염기는 보조 건물의 수지이송계통에서 관련 공정을 수행하며, 액체방사성폐기물계통과 증

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

기발생기취출계통의 탈염기는 방사성폐기물건물의 수지이송계통에서 관련 공정을 수행한다. 이들 두 계통의 설계는 매우 유사하며, 각 계통은 방사성 폐수지의 저장 및 방사능 붕괴를 위한 폐수지탱크와 폐수지 이송을 위해 탈염수를 공급하는 폐수지이송펌프로 구성되어 있다.

보조건물의 탈염기 용기로부터 고방사성 폐수지를 제거할 때, 원자로보충수탱크로부터 나오는 원자로보충수를 수지배출 공급모관을 통해 탈염기 용기로 공급하여 폐수지를 고방사성폐수지탱크로 이송한다. 고방사성폐수지탱크의 수지는 수지이송펌프를 이용하여 방사성폐기물건물내에 설치된 폐수지장기저장탱크로 이송되어 장기간 저장된다. 장기간 저장되어 방사능 준위가 충분히 낮아진 폐수지는 저방사성폐수지와 같은 방법으로 건조 처리한다.

방사성폐기물건물의 탈염기 용기로부터 저방사성폐수지를 제거할 때, 탈염수를 탈염기 용기에 공급하여 폐수지를 저방사성폐수지탱크로 이송한다. 이때 저방사성폐수지탱크는 폐수지를 충분히 저장할 수 있는 용량을 가지고 있으며, 저장탱크에서 일정기간 저장된 폐수지는 폐수지건조처리설비에서 처리된 뒤, PE 용기에 포장하여 부지 내 임시저장고로 운반하여 저장한다. | 242

본 계통에는 관련 계측기기가 설치되어 있어 탈염기 용기에 수지의 잔류 유무를 감시하고 폐수지탱크의 수지 수위 및 탈염수 수위의 측정을 통해 탱크 내 수지 비율을 확인하며, 필요한 경보를 발생한다. 새 수지는 이동식 수지주입기 또는 새 수지이송펌프를 사용하여 탈염기에 충전한다.

라. 폐수지장기저장 부계통

본 계통은 폐수지장기저장탱크와 관련 배관 및 계측설비로 구성된다. 수지이송 부계통의 고방사성폐수지탱크로부터 이송된 폐수지를 장기간 저장하여 방사능을 충분히 붕괴시키기 위해, 폐수지장기저장탱크는 약 10년 저장 용량으로 설계되어 있다. 오랜 저장으로 인한 폐수지의 응고 현상을 방지하기 위해 1년에 2~3회 압축공기와 탈염수 분사기를 이용하여 폐수지를 혼합한다. 저장탱크는 대기압탱크로 제작되며, 또한 탱크내에 휘발성 기체의 과도한 축적

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

을 방지하기 위해 탱크 배기관은 방사성폐기물건물 배기관으로 연결되어 있다. 폐수지를 장기간 보관하는 동안 폐수지의 상태를 정기적으로 감시하기 위해 시료채취설비가 설치되어 있으며, 또한 장기저장 후 이동식 폐수지 처리설비와 연결할 수 있는 설비가 설치되어 있다.

마. 폐수지건조처리 부계통

본 계통은 폐수지를 탈수 및 건조 처리하는데 필요한 기기 즉, 탈수 증진헤드, 탈수펌프, 송풍기, 관련배관, 연결호수 및 제어기기등으로 구성되어 있다. 저방사성폐수지탱크에서 이송된 폐수지는 탈수 및 건조처리 과정을 거친 후 PE 용기에 포장된다.

11.4.2.4 포장, 저장 및 운반

방사성폐기물은 표준 55갤론 드럼과 PE 용기에 포장된다. 포장된 고체방사성폐기물은 방사성폐기물건물내 차폐된 폐기물드럼 임시저장구역에 저장하거나 부지 내 임시 저장고로 운반하여 저장한다. 방사성폐기물건물내 폐기물드럼 저장구역에는 약 30일 동안 발생되는 고체방사성폐기물드럼을 저장할 수 있다. 임시저장고의 설계특성 및 평면도는 표 11.4-8과 그림 11.4-3에 제시되어 있다. 사용되지 않은 드럼은 방사성폐기물건물내의 새 드럼저장구역에 저장한다. 폐기물을 건조 및 포장 처리한 후 표면선량을 측정하며, 필요한 경우 처분용기를 납으로 차폐된 운반용기(cask)에 넣어 운반할 수 있도록 되어 있다.

소내 임시저장고에 저장된 방사성폐기물 드럼은 최종 처분장으로 이송하기에 앞서 11.4.2.4.1절에 기술된 방사성폐기물 핵종분석장치로 평가한 감마방사능값에 척도인자를 적용하여 드럼내 방사성핵종, 총 방사능 등을 평가한다. 울진 5,6호기에서 발생된 폐기물의 종류별 척도인자는 표 11.4-7에 기술되어 있다.

운전중 오염된 비압축성 대형기기 및 장비 등은 적당한 크기의 용기에 넣어 포장한다. 소외지역으로 운반되는 고체방사성폐기물의 예상방사능량은 표 11.4-5와 같다.

11.4.2.4.1 방사성폐기물드럼 핵종분석 장치

방사성폐기물드럼 핵종분석장치는 원자력발전소에서 생성되는 중,저준위 폐기물 드럼을 영구처분장으로 이송하기전, 핵종별 방사능 농도, 총 방사능량을 비파괴검사방법을 이용하여 측정한다. 동 장치는 울진원자력발전소 공용설비로 소내 임시저장고내에 설치되며,

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

다음과 같은 주요기기로 구성되어 있다.

가. 고정형 핵종분석장치

1) 감지기장치

동 장치는 감마선을 이용하여 방사성폐기물 드럼내 핵종별 방사능 농도를 측정하는 장치로 시멘트 고화드럼과 같은 고밀도 드럼은 SGS(Segmented Gamma Scanner)으로 측정하며, 잡고체와 같은 저밀도 드럼은 TGS(Tomographic Gamma Scanner) 방식으로 측정할 수 있다. 동 장치는 HPGe형 감지기, 차폐체, 콜리메이터, 감쇄기 및 감지기 구동부로 구성되어 있다.

2) 전송선원장치

동 장치는 측정되는 방사성폐기물 드럼의 고효율분석을 위해 사용되며, 전송선원(Eu-152), 셔터 및 납차폐체로 구성되어 있다.

3) 드럼 적재 및 회전장치

동 장치는 컨베이어에서 운반된 방사성폐기물 드럼을 감지기 장치로 이송, 회전하는데 사용되며, 다양한 크기의 드럼을 측정하기 위하여 최대 1,000kg의 정격용량을 가진다.

4) 자료취득 및 전산장치

동 장치는 방사성폐기물드럼 내 방사성핵종을 분석하여 이를 도식화 할 수 있는 장치로, 방사성핵종을 분석할 수 있는 구동 프로그램 및 PC 등 전산장치로 구성되어 있으며, 방사선 피폭으로부터 운전원을 보호하기 위하여 차폐된 운영실에 위치한다.

5) 자동 컨베이어장치

동 장치는 방사성폐기물 드럼의 원활한 반,출입을 위하여 핵종분석장치와 자동으로 연계되어 작동하며, 다양한 크기의 방사성폐기물 드럼을 이송하기 위하여 최대 1,000kg의 정격용량을 가진다.

나. 이동식 핵종분석장치(ISOCS, In-Situ Object Counting System)

동 장치는 고건전성용기(HIC) 등 고정형 핵종분석 장치에서 측정할 수 없는

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

방사성폐기물 드럼의 핵종별 방사능 농도, 총 방사능량을 측정하는데 사용될 수 있으며, 전 원전 공용이다.

14

발전소 부지내 저장시설은 법적요건을 만족하는 제 1, 2저장고가 운영되고 있으며, 저장고의 저장용량은 200리터 드럼 기준으로 제 1저장고가 7,400드럼, 제 2저장고가 10,000 드럼이다.

1

11.4.2.5 유리화처리 부계통

11.4.2.5.1 개요

유리화처리 부계통은 중·저준위 방사성폐기물을 유리화 처리하는 설비로서, 크게 저온용융로에 폐기물을 공급하는 폐기물전처리/이송 및 폐기물공급계통과 폐기물의 유리화공정이 이루어지는 저온용융로계통 그리고 유리화공정 중 발생하는 배기체를 처리하는 배기체처리계통으로 나눌 수 있다. 이들 유리화설비의 기기배치는 그림 1.12-17-1과 같으며 배관 및 계장도는 그림 11.4-2와 같다.

폐기물전처리/이송계통은 유리화대상 폐기물의 형태, 특성을 저온용융로의 투입조건에 맞게 전처리하는 공정으로 잡고체분쇄기 및 각 폐기물의 이송설비들로 구성된다.

52

폐기물공급계통은 유리화대상 폐기물과 유리조성체를 저온용융로에 정량적으로 공급하기 위한 설비로서 각 폐기물별로 저장호퍼 및 계량호퍼와 이송 스크류들로 구성된다.

유리화공정이 이루어지는 저온용융로계통은 저온용융로와 고주파발생장치 및 용융고화체 배출설비들로 구성된다. 유도가열식 저온용융로(Cold Crucible Melter, CCM)는 수냉식 용융로이며 고주파 유도전류로 유리를 가열하는 구조로 되어 있다.

배기체처리계통은 유리화공정 중 발생하는 배기체에서 방사성물질 및 유해가스를 제거하는 계통으로 입자상 방사성물질을 포함하는 분진을 제거하는 1차 배기체처리계통과 방사성옥소 및 환경유해가스를 제거하는 2차 배기체처리계통으로 구성되어 있으며, 각 계통의

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

주요기기는 고온필터, 고온해파필터, 후단연소기, 세정기, 해파/활성탄 필터 및 선택적 촉매환원반응기 등으로 구성되어 있다.

또한 유리화설비는 용융고화체의 안전한 포장 및 취급을 위한 용융고화체 취급계통과 배기체처리계통에서 발생된 분진을 슬러리화하여 저온용융로 내로 재투입하여 처리하기 위한 분진재순환계통, 그리고 2차폐기물처리계통 등으로 구성된다.

11.4.2.5.2 계통설명

가. 폐기물 전처리 및 이송계통

폐기물 전처리/이송계통은 잡고체 폐기물의 전처리계통과 저방사성 폐수지 이송계통으로 이루어지고 잡고체폐기물 전처리계통은 유리화처리대상 가연성 잡고체폐기물을 분쇄기에서 분쇄, 압축성형 후 폐기물드럼에 담아 유리화설비로 이송 후 잡고체폐기물 저장호퍼에 투입하는 절차로 이루어진다.

저방사성 폐수지 이송계통은 방사성폐기물건물의 지하층(EL 70'-0")의 기존 저방사성 폐수지 저장탱크에 수집/저장된 저방사성 폐수지를 기존 폐수지이송펌프를 이용하여 유리화구역의 저방사성 폐수지 저장호퍼로 이송하는 계통으로서, 저방사성 폐수지의 이송절차는 기존 발전소의 방사성 폐수지 건조처리장치(SRDS)의 이송절차와 동일한 절차를 이용하여 유리화설비의 폐수지저장호퍼로 이송된다. 이를 위하여 트럭베이지역에 설치되어 있는 방사성 폐수지 건조처리설비용 기존 이송배관에서 새로운 이송배관이 분기되어 폐수지 저장호퍼까지 직접 연결된다. 단, 완전 건조된 저방사성폐수지는 수작업으로 저장호퍼에 투입할 수 있다.

나. 폐기물 및 유리조성체 공급계통

폐기물 및 유리조성체 공급계통은 폐기물 전처리 및 이송계통으로부터 이송된 처리대상폐기물(가연성 잡고체, 저방사성 폐수지)과 유리조성체를 저온용융로에 일정량씩 연속적으로 공급하는 기능을 수행하며, 향후 처리가능성이

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

있는 폐기물을 위한 별도의 기타폐기물 공급장치가 설치된다.

가연성잡고체 공급계통은 저장호퍼에 저장된 가연성잡고체를 이송스크류의 회전에 의해서 계량호퍼로 충전하며, 계량호퍼로 이송된 가연성잡고체는 계량호퍼의 공급스크류의 회전에 의해서 저온용융로 상부의 수직공급장치를 통하여 저온용융로로 일정하게 연속적으로 공급된다.

저방사성 폐수지 공급계통은 저방사성 폐수지 이송계통에 의해 저장호퍼에 공급된 저방사성 폐수지를 저장호퍼의 탈수장치(Dewatering Screen)에 의해서 자연 탈수 시킨다. 저장호퍼에서 자연탈수된 저방사성 폐수지는 이송스크류의 회전에 의해서 계량호퍼로 충전되며, 계량호퍼로 이송된 저방사성 폐수지는 계량호퍼 하부의 공급스크류의 회전에 의해서 저온용융로 상부의 수직공급장치를 통하여 저온용융로로 일정하게 연속적으로 공급된다. 계량호퍼 내에는 호퍼 벽면에 붙어있는 수지를 제거할 수 있도록 회전형 교반기가 장착된다.

유리조성체 공급장치는 각각의 유리조성체 저장호퍼(Flow Bin Hopper)/이송진동장치, 유리조성체 계량호퍼(Glass Frit Hopper)/공급진동장치, 계량컵(Metering Bucket) 및 3중 에어락 밸브로 구성된다. 유리조성체의 공급은 진동 주입방식을 사용하여 배치(Batch)식으로 이루어진다. 진동식이송장치에 의해서 저장호퍼에서 계량호퍼로 이송된 유리조성체는 진동식 공급장치에 의해 정량이 계량컵에 공급되고, 계량컵에 일정량의 유리조성체가 공급되면 유리의 공급이 중단되고 계량컵 하부의 3중 에어락 밸브가 열리고 닫히면서 저온용융로 상부의 수직공급장치를 통하여 저온용융로 내부로 공급된다.

기타폐기물 공급장치는 저장호퍼에 저장된 기타폐기물을 유리조성체 공급장치와 동일한 방식인 진동식 이송장치에 의해 기타 폐기물들을 저온용융로로 공급된다.

다. 저온용융로계통

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

저온용융로계통은 폐기물을 저온용융로 내에서 연소 및 용융 방법에 의하여, 폐기물 내의 유기성분은 제거하고 중금속 및 방사성핵종들과 같은 무기성분은 산화물 형태로 유리 내에 가두어 유리고화 처리하는 설비로서 크게 저온용융로, 고주파발생기, 임피던스 어댑터 및 고주파전원 공급 라인으로 구성된다.

저온용융로의 몸체는 섹터(sector)를 여러 개 연결한 원통형으로 이루어져 있고 섹터로 구성된 몸체는 고주파를 효과적으로 저온용융로 내로 투입시켜 티타늄링이나 유리조성체를 가열하게 된다. 고주파발생기로부터 유도코일에 고주파 전류가 공급되어 저온용융로 내부에 삽입된 티타늄링나 유리용탕을 유도 가열하는 구조로 되어있다.

고주파발생기는 최대 출력 400 kW, 주파수 200 ~ 300 kHz 이하로서 저온용융로의 유리를 용융시키고 유리용탕온도를 2100°F(1150℃) 이상으로 유지할 수 있는 충분한 용량의 고주파전원을 공급한다.

임피던스 어댑터는 유도코일과 콘덴서로 구성된 장치로 저온용융로의 유도코일에 의해서 발생하는 전기적인 무효전력을 보상함으로써 안정적인 고주파전력을 공급할 수 있도록 하는 장치이다. 임피던스 어댑터는 유리용탕의 물리적 특성과 운전상태 및 운전변수 변화에 안정적으로 동작될 수 있도록 되어 있다.

고주파전원 공급라인은 임피던스 어댑터 캐비넷과 유도코일을 연결하는 전기전도체로서 절연체를 사이에 두고 평행하게 배열된 두 개의 구리판 구조로 되어 있으며, 고주파전류로 인하여 발생하는 열로 인한 공급라인 양단의 전압강하를 줄이기 위하여 공급라인 내부를 냉각하도록 되어 있다.

라. 배기체처리계통

배기체처리계통은 1차 배기체처리계통 및 2차 배기체처리계통으로 구분할 수

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

있으며 1차 배기체처리계통은 저온용융로로부터 배출되는 입자상 방사성물질을 포함한 분진을 우선 제거하여
, 2차 배기체처리계통의 분진 침적 및 방사성 오염을 최소화한다. 2차 배기체처리계통은 배기체 내의 미연소 유기물(CO, CxHy, Dioxin등), SOx, NOx 및 방사성 옥소 등을 제거한 후 대기로 방출한다. 1차 및 2차 배기체처리계통을 통하여 처리가 완료된 배기체는 대기로 배출되기 전에 유리화구역 배기계통과 병합되어 냉각되고, 방사성폐기물건물의 배기구통을 통하여 배출된다.

1차 배기체처리계통은 배관냉각기, 고온필터 및 고온해파필터 등으로 구성되고, 2차배기체처리계통은 후단연소기, 배기체냉각기, 세정기, 고효율습분제거기, 재열기-1, 활성탄/해파필터, 배기팬, 재열기-2 및 선택적촉매환원반응기 등으로 구성된다.

배관냉각기는 수냉식으로 저온용융로와 고온필터 사이에 설치되며, 고온필터에서 방사성물질 특히 반휘발성 핵종이 효과적으로 제거될 수 있도록 배기체를 냉각하는 기능을 수행한다.

고온필터는 금속성 캔들형으로 배관냉각기 후단에 위치하며, 배기체에 포함된 분진 및 방사성물질을 1차 포집하는 기능을 수행한다. 고온필터는 분진의 포집효율을 증가시키고 운전 중 발생할 수 있는 캔들의 손상에 대비하여 100% 용량의 고온필터 2대를 직렬로 설치한다. 고온필터에 포집된 분진은 질소 또는 압축공기를 이용한 탈진에 의해 제거되며 필터 하우징 하부에 수집된 분진은 주기적으로 분진재순환계통으로 배출된다.

고온해파필터는 1차 및 2차 고온필터에서 여과된 배기체에서 미세분진 및 방사성물질을 제거하기 위하여 설치한다. 고온해파필터는 연속운전을 위하여 100% 용량의 고온해파필터 2대를 병렬로 설치한다.

후단연소기는 원통형으로 등유를 연료로 사용하여 배기체에 포함된 미연소유기물이 기준치 이상 발생될 경우 이를 완전 연소시킨다. 또한 저온용융로

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

부터 발생된 배기체 중의 미연소 유기물 농도가 기준치 이하이면 후단연소기와 배기체 냉각기를 우회할 수 있도록 설계되어 있다. 배기체 내에 포함된 탄화수소류가 열적 산화에 의해 이산화탄소(CO_2)와 물(H_2O)로 변환된다. 후단연소기는 배기체가 내부에서 산소와 충분히 혼합될 수 있도록 2초 이상의 체류시간을 갖도록 한다.

후단연소기를 거친 배기체는 세정기로 유입전 배기체냉각기에서 약 752 °F (400 °C) ~ 932 °F (500 °C)로 냉각된다. 배기체냉각기는 원통형의 냉각자켓 방식으로, 내부 표면에 부식성 가스가 응축되는 것을 방지하기 위하여 고온의 냉각수를 사용한다.

세정기는 분사형 세정기 및 충전형 세정기로 구분되며 분사형 세정기는 다이옥신의 재생성을 방지하고, 충전형 세정기 내에서의 산성가스 제거효율을 높이기 위하여 배기체의 온도를 급격히 떨어뜨리는 기능을 수행한다. 동시에 분사형세정기는 물을 분사시킴으로써 배기체에 포함된 분진 및 방사성 입자를 물입자로 포집시킨다. 충전형 세정기는 HCl 및 SO_x 등을 제거하는 장치로서 배기체와 가성소다의 원활한 화학반응을 위하여 여러 단계의 충전단으로 구성된다.

세정기로부터 배출되는 배기체는 고효율습분제거기로 유입된다. 고효율습분제거기는 후단의 활성탄필터를 보호하기 위하여 배기체에 포함된 미세액적을 제거한다.

재열기-1은 고효율습분제거기로부터 배출된 증기로 포화된 배기체를 이슬점 온도 이상으로 가열하여 배기체에 포함된 증기가 후단의 활성탄필터에서 응축되는 것을 방지하는 기능을 수행한다. 재열기-1을 통과한 배기체는 활성탄/해파필터로 유입된다. 활성탄/해파필터는 MOD필터, 활성탄필터 및 해파필터로 구성되며, 배기체에 포함된 분진, 다이옥신, 입자상 방사성물질 및 방사성요오드를 최종적으로 제거한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

배기팬은 저온용융로에서 발생된 배기체를 대기로 배출하고 저온용융로 및 배기체처리계통의 부압을 유지하는 기능을 수행한다. 배기팬은 2대가 설치되며, 운전 중인 팬에 고장이 발생하면 대기 중인 팬이 자동으로 기동된다. 유리화설비에 정전사고가 발생할 경우에도 배기체처리계통의 부압을 유지하기 위하여 배기팬에 비상전력이 공급된다.

재열기-2는 배기팬으로부터 배출된 배기체를 선택적촉매환원반응기의 탈질반응 온도인 518 ~ 752 °F (270 ~ 400 °C)까지 가열하며 선택적촉매환원반응기는 배기체에 암모니아를 주입하여 질소산화물을 환원 처리하는 기능을 수행한다. 암모니아 주입구 주변에는 암모니아 누출감지기를 설치하며, 암모니아의 누출이 감지되면 암모니아의 공급을 차단하여 작업자를 보호한다.

마. 분진재순환계통

분진 재순환계통은 유리화설비 운전 중 고온필터의 하단부로부터 분진을 수집, 계량하여 슬러리 형태로 제조하고, 이를 저온용융로 계통으로 이송 및 공급함으로써 일부는 용융유리 내에 함께 섞여 용융되고 일부 가연성분은 연소되며, 나머지 일부는 다시 고온필터에 포집되어 본 계통에 의하여 반복 순환 처리된다.

고온필터에서 발생하는 분진은 분진계량호퍼로 수집되고, 한 배치의 처리량이 계량호퍼에 수집되면 슬러리 제조호퍼로 이송된다. 슬러리 제조호퍼로 분진이 공급되면 용수공급과 더불어 교반기에 의하여 슬러리 형태로 제조된 후, 슬러리 이송펌프에 의하여 슬러리 저장호퍼로 이송된다. 슬러리저장호퍼는 슬러리를 저장하였다가 슬러리공급펌프에 의하여 저온용융로 내로 정량 공급한다.

각 단계의 슬러리 이송이 완료되면 이송배관에 연결된 세정라인으로 용수가 공급되어 세정되며 세정한 물은 우회배관을 통하여 슬러리제조호퍼 및 슬러리저장호퍼로 이송되어 슬러리 제조를 위한 용수로 재사용된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

바. 세정폐액처리계통

52

유리화 운전중 발생하는 세정폐액은 세정기의 저수조에 채워지며 저수조 수위가 설정치에 도달하면 세정폐액을 양이온교환수지탑으로 처리 또는 우회하여 저장탱크(Holdup Tank)로 배출한다.

124

저장탱크에 수집된 세정폐액은 환경방출기준을 만족하지 못할 경우 증발농축 방식으로 건조처리된다. 세정폐액이 환경방출기준을 만족시키면 울진원전5,6호기의 방사성액체폐기물 방출계통을 통해 방출할 수 있다. 세정폐액의 건조처리 공정은 저장탱크, 세정폐액 이송펌프, 건조기, 응축기 등으로 구성된다.

세정폐액 저장탱크는 세정기에서 배출된 세정폐액을 임시 저장하는 기능을 수행하며, 저장탱크로부터 건조기로의 세정폐액 이송은 수동 이송펌프에 의해 이송된다. 건조기는 감압증발형으로 증기보일러로부터 공급된 고온의 스팀을 이용하여 세정폐액을 증발 농축시킨다. 외부 자켓에 공급된 증기는 자켓 하부로 응축되어 증기트랩을 통하여 일반 배수계통으로 배출된다. 증기 응축기는 건조기에서 발생된 세정폐액 증기를 액화시켜서 방사성 배수계통으로 배출하는 역할을 수행한다.

52

11.4.2.5.3 공정유출물의 감시

유리화 공정계통에서 발생하는 배기체에는 SOx, NOx, CO 등의 일반환경 유해물과 방사성입자 및 방사성기체가 포함된다. 따라서 환경으로 방출되는 배기체는 연속적으로 감시하여 허용치 이상의 환경유해물질 및 방사성물질이 환경으로 방출되지 않도록 한다.

가. 기체유출물의 방사능 감시

기체유출물에 대한 유도방출한도는 원자력안전위원회 고시 제2016-16호, 232
10CFR50, APP. I, SEC.Ⅱ에서 제시된 비제한구역에서의 선량한도 이내가 52

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

되도록 설정된다. 또한, 유출물감시기는 U.S Reg. Guide 1.97에 따라 사고시 발생하는 방사성유출물의 최대 예상농도를 측정할 수 있도록 선정된다.

기체 유출물에 대한 방사능 감시기는 배기설비의 후단 배기구에 설치되며, 배기구를 통하여 환경으로 방출되는 기체 유출물의 방사능을 연속적으로 측정 및 기록한다.

기체 유출물 감시기의 검출기는 방사성입자 감시용으로 베타 섬광계수기를 사용하고, 요오드 감시용으로는 감마 섬광계수기를 사용한다. 감시기의 측정 범위 및 경보설정치, 기체 유출물의 예상 방사능 농도 등을 표 11.5-1에 기술되어 있다.

52

방사능 감시기는 유리화 제어실에 설치되는 안전제어반 및 운전자 연계장치(LCD Monitor), 방사선 감시 단말기와 연결되며 제어실에서 기체 유출물의 방사능을 감시할 수 있다. 환경으로 배출되는 배기에서 경보설정치 이상의 방사능이 감지될 경우에는 경보가 발생하고 폐기물공급이 중단되는 조치가 취해지며, 고경보설정치에 도달되면 고주파발생기 및 배기팬을 포함한 유리화 설비가 정지된다.

나. 기체유출물의 환경유해물질 감시

유리화설비의 공정 배기체처리계통은 원자력안전위원회 고시 제 2014-60호(중·저준위 방사성폐기물 소각기준)에서 제시된 환경유해물질의 배출허용기준을 만족하도록 설계된다. 다만 연속적으로 자동측정기에서 분석되는 항목인 CO, NO_x, SO_x, HCl 및 먼지에 대해서는 소각기준 보다 강화된 기준인 대기환경보전법에 제시된 30분 평균 배출허용기준값을 준용한다. 대기환경보전법에 제시된 배출허용기준 및 배기체처리계통의 설계기준을 표 11.4-6에 나타내었다.

231

105

배기구를 통하여 대기로 방출되는 환경유해물질을 감시하기 위해

삭제

231

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

배기체 감시기가 설치되며, 감시장비는 시료채취기(Sample Probe), 도관(Tubing), 전처리장치(Sample Conditioning unit), 측정기기(Analyzers, Field instruments, Flow computer), 자료수집장치(Data logger), 배기체감시반(Off-gas monitoring console, 자체관리시스템)으로 구성된다.

시료채취기 및 현장계기는 공정라인에 연결되고 전처리장치, 분석기, 유량컴퓨터, 자료수집장치는 배기체감시계통 현장제어반에 설치된다. 단 먼지분석기는 특성상 공정라인에 연결되고 현장제어반에 신호변환기를 설치한다. 배기체 감시반은 유리화설비 제어반에 설치되며 자료수집장치와의 데이터 송수신을 통하여 배출되는 주요 대기오염물질을 24시간 항시 감시하고 자료를 저장할 수 있는 기능을 갖는다.

52

원자력안전위원회 고시 제 2017-66호(중·저준위 방사성폐기물 소각기준)에 따라 정상운전상태에서 환경유해물질인 일산화탄소의 농도가 기준치를 초과하는 경우에는 폐기물 투입을 중단한다.

242

105

11.4.2.5.4 포장, 저장 및 운반

저온용융로에서 배출되는 용융고화체는 몰드에 채워진 후 표준 55갤론 드럼(몰드드럼)에 포장된다. 포장된 몰드드럼은 일반 폐기물드럼과 같이 방사성폐기물건물내 폐기물드럼 임시저장구역에 저장하거나 부지 내 임시저장고로 운반하여 저장한다.

52

242

몰드는 스테인레스강 재질의 용기로 저온용융로 차폐셀에서 충전된 몰드는 이송차폐셀의 몰드드럼접합장치에서 차폐뚜껑을 열고 크레인을 이용 몰드드럼에 장전되고, 차폐뚜껑을 닫은 후 이송하여, 몰드드럼의 뚜껑체결장치를 이용 뚜껑을 닫은 후 방사성폐기물건물 내 임시저장고로 이송된다.

52

11.4.3 안전성 평가

고체방사성폐기물계통은 비안전성관련계통으로서 별도의 안전성평가를 필요로 하지 않는다.

11.4.4 시험 및 검사

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통은 발전소 정상운전시 간헐적으로 운전된다. 따라서 본 계통은 일반 산업관례 기준에 따라 주기적으로 육안검사 및 예방보수를 실시한다.

11.4.5 계측설비

고체방사성폐기물계통 구역은 지역방사선감시기에 의해 감시된다. ALARA 지침에 따라 운전원의 방사선 피폭을 관리하기 위하여 트럭베이, 폐기물드럼 임시저장구역, 폐여과기 포장구역, 건조폐기물 저장구역 및 폐수지건조처리설비 설치 위치등에 지역 방사선감시기를 설치하여 외부 방사선을 측정하게 된다. 이들 방사선감시기에 대한 사양은 표12.3-4에 기술되어 있다.

11.4.6 참고문헌

1. "Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants," U.S. NRC Regulatory Guide 1.143, Rev.1, Oct. 1979.
2. Standard Review Plan, Ch.11.4, Solid Waste Management System, NUREG-0800.
3. "Solid Radioactive Waste Processing System for Light Water Cooled Reactor Plants," ANSI/ANS-55.1, 1992.
4. "Volume Reduction of Low-Level Radioactive Waste or Mixed Waste," ANSI/ANS-40.35, 1991
5. "Mobile Radioactive Waste Processing Systems," ANSI/ANS-40.37, 1993.
6. 원자력안전위원회 고시 제2015-04호, "중·저준위 방사성폐기물 인도규정" 231
7. 원자력안전위원회 고시 제2016-16호, "방사선방호 등에 관한 기준" 232
8. 원자력안전위원회 고시 제2014-60호, "중·저준위 방사성폐기물 소각기준" 231

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-1

고체방사성폐기물계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생하는 폐기물량⁽¹⁾

(m³/yr, 양호기 기준)

폐기물 구분	고체방사성폐기물 연간 유입량 및 발생량		
	유 입 량	발 생 량	
폐여과기	20.28 ⁽²⁾	22.30	52
폐수지	55.64	44.52 ⁽³⁾	
슬러지	8.49 ⁽⁴⁾ /0.2 ⁽⁵⁾	8.49 ⁽⁴⁾ /0.2 ⁽⁵⁾	
폐 MF막	0.4 ⁽⁵⁾	0.4 ⁽⁵⁾	44
폐 RO막	0.6 ⁽⁵⁾	0.6 ⁽⁵⁾	
유리화 용융고화체		2.56 ⁽⁶⁾	52
기타 건조폐기물 (압축된 폐기물량 기준)	416.18	35.13 ⁽⁷⁾	
계	500.59	113.0	

(1) 울진 3,4호기 최종안전성분석보고서 기준

(2) 액체방사성폐기물계통에서 여과기를 사용하지 않으므로, 울진 3,4호기를 기준으로 전체 폐여과기의 82%가 1차 계통에서 발생하는 것으로 가정

(3) 폐수지는 유리화설비에서 처리되는 폐수지를 제외한 발생 폐수지를 탈수처리 후 PE 용기에 포장하는 것으로 가정

(4) 액체방사성폐기물계통의 원심분리기 처리 결과 발생하는 슬러지 폐기물

(5) 액체방사성폐기물계통의 전처리설비 운영에 따라 발생하는 폐기물량

(6) 유입폐기물중 유리화처리대상폐기물을 100% 유리화처리 하였을 때 발생하는 용융고화체의 양

(7) 유리화설비에서 처리되는 건조폐기물은 발생량에서 제외하였고, 건조폐기물 분류처리설비의 감용비 “2”, 초고압 압축기의 감용비 “3”으로 가정
(유리화설비의 2차폐기물 발생량은 감용비를 고려하지 않음)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-2 (2 중 1)

고체방사성 폐기물계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량 (TBq/yr-unit)

방사성 핵 종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	슬러지	화학 및 체적 제어계통 여과기	사용후연료 저장조정화계통 여과기
Ag-110	0.00E+00	3.01E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ag-110m	1.23E+01	2.32E-02	7.94E-03	0.00E+00	0.00E+00
Ba-137m	1.02E+02	2.69E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	8.70E+00	2.10E-01	7.98E-02	0.00E+00	0.00E+00
Br-84	2.16E-02	7.05E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	2.55E-01	2.58E-03	9.19E-04	0.00E+00	0.00E+00
Ce-143	2.07E-01	2.40E-02	1.77E-02	0.00E+00	0.00E+00
Ce-144	4.20E+01	7.15E-02	2.44E-02	0.00E+00	0.00E+00
Co-58	1.68E+00	8.09E-02	2.81E-02	3.61E+00	2.09E-03
Co-60	8.40E-01	9.53E-03	3.24E-03	6.86E-01	3.72E-04
Cr-51	4.50E-01	5.29E-02	1.90E-02	1.30E+00	1.13E-03
Cs-134	6.30E+01	2.16E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	8.50E-10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	3.90E-01	2.21E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	1.02E+02	2.88E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fe-55	1.74E+00	2.15E-02	7.32E-03	1.51E+00	8.10E-04
Fe-59	6.90E-02	5.22E-03	1.84E-03	1.80E-01	1.21E-04
I-129	0.00E+00	6.25E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	2.01E+01	1.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-132	1.20E+00	1.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	6.90E+00	1.03E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	7.50E-01	3.29E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	4.20E+00	5.46E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
La-140	2.25E+00	3.41E-01	1.58E-01	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	1.71E+00	2.87E-02	9.79E-03	1.81E+00	9.54E-04
Mo-99	9.30E-01	7.63E-02	4.00E-02	0.00E+00	0.00E+00
Na-24	1.62E+00	2.20E-01	3.06E-01	0.00E+00	0.00E+00
Nb-93m	0.00E+00	1.03E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95	5.10E-01	5.11E-03	1.71E-03	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95m	0.00E+00	3.92E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Np-239	2.76E-01	2.45E-02	1.38E-02	0.00E+00	0.00E+00
Pr-103m	0.00E+00	2.08E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pr-144m	0.00E+00	7.12E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-2 (2 중 2)

방사성 핵 종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	슬러지	화학 및 체적 제어계통 여과기	사용후연료 저장조정화계통 여과기
Rb-88	8.40E-02	2.49E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-103m	0.00E+00	1.28E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	0.00E+00	1.62E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	1.56E+01	1.30E-01	4.60E-02	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106	1.02E+03	1.61E+00	5.50E-01	0.00E+00	0.00E+00
Sb-122	9.90E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sb-124	5.10E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	3.60E-01	2.45E-03	8.56E-04	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	2.01E-01	2.15E-04	7.32E-05	0.00E+00	0.00E+00
Sr-91	2.19E-02	2.80E-03	6.36E-03	0.00E+00	0.00E+00
Tc-99	0.00E+00	1.57E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Tc-99m	6.60E-02	7.16E-02	3.16E-02	0.00E+00	0.00E+00
Te-129	6.90E-02	5.28E-03	1.69E-01	0.00E+00	0.00E+00
Te-129m	3.30E-01	3.28E-03	1.16E-03	0.00E+00	0.00E+00
Te-131	8.10E-03	2.39E-03	5.46E-02	0.00E+00	0.00E+00
Te-131m	9.90E-02	1.21E-02	9.50E-03	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	2.94E-01	2.13E-02	1.06E-02	0.00E+00	0.00E+00
W-187	1.35E-01	1.74E-02	1.60E-02	0.00E+00	0.00E+00
Y-89m	0.00E+00	2.44E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	0.00E+00	7.81E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-91	5.10E-07	2.02E-04	3.18E-05	0.00E+00	0.00E+00
Y-91m	5.40E-05	1.79E-03	3.24E-03	0.00E+00	0.00E+00
Y-93	4.50E-04	1.30E-02	2.77E-02	0.00E+00	0.00E+00
Zn-65	4.80E+00	9.12E-03	3.12E-03	0.00E+00	0.00E+00
Zr-93	0.00E+00	5.32E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	1.32E+00	6.84E-03	2.38E-03	3.01E-07	2.88E-04

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-3

고체방사성폐기물계통 기기관련 규격 및 표준

<u>기기</u>	<u>설계 및 제작</u>	<u>재 질</u>	<u>용접사 자격 및 용접절차</u>	<u>검사 및 시험</u>
압력용기	ASME 코드 Sec. VIII	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. VIII
대기압 탱크	ASME 코드 Sec. III, Class 3, 또는 API 650	ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. III, Class 3, 또는 API 650,
배관 및 밸브	ASME B31.1	ASTM 또는 ASME 코드 Sec. II	ASME 코드 Sec. IX	ASME B31.1
펌프	제작자표준	ASME 코드 Sec. II, 또는 제작자표준	ASME 코드 Sec. IX	ASME 코드 Sec. III, Class 3, 또는 Hydraulic Institute

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 1)

52

고체방사성폐기물계통 주요기기의 특징 및 사양

고방사성 폐수지탱크

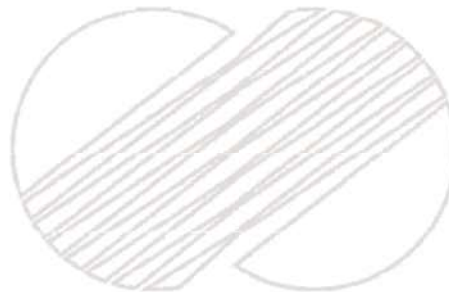
형식	수직원통형
수량 (호기당)	1
용량	3,592 갤론 (13.6 m ³)
재질	304 스테인레스강
설계압력/온도	250/150(psig/°F)
적용 코드	KEPIC MGB

1

저방사성 폐수지탱크

형식	수직원통형
수량	1
용량	4,490 갤론 (17.0 m ³)
재질	304 스테인레스강
설계압력/온도	150/150(psig/°F)
적용 코드	KEPIC MGB

1



폐수지장기저장탱크

형식	수직원통형
수량	2
용량 (대당)	29,600 갤론 (112 m ³)
재질	304 스테인레스강
설계압력/온도	대기압/150°F
적용 코드	KEPIC MGD

1

고방사성 폐수지이송펌프

형식	연속공동형
수량 (호기당)	1
용량	75 gpm (283.9 L/min)
토출압력	210 psig (14.7 kg/cm ²)
차압수두	254 ft
재질	316 스테인레스강
적용 코드	HI Standard

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 2)

52

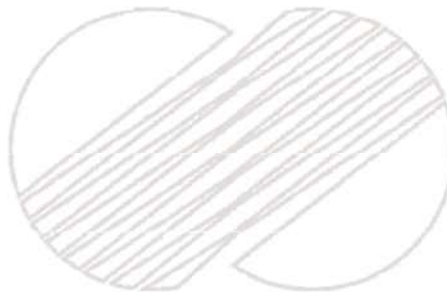
저방사성 폐수지이송펌프

형식	연속공동형
수량	1
용량	75 gpm (283.9 L/min)
토출압력	110 psig (7.74 kg/cm ²)
차압수두	208 ft
재질	316 스테인레스강
적용 코드	HI Standard

1

이동식 브릿지크레인

수량	1
용량	10톤
재질	탄소강
원격 및 제어방식	원격, CCTV
적용 코드	제작자 표준



1

여과기 운반용기

수량	1
무게	7.21 톤
재질	304L 스테인레스강
적용 코드	제작자 표준

1

고체 폐기물 압축기

수량	1
용량	212 psig (14.9 kg/cm ²)
재질	탄소강
적용 코드	제작자 표준

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 3)

52

여과기취급 차폐플러그

수량	2
무게	4톤
재질	납
적용 코드	제작자 표준

1

폐기물 분류테이블

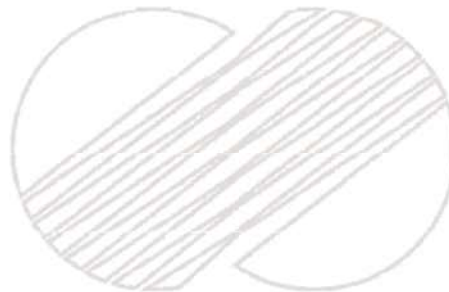
수량	1
형태	3×6 배열고감도 플라스틱 신틸레이터
측정범위	220~2.2×10 ⁵ dpm/100cm ²
적용 코드	제작자 표준

1

폐기물 분쇄기

수량	1
형태	전기 구동식
모터마력	10 hp
적용 코드	제작자 표준

1



백모니터

수량	1
형태	
- 비방사능 측정용	4대의 고감도 플라스틱 신틸레이터
- 동위원소 분석용	1대의 4×4 NaI 신틸레이터
측정범위	0.037~2,000 Bq/g
적용 코드	제작자 표준

1

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 4)

52

이동식 초고압압축기

수량	1(전 원자력발전소 공용설비)
형태	유압식
압축력	3,626 psi (2,000 톤)
처분용기	55 갤론드럼
모터마력	84.4 hp
재질	탄소강
적용 코드	제작자 표준

1

폐수지건조처리설비

수량	1(울진발전소 공용)
용량	100 ft ³ /shif
재질	304/304L 스테인레스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

1

PE용기

용량	50 ft ³
재질	폴리에틸렌
적용 코드	제작자 표준

1

오버팩 드럼

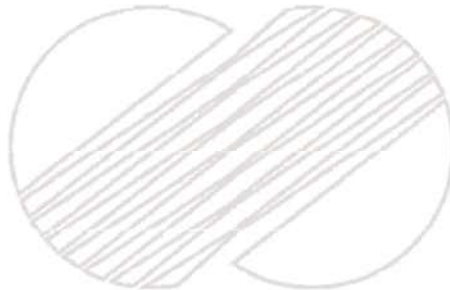
용량	80 갤론
재질	KSD-3506
적용 코드	제작자 표준

1

55갤론 폐기물 드럼

용량	55 갤론
형식	DOT-17H
재질	탄소강
적용 코드	제작자 표준

1



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 5)

핵종분석장치

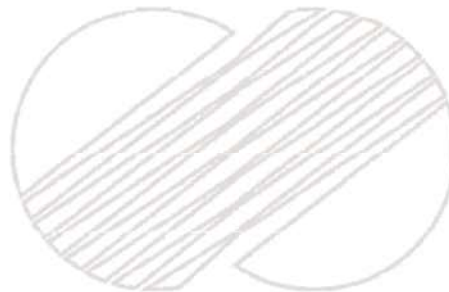
수량	1(울진발전소 공용)
형태	HPGe형 감지기
측정범위	3 keV ~ 10 MeV
측정방식	TGS 및 SGS 방식
측정드럼크기	55 겔런드럼, 85 겔런드럼
최대드럼하중	1000 kg

자동 컨베이어장치

수량	1
형태	롤리컨베이어
운반속도	3.05 m/min
운반드럼크기	55 겔런드럼, 85 겔런드럼
최대드럼하중	1000 kg
컨베이어 롤러 재질	스테인레스강
마력	1 Hp

이동식 핵종분석장치

수량	1(전 원자력발전소 공용)
형태	HPGe형 감지기
측정범위	3 keV ~ 3 MeV



유리화설비

1) 저온용융로

수량	1
내경	1.8 ft
재질	스테인레스강

2) 저온용융로 가열장치(고주파발생기)

수량	1
용량	400 kW
주파수	200~300 kHz 이하

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 6)

3) 폐기물 전처리 및 공급계통

잡고체분쇄기

수량	1
용량	100 kg/hr
분쇄크기	0.4" x 0.4"
재질	스테인레스강

잡고체 공급장치

수량	1
저장용량	550 갤론
폐기물 공급량	11.0~66.1 lb/hr
재질	스테인레스강

폐수지 공급장치

수량	1
저장용량	264 갤론
폐기물 공급량	4.4~22.0 lb/hr
재질	스테인레스강

기타폐기물 공급장치

수량	1
저장용량	79 갤론
폐기물 공급량	4.4~22.0 lb/hr
재질	스테인레스강

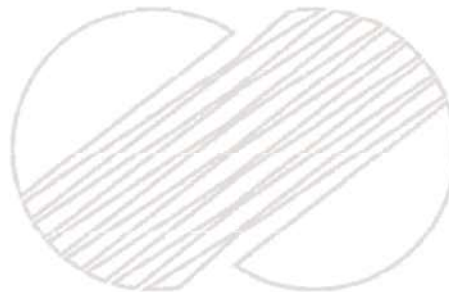
유리조성체 공급장치

수량	1
저장용량 (유리조성체 저장호퍼)	26.4 갤론/개 x 4개
유리조성체 공급량	0.889~88.9 lb/hr
재질	스테인레스강

4) 배기체처리계통

배관냉각기

수량	1
외경	8"
재질	304/316L 스테인레스강



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 7)

고온필터

수량	2
형식	Sintered Metal Candle
용량	88.3 NCFM
재질	스테인레스강

고온헤파필터

수량	2
여과효율	99.97%
용량	88.3 NCFM
재질	316L 스테인레스강

후단연소기

수량	1
형식	등유 버너
용량	250,000 kcal/hr
내화재	세라믹 블록

배기체냉각기

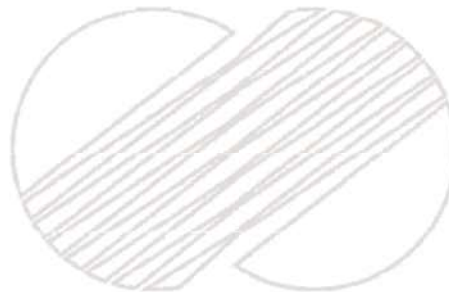
수량	1
형식	수직 냉각자켓형
용량	118 NCFM
재질	하스텔로이/스테인레스강

세정기

수량	1
형식	분사형/충진형
용량	118 NCFM
재질	하스텔로이

고효율습분제거기

수량	1
형식	Fiber 또는 PP
용량	118 NCFM
재질	316L 스테인레스강



52

124

52

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 8)

			52
<u>재열기-1</u>			
수량	1		
형식	간접식		
용량	4,300 kcal/hr		124
재질	316L 스테인레스강		
<u>활성탄/헤파필터</u>			
수량	2		
용량	118 NCFM		
재질	316L 스테인레스강		
<u>배기팬</u>			52
수량	2		
형식	수평 원심형		
용량	118 NCFM x 78.7 inAq		
재질	316L 스테인레스강		
<u>재열기-2</u>			
수량	1		
형식	직접식		
용량	25,800 kcal/hr		124
재질	316 스테인레스강		
<u>선택적촉매환원반응기</u>			
수량	1		
형식	직접식		
효율	95%		
재질	304/316L 스테인레스강		52
5) 분진재순환계통			
<u>분진 계량호퍼</u>			
수량	1		
용량	1.14 ft ³		
재질	304L 스테인레스강		

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 9)

슬러리 제조호퍼

수량	1
용량	1.14 ft ³
재질	316L 스테인레스강

슬러리 이송펌프

수량	2
형식	다이하프램
용량	14.5 gpm
재질	316L 스테인레스강

슬러리 저장호퍼

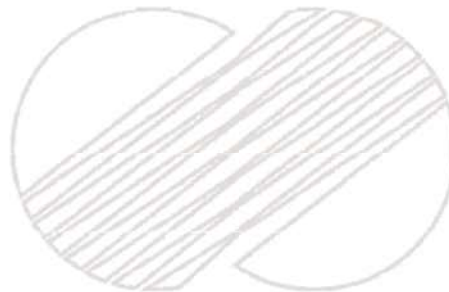
수량	1
용량	3.53 ft ³
재질	316L 스테인레스강

슬러리 공급펌프

수량	2
형식	튜브
용량	0.002~0.09 gpm
재질	316L 스테인레스강

예비호퍼

수량	1
용량	7.06 ft ³
재질	316L 스테인레스강



52

6) 세정폐액 건조계통

세정액 저장탱크

형식	수직, 원통형
재질	스테인레스 316L
용량	400 갤론

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 10)

세정폐액 이송펌프

형 식
재 질
용 량
운전압력

수평, 원심형
케이싱 & 임펠러- 하스텔로이 C
4.4 gpm
98.4 ft

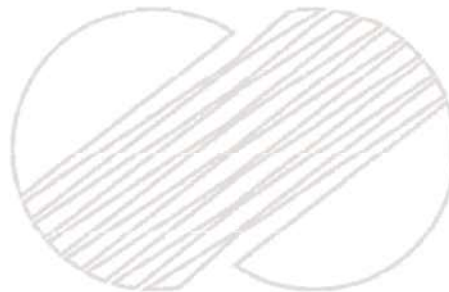
건조기

형 식
재 질
용 량
운전온도
운전압력

감압증발형
스테인레스 316L
265 lb/hr
212 °F(100 °C)
145 psig

증기 응축기

형 식
재 질
용 량
운전압력



셸/튜브형
스테인레스 316
73,000 kcal/hr
43.5 psig

배출팬

형 식
재 질
용 량
운전압력

터보 팬
스테인레스 316
64.4 Nft³/min at 100°C
정압 200mmAq

7) 물질취급장치

폐기물인수 이송대차

수량
용량
주행속도

1
6,614 lb (3톤)
32.8 ft/min

물드드립 이송대차

수량
용량
주행속도

1
2,205 lb (1톤)
32.8 ft/min

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (11 중 11)

이송차폐셀 크레인

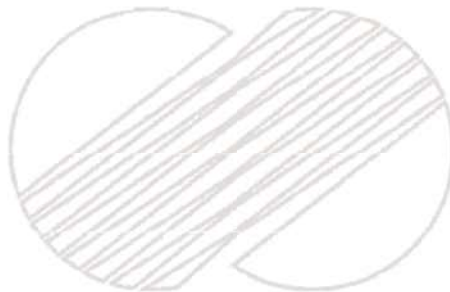
수량	1
형식	더블거더 천정크레인
용량	3 톤

원격조종기

수량	2 set
형식	Master-Slave
용량	44 lb표 11.4-5 (2 중 1)

몰드(유리고화체)

용량	180 리터
재질	스테인레스강



울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-5 (2 중 1)

소외지역으로 운반되는 고체방사성폐기물의 예상 방사능량 (TBq/yr-unit)

<u>방사성 핵 종</u>	<u>고방사성 폐수지</u>	<u>저방사성 폐수지</u>	<u>슬러지</u>	<u>화학 및 체적 제어계통 여과기</u>	<u>사용후연료 저장조정화계통 여과기</u>
Ag-110	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ag-110m	1.78E+01	2.14E-02	7.31E-03	0.00E+00	0.00E+00
Ba-137m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	1.71E+00	4.13E-02	1.57E-02	0.00E+00	0.00E+00
Br-84	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ce-141	1.35E-01	1.36E-03	4.85E-04	0.00E+00	0.00E+00
Ce-143	5.62E-08	6.52E-09	4.81E-09	0.00E+00	0.00E+00
Ce-144	6.53E+01	6.65E-02	2.27E-02	0.00E+00	0.00E+00
Co-58	1.29E+00	6.03E-02	2.10E-02	2.69E+00	1.55E-03
Co-60	3.25E+00	9.43E-03	3.21E-03	6.79E-01	3.68E-04
Cr-51	2.13E-01	2.50E-02	8.98E-03	6.16E-01	5.32E-04
Cs-134	1.75E+02	2.10E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	8.06E-02	4.57E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-137	4.86E+02	2.87E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Fe-55	5.44E+00	2.11E-02	7.17E-03	1.48E+00	7.93E-04
Fe-59	4.35E-02	3.28E-03	1.15E-03	1.13E-01	7.61E-05
I-129	0.00E+00	6.25E-12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.52E+00	7.58E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-132	9.10E-95	8.86E-96	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	2.67E-10	3.98E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-134	3.43E-248	1.51E-249	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	6.17E-33	8.03E-34	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
La-140	9.42E-06	1.43E-06	6.59E-07	0.00E+00	0.00E+00
Mn-54	2.83E+00	2.68E-02	9.16E-03	1.70E+00	8.93E-04
Mo-99	4.84E-04	3.97E-05	2.08E-05	0.00E+00	0.00E+00
Na-24	2.80E-21	3.80E-22	5.28E-22	0.00E+00	0.00E+00
Nb-93m	0.00E+00	1.03E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95	2.82E-01	2.82E-03	9.47E-04	0.00E+00	0.00E+00
Nb-95m	0.00E+00	1.53E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Np-239	3.93E-05	3.49E-06	1.96E-06	0.00E+00	0.00E+00
Pr-103m	0.00E+00	4.50E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Pr-144m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-5 (2 중 2)

방사성 핵 종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	슬러지	화학 및 체적 제어계통 여과기	사용후연료 저장조정화계통 여과기
Rb-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-103m	0.00E+00	7.58E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ru-103	9.21E+00	7.69E-02	2.71E-02	0.00E+00	0.00E+00
Ru-106	1.88E+03	1.53E+00	5.20E-01	0.00E+00	0.00E+00
Sb-122	5.01E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sb-124	3.66E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sr-89	2.40E-01	1.62E-03	5.67E-04	0.00E+00	0.00E+00
Sr-90	9.56E-01	2.15E-04	7.31E-05	0.00E+00	0.00E+00
Sr-91	3.27E-25	4.18E-26	9.48E-26	0.00E+00	0.00E+00
Tc-99	0.00E+00	1.57E-09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Tc-99m	7.24E-38	7.86E-38	3.47E-38	0.00E+00	0.00E+00
Te-129	7.06E-189	5.41E-190	1.73E-188	0.00E+00	0.00E+00
Te-129m	1.78E-01	1.76E-03	6.26E-04	0.00E+00	0.00E+00
Te-131	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-131m	5.92E-09	7.26E-10	5.68E-10	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	4.99E-04	3.61E-05	1.79E-05	0.00E+00	0.00E+00
W-187	1.07E-10	1.38E-11	1.27E-11	0.00E+00	0.00E+00
Y-89m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	0.00E+00	3.20E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-91	3.62E-07	1.42E-04	2.23E-05	0.00E+00	0.00E+00
Y-91m	7.55E-73	2.51E-71	4.54E-71	0.00E+00	0.00E+00
Y-93	1.59E-25	4.62E-24	9.81E-24	0.00E+00	0.00E+00
Zn-65	9.81E-04	1.86E-06	6.37E-07	0.00E+00	0.00E+00
Zr-93	0.00E+00	5.32E-11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Zr-95	9.73E-01	4.94E-03	1.72E-03	2.18E-07	2.18E-07

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-6

유리화처리계통 환경유해물질의 예상 발생량 및 소각시설 배출허용기준

배출오염물질	예상 발생량	배출허용기준 (2005년 1월 이후)	설계기준
CO	< 50	300(12)ppm 이하	50ppm
NOx	< 100 ppm	150(12)ppm 이하	100ppm
SOx	< 50 ppm	100(12)ppm 이하	50ppm
HCl	< 40 ppm	50(12)ppm 이하	40ppm
먼지	< 50	100(12)mg/Sm ³ 이하	50mg/Sm ³
Dioxin	< 0.5	5(12)ng-TEQ/Nm ³ 이하	0.5ng-TEQ/Nm ³

- 주) 1. 배출허용기준란의 ()는표준산소농도(O₂의 백분율)를 말한다.
2. 기타 유해물질의 배출허용기준은 원자력안전위원회 고시 제2014-60호(중·저준위 방사성폐기물 소각기준)에서 제시된 기준을 따른다.

52

203
124

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-7

울진 5,6호기 폐기물종류별 척도인자

폐기물 구분	평가핵종	지표핵종	기하평균 ^{주1)}	선형회귀 ^{주2)}	
			SF	c	d
잡고체	H-3	Co-60	3.98E+0	-	-
	C-14	Co-60	4.00E-2	-	-
	Fe-55	Co-60	7.75E+0	-	-
	Ni-59	Co-60	2.55E-1	-	-
	Ni-63	Co-60	1.33E+0	-	-
	Nb-94	Co-60	7.79E-4	-	-
	Sr-90	Cs-137	4.93E-2	-	-
	Tc-99	Cs-137	3.61E-1	-	-
	I-129	Cs-137	3.90E-4	-	-
	Gross α	Co-60	1.90E-2	-	-

- 주1) 기하평균법 : $A_{DTM_N} = SF \times A_{Key_N}$
 - A_{DTM_N} : 지표핵종과 연관성을 지닌 평가핵종의 방사능량
 - A_{key_N} : 계측된 지표핵종의 방사능량
 - SF : 미리 결정된 방사능비(constant ratio)
- 주2) 선형회귀법 : $\log(A_{DTM_N}) = \log(c) + d \times \log(A_{key_N})$
 - d = 선형 회귀 모형의 기울기
 - $\log(c)$ = 선형 회귀 모형의 y절편

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-8

방사성폐기물 임시저장고 설계특성

일반 요건

등급분류	
안전등급	비 안전등급
전기등급	Non-Class 1E
내진범주	III
품질등급	S
사용 범위	한울 1,2,3,4,5,6호기
저장 용량 (기준 : 200L 드럼)	1임시저장고 7,400 드럼 2임시저장고 10,000 드럼
저장 대상	잡고체, 폐수지, 폐필터 카트리지가, 농축폐액 드럼 등

242

저장고 기본구성

구조물	방사선 차폐기능의 철근-콘크리트 구조물 발전소와 분리된 별도 경계 울타리 및 출입구
벽 두께 및 높이	1임시저장고 40 cm/ 6.6 m 2임시저장고 50~90cm/ 9.3, 15.8 m
계통	방사성폐기물 분석 계통, 공기조화계통, 화재방호계통, 방사선감시계통 등



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6 호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.4-1 (2 중 1)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6 호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.4-1 (2 중 2)





한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6 호기
최종안전성분석보고서

유리화설비 배관 및 계장도

그림 11.4-2 (3 중 2)







	한국수력원자력주식회사 한울원전 5, 6 호기 최종안전성분석보고서
	방사성폐기물 임시저장고 평면도 2임시저장고
	그림 11.4-3 (2 중 2)

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.5 공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통

공정 및 유출물 방사선감시계통은 발전소에서 배출되는 액체 및 기체에 포함될 수 있는 방사성물질의 유출을 감시, 기록 및 제어하도록 설계된다. 하나 혹은 그 이상의 계통으로 정상운전, 예상운전과도사건과 가상사고를 처리할 수 있다. 이들 계통들은 유출물 뿐만 아니라 액체 공정 경로내 방사성오염물질의 방사능 준위와 농도, 공기조화계통내 공기 중 방사능을 감시한다. 9.3.2절에 상세히 기술된 감시요건을 충족시키기 위해 수동(grab) 시료채취 및 실험실 분석이 이용된다. 연속 감시, 수동(grab) 시료채취 및 분석계통은 10 CFR 50 부록 A 의 일반설계기준 60, 63 및 64의 요건과 규제지침서 1.21의 내용을 만족시키도록 설계된다.

11.5.1 설계기준

공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통은 방출시에 소외 환경에 해로운 영향을 미칠수 있는 방사능 물질에 의해 오염될 수 있는 액체 및 기체공정 경로내 방사능을 측정, 지시 및 제어하기 위해서 설계된다. 또한 일부 감시기는 보호기능을 수행한다.

11.5.1.1 안전 설계기준

- 가. 공정 및 유출물 방사선감시계통과 시료채취 계통의 감시기들 중에 주제어실 공기 조화설비 입구덕트 공기 감시기들은 공기 방사능 준위가 허용치 이상이 되면 보조기기 공학적안전설비작동신호중 주제어실비상환기작동신호를 발생시킨다. 주제어실비상환기작동신호는 가상설계 기준사고 동안에도 주제어실의 거주성을 유지하기 위하여 보조기기 공학적안전설비 및 기기들을 작동시킨다.
- 나. 상기 감시기들은 안전성관련 및 소내보호계통의 일부로서 단일사고 기준, 분리, 격리, 환경 및 지진 검증요건을 만족시키기 위하여 IEEE 279, 323, 344와 384에 따라 설계된다. 12.3.4절에 기술된 일부 지역 방사선 감시계통 감시기와 함께 상기 감시기들은 보조기기 공학적안전설비 작동신호를 생성시킨다. 지역 방사선감시계통 감시기들은 공학적안전설비 작동신호중 격납건물퍼지격리작동

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

신호와 핵연료건물 비상환기작동신호를 발생시킨다.

다. 상기 감시기들의 안전성 평가는 7.3절에 기술되어 있다.

라. 이 감시기들의 보조기기 공학적 안전설비 작동신호 작동설정치는 미국원자력규제위원회 규제지침서 1.105에 의거하여 결정된다.

11.5.1.2 출력운전 기준

표 11.5-1 및 소외선량평가지침서는 방사선 감시 작동설정치 및 일부 경우에 공정경로에서 처리되는 총 방사능 농도 또는 방사능 준위의 상한치를 요구한다. 이 한계치를 결정하기 위하여 다음 설계기준을 준수해야 한다.

가. 10 CFR 50 준수

- 1) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 격납건물의 대기, 공정경로, 가상냉각재 상 실사고 유체를 재순환시키는 일부 계통에 포함되는 장비 및 격실 소외 유출물배기 경로, 일반설계기준 64에서 요구하는 가상사고 배기 경로를 감시한다.
- 2) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 배출되는 방사성 핵종농도가 원자력안전위원 | 175 회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준을 초과할 때 | 232 경보를 제공하며 일부 유출경로에 대해서는 자동적으로 유출물 방출을 차단한다.
- 3) 연간 소외 방출량이 주거 제한 구역 밖의 일반 주민에 대하여 10 CFR 50, 부록 I의 요건에 만족됨을 보장하기 위해 방사선 방출자료를 보관하도록 지원 계통 및 발전소 운영절차서가 제공된다.

나. 규제지침서 권고사항 반영

- 1) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 연속적으로 작동하며 규제지침서 1.21에서 권고 한대로 보고서 준비를 위하여 충분한 방사선 방출 데이터를 제공한다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

- 2) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 규제지침서 1.45에서 권고한 한계치까지 1차 냉각재 경계 누설을 감시한다.
- 3) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 방사선 감시기의 검출 범위와 관련한 규제지침서 1.97의 권고사항을 만족한다.
- 4) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 규제지침서 1.105의 작동설정치 개념에 따라 경보작동동작치를 설정한다.
- 5) 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 거주지역 및 가스 방출 경로내 공기중 방사능 농도를 연속적으로 지시한다. 이 감시기는 규제지침서 8.8 및 8.10에 따라 공기중 방사선 장해를 신속히 격리 혹은 교정할 수 있는 능력을 발전소에 제공한다.
- 6) 사고조건에서 증가하는 건물내의 요오드준위를 효과적으로 감시하기 위하여 NUREG-0718, III.D.3.3절에 따라 비석(zeolite)을 시료매체로 하는 휴대용 계측기를 사용한다.

11.5.1.3 규격 및 표준

11.5.1.2절에서 나열된 규격과 규제지침서는 적용 가능한 해당 산업규격 및 표준을 참조한다.

11.5.2 계통 설명

11.5절과 12.3.4절에 사용한 용어의 정의는 다음과 같다.

가. 감 시 기 : 특정 공정 매체의 방사선 준위를 측정하기 위한 것으로 시료채취기구, 검출기, 펌프, 전자회로를 포함하는 장비

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

나. 채널 : 특정 동위원소의 방사능을 측정하기 위한 개개의 검출기를 채널이라 칭한다. 검출기 및 채널은 혼용되어 사용될 수 있다.

다. 검출기 : 방사능을 측정하는데 1차 소자인 방사선 시료 채취함이 있는 감지기

라. 시료채취기 : 검출기가 없는 감시기를 칭한다. 이는 주로 방사성 시료를 일정량 채취하여 원거리로 이송 후 분석용으로 쓰인다.

11.5.2.1 개요

공정 및 유출물 방사선감시기들은 발전소 운전 계통과 유출경로내 방사능을 연속적으로 감시하는 다중채널(일반적으로 미립자, 요오드 및 불활성기체 채널)로 구성된다. 검출기에서 나오는 출력은 현장에서 마이크로 프로세서로 처리되고 컴퓨터실에 설치되는 방사선감시 전산기로 전송된다. 또한 안전성관련 감시기들은 보조전기설비실내 안전성관련 분리 캐비닛(SRDC)에 연결된 전용배선을 통하여 방사능 정보를 전달한다. 방사선감시 계통은 컴퓨터실에 설치되는 이중의 중앙 컴퓨터와 연결된 현장기기의 마이크로 프로세서로 구성되는 디지털데이터계통이다. 주제어실, 보건물리실, 전산기실, 비상기술지원실 및 비상대책실에 설치되는 계통 CRT에는 모든 계통자료가 표시된다. 보건물리실, 주제어실과 컴퓨터실의 키보드는 상호작용할 수 있으며 채널변수 화일을 변경시킬 수 있다. 다른 키보드들은 화면제어만 할수 있고 채널변수 화일을 변경시킬 수는 없다.

방사선감시계통은 현장 운전원에게 방사성폐기물건물에 설치되는 모든 기체 및 액체 방사선 감시기의 지시를 위하여 방사성폐기물건물 제어실에 아날로그 지시계를 제공한다.

모든 고방사선 정보는 주제어실에 표시된다. 방사성폐기물건물의 기체 및 액체 방사선 감시기 정보는 주제어실과 방사성폐기물건물 제어실에 표시된다.

안전성관련 분리캐비닛에 설치되는 스트립차트 기록계는 안전성관련 방사선 감시기의 관련된 자료를 기록하게 된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

1E급과 비1E급 신호들은 발전소 여러 제어회로에 제어 연동신호를 제공하기 위하여 방사선감시계통에서 발생된다.

각각의 방사선 감시기의 현장 기기는 시료펌프, 여과기, 검출기 및 필요 배관을 포함한 완전히 집적화된 단위 조립체로 구성된다. 검출기 주위는 차폐되어 주변 방사선으로부터 보호되고 최대의 검출기 감도를 유지하게 된다.

기체공정 및 유출물 감시기들은 공기조화설비 또는 배출 공정으로부터 대표 시료를 채취하게 된다. 입자시료채취시에는 ANSI N13.1에 따라 가능한 등속(isokinetic) 시료채취를 수행하게 된다.

11.5.2.2 점검용 선원

각 감시기에는 주제어실에서 기능 및 교정 점검을 위해 검출기 조립체 내부의 방사성 시료를 모의시험할 수 있는 점검용 선원 또는 점검용 전기적 신호가 제공된다.

11.5.2.3 전원 공급

모든 1E급 방사선 감시기 및 안전성관련 분리 캐비닛(SRDC)은 1E급 무정전 전원으로부터 전원을 공급받는다. 각 감시기로 공급되는 전원은 표 11.5-1에 기술되어 있다.

11.5.2.4 교정 및 유지 보수

방사선 감시기는 표 11.5-1에 기재되어 있는 기본적인 방사성 핵종에 대해 제작자에 의해 교정된다. 제작자의 교정표준은 미국국립표준국 일차 교정 표준선원을 따르며 $\pm 7\%$ 이내의 정확성을 가진다. 일차 교정용 선원 검출기의 기하학적 구조(geometry)는 시료 검출기의 기하학적 구조와 같다. 일차 교정용의 재생 기하학적구조에서 계수된 이차 표준은 각각의 연속 감시기에 제공된다. 각 연속 감시기는 이차 방사성 핵종 표준을 이용하여 계획예방정비기간마다 교정된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

점검선원에 대한 각 연속 감시기의 계수율 응답은 일차 교정 후에 제작자에 의해 기록된다. 이 계수율 응답값은 감시기가 적절히 기능을 하는지를 확인하기 위하여 발전소 운전 중에 일정 간격을 두고 계측기 주변 방사선 계수율과 함께 기록된다.

각각의 감시기에 대해 점검선원 응답과 계수기 주변 방사선 준위를 보여주는 제어 도표가 작성유지된다. 계수 통계에 의해 부과되는 통계 한계를 벗어나는 계측기 응답시에는 그 원인을 조사하게 되고 기능을 회복하기 위하여 적절한 조치가 행해진다. 수리나 조정 후에 감시기는 발전소에서 이차 방사성 핵종 표준을 사용하여 재교정된다. 공정 및 유출물 감시기들은 저방사능 유체를 감시하므로 일상적인 유지 관리시에 제염이 필요하지 않을 것으로 예상된다. 그러나 감시기의 입구나 출구 배관을 제거하지 않고도 압축 공기 혹은 탈염수로 적절히 감시기를 세척할 수 있는 설비가 설치된다. 세척후에 만약 제염이 필요하게 되면 입구 및 출구 배관을 분리하여 기기가 설치된 위치에서 혹은 방사능오염 기기공작실(hot machine shop)에서 적절한 방법으로 감시기를 제염한다. 세척이나 제염 후에 방사선 감시기에서 결함이 있는 부품은 교체된다.

대기로 방출되는 유체는 방출전 및/또는 일정주기로 방사능농도를 분석한다. 만약 어느 때 건 감시기에 보수나 제염이 필요하게 되면 공정 흐름은 중지되어진다. 만약 공정 흐름의 중지가 불가능하면 휴대용 감시기를 사용하여 공정 유체의 현장 시료를 채취함으로써 유출물을 감시한다. 감시기의 보수나 제염은 검출기가 오프라인(off-line) 혹은 온라인(on-line) 또는 인라인(in-line)으로 설치되거나 우회될 수 있기 때문에 계통의 건전성에 영향을 미치지 않는다.

11.5.2.5 민감도

각 유출물 감시계통은 운영기술지침서에 설정된 방출 한도내에서 최소 농도를 검출할 수 있다.

민감도를 고려해서 감시기는 유출물 방출 지점에 설치된다. 원자력안전위원회 고시 제 2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준 및 제한구역경계에서의 선량요건의 만족여부를 평가할 때, 방출 지점과 발전소부지 경계사이의 희석계수(dilution factor)를

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

고려한다. 표 11.5-1에서는 공정 및 유출물 감시기의 상세한 민감도 요건을 나타내고 있다.

11.5.2.6 감시기 위치

감시기는 기초 방사선 영향과 시료 배관 길이를 최소화하기 위해 감시할 계통에 가깝고 주변 방사선 준위가 낮은 지역에 설치된다.

11.5.2.7 측정범위 및 설정치

여러 공정 및 유출물 방사선감시기의 측정범위는 감시할 계통의 예상되는 방사능준위에 따라 정해진다. 각 설정치 선정기준은 공정제어의 필요에 따라, 그리고 정상시 비방사능 계통 및 구역으로의 방사능 방출을 운전원에게 경고할 수 있도록 정해져야 한다.

여러 유출물 감시기의 측정범위는 유출물 방출지점에서의 방사능 농도 및 원자력안전법 | 134
시행령의 선량한도와 가상사고시의 소외선량 한도를 초과할 방사능 농도를 측정할 수 있
도록 정해진다. 사전 경고설정치는 원자력안전위원회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 | 232
관한 기준)의 제한구역경계에서의 선량한도를 초과하는 방출을 운전원에게 경고할 수 있
는 값으로 정해진다. 경보설정치는 원자력안전법 시행령의 일반인 선량한도를 초과하는 | 134
가상방출의 발생을 운전원에게 경고하며, 특히 안전관련 유출물감시기 설정치의 경우에는
자동으로 공학적안전설비를 작동시키기 위한 값으로 정한다. 공정 및 유출물 방사선감시
기의 방사능농도 측정범위와 경보설정치는 표 11.5-1에 나타나 있다.

11.5.2.8 기타 계통 변수

유체의 성분 및 농도와 같은 계통 매개변수의 예상범위는 표 11.5-1에 요약되어 있다.
각각의 계통에 대한 상세한 정보는 9장과 11장에서 다루어진다.

11.5.2.9 공정 및 대기방출 방사선감시

기체공정 및 대기방출 방사선감시 채널은 다음과 같으며 방사선감시계통의 배관 및 계장 | 52
도는 그림 11.5-1에 나타나 있다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

- 가. 1차보조건물 공기조화계통 배기 감시기
- 나. 1차보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기
- 다. 2차보조건물 공기조화계통 배기 감시기
- 라. 2차보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기
- 마. 2차보조건물 고에너지배관격실 공기조화계통 여과기입구 감시기
- 바. 핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기
- 사. 격납건물 공기조화계통 퍼지 감시기
- 아. 출입통제건물 공기조화계통 배기 감시기
- 자. 방사성폐기물건물 공기조화계통 배기 감시기
- 차. 방사성폐기물건물 공기조화계통 여과기입구 감시기
- 카. 주제어실 공기흡입구 감시기
- 타. 비상기술지원실 공기흡입구 감시기
- 파. 격납건물 공기감시기
- 하. 복수기진공펌프 배기 감시기
- 거. 기체방사성폐기물계통 배기 감시기

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

너. 기타 기체공정 방사선감시기

더. 방사성폐기물건물 유리화설비 환기계통 배기감시기

52

11.5.2.9.1 1차보조건물 공기조화계통 배기 감시기

1차보조건물 공기조화계통 공기정화기 배출부로부터 기체 방출량 및 방출핵종을 감시하기 위해 시료채취기 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.2 1차보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기

1차보조건물내 공기중 농도를 측정, 감시하며, 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 3-채널 (입자, 기체 및 요오드 감시용)감시기 한 대가 설치된다.

고 방사능이 감지되면 상시운전 공기정화기가 정지되고 미립자 여과 및 요오드 제거를 위한 공기정화기가 자동 작동된다.

11.5.2.9.3 2차보조건물 공기조화계통 배기 감시기

2차보조건물 공기조화계통 공기정화기 배출부로부터 기체 방출량 및 방출핵종을 감시하기 위해 시료채취기 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.4 2차보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기

2차보조건물내 공기중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 3-채널 (입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.5 2차보조건물 고에너지배관격실 공기조화계통 여과기입구 감시기

2차보조건물내 고에너지 배관격실의 공기중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 3-채널 (입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 한대

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

가 설치된다.

11.5.2.9.6 핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기

핵연료건물내 공기중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 3-채널 (입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.7 격납건물 공기조화계통 퍼지 감시기

격납건물내 공기중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 3-채널 (입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 한 대가 설치된다. 대형냉각재상실사고시에는 비상노심냉각계통 기기실내 공기중 농도를 측정, 감시하며 소외 방출농도를 감시하기 위해 사용된다.

11.5.2.9.8 출입통제건물 공기조화계통 배기 감시기

출입통제건물내 공기중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 기체 채널에 입자 및 요오드시료 채취기가 부착된 감시기 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.9 방사성폐기물건물 공기조화계통 배기 감시기

방사성폐기물건물내 공기중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 시료채취기 (입자 및 요오드시료 채취용) 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.10 방사성폐기물건물 공기조화계통 여과기입구 감시기

방사성폐기물건물내 공기중 농도를 측정, 감시하며, 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 3-채널 (입자, 기체 및 요오드 감시용)감시기 한 대가 설치된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

11.5.2.9.11 주제어실 공기흡입구 감시기

사고시 주제어실 공기흡구의 공기중 방사능농도를 측정하기 위해 1-채널(기체 감시용) 감시기가 계열(Division)별로 두 대(총 4대) 설치된다. 이 감시기들은 고방사선 탐지시 주제어실비상환기작동신호를 발령하여 보호기기 공학적 안전설비계통에 출력신호를 제공한다. 주제어실비상환기작동신호 발령시에는 정상운전시 열려 있던 외부공기 입구댐퍼가 자동으로 폐쇄되며 주제어실 공기는 보충공기 정화기를 통해 순환된다. 감시채널에 사용되는 전원은 1E급이다.

11.5.2.9.12 비상기술지원실 공기흡입구 감시기

사고 발생이후 지원인력이 상주하게 되는 비상기술지원실에서의 방사선 준위를 감시하기 위해 1-채널(기체 감시용) 감시기 한 대가 설치된다.

고방사능이 감지되면 비상기술지원실 보충공기정화기가 방사능에 오염 가능성이 있는 공기의 유입을 제한하기 위하여 자동 작동된다.

11.5.2.9.13 격납건물 공기감시기

격납건물내의 방사선준위를 감시하기 위해 3-채널(공기입자, 기체 및 요오드 감시용)감시기 두 대가 설치된다. 이 감시기는 정상운전시 압력경계 건전성을 유지할 수 있도록 설계된다. 격납건물 공기 감시기는 격납건물로 부터 채취한 공기 시료내의 입자, 요오드와 불활성기체 방사능을 연속적으로 측정, 지시 및 기록한다. 또한 입자 및 불활성 기체의 방사능은 미국원자력규제위원회 규제지침서 1.45에 따라 원자로냉각재압력경계 누설률을 측정하는 데 사용된다.

11.5.2.9.14 복수기진공펌프 배기 감시기

울진 5,6호기 배기기체(off-gas)계통의 대기방출 공기중농도를 측정, 감시하기 위해 1개의 채널(기체)과 1개의 시료채취기(공기입자 및 요오드)로 구성된 감시기 한 대가 설치된다.

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

고방사능이 감지되면 유출물 경로가 격납건물로 바뀐다.

11.5.2.9.15 기체방사성폐기물계통 배기 감시기

방사성폐기물건물내 기체방사성폐기물계통의 방사선 준위를 감시하기 위해 1-채널(기체 감시용) 감시기 한 대가 설치된다.

11.5.2.9.16 기타 기체 공정감시기

표 11.5-1에 제시된 기타 기체 공정방사선감시기는 지정된 공정을 감시하기 위해 설치된다.

11.5.2.9.17 방사성폐기물건물 유리화설비 환기계통 배기감시기

유리화설비의 배기체 방사능농도를 측정, 감시하고 소외로 방출되는 방사성핵종 농도를 감시하기 위해 유리화설비용 기체유출물 방사능감시계통이 설치되며, 유리화설비의 방사능감시계통은 11.4.2.5.3절에 기술되어 있다.

52

11.5.2.10 액체 공정 및 유출물 방사선감시기

다음과 같은 액체공정 및 유출물 방사선감시기가 설치된다.

가. 액체방사성폐기물관리계통 유출물감시기

나. 기기냉각수 공급모관 감시기

다. 증기발생기취출 감시기

라. 응축수회수탱크 취출 감시기

마. 종합폐수처리계통 감시기

바. 기타 액체 공정감시기

54

11.5.2.10.1 액체방사성폐기물관리계통 유출물감시기

액체방사성폐기물관리계통 유출물을 감시하기 위해 두 대의 감시기가 설치되어 배출밸브

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

와 연동된다.

액체방사성폐기물관리계통 유출물에 고방사선이 검출될 때 배출밸브는 자동적으로 닫힌다.

11.5.2.10.2 기기냉각수 펌프 공급모관 감시기

원자로냉각재계통 및 정지냉각계통으로부터 기기냉각수계통으로의 원자로냉각재의 유출을 감시하기 위해 두 대의 감시기가 기기냉각수계통을 연속적으로 감시한다.

11.5.2.10.3 증기발생기 취출 감시기

복수기 집수정으로 유입되는 하단 모관 유체 흐름을 여과기 후단에서 감시하기 위해 한 대의 감시기가 설치된다. 또한, 각 증기발생기로부터 시료취출을 감시하기 위해 한대의 감시기가 설치된다.

취출관 격리밸브와 2차 연속시료관 격리밸브는 고방사선이 검출되면 자동적으로 닫힌다.

11.5.2.10.4 응축수회수탱크 취출 감시기

응축수회수탱크내 응축수의 방사능 농도를 감시하기 위해 한 대의 감시기가 설치된다. 설정치 이상의 방사능이 검출될 때 자동으로 경보가 발생된다.

11.5.2.10.5 종합폐수처리계통 감시기

잠재적 오염가능성이 있는 발전소 2차계통 폐수가 환경으로 방출되는 것을 감시하기 위해 종합폐수처리계통에 한 대의 감시기가 설치된다.

종합폐수처리계통의 화학폐수이송펌프 및 격리밸브는 고방사선이 검출되면 자동적으로 정지되며 닫힌다.

11.5.2.10.6 기타 액체 공정 감시기

울진 5,6호기 최종안전성분석보고서

화학 및 체적제어계통 유출 및 탈기기 출구의 방사선 준위를 연속적으로 감시하기 위해 두 대의 감시기가 설치된다. 이 감시기들에 대한 상세한 내용은 9.3.4.5.6절에서 기술된다. 복수탈염기 폐기물과 같은 기타 잠재적인 방사성 폐수는 표 11.5-1에 나열된 감시기들에 의해 환경으로 배출되기 전에 감시된다.

11.5.3 유출물 감시 및 시료채취

모든 방사능 배출 경로들은 11.5.1.2절에서 기술된 설계기준에 따라 연속적으로 감시된다. 그랩 시료채취 및 소내 실험실 분석을 통해 방사성유출물의 발생원을 추적할 수 있게 된다. 이 추적 과정은 발전소 운전원이 필요한 보고요건을 이행하는데 도움이 된다. 공정 시료채취계통은 9.3.2절에서 상세히 설명된다.

기체 유출물에 대해서는 총 베타 및 총 감마 방사선이 감시되고, 액체유출물에 대해서는 총 감마 방사선이 감시된다. 동위원소 분석은 수동 시료채취에 의해 분석되는데 유출경로에는 적절한 시료채취 탭이 설치된다.

11.5.4 공정감시 및 시료채취

공정감시 및 시료채취는 11.5.1.2절에서 기술된 설계기준을 따라 설계된다. 방사성동위원소의 성분은 실험실의 시료분석에 의하여 식별된다. 공정시료채취계통의 기타부분은 9.3.2절에 기술되어 있다.

11.5.5 참고문헌

1. "Specification and Performance of on-site instrumentation for continuously monitoring radioactivity in effluents."ANSI N 42.18, 1980

표 11.5-1 (5 중 1)

연속공정 및 유출물 방사선감시계통

사용처	호기당 수량	채널형태	검출기 형태	측정방사능	교정용핵종	측정범위 (Bq/CC)	정확도 (% of reading)	예상농도 (Bq/CC)	고정보설정치 (Bq/CC)	전원	자동 동작	
1차보조건물 공기조화계통 유출물 (RE-015)	1	공기입자	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A	비IE급 교류계측	-	
		요오드	Sampler	-	-	-		N/A	N/A			
1차보조건물 배기 공기정화기 입구 (RE-017)	1	공기입자	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^1$	± 20	5.20×10^{-9}	1.61×10^{-3}	비IE급 교류계측	경보, 1차보조건물 배기공기정화기를 AU 31&AU09에서 AU08&AU10으로 변경	4
		기체	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^2 - 37 \times 10^7$	$\pm 20(N) \pm 40(A)$	1.03×10^{-2}	1.64×10^0			1
		요오드	γ scintillation	$\gamma(I-131)$	Ba-133	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^1$	± 20	6.89×10^{-5}	1.15×10^{-2}			4
2차보조건물 공기조화계통 유출물 (RE-002)	1	공기입자	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A	비IE급 교류계측		
		요오드	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A			
2차보조건물 배기 공기정화기 입구 (RE-003)	1	공기입자	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^1$	± 20	7.19×10^{-9}	3.72×10^{-3}	비IE급 교류계측	경보	
		기체	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^2 - 37 \times 10^7$	$\pm 20(N) \pm 40(A)$	1.41×10^{-2}	2.27×10^0			1
		요오드	γ scintillation	$\gamma(I-131)$	Ba-133	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^1$	± 20	9.49×10^{-5}	2.55×10^{-2}			
핵연료건물 공기조화계통 유출물 (RE-043)	1	공기입자	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^1$	± 20	7.62×10^{-9}	2.36×10^{-3}	비IE급 교류계측	경보	4
		기체	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^2 - 37 \times 10^7$	$\pm 20(N) \pm 40(A)$	1.50×10^{-2}	2.41×10^0			
		요오드	γ scintillation	$\gamma(I-131)$	Ba-133	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^1$	± 20	1.01×10^{-4}	1.69×10^{-2}			
격납건물 퍼지계통* 1 유출물 (RE-037)	1	공기입자	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^6$	± 20	3.05×10^{-6} (9.72×10^{-8})	4.08×10^{-2} (1.30×10^{-3})	비IE급 교류계측	경보, 격납건물 배기팬정지	4
		기체	β scintillation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^2 - 37 \times 10^9$	$\pm 20(N) \pm 40(A)$	1.81×10^{-1} (5.78×10^{-1})	9.50×10^1 (4.87×10^0)			
		요오드	γ scintillation	$\gamma(I-131)$	Ba-133	$37 \times 10^7 - 37 \times 10^6$	± 20	5.95×10^{-4} (1.90×10^{-5})	3.06×10^{-1} (9.78×10^{-3})			

사용처	호기당 수량	채널형태	감지기형태	측정방사능	교정용핵종	측정범위 (Bq/CC)	정확도 (% of reading)	예상농도 (Bq/CC)	고정보설정치 (Bq/CC)	전원	자동동작	
주제어실 외부 공기 흡입구 (RE-071,072, 073,074)	4	기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻² -37x10 ³	±20	Negligible	2.39E+0	1E급 교류계측	경보, 주제어실 정상 공기조화계통을 차단 시키고 주제어실비상 보충공기계통을 동작시킨다.	
격납건물 공기 (RE-039,040)	2	공기입자	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻⁵ -37x10 ⁴	±20	3.95E-5	2.37E-4	1E급 교류계측	경보	
		기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻² -37x10 ⁵	±20(N)±40(A)	1.61E+	3.22E+1			
		요오드	γ scinti- llation	γ(I-131)	Ba-133	37x10 ⁻⁵ -37x10 ⁴	±20	1.74E-4	8.20E-3			
방사성폐기물건물 공기조화계통 유출물 (RE-082)	1**	공기입자	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A	비1E급 교류계측		
		요오드	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A			
유리화설비 배기 계통 유출물 (V-733-J-RE515)	1**	공기입자	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻⁷ -37x10 ¹	±20	2.03E-4	2.30E-3	비1E급 교류계측	경보, 폐기물공급 정지 HFG 정지 배기팬 정지	52
		요오드	γ scinti- llation	γ(I-131)	Ba-133	37x10 ⁻⁷ -37x10 ¹	±20	5.11E-7	3.26E-3			
기체방사성 폐기물계통 배기 (RE-080)	1**	기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ¹ -37x10 ⁶	±20	1.21E+2	1.73E+5	비1E급 교류계측	경보	1
비상기술지원실 공기흡입구 (RE-054)	1*	기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻² -37x10 ³	±20	Negligible	2.39E+0	비1E급 교류계측	경보, 비상기술지원 실 보충 공기정화기 팬 작동	
방사성폐기물건물 배기 공기정화기 입구 (RE-083)	1**	공기입자	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻⁷ -37x10 ¹	N/A	Negligible	3.03E-4	비1E급 교류계측	경보, 기체방사성폐기 물계통 격리방출밸 폐기물건물 공기 정화기를 정상에서 비상공기정화기로 변경	4 52
		기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻² -37x10 ³	±20	5.05E-2	3.73E+1			
		요오드	γ scinti- llation	γ(I-131)	Ba-133	37x10 ⁻⁷ -37x10 ¹	N/A	5.22E-5	2.53E-2			1 52
고에너지 배관 지역배기 공기정화기 입구 (RE-007)	1	공기입자	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻⁷ -37x10 ¹	±20	2.08E-8	1.08E-2	비1E급 교류계측	경보	
		기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	37x10 ⁻² -37x10 ⁷	±20(N)±40(A)	4.10E-2	6.58E+0			
		요오드	γ scinti- llation	γ(I-131)	Ba-133	37x10 ⁻⁷ -37x10 ¹	±20	2.76E-4	7.41E-2			

표 11.5-1 (5 중 3)

사용처	호기당수량	채널형태	감지기형태	측정방사능	교정용핵종	측정범위 (Bq/CC)	정확도 (% of reading)	예상농도 (Bq/CC)	고정보설정치 (Bq/CC)	전원	자동동작
출입통제건물 배기 유출물 (RE-053)	1	공기입자	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A	비1E급 교류계측	경보
		기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	± 20	1.90×10^{-2}	3.05×10^0		
		요오드	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A		
탈기 배기 유출물 (RE-061)	1	공기입자	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A	비1E급 교류계측	경보, 배출 경 로를 외기로 부터 복수기 로 변경
		기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	± 20	Negligible	1.10×10^2		
		요오드	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A		
복수기 진공 배기 유출물 (RE-063)	1	공기입자	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A	비1E급 교류계측	경보, 배출 경 로를 외기로 부터 격납건 물로 변경
		기체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	± 20	2.14×10^0	4.52×10^2		
		요오드	Sampler	-	-	-	N/A	N/A	N/A		
주증기 배관 파단사고/증기 발생기 누설 (RE-217,218,219, 220)	4***	증기	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60/ Am-241/ C-13	$10^{-3} - 10^2$ (mSv/hr) $1.5 \times 10^{-1} - 1.5 \times 10^4$ (L/H)	± 20 ± 20	Negligible	0.15 (mSv/hr)/ 150 (GPD)	비1E급 교류계측	경 보

표 11.5-1 (5 중 4)

사용처	호기당수량	채널형태	감지기형태	측정방사능	교정핵종	측정범위 (Bq/CC)	정확도 (% of reading)	예상농도 (Bq/CC)	고경보설정치 (Bq/CC)	전원	자동동작	
액체방사성 폐기물계통 유출물 (RE-183,184)	2*	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	±20	3.73E-1	1.04E+3	비1E급 교류계측	경 보 · 방출탱크 · 밸브자동 폐쇄	52 72
기기냉각수펌프 공급모관 (RE-111,112)	2	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	±20	Negligible	1.05E+1	비1E급 교류계측	경 보	1
증기발생기 취출배관 (RE-104)	1	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	±20	1.05E-2	1.87E+2	비1E급 교류계측	경 보 · 증기발생기취출 격리밸브를격리	1
CVCS 유출배관 (RE-204)	1	액체	γ scinti- llation	Gross γ γ(Rb-88)	Cs-137 Ba-133 Co-60	$37 \times 10^0 - 37 \times 10^6$	±15	7.4E+2	Variable	비1E급 교류계측	경 보	
CVCS 탈기기 유출구 (RE-265)	1	액체	γ scinti- llation	Gross γ γ(Cs-137)	Cs-137 Ba-133 Co-60	$37 \times 10^0 - 37 \times 10^6$	±15	1.4E+0	Variable	비1E급 교류계측	경 보	
CPP 지역섬프 (RE-164)	1	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	±20	Negligible	3.65E-1	비1E급 교류계측	경 보 · CPP 지역섬프 펌프 정지	200
웅축수 회수 탱크 (RE-103)	1	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	±20	Negligible	3.65E-1	비1E급 교류계측	경 보 · 그랜드밀봉수집 탱크격리밸브를 폐쇄하고지용존 고형물탱크격리 밸브는개방 · 시료채취 펌프 PP09 정지	
종합폐수처리계 통 감시기 (RE/RT-190)	1**	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-3} - 37 \times 10^2$	±20	Negligible	2.30E-1	비1E급 교류계측	경 보 · 화학폐수이송 펌프및격리밸브 는개방 · 고방사선이검출 되면정지되며단 합	240 54

* 예상농도 및 고경보 설정치는 저용적폐지와 같은 정상 출력운전을 위한 설정치이다.
고용적폐지 운전일 경우()안에 설정치로 리셋되어야 한다.

** 5,6호기 공용

*** 이 감시기들은 광범위 검출기를 공유하며 주증기 사고 및 증기발생기의 1차측에서 2차측으로의 누설을 감시하는 두 채널로 구성되어 있다.

표 11.5-1 (5 중 5)

<u>사용처</u>	<u>호기당수량</u>	<u>채널형태</u>	<u>감지기형태</u>	<u>측정방사능</u>	<u>교정핵종</u>	<u>측정범위</u> (Bq/CC)	<u>정확도</u> (% of reading)	<u>예상농도</u> (Bq/CC)	<u>고경보설정치</u> (Bq/CC)	<u>전원</u>	<u>자동동작</u>
증기발생기 취출수 시료배관 (RE-151,152)	2	액체	γ scinti- llation	Gross γ	Cs-137	$37 \times 10^{-2} - 37 \times 10^3$	± 20	$6.64 \text{E}-1$	$3.18 \text{E}+1$	비1E급 교류계측	경보 · 시료채취배관 · 격리밸브 폐쇄





한 국 수 력 원 자 력 주 식 회 사
울 진 원 전 5, 6 호 기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

그림 11.5-1 (4 중 1)



한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

그림 11.5-1 (4 중 2)





한국수력원자력주식회사
울진원전 5, 6호기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

그림 11.5-1 (4 중 4)