

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

목 차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.1	<u>방사선원항</u>	11.1-1
11.1.1	설계기준 방사선원항	11.1-2
11.1.1.1	원자로냉각재 내 핵분열생성물의 방사능	11.1-2
11.1.1.2	사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능	11.1-5
11.1.1.3	2차측 계통 방사능	11.1-6
11.1.1.4	방사성 폐기물계통 방사능	11.1-10
11.1.1.5	체적제어탱크 방사능	11.1-10
11.1.1.6	원자로배수탱크 방사능	11.1-11
11.1.1.7	탈기기 방사능	11.1-11
11.1.2	예상 방사선원항	11.1-11
11.1.2.1	원자로냉각재의 방사능	11.1-11
11.1.2.2	사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능	11.1-12
11.1.2.3	2차측 계통 방사능	11.1-12
11.1.3	중성자에 의한 방사화생성물	11.1-12
11.1.3.1	크리드의 방사능	11.1-12
11.1.3.2	C-14 생성	11.1-15
11.1.4	원자로냉각재 내 삼중수소 생성	11.1-16
11.1.4.1	삼중수소의 방사화 선원	11.1-16
11.1.4.2	핵분열에 의한 삼중수소	11.1-17
11.1.4.3	2차측 계통 삼중수소농도	11.1-17
11.1.5	핵연료 운전경험	11.1-18
11.1.6	누설선원	11.1-18
11.1.7	폐수지의 양	11.1-19
11.1.8	참고문헌	11.1-19
11.2	<u>액체방사성 폐기물관리계통</u>	11.2-1
11.2.1	설계기준	11.2-2

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.2.2	계통 설명	11.2-5
11.2.2.1	개요	11.2-5
11.2.2.2	기기 설명	11.2-6
11.2.2.3	계통 운전	11.2-10
11.2.2.3.1	액체방사성 폐기물계통	11.2-10
11.2.2.3.2	방사성세탁계통	11.2-12
11.2.2.3.2.1	방사성세탁 부계통	11.2-12
11.2.2.3.2.2	제염폐액처리 부계통	11.2-13
11.2.3	액체방사성물질 방출	11.2-13
11.2.3.1	방출지점	11.2-14
11.2.3.2	액체방출물농도	11.2-14
11.2.3.3	예상피폭선량	11.2-15
11.2.4	안전성 평가	11.2-15
11.2.5	시험 및 검사	11.2-15
11.2.6	계측설비	11.2-16
11.2.7	참고문헌	11.2-16
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	11.3-6
11.3.3	기체 방사성물질 방출	11.3-9
11.3.3.1	방출구	11.3-9
11.3.3.2	예상방출량	11.3-10
11.3.3.3	대기확산인자	11.3-11
11.3.3.4	예상 피폭선량	11.3-11
11.3.4	안전성 평가	11.3-12
11.3.5	시험 및 검사	11.3-12

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.3.6	계측설비	11.3-12
11.3.7	참고문헌	11.3-13
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	11.4-5
11.4.2.3	계통 운전	11.4-10
11.4.2.4	포장, 저장 및 운반	11.4-15
11.4.3	안전성 평가	11.4-17
11.4.4	시험 및 검사	11.4-17
11.4.5	계측설비	11.4-17
11.4.6	참고문헌	11.4-17
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	11.5-4
11.5.2	계통 설명	11.5-4
11.5.2.1	개요	11.5-4
11.5.2.2	검중용 선원	11.5-5
11.5.2.3	전원 공급	11.5-5
11.5.2.4	교정 및 정비	11.5-6
11.5.2.5	민감도	11.5-7
11.5.2.6	감시기 위치	11.5-7
11.5.2.7	측정범위 및 설정치	11.5-7

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

번 호	제 목	페이지
11.5.2.8	기타 계통변수	11.5-8
11.5.2.9	공정 및 대기방출 방사선감시	11.5-8
11.5.2.9.1	보조건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-9
11.5.2.9.2	보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기	11.5-9
11.5.2.9.3	복합건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-10
11.5.2.9.4	복합건물 공기조화계통 여과기입구 감시기	11.5-10
11.5.2.9.5	복합건물 활성탄흡착기 배기공기정화기 입구 감시기	11.5-10
11.5.2.9.6	복합건물 고에너지배관격실 공기조화계통 여과기 입구 감시기	11.5-10
11.5.2.9.7	핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기	11.5-10
11.5.2.9.8	원자로건물 공기조화계통 공정 감시기	11.5-11
11.5.2.9.9	주제어실 공기흡입구 감시기	11.5-11
11.5.2.9.10	비상기술지원실 공기흡입구 감시기	11.5-11
11.5.2.9.11	원자로건물 공기감시기	11.5-12
11.5.2.9.12	복수기진공펌프 배기 감시기	11.5-12
11.5.2.9.13	기체방사성폐기물계통 공정 감시기	11.5-12
11.5.2.10	액체공정 및 유출물 방사선감시기	11.5-12
11.5.2.10.1	액체방사성 폐기물계통 감시기	11.5-13
11.5.2.10.2	1차측기기냉각수 공급모관 감시기	11.5-13
11.5.2.10.3	증기발생기 취출 감시기	11.5-13
11.5.2.10.4	응축수회수탱크 취출 감시기	11.5-14
11.5.2.10.5	기타 액체 공정감시기	11.5-14
11.5.3	유출물감시 및 시료채취	11.5-14
11.5.4	공정감시 및 시료채취	11.5-15
부록 11A	노심체류시간	

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

표 목 차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.1-1	원자로냉각재 내 핵분열생성물의 최대 방사능 분석을 위한 기준	11.1-22
11.1-2	원자로냉각재의 설계기준 비방사능	11.1-24
11.1-3	사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 방사능 결정 시 적용 가정사항	11.1-26
11.1-4	사용후연료저장조와 재장전수조의 설계기준 및 예상 비방사능	11.1-27
11.1-5	증기발생기 2차측 방사능농도 계산 시 가정사항	11.1-28
11.1-6	2차측 계통 내 방사성핵종의 설계기준 비방사능	11.1-30
11.1-7	고유량취출수 내 방사성 부식생성물의 비방사능	11.1-32
11.1-8	정상운전 시 예상되는 원자로냉각재의 비방사능	11.1-33
11.1-9	2차측 계통 내 방사성핵종의 예상 비방사능	11.1-35
11.1-10	장반감기 방사성크러드 핵종	11.1-37
11.1-11	방사성크러드의 방사능 계산에 사용된 변수	11.1-38
11.1-12	장반감기 방사성크러드의 비방사능	11.1-39
11.1-13	원자로냉각재 내 방사성크러드의 평균 비방사능	11.1-40
11.1-14	삼중수소 생성의 방사화반응	11.1-41
11.1-15	삼중수소의 생성 계산에 사용된 변수	11.1-42
11.1-16	원자로냉각재 내 삼중수소의 생성	11.1-43
11.1-17	핵증기공급계통 기기의 예상 최대 누설률	11.1-44
11.1-18	예상 폐수지 부피	11.1-45
11.1-19	고체방사성폐기물계통으로의 연간 예상 폐수지 방사능 입력자료	11.1-46
11.2-1	액체방사성 폐기물계통 및 방사성세탁계통 주요 기기의 제원	11.2-17
11.2-2	액체방사성 폐기물계통 및 방사성세탁계통 기기별 적용규격	11.2-29
11.2-3	액체방사성 폐기물탱크 넘침 방지 설계기준	11.2-30
11.2-4	설계기준 및 예상 2차측 화학제어계통 방사능 결정 시 가정사항	11.2-31
11.2-5	2차측 화학제어계통 기기 및 유동경로별 방사능량	11.2-33
11.2-6	액체방사성 폐기물계통 폐기물 유입량	11.2-37
11.2-7	액체방사성 폐기물계통 방사능 결정 시 가정사항	11.2-38
11.2-8	액체방사성 폐기물계통 방사선원	11.2-39

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 목 차 (계속)

번 호	제 목	페이지
11.2-9	설계기준 제염제수(DF)	11.2-51
11.2-10	PWR-GALE 전산프로그램에 사용된 변수값	11.2-52
11.2-11	액체방출물 내 방사성핵종의 예상방출량	11.2-55
11.2-12	제한구역경계에서 액체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배수 중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교	11.2-57 141
11.2-13	정상운전 시 액체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항	11.2-59
11.2-14	정상운전 시 액체방출물에 의한 최대개인선량	11.2-61
11.2-15	정상운전 시 액체방출물에 의한 주민 집단선량	11.2-64
11.2-16	정상운전 시 액체방출물에 의한 최대개인선량 요약	11.2-65
11.3-1	기체방사성폐기물계통 설계용량 결정 시 가정사항	11.3-14
11.3-2	기체방사성폐기물계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 연간 발생량 및 유량	11.3-15
11.3-3	기체방사성폐기물계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능	11.3-16
11.3-4	기체방사성폐기물계통 기기관련 규격	11.3-17
11.3-5	기체방사성폐기물계통 기기 제원	11.3-18
11.3-6	신월성 1,2호기 연간 예상 기체방사성폐기물 방출량	11.3-19
11.3-7	제한구역경계에서 기체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배기 중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교	11.3-21 141
11.3-8	정상운전 시 기체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항	11.3-23
11.3-9	정상운전 시 기체방출물에 의한 개인선량	11.3-25
11.3-10	정상운전 시 기체방출물에 의한 주민 집단선량	11.3-28
11.3-11	정상운전 시 기체방출물에 의한 최대 개인선량	11.3-29
11.4-1	고체방사성폐기물계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생되는 폐기물량	11.4-19
11.4-2	고체방사성폐기물계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량	11.4-20
11.4-3	고체방사성폐기물계통 기기 관련 규격	11.4-22
11.4-4	고체방사성폐기물계통 기기 제원	11.4-23
11.4-5	소외지역으로 운반되는 고체방사성폐기물의 설계기준 방사능량	11.4-26
11.4-6	고체방사성폐기물관리계통 압축공기 사용기기	11.4-28
11.4-7	신월성1,2호기 중저준위방사성폐기물 임시저장고 설계특성	11.4-29 137
11.5-1	공정 및 유출물 방사선감시기	11.5-16

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

그림 목차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>
11.2-1	액체방사성 폐기물계통 배관 및 계장도
11.2-2	방사성세탁계통 배관 및 계장도
11.2-3	액체방사성 폐기물계통 흐름도
11.3-1	기체방사성 폐기물계통 배관 및 계장도
11.3-2	기체방사성 폐기물 방출구
11.3-3	기체방사성 폐기물계통 흐름도
11.4-1	고체방사성 폐기물계통 배관 및 계장도
11.4-2	고체방사성 폐기물계통 흐름도
11.5-1	방사선감시계통 배관 및 계장도

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11 방사성 폐기물 관리

11.1 방사선원항

방사선원항은 차폐설계, 적절한 환기계통의 설계, 방사성폐기물계통의 설계, 발전소로부터 환경으로 방출되는 방사성 기체와 액체의 예상 방출량 계산 및 사고해석에 이용된다. 방사선원항은 고려하려는 경우에 따라 그 평가에 적용하는 가정이 달라지며, 이 가정에 따라 방사선원항의 값도 달라진다. 이를 명확히 하기 위하여 방사선원항을 방사성폐기물계통의 설계 및 발전소 기기의 집적선량 결정 등에 사용하는 설계기준 방사선원항, 정상운전 시 발전소로부터 환경으로의 평균 방출량을 기술하는 예상 방사선원항, 방사선방호 설계를 위한 차폐 방사선원항(12장), 그리고 사고해석에 적용하는 사고 방사선원항(15장)으로 구별한다.

방사선원항의 정의

가. 설계기준 방사선원항

설계기준 방사선원항은 방사성폐기물계통의 설계와 발전소 기기의 집적선량 결정에 사용한다. 설계기준 방사선원항은 표 11.1-1에 제시한 원자로냉각재의 최대 방사능 분석을 위한 입력자료 중 설계기준 자료에 근거하여 계산하였다.

나. 예상 방사선원항

예상(또는 운전기준) 방사선원항은 정상운전 시 발전소로부터 환경으로의 연간 평균 방출량을 기술하는 데 사용한다. 즉, 발전소 배기, 액체 배출, 고체

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

방사성물질의 소외 운송 등으로 인한 방사성물질의 누출에 따른 부지경계선량은 이 방사선원항을 이용한 계산의 한 예이다. 예상 방사선원항은 표 11.1-1에 제시한 정상운전 시 원자로냉각재의 방사능 해석을 위한 실제적 모델에 근거하여 계산하였다. 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)에 명시된 방사성물질의 방출관련 계산은 규제지침서 1.112 (개정 0-R, 1977년 5월)의 가정을 적용하였다.

93 | 141

11.1.1 설계기준 방사선원항

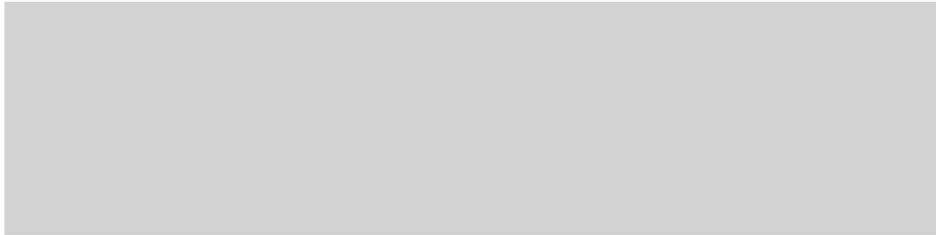
11.1.1.1 원자로냉각재 내 핵분열생성물의 방사능

방사성폐기물계통의 설계와 발전소 기기의 집적선량 결정에 사용하는 원자로냉각재 내 핵분열생성물의 설계기준 방사선원항은 DAMSAM 전산프로그램(참고문헌 1)을 이용하여 계산하였다. 이 계산에는 방사성핵종의 붕괴에너지, 만감기, 그리고 존재량 등을 복합적으로 고려하여 설계목적상 중요한 핵종들을 최대 방사능 계산에 포함시켰다.

원자로냉각재계통 내 핵종농도를 결정하는 데 사용한 수학적모형은 일단의 선형 1차 미분방정식을 포함하는 데, 이 식들은 핵연료소결체영역과 냉각재영역에 대해서 핵분열생성물의 생성과 제거의 질량평형을 적용하여 얻는다. 핵연료소결체영역에서의 핵분열생성물 생성에는 직접적인 핵분열, 선행핵종의 붕괴 및 중성자 방사화에 의한 것들을 포함시키며, 제거에는 방사성붕괴, 중성자 방사화 및 원자로냉각재로의 누설에 의한 것들을 포함시킨다. 냉각재영역에서의 핵분열생성물 생성에는 손상된 핵연료피복재를 통한 누설, 냉각재 내의 선행핵종의 붕괴 및 냉각재와 부식생성물의 중성자 방사화에 의한 것들을 포함시키며, 제거는 방사성붕괴, 냉각재의 정화, 핵연료 연소에 따른 붕소농도 조절을 위한 주입 및 방출 운전, 누설과 부하추종 운전 및 발전소의 기동과 정지와 같은 또 다른 주입 및 방출 운전, 중성자 방사화 등에 의한 것들을 포함시킨다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

핵연료소결체영역 내 핵분열생성물의 양을 결정하는 데 사용한 수식은 다음과 같다.



(11.1-1)

원자로냉각재영역 내 핵분열생성물의 양을 결정하는 데 사용한 수식은 다음과 같다.



(11.1-2)

여기서, 각각의 변수들을 다음과 같이 정의한다.

- 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 : 누설률계수, sec^{-1}
- f : 붕괴 시의 분기율, fraction
- t : 시간, sec

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

- D : 핵연료피복재의 손상 비율, fraction
- CVR : 전체 원자로냉각재에 대한 노심 내 냉각재의 질량 비율, fraction
- Q : 출력운전 중 화학 및 체적제어시스템의 정화유량, kg/sec (lbm/sec)
- W : 출력운전 중 원자로냉각재계통 내의 냉각재 질량, kg (lbm)
- n : 화학 및 체적제어시스템 이온교환기 수지와 탈기기의 제거효율
- C_0 : 노심 내 초기 붕소농도, ppm
- C : 주입 및 방출에 따른 붕소농도 감소율, ppm/sec
- L : 원자로냉각재의 누설률 혹은 다른 주입 및 방출 운전의 유량, kg/sec (lbm/sec)

그리고 식에서 사용한 첨자는 다음과 같이 정의한다.

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

이 모델에는 핵연료봉 내의 공간 간극영역을 포함하고 있지 않으며, 대신 핵연료소결체에서 냉각재로의 전반적인 방출을 나타내기 위한 누설률계수를 이용한다는 것을 유념해야 한다. 이 누설률계수는 Bettis가 제안하여 NRX와 MTR 원자로(참고문헌 5)에서 행해진 실험에서 유도된 경험값이다. 누설률계수는 높은 선출력밀도를 나타내는 조건에서 운전된 시험 핵연료봉으로부터 얻었는데, 선출력밀도는 26.035 cm (10.25 in) 길이의 전 부분에서 균일하였다. 정확한 열발생률은 알려지지 않았지만 조사 후 시험결과로 몇몇 시편들의 중심부에서 용융발생을 확인하였다. 결함 핵연료봉으로부터의 핵분열기체 및 요오드 방출의 핵연료봉 길이에 대한 상관관계를 알아보기 위한 후속시험이 캐나다에서 수행

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

되었으며(참고문헌 6), 이 실험으로부터 선출력밀도와 누설률계수간의 상관관계를 부수적으로 얻었다. 계산에 적용한 불활성기체와 할로겐의 누설률계수는 표 11.1-1에 나타나 있는데 실제 원자로 내 핵연료봉의 평균 선출력밀도는 이 누설률계수에 대응하는 선출력밀도(591 W/cm (18 kW/ft))보다 훨씬 낮으므로 이 누설률계수는 보수적인 값이다.

표 11.1-1의 설계기준값은 원자로냉각재 내 핵분열생성물의 설계기준 최대 비방사능을 계산하는 데 사용한 변수값으로, 이 값을 이용해 계산한 원자로냉각재 내 설계기준 비방사능을 표 11.1-2에 제시하였다.

11.1.1.2 사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능

핵연료재장전 시작 시점에서의 사용후연료저장조 및 재장전수조 내의 핵분열생성물과 부식생성물의 설계기준 및 예상 비방사능 계산에는 표 11.1-3의 가정을 적용하며 그 결과는 표 11.1-4에 제시되어 있다. 표 11.1-4의 설계기준 및 예상 비방사능값은 핵연료재장전을 위한 발전소 정지과정에서 원자로냉각재계통이 2일간 냉각되었다는 가정하에 계산된 값이다. 이 냉각기간 동안 일차냉각재는 정화필터, 정화이온교환기, 탈기기 및 체적저어탱크를 통과하여 정화된다. 이렇게 함으로써 (1) 탈기기에 의해 불활성기체를 제거함으로써 원자로용기상부헤드를 연 후 다량의 방사능이 원자로건물로 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. 원자로용기상부헤드를 제거하고 재장전수탱크로부터 약 $2.048 \times 10^6 \text{ L}$ ($541,000 \text{ gal}$)의 물을 재장전수조에 채우게 된다. 그 다음에 사용후연료저장조의 $1.105 \times 10^6 \text{ L}$ ($292,000 \text{ gal}$)의 물과 재장전수조의 물이 방사능을 함유한 잔여 원자로냉각재와 혼합된다. 이후 재장전수조의 물은 정지냉각계통을 통해 냉각되고 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통을 통해 정화되며, 사용후연료저장조의 물은 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통을 통해 냉각되고 정화되어 방사

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

능이 제거된다.

핵연료재장전 이후에 사용후연료저장조는 격리되고 재장전수조의 물은 재장전수탱크로 회수되는 데 이런 일련의 과정을 가정하여 사용후연료저장조 및 관련 계통의 방사능을 계산한다.

손상된 핵연료로부터 사용후연료저장조로의 방사성핵종 누설은 사용후연료저장조 내 물의 방사성핵종농도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 이것은 사용후연료저장조 내에 있는 사용후연료의 피복관 내 방사능의 누설률계수가 매우 작기 때문이다. 누설률계수가 작은 것은 상대적으로 사용후연료저장조의 온도가 낮기 때문이다. 대부분의 방사능은 원자로용기상부헤드를 제거하기 전에 원자로정지 및 냉각기간 동안 손상된 핵연료로부터 누출된다. 만약, 손상 핵연료로부터 심각한 정도의 방사능 누출이 감지되면 누출되는 방사능이 사용후연료저장조 내 물의 비방사능에 영향을 미치지 않도록 손상 핵연료를 별도의 용기에 넣어서 격리한다. 핵연료재장전 작업이 완료된 후 사용후연료저장조 내 물의 주요 방사선원은 사용후연료집합체의 표면으로부터 탈리되는 크러드이다.

11.1.1.3 2차측 계통 방사능

증기발생기의 전열관에서 누설이 발생할 경우, 방사성핵종들은 1차측 계통으로부터 2차측 계통으로 유입된다. 2차측 계통에서의 설계기준 방사선원을 결정하기 위해 증기발생기 전열관을 통한 총누설률을 34 kg/day (75 lb/day)로 가정하였다.

1차측 계통으로부터 누설된 2차측 계통 내 방사성핵종은 다음과 같은 방법으로 제거된다.

- 증기발생기 취출탈염기를 통한 처리
- 복수정화탈염기를 통한 처리
- 방사성붕괴

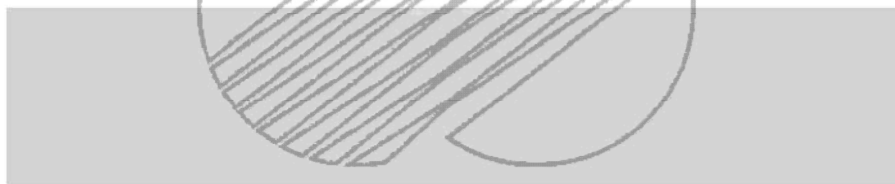
신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

- 복수기진공펌프, 탈기기 및 증기패킹 배출기를 통한 배기
- 주증기의 누설 및 방출
- 2차계통수 배수

2차측 계통의 설계기준 방사선원은 11.1.1.1절에 제시된 원자로냉각재의 설계기준 방사선원을 기준으로 계산되며, 가정사항은 표 11.1-5에 제시되어 있다. 증기발생기 내 2차측 냉각수는 액체상과 증기상의 2상으로 존재하며 냉각수의 상태에 따라 방사선원이 다르다. 2차측 계통 냉각수의 상태에 따른 설계기준 평형 방사능농도는 다음식에 의해 계산된다.

가. 2차측 계통 액체상 냉각수 방사능

증기발생기 내 2차측 계통 액체상 냉각수의 핵종농도(즉, 취출 방사선원)는 다음식으로 계산된다.



(11.1-3)

여기서,

N : 핵종농도, Bq/g

R : 1차측 계통에서 2차측 계통으로의 냉각재 누설률, g/sec

T : 주증기 유량, g/sec

F : 복수기에 도달하는 주증기 내 핵종 분율

M : 증기발생기 내 2차측 냉각수 질량, g

B : 증기발생기 취출률, g/sec

α : 증기발생기 내 핵종 분리계수(단위질량당 증기 내 농도/액체 내 농도)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

DF : 제열계수

λ : 붕괴상수, sec^{-1}

0.25 : 복수기에 도달하는 2차측 냉각수 중 복수정화탈염기에 의해 처리되는 분율

첨자는,

S : 증기발생기


W : 원자로냉각재

D : 복수정화 탈염기

B : 증기발생기취출계통

i : 방사성핵종

따라서 증기발생기 내 2차측 냉각수의 액체상 평형 방사성핵종농도는 다음식으로 표시된다.



(11.1-4)

상기 식에 따른 각 핵종별 방사능농도는 표 11.1-6에 제시되어 있다.

나. 주증기 방사능

증기발생기에서 발생하는 주증기 내 불활성기체의 최대 농도를 계산하기 위해, 1차측에서 증기발생기 2차측으로 누설된 불활성기체는 전량 증기형태로 방출되는 것으로 가정한다(즉, 증기발생기 2차측 급수의 액체상 내에는 불활성기체가 포함되지 않는다). 증기발생기에서 발생하는 주증기 내 불활성기체의 방사능농도는 증기발생기 1차측 계통에서 2차측 계통으로의 냉각재 누설

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

불과 1차측 냉각재 내 방사성핵종농도를 곱한 값을 증기발생기에서 발생하는 주증기유량으로 나눈 값으로서 다음 식과 같이 표현된다.



(11.1-5)

상기 식의 변수에 대한 설명은 식 (11.1-3)과 동일하다.

증기발생기에서 발생하는 주증기 내 비활성기체의 평형 방사능농도는 증기발생기 2차측 액체상에서의 평형 핵종농도와 증기발생기의 분리계수(즉, 증기발생기 2차측 냉각재의 액체상에서의 핵종농도와 주증기 내에서의 핵종농도의 비)를 곱한 값으로 다음과 같이 표현된다.



(11.1-6)

식 (11.1-5) 및 (11.1-6)에 따라 계산된 주증기에서의 설계기준 방사성핵종농도는 표 11.1-6에 제시되어 있다.

다. 증기발생기 고유량 취출수 방사능

증기발생기는 증기발생기 내에 축적된 방사성 부식생성물을 제거하기 위하여 일주일에 1회 정도 고유량 취출운전된다. 10.4.8.2.3절에 기술된 바와 같이 고유량 취출운전은 2대의 증기발생기 중 1대에 대하여 2분간 31.37 kg/sec (69.1 lb/sec)율로 수행된다. 고유량 취출수 내 방사성 부식생성물의 농도를 계산하기 위하여, 고유량 취출운전 주기 동안 1차측에서 누설된 부식생성물(Mn, Co, Fe, Cr)은 증기발생기 2차측에 침적되어 있는 것으로 가정하였다. 이들 방사성 부식생성물은 3.76×10^3 kg (8.29×10^3 lb)의 고유량 취출수에 의해 희석,

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

배출된다. 고유량 취출수 내 방사성 부식생성물의 농도는 아래식으로 표현된다.

(11.1-7)

여기서,

N_i : 고유량 취출수 내 방사성 부식생성물의 농도, Bq/g

t : 고유량 취출운전 주기, sec

λ : 붕괴상수, sec^{-1}

M_h : 고유량 취출 유량, g

R, N_w : 식(11.1-3)의 변수설명 참조

고유량 취출수 중 기타 방사성핵종(즉, 비불활성핵종 및 비부식생성물)에 대한 농도는 증기발생기 내 액체상 평형 방사성핵종농도 계산식(식 11.1-4)에 의해 결정된다.

고유량 취출수 내 방사성 부식생성물의 농도에 대한 계산결과는 표 11.1-7에 제시된다.

11.1.1.4 방사성폐기물계통 방사능

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

11.1.1.5 체적제어탱크 방사능

체적제어탱크의 총 방사능량은 체적제어탱크 내에서 예상되는 최대 물 부피인 12,574 L

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

(3,322 gal)의 원자로냉각재계통 유출수량과 최대 증기 부피인 12,771 L (451 ft³)을 기준으로 한다. 체적제어탱크에서 기체방사성폐기물계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.3-3에 기술하였다.

11.1.1.6 원자로배수탱크 방사능

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

11.1.1.7 탈기기 방사능

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

11.1.2 예상 방사선원항

11.1.2.1 원자로냉각재의 방사능

표 11.1-8의 값은 탈기기를 운전하지 않는 경우의 정상운전 시 원자로냉각재에서 예상되는 핵분열생성물 및 방사화생성물의 비방사능이다. 원자로냉각재의 예상 비방사능은 정상운전과도사건을 포함한 정상운전 시 방사능 영향을 평가하는 데 사용할 목적으로 계산한다. 원자로냉각재의 예상 비방사능은 표 11.1-1에 제시된 정상운전 변수를 이용하여 ANSI/ANS-18.1-1984(참고문헌 7)에 근거하여 계산하였다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.1.2.2 사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능

사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사성핵종 방사능을 결정하기 위해 사용된 모델은 11.1.1.2절에 기술되었다. 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 방사능 계산모델은 일차냉각재의 예상(운전기준) 방사선원항이 사용되는 것 이외는 설계기준 방사선원 분석모델과 동일하다. 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 비방사능은 표 11.1-4에 기술하였다.

11.1.2.3 2차측 계통 방사능

정상운전 시 증기발생기 내 2차측 냉각수의 액체상 및 주증기의 평형 방사성핵종농도는 1차측 계통의 예상 방사선원을 근거로 11.1.1.3절에 제시된 방법에 따라 결정된다. 1차측에서 2차측으로 증기발생기 전열관을 통한 누설률은 34 kg/day (75 lb/day)로 가정하였으며, 기타 변수값들은 표 11.1-5에 제시되어 있다.

2차측 계통 방사성핵종의 예상 비방사능은 표 11.1-9에 제시되어 있다.

11.1.3 중성자에 의한 방사화생성물

11.1.3.1 크러드의 방사능

일차계통 표면에 침적된 방사성크러드의 방사능은 운전 중인 여러 가압경수로에서 측정한 자료를 사용하여 평가하였다. 각각의 원자로마다 수화학 특성과 일차냉각재가 접촉하는 표면의 재질이 서로 다르지만, 크러드 방사능(Bq/g-crud), 크러드 막 두께, 이로 인한 선량률은 아주 유사하다. 방사성크러드에 포함되어 있는 반감기가 비교적 긴 중요한 핵종에 대한 반감기, 방사화반응, 붕괴 시 방출되는 감마선의 수와 붕괴에너지를 표 11.1-10에 나타내었다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

방사성크러드는 노심 내 및 노심 외의 표면으로부터 유래하며, 크러드는 노심 내 표면에 침적되어 짧은 기간 동안 중성자에 조사된 후 재침적되는 데 각 핵종에 대한 조사기간 또는 노심 내 체류시간은 다음 수식들에 의해 결정된다(식의 유도과정은 부록 11A에 제시하였다).

순환하는 크러드



(11.1-8)

침적된 크러드



(11.1-9)

여기서,

A_i, A_j : 각 크러드의 방사능, Bq/g-crud

$\Sigma_i \phi$: 방사화반응률, reaction/g-sec

A_T : 일차계통의 총표면적, cm^2

A_c : 노심의 표면적, cm^2

λ_i : 각 크러드의 붕괴상수, sec^{-1}

방사화반응 단면적 Σ_i 는 다음과 같다.



(11.1-10)

여기서,

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

$(a/o)_i$: 동위원소 i 의 존재비율, fraction

$(w/o)_i$: 크러드 혹은 기반 금속에 있는 원소 i 의 구성 질량비율, fraction

N_0 : 아보가드로 수, 0.6023×10^{24} atoms/g-mole

$[A]_i$: 원소 i 의 원자량

σ_i : 동위원소 i 의 방사화반응 미시단면적, cm^2

운전 중인 여러 원자로에서 측정한 크러드의 평균 및 최대 방사능(Bq/g-crud)과 각 원자로계통의 설계변수, 방사화반응률(참고문헌 8~21)을 위 식에 적용하여 노심체류시간을 결정하였다. 이렇게 계산된 최대 노심체류시간의 평균값을 표 11.1-11에 나타내었다. 크러드의 방사능(A_i)은 표 11.1-11에 있는 최대 노심체류시간의 평균값(t_{res}), 원자로계통의 설계변수, 방사화반응률을 다음 수식에 적용하여 결정하는 데 Fe-59는 그 체류시간이 길기 때문에 Fe-59의 방사능(A_i)은 포화된 것으로 가정하였다.



(11.1-11)

크러드의 방사능 계산에 사용한 최대 노심체류시간의 평균값(t_{res})은 일반적으로 실제 평균 체류시간보다 2~4배 더 큰 보수적인 값이다. 반감기가 비교적 긴 핵종에 대해 계산한 크러드의 방사능을 표 11.1-12에 나타내었으며, 이렇게 계산한 크러드의 방사능을 순환하는 크러드와 노심 외부에 침적된 크러드 모두에 적용하였다.

표 11.1-12의 크러드 비방사능(Bq/g-crud)에 운전 중인 원자로에서 측정한 원자로냉각재 내의 크러드 평균농도 0.075 ppm을 적용하여 원자로냉각재 내 크러드의 비방사능을 표 11.1-13과 같이 계산하였다. 이렇게 보수적으로 계산한 원자로냉각재의 크러드 방사능에서 일부 핵종은 정상운전 시 예상되는 원자로냉각재 내의 크러드 방사능(표 11.1-8)보다 더 낮을 수도 있다. 이러한 경우에는 정상운전 시의 예상 방사능을 설계기준 최대 방사능으로 적용하였는 데, 이렇게 결정한 원자로냉각재의 순환하는 크러드 방사능을 표

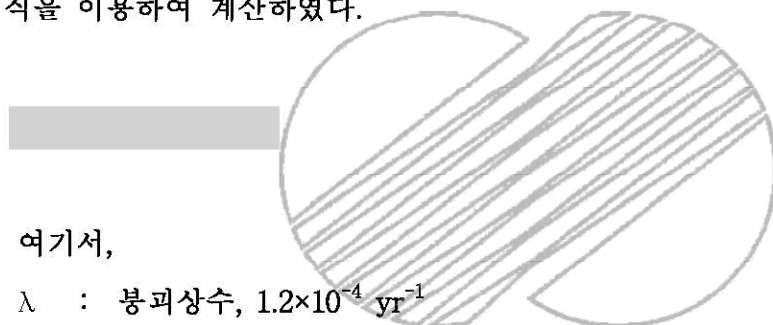
신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.1-2에 제공하였다.

냉각재 내 크러드의 최대 방사능은 원자로정지 또는 출력변화 동안 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

C-14는 원자로냉각재에 존재하는 O-17과 N-14 핵종의 중성자 방사화반응 ($O^{17}(n,\alpha)C^{14}$ 및 $N^{14}(n,p)C^{14}$)으로 생성된다. 이 두 반응으로 생성되는 C-14의 생성률(Q, Bq/cycle)은 다음 식을 이용하여 계산하였다.



(11.1-12)

여기서,

λ : 붕괴상수, $1.2 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}$

t : 노심의 운전기간, 476 day

m : 노심 내 냉각재 질량, $1.6 \times 10^7 \text{ g}$

N : 노심 내 냉각재에 포함되어 있는 핵종의 농도

$$\{ N(O-17) = 1.3 \times 10^{19} \text{ atoms/g H}_2\text{O}, N(N-14) = 7.3 \times 10^{17} \text{ atoms/g H}_2\text{O} \}$$

σ : 반응단면적, cm^2

$$\{ \sigma(O-17) = 1.5 \times 10^{-25} \text{ cm}^2, \sigma(N-14) = 1.16 \times 10^{-24} \text{ cm}^2 \}$$

ϕ : 열중성자속, $6.5 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2\text{-s}$

$O^{17}(n,\alpha)C^{14}$ 반응에 의한 C-14의 생성률은 $3.2 \times 10^{11} \text{ Bq/cycle}$ 이며, $N^{14}(n,p)C^{14}$ 반응에 의한 C-14의 생성률은 $1.4 \times 10^{11} \text{ Bq/cycle}$ 로, 이 두 반응으로 노심 운전기간 동안 생성가능한 C-14는 $4.6 \times 10^{11} \text{ Bq/cycle}$ ($2.1 \times 10^3 \text{ Bq/g}$) 이다. 그러나 정상운전 시 원자로냉각재 내

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

에 존재하는 C-14의 평균적인 측정값은 원자로냉각재계의 정화 운전 및 방사성기체의 제거 등으로 평가된 생성가능량 보다 훨씬 적은값($\sim 10^{-2}$ 배)을 보인다.

11.1.4 원자로냉각재 내 삼중수소 생성

가압경수로에서 삼중수소의 주요 생성원은 삼중핵분열과 냉각재 및 제어봉 내에 있는 B, Li, H-2의 중성자와의 반응이다. 냉각재 내에서 생성된 삼중수소는 냉각재 내 삼중수소 농도에 직접 기여하지만 핵연료소결체에서 핵분열에 의해 생성된 삼중수소와 제어봉 내에서 중성자와의 반응에 의해 생성된 삼중수소는 피복재를 통해 냉각재로 방출되어 냉각재 내의 삼중수소농도에 기여한다.

11.1.4.1 삼중수소의 방사화 선원

삼중수소를 생성하는 방사화반응이 표 11.1-14에 나타나 있는 데 그 중 B-11과 N-14 선원에 의한 삼중수소 생성은 반응단면적이 작거나 존재량이 적기 때문에 무시할 수 있으며 B-10, Li, H-2의 방사화반응이 냉각재와 제어봉 내에서의 주요 삼중수소 생성원이다.

방사화반응에 의한 삼중수소의 생성은 다음 식으로 결정한다.

(11.1-13)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

여기서,

N : 삼중수소농도, atoms/cm^3

$\Sigma_a\phi$: 생성반응률, $\text{atoms}/\text{cm}^3\text{-sec}$

t : 원자로 운전기간, sec

V : 노심 내 냉각재 혹은 제어봉의 부피, cm^3

원자로냉각재 내 삼중수소의 생성계산에 사용한 변수들은 표 11.1-15에 제시되어 있으며, 이 변수들을 이용해 계산한 원자로냉각재 내에 생성된 삼중수소의 양은 표 11.1-16에 제시하였다.

11.1.4.2 핵분열에 의한 삼중수소

삼중핵분열에 의한 노심 내 삼중수소의 생성은 ORIGEN-S 전산프로그램(참고문헌 22)을 이용하여 계산하였다. 참고문헌 23과 24의 삼중수소 누설률 자료를 근거로 하여 핵연료 봉에서 원자로냉각재로 누설되는 삼중수소의 누설률을 보수적으로 평균 1%, 최대 2%로 가정하였다. ORIGEN-S 전산프로그램으로 계산한 삼중핵분열에 의해 생성된 노심 내의 삼중수소량에 이 누설률을 적용하여 계산한 원자로냉각재 내의 삼중수소량은 표 11.1-16에 제시하였다.

11.1.4.3 2차측 계통 삼중수소농도

2차측 계통 삼중수소농도를 결정하기 위해, 1차측 계통으로부터 증기발생기 전열관을 통하여 2차측 계통으로 누설된 삼중수소는 2차측 계통 내 증기 및 액체상으로 균일하게 혼합되는 것으로 가정한다. 평형조건하에서의 계산을 위해 2차측 계통으로부터의 붕괴 및 누설로 인한 삼중수소 손실량은 1차측 계통에서 2차측 계통으로의 누설에 의한 삼중수소 유입량과 같은 것으로 가정한다. 2차측 계통 내에서의 붕괴로 인한 삼중수소 손실량은

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

삼중수소의 반감기가 길기 때문에 무시한다.

즉, 2차측 계통의 삼중수소농도는 다음식으로 계산된다.



(11.1-14)

여기서,

N_w : 1차측 냉각재 내 삼중수소 농도

R : 1차측 계통으로부터 2차측 계통으로의 냉각재 누설량

L_s : 2차측 계통 냉각재 누설량

N_s : 2차측 냉각재 내 삼중수소 농도

11.1.5 핵연료 운전경험

핵연료 운전경험은 4.2.3.2.10절에 기술하였다.

11.1.6 누설선원

계통 내 방사성액체 및 기체는 잠재적으로 환경으로의 누설 및 방출선원이 된다. 액체 누설은 펌프 밀봉 및 밸브 패킹 등으로부터 기인한다. 1차측 냉각재의 원자로건물로의 예상누설률은 냉각재 내 재고량 중 불활성기체는 3%/day, 요오드는 8.0×10^{-4} %/day 이다. 보조건물로 누설되는 1차측 냉각재량은 72.6 kg/day (160 lb/day), 터빈건물로 누설되는 증기량은 771 kg/hr (1,700 lb/hr), 1차측 계통으로부터 2차측 계통으로 증기발생기 전 열관을 통한 예상누설률은 34 kg/day (75 lb/day)로 가정하였다(참고문헌 25). 핵증기공 급계통 관련 밸브 및 펌프 등에 대한 예상 최대 누설률은 표 11.1-17에 제시되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

증기발생기 전열관 손상으로 이차계통이 오염되는 경우, 복수탈염계통 및 증기발생기취출수계통에 대한 운전조건이 10.4.6.2.1절 및 10.4.8.2.3절에 기술되어 있으며, 폐수의 유출경로는 11.2.3절에 기술되어 있다.

보조증기계통과 1차측기기냉각수계통으로의 방사성물질 유입 및 이에 따른 운전조건은 9.5.11절과 9.2.2.2절에 각각 기술되어 있다.

방사성 액체방출물에 대해서는 11.2.3절, 방사성 기체방출물에 대해서는 11.3.3절에서 상세히 설명되며 참고문헌 26의 평가기준에 따라 방출량을 평가한다. 격실 내 공기 중 방사능농도는 12.2.3.1.2절에 기술되어 있다.

11.1.7 폐수지의 양

탈염기로부터 고체방사성 폐기물계통으로 연간 유입되는 폐수지의 총량 및 화학 및 체적 제어계통 폐수지의 방사능량은 각각 표 11.1-18 및 표 11.1-19에 제시되어 있다.

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, June 1973.
5. J. D. Eichenberg, "Effects of Irradiation on Bulk UO₂," WAPD-183, October 1957.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

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.
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," WCAP-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.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

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.
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 Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors," NUREG-0017, Rev. 1, 1985.
26. "Calculations of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Light-Water-Cooled Power Reactors," Regulatory Guide 1.112, 1977.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-1 (2 중 1)

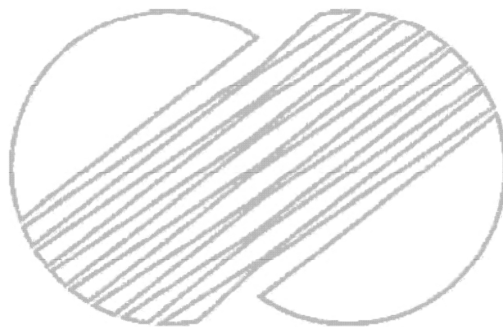
원자로냉각재 내 핵분열생성물의 최대 방사능 분석을 위한 기준

변수	설계기준	정상운전
노심출력준위(MWt)	2,872	2,815
평형노심 주기	5	-
평형노심주기길이(EFPD)	476	-
열중성자속($n/cm^2\text{-sec}$)	$6.53E+13$	-
평균핵분열률(fission/MWt-sec)	$3.13E+16$	-
손상된 핵연료 비율(fraction)	0.01	-
원자로냉각재 질량(kg)	$2.20E+05$	$2.20E+05$
노심 내 냉각재와 원자로계통 내 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 정화이온교환기		
Xe, Kr, 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		
Xe, Kr	0.999	-
그 이외의 핵종	0.0	-
CVCS 탈기기의 운전	연속운전	미운전

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-1 (2 중 2)

변 수	설계기준	정상운전
핵분열 생성물의 누설률계수(sec ⁻¹)		
Xe, Kr	6.5E-08	-
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, Pr	1.6E-12	-



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-2 (2 중 1)

원자로냉각재의 설계기준 비방사능

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

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
Kr-85m	2.63E+04	Co-58	1.90E+02
Kr-85	5.38E+02	Co-60	1.58E+01
Kr-87	2.68E+04	Zn-65	1.52E+01 ¹⁾
Kr-88	6.52E+04	Sr-89	9.84E+01
Xe-131m	5.52E+03	Sr-90	4.92E+00
Xe-133m	1.49E+03	Sr-91	1.63E+02
Xe-133	7.32E+05	Y-91m	9.30E+01
Xe-135m	2.15E+04	Y-91	1.40E+01
Xe-135	1.07E+05	Y-93	3.89E+00
Xe-137	5.11E+03	Zr-95	1.99E+01
Xe-138	1.84E+04	Nb-95	1.53E+01
Br-84	7.24E+02	Mo-99	8.73E+03
I-131	7.52E+04	Tc-99m	4.64E+03
I-132	2.29E+04	Ru-103	5.26E+00
I-133	1.14E+05	Ru-106	2.09E+00
I-134	1.53E+04	Ag-110m	3.87E+01 ¹⁾
I-135	6.82E+04	Te-129m	1.80E+02
Rb-88	6.60E+04	Te-129	2.08E+02
Cs-134	8.52E+03	Te-131m	8.96E+02
Cs-136	1.43E+03	Te-131	3.81E+02
Cs-137	1.08E+04	Te-132	6.05E+03
		Ba-137m	1.02E+04
		Ba-140	1.21E+02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-2 (2 중 2)

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
N-16	7.65E+06 ²⁾	La-140	3.72E+01
Na-24	1.49E+03 ¹⁾	Ce-141	4.53E+00
Cr-51	5.94E+02	Ce-143	1.33E+01
Mn-54	4.77E+01	Ce-144	1.22E+01
Fe-55	3.57E+01 ¹⁾	W-187	7.79E+01 ¹⁾
Fe-59	8.95E+00	Np-239	6.71E+01 ¹⁾
H-3	1.30E+05 ³⁾	Ar-41	2.77E+02 ³⁾
Mn-56	1.68E+01 ³⁾	Ni-59	1.83E-01 ⁴⁾
Ni-63	5.17E+00 ⁴⁾	Nb-94	3.68E-03 ⁴⁾
Tc-99	3.72E+01 ⁴⁾	I-129	1.81E+01 ⁴⁾
Sb-124	9.73E+00 ³⁾	Sb-125	2.61E-01 ³⁾

- 1) 예상 방사선원항 자료에 근거한 값
- 2) 원자로용기 출구노즐에서의 비방사능
- 3) 국내 운전 중인 원전의 측정값에 근거한 값
- 4) 방사성 폐기물 처분시 고려되는 척도인자로 평가한 값(참고문헌 : NUREG/CR-4101, "Assay of Long-Lived Radionuclide in Low-Level Wastes from Power Reactors," April 1985.)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-3

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 방사능 결정 시 적용 가정사항

1. 일차냉각재는 발전소 정지 후 2일간 화학 및 체적제어계통의 정화이온교환기, 수용전이온교환기, 탈기기에 의해 정화되며, 정화된 일차냉각재는 사용후연료저장조의 냉각수 및 재장전수조 냉각수에 의해 희석됨.
2. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통에 의해 발전소 정지 후 초기 30일간은 일차냉각재, 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수가 동시에 정화되며, 그 후에는 사용후연료저장조 냉각수만이 정화됨.

3. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통의 정화용량은 1,135.5 L/min (300 gpm)임.

4. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 이온교환기의 제염계수

<u>불활성기체</u>	<u>I, Br</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타</u>
1	100	2	100

5. 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수 내의 방사능농도 계산 시에는 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 여과기의 제거효과는 무시하나, 여과기에 누적되는 방사능량 계산 시에는 크러드에 대한 여과기의 제염계수를 10으로 가정함.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-4

사용후연료저장조와 재장전수조의 설계기준 및 예상 비방사능
(Bq/g)

핵 종	설계기준	예 상	핵 종	설계기준	예 상
H-3	1.4E+04	4.1E+03	Te-129	0.0E+00	0.0E+00
N-16	0.0E+00	0.0E+00	I-131	1.5E+02	2.8E+00
Kr-85m	3.8E-01	5.8E-02	Te-131m	7.1E-01	3.7E-02
Kr-85	7.7E+00	2.7E+02	Te-131	0.0E+00	0.0E+00
Kr-87	1.6E-08	2.7E-09	Te-132	9.4E+00	8.0E-02
Kr-88	1.8E-02	2.1E-03	I-132	9.0E-05	2.8E-05
Xe-131m	7.1E+01	1.9E+02	I-133	6.1E+01	2.4E+00
Xe-133m	1.2E+01	1.1E+01	I-134	0.0E+00	0.0E+00
Xe-133	8.3E+03	5.5E+02	Cs-134	7.9E+01	2.1E+00
Xe-135m	0.0E+00	0.0E+00	I-135	1.7E+00	2.1E-01
Xe-135	5.6E+01	9.5E+00	Cs-136	7.4E+00	1.5E-01
Xe-137	0.0E+00	0.0E+00	Cs-137	1.1E+02	3.1E+00
Xe-138	0.0E+00	0.0E+00	Ba-140	2.6E-01	8.4E-01
Br-84	0.0E+00	0.0E+00	La-140	4.1E-02	8.4E-01
Rb-88	0.0E+00	0.0E+00	Ce-141	1.2E-02	1.2E-02
Sr-89	3.2E-01	1.3E-02	Ce-143	1.2E-02	8.0E-02
Sr-90	5.8E-02	4.2E-03	Ce-144	9.3E-02	8.9E-01
Sr-91	1.7E-02	3.1E-03	Na-24	4.6E-01	4.6E-01
Y-91m	0.0E+00	0.0E+00	Cr-51	1.5E+00	2.3E-01
Y-91	2.1E+00	2.2E-02	Mn-54	3.8E-01	3.7E-01
Y-93	3.0E-03	1.0E-01	Fe-55	3.7E-01	3.7E-01
Zr-95	7.2E-02	4.0E-02	Fe-59	2.7E-02	2.6E-02
Nb-95	4.3E-02	2.2E-02	Co-58	7.2E-01	5.0E-01
Tc-99m	6.9E-02	2.3E-03	Co-60	1.8E-01	1.7E-01
Mo-99	1.3E+01	2.9E-01	Ba-137m	1.1E+02	0.0E+00
Ru-103	1.5E-02	6.2E-01	Zn-65	1.1E-01	1.1E-01
Ru-106	1.7E-02	2.2E+01	W-187	5.1E-02	5.1E-02
Ag-110m	2.8E-01	2.7E-01	Np-239	9.1E-02	9.1E-02
Te-129m	4.8E-01	1.5E-02	Ar-41	2.5E-07	2.1E-07
Mn-56	3.1E-07	3.1E-07	Ni-59	2.2E-03	2.2E-03
Ni-63	6.2E-02	6.2E-02	Nb-94	4.4E-05	4.4E-05
Tc-99	4.5E-01	1.3E-02	I-129	2.0E-01	5.7E-03
Sb-124	1.5E+00	1.4E+00	Sb-125	2.3E-01	2.3E-01

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-5 (2 중 1)

증기발생기 2차측 방사능농도 계산 시 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 34 kg/day (75 lb/day)로 가정
3. 2차측 계통의 유량(S/G 2대 기준)

증기유량, kg/hr (lb/hr)	:	5.77×10^6 (1.272×10^7)
연속취출률, kg/hr (lb/hr)	:	5.77×10^4 (1.272×10^5)
고유량 취출률(고온관으로부터), kg/sec (lb/sec)	:	31.37 (69.1)

4. 2차측 계통 질량(S/G 2대 기준)

증기발생기 내 액체의 총질량, kg (lb) : 1.006×10^5 (2.218×10^5)

5. 증기발생기 내에서의 핵종 분리계수(참고문헌 25)

삼중수소 = 1.0

I, Br = 0.01

기타 핵종 = 0.005

모든 불활성기체는 증기 내에 존재하는 것으로 가정

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

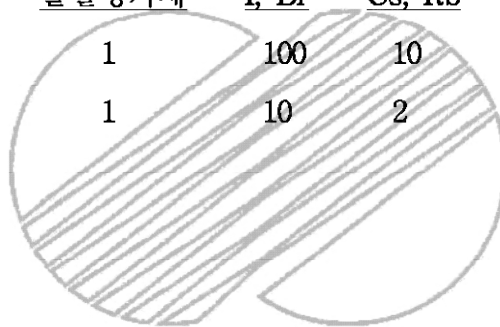
표 11.1-5 (2 중 2)

6. 주중기 내 방사성핵종이 복수기에 도달하는 분율(참고문헌 25) :

I, Br = 0.2
 불활성기체 = 1.0
 기타 핵종 = 0.1

7. 증기발생기취출계통 및 복수탈염계통의 제염계수(참고문헌 25) :

	<u>불활성기체</u>	<u>I, Br</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>삼중수소</u>	<u>기타 핵종</u>
증기발생기취출계통	1	100	10	1	100
복수탈염계통	1	10	2	1	10



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-6 (2 중 1)

2차측 계통 내 방사성핵종의 설계기준 비방사능¹⁾
(Bq/g)

핵 종	증기발생기 액체	주 증 기
H-3	2.39E+02	2.39E+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	5.36E-03	5.36E-05
I-131	1.77E+00	1.77E-02
I-132	3.60E-01	3.60E-03
I-133	2.56E+00	2.56E-02
I-134	1.56E-01	1.56E-03
I-135	1.37E+00	1.37E-02
Rb-88	3.24E-01	1.62E-03
Cs-134	2.28E-01	1.14E-03
Cs-136	3.81E-02	1.90E-04
Cs-137	2.89E-01	1.44E-03
Na-24	3.27E-02	1.64E-04
Sr-89	2.41E-03	1.20E-05
Sr-90	1.20E-04	6.02E-07

1) 1.0 % 핵연료손상률 적용

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-6 (2 중 2)

핵 종	중기발생기 액체	주 중 기
Sr-91	3.54E-03	1.77E-05
Y-91m	1.65E-03	8.27E-06
Y-91	3.42E-04	1.71E-06
Y-93	8.51E-05	4.25E-07
Zr-95	4.87E-04	2.43E-06
Nb-95	3.74E-04	1.87E-06
Mo-99	2.10E-01	1.05E-03
Tc-99m	9.47E-02	4.73E-04
Ru-103	1.29E-04	6.43E-07
Ru-106	5.12E-05	2.56E-07
Ag-110m	9.47E-04	4.74E-06
Te-129m	4.40E-03	2.20E-05
Te-129	2.50E-03	1.25E-05
Te-131m	2.11E-02	1.05E-04
Te-131	2.40E-03	1.20E-05
Te-132	1.46E-01	7.29E-04
Ba-137m	2.89E-01	1.44E-03
Ba-140	2.95E-03	1.48E-05
La-140	8.84E-04	4.42E-06
Ce-141	1.11E-04	5.54E-07
Ce-143	3.14E-04	1.57E-06
Ce-144	2.99E-04	1.49E-06
W-187	1.82E-03	9.08E-06
Np-239	1.61E-03	8.04E-06
Cr-51	1.45E-02	7.26E-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	4.65E-03	2.32E-05
Co-60	3.87E-04	1.93E-06
Zn-65	3.65E-04	1.82E-06

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-7

고유량취출수 내 방사성 부식생성물의 비방사능
(Bq/g)

<u>핵 종</u>	<u>설계기준 방사선원</u>	<u>예상 방사선원</u>
Cr-51	1.51E+01	2.35E+00
Mn-54	1.31E+00	1.31E+00
Fe-55	9.88E-01	9.88E-01
Fe-59	2.35E-01	2.35E-01
Co-58	5.09E+00	3.67E+00
Co-60	4.38E-01	4.38E-01
Zn-65	1.83E-01	1.83E-01
Zr-95	5.31E-01	3.10E-01

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-8 (2 중 1)

정상운전 시 예상되는 원자로냉각재의 비방사능

(노심출력 : 2,815 MWt, 탈기기 미운전 가정)

<u>핵 종</u>	<u>비방사능(Bq/g)</u>	<u>핵 종</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

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-8 (2 중 2)

핵 종	비방사능(Bq/g)	핵 종	비방사능(Bq/g)
H-3	3.70E+04 ¹⁾	Ba-140	3.89E+02
N-16	1.48E+06 ²⁾	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
Ar-41	2.77E+02 ³⁾	MN-56	1.68E+01 ³⁾
Ni-59	1.83E-01 ⁴⁾	Ni-63	5.17E+00 ⁴⁾
Nb-94	3.68E-03 ⁴⁾	Tc-99	1.05E+00 ⁴⁾
I-129	5.11E-01 ⁴⁾	Sb-124	9.73E+00 ³⁾
Sb-125	2.61E-01 ³⁾		

- 1) 원자로냉각재 내의 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).
- 2) 화학 및 체적제어계통으로 유출되는 원자로냉각재의 비방사능
- 3) 국내 운전 중인 원전의 측정값에 근거한 값
- 4) 방사성폐기물 처분시 고려되는 최고인자로 평가한 값(참고문헌 : NUREG/CR-4101, "Assay of Long-Lived Radionuclide in Low-Level Wastes from Power Reactors," April 1985).

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-9 (2 중 1)

2차측 계통 내 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	4.10E-03	4.10E-05
I-131	3.32E-02	3.32E-04
I-132	1.12E-01	1.12E-03
I-133	1.01E-01	1.01E-03
I-134	1.19E-01	1.19E-03
I-135	1.74E-01	1.74E-03
Rb-88	3.25E-02	1.62E-04
Cs-134	6.12E-03	3.06E-05
Cs-136	7.51E-04	3.75E-06
Cs-137	8.13E-03	4.06E-05
Na-24	3.27E-02	1.64E-04
Sr-89	1.02E-04	5.10E-07
Sr-90	8.74E-06	4.37E-08

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-9 (2 중 2)

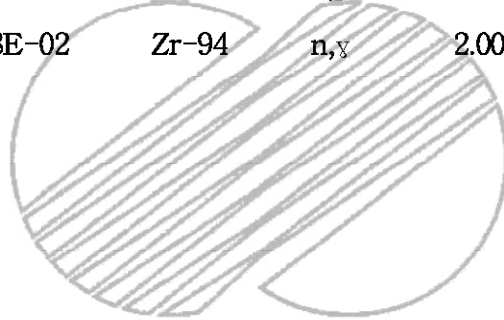
핵 종	증기발생기 액체	주 증 기
Sr-91	6.74E-04	3.37E-06
Y-91m	2.81E-04	1.40E-06
Y-91	3.79E-06	1.90E-08
Y-93	2.95E-03	1.48E-05
Zr-95	2.84E-04	1.42E-06
Nb-95	2.04E-04	1.02E-06
Mo-99	4.69E-03	2.34E-05
Tc-99m	3.14E-03	1.57E-05
Ru-103	5.48E-03	2.74E-05
Ru-106	6.56E-02	3.28E-04
Ag-110m	9.47E-04	4.74E-06
Te-129m	1.39E-04	6.93E-07
Te-129	9.87E-03	4.93E-05
Te-131m	1.09E-03	5.45E-06
Te-131	1.68E-03	8.38E-06
Te-132	1.24E-03	6.21E-06
Ba-137m	8.13E-03	4.06E-05
Ba-140	9.49E-03	4.74E-05
La-140	1.83E-02	9.13E-05
Ce-141	1.10E-04	5.48E-07
Ce-143	2.04E-03	1.02E-05
Ce-144	2.91E-03	1.46E-05
W-187	1.82E-03	9.08E-06
Np-239	1.61E-03	8.04E-06
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	3.65E-04	1.82E-06

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-10

장반감기 방사성크리드 핵종

<u>핵종</u>	<u>반감기</u>	<u>붕괴상수(d^{-1})</u>	<u>모핵종</u>	<u>반응</u>	<u>붕괴당 γ수</u>	<u>에너지(MeV)</u>
Cr-51	27.70일	2.50E-02	Cr-50	n, γ	0.10	0.32
Mn-54	312.3일	2.22E-03	Fe-54	n,p	1.00	0.84
Fe-59	44.50일	1.56E-02	Fe-58	n, γ	1.00	1.18
Co-60	5.272년	3.60E-04	Co-59	n, γ	2.00	1.25
Co-58	70.82일	9.77E-03	Ni-58	n,p	1.00	0.81
Zr-95	64.02일	1.08E-02	Zr-94	n, γ	2.00	0.75



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-11

방사성크러드의 방사능 계산에 사용된 변수

열중성자속, $n/cm^2\text{-sec}$	6.53E+13
고속중성자속, $n/cm^2\text{-sec}$	3.06E+14
RCS 표면적/노심 표면적, A_T/A_C	4.3

노심체류시간 및 방사화반응률

<u>핵종</u>	<u>노심체류시간 (t_{res}, day)</u>	<u>방사화반응률 (reaction/g-sec)</u>
Cr-51	12	1.32E+11
Mn-54	110	5.19E+08
Fe-59	포화	1.94E+08
Co-60	197	4.13E+09
Co-58	23	5.64E+10
Zr-95	29	9.54E+08

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-12

장반감기 방사성크러드의 비방사능

<u>핵종</u>	<u>반감기</u>	<u>비방사능(Bq/g-crud)</u>
Cr-51	27.70일	7.92E+09
Mn-54	312.3일	2.79E+07
Fe-59	44.50일	4.49E+07
Co-58	70.82일	2.53E+09
Co-60	5.272년	6.57E+07
Zr-95	64.02일	5.96E+07

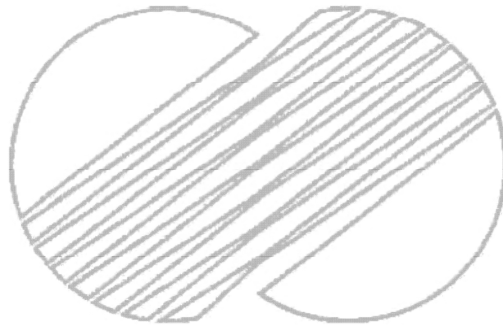


신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-13

원자로냉각재 내 방사성크러드의 평균 비방사능

<u>핵 종</u>	<u>비방사능(Bq/g-coolant)</u>
Cr-51	5.94E+02
Mn-54	4.77E+01
Fe-59	8.95E+00
Co-58	1.90E+02
Co-60	1.58E+01
Zr-95	1.99E+01

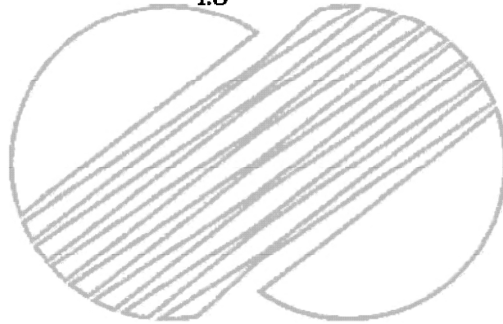


신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-14

삼중수소 생성의 방사화반응

반응	문턱에너지(MeV)	반응단면적(cm^2) ¹⁾
$\text{B}^{10}(\text{n}, 2\alpha)\text{T}$	1.4	$1.15\text{E}-26$
$\text{Li}^7(\text{n}, \text{n}\alpha)\text{T}$	3.9	$9.50\text{E}-27$
$\text{Li}^6(\text{n}, \alpha)\text{T}$	열중성자	$9.44\text{E}-22$
$\text{H}^2(\text{n}, \gamma)\text{T}$	열중성자	$5.50\text{E}-28$
$\text{B}^{11}(\text{n}, \text{T})\text{Be}^9$	10.4	$7.30\text{E}-30$
$\text{N}^{14}(\text{n}, \text{T})\text{C}^{12}$	4.3	$3.00\text{E}-28$



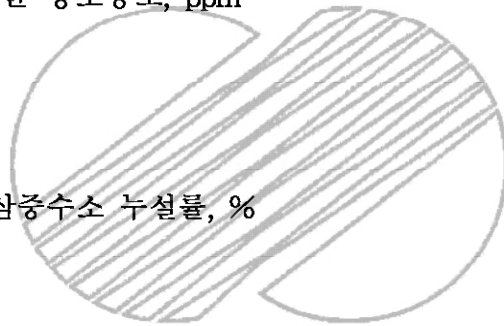
1) 고속중성자의 반응단면적은 노심 내 고속중성자($E > 0.625$ eV) 스펙트럼으로 가중 평균하여 계산하였음.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-15

삼중수소의 생성 계산에 사용된 변수

노심 내 냉각재 부피, cm^3	2.29E+07
열중성자속, $\text{n/cm}^2\text{-sec}$	6.53E+13
고속중성자속, $\text{n/cm}^2\text{-sec}$	3.06E+14
주기평균 냉각재 내 Li 농도, ppm	
예상	1.3
최대	2.5
Li ⁶ 의 존재비, %	0.1
냉각재 내 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

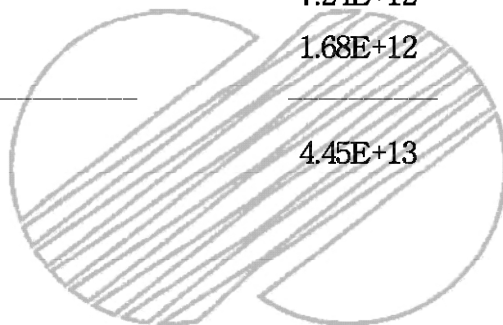


신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-16

원자로냉각재 내 삼중수소의 생성

<u>생성원</u>	<u>평균(Bq/cycle)</u>	<u>최대(Bq/cycle)</u>
원자로냉각재		
$H^2(n,\gamma)T$	2.54E+11	2.54E+11
$Li^6(n,\alpha)T$	4.91E+12	9.42E+12
$Li^7(n,n\alpha)T$	3.68E+11	7.08E+11
$B^{10}(n,2\alpha)T$	3.00E+13	3.45E+13
핵분열생성물	7.24E+12	1.45E+13
제어봉	1.68E+12	9.40E+12
합계	4.45E+13	6.88E+13



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-17

핵중기공급계통 기기의 예상 최대 누설률

가정된 누설량

밸브

디스크 누설	:	밸브시트 직경 2.54 cm (1 in)당 10 cc/hr
스텝 누설	:	밸브스텝 직경 2.54 cm (1 in)당 10 cc/hr

펌프

원심형(기계적 밀봉)	:	밀봉 냉각수가 공급되고 있는 정상운전 시 밀봉장치당 50 cc/hr 외부에서 공급되는 냉각수가 공급되지 않는 조건하에서 밀봉장치당 100 cc/hr
왕복동형	:	3.785 L/hr (1 gal/hr)
안전계통	:	밀봉장치당 1,000 cc/hr
플랜지	:	30 cc/hr

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-18

예상 폐수지 부피
(2개호기 기준)

	<u>수량</u>	<u>부피 (m³)</u>	<u>연간 수지 교체 횟수</u>	<u>폐기물 총부피(m³)</u>
<u>화학 및 체적제어계통</u>				
정화이온교환기	4	0.91	1	4.08
붕소제거이온교환기	2	0.91	1	2.04
수용전이온교환기	2	0.91	1	2.04
붕산응축수이온교환기	2	0.91	1	2.04
<u>사용후연료저장조 냉각 및 정화계통</u>				
사용후연료저장조 정화탈염기	4	1.98	1	7.92
<u>증기발생기취출계통</u>				
증기발생기취출계통 탈염기	4	3.40	1	13.60
<u>액체방사성 폐기물계통</u>				
양이온교환기	2	1.42	1	2.84
혼상이온교환기	4	1.42	1	5.68

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-19 (4 중 1)

고체방사성폐기물계통으로의 연간 예상 폐수지 방사능 입력자료

1. 고준위 폐수지 방사능량(TBq)

핵 종	정화 이온교환기	붕소제거 이온교환기	수용 전 이온교환기	붕산응축수 이온교환기
Br-84	7.20E-03	7.20E-05	1.20E-06	2.00E-13
I-131	6.70E+00	4.30E-02	5.30E-03	2.00E-07
I-132	4.00E-01	4.00E-03	6.80E-05	5.00E-11
I-133	2.30E+00	2.30E-02	6.00E-04	3.80E-09
I-134	2.50E-01	2.50E-03	4.10E-05	1.10E-11
I-135	1.40E+00	1.40E-02	2.70E-04	5.80E-10
Rb-88	2.80E-02	1.20E-02	4.20E-04	2.60E-11
Cs-134	2.10E+01	2.10E-01	3.80E-01	1.00E-09
Cs-136	1.30E-01	2.60E-02	2.10E-03	6.20E-11
Cs-137	3.40E+01	3.80E-01	6.20E-01	1.40E-09
Na-24	5.40E-01	1.10E-02	2.10E-04	1.40E-10
Sr-89	1.20E-01	3.80E-04	2.10E-04	2.70E-11
Sr-90	6.70E-02	3.50E-05	1.40E-04	3.40E-12
Sr-91	7.20E-03	1.40E-04	2.70E-06	1.80E-12
Y-91m	1.80E-05	1.80E-05	1.60E-05	4.30E-11
Y-91	1.70E-07	1.70E-07	1.70E-07	1.30E-10
Y-93	1.50E-04	1.50E-04	1.40E-04	4.30E-09
Zr-95	4.40E-01	1.10E-03	7.70E-04	8.00E-11
Nb-95	1.70E-01	7.30E-04	2.70E-04	4.60E-11
Mo-99	3.10E-01	6.00E-03	1.90E-04	1.10E-10
Tc-99m	2.20E-02	4.40E-04	7.90E-06	5.30E-12
Ru-103	5.20E+00	2.00E-02	8.30E-03	1.30E-09

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-19 (4 중 2)

1. 고준위 폐수지 방사능량(TBq)

핵 종	정화 이온교환기	불소제거 이온교환기	수용 전 이온교환기	불산응축수 이온교환기
Ru-106	3.40E+02	2.60E-01	6.70E-01	2.40E-08
Ag-110m	4.10E+00	3.80E-03	8.10E-03	3.40E-10
Te-129m	1.10E-01	2.50E-04	1.60E-04	1.00E-08
Te-129	2.30E-02	2.30E-04	3.70E-06	1.40E-12
Te-131m	3.20E-02	3.20E-04	9.80E-06	8.30E-11
Te-131	2.70E-03	2.70E-05	4.40E-07	5.90E-14
Te-132	9.80E-02	9.10E-04	4.80E-05	9.50E-10
Ba-137m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	2.90E+00	2.80E-02	3.40E-03	1.10E-09
La-140	7.50E-01	1.50E-02	3.80E-04	2.30E-10
Ce-141	8.40E-02	3.90E-04	1.30E-04	2.40E-11
Ce-143	6.90E-02	1.40E-03	3.30E-05	2.10E-11
Ce-144	1.30E+01	1.20E-02	2.70E-02	1.10E-09
W-187	4.50E-02	9.00E-04	2.00E-05	1.30E-11
Np-239	9.10E-02	1.80E-03	5.30E-05	3.00E-11
Cr-51	1.50E+00	7.90E-03	2.20E-03	4.50E-10
Mn-54	5.60E+00	4.60E-03	1.10E-02	4.20E-10
Fe-55	5.80E+00	3.50E-03	1.20E-02	3.30E-10
Fe-59	2.30E-01	8.00E-04	3.90E-04	5.50E-11
Co-58	5.60E+00	1.30E-02	1.00E-02	9.70E-10
Co-60	2.80E+00	1.60E-03	5.70E-03	1.50E-10
Zn-65	1.60E+00	1.50E-03	3.10E-03	1.30E-10

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-19 (4 중 3)

2. 저준위 폐수지 방사능량(TBq)

핵종	양이온 교환기	혼합상 이온교환기 1	혼합상 이온교환기 2	증기발생기 취출계통 탈염기	사용후 연료저장조 정화탈염기
Br-84	3.64E-06	2.93E-05	2.70E-07	1.79E-07	0.00E+00
I-131	2.14E-04	5.33E-02	4.84E-04	4.42E-04	3.96E-03
I-132	1.47E-03	4.65E-03	4.24E-05	2.14E-05	3.96E-39
I-133	1.92E-04	5.18E-02	4.71E-04	1.74E-04	2.71E-06
I-134	1.16E-04	1.45E-03	1.33E-05	8.59E-06	0.00E+00
I-135	2.83E-04	2.55E-02	2.32E-04	9.48E-05	7.99E-15
Rb-88	1.18E-04	7.73E-06	5.92E-06	7.21E-07	0.00E+00
Cs-134	9.49E-03	5.28E-04	4.75E-04	1.59E-04	6.40E-03
Cs-136	1.04E-03	5.78E-05	5.19E-05	1.19E-05	2.73E-04
Cs-137	1.26E-02	7.02E-04	6.32E-04	2.13E-04	9.52E-03
Sr-89	1.68E-04	1.85E-05	1.68E-07	2.55E-06	3.79E-05
Sr-90	1.48E-05	1.63E-06	1.48E-08	2.52E-07	1.40E-05
Sr-91	1.33E-04	1.46E-05	1.33E-07	5.27E-07	2.55E-13
Y-91m	8.52E-05	9.36E-06	8.52E-08	7.40E-08	3.30E-42
Y-91	1.43E-05	1.58E-06	1.43E-08	9.67E-08	6.53E-05
Y-93	6.21E-04	6.82E-04	6.21E-07	2.46E-06	2.37E-11
Zr-95	4.70E-04	5.17E-05	4.70E-07	7.31E-07	1.20E-04
Nb-95	3.52E-04	3.87E-05	3.52E-07	4.81E-06	6.04E-05
Mo-99	4.80E-03	5.28E-04	4.80E-06	2.54E-05	7.80E-05
Tc-99m	4.54E-03	4.99E-04	4.54E-06	1.56E-06	7.93E-18
Ru-103	8.94E-03	9.84E-04	8.94E-06	1.32E-04	1.74E-03

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.1-19 (4 중 4)

2. 저준위 폐수지 방사능량(TBq)

핵종	양이온 교환기	혼합상 이온교환기 1	혼합상 이온교환기 2	증기발생 취출계통 탈염기	사용후 연료저장조 정화탈염기
Ru-106	1.11E-01	1.22E-01	1.11E-04	1.85E-03	7.22E-02
Ag-110m	1.60E-03	1.76E-04	1.60E-06	2.65E-05	8.79E-04
Te-129m	2.25E-04	2.47E-05	2.25E-07	3.24E-06	4.08E-05
Te-129	2.95E-04	3.23E-05	2.95E-07	9.43E-07	0.00E+00
Te-131m	6.73E-04	7.41E-05	6.73E-07	2.70E-06	4.84E-07
Te-131	1.31E-04	1.44E-05	1.31E-07	5.77E-08	0.00E+00
Te-132	1.36E-03	1.49E-04	1.36E-06	7.92E-06	3.19E-05
Ba-137m	1.18E-02	6.57E-04	5.89E-04	2.13E-04	9.52E-03
Ba-140	1.43E-02	1.57E-03	1.43E-05	1.63E-04	1.63E-03
La-140	2.23E-02	2.45E-03	2.23E-05	6.06E-05	4.53E-05
Ce-141	1.77E-04	1.95E-05	1.77E-07	2.54E-06	3.24E-05
Ce-143	1.36E-03	1.50E-04	1.36E-06	5.55E-06	1.73E-06
Ce-144	4.92E-03	5.41E-04	4.92E-06	8.18E-05	2.90E-03
W-187	9.23E-04	1.01E-04	9.23E-07	3.57E-06	1.58E-07
Np-239	1.51E-03	1.67E-04	1.51E-06	7.46E-06	1.59E-05
Cr-51	3.63E-03	4.00E-04	3.63E-06	5.07E-06	5.99E-04
Mn-54	1.97E-03	2.17E-04	1.97E-06	3.29E-06	1.21E-03
Fe-55	1.48E-03	1.63E-04	1.48E-06	2.50E-06	1.23E-03
Fe-59	3.59E-04	3.95E-05	3.59E-07	5.38E-07	7.44E-05
Co-58	5.57E-03	6.12E-04	5.57E-06	8.73E-06	1.52E-03
Co-60	6.56E-04	7.22E-05	6.56E-07	1.11E-06	5.66E-04
Zn-65	6.28E-04	6.90E-05	6.28E-07	1.76E-07	2.17E-05

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.2 액체방사성폐기물관리계통

액체방사성폐기물관리계통은 예상운전과도사건을 포함한 정상운전 기간 동안 발생하는 방사능오염 폐액 혹은 방사능오염 가능성이 있는 폐액을 수집하여 처리한 후 소외로 방출하는 기능을 한다.

액체방사성폐기물관리계통은 다음과 같이 구성되어 있다.

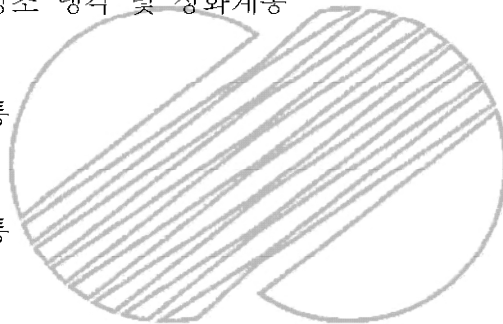
가. 복수탈염계통 및 증기발생기취출계통으로 구성되는 2차측 화학제어계통

나. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통

다. 방사성배수계통

라. 방사성세탁계통

마. 액체방사성폐기물계통



2차측 화학제어계통은 10.4절에 기술되어 있으며, 2차측 화학제어계통 내 응축수의 설계 기준 및 예상(운전기준) 방사능량을 구하기 위한 가정사항과 계산결과는 표 11.2-4 및 표 11.2-5에 각각 기술되어 있다.

30

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통은 9.1절에 기술되어 있으며 사용후연료저장조의 설계기준 및 예상 방사능량을 구하기 위한 가정사항과 계산결과는 표 11.1-3 및 표 11.1-4에 각각 기술되어 있다.

방사성배수계통은 9.3절에 기술되어 있으며, 방사성세탁계통 및 액체방사성폐기물계통 내

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

주요 기기의 특징 및 사양은 표 11.2-1에 기술되어 있다. 봉산회수계통은 화학 및 체적 제어계통의 일부로서 9.3.4절에 기술되어 있다.

따라서 액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통에 대해서만 본 절에 기술하였다.

11.2.1 설계기준

액체방사성폐기물계통과 방사성세탁계통에 적용되는 일반 설계기준은 다음과 같다.

- 가. 예상운전과도사건을 포함한 정상운전 기간 동안 발생하는 방사성폐액을 수집, 처리한다.
- 나. 정상운전 기간, 기기 기능상실 기간 및 설계기준 핵연료손상 시 원자력안전법 시행령 및 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)에 제시된 방사성핵종 유출물 농도 제한치 이하로 방사성핵종농도를 감소시키기에 충분한 처리용량, 다중성 및 융통성을 갖도록 한다. | 93 | 141
- 다. 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 설계목표 범위 내에서 방사성물질의 방출을 관리하여 ALARA 지침을 만족하도록 한다. | 93 | 141
- 라. 액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통은 신월성 1, 2호기 공용으로 내진범주 I급인 복합건물에 설치한다.
- 마. 액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통은 계통 기능수행의 감시가 가능하도록 설계한다. 규제지침서 1.21에 따라 발전소 액체유출물을 감시할 수 있는 대책을 마련한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

바. 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 60 및 64 요건을 만족한다.

사. 액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통의 기기 및 배관은 내진범주 III급, 전기등급 비IE급, 품질그룹 D로 설계되며 표 11.2-2에 제시되어 있는 바와 같이 규제지침서 1.143에 따라 설계, 제작 및 시험한다.

아. 액체방사성폐기물계통은 펌프 밀봉수 누설로 인한 방사성폐액 발생을 최소화하기 위해 밀봉수재순환계통을 설치한다.

자. 액체방사성폐기물계통은 전처리설비, 역삼투압설비, 정화설비 및 농축폐액 공급설비로 구성된 역삼투압설비 패키지를 설치한다.

차. 역삼투압설비 패키지로 처리된 폐액이 액체방사성폐기물계통의 세정수나 폐수지 이송용수 또는 화학 및 체적제어계통의 용수로 사용할 수 있도록 유로를 형성한다.

카. 액체방사성폐기물계통을 구성하고 있는 기기 및 배관은 다음과 같은 설계특성을 반영한다.

- 1) 정비 작업 시 방사선 피폭의 저감, 장비의 정지시간 감소, 방사성폐액 누설 감소 및 건물 내로 기체방사성물질 방출의 최소화
- 2) 배관 연결부위에 침전물 축적을 줄이기 위해 용접 연결, 맞대기 용접 및 플러그 밸브 사용
- 3) 정상운전을 제한하지 않는 범위 내에서 배관의 세척 및 기기의 정비가 가능하도록 공정배관에 연결부 설치
- 4) 펌프에서 폐액의 누설을 최소화하기 위해 기계적 밀봉을 사용하고 기기의 설계수명을 연장하기 위해 부식방지 재질 사용

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

타. 액체방사성폐기물계통의 방사성폐액을 저장하는 탱크에서 폐액의 넘침 또는 누설을 최소화하기 위해 다음과 같이 설계한다. 표 11.2-3은 액체방사성폐기물탱크 넘침 방지 설계기준을 보여주고 있다.

- 1) 탱크는 예상 폐기물 유입량을 저장하기에 적절한 용량을 갖도록 설계되고, 특성이 같은 폐기물을 저장하는 탱크들간의 상호 연결배관 설치
- 2) 수위계측기 및 수위경보기를 설치하고, 고수위 및 최고수위 경보는 상호 독립 수위감시기에 의해 작동
- 3) 탱크에서의 누설로 인해 폐액이 확산되지 않도록 실내 탱크실의 입구에 연석 설치

파. 복합건물 내에서 방사능준위가 높은 폐액을 이송하는 액체방사성폐기물계통 배관은 밸브 또는 능동기기가 위치하지 않는 차폐된 배관통로에 배치한다.

하. 액체방사성폐기물계통에는 필요한 경우 이동식 액체방사성폐기물 처리설비를 손쉽게 설치할 수 있도록 연결용 플랜지를 설치한다.

거. 액체방사성폐기물계통은 운전원의 선택에 따라 자동 및 수동의 일괄처리(batch) 방식으로 운전된다. 일반적으로 폐기물 수집은 자동으로 이루어지며, 처리경로는 운전원에 의해 선택된다. 정상처리 경로와는 별도로 특정 장비의 교체를 위한 다른 처리경로가 마련되어 있으며 다중 처리기기로 처리경로 전환이 가능하도록 한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.2.2 계통 설명

11.2.2.1 개요

액체방사성폐기물계통은 신월성 1,2호기 공용으로 설치되어, 양 호기로부터 발생된 액체 방사성폐기물을 수집 처리하며 주요 기능은 다음과 같다.

- 가. 방사성 및 오염 가능성이 있는 액체폐기물 수집
- 나. 고체방사성폐기물계통으로 이송되는 고체 폐기물량의 최소화
- 다. 소외방출 허용농도 이하가 되도록 방사성폐액을 처리

액체방사성폐기물계통에 대한 배관 및 계장도는 그림 11.2-1에 제시되어 있다.

고용존고형물폐액 및 저용존고형물폐액은 전처리설비, 역삼투압설비, 정화설비 및 농축폐액 공급설비로 구성된 100 % 용량의 역삼투압설비 패키지 2계열 중 1계열로 이송되어 처리된다. 전처리설비에서 미세한 입자 및 유기성 물질이 제거된 전처리 폐액은 역삼투압설비로 이송되어 용존염 및 방사성물질이 제거된 투과수가 정화설비로 이송된다. 막분리 공정에서 발생된 농축폐액은 고체방사성폐기물계통 농축폐액 처리설비로 이송된다. 역삼투압설비에서 방출되는 투과수는 정화설비에서 방사성 이온들을 추가로 제거하고 수질을 향상시킨 뒤 감시탱크로 이송되며, 감시탱크에서 시료를 채취하여 방사능준위를 측정한 후 순환수 배수관을 통하여 방출하거나 재사용을 위해 계통 사용처로 이송된다. 처리된 폐액이 방출기준 및 수질요건을 만족하지 못할 경우 역삼투압설비 패키지로 재순환하여 처리한다. 처리된 폐액을 소외로 방출하는 경우 방출 폐액 내 방사능은 지속적으로 감시된다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

화학배수폐액은 고용존고형물폐액과 같은 경로로 처리한다. 그러나 특수 제염폐액과 같은 화학폐액들이 발생하는 경우 이동식 화학폐기물 처리설비로 처리할 수 있도록 연결용 플랜지가 설치되어 있다.

액체방사성폐기물계통의 방사성폐액을 저장하는 탱크의 넘침 방지 설계 기준은 표 11.2-3에 나타나 있다. 액체방사성폐기물계통 이외의 잠재적 방사성물질 함유할 수 있는 원자로건물 외부의 탱크는 재장전수탱크, 수용탱크 및 원자로보충수탱크가 있으며, 재장전수탱크의 넘침수는 수용탱크로 이송되고, 수용탱크 및 원자로보충수탱크의 넘침수는 복합건물 기기배수 집수조로 이송되어 액체방사성폐기물계통으로 유입된다.

1

표 11.2-7의 설계가정을 기준으로 하여 계산한 액체방사성폐기물계통의 설계기준 방사능 농도는 표 11.2-8에 나타나 있다.

방사성세탁계통은 신월성 1,2호기 공용으로 설치되어, 복합건물 내 양 호기로부터 발생된 인체제염수 및 오염된 세탁폐수 등으로 인해 잠재적 방사능 오염을 가진 폐액을 수집, 감시 및 처리한다. 방사성세탁계통은 2대의 배수탱크, 2대의 배수탱크펌프 및 여과기로 구성되어 있다. 방사성세탁계통의 배관 및 계장도는 그림 11.2-2에 제시되어 있다.

방사성세탁계통 배수탱크에 유입되는 폐액은 오염가능지역으로부터 발생된 세탁폐수 및 인체제염수 등 이다. 수집된 폐액들은 여과처리되며 시료채취 후 방출 규제기준에 적합한 경우 액체방사성폐기물계통의 감시탱크 방출배관을 통해 방출된다. 그러나 추가처리가 필요한 경우, 액체방사성폐기물계통의 화학폐액탱크로 이송되어 처리된다.

액체방사성폐기물계통으로 유입되는 예상유량 및 폐액의 방사능정도는 액체방사성폐기물계통으로 유입되는 다른 액체폐기물에 대한 자료와 함께 표 11.2-6에 기술되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.2.2.2 기기 설명

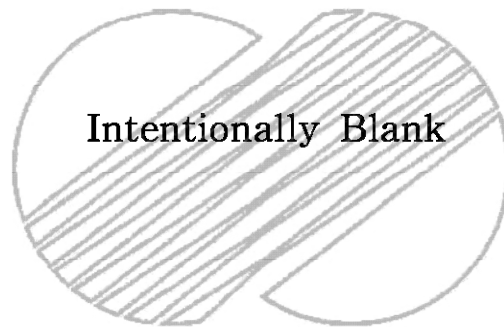
표 11.2-1에는 액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통을 구성하고 있는 주요 기기와 기기별 수량, 용량, 설계압력 및 온도, 운전압력 및 온도, 재질 등에 관한 사항이 기술되어 있다.

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통의 기기 및 배치는 그림 1.2-13부터 그림 1.2-16



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

및 그림 1.2-44부터 그림 1.2-46에 있는 복합건물 일반배치도에 나타나 있다. 기기 배치 시 발전소 작업자에 대한 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 규제지침서 8.8의 지침을 반영하고 있다.

가. 폐액탱크와 폐액펌프

액체방사성폐기물계통으로 유입되는 폐액을 그 특성에 따라 분리 수용하기 위하여 고용존고형물 폐액탱크 2대, 저용존고형물 폐액탱크 2대, 화학 폐액탱크 2대가 있으며, 모든 탱크는 대기압탱크로서 스테인리스강으로 제작된다. 각 폐액탱크는 정상운전 중 발생가능한 최대 폐액을 충분히 수용할 수 있는 용량으로 설계되어 있다.

폐액탱크에 수용된 폐액을 처리기기로 이송하기 위해 원심형 펌프를 각 폐액탱크별로 둔다. 폐액펌프의 운전 신뢰성을 높이기 위해 100 % 용량의 폐액펌프가 각 폐액탱크 종류별로 2대 설치되어 있다.

나. 역삼투압설비 패키지

액체방사성폐기물계통의 역삼투압설비 패키지는 역삼투막의 성능을 안정적으로 유지시키기 위한 전처리설비, 주처리설비인 역삼투압설비, 역삼투압설비를 거친 투과수를 최종 정화처리하기 위한 정화설비 및 농축폐액 공급설비로 구성되어 있다.

전처리설비는 역삼투압설비의 역삼투막 오염, 스케일링 및 손상을 방지하기 위해 설치되며, 수집된 폐액속에 존재하는 미세한 입자 및 유기성 물질을 제거한다. 이러한 기능을 수행하기 위해 전처리설비는 오존주입설비, 활성탄흡착대, 역세정여과기로 구성되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

전처리설비는 미생물 등을 포함하는 유기물로 인한 후단 여과설비의 막힘 또는 오염문제를 최소화하기 위해 유기물 제거 효율 향상을 위한 보조설비로 오존처리설비를 갖추고 있다. 활성탄 흡착대는 역삼투막의 효율적인 운영을 위해 폐액에 함유된 소량의 입자, 유기물 등을 흡착처리하며 역세정 여과기는 폐액 내 입자 중 5 micron까지의 입자를 제거한다. 활성탄 흡착대에서 발생하는 폐활성탄은 고체방사성폐기물계통의 폐수지 이송배관을 통하여 처리설비로 이송, 처리된다.

1

1

이러한 전처리설비를 거친 폐액은 반투막을 이용하여 폐액 내 방사성핵종을 제거하는 기능을 하는 역삼투압설비로 이송된다. 전처리설비로부터 유입되는 폐액은 역삼투압설비의 역삼투막 모듈로 이송하여 처리되기 전에 우선 대기압 탱크인 역삼투압 공급탱크에 수집된다. 역삼투압 공급탱크에 일정 수위 이상 폐액이 수집되면 역삼투압 공급펌프가 가동하여 역삼투막으로 폐액이 이송된다.

역삼투압설비는 전처리설비에서 제거되지 않은 용존염 및 방사성 이온들을 제거하기 위해 전처리된 폐액을 여러 단계의 역삼투막을 통과시켜 투과수와 농축액 형태로 분리하며 투과수는 정화설비를 거쳐 감시탱크로 이송하고 농축폐액은 농축폐액 처리설비로 이송한다. 역삼투막의 세정 시기는 투과수 유량 및 역삼투막 차압을 감시하여 결정하며, 막 세정은 일반적으로 ‘고-pH 세정제’와 ‘저-pH 세정제’를 순차적으로 사용하여 막 오염물을 제거한다. 막세정 폐액은 농축폐액 저장탱크로 이송되어 농축폐액과 함께 처리된다.

1

역삼투압설비는 역삼투압 모듈과 역삼투압 모듈 공급탱크로 구성되어 있으며, 역삼투압 모듈에는 18개의 역삼투막이 장착되어 있다.

역삼투압설비를 거친 폐액은 정화설비로 이송되어 3대의 이온교환기를 거쳐 최종 처리된다. 정화설비는 역삼투압설비에서 방출된 투과수 내에 Co, Sb, Cs 핵종을 추가로 제거하여 투과수를 정화, 투과수의 수질을 향상시키기 위

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

해 설치되며, 1대의 양이온교환기와 2대의 혼상교환기로 구성되어 있다. 이온교환기는 이온교환기 양단의 압력차가 설계치 이내에서 운전되도록 하며, 처리된 폐액의 방사능농도 및 전기전도도를 기준으로 수지의 이온교환능력이 다했을 경우 또는 방사성폐기물 관리자의 판단에 따라 이온교환기로부터 수지를 교체하도록 한다. 이온교환기의 수지 교체 시, 교체 대상 이온교환기구의 폐액 유입을 방지하기 위해 이온교환기를 격리할 수 있도록 하며, 폐수지는 교체방사성폐기물계통의 저방사성폐수지 탱크로 이송되도록 한다. 신 수지는 신 수지 탱크를 이용하여 수지탱크에 주입되도록 한다.

역삼투압설비에는 유입 폐액의 수질에 따라 일부 처리 설비를 우회처리 가능하도록 유로를 형성하여 방사성폐액에 따라 효율성 및 융통성 있는 처리가 가능하도록 구성되어 있다. 역삼투압 패키지에서 처리된 폐액은 최종적으로 감시탱크에 수집되는데, 감시탱크에 수집된 처리수는 시료채취 분석을 통하여 환경 방출이 부적합한 경우 재처리를 위해 역삼투압 패키지로 재순환시킬 수 있다.

농축폐액 공급설비는 역삼투압설비의 막분리 공정에서 발생하는 농축폐액을 교체방사성폐기물계통 농축폐액건조설비로 이송한다. 농축폐액 공급설비는 농축폐액 저장탱크와 농축폐액 공급펌프로 구성되어 있다.

역삼투압설비 패키지의 기능상실로 인하여 폐액 처리에 지장을 주지 않도록 하기 위하여 전처리설비, 역삼투압설비 및 정화설비는 100% 용량의 2계열로 구성되어 있다.

다. 감시탱크와 감시펌프

액체방사성폐기물계통의 역삼투압설비 패키지에서 처리된 폐액은 최종적으로 감시탱크에 수집된다. 감시탱크에 수집된 폐액은 시료채취 분석을 통하여 액

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

체방사성폐기물계통의 세정수 또는 폐수지이송 용수로 사용하거나 화학 및 체적제어계통의 용수로 재사용할 수 있도록 계통 사용처로 이송되거나, 환경으로 방출 또는 재처리를 위해 역삼투압설비로 재순환시킨다. 본 계통에는 2대의 감시탱크와 100 % 용량을 가진 2대의 원심형 감시펌프가 있다.

11.2.2.3 계통 운전

11.2.2.3.1 액체방사성폐기물계통

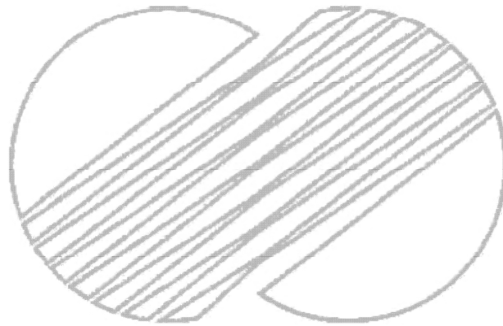
액체방사성폐기물계통은 정상운전 중 원자로건물, 핵연료건물, 복합건물 및 보조건물로부터 발생된 바닥 및 기기 배수를 분리 수집하여 처리한다. 액체방사성폐기물계통은 정상 운전 동안의 예상 누설량 이외에 원자로냉각재의 비정상 누설을 처리할 수 있도록 설계되어 있다. 이러한 예상운전 과도시 계통으로 유입되는 폐기물 유입량이 증가하나 본 계통의 운전은 정상운전과 동일하다. 재장전 동안에는 발전소 내 유지보수 활동 증가로 인하여 액체방사성폐기물계통 처리 부하가 증가한다. 그러나 본 계통의 운전은 정상운전과 동일하며 본 계통의 처리 능력에는 차이가 없다. 증기발생기 전열관 손상으로 이차계통이 심하게 오염되었을 경우, 본 계통은 터빈건물에서 발생하는 폐액 즉 기기배수, 바닥배수, 복수탈염기 재생폐액 및 증기발생기취출계통 오염폐액 등을 처리할 수 있다. 또한, 지역제염이나 기기제염의 경우 액체방사성폐기물계통의 처리 부하가 증가한다. 본 계통은 폐액수집탱크로의 많은 양의 연속적인 유입을 처리할 수 있도록 설계되어 있다. 또한 특수 제염용액의 사용 또는 많은 양의 제염 폐액을 처리할 수 있도록 이동식 화학폐액처리설비 연결 플랜지가 마련되어 있다. 본 계통으로 유입되는 폐액은 그 특성에 따라 세가지 처리계열로 나뉘어진다. 즉 고용존고형물폐액, 저용존고형물폐액, 화학폐액 처리계열로서, 폐액의 분리는 필요한 처리공정에 따라 행해진다.

가. 고용존고형물폐액

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

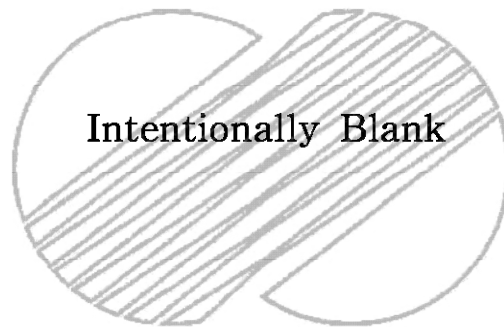
정상운전 시 고용존고형물폐액탱크에는 원자로건물, 핵연료건물, 보조건물 및 복합건물 내 바닥 및 기기 배수들이 수집된다. 또한 복수탈염기 재생폐액과 증기발생기취출계통 오염폐액도 고용존고형물 폐액탱크에 수집된다.

고용존고형물 폐액탱크가 예정수위에 이르게 되면, 탱크 내 폐액은 처리되기 시작한다. 고용존고형물 폐액탱크에 수집된 폐액은 먼저 충분히 재순환시켜 균질하게 섞은 후, 시료채취를 하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한다. 고용존고형물 폐액탱크에 수집되는 폐액은 대부분 부유물질이 많이 함유되어



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

있으며, 일반적으로 전기전도도가 높은 폐액이므로, 부유물질을 제거하기 위해 전처리설비로 이송한다. 전처리설비에서 처리된 폐액은 역삼투압설비로 이송되며, 막분리 과정에서 발생된 농축폐액은 고체방사성폐기물로 농축폐액 건조설비로 이송한다. 역삼투압설비에서 방출되는 투과수는 이온교환기들로 구성된 정화설비에서 처리하여 추가로 방사성핵종을 제거한다. 정화설비에서 처리된 폐액은 최종적으로 감시탱크로 이송된다. 감시탱크에 수집된 폐액은 시료채취 분석을 통해 재처리가 필요한 경우 역삼투압설비 패키지로 재순환시키고, 환경방출에 관한 규제요건을 만족하는 경우 순환수 배수로를 통해 소외로 방출한다. 처리된 폐액의 방사능준위가 충분히 낮아지고 수질요건을 만족할 경우 액체방사성폐기물계통 및 화학 및 체적제어계통의 사용처로 이송한다. 전체발전소 용수평형유지를 고려하여 방출 또는 재순환하며, 필요 시 발전소용수 중 삼중수소의 농도를 제어하기 위해 처리된 폐액을 방출한다.

나. 저용존고형물폐액

정상운전 중 저용존고형물폐액탱크에는 핵연료건물, 보조건물 및 복합건물에서 발생하는 전기전도도가 낮은 기기배수 즉, 저용존고형물폐액이 수집된다. 또한 폐수지탱크로부터의 분리수 및 수지이송수도 저용존고형물폐액탱크에 수집된다. 필요 시, 저용존고형물폐액탱크는 고용존고형물폐액탱크의 보조탱크로도 사용될 수 있다.

저용존고형물폐액탱크가 만수위가 되거나(방사성폐기물 제어실 내 고수위 경보 표시) 또는 예정수위에 도달하게 되면, 저용존고형물폐액탱크 내 방사성폐액을 처리하기 시작한다. 저용존고형물폐액탱크에 수집된 폐액은 먼저 충분히 재순환시켜 균질하게 섞은 후, 시료채취를 하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한 뒤 고용존고형물폐액과 같은 공정으로 처리된다. 저용존고형물폐액탱크에 수집된 폐액은 용존고체 함유량이 낮은 폐액이므로 역삼투압설비

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

패키지 내 일부 구성기기를 우회하여 처리할 수 있다.

다. 화학폐액

화학폐액탱크는 복합건물 내 세탁기기 및 방사화학 실험실로부터 발생된 폐액과 제염시설로부터 발생된 폐액을 수집한다. 또한 화학폐액탱크에는 복수탈염기 재생폐액과 증기발생기취출계통 오염폐액도 수집될 수 있다. 화학폐액탱크가 만수위 또는 예정수위에 도달할 때, 화학폐액탱크 내 폐액을 처리하기 시작한다. 화학폐액탱크에 수집된 화학폐액은 시료채취하여 폐액의 화학 및 방사능 특성을 분석한 뒤 고용존고형물폐액과 같은 공정으로 처리한다. 그러나, 1차측 계통의 화학제염 등으로 생성된 폐액 중 액체방사성처리설비에 영향을 줄 수 있는 화학폐액은 별도로 처리할 수 있도록 연결 플랜지가 설치되어 있다.

1

11.2.2.3.2 방사성세탁계통

방사성세탁계통은 오염가능지역으로부터 발생된 오염된 세탁폐수 및 중저준위방사성폐기물 임시저장고 내 제염폐수 등을 수집 처리하며, 방사성세탁 부계통과 제염폐액처리 부계통으로 구성되어 있다.

11.2.2.3.2.1 방사성세탁 부계통

2대의 방사성세탁계통 배수탱크 중 1대의 탱크가 만수위에 도달하면 운전원은 탱크로 유입되는 유로를 다른 배수탱크로 바꾸고, 탱크 내 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 방사능준위가 낮은 경우 이들 폐액은 방사성세탁계통 배수필터로 처리한 뒤 액체폐기물처리계통 방출배관을 거쳐 소외로 방출하고 방사능준위가 높아 방사성세탁계통 처리능력을 초과하는 경우 액체방사성

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

폐기물계통의 화학폐액탱크로 이송하여 처리한다.

11.2.2.3.2.2 제염폐액처리 부계통

제염폐액배수탱크에 폐액이 가득 차면, 운전원은 2대의 펌프 중 1대를 가동시키며, 탱크 내용물은 대표 시료채취를 위한 완전 혼합을 위하여 탱크 내부에 설치된 혼합기를 통하여 순환시킨다. 제염폐액은 방사능준위와 화학적 오염정도를 분석하기 위하여 시료를 채취한 후 제염폐액배수필터를 통과시켜 ‘운반용기의 기술기준’에 적합한 이동형 설비로 이송한다. 제염폐액배수탱크 내용물은 탱크 내부에 방사성 물질이 축적 또는 침전되는 것을 방지하기 위하여 계속적인 순환이 이루어져야 한다. 펌프는 탱크 저수위일 때 자동으로 정지된다.

11.2.3 액체방사성물질 방출

액체방사성폐기물계통에 의해 처리된 액체폐기물은 순환수 배수로를 통해 방출되며, 액체폐기물의 이송경로는 방사성폐기물 감시탱크에서의 방사능준위에 의해 결정된다. 감시탱크 내의 폐액은 화학 및 방사능에 대한 시료채취 및 분석과정을 거치게 되며, 방사능 측정치가 운영기술지침서에 제시된 방출한도보다 낮을 경우에만 소외방출이 허용된다.

본 절에서는 예상운전과도사건을 포함한 정상운전 시 발전소로부터 소외로 방출되는 액체방류물의 평가에 대하여 기술하였다. 액체방류물 내 함유되어 있는 방사성핵종의 연평균 예상방출량은 PWR-GALE 전산프로그램을 사용하여 계산하였다. 전산프로그램의 입력자료로 사용되는 정상운전 시 관련 계통의 설계변수는 표 11.2-9 및 표 11.2-10에 제시되어 있으며, NUREG-0017에서 제시하고 있는 폐기물 유입량 중 2차냉각재 시료채취계통 배수, 복수탈염기 세척 및 이송폐액 등은 방사능준위가 매우 낮기 때문에 예상방출량 계산 시 고려하지 않는다. 액체방출물을 통한 방사성핵종의 예상방출량 계산결과는 표 11.2-11에 제시되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.2.3.1 방출지점

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

11.2.3.2 액체방출물 농도

순환수 배수로로 방출되는 신월성 1,2호기 액체방출물의 평균방류량은 $0.265 \text{ m}^3/\text{min}$ (70 gpm)으로서 각 호기당 $49.2 \text{ m}^3/\text{min}$ (13,000 gpm) 및 $2,286 \text{ m}^3/\text{min}$ (604,000 gpm)의 유량을 갖고 있는 1차측기기냉각해수 및 순환수냉각수에 의해 희석되어 배수구에서는 평균 8,812 : 1 비율로 희석된다. 또한 궁극적으로 액체방출물은 바다로 확산되므로 추가 희석효과를 갖는다.

표 11.2-12는 제한구역경계에서의 액체방출물의 설계기준 방사능농도와 원자력안전위원회 회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준 농도제한치를 비교한 것이다. 예상 방사선원을 갖는 액체방출물에 의한 제한구역경계에서의 피폭선량은 11.2.3.3절에 기술되어 있다. | 93 | 141

제한구역경계에서 액체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도는 다음과 같이 계산된다.



(11.2-1)

여기서,

C_i : 제한구역경계에서 액체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도

Q_i : 액체 폐기물로 방출되는 핵종별 설계기준 방사능량

W : 배수구를 통한 총냉각수(1차측기기냉각해수 및 순환수냉각수) 방류량

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

DF : 해수에 의한 희석인자

11.2.3.3 예상피폭선량

액체방사성폐기물에 의한 일반인에 대한 선량평가 시 사용된 가정사항 및 피폭경로는 표 11.2-13에 기술되어 있으며, 이를 이용하여 평가한 최대 개인의 유효선량 및 장기별 등가 선량과 주민에 대한 유효선량 및 장기별 등가선량은 각각 표 11.2-14 및 표 11.2-15에 제시되어 있다. 이들 선량과 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기 | 93 | 141 준)에 제시된 정상운전 시 선량기준치와의 비교결과는 표 11.2-16에 제시되어 있다.

11.2.4 안전성 평가

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통은 비안전성관련계통으로서 별도의 안전성 평가를 필요로 하지 않는다.



11.2.5 시험 및 검사

가동전시험은 14장에 기술되어 있다. 액체방사성폐기물계통의 역삼투압설비 패키지는 그 기능 수행여부를 입증하기 위해 설치 전에 기능시험을 수행한다.

발전소 가동 전, 액체방사성폐기물계통에 대한 압력 건전성, 설계유량 특성, 그리고 밸브, 계측장비 및 제어장비의 운전적합 여부를 확인하기 위한 시험을 수행한다. 발전소 시운전 및 출력운전 시, 역삼투압설비 패키지의 특이부하 및 제염효율을 입증하기 위해 매 일괄처리(batch) 운전마다 시료를 채취한다. 계측장비는 주기적으로 교정한다.

복합건물 내에서 고방사능 또는 고방사능 오염가능성이 있는 폐액을 이송하는 배관은 밸브 또는 능동기기와 격리되어 차폐된 배관통로에 설치되어 있다. 배관통로의 배수 및 환

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

기는 배관통로 내의 모든 누설물을 수집 및 검출할 수 있도록 설계되어 있다.

11.2.6 계측설비

계측설비의 판독은 주로 복합건물 내 방사성폐기물 제어실에서 수행하며, 일부 계측기의 판독은 현장에서 수행한다.

모든 경보는 복합건물 내 방사성폐기물 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, Rev. 2, 1981.
3. "Liquid Radioactive Waste Processing System for Light Water Reactor Plant," ANSI/ANS-55.6, 1993.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 1)

액체방사성폐기물계통 및 방사성세탁계통 주요 기기의 제원

고용존고형물(HTDS) 폐액탱크

수 량(양호기)	2대
용 량	각 68.1 m ³ (18,000 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 °C (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD

저용존고형물(LTDS) 폐액탱크

수 량(양호기)	2대
용 량	각 68.1 m ³ (18,000 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 °C (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD



화학폐액탱크

수 량(양호기)	2대
용 량	각 34.1 m ³ (9,000 gal)
설계압력/온도	대기압/93.3 °C (200 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD

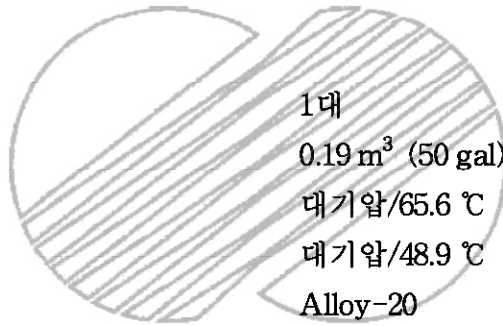
감시탱크

수 량(양호기)	2대
용 량	각 102.2 m ³ (27,000 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 °C (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 2)

재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD
황산저장탱크	
수 량(양호기)	1대
용 량	1.7 m ³ (450 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 °C (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD
황산배치탱크	
수 량(양호기)	1대
용 량	0.19 m ³ (50 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 °C (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)
재 질	Alloy-20
적용코드	KEPIC MGD
가성소다저장탱크	
수 량(양호기)	1대
용 량	1.7 m ³ (450 gal)
설계압력/온도	대기압/100 °C (212 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 °C (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD
가성소다배치탱크	
수 량(양호기)	1대
용 량	0.19 m ³ (50 gal)



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 3)

설계압력/온도	대기압/65.6 ℃ (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 ℃ (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD
화학첨가제저장탱크	
수 량(양호기)	1대
용 량	0.4 m ³ (110 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 ℃ (150 °F)
운전압력/온도	대기압/48.9 ℃ (120 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD
밀봉수저장탱크	
수 량(양호기)	1대
용 량	1.7 m ³ (460 gal)
설계압력/온도	대기압/65.6 ℃ (150 °F)
운전압력/온도	대기압/40 ℃ (104 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
적용코드	KEPIC MGD

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 4)

고용존고형물폐액펌프

형 식	수평원심형
수 량(양호기)	100 % 용량 2대
용 량	각 804.4 L/min (212.5 gpm)
토출압력	11.95 kg/cm ² (170 psig)
차압수두	121.9 m (400 ft)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8, A276-TP304)
적용코드	KEPIC MGF

| 1

저용존고형물폐액펌프

형 식	수평원심형
수 량(양호기)	100 % 용량 2대
용 량	각 804.4 L/min (212.5 gpm)
토출압력	11.95 kg/cm ² (170 psig)
차압수두	121.9 m (400 ft)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8, A276-TP304)
적용코드	KEPIC MGF

| 1

화학폐액펌프

형 식	수평원심형
수 량(양호기)	100 % 용량 2대
용 량	각 618.54 L/min (163.4 gpm)
토출압력	11.95 kg/cm ² (170 psig)
차압수두	120.4 m (395 ft)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8, A276-TP304)
적용코드	KEPIC MGF

| 1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 5)

감시탱크펌프

형 식	수평원심형
수 량(양호기)	100 % 용량 2대
용 량	각 1324.9 L/min (350 gpm)
토출압력	8.44 kg/cm ² (120 psig)
차압수두	88.4 m (290 ft)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8, A276-TP304)
적용코드	KEPIC MGF

| 1

밀봉수공급펌프

형 식	수평원심형
수 량(양호기)	100 % 용량 2대
용 량	각 333.87 L/min (88.2 gpm)
토출압력	9.5 kg/cm ² (135 psig)
차압수두	97.5 m (320 ft)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8, A276-TP304)
적용코드	KEPIC MGF

| 1

황산배치탱크펌프

형 식	모노형
수 량(양호기)	1대
용 량	18.9 L/min (5 gpm)
토출압력	4.9 kg/cm ² (70 psig)
요구흡입수두	0.35 m kg/cm ² A (5 psia)
재 질	ALLOY 20
적용코드	HI

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 6)

가성소다배치탱크펌프

형 식	모노형
수 량(양호기)	1대
용 량	18.9 L/min (5 gpm)
토출압력	4.9 kg/cm ² (70 psig)
요구흡입수두	0.35 m kg/cm ² A (5 psia)
재 질	스테인리스강 (316 SS)
적용코드	HI

화학첨가제탱크펌프

형 식	모노형
수 량(양호기)	1대
용 량	37.85 L/min (10 gpm)
토출압력	4.9 kg/cm ² (70 psig)
요구흡입수두	0.35 m kg/cm ² A (5 psia)
재 질	스테인리스강 (316 SS)
적용코드	HI



역삼투압설비 패키지

수 량(양호기)	100 % 용량 두 계열
용 량	각 227 L/min (60 gpm)
설계압력	10.5 kg/cm ² (150 psig)
설계온도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강
적용코드	ASME Sec. VIII

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 7)

활성탄 흡착대 (역삼투압설비)

수 량	2 (계열당 1)
용 량 (대당)	227.1 L/min (60 gpm)
설 계 압 력	10.5 kg/cm ² (150 psig)
설 계 온 도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-316L)
코 드	ASME Sec. VIII

역세정 여과기 (역삼투압설비)

수 량	2 (계열당 1)
용 량 (대당)	227.1 L/min (60 gpm)
설 계 압 력	10.5 kg/cm ² (150 psig)
설 계 온 도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강 (A312-TP304L)
코 드	ASME Sec. VIII

역삼투압 모듈 공급탱크 (역삼투압설비)

수 량	2 (계열당 1)
용 량 (대당)	1.9 m ³ (500 gal)
설 계 압 력	대기압
설 계 온 도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304L)
코 드	ASME Sec. VIII 및 API 650

역삼투압 모듈 (역삼투압설비)

수 량	2 (계열당 1)
용 량 (대당)	246.1 L/min (65 gpm)
장착 역삼투막 수	18개

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 8)

설 계 압 력	42.18 kg/cm ² (600 psig)
설 계 온 도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강 (A312-TP304L)
코 드	ASME B31.1
농축폐액 저장탱크 (역삼투압설비)	
수 량	1
용 량 (대당)	13.2 m ³ (3,500 gal)
설 계 압 력	대기압
설 계 온 도	93.3 °C (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304L)
코 드	ASME Sec. VIII 및 API 650
세정약품 탱크 (역삼투압설비)	
수 량	1
용 량 (대당)	1.3 m ³ (350 gal)
설 계 압 력	대기압
설 계 온 도	100 °C (212 °F)
재 질	스테인리스강 (A312-TP304L)
코 드	ASME Sec. VIII 및 API 650
역삼투압 공급펌프 (역삼투압설비)	
형 식	원심형
수 량	2 (계열당 1)
용 량	246.1 L/min (65 gpm)
토 출 압 력	27.1 kg/cm ² (385 psig)
재 질	스테인리스강 (A351-CF8M)
코 드	제작자 표준

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 9)

농축폐액 공급펌프 (역삼투압설비)

형 식	원심형
수 량	1
용 량	68.1 L/min (18 gpm)
토 출 압 력	7.0 kg/cm ² (100 psig)
재 질	스테인리스강 (A351-CF8M)
코 드	제작자 표준

세정약품 공급펌프 (역삼투압설비)

형 식	공기 다이어프램 방식
수 량	1
용 량	94.6 L/min (25 gpm)
토 출 압 력	2.5 kg/cm ² (35 psig)
재 질	스테인리스강 (A351-CF8M)
코 드	제작자 표준

양이온 교환기 (역삼투압설비)

수 량	2 (계열당 1)
용 량	227.1 L/min (60 gpm)
설 계 압 력	10.5 kg/cm ² (150 psig)
설 계 온 도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-316L)
코 드	ASME SEC. VIII

혼상교환기 (역삼투압설비)

수 량	4 (계열당 2)
용 량	227.1 L/min (60 gpm)
설 계 압 력	10.5 kg/cm ² (150 psig)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 10)

설 계 온 도	65.6 °C (150 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-316L)
코 드	ASME Sec. VIII
오존주입설비 (역삼투압설비)	
수 량	2 (계열당 1)
오존생성용량	0.54 kg/day (1.25 lb/day)
처리유체용량	227.1 L/min (60 gpm)
코 드	제작자 표준
밀봉수 열교환기	
수 량	1
형 식	관 및 튜브형
설계열부하	2.5×10^4 kcal/hr (1×10^5 Btu/hr)
열전달률	$1,993$ kcal/hr- m^2 -°C (408.2 Btu/hr-ft-°F)
유효면적	3.22 m^2 (34.7 ft^2)
적용 코드	KEPIC MGB 및 MGC
관측 :	
유체	1차측기기냉각수
유로 수	1
온도, 유입/유출	35/36.2 °C (95/97.1 °F)
압력강하	0.27 kg/ cm^2 (3.9 psi)
유량	369.1 L/min (97.5 gpm)
설계압력	14.1 kg/ cm^2 (200 psig)
설계온도	93.3 °C (200 °F)
재 질	탄소강 (A106-B)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 11)

튜브측 :	
유체	밀봉수(탈염수)
유로 수	2
온도, 유입/유출,	40.6/38.7 °C (105/101.7 °F)
압력강하,	0.17 kg/cm ² (2.4 psi)
유량,	227.1 L/min (60 gpm)
설계압력,	12.3 kg/cm ² (175 psig)
설계온도,	93.3 °C (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A213-TP304)
방사성세탁계통 배수탱크	
수 량(양호기)	2대
용 량	각 22.7 m ³ (6,000 gal)
설계압력	대기압
설계온도	93.3 °C (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
방사성세탁계통 배수탱크펌프	
수 량(양호기)	100 % 용량 2대
용 량	각 567.75 L/min (150 gpm)
설계압력	10.55 kg/cm ² (150 psig)
설계온도	93.3 °C (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8M)
방사성세탁계통 배수필터	
수 량(양호기)	1대
용 량	189.25 L/min (50 gpm)
설계압력	10.55 kg/cm ² (150 psig)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-1 (12 중 12)

설계온도	93.3 ℃ (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A312-TP304L)
제염폐액배수탱크	
수 량	1대
용 량	13.25 m ³ (3,500 gal)
설계압력	대기압
설계온도	93.3 ℃ (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A240-304)
제염폐액배수탱크펌프	
수 량	100 % 용량 2대
용 량	각 227.12 L/min (60 gpm)
설계압력	4.92 kg/cm ² (70 psig)
설계온도	93.3 ℃ (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A743-CF8M)
제염폐액배수필터	
수 량	1대
용 량	113.56 L/min (30 gpm)
설계압력	4.92 kg/cm ² (70 psig)
설계온도	93.3 ℃ (200 °F)
재 질	스테인리스강 (A312-TP304L)

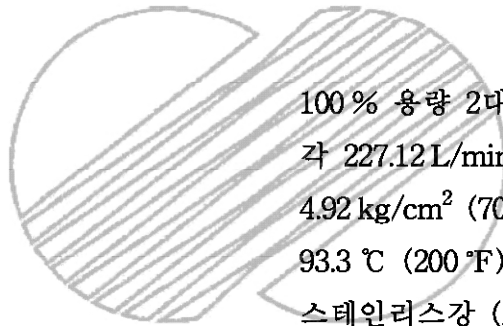


표 11.2-2

액체방사성 폐기물계통 및 방사성세탁계통 기기별 적용규격

<u>기 기</u>	<u>설계 및 제작</u>	<u>재 질</u>	<u>용접사 자격 및 용접절차</u>	<u>검사 및 시험</u>
탱크 (대기압 또는 0-15 psig, (steel))	KEPIC MGD 및 API 650 (대기압), API 620(0-15 psig),	ASME Sec. II	KEPIC MQ 및 ASME Sec. IX	KEPIC MGD 및 API 650 (대기압), API 620(0-15 psig),
압력용기	ASME Sec. VIII, Div. 1	ASME Sec. II	ASME Sec. IX	ASME Sec. VIII, Div. 1
펌프	Manufacturer's Standards	ASME Sec. II	KEPIC MQ 및 ASME Sec. IX	KEPIC MGF 및 Hydraulic Institute
배관 및 밸브	KEPIC MGE 및 ASME B31.1	ASME Sec. II 및 ASTM	KEPIC MQ 및 ASME Sec. IX	KEPIC MGE 및 ASME B31.1
이온교환기 및 여과기	ASME Sec. VIII, Div. 1	ASME Sec. II	ASME Sec. IX	ASME Sec. VIII, Div. 1
열교환기	KEPIC MGB 및 MGC 및 ASME Sec. VIII, Div. 1 및 TEMA	ASME Sec. II	KEPIC MQ 및 ASME Sec. IX	KEPIC MGB 및 MGC 및 ASME Sec. VIII, Div. 1

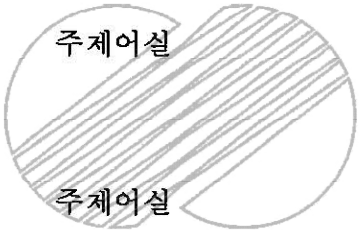
액체방사성폐기물탱크 넘침 방지 설계기준

<u>방사성폐기물 탱크</u>	<u>수위 감시위치</u>	<u>탱크 넘침(고수위) 경보위치</u>	<u>탱크 넘침 수용방법</u>
1. 고용존고형물 폐액탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	탱크 넘침은 보조탱크로 이송하며, 최종적으로 복합건물 바닥배수조로 이송함
2. 저용존고형물 폐액탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
3. 화학폐액탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
4. 감시탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	상 동
5. 밀봉수 저장탱크	방사성폐기물 제어실	방사성폐기물 제어실	최종적인 넘침수는 복합건물 바닥배수조로 이송함
6. 방사성세탁계통 배수탱크	방사성세탁계통 현장제어반	방사성세탁계통 현장제어반	탱크넘침은 보조탱크로 이송하며, 최종적으로 복합건물 바닥배수조로 이송함
7. 제염폐액 배수탱크	중저준위방사성폐기물 임시저장고 제염폐액처리 부계통 현장제어반	방사성세탁계통 현장제어반	최종적인 넘침수는 중저준위방사성폐기물 임시저장고 바닥배수조로 이송함

11.2-30

신원성 1,2호기 최종안전성분석보고서

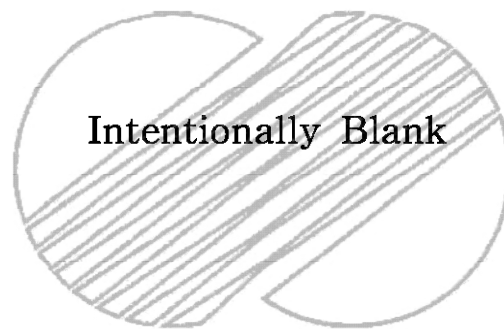
액체방사성폐기물탱크 넘침 방지 설계기준

<u>방사성폐기물 탱크</u>	<u>수위 감시위치</u>	<u>탱크 넘침(고수위) 경보위치</u>	<u>탱크 넘침 수용방법</u>
8. 재장전수탱크	주제어실	주제어실	탱크 넘침은 수용탱크로 이송하며, 최종적으로 복합건물 기기배수조로 이송함
9. 수용탱크	주제어실		탱크 넘침은 복합건물 기기배수조로 이송함
10. 원자로보충수탱크	주제어실		상 동

11.2-30A

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-4 (2 중 1)

설계기준 및 예상 2차측 화학제어계통 방사능 결정 시 가정사항

1. 원자로는 표 11.1-2 및 표 11.1-5에 제시된 평균 방사능준위로 운전됨
2. 일차계통 대 이차계통 누설률 : 34 kg/day (75 lb/day)
3. 복수탈염기로 유입되는 유량 중 25 %만이 제염과정을 거친다.
4. 증기발생기취출계통 제염계수 (DF) :

핵 종	이온교환기	여과기 ¹⁾
Kr, Xe, H	1	1
I, Br	100	1
Cs, Rb	10	1
기 타	100	10

5. 증기발생기 연속 취출률 : 5.77×10^4 kg/hr (1.272×10^5 lb/hr)
 증기발생기 최대평균 고유량 취출률 : 2.86×10^1 kg/hr (6.31×10^1 lb/hr)
 증기발생기 최소평균 고유량 취출률 : 2.24×10^1 kg/hr (4.94×10^1 lb/hr)
6. 증기발생기취출 정화기기의 교체 주기

혼합상 이온교환기 : 504 hr
 여과기 : 8,760 hr

7. 복수탈염계통 제염계수

핵 종	양이온 교환기 제염계수	혼합상 이온교환기 제염계수
Kr, Xe, H	1	1
I, Br	1	10
Cs, Rb	10	1
기 타	10	10

1) 여과기 내 재고량 결정시에만 사용되며, 불용해성 방사성동위원소에만 적용함.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-4 (2 중 2)

8. 복수탈염계통 재생주기

양이온 교환기 : 70 hr

혼합상 교환기 : 763 hr

9. 주증기가 복수기로 도달하는 비율 : 0.65

10. 주증기 내 방사성핵종이 복수기로 도달되는 비율

불활성 기체 = 1
I, Br = 0.2
기타 = 0.1

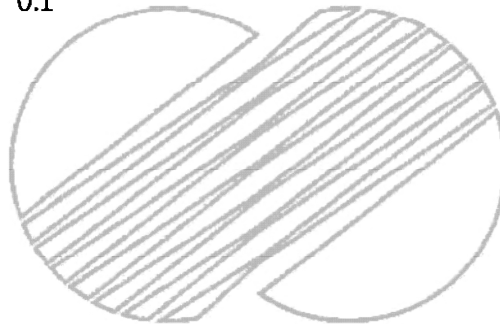


표 11.2-5 (4 중 1)

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)	복수탈염 양이온베드(Bq)	복수탈염 혼합상베드(Bq)
Br-84	5.36E-03	2.34E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.70E-05	0.00E+00	1.11E+04
I-131	1.77E+00	2.36E+10	0.00E+00	0.00E+00	5.63E-03	0.00E+00	1.26E+09
I-132	3.60E-01	6.84E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-03	0.00E+00	3.26E+06
I-133	2.56E+00	4.39E+09	0.00E+00	0.00E+00	8.14E-03	0.00E+00	2.09E+08
I-134	1.56E-01	1.12E+07	0.00E+00	0.00E+00	4.95E-04	0.00E+00	5.36E+05
I-135	1.37E+00	7.47E+08	0.00E+00	0.00E+00	4.37E-03	0.00E+00	3.56E+07
Rb-88	3.24E-01	7.20E+06	0.00E+00	0.00E+00	7.37E-04	2.70E+05	0.00E+00
Cs-134	2.28E-01	5.91E+09	0.00E+00	0.00E+00	5.18E-04	3.12E+07	0.00E+00
Cs-136	3.81E-02	6.04E+08	0.00E+00	0.00E+00	8.65E-05	4.84E+06	0.00E+00
Cs-137	2.89E-01	7.56E+09	0.00E+00	0.00E+00	6.56E-04	3.96E+07	0.00E+00
Na-24	3.27E-02	2.81E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.97E-05	3.80E+05	3.84E+04
Cr-51	1.45E-02	3.25E+07	7.18E+08	7.25E+05	1.32E-05	7.68E+05	5.96E+05
Mn-54	1.17E-03	3.29E+06	2.19E+08	3.64E+05	1.06E-06	6.39E+04	6.70E+04
Fe-55	8.74E-04	2.50E+06	1.87E+08	3.51E+05	7.95E-07	4.79E+04	5.14E+04
Fe-59	2.19E-04	5.38E+05	1.65E+07	1.75E+04	1.99E-07	1.17E+04	1.03E+04
Co-58	4.65E-03	1.21E+07	4.93E+08	5.75E+05	4.23E-06	2.51E+05	2.37E+05
Co-60	3.87E-04	1.11E+06	8.52E+07	1.65E+05	3.52E-07	2.12E+04	2.29E+04
Zn-65	3.65E-04	1.76E+05	1.61E+06	1.61E+03	3.31E-07	1.36E+04	2.41E+03
Sr-89	2.41E-03	6.02E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.19E-06	1.29E+05	1.16E+05
Sr-90	1.20E-04	3.47E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-07	6.61E+03	7.15E+03
Sr-91	3.54E-03	2.77E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.22E-06	3.76E+04	3.78E+03
Y-91m	1.65E-03	4.35E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-06	5.93E+03	5.93E+02
Y-91	3.42E-04	8.73E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.11E-07	1.85E+04	1.70E+04

표 11.2-5 (4 중 2)

1. 설계기준

방사성 핵종	증기발생기 취출수(Bq/g)	취출 탈염기(Bq)	취출 전단 여과기(Bq)	취출 후단 여과기(Bq)	복수 (Bq/cc)	복수탈염 양이온베드(Bq)	복수탈염 혼합상베드(Bq)
Y-93	8.51E-05	7.09E+04	0.00E+00	0.00E+00	7.74E-08	9.58E+02	9.66E+01
Zr-95	4.87E-04	1.25E+06	4.83E+07	5.50E+04	4.43E-07	2.63E+04	2.45E+04
Nb-95	3.74E-04	8.82E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.40E-07	1.99E+04	1.65E+04
Mo-99	2.10E-01	1.14E+09	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-04	8.14E+06	1.56E+06
Tc-99m	9.47E-02	4.70E+07	0.00E+00	0.00E+00	8.61E-05	6.41E+05	6.41E+04
Ru-103	1.29E-04	3.10E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-07	6.88E+03	5.85E+03
Ru-106	5.12E-05	1.44E+06	0.00E+00	0.00E+00	4.65E-08	2.80E+03	2.95E+03
Ag-110m	9.47E-04	2.65E+07	0.00E+00	0.00E+00	8.61E-07	5.18E+04	5.39E+04
Te-129m	4.40E-03	1.03E+08	0.00E+00	0.00E+00	4.00E-06	2.34E+05	1.92E+05
Te-129	2.50E-03	2.39E+05	0.00E+00	0.00E+00	2.27E-06	3.25E+03	3.25E+02
Te-131m	2.11E-02	5.22E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.92E-05	5.71E+05	7.11E+04
Te-131	2.40E-03	8.27E+04	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-06	1.13E+03	1.13E+02
Te-132	1.46E-01	9.30E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-04	5.95E+06	1.28E+06
Ba-137m	2.89E-01	7.56E+09	0.00E+00	0.00E+00	6.56E-04	3.96E+07	3.45E+03
Ba-140	2.95E-03	5.07E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.68E-06	1.50E+05	8.36E+04
La-140	8.84E-04	2.94E+06	0.00E+00	0.00E+00	8.04E-07	2.81E+04	4.00E+03
Ce-141	1.11E-04	2.57E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.01E-07	5.89E+03	4.78E+03
Ce-143	3.14E-04	8.55E+05	0.00E+00	0.00E+00	2.86E-07	9.00E+03	1.17E+03
Ce-144	2.99E-04	8.38E+06	0.00E+00	0.00E+00	2.71E-07	1.63E+04	1.71E+04
W-187	1.82E-03	3.57E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-06	4.23E+04	4.86E+03
Np-239	1.61E-03	7.46E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.46E-06	5.90E+04	1.02E+04
H-3	2.39E+02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.39E+02	0.00E+00	0.00E+00

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)	복수탈염 양이온베드(Bq)	복수탈염 혼합상베드(Bq)
Br-84	4.10E-03	1.79E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.30E-05	0.00E+00	8.53E+03
I-131	3.32E-02	4.42E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-04	0.00E+00	2.36E+07
I-132	1.12E-01	2.14E+07	0.00E+00	0.00E+00	3.58E-04	0.00E+00	1.02E+06
I-133	1.01E-01	1.74E+08	0.00E+00	0.00E+00	3.22E-04	0.00E+00	8.28E+06
I-134	1.19E-01	8.59E+06	0.00E+00	0.00E+00	3.78E-04	0.00E+00	4.10E+05
I-135	1.74E-01	9.48E+07	0.00E+00	0.00E+00	5.54E-04	0.00E+00	4.52E+06
Rb-88	3.25E-02	7.21E+05	0.00E+00	0.00E+00	7.38E-05	2.70E+04	0.00E+00
Cs-134	6.12E-03	1.59E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.39E-05	8.39E+05	0.00E+00
Cs-136	7.51E-04	1.19E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.71E-06	9.55E+04	0.00E+00
Cs-137	8.13E-03	2.13E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-05	1.11E+06	0.00E+00
Na-24	3.27E-02	2.81E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.97E-05	3.80E+05	3.84E+04
Cr-51	2.26E-03	5.07E+06	1.12E+08	1.13E+05	2.05E-06	1.20E+05	9.27E+04
Mn-54	1.17E-03	3.29E+06	2.19E+08	3.64E+05	1.06E-06	6.39E+04	6.70E+04
Fe-55	8.74E-04	2.50E+06	1.87E+08	3.51E+05	7.95E-07	4.79E+04	5.14E+04
Fe-59	2.19E-04	5.38E+05	1.65E+07	1.75E+04	1.99E-07	1.17E+04	1.03E+04
Co-58	3.35E-03	8.73E+06	3.55E+08	4.15E+05	3.05E-06	1.81E+05	1.71E+05
Co-60	3.87E-04	1.11E+06	8.52E+07	1.65E+05	3.52E-07	2.12E+04	2.29E+04
Zn-65	3.65E-04	1.76E+05	1.61E+06	1.61E+03	3.31E-07	1.36E+04	2.41E+03
Sr-89	1.02E-04	2.55E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.27E-08	5.48E+03	4.91E+03
Sr-90	8.74E-06	2.52E+05	0.00E+00	0.00E+00	7.95E-09	4.79E+02	5.19E+02
Sr-91	6.74E-04	5.27E+05	0.00E+00	0.00E+00	6.12E-07	7.14E+03	7.19E+02
Y-91m	2.81E-04	7.40E+04	0.00E+00	0.00E+00	2.55E-07	1.01E+03	1.01E+02
Y-91	3.79E-06	9.67E+04	0.00E+00	0.00E+00	3.45E-09	2.04E+02	1.88E+02

표 11.2-5 (4 중 4)

2. 예상 방사능량

방사성 핵종	증기발생기 취출수(Bq/g)	취출 탈염기(Bq)	취출 전단 여과기(Bq)	취출 후단 여과기(Bq)	복수 (Bq/cc)	복수탈염 양이온베드(Bq)	복수탈염 혼합상베드(Bq)
Y-93	2.95E-03	2.46E+06	0.00E+00	0.00E+00	2.68E-06	3.33E+04	3.35E+03
Zr-95	2.84E-04	7.31E+05	2.82E+07	3.21E+04	2.58E-07	1.53E+04	1.43E+04
Nb-95	2.04E-04	4.81E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.86E-07	1.09E+04	9.01E+03
Mo-99	4.69E-03	2.54E+07	0.00E+00	0.00E+00	4.26E-06	1.82E+05	3.48E+04
Tc-99m	3.14E-03	1.56E+06	0.00E+00	0.00E+00	2.86E-06	2.13E+04	2.13E+03
Ru-103	5.48E-03	1.32E+08	0.00E+00	0.00E+00	4.98E-06	2.93E+05	2.49E+05
Ru-106	6.56E-02	1.85E+09	0.00E+00	0.00E+00	5.96E-05	3.59E+06	3.78E+06
Ag-110m	9.47E-04	2.65E+07	0.00E+00	0.00E+00	8.61E-07	5.18E+04	5.39E+04
Te-129m	1.39E-04	3.24E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.26E-07	7.38E+03	6.04E+03
Te-129	9.87E-03	9.43E+05	0.00E+00	0.00E+00	8.97E-06	1.29E+04	1.29E+03
Te-131m	1.09E-03	2.70E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.91E-07	2.95E+04	3.67E+03
Te-131	1.68E-03	5.77E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-06	7.87E+02	7.87E+01
Te-132	1.24E-03	7.92E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-06	5.07E+04	1.09E+04
Ba-137m	8.13E-03	2.13E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-05	1.11E+06	9.71E+01
Ba-140	9.49E-03	1.63E+08	0.00E+00	0.00E+00	8.62E-06	4.81E+05	2.69E+05
La-140	1.83E-02	6.06E+07	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-05	5.81E+05	8.27E+04
Ce-141	1.10E-04	2.54E+06	0.00E+00	0.00E+00	9.96E-08	5.82E+03	4.73E+03
Ce-143	2.04E-03	5.55E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.86E-06	5.85E+04	7.57E+03
Ce-144	2.91E-03	8.18E+07	0.00E+00	0.00E+00	2.65E-06	1.59E+05	1.67E+05
W-187	1.82E-03	3.57E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-06	4.23E+04	4.86E+03
Np-239	1.61E-03	7.46E+06	0.00E+00	0.00E+00	1.46E-06	5.90E+04	1.02E+04
H-3	6.80E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.80E+01	0.00E+00	0.00E+00

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-6

액체방사성폐기물계통 폐기물 유입량¹⁾

발 생 원	일일예상 발생량 (gal/day-unit)	방사능비 ²⁾
· HTDS 및 LTDS 폐액	1710	
- 원자로냉각재펌프 밀봉수 누설	20	0.1
- 원자로냉각재 누설 및 기타유입원	10	1.67
- 원자로냉각재계통 기기배수	500	0.001
- 보조건물 기기배수	80	1.0
- 보조건물 바닥배수	200	0.1
- 원자로냉각재 시료채취계통 배수	200	0.05
- 핵연료건물 바닥배수	700	0.001
· 화학 폐액 ³⁾	400	
- 기기 및 지역 제염폐액	400	0.01
· 세제성폐수	500	
- 세탁폐수	300	4)
- 인체 제염수	200	4)
· 이차계통 오염으로 인한 CPS 탈염기 재생폐액	50,000	
- HTDS 폐액	20,000	5)
- LTDS 폐액	20,000	5)
- 화학 폐액	10,000	5)

- 1) 폐기물 유입량은 NUREG-0017-1985 및 ANSI/ANS 55.6-1993에 근거한 값임
- 2) 방사능비는 원자로냉각재의 방사능에 대한 비율을 나타냄
- 3) 화학폐기물 유입량은 예상 발생량에 40%의 설계여유도를 취한 1일기준 최대발생 가능량의 합을 나타냄
- 4) GALE 전산프로그램(NUREG-0017)내에서 계산됨
- 5) 본 폐기물은 일반적으로 바다로 방출하나 오염준위가 허용제한치 이상인 경우 액체방사성폐기물계통으로 재순환시켜 처리됨. 폐기물 유입량은 기기공급자 설계자료에 근거한 값으로 기기용량 산정 시 사용되며, 예상방출량 계산시에는 NUREG-0017에 제시된 3,400 GPD를 적용함

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-7

액체방사성폐기물계통 방사능 결정 시 가정사항

1. 발생원으로부터 액체방사성폐기물계통으로의 유입량은 표 11.2-6에 기술되어 있다.
2. 일차냉각재 비방사능의 설계기준 선원에 대해서는 표 11.1-2 및 예상선원에 대해서는 표 11.1-5에 제시되어 있다.
3. 계통 주요기기에 관한 사항은 표 11.2-1에 주어져 있다.
4. 액체방사성폐기물계통에는 누설이 없다.
5. 액체방사성폐기물계통 탈염기
 - 이온교환기 방사능량 결정 시 설계유량인 60 gpm으로 2개 호기 연간 유입폐액을 처리하는 시간인 100시간 동안 누적된다.
6. 액체방사성폐기물계통 기기에 대한 제염계수는 다음과 같다.¹⁾

	불활성기체			
	삼중수소	할로젠 핵종	Cs, Rb	기타
역삼투압설비	1	10	10	10
탈염기	1	1000	200	10000 ²⁾

1

1) NUREG-0017, Rev. 1(1985년 4월)으로부터 인용된 수치임.

2) 연간 예상방출량 평가시에는 보수적으로 1000을 적용함.

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 1)

액체방사성폐기물계통 방사선원

1. 액체방사성폐기물계통 내 예상 방사능농도(Bq/cc)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	양이온교환기 유출	혼합상이온교 환기1 유출	혼합상이온교 환기2 유출	감시탱크 유출
H-3	1.30E+04	1.34E+04	1.34E+04	1.34E+04	1.34E+04	1.34E+04
Na-24	4.24E+02	4.24E+01	4.24E+00	4.24E-02	4.24E-02	3.12E-02
Cr-51	3.22E+01	3.22E+00	3.22E-01	3.22E-03	3.22E-03	3.19E-03
Mn-54	1.67E+01	1.67E+00	1.67E-01	1.67E-03	1.67E-03	1.67E-03
Fe-55	1.25E+01	1.25E+00	1.25E-01	1.25E-03	1.25E-03	1.25E-03
Co-58	4.78E+01	4.78E+00	4.78E-01	4.78E-03	4.78E-03	4.77E-03
Fe-59	3.12E+00	3.12E-01	3.12E-02	3.12E-04	3.12E-04	3.11E-04
Co-60	5.53E+00	5.53E-01	5.53E-02	5.53E-04	5.53E-04	5.53E-04
Zn-65	5.32E+00	5.32E-01	5.32E-02	5.32E-04	5.32E-04	5.31E-04
Br-84	2.57E+01	2.57E+00	2.57E-01	2.57E-02	2.57E-03	2.31E-04
Rb-88	1.82E+02	1.82E+01	1.82E+00	9.12E-01	9.12E-02	4.77E-03
Sr-89	1.46E+00	1.46E-01	1.46E-02	1.46E-04	1.46E-04	1.45E-04
Y-89m	1.45E-04	1.45E-05	1.45E-06	1.45E-08	1.45E-08	1.45E-08
Sr-90	1.25E-01	1.25E-02	1.25E-03	1.25E-05	1.25E-05	1.25E-05
Y-90m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	6.42E-03	6.42E-04	6.42E-05	6.42E-07	6.42E-07	1.56E-06
Sr-91	7.99E+00	7.99E-01	7.99E-02	7.99E-04	7.99E-04	5.14E-04
Y-91m	4.85E+00	4.85E-01	4.85E-02	4.85E-04	4.85E-04	3.26E-04
Y-91	7.41E-02	7.41E-03	7.41E-04	7.41E-06	7.41E-06	9.42E-06
Y-93	3.53E+01	3.53E+00	3.53E-01	3.53E-03	3.53E-03	2.31E-03
Zr-93	9.30E-09	9.30E-10	9.30E-11	9.30E-13	9.30E-13	1.88E-12
Nb-93m	2.57E-13	2.57E-14	2.57E-15	2.57E-17	2.57E-17	1.06E-16
Zr-95	4.05E+00	4.05E-01	4.05E-02	4.05E-04	4.05E-04	4.04E-04
Nb-95m	3.01E-03	3.01E-04	3.01E-05	3.01E-07	3.01E-07	7.39E-07
Nb-95	2.93E+00	2.93E-01	2.93E-02	2.93E-04	2.93E-04	2.93E-04
Mo-99	6.49E+01	6.49E+00	6.49E-01	6.49E-03	6.49E-03	6.01E-03
Tc-99m	5.49E+01	5.49E+00	5.49E-01	5.49E-03	5.49E-03	5.38E-03
Tc-99	1.18E-07	1.18E-08	1.18E-09	1.18E-11	1.18E-11	2.96E-11

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 2)

1. 액체방사성 폐기물계통 내 예상 방사능농도(Bq/cc)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	양이온교환기 유출	혼합상이온교 환기1 유출	혼합상이온교 환기2 유출	감시탱크 유출
Ru-103	7.81E+01	7.81E+00	7.81E-01	7.81E-03	7.81E-03	7.77E-03
Rh-103m	6.13E+01	6.35E+01	6.35E+01	6.35E+01	6.35E+02	9.51E+01
Ru-106	9.38E+02	9.38E+01	9.38E+00	9.38E-02	9.38E-02	9.37E-02
Rh-106m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	9.35E+02	9.68E+02	9.68E+02	9.68E+02	9.68E+03	1.51E+01
Ag-110m	1.35E+01	1.35E+00	1.35E-01	1.35E-03	1.35E-03	1.35E-03
Ag-110	1.76E-01	1.76E-02	1.76E-03	1.76E-05	1.76E-05	1.76E-05
Te-129m	1.98E+00	1.98E-01	1.98E-02	1.98E-04	1.98E-04	1.96E-04
Te-129	7.26E+01	7.26E+00	7.26E-01	7.26E-03	7.26E-03	1.38E-03
I-129	1.70E-09	1.70E-10	1.70E-10	1.70E-12	1.70E-13	1.75E-13
Te-131m	1.45E+01	1.45E+00	1.45E-01	1.45E-03	1.45E-03	1.23E-03
Te-131	1.23E+01	1.23E+00	1.23E-01	1.23E-03	1.23E-03	2.94E-04
I-131	4.85E+02	4.85E+01	4.85E+01	4.85E-01	4.85E-02	4.72E-02
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	1.73E+01	1.73E+00	1.73E-01	1.73E-03	1.73E-03	1.61E-03
I-132	1.01E+03	1.01E+02	1.01E+02	1.01E+00	1.01E-01	3.03E-02
I-133	1.35E+03	1.35E+02	1.35E+02	1.35E+00	1.35E-01	1.08E-01
Xe-133m	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
I-134	8.20E+02	8.20E+01	8.20E+01	8.20E-01	8.20E-02	1.14E-02
Cs-134	8.01E+01	8.01E+00	8.01E-01	4.01E-01	4.01E-02	4.01E-02
I-135	2.00E+03	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+00	2.00E-01	1.11E-01
Xe-135m	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
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	9.76E+00	9.76E-01	9.76E-02	4.88E-02	4.88E-03	4.80E-03
Cs-137	1.06E+02	1.06E+01	1.06E+00	5.32E-01	5.32E-02	5.32E-02
Ba-137m	9.83E+01	9.83E+00	9.83E-01	9.83E-03	9.83E-04	4.94E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 3)

1. 액체방사성 폐기물계통 내 예상 방사능농도(Bq/cc)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	양이온교환기 유출	혼합상이온교환기1 유출	혼합상이온교환기2 유출	감시탱크 유출
Ba-140	1.35E+02	1.35E+01	1.35E+00	1.35E-02	1.35E-02	1.32E-02
La-140	2.58E+02	2.58E+01	2.58E+00	2.58E-02	2.58E-02	2.43E-02
Ce-141	1.56E+00	1.56E-01	1.56E-02	1.56E-04	1.56E-04	1.55E-04
Ce-143	2.74E+01	2.74E+00	2.74E-01	2.74E-03	2.74E-03	2.35E-03
Pr-143	2.88E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.97E+00	2.93E+00
Ce-144	4.16E+01	4.16E+00	4.16E-01	4.16E-03	4.16E-03	4.16E-03
Pr-144	3.84E+01	3.97E+01	3.97E+01	3.97E+01	3.97E+02	2.02E+01
W-187	2.38E+01	2.38E+00	2.38E-01	2.38E-03	2.38E-03	1.94E-03
Np-239	2.21E+01	2.21E+00	2.21E-01	2.21E-03	2.21E-03	2.02E-03

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 4)

2. 액체방사성 폐기물계통 기기 내 예상 방사선원(Bq)

핵 종	LTDS탱크	역삼투압설비	양이온교환기	혼합상이온 교환기1	혼합상이온 교환기2	감 시 탱 크
H-3	8.82E+11	0.00E+00	1.90E+10	1.90E+10	1.90E+10	1.37E+12
Na-24	2.89E+10	6.21E+09	1.09E+10	1.19E+09	1.09E+07	3.19E+05
Cr-51	2.19E+09	4.98E+08	3.63E+09	4.00E+08	3.63E+06	3.27E+04
Mn-54	1.14E+09	2.59E+08	1.97E+09	2.17E+08	1.97E+06	1.70E+04
Fe-55	8.51E+08	1.94E+08	1.48E+09	1.63E+08	1.48E+06	1.28E+04
Co-58	3.26E+09	7.41E+08	5.57E+09	6.12E+08	5.57E+06	4.88E+04
Fe-59	2.13E+08	4.83E+07	3.59E+08	3.95E+07	3.59E+05	3.18E+03
Co-60	3.77E+08	8.57E+07	6.56E+08	7.22E+07	6.56E+05	5.65E+03
Zn-65	3.62E+08	8.24E+07	6.28E+08	6.90E+07	6.28E+05	5.43E+03
Br-84	1.75E+09	1.51E+08	3.64E+06	2.93E+07	2.70E+05	2.36E+04
Rb-88	1.24E+10	7.17E+08	1.18E+08	7.73E+06	5.92E+06	4.88E+05
Sr-89	9.92E+07	2.25E+07	1.68E+08	1.85E+07	1.68E+05	1.48E+03
Y-89m	9.91E+03	2.25E+03	1.68E+04	1.85E+03	1.68E+01	1.48E-01
Sr-90	8.51E+06	1.94E+06	1.48E+07	1.63E+06	1.48E+04	1.28E+02
Y-90m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	4.38E+05	1.24E+05	6.23E+06	6.86E+05	6.23E+03	1.60E+01
Sr-91	5.44E+08	1.14E+08	1.33E+08	1.46E+07	1.33E+05	5.25E+03
Y-91m	3.31E+08	7.08E+07	8.52E+07	9.36E+06	8.52E+04	3.33E+03
Y-91	5.05E+06	1.22E+06	1.43E+07	1.58E+06	1.43E+04	9.63E+01
Y-93	2.40E+09	5.04E+08	6.21E+08	6.82E+07	6.21E+05	2.36E+04
Zr-93	6.34E-01	1.78E-01	3.88E+00	4.27E-01	3.88E-03	1.92E-05
Nb-93m	1.75E-05	5.21E-06	1.27E-03	1.40E-04	1.27E-06	1.08E-09
Zr-95	2.76E+08	6.27E+07	4.70E+08	5.17E+07	4.70E+05	4.13E+03
Nb-95m	2.05E+05	5.82E+04	3.11E+06	3.42E+05	3.11E+03	7.56E+00
Nb-95	1.99E+08	4.54E+07	3.52E+08	3.87E+07	3.52E+05	3.00E+03
Mo-99	4.42E+09	9.92E+08	4.80E+09	5.28E+08	4.80E+06	6.14E+04
Tc-99m	3.74E+09	8.53E+08	4.54E+09	4.99E+08	4.54E+06	5.50E+04
Tc-99	8.05E+00	2.29E+00	1.25E+02	1.38E+01	1.25E-01	3.03E-04

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 5)

2. 액체방사성 폐기물계통 기기 내 예상 방사선원(Bq)

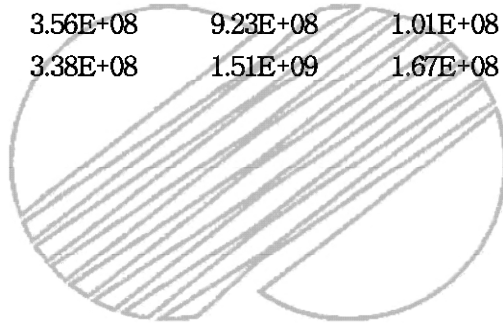
핵 종	LTDS탱크	역삼투압설비	양이온교환기	혼합상이온 교환기1	혼합상이온 교환기2	감시탱크
Ru-103	5.32E+09	1.21E+09	8.94E+09	9.84E+08	8.94E+06	7.94E+04
Rh-103m	4.18E+09	0.00E+00	8.91E+09	1.06E+09	9.86E+07	9.72E+08
Ru-106	6.39E+10	1.45E+10	1.11E+11	1.22E+10	1.11E+08	9.58E+05
Rh-106m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	6.38E+10	0.00E+00	1.12E+11	1.36E+10	1.48E+09	1.54E+08
Ag-110m	9.22E+08	2.10E+08	1.60E+09	1.76E+08	1.60E+06	1.38E+04
Ag-110	1.20E+07	2.73E+06	2.08E+07	2.29E+06	2.08E+04	1.80E+02
Te-129m	1.35E+08	3.06E+07	2.25E+08	2.47E+07	2.25E+05	2.01E+03
Te-129	4.95E+09	6.48E+08	2.95E+08	3.23E+07	2.95E+05	1.41E+04
I-129	1.16E-01	3.02E-02	1.17E-01	2.35E-01	2.14E-03	1.79E-05
Te-131m	9.90E+08	2.19E+08	6.73E+08	7.41E+07	6.73E+05	1.26E+04
Te-131	8.40E+08	8.84E+07	1.31E+08	1.44E+07	1.31E+05	3.01E+03
I-131	3.31E+10	7.49E+09	2.14E+08	5.33E+10	4.84E+08	4.83E+06
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	8.02E+04	3.81E+07	3.46E+05	0.00E+00
Te-132	1.18E+09	2.64E+08	1.36E+09	1.49E+08	1.36E+06	1.65E+04
I-132	6.87E+10	1.14E+10	1.47E+09	4.65E+09	4.24E+07	3.10E+06
I-133	9.24E+10	2.02E+10	1.92E+08	5.18E+10	4.71E+08	1.10E+07
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.31E+08	6.65E+06	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.66E+10	1.51E+08	0.00E+00
I-134	5.59E+10	6.33E+09	1.16E+08	1.45E+09	1.33E+07	1.16E+06
Cs-134	5.46E+09	1.24E+09	9.49E+09	5.28E+08	4.75E+08	4.10E+06
I-135	1.36E+11	2.74E+10	2.83E+08	2.55E+10	2.32E+08	1.13E+07
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.56E+09	6.87E+07	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.52E+10	2.29E+08	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	7.31E-02	0.00E+00	5.11E+01	4.65E-01	0.00E+00
Cs-136	6.65E+08	1.51E+08	1.04E+09	5.78E+07	5.19E+07	4.91E+05
Cs-137	7.25E+09	1.65E+09	1.26E+10	7.02E+08	6.32E+08	5.44E+06
Ba-137m	6.70E+09	1.54E+09	1.18E+10	6.57E+08	5.89E+08	5.05E+06

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 6)

2. 액체방사성 폐기물계통 기기 내 예상 방사선원(Bq)

핵 종	LTDS탱크	역삼투압설비	양이온교환기	혼합상이온 교환기1	혼합상이온 교환기2	감 시 탱 크
Ba-140	9.18E+09	2.08E+09	1.43E+10	1.57E+09	1.43E+07	1.35E+05
La-140	1.76E+10	3.96E+09	2.23E+10	2.45E+09	2.23E+07	2.49E+05
Ce-141	1.06E+08	2.42E+07	1.77E+08	1.95E+07	1.77E+05	1.59E+03
Ce-143	1.87E+09	4.13E+08	1.36E+09	1.50E+08	1.36E+06	2.41E+04
Pr-143	1.96E+07	0.00E+00	1.77E+08	1.98E+07	5.98E+05	2.99E+07
Ce-144	2.84E+09	6.45E+08	4.92E+09	5.41E+08	4.92E+06	4.25E+04
Pr-144	2.62E+09	0.00E+00	4.95E+09	5.94E+08	6.12E+07	2.07E+08
W-187	1.62E+09	3.56E+08	9.23E+08	1.01E+08	9.23E+05	1.99E+04
Np-239	1.51E+09	3.38E+08	1.51E+09	1.67E+08	1.51E+06	2.07E+04



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 7)

3. 액체방사성 폐기물계통 내 설계기준 방사능농도(Bq/cc)

핵 종	역삼투압설비 유 입	역삼투압설비 유 출	양이온교환기 유 출	혼합상이온교 환기1 유출	혼합상이온교 환기2 유출	감 시 탱 크 유 출
H-3	4.55E+04	4.71E+04	4.71E+04	4.71E+04	4.71E+04	4.71E+04
Na-24	4.24E+02	4.24E+01	4.24E+00	4.24E-02	4.24E-02	3.12E-02
Cr-51	2.07E+02	2.07E+01	2.07E+00	2.07E-02	2.07E-02	2.05E-02
Mn-54	1.67E+01	1.67E+00	1.67E-01	1.67E-03	1.67E-03	1.67E-03
Fe-55	1.25E+01	1.25E+00	1.25E-01	1.25E-03	1.25E-03	1.25E-03
Co-58	6.64E+01	6.64E+00	6.64E-01	6.64E-03	6.64E-03	6.62E-03
Fe-59	3.12E+00	3.12E-01	3.12E-02	3.12E-04	3.12E-04	3.11E-04
Co-60	5.53E+00	5.53E-01	5.53E-02	5.53E-04	5.53E-04	5.53E-04
Zn-65	5.32E+00	5.32E-01	5.32E-02	5.32E-04	5.32E-04	5.31E-04
Br-84	3.36E+01	3.36E+00	3.36E+00	3.36E-02	3.36E-03	3.02E-04
Rb-88	1.82E+03	1.82E+02	1.82E+01	9.11E+00	9.11E-01	4.76E-02
Sr-89	3.43E+01	3.43E+00	3.43E-01	3.43E-03	3.43E-03	3.42E-03
Y-89m	3.43E-03	3.43E-04	3.43E-05	3.43E-07	3.43E-07	3.42E-07
Sr-90	1.72E+00	1.72E-01	1.72E-02	1.72E-04	1.72E-04	1.72E-04
Y-90m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	8.85E-02	8.85E-03	8.85E-04	8.85E-06	8.85E-06	2.15E-05
Sr-91	4.20E+01	4.20E+00	4.20E-01	4.20E-03	4.20E-03	2.70E-03
Y-91m	2.62E+01	2.62E+00	2.62E-01	2.62E-03	2.62E-03	1.72E-03
Y-91	5.00E+00	5.00E-01	5.00E-02	5.00E-04	5.00E-04	5.08E-04
Y-93	1.02E+00	1.02E-01	1.02E-02	1.02E-04	1.02E-04	6.66E-05
Zr-93	2.68E-10	2.68E-11	2.68E-12	2.68E-14	2.68E-14	5.41E-14
Nb-93m	7.40E-15	7.40E-16	7.40E-17	7.40E-19	7.40E-19	3.06E-18
Zr-95	6.95E+00	6.95E-01	6.95E-02	6.95E-04	6.95E-04	6.93E-04
Nb-95m	5.15E-03	5.15E-04	5.15E-05	5.15E-07	5.15E-07	1.27E-06
Nb-95	5.36E+00	5.36E-01	5.36E-02	5.36E-04	5.36E-04	5.37E-04
Mo-99	2.91E+03	2.91E+02	2.91E+01	2.91E-01	2.91E-01	2.69E-01
Tc-99m	1.96E+03	1.96E+02	1.96E+01	1.96E-01	1.96E-01	2.14E-01
Tc-99	4.35E-06	4.35E-07	4.35E-08	4.35E-10	4.35E-10	1.16E-09

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 8)

3. 액체방사성 폐기물계통 내 설계기준 방사능농도(Bq/cc)

핵 종	역삼투압설비 유 입	역삼투압설비 유 출	양이온교환기 유 출	혼합상이온교 환기1 유출	혼합상이온교 환기2 유출	감 시 탱 크 유 출
Ru-103	1.83E+00	1.83E-01	1.83E-02	1.83E-04	1.83E-04	1.82E-04
Rh-103m	1.44E+00	1.49E+00	1.49E+00	1.49E+00	1.49E+01	2.23E+00
Ru-106	7.31E-01	7.31E-02	7.31E-03	7.31E-05	7.31E-05	7.31E-05
Rh-106m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	7.29E-01	7.54E-01	7.54E-01	7.54E-01	7.54E+00	1.18E-02
Ag-110m	1.35E+01	1.35E+00	1.35E-01	1.35E-03	1.35E-03	1.35E-03
Ag-110	1.76E-01	1.76E-02	1.76E-03	1.76E-05	1.76E-05	1.76E-05
Te-129m	6.27E+01	6.27E+00	6.27E-01	6.27E-03	6.27E-03	6.23E-03
Te-129	4.83E+01	4.83E+00	4.83E-01	4.83E-03	4.83E-03	4.14E-03
I-129	1.65E-09	1.65E-10	1.65E-10	1.65E-12	1.65E-13	1.88E-13
Te-131m	2.81E+02	2.81E+01	2.81E+00	2.81E-02	2.81E-02	2.38E-02
Te-131	5.95E+01	5.95E+00	5.95E-01	5.95E-03	5.95E-03	4.41E-03
I-131	2.59E+04	2.59E+03	2.59E+03	2.59E+01	2.59E+00	2.52E+00
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	2.03E+03	2.03E+02	2.03E+01	2.03E-01	2.03E-01	1.90E-01
I-132	4.42E+03	4.42E+02	4.42E+02	4.42E+00	4.42E-01	1.46E-01
I-133	3.43E+04	3.43E+03	3.43E+03	3.43E+01	3.43E+00	2.73E+00
Xe-133m	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
I-134	1.07E+03	1.07E+02	1.07E+02	1.07E+00	1.07E-01	1.49E-02
Cs-134	2.98E+03	2.98E+02	2.98E+01	1.49E+01	1.49E+00	1.49E+00
I-135	1.57E+04	1.57E+03	1.57E+03	1.57E+01	1.57E+00	8.74E-01
Xe-135m	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
Cs-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-136	4.95E+02	4.95E+01	4.95E+00	2.47E+00	2.47E-01	2.43E-01
Cs-137	3.78E+03	3.78E+02	3.78E+01	1.89E+01	1.89E+00	1.89E+00
Ba-137m	3.53E+03	3.53E+02	3.53E+01	3.53E-01	3.53E-02	1.75E+00

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 9)

3. 액체방사성 폐기물계통 내 설계기준 방사능농도(Bq/cc)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	양이온교환기 유출	혼합상이온교 환기1 유출	혼합상이온교 환기2 유출	감시탱크 유출
Ba-140	4.19E+01	4.19E+00	4.19E-01	4.19E-03	4.19E-03	4.11E-03
La-140	1.53E+01	1.53E+00	1.53E-01	1.53E-03	1.53E-03	1.84E-03
Ce-141	1.58E+00	1.58E-01	1.58E-02	1.58E-04	1.58E-04	1.57E-04
Ce-143	4.21E+00	4.21E-01	4.21E-02	4.21E-04	4.21E-04	3.62E-04
Pr-143	4.43E-02	4.58E-02	4.58E-02	4.58E-02	4.58E-01	4.51E-01
Ce-144	4.27E+00	4.27E-01	4.27E-02	4.27E-04	4.27E-04	4.26E-04
Pr-144	3.94E+00	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+01	2.07E+00
W-187	2.38E+01	2.38E+00	2.38E-01	2.38E-03	2.38E-03	1.94E-03
Np-239	2.21E+01	2.21E+00	2.21E-01	2.21E-03	2.21E-03	2.02E-03

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 10)

4. 액체방사성폐기물계통 기기 내 설계기준 방사선원(Bq)

핵종	LTDS탱크	역삼투압설비	양이온교환기	혼합상이온 교환기1	혼합상이온 교환기2	감시탱크
H-3	3.10E+12	0.00E+00	6.66E+10	6.66E+10	6.66E+10	4.81E+12
Na-24	2.89E+10	6.21E+09	1.09E+10	1.19E+09	1.09E+07	3.19E+05
Cr-51	1.41E+10	3.20E+09	2.33E+10	2.57E+09	2.33E+07	2.10E+05
Mn-54	1.14E+09	2.59E+08	1.97E+09	2.17E+08	1.97E+06	1.70E+04
Fe-55	8.51E+08	1.94E+08	1.48E+09	1.63E+08	1.48E+06	1.28E+04
Co-58	4.52E+09	1.03E+09	7.72E+09	8.49E+08	7.72E+06	6.76E+04
Fe-59	2.13E+08	4.83E+07	3.59E+08	3.95E+07	3.59E+05	3.18E+03
Co-60	3.77E+08	8.57E+07	6.56E+08	7.22E+07	6.56E+05	5.65E+03
Zn-65	3.62E+08	8.24E+07	6.28E+08	6.90E+07	6.28E+05	5.43E+03
Br-84	2.29E+09	1.97E+08	4.76E+06	3.83E+07	3.53E+05	3.09E+04
Rb-88	1.24E+11	7.16E+09	1.18E+09	7.71E+07	5.91E+07	4.87E+06
Sr-89	2.34E+09	5.32E+08	3.97E+09	4.36E+08	3.97E+06	3.50E+04
Y-89m	2.34E+05	5.32E+04	3.97E+05	4.36E+04	3.97E+02	3.50E+00
Sr-90	1.17E+08	2.67E+07	2.04E+08	2.25E+07	2.04E+05	1.76E+03
Y-90m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-90	6.03E+06	1.71E+06	8.59E+07	9.45E+06	8.59E+04	2.20E+02
Sr-91	2.86E+09	5.97E+08	7.01E+08	7.70E+07	7.01E+05	2.76E+04
Y-91m	1.78E+09	3.77E+08	4.49E+08	4.93E+07	4.49E+05	1.76E+04
Y-91	3.40E+08	7.77E+07	6.09E+08	6.70E+07	6.09E+05	5.20E+03
Y-93	6.93E+07	1.45E+07	1.79E+07	1.97E+06	1.79E+04	6.81E+02
Zr-93	1.83E-02	5.12E-03	1.12E-01	1.23E-02	1.12E-04	5.53E-07
Nb-93m	5.05E-07	1.50E-07	3.67E-05	4.03E-06	3.67E-08	3.12E-11
Zr-95	4.74E+08	1.08E+08	8.07E+08	8.88E+07	8.07E+05	7.08E+03
Nb-95m	3.51E+05	9.98E+04	5.34E+06	5.87E+05	5.34E+03	1.30E+01
Nb-95	3.65E+08	8.31E+07	6.43E+08	7.07E+07	6.43E+05	5.49E+03
Mo-99	1.98E+11	4.44E+10	2.15E+11	2.37E+10	2.15E+08	2.75E+06
Tc-99m	1.34E+11	3.14E+10	1.98E+11	2.18E+10	1.98E+08	2.19E+06
Tc-99	2.97E+02	8.49E+01	5.33E+03	5.86E+02	5.33E+00	1.18E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 11)

4. 액체방사성 폐기물계통 기기 내 설계기준 방사선원(Bq)

핵 종	LTDS탱크	역삼투압설비	양이온교환기	혼합상이온 교환기1	혼합상이온 교환기2	감시탱크
Ru-103	1.25E+08	2.84E+07	2.10E+08	2.31E+07	2.10E+05	1.86E+03
Rh-103m	9.82E+07	0.00E+00	2.09E+08	2.49E+07	2.32E+06	2.28E+07
Ru-106	4.98E+07	1.13E+07	8.65E+07	9.51E+06	8.65E+04	7.47E+02
Rh-106m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Rh-106	4.97E+07	0.00E+00	8.74E+07	1.06E+07	1.15E+06	1.20E+05
Ag-110m	9.22E+08	2.10E+08	1.60E+09	1.76E+08	1.60E+06	1.38E+04
Ag-110	1.20E+07	2.73E+06	2.08E+07	2.29E+06	2.08E+04	1.80E+02
Te-129m	4.28E+09	9.71E+08	7.14E+09	7.86E+08	7.14E+06	6.37E+04
Te-129	3.29E+09	6.93E+08	4.60E+09	5.05E+08	4.60E+06	4.23E+04
I-129	1.12E-01	3.16E-02	1.69E+00	4.01E-01	3.64E-03	1.92E-05
Te-131m	1.92E+10	4.23E+09	1.30E+10	1.43E+09	1.30E+07	2.44E+05
Te-131	4.06E+09	8.14E+08	2.39E+09	2.62E+08	2.39E+06	4.51E+04
I-131	1.76E+12	3.99E+11	6.43E+09	2.84E+12	2.58E+10	2.57E+08
Xe-131m	0.00E+00	0.00E+00	1.53E+06	2.03E+09	1.84E+07	0.00E+00
Te-132	1.38E+11	3.11E+10	1.60E+11	1.76E+10	1.60E+08	1.94E+06
I-132	3.01E+11	5.82E+10	1.57E+11	3.69E+10	3.36E+08	1.49E+07
I-133	2.33E+12	5.09E+11	4.85E+09	1.31E+12	1.19E+10	2.79E+08
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.85E+10	1.68E+08	0.00E+00
Xe-133	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.19E+11	3.81E+09	0.00E+00
I-134	7.30E+10	8.28E+09	1.52E+08	1.90E+09	1.74E+07	1.52E+06
Cs-134	2.03E+11	4.62E+10	3.53E+11	1.96E+10	1.77E+10	1.52E+08
I-135	1.07E+12	2.16E+11	2.23E+09	2.01E+11	1.83E+09	8.93E+07
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.96E+10	5.42E+08	0.00E+00
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.98E+11	1.80E+09	0.00E+00
Cs-135	0.00E+00	5.76E-01	0.00E+00	4.03E+02	3.66E+00	0.00E+00
Cs-136	3.37E+10	7.65E+09	5.27E+10	2.93E+09	2.63E+09	2.49E+07
Cs-137	2.58E+11	5.86E+10	4.49E+11	2.50E+10	2.24E+10	1.93E+08
Ba-137m	2.41E+11	5.48E+10	4.20E+11	2.33E+10	2.09E+10	1.79E+08

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-8 (12 중 12)

4. 액체방사성폐기물계통 내 기기 내 설계기준 방사선원(Bq)

핵종	LTDS탱크	역삼투압설비	양이온교환기	혼합상이온 교환기1	혼합상이온 교환기2	감시탱크
Ba-140	2.85E+09	6.47E+08	4.45E+09	4.90E+08	4.45E+06	4.21E+04
La-140	1.04E+09	2.46E+08	3.26E+09	3.59E+08	3.26E+06	1.88E+04
Ce-141	1.08E+08	2.44E+07	1.79E+08	1.97E+07	1.79E+05	1.60E+03
Ce-143	2.87E+08	6.36E+07	2.09E+08	2.30E+07	2.09E+05	3.70E+03
Pr-143	3.02E+06	0.00E+00	2.72E+07	3.05E+06	9.20E+04	4.61E+06
Ce-144	2.91E+08	6.61E+07	5.04E+08	5.55E+07	5.04E+05	4.36E+03
Pr-144	2.69E+08	0.00E+00	5.07E+08	6.09E+07	6.27E+06	2.12E+07
W-187	1.62E+09	3.56E+08	9.23E+08	1.01E+08	9.23E+05	1.99E+04
Np-239	1.51E+09	3.38E+08	1.51E+09	1.67E+08	1.51E+06	2.07E+04

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-9

설계기준 제염계수(DF)¹⁾

여과기

유체 내 방사능농도 계산 시 : 1
여과기에 축적되는 방사능 계산 시 : 10 (크러드에 적용)

화학 및 체적제어계통 이온교환기

	<u>음이온</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타 핵종²⁾</u>
정화 이온교환기	100	2	50
탈붕소 이온교환기	10	1	1
수용전 이온교환기	10	2	10
붕산응축수 이온교환기	10	1	1
증기발생기취출계통	표 11.2-4 참조		
액체방사성 폐기물계통	표 11.2-7 참조		

1) $DF = \frac{\text{기기로 유입되는 농도}}{\text{기기에서 유출되는 농도}}$

2) 불활성기체, 삼중수소의 경우 $DF = 1$

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-10 (3 중 1)

PWR-GALE 전산프로그램에 사용된 변수값

1) 원자로형	PWR
2) 열출력(MWt)	2,815.0
3) 1차측 계통의 냉각재량(10^3 lb)	485.0
4) 1차측 냉각재 유출률(gpm)	75.0
5) 양이온탈염기를 통한 유출률(gpm)	0.0
6) 증기발생기의 대수	2.0
7) 주증기 총유량(10^6 lb/hr)	12.72
8) 각 증기발생기 내 급수량(10^3 lb)	110.9
9) 증기발생기 유출률(10^3 lb/hr) (증기발생기로부터 취출된 2차측 냉각재는 취출계통에서 처리된 후 급수계통으로 재유입된다.)	127.2
10) 복수탈염기의 재생시간(days)	6.0
11) 급수 중 복수탈염기를 통하는 분율	0.1625
12) 화학제어제(shim bleed) 방출률(gpd)	465.7
13) 화학제어제(shim bleed) 방출계통의 제염계수 요오드 : 10^5 , 세슘 : 4×10^3 , 기타 핵종 : 10^5	
14) 화학제어제(shim bleed) 방출계통 - 수집시간(days) 처리시간(days) 방류율	89.8 0.89 1.0
15) 기기배수량(gpd) 1차측 냉각재 방사능농도와의 비	250.0 1.0
16) 기기배수 처리에 대한 제염계수 요오드 : 10^5 , 세슘 : 4×10^3 , 기타 핵종 : 10^5	

| 1

| 1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-10 (3 중 2)

17) 기기배수 - 수집시간(days)	89.8	
처리시간(days)	0.89	
방류율	1.0	
18) 청정폐기물 유입량(gpd)	280.0	
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	0.35	
19) 청정폐기물 처리에 대한 제염계수		
요오드 : 10^4 , 세슘 : 2×10^3 , 기타 핵종 : 10^4		1
20) 청정폐기물 - 수집시간(days)	51.4	
처리시간(days)	0.17	
방류율	1.0	
21) 오염폐기물 유입량(gpd)	1,830.0	
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	0.04	
22) 오염폐기물 처리에 대한 제염계수		
요오드 : 10^4 , 세슘 : 2×10^3 , 기타 핵종 : 10^4		1
23) 오염폐기물 - 수집시간(days)	10.1	
처리시간(days)	0.17	
방류율	1.0	
24) 취출수 중 처리되는 분율	1.0	
25) 취출수 처리에 대한 제염계수		
요오드 : 10^2 , 세슘 : 10, 기타 핵종 : 10^2		
26) 취출수 - 수집시간(days)	0.0	
처리시간(days)	0.0	
방류율	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		
29) 재생수 - 수집시간(days)	0.0	
처리시간(days)	0.0	
방류율	1.0	
30) 1차측 냉각재의 유출수에 대한 탈기기 미운전 가정.		

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-10 (3 중 3)

31) Xe 핵종에 대한 지연시간(days)	76.2
32) Kr 핵종에 대한 지연시간(days)	4.3
33) 기체붕괴탱크의 수집시간(days)	0.0
34) 기체방사성폐기물계통 고효율입자여과기(HEPA)의 효율	0.99
35) 핵연료건물 배기계통 여과기 효율 활성탄흡착기 : 0.0, 고효율입자여과기 : 0.99	
36) 보조건물 및 복합건물 배기계통의 여과기 효율 활성탄흡착기 : 0.55, 고효율입자여과기 : 0.99	
37) 원자로건물 자유체적(10^6 ft^3)	2.73
38) 원자로건물 내부 정화계통 활성탄흡착기 효율 : 0.0, 고효율입자여과기 효율 : 0.0 정화율(10^3 cfm) : 0.0	
39) 원자로건물 대용량배기 활성탄흡착기 효율 : 0.0, 고효율입자여과기 효율 : 0.0 정상운전 시 연간배기 횟수 : 0	
40) 원자로건물 소용량배기 활성탄흡착기 효율 : 0.99, 고효율입자여과기 효율 : 0.99 배기률(cfm) : 1,500	
41) 2차측 냉각재 취출탱크 배기로 인해 방출되는 요오드 분율	0.0
42) 복수기진공계통에 의해 제거되는 요오드 분율	0.0
43) 세제폐액 처리에 대한 제염계수의 역수	1.0

표 11.2-11 (2 중 1)

액체방출물 내 방사성핵종의 예상방출량
(1개호기 기준)

핵종	반감기 (days)	붕산회수 (TBq/yr)	액체방사성 폐기물계통 (TBq/yr)	이차계통 (TBq/yr)	터빈건물 (TBq/yr)	계 (TBq/yr)	보정방출량 (TBq/yr)	세척배수 (TBq/yr)	전체방출량 (TBq/yr)
방사화부식생성물									
Na-24	6.25E-01	2.01E-08	1.42E-06	1.07E-04	1.23E-06	1.10E-04	1.79E-04	0.00E+00	1.78E-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	6.66E-06
Cr-51	2.78E+01	1.31E-07	1.55E-06	4.63E-05	1.13E-07	4.81E-05	7.84E-05	1.74E-04	2.52E-04
Mn-54	3.03E+02	1.57E-07	1.10E-06	2.46E-05	5.62E-08	2.59E-05	4.22E-05	1.41E-04	1.81E-04
Fe-55	9.50E+02	1.26E-07	8.47E-07	1.86E-05	4.26E-08	1.96E-05	3.20E-05	2.66E-04	3.00E-04
Fe-59	4.50E+01	1.74E-08	1.69E-07	4.40E-06	1.04E-08	4.59E-06	7.47E-06	8.14E-05	8.88E-05
Co-58	7.13E+01	3.30E-07	2.82E-06	7.07E-05	1.65E-07	7.40E-05	1.20E-04	2.92E-04	4.07E-04
Co-60	1.92E+03	5.66E-08	3.77E-07	8.36E-06	1.91E-08	8.84E-06	1.44E-05	5.18E-04	5.18E-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	6.29E-05
Zn-65	2.45E+02	4.88E-08	3.48E-07	7.96E-06	1.82E-08	8.36E-06	1.36E-05	0.00E+00	1.37E-05
W-187	9.96E-01	2.43E-09	1.27E-07	9.10E-06	7.36E-08	9.29E-06	1.51E-05	0.00E+00	1.52E-05
Np-239	2.35E+00	7.07E-09	2.66E-07	1.61E-05	7.25E-08	1.65E-05	2.68E-05	0.00E+00	2.66E-05
핵분열생성물									
Br-84	2.21E-02	5.11E-22	1.07E-10	1.59E-06	1.52E-10	1.59E-06	2.59E-06	0.00E+00	2.59E-06
Rb-88	1.24E-02	4.63E-29	5.40E-11	2.90E-06	1.30E-12	2.90E-06	4.70E-06	0.00E+00	4.81E-06
Sr-89	5.20E+01	8.73E-09	8.14E-08	2.09E-06	4.96E-09	2.19E-06	3.57E-06	3.26E-06	6.66E-06
Sr-90	1.03E+04	1.30E-09	8.58E-09	1.87E-07	4.26E-10	1.97E-07	3.21E-07	4.81E-07	8.14E-07
Sr-91	4.03E-01	1.56E-10	1.71E-08	1.41E-06	2.15E-08	1.45E-06	2.36E-06	0.00E+00	2.37E-06
Y-91m	3.47E-02	1.01E-10	1.10E-08	8.58E-07	1.38E-08	8.84E-07	1.44E-06	0.00E+00	1.44E-06
Y-91	5.88E+01	8.33E-10	7.44E-09	1.70E-07	2.58E-10	1.79E-07	2.91E-07	3.11E-06	3.40E-06
Y-93	4.25E-01	7.77E-10	7.99E-08	6.29E-06	9.32E-08	6.48E-06	1.05E-05	0.00E+00	1.04E-05
Zr-95	6.50E+01	2.69E-08	2.36E-07	5.92E-06	1.39E-08	6.22E-06	1.01E-05	4.07E-05	5.18E-05
Nb-95	3.50E+01	3.03E-08	2.10E-07	4.33E-06	9.58E-09	4.55E-06	7.44E-06	7.03E-05	7.77E-05
Mo-99	2.79E+00	2.54E-08	8.99E-07	5.25E-05	2.16E-07	5.37E-05	8.77E-05	2.22E-06	8.88E-05
Tc-99m	2.50E-01	2.42E-08	8.55E-07	4.96E-05	1.70E-07	5.07E-05	8.25E-05	0.00E+00	8.14E-05
Ru-103	3.96E+01	4.03E-07	4.11E-06	1.13E-04	2.69E-07	1.18E-04	1.91E-04	1.07E-05	2.04E-04
Rh-103m	3.96E-02	4.03E-07	4.11E-06	1.13E-04	2.66E-07	1.18E-04	1.91E-04	0.00E+00	1.92E-04
Ru-106	3.67E+02	8.95E-06	6.25E-05	1.40E-03	3.21E-06	1.48E-03	2.41E-03	3.29E-04	2.74E-03

표 11.2-11 (2 중 2)

핵종	반감기 (days)	붕산회수 (TBq/yr)	액체방사성 폐기물계통 (TBq/yr)	이차계통 (TBq/yr)	터빈건물 (TBq/yr)	계 (TBq/yr)	보정방출량 (TBq/yr)	세척폐수 (TBq/yr)	전체방출량 (TBq/yr)
Rh-106	3.47E-04	8.95E-06	6.25E-05	1.40E-03	3.21E-06	1.48E-03	2.41E-03	0.00E+00	2.41E-03
Ag-110m	2.53E+02	1.25E-07	8.88E-07	2.01E-05	4.59E-08	2.11E-05	3.44E-05	4.44E-05	7.77E-05
Ag-110	2.82E-04	1.62E-08	1.15E-07	2.61E-06	5.96E-09	2.75E-06	4.48E-06	0.00E+00	4.44E-06
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	1.59E-05
Te-129m	3.40E+01	9.29E-09	1.01E-07	2.81E-06	6.77E-09	2.93E-06	4.77E-06	0.00E+00	4.81E-06
Te-129	4.79E-02	5.96E-09	7.07E-08	4.29E-06	1.74E-08	4.37E-06	7.10E-06	0.00E+00	7.03E-06
Te-131m	1.25E+00	2.06E-09	9.69E-08	6.73E-06	4.63E-08	6.88E-06	1.12E-05	0.00E+00	1.11E-05
Te-131	1.74E-02	3.77E-10	1.77E-08	1.37E-06	8.44E-09	1.39E-06	2.27E-06	0.00E+00	2.26E-06
I-131	8.05E+00	5.85E-07	1.33E-05	1.71E-03	2.78E-06	1.72E-03	2.81E-03	5.92E-05	2.89E-03
Te-132	3.25E+00	8.07E-09	2.71E-07	1.49E-05	5.70E-08	1.53E-05	2.49E-05	0.00E+00	2.48E-05
I-132	9.58E-02	8.40E-09	6.40E-07	1.96E-04	1.72E-06	1.99E-04	3.23E-04	0.00E+00	3.22E-04
I-133	8.75E-01	1.08E-07	6.18E-06	1.41E-03	7.22E-06	1.42E-03	2.32E-03	0.00E+00	2.33E-03
I-134	3.67E-02	1.20E-15	3.15E-08	7.40E-05	9.66E-08	7.40E-05	1.21E-04	0.00E+00	1.22E-04
Cs-134	7.49E+02	3.77E-05	2.73E-05	1.80E-04	2.96E-07	2.45E-04	4.00E-04	4.07E-04	8.14E-04
I-135	2.79E-01	1.48E-08	2.86E-06	7.96E-04	8.25E-06	8.07E-04	1.31E-03	0.00E+00	1.30E-03
Cs-136	1.30E+01	9.51E-07	1.78E-06	1.90E-05	3.59E-08	2.18E-05	3.54E-05	1.37E-05	4.81E-05
Cs-137	1.10E+04	5.18E-05	3.67E-05	2.41E-04	3.96E-07	3.30E-04	5.37E-04	5.92E-04	1.15E-03
Ba-137m	1.77E-03	4.85E-05	3.43E-05	2.25E-04	3.69E-07	3.08E-04	5.03E-04	0.00E+00	5.18E-04
Ba-140	1.28E+01	2.75E-07	4.85E-06	1.72E-04	4.51E-07	1.77E-04	2.89E-04	3.37E-05	3.22E-04
La-140	1.67E+00	3.38E-07	6.48E-06	2.56E-04	8.44E-07	2.64E-04	4.29E-04	0.00E+00	4.44E-04
Ce-141	3.24E+01	7.10E-09	7.84E-08	2.19E-06	5.29E-09	2.29E-06	3.74E-06	8.51E-06	1.22E-05
Ce-143	1.38E+00	4.40E-09	2.00E-07	1.34E-05	8.55E-08	1.37E-05	2.23E-05	0.00E+00	2.22E-05
Pr-143	1.37E+01	6.77E-09	1.01E-07	2.61E-06	1.15E-09	2.72E-06	4.44E-06	0.00E+00	4.44E-06
Ce-144	2.84E+02	3.77E-07	2.68E-06	6.07E-05	1.39E-07	6.36E-05	1.04E-04	1.44E-04	2.48E-04
Pr-144	1.20E-02	3.77E-07	2.68E-06	6.07E-05	1.39E-07	6.36E-05	1.04E-04	0.00E+00	1.04E-04
기타		1.84E-09	1.11E-08	1.39E-07	3.89E-11	1.53E-07	2.49E-07	0.00E+00	2.49E-07
계(삼중수소 제외)		1.61E-04	2.86E-04	8.95E-03	3.23E-05	9.44E-03	1.54E-02	3.32E-03	1.89E-02
* 삼중수소 방출량		3.74E+01	TBq/yr						

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-12 (2 중 1)

제한구역경계에서 액체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회고시 제2016-16호
(방사선방호 등에 관한 기준)의 배수 중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교
(1개호기 기준)

| 93 | 141

핵종	설계기준 방출률 (TBq/yr)	방출물농도 (Bq/m ³)	방출물농도 제한치 (Bq/m ³)	원안위 고시 방출물 농도 제한치 비율
Na 24	1.76E-04	7.17E-02	2.00E+06	3.59E-08
P 32	6.66E-06	2.71E-03	3.00E+05	9.04E-09
Cr 51	1.59E-03	6.48E-01	2.00E+07	3.24E-08
Mn 54	1.78E-04	7.27E-02	1.00E+06	7.27E-08
Fe 55	2.95E-04	1.20E-01	2.00E+06	6.01E-08
Fe 59	8.77E-05	3.57E-02	4.00E+05	8.93E-08
Co 58	5.56E-04	2.26E-01	9.00E+05	2.52E-07
Co 60	5.11E-04	2.08E-01	2.00E+05	1.04E-06
Ni 63	6.29E-05	2.56E-02	5.00E+06	5.12E-09
Zn 65	1.35E-05	5.49E-03	2.00E+05	2.75E-08
W 187	1.50E-05	6.11E-03	1.00E+06	6.11E-09
Np 239	2.64E-05	1.08E-02	9.00E+05	1.19E-08
Br 84	3.40E-06	1.39E-03	8.00E+06	1.73E-10
Rb 88	4.82E-05	1.96E-02	8.00E+06	2.45E-09
Sr 89	1.55E-04	6.33E-02	3.00E+05	2.11E-07
Sr 90	1.10E-05	4.50E-03	2.00E+04	2.25E-07
Sr 91	1.24E-05	5.05E-03	1.00E+06	5.05E-09
Y 91m	8.49E-06	3.46E-03	6.00E+07	5.77E-11
Y 91	3.03E-04	1.23E-01	3.00E+05	4.11E-07
Y 93	2.97E-07	1.21E-04	6.00E+05	2.01E-10
Zr 95	8.73E-05	3.56E-02	8.00E+05	4.45E-08
Nb 95	1.40E-04	5.71E-02	1.00E+06	5.71E-08
Mo 99	3.94E-03	1.60E+00	9.00E+05	1.78E-06
Tc 99m	2.44E-03	9.95E-01	3.00E+07	3.32E-08

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-12 (2 중 2)

핵종	설계기준 방출률 (TBq/yr)	방출물농도 (Bq/m ³)	방출물농도 제한치 (Bq/m ³)	원안위고시 방출물 농도 제한치 비율
Ru 103	4.71E-06	1.92E-03	9.00E+05	2.13E-09
Rh 103m	1.92E-04	7.84E-02	2.00E+08	3.92E-10
Ru 106	2.10E-06	8.57E-04	1.00E+05	8.57E-09
Ag 110m	7.67E-05	3.12E-02	2.00E+05	1.56E-07
Sb 124	1.59E-05	6.48E-03	3.00E+05	2.16E-08
Te 129m	1.51E-04	6.15E-02	2.00E+05	3.07E-07
Te 129	1.78E-06	7.25E-04	1.00E+07	7.25E-11
Te 131m	2.12E-04	8.62E-02	4.00E+05	2.16E-07
Te 131	3.23E-06	1.32E-03	8.00E+06	1.65E-10
I 131	1.58E-01	6.42E+01	3.00E+04	2.14E-03
Te 132	2.87E-03	1.17E+00	2.00E+05	5.85E-06
I 132	1.04E-03	4.23E-01	2.00E+06	2.11E-07
I 133	5.99E-02	2.44E+01	2.00E+05	1.22E-04
I 134	1.60E-04	6.51E-02	6.00E+06	1.08E-08
Cs 134	2.95E-02	1.20E+01	4.00E+04	3.01E-04
I 135	1.03E-02	4.21E+00	7.00E+05	6.01E-06
Cs 136	2.38E-03	9.71E-01	2.00E+05	4.85E-06
Cs 137	3.99E-02	1.62E+01	5.00E+04	3.25E-04
Ba 140	9.84E-05	4.01E-02	3.00E+05	1.34E-07
La 140	2.13E-05	8.66E-03	3.00E+05	2.89E-08
Ce 141	1.22E-05	4.95E-03	1.00E+06	4.95E-09
Ce 143	3.38E-06	1.38E-03	6.00E+05	2.30E-09
Pr 143	4.44E-06	1.81E-03	6.00E+05	3.01E-09
Ce 144	2.56E-05	1.04E-02	1.00E+05	1.04E-07
Pr 144	1.04E-04	4.22E-02	1.00E+07	4.22E-09
H 3	1.31E+02	5.35E+04	2.00E+07	2.67E-03
계				5.58E-03

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-13 (2 중 1)

정상운전 시 액체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항

1. 피폭대상 : 성인, 15세, 10세, 5세, 1세, 3개월
2. 피폭경로 : 해산물(어류, 연체류, 해조류)
해변침적물
외부피폭(수영 및 해상활동)
(식수 및 육상생물 먹이사슬에 의한 피폭경로는 무시함)
3. 생체축적인자 : NCRP-123 및 KHNP 보고서¹⁾
4. 선량환산인자 : 미 EPA FGR 12 및 ICRP 선량환산인자 적용
5. 80 km 내의 인구수 : 6,455,708
6. 액체폐기물의 방사능 방출량 : 표 11.2-11 참조
7. 평가대상 결정장기 : 생식선, 적색골수, 결장, 폐, 위, 방광, 유방,
간장, 식도, 갑상선, 피부, 골표면, 기타조직,
유효선량
8. 해수에 의한 희석인자 : 2 (최대개인선량 평가 시)
9. 최대개인 섭취량

	어류 [kg/yr]	연체류 [kg/yr]	해조류 [kg/yr]	해변활동 [hr/yr]	수영 [hr/yr]	어로활동 [hr/yr]
성인	2.83E+01	1.37E+01	5.90E+00	1.20E+01	6.00E+01	3.10E+03
15 세	1.17E+01	1.12E+01	3.20E+00	6.70E+01	2.40E+02	0.00E+00
10 세	1.01E+01	7.00E+00	3.80E+00	4.05E+01	2.70E+02	0.00E+00
5 세	1.04E+01	3.90E+00	2.70E+00	1.02E+01	2.18E+02	0.00E+00
1 세	8.40E+00	2.80E+00	2.30E+00	2.50E+00	5.45E+01	0.00E+00
3 개월	3.10E+00	4.00E-01	2.30E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

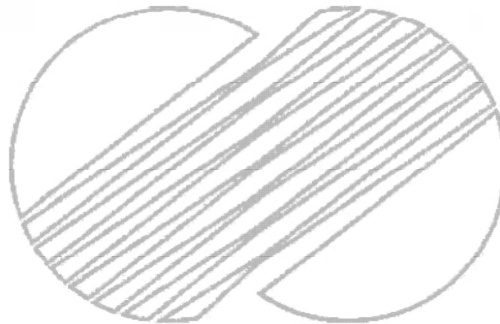
1) “원전주변 주민의 음식물 섭취량 평가 최종보고서”, KHNP, 2006.4

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-13 (2 중 2)

10. 평균개인 섭취량

	어류 [kg/yr]	연체류 [kg/yr]	해조류 [kg/yr]
성인	1.44E+01	6.60E+00	3.50E+00
15 세	6.60E+00	5.20E+00	2.20E+00
10 세	6.10E+00	3.90E+00	2.30E+00
5 세	5.40E+00	2.10E+00	1.80E+00
1 세	3.10E+00	1.10E+00	1.30E+00
3 개월	1.00E+00	2.00E-01	6.00E-01



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-14 (3 중 1)

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

피 폭 경 로								
장기	연령군	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	계
생식선	성 인	4.52E-05	1.04E-04	5.11E-05	1.89E-06	9.57E-08	2.47E-06	2.05E-04
	15 세	2.32E-05	1.16E-04	3.74E-05	1.06E-05	3.83E-07	0.00E+00	1.87E-04
	10 세	2.53E-05	1.10E-04	6.94E-05	6.39E-06	4.31E-07	0.00E+00	2.12E-04
	5 세	3.67E-05	9.42E-05	7.36E-05	1.61E-06	3.48E-07	0.00E+00	2.06E-04
	1 세	3.34E-05	1.09E-04	7.83E-05	3.94E-07	8.70E-08	0.00E+00	2.21E-04
	3개월	2.48E-05	3.53E-05	1.71E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.31E-04
적색골수	성 인	8.99E-05	1.13E-04	3.59E-05	1.74E-06	9.58E-08	2.47E-06	2.44E-04
	15 세	6.52E-05	1.57E-04	2.73E-05	9.74E-06	3.83E-07	0.00E+00	2.59E-04
	10 세	9.72E-05	1.55E-04	4.75E-05	5.89E-06	4.31E-07	0.00E+00	3.06E-04
	5 세	1.88E-04	1.44E-04	5.41E-05	1.48E-06	3.48E-07	0.00E+00	3.88E-04
	1 세	6.20E-05	1.24E-04	6.50E-05	3.63E-07	8.70E-08	0.00E+00	2.51E-04
	3개월	6.88E-05	5.21E-05	1.76E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.97E-04
결장	성 인	4.78E-05	9.45E-05	3.35E-05	1.81E-06	1.09E-07	2.81E-06	1.80E-04
	15 세	2.96E-05	1.22E-04	2.47E-05	1.01E-05	4.35E-07	0.00E+00	1.87E-04
	10 세	3.28E-05	1.14E-04	4.45E-05	6.10E-06	4.89E-07	0.00E+00	1.98E-04
	5 세	4.84E-05	9.90E-05	5.08E-05	1.54E-06	3.95E-07	0.00E+00	2.00E-04
	1 세	4.53E-05	1.12E-04	6.69E-05	3.77E-07	9.87E-08	0.00E+00	2.24E-04
	3개월	6.44E-05	5.10E-05	1.66E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.81E-04
폐	성 인	3.37E-05	6.88E-05	2.93E-05	1.73E-06	9.20E-08	2.38E-06	1.36E-04
	15 세	1.76E-05	8.10E-05	2.20E-05	9.67E-06	3.68E-07	0.00E+00	1.31E-04
	10 세	1.83E-05	7.67E-05	3.95E-05	5.84E-06	4.14E-07	0.00E+00	1.41E-04
	5 세	2.69E-05	6.80E-05	4.52E-05	1.47E-06	3.34E-07	0.00E+00	1.42E-04
	1 세	2.38E-05	8.30E-05	6.11E-05	3.61E-07	8.36E-08	0.00E+00	1.68E-04
	3개월	2.11E-05	3.15E-05	1.53E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.05E-04
위	성 인	4.11E-05	1.36E-04	7.04E-05	1.81E-06	1.09E-07	2.81E-06	2.52E-04
	15 세	2.22E-05	1.50E-04	5.28E-05	1.01E-05	4.35E-07	0.00E+00	2.36E-04
	10 세	2.53E-05	1.41E-04	9.89E-05	6.10E-06	4.89E-07	0.00E+00	2.72E-04
	5 세	4.10E-05	1.30E-04	1.18E-04	1.54E-06	3.95E-07	0.00E+00	2.91E-04
	1 세	2.92E-05	1.62E-04	1.34E-04	3.77E-07	9.87E-08	0.00E+00	3.25E-04
	3개월	2.47E-05	5.21E-05	2.85E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.62E-04

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-14 (3 중 2)

피 폭 경 로								
장기	연령군	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	계
방광	성 인	4.21E-05	9.16E-05	5.56E-05	1.81E-06	1.09E-07	2.81E-06	1.94E-04
	15 세	2.08E-05	1.01E-04	3.95E-05	1.01E-05	4.35E-07	0.00E+00	1.72E-04
	10 세	2.17E-05	9.28E-05	6.49E-05	6.10E-06	4.89E-07	0.00E+00	1.86E-04
	5 세	3.30E-05	8.18E-05	6.73E-05	1.54E-06	3.95E-07	0.00E+00	1.84E-04
	1 세	2.68E-05	9.22E-05	7.44E-05	3.77E-07	9.87E-08	0.00E+00	1.94E-04
	3개월	2.12E-05	3.26E-05	1.69E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.23E-04
유방	성 인	2.92E-05	6.41E-05	2.70E-05	1.78E-06	9.38E-08	2.42E-06	1.25E-04
	15 세	1.51E-05	7.32E-05	1.97E-05	9.96E-06	3.75E-07	0.00E+00	1.18E-04
	10 세	1.59E-05	6.95E-05	3.57E-05	6.02E-06	4.22E-07	0.00E+00	1.28E-04
	5 세	2.39E-05	6.18E-05	4.07E-05	1.52E-06	3.41E-07	0.00E+00	1.28E-04
	1 세	2.06E-05	7.63E-05	5.68E-05	3.72E-07	8.52E-08	0.00E+00	1.54E-04
	3개월	1.79E-05	2.93E-05	1.45E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.92E-04
간장	성 인	5.23E-05	1.05E-04	3.90E-05	1.81E-06	1.09E-07	2.81E-06	2.01E-04
	15 세	3.26E-05	1.45E-04	3.29E-05	1.01E-05	4.35E-07	0.00E+00	2.21E-04
	10 세	3.58E-05	1.30E-04	5.73E-05	6.10E-06	4.89E-07	0.00E+00	2.30E-04
	5 세	5.59E-05	1.14E-04	6.57E-05	1.54E-06	3.95E-07	0.00E+00	2.37E-04
	1 세	5.09E-05	1.24E-04	7.60E-05	3.77E-07	9.87E-08	0.00E+00	2.51E-04
	3개월	5.85E-05	5.08E-05	1.88E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.98E-04
식도	성 인	4.78E-05	9.45E-05	3.35E-05	1.81E-06	1.09E-07	2.81E-06	1.80E-04
	15 세	2.96E-05	1.22E-04	2.47E-05	1.01E-05	4.35E-07	0.00E+00	1.87E-04
	10 세	3.28E-05	1.14E-04	4.45E-05	6.10E-06	4.89E-07	0.00E+00	1.98E-04
	5 세	4.84E-05	9.90E-05	5.08E-05	1.54E-06	3.95E-07	0.00E+00	2.00E-04
	1 세	4.53E-05	1.12E-04	6.69E-05	3.77E-07	9.87E-08	0.00E+00	2.24E-04
	3개월	6.44E-05	5.10E-05	1.66E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.81E-04
갑상선	성 인	1.95E-04	8.52E-04	6.44E-03	1.73E-06	9.20E-08	2.38E-06	7.49E-03
	15 세	1.30E-04	1.16E-03	5.91E-03	9.67E-06	3.68E-07	0.00E+00	7.21E-03
	10 세	1.70E-04	1.13E-03	1.09E-02	5.84E-06	4.14E-07	0.00E+00	1.22E-02
	5 세	3.18E-04	1.16E-03	1.43E-02	1.47E-06	3.34E-07	0.00E+00	1.58E-02
	1 세	3.75E-04	1.25E-03	1.79E-02	3.61E-07	8.36E-08	0.00E+00	1.96E-02
	3개월	1.64E-04	2.16E-04	1.86E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.90E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-14 (3 중 3)

피 폭 경 로								
장기	연령군	어류	연체류	해조류	해변활동	수영	해상활동	계
피부	성 인	2.86E-05	6.36E-05	2.71E-05	1.73E-06	9.20E-08	2.38E-06	1.23E-04
	15 세	1.46E-05	7.10E-05	1.95E-05	9.67E-06	3.68E-07	0.00E+00	1.15E-04
	10 세	1.54E-05	6.83E-05	3.55E-05	5.84E-06	4.14E-07	0.00E+00	1.26E-04
	5 세	2.35E-05	6.12E-05	4.03E-05	1.47E-06	3.34E-07	0.00E+00	1.27E-04
	1 세	2.03E-05	7.62E-05	5.65E-05	3.61E-07	8.36E-08	0.00E+00	1.53E-04
	3개월	1.75E-05	2.91E-05	1.44E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-04
골표면	성 인	7.46E-05	1.03E-04	3.61E-05	1.73E-06	9.20E-08	2.38E-06	2.18E-04
	15 세	5.02E-05	1.33E-04	2.76E-05	9.67E-06	3.68E-07	0.00E+00	2.21E-04
	10 세	6.05E-05	1.28E-04	4.87E-05	5.84E-06	4.14E-07	0.00E+00	2.43E-04
	5 세	9.43E-05	1.14E-04	5.63E-05	1.47E-06	3.34E-07	0.00E+00	2.66E-04
	1 세	5.75E-05	1.21E-04	6.82E-05	3.61E-07	8.36E-08	0.00E+00	2.47E-04
	3개월	6.35E-05	5.09E-05	1.82E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.96E-04
기타조직	성 인	4.78E-05	9.45E-05	3.35E-05	1.81E-06	1.09E-07	2.81E-06	1.80E-04
	15 세	2.96E-05	1.22E-04	2.47E-05	1.01E-05	4.35E-07	0.00E+00	1.87E-04
	10 세	3.28E-05	1.14E-04	4.45E-05	6.10E-06	4.89E-07	0.00E+00	1.98E-04
	5 세	4.84E-05	9.90E-05	5.08E-05	1.54E-06	3.95E-07	0.00E+00	2.00E-04
	1 세	4.53E-05	1.12E-04	6.69E-05	3.77E-07	9.87E-08	0.00E+00	2.24E-04
	3개월	6.44E-05	5.10E-05	1.66E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.81E-04
유효선량	성 인	6.27E-05	3.11E-04	4.52E-04	1.73E-06	9.20E-08	2.38E-06	8.30E-04
	15 세	3.72E-05	3.46E-04	3.83E-04	9.67E-06	3.68E-07	0.00E+00	7.77E-04
	10 세	4.74E-05	3.61E-04	7.44E-04	5.84E-06	4.14E-07	0.00E+00	1.16E-03
	5 세	7.52E-05	3.33E-04	8.98E-04	1.47E-06	3.34E-07	0.00E+00	1.31E-03
	1 세	5.96E-05	4.25E-04	1.18E-03	3.61E-07	8.36E-08	0.00E+00	1.67E-03
	3개월	4.21E-05	1.02E-04	1.39E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.53E-03

1

표 11.2-15

개정 1
2011. 12. 02

정상운전 시 액체방출물에 의한 주민 집단선량
(1개호기 기준, person-mSv/yr)

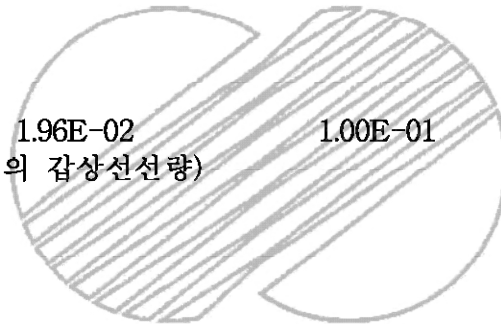
장기	어류	연체류	피 폭 경 로				계
			해조류	해변활동	수영	해상활동	
생식선	6.48E+00	1.85E+01	9.42E+00	6.03E+00	1.52E-01	2.02E+00	4.26E+01
적색골수	1.36E+01	2.18E+01	7.49E+00	5.69E+00	1.48E-01	1.97E+00	5.07E+01
결장	7.29E+00	1.81E+01	6.98E+00	5.52E+00	1.45E-01	1.93E+00	4.00E+01
폐	4.93E+00	1.30E+01	6.29E+00	5.56E+00	1.51E-01	2.02E+00	3.19E+01
위	5.89E+00	2.47E+01	1.29E+01	5.52E+00	1.45E-01	1.93E+00	5.11E+01
방광	5.90E+00	1.62E+01	9.10E+00	5.52E+00	1.45E-01	1.93E+00	3.88E+01
유방	4.27E+00	1.20E+01	5.81E+00	5.76E+00	1.73E-01	2.30E+00	3.04E+01
간장	7.93E+00	2.03E+01	8.48E+00	5.52E+00	1.45E-01	1.93E+00	4.43E+01
식도	7.29E+00	1.81E+01	6.98E+00	5.52E+00	1.45E-01	1.93E+00	4.00E+01
갑상선	2.00E+01	1.07E+02	9.15E+02	5.60E+00	1.55E-01	2.07E+00	1.05E+03
피부	4.17E+00	1.19E+01	5.78E+00	9.55E+00	1.95E-01	2.59E+00	3.42E+01
골표면	1.07E+01	1.94E+01	7.64E+00	7.77E+00	2.46E-01	3.28E+00	4.91E+01
기타조직	7.29E+00	1.81E+01	6.98E+00	5.52E+00	1.45E-01	1.93E+00	4.00E+01
유효선량	8.55E+00	5.47E+01	7.13E+01	5.77E+00	1.55E-01	2.07E+00	1.42E+02

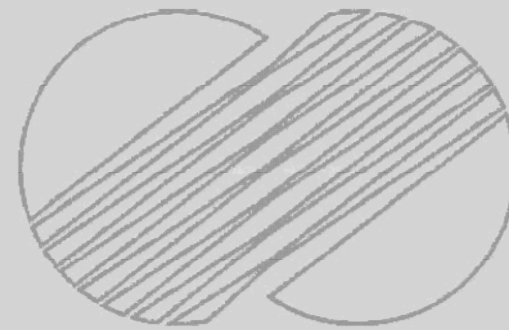
신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.2-16

정상운전 시 액체방출물에 의한 최대개인선량 요약

항 목	제한구역경계에서의 개인에 대한 최대선량	계산결과와 원자력안전위원회고시 제2016-16호 (방사선방호 등에 관한 기준) (호기당)		와의 비
		원자력안전위원회고시 제2016-16호 (방사선방호 등에 관한 기준) (호기당)	원자력안전위원회고시 제2016-16호 (방사선방호 등에 관한 기준) (호기당)	
모든 피폭경로를 통한 유효선량 (mSv/yr)	1.67E-03 (1세)	3.00E-02	5.56E-02	
모든 피폭경로 중 최대장기선량 (mSv/yr)	1.96E-02 (1세의 갑상선선량)	1.00E-01	1.96E-01	

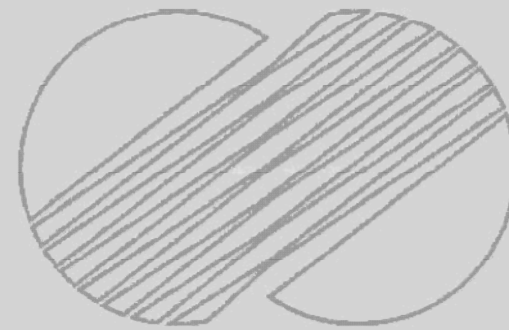




한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

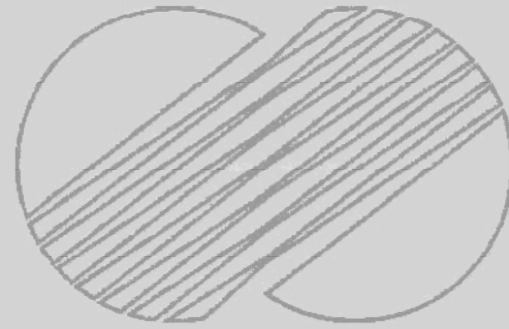
그림 11.2-1 (21 중 1)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

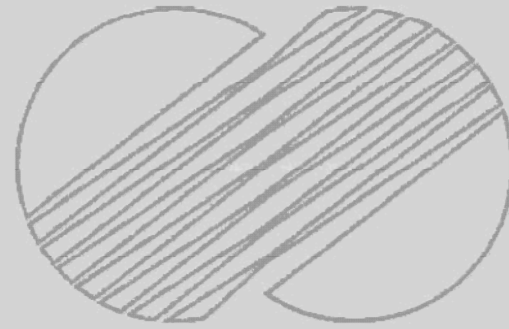
그림 11.2-1 (21 중 2)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

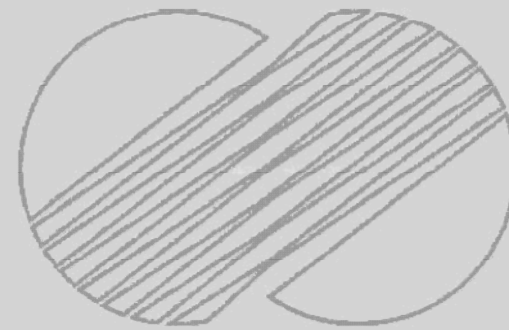
그림 11.2-1 (21 중 3)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

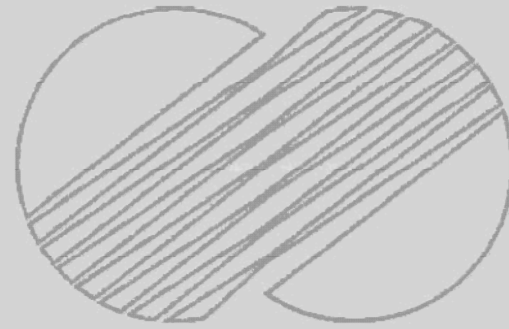
그림 11.2-1 (21 중 4)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

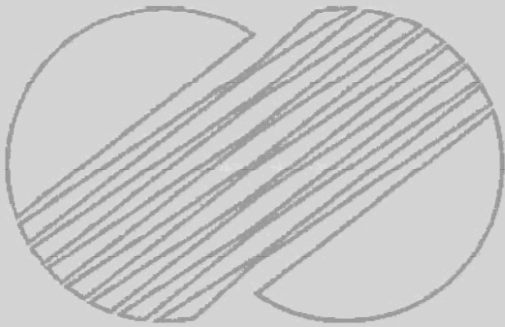
그림 11.2-1 (21 중 5)

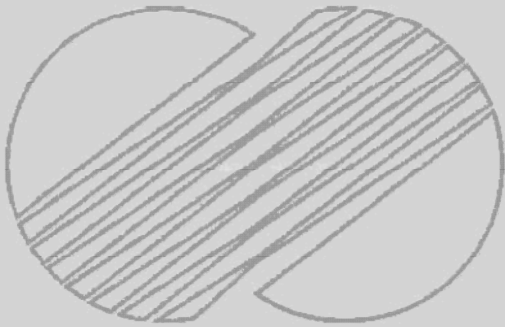


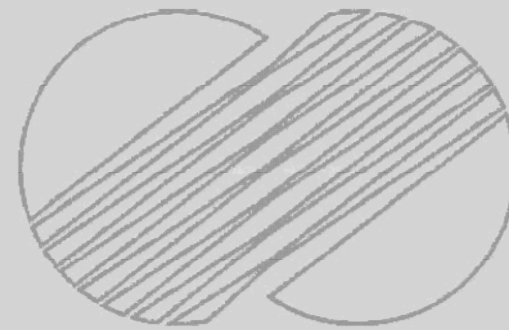
한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-1 (21 중 6)



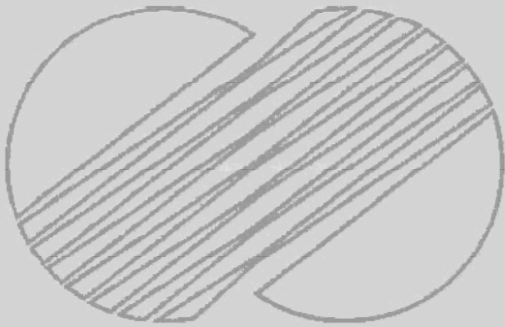


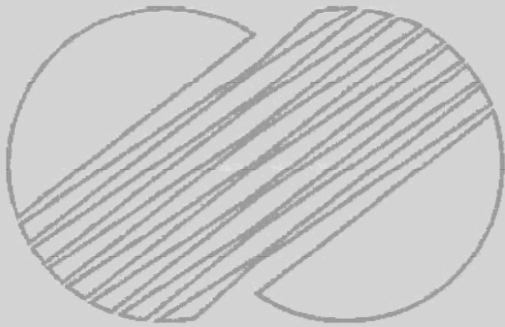


한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-1 (21 중 9)

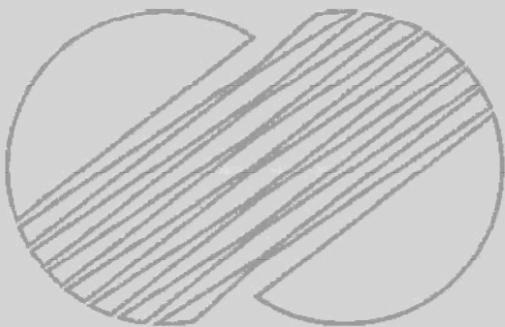




한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

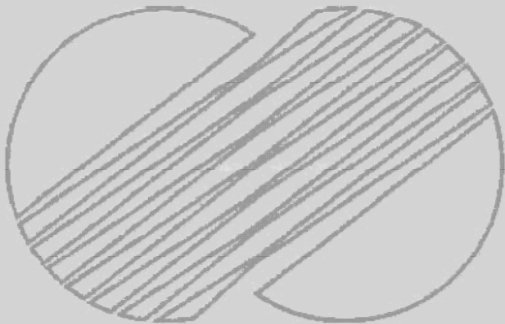
그림 11.2-1 (21 중 11)

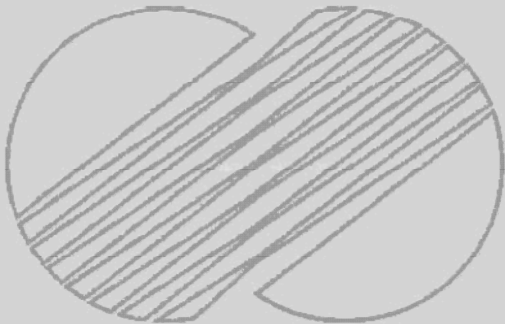


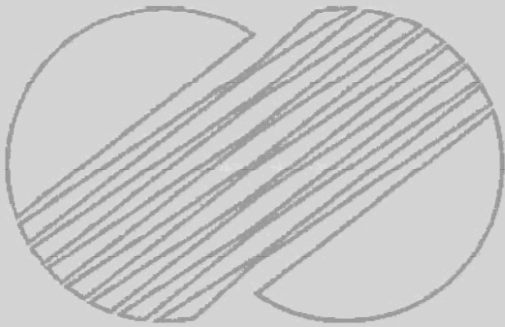
한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

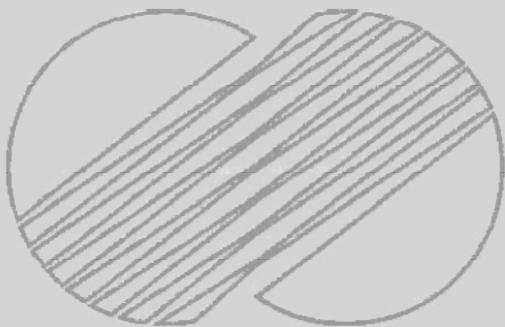
액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-1 (21 중 12)





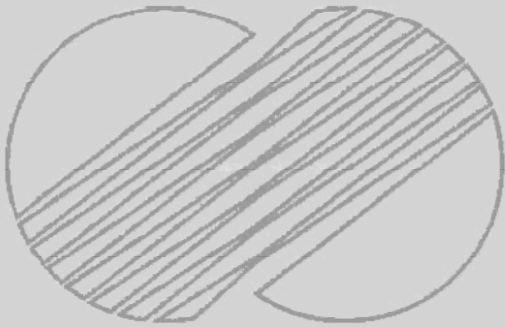


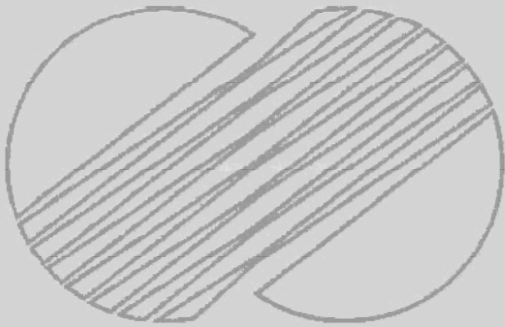


한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-1 (21 중 16)

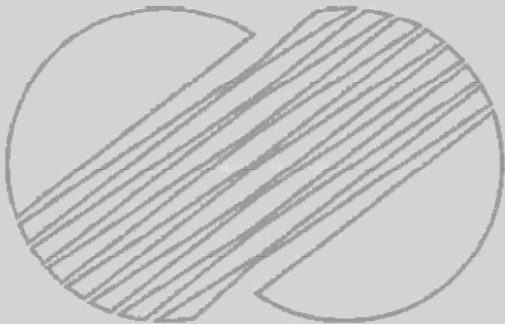




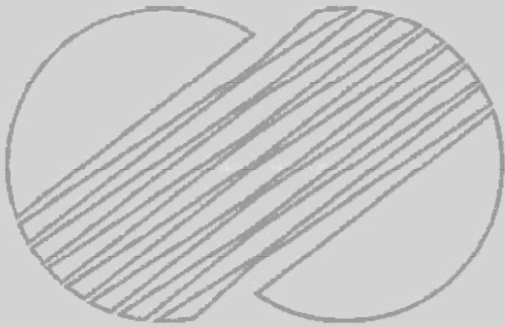
한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

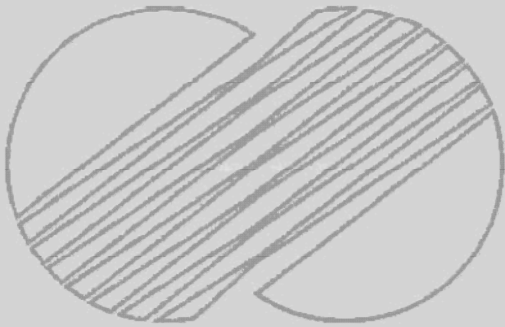
액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.2-1 (21 중 18)



	한국수력원자력주식회사 신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서
	액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도 그림 11.2-1 (21 중 19)

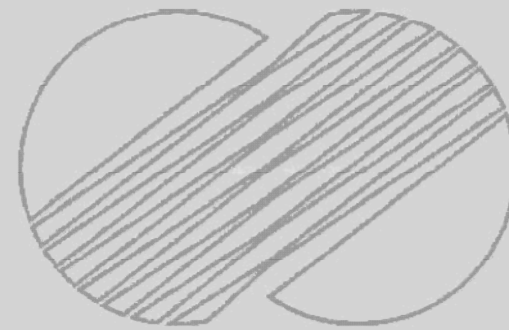




한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

액체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

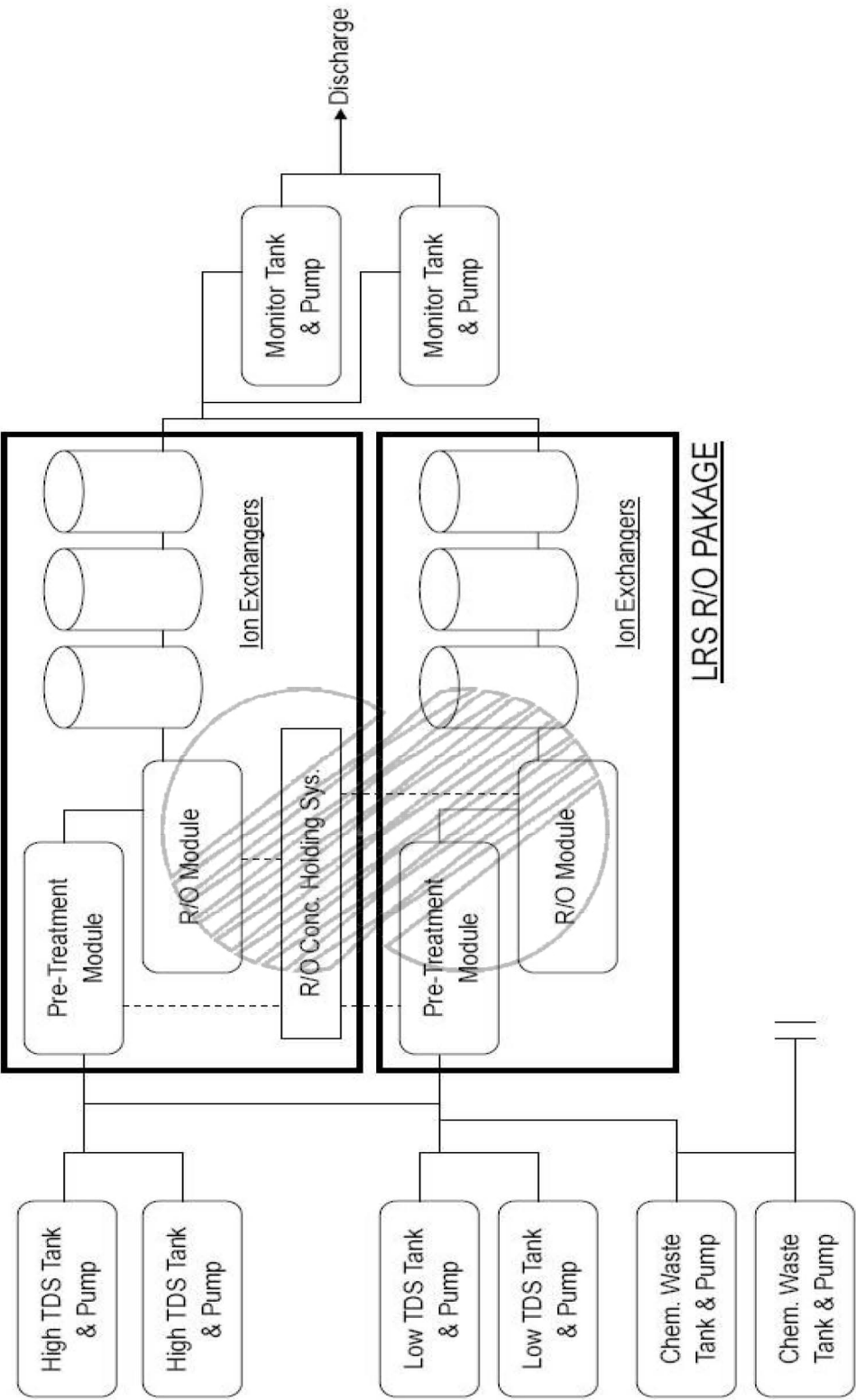
그림 11.2-1 (21 중 21)




한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

방사성세탁계통 배관 및 계장도

그림 11.2-2



	한국수력원자력주식회사 신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서
액체방사성폐기물계통 흐름도	
그림 11.2-3	

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.3 기체방사성폐기물관리계통

기체방사성폐기물계통은 신월성 1,2호기 공용으로 안전정지지진에 견딜 수 있도록 설계된 복합건물 내에 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 터빈축밀봉계통이 있으며 이들 계통에 대한 상세내용은 9.4절, 10.4.2절 및 10.4.3절에 각각 기술되어 있다.

본 절에서는 주로 고준위 방사성기체를 처리하는 기체방사성폐기물계통에 대하여 기술하였다.



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 복합건물 배기구에서 건물 내 다른 배기공기에 의해 희석된 후 대기로 방출된다. 방사성물질 방출에 대한 관리 및 감시는 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 60 및 64를 준수한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

다. 기체방사성폐기물계통은 방사성기체의 방출을 제한함으로써 발전소 제한구역 경계에서의 개인 피폭 및 방사능 방출에 관한 원자력안전위원회고시 제 2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)를 준수하도록 설계한다.

| 93 | 141

라. 저준위 방사성기체는 고효율입자여과기를 거쳐 건물 배기구로 방출된다. 건물 배기구로 방출되는 저준위 방사성기체와 기체방사성폐기물계통의 방출기체가 혼합되어 방출될 때에도, 제한구역경계에서의 개인피폭 및 방사능 방출량은 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)를 만족하도록 한다.

| 93 | 141

마. 기체방사성폐기물계통의 기기 및 배관은 원자로건물 격리밸브 및 연결배관을 제외하고 내진범주 II급 또는 III급, 전기등급 비1E급, 품질그룹 D로 설계되며, 표 11.3-4에 제시되어 있는 바와 같이 규제지침서 1.143에 따라 설계, 제작 및 시험된다.

기체방사성폐기물계통의 설계용량은 표 11.3-1에 기술된 가정사항에 근거하여 결정되며, 처리될 기체의 방사능량은 노심주기 중 제한적인 30일 동안 발생하는 방사성기체의 양을 계산하여 결정한다. 표 11.3-1에 제시된 설계기준은 탈기기 연속운전을 가정하고, 노심 주기 중 30일 동안 원자로냉각재 탈기는 1회, 체적제어탱크 배기는 2회 발생하며, 원자로 배수탱크 및 기기배수탱크는 연속적으로 배기되는 것으로 가정한다. 즉, 정상운전 시 $0.057 \text{ m}^3/\text{min}$ (2 scfm)으로 방사성기체가 유입되는 것으로 고려한다. 이러한 가정에 근거하여, 기체방사성폐기물계통의 용량은 Xe에 대해 45일 이상, Kr에 대해 2.6일 이상 지연시킬 수 있도록 설계한다.

계통 내로 유입되는 기체의 주요 발생원별 연간 발생량(체적) 및 평균유량에 관한 자료는 표 11.3-2에 제시되어 있다. 기체방사성폐기물계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비 방사능은 표 11.3-3에 주어져 있으며, 이는 표 11.1-2에 제시되어 있는 원자로냉각재 내 최대 비방사능량을 기초로 계산된다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통은 예상운전과도사건 동안 약 $0.623 \text{ m}^3/\text{min}$ (22 scfm)의 과도유량으로 유입되는 방사성기체도 처리 가능하도록 설계한다. 또한 화학 및 체적제어계통 내 체적제어탱크 배기 시 또는 관련 기기 기능상실 시 최대 $1.133 \text{ m}^3/\text{min}$ (40 scfm)의 방사성기체가 약 25분 이내로 유입될 수 있으나, 폐기체진조기의 용량에는 상기 최대유량은 고려하지 않는다.

11.3.2 계통 설명

11.3.2.1 개요

기체방사성폐기물계통은 2개의 모관(호기별 1개), 1개의 모관배수탱크, 각 100 % 용량을 가진 2개의 제습계열, 4대의 활성탄지연대, 1대의 고효율입자여과기, 자동 질소세정 기능을 갖춘 폐기체분석기 및 방사선감시기 등으로 구성되어 있다. 각 제습계열은 1대의 폐기체진조기 및 1대의 활성탄보호대로 구성되어 있다. 활성탄지연대는 방사성 Kr 및 Xe 핵종들을 흡착하여 이들 핵종의 방사능 붕괴를 위해 일정기간 보유하는 역할을 한다. 활성탄지연대를 통과한 방사성기체는 고효율입자여과기 및 방사선감시기를 거쳐 방출된다. 방출되는 유량이 소량이거나 없을 때에는 기체방사성폐기물계통 내로의 외부공기 유입을 방지하기 위해 질소를 주입시킨다. 11.5절에 기술되어 있는 바와 같이 기체방사성폐기물계통 방출관 및 복합건물공기조화계통 배기관에는 방사선감시기가 설치되어 있으며, 복합건물공기조화계통 배기관의 방사선감시기에서 고방사선준위가 감지되면 활성탄지연대 방출관의 격리밸브가 자동 폐쇄되도록 연동되어 있다. 복합건물공기조화계통은 9.4절에 기술되어 있다. 기체방사성폐기물계통은 공기의 유입을 방지하기 위하여 주변 대기보다 약간 가압된 상태로 유지된다.

11.3.2.2 기기 설명

표 11.3-5는 기체방사성폐기물계통을 구성하고 있는 주요 기기와 기기별 유량, 용량, 재

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

질, 설계온도 및 압력에 관한 사항들을 기술하고 있다. 기체방사성폐기물계통의 배관 및 계장도는 그림 11.3-1에 제시되어 있다.

기체방사성폐기물계통의 주요 기기는 다음과 같다.

가. 모관(각 호기별 1개)

나. 폐기체분석기(2대)

다. 모관배수탱크(1개)

라. 방사성기체의 이슬점 온도를 11.4°C (52.5°F)로 낮추기 위한 폐기체건조기(2대)

마. 방사성기체의 온도를 높이기 위한 가열기(2대)

바. 습분감지기(4대)

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 방사성기체에서 활성탄 입자 및 기타 입자를 제거하기 위한 고효율 입자여과기(1대)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

차. 방출 방사능을 측정하기 위한 방사선감시기(1대)

카. 발전소 냉수를 이용하지 못할 때 폐기체진조기에 냉수를 공급하기 위한 100 % 용량의 냉동기(1대)

타. 온도감지기(7대)

파. 모관배수탱크 전단부에서의 폐기체를 분석하기 위한 1대의 수소 및 산소분석기와 각 호기별 수집모관상에서의 폐기체를 분석하기 위한 호기별 1대의 수소 및 산소분석기

하. 계통 세정 및 폭발성기체 농도 희석을 위한 질소주입설비

이들 기기의 배치는 그림 1.2-26부터 그림 1.2-32에 있는 복합건물 일반배치도에 나타나 있다. 기기 배치 시 발전소 작업자에 대한 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 규제지침서 8.8의 ALARA 설계지침을 반영하고 있다. 폐기체진조기, 모관배수탱크, 활성탄보호대와 활성탄지연대 등은 독립된 격실에 설치하여 각 기기별로 격리 및 차폐설계되어 있다. 또한 정비를 필요로 하는 기기에 대해서는 운전원에 대한 방사선 피폭을 감소시킬 수 있도록 기기 정비 전에 방사성기체를 제거하기 위한 질소세정 기능을 갖추고 있다.

배관은 차폐된 배관통로 및 고방사능 배관 구역에 설치되며, 배관 내에는 응축수가 축적되지 않도록 설계되어 있다. 방사성기체에 대한 시료채취는 기체방사성폐기물 시료채취반에서 이루어지는 데, 동 시료채취반에는 운전원의 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 질소세정 기능을 갖추고 있으며 시료채취 배관은 차폐설계되어 있다.

기체방사성폐기물계통에서 사용되는 수동밸브, 원격밸브 및 자동밸브 등은 방사성기체의 누설이 최소가 되도록 설계되어 있으며 이를 위하여 금속재 시트가 있는 다이어프램 밸

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

브 등을 사용하고 있다. 기체방사성폐기물계통 내 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 방사성폐기물 제어반에 위치하고 있다. 복합건물공기조화계통 배기관에 설치된 방사선감시기로부터 고방사선신호가 발생하거나 복합건물공기조화계통의 방출유량이 적을 경우, 방사성기체가 방출되지 않도록 기체방사성폐기물계통 방출관에 설치된 자동격리밸브가 닫히도록 설계되어 있다. 활성탄보호대 및 활성탄지연대에는 온도감지기(기록계와 경보기 포함)가 설치되어 열적 이상상태를 감시한다. 또한 활성탄보호대 전후단에는 습분감지기가 설치되어 있어 활성탄 습분흡착 상태를 감시한다.

11.3.2.3 계통 운전

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

가. 원자로배수탱크

나. 체적제어탱크

다. 화학 및 체적제어계통 탈기기

라. 기기배수탱크

이러한 유입원으로부터 수소와 질소가 주성분인 방사성기체가 유입되며, 여기에는 소량의

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

산소 및 핵분열기체가 포함되어 있다. 각 유입원은 기체방사성폐기물계통의 모관으로 유입되며, 모관은 $0.035 \sim 0.35 \text{ kg/cm}^2$ ($0.5 \sim 5.0 \text{ psig}$)의 압력으로 유지된다.

모관 내에 생성된 응축수는 모관배수탱크로 중력에 의해 배수되도록 설계되어 있다. 기체방사성폐기물계통 내 유입관에서 생성되는 대부분의 응축수도 모관배수탱크로 중력 배수되며, 모관배수탱크에 수집된 응축수는 액체방사성폐기물계통으로 이송되어 최종 처리된다.

유입관을 거친 방사성기체는 폐기체건조기로 유입되며, 여기서 방사성기체는 이슬점 온도, 11.4°C (52.5°F)로 낮아진다. 방사성기체를 처리하는 과정에서 발생하는 응축수는 복합건물 기기배수조로 배수된다. 폐기체건조기를 통과한 방사성기체는 약 21°C (70°F)로 재가열되어, 방사성기체 내 습분 함유량을 측정한 다음 활성탄보호대로 유입된다.

활성탄보호대는 반감기가 짧은 단수명 기체 방사성핵종들을 붕괴시키며, 방사성기체에 존재하는 요오드를 흡착하여 붕괴시킨다. 또한 활성탄보호대는 습분으로부터 활성탄지연대를 보호한다. 활성탄보호대 전후단에 습분감지기를 설치하여 습분흡착 상태를 감시하며, 활성탄보호대 및 활성탄지연대에 온도감지기를 설치하여 열적이상 상태를 감시한다. 활성탄보호대를 통과한 방사성기체는 4대의 활성탄지연대를 순차적으로 통과하면서, Kr 및 Xe은 활성탄의 동적 흡착특성에 의해 지연된다. 지연기간은 방사성기체의 평균 유입유량 및 예상발생량을 기준으로 Xe에 대해서는 45일간, Kr에 대해서는 2.6일간 이상이다.

활성탄지연대를 통과한 방사성기체는 고효율입자여과기에서 활성탄 입자를 포함한 여러 입자들이 제거되며, 공기 유입을 방지하기 위해 설치된 역류방지밸브를 통해 배기된다. 고효율입자여과기에는 현장시험을 위한 시험 배기구가 설치되어 있다. 역류방지밸브를 통과한 방사성기체는 외부로 방출되기전 복합건물 배기공기와 혼합되어 희석된다.

복합건물공기조화계통을 거쳐 배기되기 전 고방사선준위가 감지되거나 방출유량이 적을

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

경우, 기체방사성폐기물계통 방출관 격리밸브는 자동적으로 닫히게 된다. 방출관 격리밸브 후단부에서의 방사성기체 유량을 측정하여, 배기유량이 적거나 없는 경우 배기관으로 외부 공기가 유입되지 않도록 질소를 주입하게 된다. 복합건물공기조화계통 배기관에서의 배기유량은 배기공기 내 수소농도가 수소연소농도 제한치보다 낮은 1% 미만으로 유지되도록 한다. 방사성기체에 대하여는 복합건물공기조화계통 배기관으로 배기되기 전에 방사능과 수소 및 산소농도를 연속적으로 분석하며, 압력, 유량 및 방출 총방사능에 관한 사항을 기록한다. 또한 발전소 운전절차서에 따라 방사성기체의 동위원소 함유량을 분석하고 기록한다.

기체방사성폐기물계통으로부터의 방사성핵종 최대 방출률 및 방출량은 주민피폭선량계산 지침서에서 규정하고 있는 한도를 따른다. 활성탄지연대를 통해 복합건물 배기구로 배출되는 배기량을 제어함으로써 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 | 93 | 141 기준)에서 제시하고 있는 한도를 초과하지 않도록 한다.

발전소 시운전 시 기체방사성폐기물계통 내에 존재하는 공기를 제거하기 위해 기체방사성폐기물계통과 그 유입원을 질소로 세정한다. 9.3.2절에 기술된 바와 같이, 각 유입원, 기체방사성폐기물계통 모관 및 주요 지점에서 수소 및 산소농도를 감시한다. 기체방사성폐기물 시료채취반에 설치된 수소 및 산소분석기는 계통 내의 시료채취 지점들에서 순차적으로 시료를 채취한다. 임의 지점에서 고산소농도(2%)가 감지되면 방사성폐기물 제어실에 경보가 울리게 되며, 이때 운전원은 산소 유입원을 차단시키거나 질소를 주입 회색시킨다. 고-고 산소경보는 4%에서 발생하며 주제어실 및 방사성폐기물 제어실에 경보가 울리게 된다. 고-고 산소경보가 발생하면 기체방사성폐기물계통에 계통보다 높은 압력의 질소가 자동으로 주입되며, 증가된 압력으로 인해 각 유입원에 있는 체크밸브나 제어밸브까지 질소가 채워져 이보다 저압인 유입원의 계통으로의 유입을 방지하도록 하고 있다.

따라서 이러한 폭발방지 설계 특성으로 인해, 기체방사성폐기물계통의 각 기기들 즉, 모

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

관, 활성탄지연대, 폐기체진조기, 밸브 및 배관 등은 내부 수소폭발을 견딜 수 있도록 설계할 필요는 없다.

공기조화계통의 수소농도를 증가시키는 기타 유입원으로는 화학 및 체적제어계통 체적제어탱크 고수위 시 탈기기를 통과한 액체 등이 유입되는 수용탱크가 있다. 그러나 탈기기의 처리효율 99.9%를 고려하면, 공기조화계통으로 유입될 수 있는 최대 수소농도는 공기 중의 수소연소농도 제한치보다 충분히 낮은 값이며, 보조건물 공기조화계통에서 더욱 낮은 농도로 희석된다.

그 이외의 잠재적인 수소기체 유입원은 저용존고형물(LTDS) 폐액탱크와 화학폐액탱크이나, 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 저용존고형물 폐액탱크 및 화학폐액탱크의 내용물은 대기압에서 극히 소량의 용존수소를 함유하게 되며, 또한 대기압 탱크이므로 이들 탱크의 기체부 공간에는 수소기체가 축적되지 않는다.

11.3.3 기체방사성물질 방출

예상운전과도사건을 포함한 정상운전 시 발전소로부터의 방출이 예상되는 기체방출물의 평가에 대해 기술하였다.

11.3.3.1 방출구

기체방출물은 원자로건물 및 보조건물의 통합 방출구와 터빈건물, 핵연료건물 및 복합건물 등의 건물별 배기구 및 증기덤프 등을 통해 직접 환경으로 방출된다. 기체방사성폐기

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

물계통의 방출은 복합건물의 배기구를 통해 이루어진다. 그림 11.3-2는 이들 기체 방사성물질 방출지점을 보여주고 있다.

11.3.3.2 예상방출량

기체폐기물은 주로 붕소회석운전 동안 원자로냉각재로부터 탈기되어 화학 및 체적제어계통의 수용탱크로 방출되는 수소, 원자로냉각재의 탈기 시 화학 및 체적제어계통의 체적제어탱크로부터 배기되는 수소 및 상부충진기체인 질소로 구성되어 있다.

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

신월성 1,2호기로부터 연간 방출되는 불활성기체, 할로젠핵종 및 입자성핵종에 대한 예상방출량은 PWR-GALE(Rev. 1) 전산프로그램을 이용하여 계산하였다. 단일 호기의 정상운전 시 전산프로그램 입력자료로 사용되는 변수들은 표 11.2-10에 제시되어 있다. 정상운전 시, 운전정지 시 및 1차측 냉각재의 탈기 시 각 건물배기계통으로부터 방출되는 연간 예상기체폐기물 방출량은 표 11.3-6과 같으며, 중기 덤프기간 동안 방출되는 방사능량은 표 11.3-6에 제시된 터빈건물로부터의 방사능량 대비 1% 이하의 매우 적은 양이 방출된다. 설계기준 방사성물질 방출량과 부지경계에서의 공기 중 방사능농도에 대한 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배기 중의 배출관리기준의 비교값이 표 11.3-7에 제시되어 있다. 93 | 141

부지경계에서 기체방출물의 설계기준 방사능농도는 다음과 같이 계산된다.

(11.3-1)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

여기서,

C_D : 제한구역경계에서 기체방출물의 핵종별 설계기준 방사능농도, Bq/m^3

Q : 기체방사성물질의 예상방출률, Bq/sec

(X/Q) : 제한구역경계에서의 대기확산인자 ($1.761E-05 \text{ sec}/m^3$)

N_{WD} : 1차 냉각재의 설계기준비방사능

N_{WE} : 1차 냉각재의 예상비방사능

11.3.3.3 대기확산인자

정상운전 시 소외에서의 방사성핵종농도 계산에는 연평균 대기확산인자(X/Q)가 고려된다. 상세한 내용은 2.3.5절에 제시되어 있다.

11.3.3.4 예상 피폭선량

표 11.3-6에 기술된 방출 방사선원과 표 11.3-8의 가정사항을 사용하여 제한구역경계에서 피폭선량을 평가한 결과는 표 11.3-9 및 표 11.3-10에 제시되어 있으며, 이 값과 원자력 안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 선량기준치의 비교는 표 11.3-11에 제시되어 있다. | 93 | 141

가. 제한구역경계에서의 개인에 대한 내·외부 등가 및 유효선량

나. 제한구역경계에서의 감마·베타선에 의한 공기의 흡수선량

다. 일반주민에 대한 예상 집단유효선량 및 감상선, 피부 등가선량

주민에 대한 연간 집단선량(person-mSv)은 발전소 주변 160개 소구역에 대해 소구역별 개인의 연평균 피폭선량에 각 소구역별 인구를 곱한 값을 모두 합하여 평가한다. 부지주변의 현재 및 향후 인구분포는 2.1.3절에 기술되어 있으며, 이 집단선량은 발전소 운전기간 중 최대인구를 보일 것으로 예상되는 2022년의 인구분포를 이용하여 평가한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.3.4 안전성 평가

기체방사성폐기물계통은 비안전성관련계통으로서 별도의 안전성 평가를 필요로 하지 않는다.

11.3.5 시험 및 검사

가동전시험은 14장에 기술되어 있다. 기기 설치 후 계통 시운전에 앞서, 기체방사성폐기물계통에 대하여 압력 건전성, 설계유량조건, 계측기기 그리고 제어기능 등을 확인하기 위한 시험을 한다. 발전소 운전 중에는 기체방사성폐기물계통의 자동 기능 및 경보에 대한 시험을 주기적으로 수행하며 계측기기의 연결상태를 검사한다. 계기 및 계측기기는 적절한 주기로 교정된다.

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

기체방사성폐기물계통 운전 중 계통기기의 정상운전 상태를 감시할 수 있다. 계통성능을 판단하기 위한 가장 좋은 측정방법은 불활성기체를 적절히 지연처리하는지를 확인하는 것이다. 활성탄 지연대 성능저하의 원인이 되는 습분유입을 방지하기 위한 제습제열의 운전상태, 습분 유입 여부를 감시하는 습분감시기 및 온도감시기의 주기적인 검사를 통해 활성탄 지연대의 성능을 감시한다.

1

1

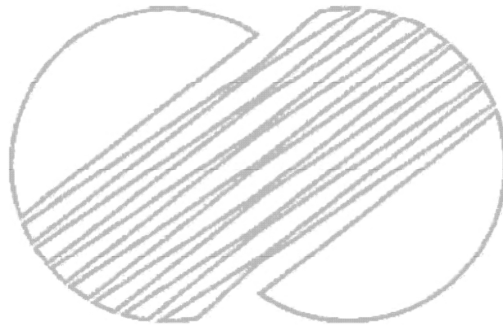
11.3.6 계측설비

계통 내 중요지점에서의 산소/수소농도, 기체유량, 습도 및 방사선 등을 감시할 수 있는 계측기기가 설치되며 이들 계측기기를 보완하기 위하여 계통 내 임의 지점에서 현장시료를 채취할 수 있도록 설계되어 있다.

신월성 1,2호기 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, Rev. 2, 1981.
3. "Gaseous Radioactive Waste Processing Systems for Light Water Reactor Plants," ANSI/ANS-55.4, 1993.



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-1

기체방사성폐기물계통 설계용량 결정 시 가정사항

항 목	예상방출량	설계기준치
화학 및 체적제어계통 탈기	탈기기의 연속적인 운전 · 유출유량 : 283.0 L/min (75 gpm) · 용존 기체의 비체적 : 30 cm ³ /kg · 기체 방출량 : 8.49 L/min (0.30 scfm)	탈기기의 연속적인 운전 · 유출유량 : 283.0 L/min (75 gpm) · 용존 기체의 비체적 : 30 cm ³ /kg · 기체 방출량 : 8.49 L/min (0.30 scfm)
원자로냉각재계통 탈기	연간 1회 탈기 · 방출량 : 7.78 m ³ (275 std ft ³)	연간 1회 탈기(30일 주기 내 탈기가정) · 방출량 : 7.78m ³ (275 std ft ³)
체적제어탱크	연간 1회 배기 · 방출량 : 11.5 m ³ (408 std ft ³)	연간 2회 배기(30일 주기 내 배기가정) · 방출량 : 23 m ³ (816 std ft ³)
원자로배수탱크	연속적인 배기 · 방출량 : 0.57 L/min (0.02 scfm)	연속적인 배기 · 방출량 : 0.57 L/min (0.02 scfm)
기기배수탱크	연속적인 배기 · 방출량 : 0.14 L/min (0.005 scfm)	연속적인 배기 · 방출량 : 0.14 L/min (0.005 scfm)

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-2

기체방사성 폐기물계통으로 유입되는 기체의
주요 발생원별 연간 발생량 및 유량

발 생 원	발생기체	연간 발생량 m^3 (std ft^3)	최대 유량 ¹⁾ L/min (scfm)	연간 유량 L/min (scfm)
체적제어탱크	H ₂	70.75 (2,500)		0.17 (0.006)
	N ₂	17.26 (610)	622 (22)	0.06 (0.002)
	O ₂	1.83 (65)		4.53E-03 (1.6E-04)
화학 및 체적제어계통				
탈기기 ²⁾	H ₂	4,018.6 (142,000)		9.57 (0.338)
	N ₂	83.49 (2,950)	566 (20)	0.2 (0.007)
	O ₂	1.13 (40)		2.69E-03 (9.5E-05)
원자로배수탱크	H ₂	0		0 (0)
	N ₂	219.58 (7,759)	622 (22)	0.57 (0.02)
	O ₂	0		0 (0)
기기배수탱크	H ₂	0		0 (0)
	N ₂	54.93 (1,940)	566 (20)	0.14 (0.005)
	O ₂	0		0 (0)

1) 최대 유량은 지속적인 운전 수치는 아님

2) 탈기기로부터의 수치는 지속적인 탈기를 가정한 값으로부터 산출된 것임

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-3

기체방사성폐기물계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능¹⁾
(Bq/cc)

핵 종	원자로배수탱크 ²⁾	체적제어탱크	탈기기 ²⁾	기기배수탱크 ³⁾
H-3	1.0E+01	1.0E+01	1.7E+01	1.0E+00
Kr-85m	2.3E+04	6.1E+02	8.8E+02	2.3E+03
Kr-85	4.8E+02	1.3E+01	1.8E+01	4.8E+01
Kr-87	2.4E+04	5.6E+02	9.0E+02	2.4E+03
Kr-88	5.8E+04	1.5E+03	2.2E+03	5.8E+03
Xe-131m	4.9E+03	7.5E+01	1.9E+02	4.9E+02
Xe-133m	1.3E+03	2.0E+01	5.0E+01	1.3E+02
Xe-133	6.5E+05	1.0E+04	2.5E+04	6.5E+04
Xe-135m	1.9E+04	1.7E+02	7.2E+02	1.9E+03
Xe-135	9.5E+04	1.4E+03	3.6E+03	9.5E+03
Xe-137	4.5E+03	1.9E+01	1.7E+02	4.5E+02
Xe-138	1.6E+04	1.3E+02	6.2E+02	1.6E+03
Br-84	7.1E-01	7.2E-03	2.4E-01	7.1E-03
I-131	7.3E+01	8.7E-01	2.5E+01	7.4E-01
I-132	2.2E+01	2.6E-01	7.7E+00	2.2E-01
I-133	1.1E+02	1.3E+00	3.8E+01	1.1E+00
I-134	1.5E+01	1.6E-01	5.1E+00	1.5E-01
I-135	6.7E+01	7.8E-01	2.3E+01	6.7E-01

1) 1.0 % 핵연료손상률과 탈기기 연속운전 적용

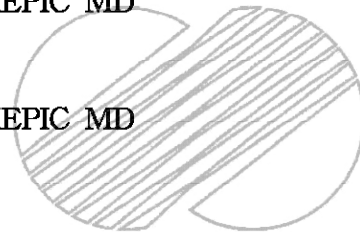
2) 원자로배수탱크 및 탈기기의 비방사능은 기체방사성폐기물계통으로 0.574 L/m (0.02 scfm) 및 8.494 L/m (0.30 scfm)의 연속배기를 가정하여 계산

3) 기기배수탱크의 비방사능은 기체방사성폐기물계통으로 0.14 L/m (0.005 scfm)의 연속배기를 가정하여 계산

표 11.3-4

기체방사성 폐기물계통 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>
탱크	KEPIC MGB	KEPIC MD	KEPIC MQ	KEPIC MGB
배관 및 밸브	KEPIC MGE	KEPIC MD	KEPIC MQ	KEPIC MGE
여과기	KEPIC MGB	KEPIC MD	KEPIC MQ	KEPIC MGB



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-5

기체방사성폐기물계통 기기 제원

기기	수 량	유량/용량	재질	설계압력/온도	적용코드
모관배수탱크	1	0.566 m ³ (20 ft ³)	스테인리스강 (SA240-TP304)	10.5 kg/cm ² /93 °C (150 psig/200 °F)	KEPIC MGB
폐기체진조기	2	58.74 kcal/hr (13,985 Btu/hr)	스테인리스강 (A312-TP304, A240-TP304)/ 탄소강(A106-B)	10.5 kg/cm ² /93 °C (150 psig/200 °F)	KEPIC MGB 및 MGC
활성탄보호대 ²⁾	2	136.08 kg (300 lb) ¹⁾	스테인리스강 (A312-TP304, A240-TP304)	10.5 kg/cm ² /93 °C (150 psig/200 °F)	KEPIC MGB
활성탄지연대 ³⁾	4	4762.72 kg (10,500 lb) ¹⁾	탄소강 (A516-70)	10.5 kg/cm ² /93 °C (150 psig/200 °F)	KEPIC MGB
고효율입자여과기	1	1,133 L/min (40 cfm)	스테인리스강 (A312-TP304, A403-WP304)	10.5 kg/cm ² /93 °C (150 psig/200 °F)	KEPIC MGB
냉각기	1	100.80 kcal/hr (24,000 Btu/hr)	탄소강 (A106-B)	10.5 kg/cm ² /5.8 °C (배출), 11.4 °C(유입) (150 psig/425 °F(배출), 52.5 °F(유입))	KEPIC MGB

1) 활성탄 질량 (대당)

2) 활성탄 요오드흡착효율 : 99 % 이상

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

표 11.3-6 (2 중 1)

신월성 1,2호기 연간 예상 기체방사성폐기물 방출량
(1개호기 기준, TBq/yr)

핵종	탈 기		핵연료건물	건물배기			증기발생기 취출계통배기	복수기 진공펌프	계
	핵연료재장전	정상운전		원자로건물	보조건물	터빈건물			
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	-	1.89E+00	1.11E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.40E-02	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	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	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	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	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	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	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	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	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
Xe-138	0.00E+00	0.00E+00	-	7.40E-02	7.40E-02	0.00E+00	0.00E+00	3.70E-02	1.85E-01
<u>전체불활성기체</u>									3.70E+02
I-131	-	-	1.81E-04	4.44E-04	1.96E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.59E-03
I-132	-	-	9.25E-04	2.29E-03	9.99E-03	4.44E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-02
I-133	-	-	5.92E-04	1.44E-03	6.29E-03	3.70E-06	0.00E+00	0.00E+00	8.51E-03
I-134	-	-	1.52E-03	3.70E-03	1.67E-02	4.81E-06	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-02
I-135	-	-	1.11E-03	2.74E-03	1.22E-02	6.66E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.59E-02
<u>전체 요오드</u>									6.29E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

- 1) 삼중수소 방출량 = 33.67 TBq/yr
C-14 방출량 = 0.27 TBq/yr
Ar-41 방출량(원자로건물 배기) = 1.26 TBq/yr

표 11.3-6 (2 중 2)

핵종	기체방사성 폐기물계통	원자로건물	건물배기 보조건물	핵연료건물	계
Cr-51	5.18E-09	6.29E-06	1.18E-07	6.66E-08	6.66E-06
Mn-54	7.77E-10	3.63E-06	2.89E-08	1.11E-07	3.70E-06
Co-57	0.00E+00	5.55E-07	0.00E+00	0.00E+00	5.55E-07
Co-58	3.22E-09	1.70E-05	7.03E-07	7.77E-06	2.55E-05
Co-60	5.18E-09	1.78E-06	1.89E-07	3.03E-06	5.18E-06
Fe-59	6.66E-10	1.85E-06	1.85E-08	0.00E+00	1.89E-06
Sr-89	1.63E-08	8.88E-06	2.78E-07	7.77E-07	9.99E-06
Sr-90	6.29E-09	3.59E-06	1.07E-07	2.96E-07	4.07E-06
Zr-95	1.78E-09	0.00E+00	3.70E-07	1.33E-09	3.70E-07
Nb-95	1.37E-09	1.22E-06	1.11E-08	8.88E-07	2.11E-06
Ru-103	1.18E-09	1.11E-06	8.51E-09	1.41E-08	1.15E-06
Ru-106	9.99E-10	0.00E+00	2.22E-09	2.55E-08	2.89E-08
Sb-125	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-09	2.11E-08	2.26E-08
Cs-134	1.22E-08	1.70E-06	2.00E-07	6.29E-07	2.55E-06
Cs-136	1.96E-09	2.18E-06	1.78E-08	0.00E+00	2.22E-06
Cs-137	2.85E-08	3.70E-06	2.66E-07	9.99E-07	4.81E-06
Ba-140	8.51E-09	0.00E+00	1.48E-07	0.00E+00	1.55E-07
Ce-141	8.14E-10	8.88E-07	9.62E-09	1.63E-10	8.88E-07
<u>전체입자</u>					7.19E-05

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-7 (2 중 1)

제한구역경계에서 기체방출물의 설계기준농도와 원자력안전위원회고시 제 2016-16호
(방사선방호 등에 관한 기준)의 배기 중의 배출관리기준 방사능농도와의 비교
(1개호기 기준)

| 93 | 141

핵종	설계기준 방출률 (TBq/yr)	방출물농도 (Bq/m ³)	원안위고시 유출물농도 제한치(Bq/m ³)	원안위고시 유출물농도 제한치 비율
I-131	1.42E-01	7.91E-02	3.00E+00	2.64E-02
I-132	4.29E-02	2.40E-02	2.00E+02	1.20E-04
I-133	2.19E-01	1.22E-01	2.00E+01	6.11E-03
I-134	2.86E-02	1.60E-02	5.00E+02	3.19E-05
I-135	1.27E-01	7.09E-02	8.00E+01	8.86E-04
Kr-85m	9.77E+00	5.45E+00	5.00E+03	1.09E-03
Kr-85	1.75E+00	9.79E-01	1.00E+05	9.79E-06
Kr-87	3.80E+00	2.12E+00	8.00E+02	2.65E-03
Kr-88	1.71E+01	9.53E+00	3.00E+02	3.18E-02
Xe-131m	1.00E+01	5.61E+00	9.00E+04	6.23E-05
Xe-133m	2.11E+00	1.18E+00	2.00E+04	5.89E-05
Xe-133	1.23E+03	6.87E+02	2.00E+04	3.43E-02
Xe-135m	1.23E+00	6.88E-01	2.00E+03	3.44E-04
Xe-135	6.79E+01	3.79E+01	3.00E+03	1.26E-02
Xe-138	8.16E-01	4.56E-01	6.00E+02	7.60E-04
Cr-51	4.21E-05	2.35E-05	2.00E+03	1.18E-08
Mn-54	3.64E-06	2.03E-06	5.00E+01	4.07E-08
Co-57	5.55E-07	3.10E-07	7.00E+01	4.43E-09
Co-58	3.49E-05	1.95E-05	3.00E+01	6.49E-07
Co-60	5.11E-06	2.85E-06	2.00E+00	1.43E-06
Fe-59	1.86E-06	1.04E-06	2.00E+01	5.20E-08
Sr-89	2.33E-04	1.30E-04	9.00E+00	1.45E-05
Sr-90	5.52E-05	3.08E-05	5.00E-01	6.17E-05

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-7 (2 중 2)

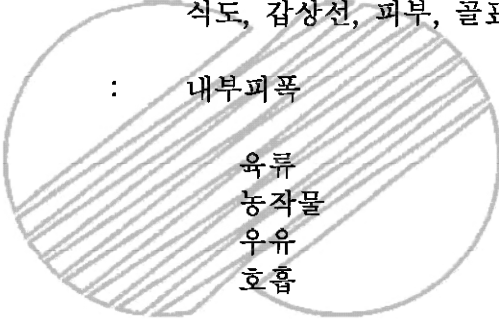
핵종	설계기준 방출률 (TBq/yr)	방출물농도 (Bq/m ³)	원안위고시 유출물농도 제한치(Bq/m ³)	원안위고시 유출물농도 제한치 비율
Zr-95	6.24E-07	3.48E-07	1.00E+01	3.48E-08
Nb-95	3.81E-06	2.13E-06	4.00E+01	5.32E-08
Ru-103	2.66E-08	1.48E-08	2.00E+01	7.41E-10
Ru-106	2.22E-11	1.24E-11	1.00E+00	1.24E-11
Sb-125	2.26E-08	1.26E-08	2.00E+01	6.30E-10
Cs-134	9.26E-05	5.17E-05	1.00E+01	5.17E-06
Cs-136	1.10E-04	6.14E-05	5.00E+01	1.23E-06
Cs-137	1.67E-04	9.33E-05	1.00E+01	9.33E-06
Ba-140	4.75E-08	2.65E-08	7.00E+01	3.79E-10
Ce-141	4.25E-08	2.37E-08	2.00E+01	1.19E-09
H-3	1.18E+02	6.61E+01	2.00E+03	3.30E-02
C-14	2.70E-01	1.51E-01	1.00E+02	1.51E-03
Ar-41	1.26E+00	7.02E-01	5.00E+02	1.40E-03
계				1.53E-01

| 1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-8 (2 중 1)

정상운전 시 기체방출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항

1. 피폭대상 : 성인, 15세, 10세, 5세, 1세, 3개월
2. 피폭원 : 방사능운
지표면침적
호흡
농작물
우유
육류
3. 평가대상 장기 및 조직 : 생식선, 적색골수, 결장, 폐, 위, 방광, 유방, 간장, 식도, 갑상선, 피부, 골표면, 기타조직, 유효선량
4. 피폭경로 : 내부피폭

외부피폭
방사능운
지표면침적
5. 기체폐기물의 방사능 방출량 : 표 11.3-6 참조
6. 대기확산인자 : 2.3절 참조
7. 인구분포 : 2.1절 참조

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-8 (2 중 2)

8. 농작물생산율, kg/m² : - 과일 1.13
- 채소 4.53
- 곡류 0.36
- 목초 4.00

9. 80 km 내의 우유생산량, L/yr : 1.500x10⁸

10. 80 km 내의 육류생산량, kg/yr : 1.571x10⁸

11. 섭취량 :

	3개월 (0~1미만)	1 세 (1~2미만)	5 세 (2~7미만)	10 세 (7~12미만)	15 세 (12~17미만)	성 인 (17이상)
인구분율	8.61E-03	8.61E-03	4.88E-02	6.30E-02	7.07E-02	8.00E-01
호흡률, m ³ /yr						
평균	1.400E+03	2.364E+03	5.254E+03	7.300E+03	7.900E+03	7.400+03
최대	1.400E+03	2.364E+03	5.254E+03	7.300E+03	7.900E+03	7.400+03
농작물, kg/yr						
평균	-	1.07E+02	1.59E+02	2.18E+02	2.44E+02	3.03E+02
최대	7.83E+01	2.04E+02	3.30E+02	4.29E+02	4.82E+02	5.56E+02
우유, L/yr						
평균	-	1.47E+02	6.69E+01	6.31E+01	4.98E+01	1.45E+01
최대	2.42E+02	2.92E+02	1.83E+02	1.46E+02	1.56E+02	7.32E+01
육류 및 가금류, kg/yr						
평균	-	1.29E+01	2.39E+01	3.51E+01	4.25E+01	3.61E+01
최대	1.10E+01	2.35E+01	4.48E+01	5.77E+01	8.46E+01	7.31E+01

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-9 (3 중 1)

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

장기	연령군	방사능원	지표면침적	호흡	섭취	계
생식선	3개월	1.14E-02	2.39E-04	1.58E-03	2.84E-02	4.17E-02
	1세	1.14E-02	2.39E-04	2.00E-03	6.09E-02	7.46E-02
	5세	1.14E-02	2.39E-04	2.87E-03	5.78E-02	7.23E-02
	10세	1.14E-02	2.39E-04	2.96E-03	5.46E-02	6.92E-02
	15세	1.14E-02	2.39E-04	2.51E-03	4.73E-02	6.15E-02
	성인	1.14E-02	2.39E-04	2.35E-03	4.74E-02	6.14E-02
적색골수	3개월	9.90E-03	1.80E-04	1.58E-03	2.94E-02	4.10E-02
	1세	9.90E-03	1.80E-04	2.00E-03	6.14E-02	7.35E-02
	5세	9.90E-03	1.80E-04	2.87E-03	5.83E-02	7.12E-02
	10세	9.90E-03	1.80E-04	2.96E-03	5.55E-02	6.86E-02
	15세	9.90E-03	1.80E-04	2.51E-03	4.87E-02	6.13E-02
	성인	9.90E-03	1.80E-04	2.35E-03	4.79E-02	6.03E-02
결장	3개월	1.02E-02	1.85E-04	1.59E-03	2.84E-02	4.04E-02
	1세	1.02E-02	1.85E-04	2.01E-03	6.09E-02	7.33E-02
	5세	1.02E-02	1.85E-04	2.88E-03	5.78E-02	7.10E-02
	10세	1.02E-02	1.85E-04	2.96E-03	5.46E-02	6.80E-02
	15세	1.02E-02	1.85E-04	2.51E-03	4.73E-02	6.02E-02
	성인	1.02E-02	1.85E-04	2.35E-03	4.74E-02	6.01E-02
폐	3개월	1.07E-02	1.81E-04	1.63E-03	2.84E-02	4.09E-02
	1세	1.07E-02	1.81E-04	2.07E-03	6.09E-02	7.38E-02
	5세	1.07E-02	1.81E-04	2.97E-03	5.78E-02	7.16E-02
	10세	1.07E-02	1.81E-04	3.07E-03	5.46E-02	6.85E-02
	15세	1.07E-02	1.81E-04	2.59E-03	4.73E-02	6.07E-02
	성인	1.07E-02	1.81E-04	2.42E-03	4.74E-02	6.06E-02
위	3개월	1.02E-02	1.85E-04	1.62E-03	4.39E-02	5.59E-02
	1세	1.02E-02	1.85E-04	2.04E-03	7.59E-02	8.83E-02
	5세	1.02E-02	1.85E-04	2.91E-03	7.07E-02	8.40E-02
	10세	1.02E-02	1.85E-04	2.99E-03	6.21E-02	7.55E-02
	15세	1.02E-02	1.85E-04	2.53E-03	5.30E-02	6.59E-02
	성인	1.02E-02	1.85E-04	2.36E-03	5.22E-02	6.49E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-9 (3 중 2)

장기	연령군	방사능운	지표면침적	호흡	섭취	계
방광	3개월	1.02E-02	1.85E-04	1.61E-03	2.84E-02	4.04E-02
	1세	1.02E-02	1.85E-04	2.04E-03	6.09E-02	7.33E-02
	5세	1.02E-02	1.85E-04	2.96E-03	5.78E-02	7.11E-02
	10세	1.02E-02	1.85E-04	3.06E-03	5.46E-02	6.81E-02
	15세	1.02E-02	1.85E-04	2.60E-03	4.73E-02	6.03E-02
	성인	1.02E-02	1.85E-04	2.41E-03	4.74E-02	6.02E-02
유방	3개월	1.33E-02	2.42E-04	1.58E-03	2.84E-02	4.35E-02
	1세	1.33E-02	2.42E-04	2.00E-03	6.09E-02	7.64E-02
	5세	1.33E-02	2.42E-04	2.87E-03	5.77E-02	7.41E-02
	10세	1.33E-02	2.42E-04	2.96E-03	5.46E-02	7.11E-02
	15세	1.33E-02	2.42E-04	2.50E-03	4.73E-02	6.33E-02
	성인	1.33E-02	2.42E-04	2.34E-03	4.73E-02	6.32E-02
간장	3개월	1.02E-02	1.85E-04	1.58E-03	2.84E-02	4.04E-02
	1세	1.02E-02	1.85E-04	2.00E-03	6.09E-02	7.33E-02
	5세	1.02E-02	1.85E-04	2.87E-03	5.78E-02	7.10E-02
	10세	1.02E-02	1.85E-04	2.96E-03	5.46E-02	6.80E-02
	15세	1.02E-02	1.85E-04	2.50E-03	4.73E-02	6.02E-02
	성인	1.02E-02	1.85E-04	2.35E-03	4.74E-02	6.01E-02
식도	3개월	1.02E-02	1.85E-04	1.59E-03	2.84E-02	4.04E-02
	1세	1.02E-02	1.85E-04	2.01E-03	6.09E-02	7.33E-02
	5세	1.02E-02	1.85E-04	2.88E-03	5.78E-02	7.10E-02
	10세	1.02E-02	1.85E-04	2.97E-03	5.46E-02	6.80E-02
	15세	1.02E-02	1.85E-04	2.51E-03	4.73E-02	6.02E-02
	성인	1.02E-02	1.85E-04	2.35E-03	4.74E-02	6.01E-02
갑상선	3개월	1.14E-02	1.96E-04	1.18E-02	5.41E-02	7.75E-02
	1세	1.14E-02	1.96E-04	1.82E-02	1.03E-01	1.32E-01
	5세	1.14E-02	1.96E-04	2.21E-02	9.83E-02	1.32E-01
	10세	1.14E-02	1.96E-04	1.57E-02	7.80E-02	1.05E-01
	15세	1.14E-02	1.96E-04	1.12E-02	6.59E-02	8.86E-02
	성인	1.14E-02	1.96E-04	7.53E-03	5.91E-02	7.82E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-9 (3 중 3)

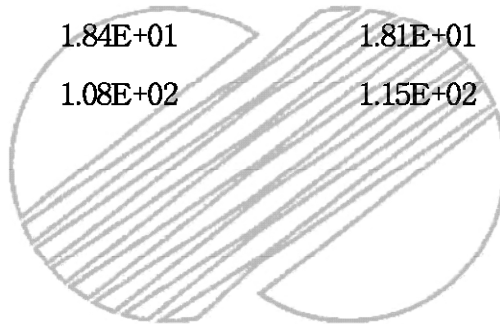
장기	연령군	방사능운	지표면침적	호흡	섭취	계
피부	3개월	5.02E-02	6.51E-04	1.58E-03	2.84E-02	8.09E-02
	1세	5.02E-02	6.51E-04	2.00E-03	6.09E-02	1.14E-01
	5세	5.02E-02	6.51E-04	2.87E-03	5.77E-02	1.11E-01
	10세	5.02E-02	6.51E-04	2.96E-03	5.46E-02	1.08E-01
	15세	5.02E-02	6.51E-04	2.50E-03	4.73E-02	1.01E-01
	성인	5.02E-02	6.51E-04	2.34E-03	4.73E-02	1.01E-01
골표면	3개월	2.48E-02	3.73E-04	1.58E-03	2.99E-02	5.67E-02
	1세	2.48E-02	3.73E-04	2.01E-03	6.18E-02	8.90E-02
	5세	2.48E-02	3.73E-04	2.88E-03	5.91E-02	8.71E-02
	10세	2.48E-02	3.73E-04	2.97E-03	5.73E-02	8.55E-02
	15세	2.48E-02	3.73E-04	2.51E-03	5.26E-02	8.04E-02
	성인	2.48E-02	3.73E-04	2.35E-03	4.86E-02	7.61E-02
기타 장기	3개월	1.02E-02	1.85E-04	1.60E-03	2.84E-02	4.04E-02
	1세	1.02E-02	1.85E-04	2.04E-03	6.09E-02	7.33E-02
	5세	1.02E-02	1.85E-04	2.91E-03	5.78E-02	7.11E-02
	10세	1.02E-02	1.85E-04	2.99E-03	5.46E-02	6.80E-02
	15세	1.02E-02	1.85E-04	2.52E-03	4.73E-02	6.02E-02
	성인	1.02E-02	1.85E-04	2.38E-03	4.74E-02	6.01E-02
유효선량	3개월	1.15E-02	2.12E-04	2.11E-03	3.17E-02	4.55E-02
	1세	1.15E-02	2.12E-04	2.83E-03	6.36E-02	7.81E-02
	5세	1.15E-02	2.12E-04	3.85E-03	6.16E-02	7.71E-02
	10세	1.15E-02	2.12E-04	3.62E-03	5.73E-02	7.26E-02
	15세	1.15E-02	2.12E-04	2.96E-03	4.93E-02	6.40E-02
	성인	1.15E-02	2.12E-04	2.62E-03	4.88E-02	6.31E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-10

정상운전 시 기체방출물에 의한 주민 집단선량
(1개호기 기준, person-mSv/yr)

<u>피폭경로</u>	<u>유효 선량</u>	<u>갑상선 등가선량</u>	<u>피부 등가선량</u>
방사능운	1.00E+01	9.77E+00	9.60E+01
지표면침적	4.55E-01	4.14E-01	1.28E+00
호흡	6.84E+00	1.66E+01	6.31E+00
농작물섭취	7.07E+01	6.94E+01	6.94E+01
우유섭취	1.24E+00	1.22E+00	1.22E+00
육류섭취	1.84E+01	1.81E+01	1.80E+01
계	1.08E+02	1.15E+02	1.92E+02



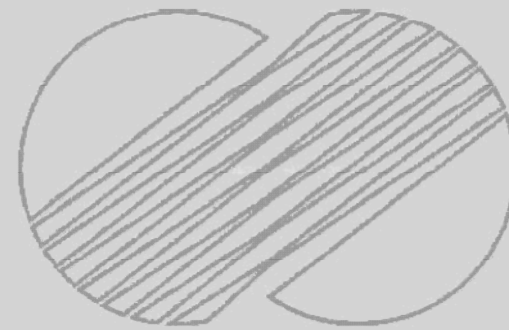
신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.3-11

정상운전 시 기체방출물에 의한 최대 개인선량

항 목	제한구역경계에서의 개인에 대한 최대선량		원자력안전위원회고시 제2016-16호 (방사선방호 등에 관한 기준) 기준치 (1개호기)	기준치와의 비율 (%)
공기흡수선량 (mGy/yr)				
감마	2.36E-02		1.00E-01	23.6
베타	7.96E-02		2.00E-01	39.8
외부피폭선량 (mSv/yr)				
유효	1.17E-02		5.00E-02	23.4
피부	5.08E-02		1.50E-01	33.9
입자상 방사성물질, H ³ , C ¹⁴ , 방사성요오드에 의한 인체장기등가선량(mSv/yr)				
최대장기	1.21E-01		1.50E-01	80.7
	(1세 갑상선)			

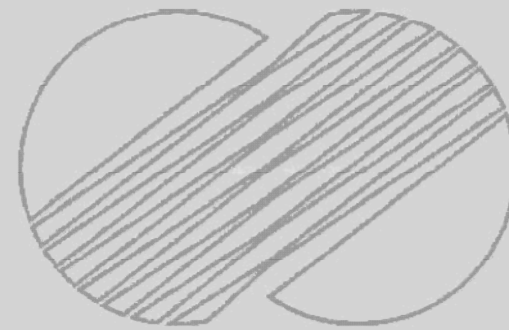
| 93 | 141



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

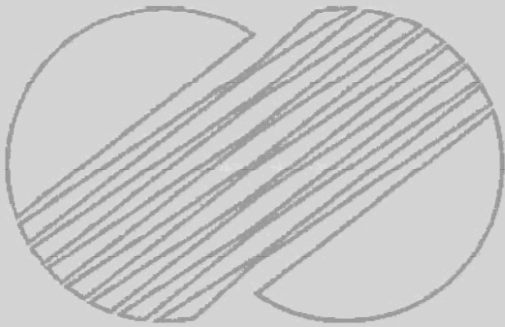
그림 11.3-1 (6 중 1)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

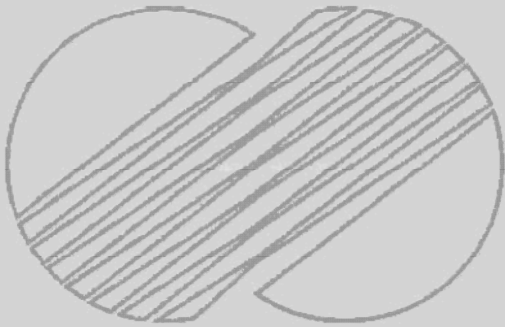
그림 11.3-1 (6 중 2)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

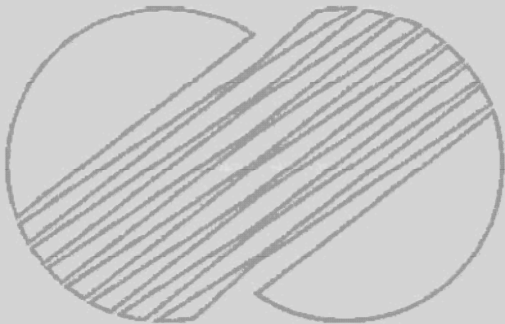
그림 11.3-1 (6 중 3)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

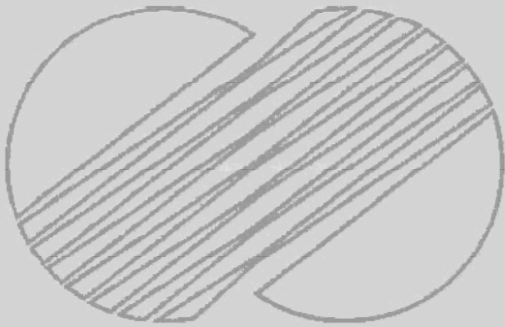
그림 11.3-1 (6 중 4)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

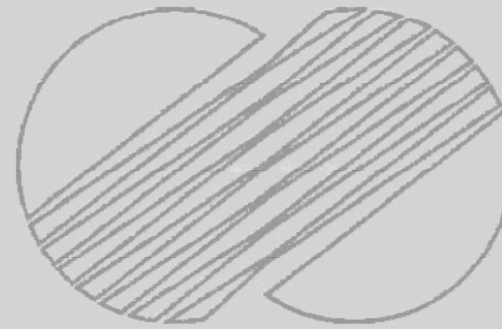
그림 11.3-1 (6 중 5)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

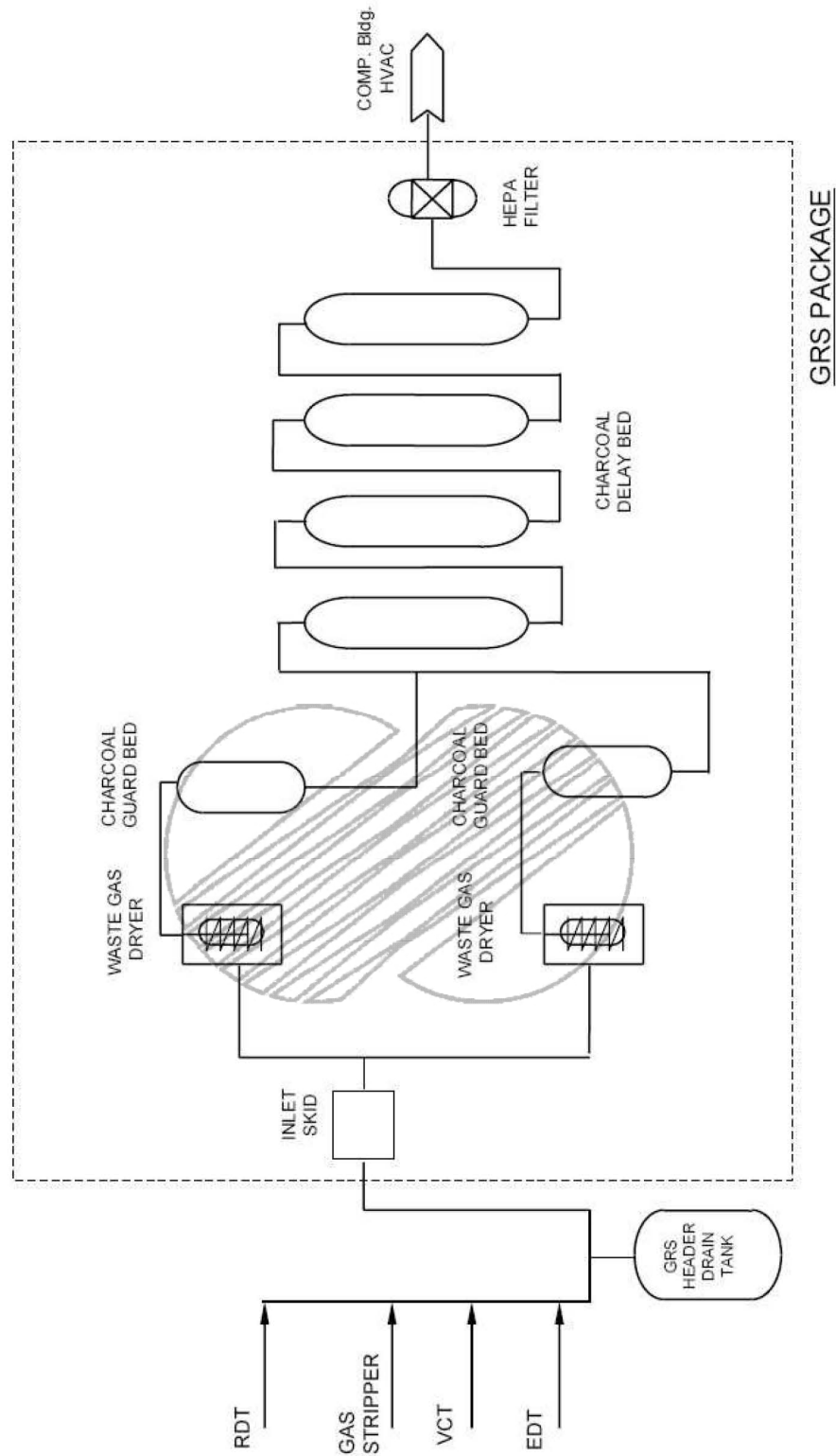
그림 11.3-1 (6 중 6)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물 방출구

그림 11.3-2



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

기체방사성폐기물계통 흐름도

그림 11.3-3

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.4 고체방사성폐기물관리계통

고체방사성폐기물계통은 신월성 1,2호기 공용으로 설치되며, 발전소 운영 중 발생하는 고체방사성폐기물을 저장, 처리 및 포장하는 기능을 갖는다. 포장된 폐기물은 발전소 부지 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고 또는 영구처분장으로 이송하기 전에 복합건물 내에 일정기간 저장된다. 본 계통은 안전정지지진에 견딜 수 있도록 설계되는 복합건물 내에 위치한다.

또한 복합건물에 일정기간 저장한 폐기물드럼 등 발전소에서 발생된 포장 폐기물을 취급하고 이들 폐기물을 영구처분장으로 이송하기 전까지 저장하기 위해 공용설비인 중저준위폐기물저장 부계통이 설치되어 있다. 본 계통은 발전소 부지 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고에 위치한다.

11.4.1 설계기준

고체방사성폐기물계통 설계 시 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 단기간 저장한 후 탈수 후 폴리머고화 하거나 PE 용기에 포장할 수 있도록 설계한다. 또한 액체방사성폐기물계통의 역삼투압설비에서 발생하는 농축폐액을 건조 후 폴리머고화 하거나 PE 용기에 포장한 뒤 복합건물 내 폐기물저장구역으로 이동하여 저장할 수 있는 기능을 갖도록 한다.

나. 화학 및 체적제어계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통, 증기발생기취출계통 등에서 발생된 폐여과기 카트리지와 액체방사성폐기물계통에서 발생된 폐역삼투막을 저장 및 처분에 적합한 형태로 포장 및 취급할 수 있도록 설계한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

- 다. 오염된 종이, 천조각, 의류, 장갑, 신발덮개 등과 같은 저준위 방사성잡고체를 압축 및 포장하며, 오염된 금속물질과 소형공구 및 기기부품 같은 비압축성 고체폐기물 등을 포장하는 기능을 갖도록 설계한다.
- 라. 증기발생기취출계통 탈염기 수지가 오염되는 경우, 이를 저장, 탈수 및 고화처리 하거나 건조처리 할 수 있는 설비를 갖춘다. | 1
- 마. 저장 및 수송에 적합하도록 건조 폐기물의 부피를 줄일 수 있는 설비를 갖춘다.
- 바. 교체방사성폐기물계통은 규제지침서 8.8 및 8.10에 명시된 ALARA 지침을 만족할 수 있도록 설계한다.
- 사. 교체방사성폐기물계통은 처리된 폐기물의 형태가 국내 방사성폐기물 인도 규정에 적합하도록 설계한다. 단, 폐여과기 카트리지는 임시 저장 후 처분장으로 이송 전 국내방사성폐기물 인도규정에 적합하도록 처리한다.
- 아. 교체방사성폐기물계통의 기기 및 배관 등은 내진범주 III급, 전기등급 비1E급, 품질그룹 D로 설계되며 표 11.4-3에 제시되어 있는 바와 같이 규제지침서 1.143에 따라 설계, 제작 및 시험한다.

11.4.2 계통 설명

11.4.2.1 개요

교체방사성폐기물계통은 예상운전과도사건을 포함한 발전소 정상운전 시 발생하는 교체 방사성폐기물을 저장에 적합하도록 수집, 처리, 포장하고 포장된 폐기물을 발전소 부지

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

내 중저준위방사성 폐기물 임시저장고 또는 영구처분장으로 이송하기에 앞서 일정기간 저장하는 기능을 갖는 계통으로서, 액체방사성폐기물계통 처리설비 등에서 발생하는 폐수지, 농축폐액, 폐여과기 등과 기타 잡고체 등을 처리한다.

처리 및 포장된 폐기물은 복합건물 내 폐기물드럼 저장구역에 저장된 후 발전소 부지 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고로 이송하여 취급 및 저장된다.

고체방사성폐기물계통에서 처리, 포장된 폐기물드럼의 저장용량은 연평균 예상 최대 선적 부피를 기준으로 결정하였다. 계통 내로 유입되는 폐기물별 유입량 및 발생량은 표 11.4-1에 제시되어 있다. 고체방사성폐기물계통으로 유입되는 예상 방사능량은 표 11.4-2에 제시되어 있다. 발전소 운영 중 발생하는 세탁물들은 복합건물에 위치한 세탁기로 세척한다. 방사성세탁계통은 양 호기 공용설비로서 복합건물에 위치하며 여기서 발생한 고체폐기물은 고체방사성폐기물계통으로 운반되어 방사능을 측정한 뒤, 폐기물 특성에 따라 적절히 분류, 포장 및 처리된다.

고체방사성폐기물계통은 다음과 같은 부계통으로 구성되어 있다.

가. 잡고체처리 부계통

본 계통은 운전이나 정비 중에 발생하는 잡고체에서 방사성잡고체와 청정 쓰레기를 분리한다. 분리된 방사성잡고체는 잡고체 압축기에 의해 감용처리되며, 청정 쓰레기는 별도의 지침에 따라 처리한다. 본 계통은 잡고체 압축기 및 분류처리설비 등으로 구성되어 있다.

나. 여과기 및 역삼투막취급 부계통

본 계통은 여과기 카트리지와 역삼투막을 그 본체로부터 분리하여 복합건물

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

의 고체폐기물 포장지역으로 운반한다. 본 계통은 여과기 카트리지를 여과기 본체에서 분리하여 포장지역으로 운반하기 위하여 여과기 취급캐스크, 작업용 차폐 플러그, 여과기 취급장비 등으로 구성되어 있다.

다. 수지이송 부계통

본 계통은 각 공정계통의 이온교환기 및 탈염기에서 발생하는 폐수지를 제거하여 저장하며, 새 수지를 각 탈염기에 공급하는 기능을 한다. 화학 및 체적 제어계통에서 발생하는 고방사능폐수지는 폐수지장기저장탱크로 이송하여 장기저장하며, 액체방사성폐기물계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통과 증기발생기취출계통의 탈염기에서 발생하는 폐수지는 저방사능폐수지탱크로 이송한다.

라. 폐수지장기저장 부계통

본 계통은 수지이송 부계통에서 이송된 고준위 방사성폐수지를 장기간 저장하여 방사능을 충분히 저감시키기 위한 계통으로 폐수지장기저장탱크와 관련 배관 및 계측설비로 구성되어 있다.

마. 농축폐액건조처리 부계통

본 계통은 액체방사성폐기물계통 처리설비에서 발생하는 농축폐액을 고화처리 하거나 PE 용기에 포장하기 적합한 형태로 건조처리하기 위한 계통으로 농축폐액 건조기, 진공 스킴드 및 냉각기 등으로 구성되어 있다.

바. 농축폐액건조폐기물 및 폐수지 고화처리 부계통

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

본 계통은 농축폐액건조처리 부계통에서 이송된 농축폐액건조폐기물과 수지 이송 부계통 및 폐수지장기저장 부계통에서 이송된 폐수지를 폴리머고화한 후 포장하기 위한 계통으로 폴리머탱크, 충전헤드, 공기구동펌프 및 관련 배관 등으로 구성되어 있다.

사. 중저준위폐기물 저장 부계통

본 계통은 포장 폐기물드럼을 중저준위방사성폐기물 임시저장고 내에서 취급하고 영구처분장으로 이송하기 전까지 저장하기 위한 계통이다. 중저준위방사성폐기물 임시저장고는 1만 드럼 (55 gal 드럼 기준)을 저장할 수 있는 용량으로 설계되어 있다. 또한, 고체방사성폐기물계통에서 압축공기를 사용하는 기기에 관한 사항은 표 11.4-6에 제시되어 있다.

1

아. 폐수지건조처리 부계통

1

본 계통은 수지이송 부계통 또는 폐수지장기저장 부계통에서 이송된 폐수지를 폐수지건조설비로 탈수 및 건조처리하여 PE 용기에 포장하기 위한 계통으로 충전헤드, 탈수펌프, 송풍기, 관련 배관, 연결호스 및 제어기기 등으로 구성되어 있다.

1

상기의 부계통들과 폐기물드럼 임시저장구역의 배치는 그림 1.2-26부터 그림 1.2-32에 있는 복합건물 일반배치도에 제시되어 있다. 고체방사성폐기물계통의 배관 및 계장도는 그림 11.4-1에 제시되어 있다. 또한, 고체방사성폐기물계통에서 압축공기를 사용하는 기기에 관한 사항은 표 11.4-6에 제시되어 있다.

11.4.2.2 기기 설명

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

가. 포장드럼

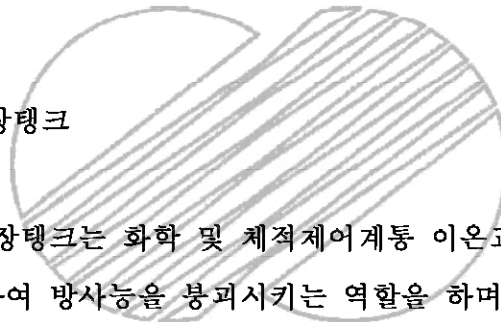
폐여과기 카트리리지, 폐역삼투막, 농축폐액 건조폐기물 및 기타 잡고체는 200

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

L (55 gal) 드럼에 넣어 포장 처리한다.

나. 저방사능폐수지탱크

본 탱크는 복합건물에 위치해 있으며 액체방사성폐기물계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통과 증기발생기취출계통의 탈염기에서 이송된 저방사능폐수지를 처리하기에 앞서, 방사능 붕괴를 위해 임시저장한다. 폐수지는 폐수지탱크 상단의 유입관을 통하여 유입되며, 저장된 폐수지는 탱크 하단에 위치해 있는 폐수지 방출관을 통하여 제거된다. 각 폐수지탱크는 1주기 운전 중 발생되는 폐수지를 저장할 수 있는 충분한 용량을 가지며, 폐수지 이송 시 폐수지탱크의 수지를 유동화하기 위해 압축공기와 탈염수가 폐수지탱크에 공급된다.



다. 폐수지장기저장탱크

폐수지장기저장탱크는 화학 및 체적제어계통 이온교환기에서 이송된 폐수지를 장기간 저장하여 방사능을 붕괴시키는 역할을 하며 모든 고준위 방사성폐수지를 약 10년간 저장할 수 있는 용량을 갖는다. 폐수지는 탱크 상단의 유입관을 통하여 유입되며, 탱크 바닥에는 침전된 폐수지가 응고되는 것을 방지하기 위한 압축공기와 탈염수가 공급될 수 있도록 설계되어 있다.

라. 잡고체 압축기

잡고체 압축기는 저준위, 압축성 방사성잡고체를 200 L (55 gal) 드럼에 압축 처리하여 포장한다. 압축과정에서 발생된 배기기체는 배기팬을 이용하여 자체 여과기를 거쳐 복합건물의 배기구로 방출한다. 압축된 폐기물드럼은 드럼이송용 손수레와 크레인을 이용하여 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반된다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

마. 브릿지크레인

본 크레인은 폐기물드럼을 폐기물처리지역에서 폐기물드럼 임시저장구역으로, 그리고 최종적으로 폐기물드럼 임시저장구역에서 트럭운반지역까지 옮길 때 사용되며, 방사성폐기물 제어실에서 원격운전된다. 본 크레인에는 원격조정이 용이하도록 CCTV 카메라가 장착되어 있다.

바. 작업용 차폐플러그

본 기기는 방사성 폐여과기 카트리지의 제거 및 교체 작업 시, 여과기 볼트의 콘크리트 플러그를 대신하는 역할을 한다. 납으로 되어 있는 이 플러그의 두께는 콘크리트 플러그의 차폐기준과 동일한 값을 갖도록 정한다. 차폐플러그에는 여과기 본체를 개방하는 데 필요한 원격조작 기구의 삽입장치와 여과기 카트리지를 제거하는 장치, 그리고 이러한 운전을 관측할 수 있는 CCTV 카메라 등을 장착할 수 있게 설계되어 있다.

사. 여과기 취급캐스크

본 캐스크는 폐여과기 카트리지를 여과기 포장지역으로 옮길 때 사용되며 차폐체로 제작되어 있다. 취급캐스크 모노레일 인양기를 이용하여 여과기 포장지역으로 운반된다.

아. 농축폐액건조설비

농축폐액건조설비는 하루 2,271 L (600 gal)의 농축폐액을 처리할 수 있는 용량을 가지며, 농축폐액을 건조처리하여 부피를 감용하는 기능을 갖고 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

농축폐액건조설비는 다음과 같은 주요 기기로 구성되어 있다.

1) 건조기

건조기는 발전소의 보조증기계통으로부터 고온의 증기를 공급받아 액체방사성폐기물계통에서 발생하는 농축폐액을 건조시키는 기기로 농축폐액을 최종 과립의 형태로 건조시킨다. 건조기 내부에 생성되는 습분은 건조기 상부의 여과기를 거쳐 진공 스킨드로 빠져나감으로써 건조기 내부는 진공을 형성하게 된다.

2) 진공스킨드

진공스킨드는 농축폐액의 끓는점을 낮추어 건조 진행을 촉진시키기 위해 건조기 내부에 진공을 형성하는 기능을 한다. 진공스킨드는 건조기에 진공을 형성시키기 위한 진공펌프와 건조기로부터 유입된 습분을 응축시키는 응축기, 응축수를 수집하기 위한 응축수탱크로 구성되어 있다. 수집된 응축수는 방사성배수계통으로 수집되어 처리하며, 건조기로부터 발생되어 유입된 방사성기체는 복합건물 공기조화계통을 통해 처리된다.

3) 냉각기

냉각기는 진공스킨드로 유입된 습분 응축에 사용하기 위한 냉수를 공급해주는 기능을 한다.

자. 잡고체분류처리설비

본 설비는 저준위 방사성잡고체와 청정 쓰레기를 분리하는 설비로 폐기물감시

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

설비 및 폐기물분쇄기 등으로 구성되어 있다. 분리된 방사성잡고체는 잡고체 압축기에 의해 감용처리된다.

차. 대용량 철제용기

대용량 철제용기는 폐수지를 담아 고화하기 위한 대용량 용기로서 용량은 약 1.4 m^3 (50 ft^3) 이다.

카. 농축폐액건조폐기물고화설비

농축폐액건조폐기물고화설비는 건조처리된 농축폐액건조폐기물을 폴리머를 이용하여 고화처리하는 기능을 갖고 있다.

농축폐액건조폐기물 폴리머고화설비는 폐기물 드럼을 이송하기 위한 폐기물드럼취급설비, 고화제(폴리머와 경화제)를 공급, 혼합하여 드럼에 주입하기 위한 필 헤드 스키드, 폐기물 내부에 진공을 형성하여 고화제가 농축폐액건조폐기물 사이 공극에 효과적으로 충전되도록 하기 위한 진공 스키드, 폐기물 드럼 뚜껑을 체결하기 위한 캡핑 장치로 구성되어 있다.

| 30

| 30

폐기물 드럼 취급설비는 드럼을 운전 구역 내에서 운반하는 컨베이어와 드럼 저장을 위해 하부 층으로 운반하기 위한 5톤 용량의 호이스트 크레인으로 구성되어 있다.

1

필 헤드 스키드는 폴리머와 경화제를 공급하는 펌프, 폴리머와 경화제를 혼합하여 드럼에 주입하는 혼합기, 고화 운전 완료 후 혼합기에 잔존해 있는 고화제를 제거하기 위한 세정장치로 구성되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

진공 스키드는 드럼 내부에 진공을 형성하기 위한 진공 펌프, 내부관을 통해 빠져 나오는 오염된 공기를 정화하기 위한 고효율입자여과기 및 활성탄 여과기로 구성되어 있다.

1

타. 폐수지고화설비

폐수지고화설비는 이동형으로 발전소 공용설비이며, 폐수지를 탈수 후 폴리머를 이용하여 고화처리하는 기능을 갖고 있다.

폐수지 폴리머고화설비는 대용량 철제용기를 운반하기 위한 컨베이어, 고화제를 필헤드까지 공급하고 용기 내부에 진공을 형성하는 고화제 공급 스키드, 폐수지를 용기에 채우고 고화제를 혼합하여 용기에 주입하기 위한 필 헤드, 용기 뚜껑을 체결하기 위한 캡핑 장치로 구성되어 있다.

고화제 공급 스키드는 폐수지와 함께 유입되는 탈염수를 제거하기 위한 탈수 펌프, 폴리머와 경화제를 공급하는 펌프, 용기 내부에 진공을 형성하기 위한 진공 펌프, 내부관을 통해 빠져 나오는 오염된 공기를 정화하기 위한 고효율 입자여과기 및 활성탄 여과기, 고화 운전 완료 후 혼합기에 잔존해 있는 고화제를 제거하기 위한 세정장치로 구성되어 있다.

1

필 헤드는 폐수지 이송 배관과 연결하여 폐수지를 용기에 채우고 고화제 공급 스키드로부터 공급받은 폴리머와 경화제를 혼합 용기에 주입하는 혼합기가 설치되어 있다.

폐수지 폴리머고화설비의 필 헤드 및 캡핑 장치는 컨베이어와 함께 조립되어 설치된다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

파. 폐기물드럼 취급크레인

중저준위방사성폐기물 임시저장고 내의 크레인운전실에서 원격으로 운전되는 폐기물드럼 취급크레인은 포장된 폐기물드럼을 폐기물 하역지역으로부터 중준위폐기물 저장구역(I 및 II구역)으로 운반하거나 폐기물저장구역으로부터 체염 지역 또는 폐기물 하역지역까지 운반하는 역할을 한다. 폐기물드럼 취급크레인에는 원격운전이 용이하도록 카메라가 설치되어 있다.

하. 폐수지건조설비

| 1

폐수지건조설비는 이동형 설비로 폐수지를 탈수 및 건조처리 후 PE 용기에 포장하는 기능을 갖고 있다.

| 1

거. PE 용기

| 1

PE 용기는 유리수가 1% 이하로 탈수 및 건조 처리된 폐수지를 저장에 적합한 형태로 포장하기 위해 사용된다.

| 1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.4.2.3 계통 운전

가. 잡고체처리 부계통

방사능을 함유할 수 있는 잡고체는 복합건물에 위치한 잡고체 분류처리 지역에 수집된다. 잡고체는 분류처리설비에서 방사선준위에 따라 방사성잡고체와 청정 쓰레기로 분류된다. 방사성폐기물로 분류된 압축성 잡고체는 잡고체 압축기로 포장드럼 내에 압축처리하여 밀봉한 후 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반하여 반출 시까지 저장한다. 압축과정에서 발생하는 배기기체는 배기송풍기에 의해 여과기를 거쳐 건물 배기구로 방출된다.

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

나. 여과기 및 역삼투막 취급 부계통

본 계통은 폐여과기 카트리지와 폐역삼투막을 그 본체로부터 분리하여 복합건물의 포장지역으로 운반한다. 여과기 취급장비는 수작업으로 폐여과기 카트리지를 인출하는 데 사용되며, 이 때 작업자 방사선 피폭을 막기위하여 차폐플러그를 이용한다. 여과기 카트리지가 제거되면 차폐용기에 넣어 폐여과기 포장지역으로 운반한다. 폐여과기 카트리지와 폐역삼투막은 배수 후 200 L (55 gal) 포장드럼에 포장되며 필요에 따라 제염하여 복합건물 내 폐기물드럼 임시저장구역으로 옮겨 별도의 임시저장시설로 반출할 때까지 저장한다.

다. 수지이송 부계통

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

본 계통은 화학 및 체적제어계통, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통, 액체방사성폐기물계통, 증기발생기취출계통 등의 이온교환기 및 탈염기에서 발생되는 폐수지를 제거하여 저장하며 새수지를 이들 탈염기에 공급하는 역할을 한다. 화학 및 체적제어계통 이온교환기의 폐수지는 폐수지장기저장탱크로, 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 탈염기와 증기발생기취출계통 탈염기 및 액체방사성폐기물계통 탈염기의 폐수지는 저방사능폐수지탱크로 이송되어 저장된다.

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통의 탈염기 용기로부터 폐수지를 제거할 때, 원자로보충수탱크로부터 나오는 원자로보충수를 수지배출 공급모관을 통해 탈염기 용기로 공급하여 폐수지를 저방사능폐수지탱크로 이송하며, 증기발생기취출계통 및 액체방사성폐기물계통의 탈염기로부터 폐수지를 제거할 때는 탈염수를 탈염기 용기로 공급하여 폐수지를 저방사능탱크로 이송한다. 저방사능폐수지탱크에 일정기간 저장된 폐수지는 탈염수를 이용하여 폐수지교화처리설비로 중력 이송하며, 폐수지교화처리설비에서 탈수 및 교화 처리한 후, 대용량 철제용기에 포장하거나 폐수지건조설비에서 탈수 및 건조 처리한 후 PE 용기에 포장하여 복합건물 내 폐기물드럼 임시저장구역에 저장한다.

1

화학 및 체적제어계통 이온교환기로부터 고방사능 폐수지를 제거할 때, 원자로보충수탱크로부터 나오는 원자로보충수를 수지배출 공급모관을 통해 이온교환기 용기로 공급한다. 제거된 폐수지는 폐수지장기저장탱크로 이송되어 장기간 저장된다. 장기 저장 후 방사능준위가 충분히 낮아진 폐수지는 저방사능 폐수지와 같은 방법으로 처리된다.

탈염기에는 관련 계측기기가 설치되어 있어 탈염기에 수지의 잔류 유무를 감시하고 폐수지탱크의 수지 수위 및 탈염수 수위의 측정을 통해 탱크 내 수지 비율을 확인하며, 필요한 경보를 발생한다. 폐수지탱크의 넘침(overflow)수는

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

폐수조로 수집되어 액체방사성폐기물계통에서 처리된다. 신수지는 신수지탱크를 통하여 탈염기에 공급된다.

라. 폐수지장기저장 부계통

본 계통은 폐수지장기저장탱크와 관련 배관 및 계측설비로 구성된다. 폐수지장기저장탱크는 화학 및 체적제어계통 이온교환기로부터 이송된 폐수지를 장기간 저장하여 방사능을 충분히 붕괴시키기 위해 약 10년 저장 용량으로 설계한다. 장기 저장으로 인한 폐수지의 응고현상을 방지하기 위해 1년에 2~3회 압축공기와 탈염수를 이용하여 폐수지를 혼합한다. 저장탱크는 대기압탱크로 제작되며, 또한 탱크 내에 휘발성기체의 과다한 축적을 방지하기 위해 탱크 배기관은 복합건물 배기계통으로 연결한다. 폐수지를 장기간 보관하는 동안 폐수지의 상태를 정기적으로 감시하기 위해 적절한 시료채취설비를 설치하며, 또한 장기저장 후 이동식 폐수지 고화처리설비 또는 폐수지건조설비와 연결할 수 있도록 연결부위를 설치한다.

1

마. 농축폐액건조처리 부계통

본 계통은 액체방사성폐기물계통으로부터 발생하는 농축폐액을 건조체 형태로 처리하여 폐기물 부피를 최소화시키고 폴리머 고화하거나 PE 용기에 포장하기 적합한 형태로 처리하기 위해 이용된다. 본 계통 구성기기 및 처리용량은 표 11.4-4에 기술되어 있다. 농축폐액 건조처리 시 농축폐액은 액체방사성폐기물계통의 농축폐액 공급펌프에 의해 본 계통의 건조기로 이송된다. 건조기의 수위측정기는 농축폐액 공급펌프 및 공급차단밸브와 연동되어 건조기의 수위가 설정치에 도달하면 자동적으로 농축폐액 공급펌프를 정지시키고 차단밸브를 닫도록 설계되어 있다. 건조기로 이송된 농축폐액은 보조증기에 의해 가열되며 가열 시 발생된 수증기는 본 계통의 진공스키드 내의 응축기에서 냉각되며, 냉각을 위한 냉각수는 자체 냉각기로부터 공급된다. 이 때

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

응축기로부터 발생하는 응축수는 방사성배수계통으로 배수된다. 농축폐액의 건조운전이 완료되면 농축폐액 건조물을 포장드럼에 주입시킨 후 고화처리를 위해 폐기물드럼 이송 컨베이어를 이용하여 고화설비가 위치한 지역으로 이송하거나 PE 용기로 포장하기 위해 드럼을 운반한다.

| 1

바. 농축폐액건조폐기물 및 폐수지 고화처리 부계통

본 계통은 농축폐액건조설비로부터 건조처리한 농축폐액 건조물과 폐수지 이송계통으로부터 이송되어진 폐수지를 폴리머를 이용하여 고화처리하는 계통이다. 농축폐액 건조물과 폐수지를 처리하기 위한 고화설비는 각각의 설비가 도입되어 처리하도록 되어 있다. 고화제로 폴리머를 사용하며 고화체의 적절한 특성을 보장하기 위해 농축폐액 건조물과 폐수지는 폐기물처리관리계획에 따라 고화처리한다.

고화작업 전 폴리머고화설비실에서 폴리머와 경화제로 폴리머 탱크를 채운 후 혼합기를 이용하여 혼합이 잘 되도록 한다. 농축폐액 건조물을 담은 드럼 또는 폐수지를 담은 대용량 철제용기가 고화위치에 위치하면 폴리머를 폐기물 상부로 주입한다. 폐기물 상부로 폴리머 층이 형성되면 진공펌프를 가동하게 되며, 동시에 폴리머를 계속 주입하게 되면 드럼 하부까지 연결된 내부관을 통해 물 또는 공기가 빠져나오면서 폴리머가 폐기물드럼의 바닥까지 채우게 된다. 이 때 내부관과 연결된 감시창(sight glass)를 통해 폴리머가 빠져 나오는 것이 육안으로 확인되면 진공펌프 가동 및 폴리머 주입을 중지한다.

농축폐액은 건조처리 부계통에 의한 건조운전을 통해서 유리수가 모두 제거되며, 폐수지 내 유리수는 탈수운전 및 폴리머 주입을 통해 제거되어 유리수 함량 제한치인 0.5% 이하로 유지된다. 유리수 함량 제한치는 공장성능시험 시 폴리머고화체 드럼 하부를 천공하여 유리수 포집 후 전체 폐기물 용적에

| 30

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

대한 함량비 산출을 통해 확인한다.

폴리머 고화가 완료된 드럼 또는 대용량 철제용기는 뚜껑을 체결, 밀봉한 후 복합건물 내 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반하여 저장하거나 직접 본부 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고로 이송하여 저장한다.

137

사. 중저준위폐기물 저장 부계통

중저준위폐기물 저장 부계통은 중저준위방사성폐기물 임시저장고 내에서 포장 폐기물을 취급하고 이들 폐기물을 처분장으로 이송하기 전까지 저장하는 역할을 한다. 폐수지 드럼(대용량 철제용기 또는 PE 용기), 폐여과기 드럼 및 농축폐액 드럼(200 L 드럼 또는 PE 용기)은 폐기물드럼 취급크레인을 이용하여 중저준위폐기물 저장구역(I 및 II구역)에 저장하며 잡고체 드럼은 지게차를 이용하여 저준위폐기물 저장구역에 저장한다.

1

임시저장고 외부지역을 방사선구역 1로 유지하기 위하여 임시저장고로 유입되는 폐기물 드럼 중에서 고방사능인 정화필터 폐필터드럼이나 정화이온교환기 폐수지드럼은 가능한 한 임시저장고 외벽으로부터 멀리 떨어진 안쪽지역에 저장한다.

1

아. 폐수지건조처리 부계통

1

저방사능폐수지탱크 혹은 폐수지장기저장탱크에서 이송된 폐수지는 탈수펌프를 이용하여 탈수한 뒤, 건조공기를 주입하여 건조처리 한다.

건조 처리된 폐수지는 PE 용기에 포장, 밀봉한 후 복합건물 내 폐기물드럼 임시 저장구역으로 운반하여 반출시까지 저장한다.

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.4.2.4 포장, 저장 및 운반

방사성폐기물은 분류, 압축 또는 건조하여 핵종농도 및 총방사능량에 따라 표준 200 L (55 gal) 드럼, PE 용기 또는 대용량 철제용기에 포장된다. 포장된 고체방사성폐기물은 복합건물 내 차폐된 폐기물드럼 임시저장구역에 저장한다. 복합건물 내 폐기물드럼 저장구역에는 총 363개(폐수지 : 6드럼, 폐필터 : 25드럼, 잡고체(농축폐액 건조폐기물 포함) : 332드럼)의 고체방사성폐기물드럼을 저장할 수 있다. 사용되지 않은 드럼은 복합건물 내의 새 드럼저장구역에 저장한다. 폐기물을 건조 및 포장처리한 후 표면선량을 측정하며, 필요한 경우 포장용기를 납으로 차폐된 운반용기에 넣어 운반한다.

본부 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고에 저장된 방사성폐기물 드럼은 최종 처분장으로 이송하기에 앞서 11.4.2.4.1절에 기술된 방사성폐기물 핵종분석장치로 평가한 감마방사능 값에 척도인자를 적용하여 드럼 내 방사성핵종, 총방사능량 등을 측정한다.

발전소 운영중에 발생하는 대형기기 및 장비(예: 노심 기기)등은 발전소 운영자가 취급하며, 이런 폐기물들은 일반적으로 압축하지 않고 적당한 크기의 용기에 넣어 포장한다. 소외지역으로 운반되는 고체방사성폐기물의 예상방사능량은 표 11.4-5에 제시되어 있다.

포장된 고체폐기물은 복합건물 브릿지크레인을 이용하여 폐기물드럼 저장구역에 저장된다. 만일 브릿지크레인으로 드럼 운반중 드럼 낙하로 폐기물이 누출되어 바닥이 오염될 경우에는 브릿지크레인 운전지역에 설치된 탈염수 공급 연결부에 호스를 연결하여 탈염수로 제염할 수 있도록 설계되어 있다. 폐기물드럼 저장구역에 저장된 폐기물 드럼은 발전소 부지 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고로 이송하여 저장되거나 처분을 위해 소외로 반출된다.

11.4.2.4.1 방사성 폐기물 드럼 핵종분석장치

방사성폐기물 드럼 핵종분석장치는 원자력발전소에서 생성되는 중저준위 방사성폐기물

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

드럼을 영구처분장으로 이송하기 전 핵종별 방사능농도, 총방사능량을 비파괴검사 방법을 이용하여 측정한다. 동 장치는 월성원자력발전소 공용설비로 발전소 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고 내에 설치되며, 다음과 같은 주요 기기로 구성되어 있다.

가. 고정형 핵종분석장치

1) 감지기장치

감마선을 이용하여 방사성폐기물 드럼 내 핵종별 방사능농도를 측정하는 장치로 폴리머고화 드럼과 같은 고밀도 드럼은 SGS(Segmented Gamma Scanner) 방식으로 측정하며, 잡고체와 같은 저밀도 드럼은 TGS(Tomographic Gamma Scanner) 방식으로 측정할 수 있다. 동 장치는 HPGe형 감지기, 차폐체, 콜리메이터, 감쇠기 및 감지기 구동부로 구성되어 있다.

2) 전송선원장치

측정되는 방사성폐기물 드럼의 교호율 분석을 위해 사용되며, 전송선원(Eu-152), 셔터 및 납차폐체로 구성되어 있다.

3) 드럼 적재 및 회전장치

컨베이어에서 운반된 방사성폐기물 드럼을 감지기장치로 이송, 회전하는 데 사용되며, 다양한 크기의 드럼을 측정하며 최대 1,000 kg의 드럼을 취급할 수 있다.

4) 자료취득 및 전산장치

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

방사성폐기물 드럼 내 방사성핵종을 분석하여 이를 도식화 할 수 있는 장치로, 방사성핵종을 분석할 수 있는 구동 프로그램 및 PC 등 전산장치로 구성되어 있으며, 방사성 피폭으로부터 운전원을 보호하기 위하여 차폐된 운영실 내에 위치한다.

5) 자동 컨베이어장치

방사성폐기물 드럼의 원활한 반·출입을 위하여 핵종분석장치와 자동으로 연계되어 작동하며, 다양한 크기의 드럼을 측정하며 최대 1,000 kg의 드럼을 취급할 수 있다.

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

고정형 핵종분석장치에서 측정할 수 없는 방사성폐기물 드럼의 핵종별 방사능농도, 총 방사능량을 측정하는 데 사용되며 전 원전 공용설비이다.

11.4.3 안전성 평가

고체방사성폐기물계통은 비안전성관련계통으로서 별도의 안전성 평가를 필요로 하지 않는다.

11.4.4 시험 및 검사

고체방사성폐기물계통은 발전소 정상운전 시 간헐적으로 운전된다. 따라서 본 계통은 일반산업체 기준에 따라 주기적으로 육안검사 및 예방정비를 실시한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.4.5 계측설비

고체방사성폐기물계통 구역은 지역방사선감시기에 의해 감시된다. 규제지침서 8.8 및 8.10에 명시된 ALARA 지침에 따라 운전원의 방사선 피폭을 관리하기 위하여 트럭베이, 폐기물드럼 임시저장구역, 폐여과기 포장구역, 건조폐기물 저장구역 및 농축폐액처리설비 설치위치 등에 지역방사선감시기를 설치하여 공간방사선을 측정하게 된다. 이들 방사선 감시기에 대한 사양은 표 12.3-4에 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, Rev. 2, 1981.
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. 원자력안전위원회고시 제2015-4호, "중·저준위 방사성폐기물 인도 규정"

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-1

고체방사성폐기물계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생되는 폐기물량¹⁾

(m³/yr, 양호기 기준)

폐기물 구분	고체방사성폐기물 연간 유입량 및 발생량		
	최대 유입량	최대 발생량	평균 발생량 ⁵⁾
폐여과기	24.74	24.74	4.58
폐수지	44.5	44.5 ²⁾	12.04
농축폐액 건조폐기물 ³⁾	8.49	8.49	7.04
기타 잡고체 (압축된 폐기물량 기준)	414.00	207.00 ⁴⁾	75.76
계	491.73	284.73	99.42

1

1) 신고리 1,2호기 최종안전성분석보고서 기준

2) 폐수지는 탈수처리 후 폴리머 고화처리 하거나 건조처리 하는 것으로 가정

1

3) 액체방사성폐기물계통의 역삼투압설비 처리결과 발생되는 농축폐액 건조폐기물

4) 잡고체 분류처리설비의 감용비 “2”로 가정

5) 영광 3,4호기 및 울진 3,4호기 고체방사성폐기물 발생량 실적(2001-2010) 기준

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-2 (2 중 1)

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

방사성 핵 종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 농축폐액
Br-84	1.44E-02	1.00E-04	0.00E+00	1.21E-01
I-131	1.34E+01	1.62E-01	0.00E+00	3.07E-01
I-132	8.00E-01	1.85E-02	0.00E+00	1.56E+00
I-133	4.60E+00	1.58E-01	0.00E+00	9.81E-01
I-134	5.00E-01	4.76E-03	0.00E+00	2.55E+00
I-135	2.80E+00	7.82E-02	0.00E+00	1.88E+00
Rb-88	5.60E-02	3.97E-04	0.00E+00	1.44E+00
Cs-134	1.40E+02	3.16E-02	0.00E+00	4.98E-02
Cs-136	2.60E-01	3.45E-03	0.00E+00	6.14E-03
Cs-137	5.59E+02	4.20E-02	0.00E+00	6.62E-02
Na-24	1.08E+00	3.63E-02	0.00E+00	3.24E-01
Sr-89	2.42E-01	5.61E-04	0.00E+00	9.07E-04
Sr-90	1.10E+00	4.95E-05	0.00E+00	7.77E-05
Sr-91	1.44E-02	4.45E-04	0.00E+00	6.75E-03
Y-91m	3.60E-05	2.84E-04	0.00E+00	3.44E-03
Y-91	3.45E-07	4.79E-05	0.00E+00	3.37E-05
Y-93	3.00E-04	2.07E-03	0.00E+00	2.94E-02
Zr-95	8.97E-01	1.57E-03	0.00E+00	2.52E-03
Nb-95	3.40E-01	1.18E-03	0.00E+00	1.82E-03
Mo-99	6.20E-01	1.60E-02	0.00E+00	4.24E-02
Tc-99m	4.40E-02	1.52E-02	0.00E+00	3.35E-02
Ru-103	1.04E+01	2.99E-02	0.00E+00	4.87E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-2 (2 중 2)

방사성 핵 종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 농축폐액
Ru-106	1.37E+03	3.70E-01	0.00E+00	5.83E-01
Ag-110m	1.30E+01	5.34E-03	0.00E+00	8.42E-03
Te-129m	2.20E-01	7.51E-04	0.00E+00	1.23E-03
Te-129	4.60E-02	9.84E-04	0.00E+00	1.79E-01
Te-131m	6.40E-02	2.25E-03	0.00E+00	1.01E-02
Te-131	5.40E-03	4.38E-04	0.00E+00	5.79E-02
Te-132	1.96E-01	4.54E-03	0.00E+00	1.12E-02
Ba-137m	0.00E+00	3.93E-02	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	5.80E+00	4.78E-02	0.00E+00	8.46E-02
La-140	1.50E+00	7.45E-02	0.00E+00	1.67E-01
Ce-141	1.68E-01	5.93E-04	0.00E+00	9.75E-04
Ce-143	1.38E-01	4.54E-03	0.00E+00	1.88E-02
Ce-144	4.40E+01	1.64E-02	0.00E+00	2.59E-02
W-187	9.00E-02	3.08E-03	0.00E+00	1.70E-02
Np-239	1.82E-01	5.06E-03	0.00E+00	1.46E-02
Cr-51	3.00E+00	1.21E-02	1.31E+00	2.01E-02
Mn-54	2.02E+01	6.59E-03	1.85E+00	1.04E-02
Fe-55	4.62E+01	4.95E-03	1.55E+00	7.77E-03
Fe-59	4.62E-01	1.20E-03	1.82E-01	1.95E-03
Co-58	1.15E+01	1.86E-02	3.65E+00	2.98E-02
Co-60	3.15E+01	2.19E-03	7.03E-01	3.44E-03
Zn-65	3.20E+00	2.10E-03	3.62E-05	3.31E-03

표 11.4-3

고체방사성폐기물계통 기기 관련 규격

<u>기기</u>	<u>설계 및 제작</u>	<u>재 질</u>	<u>용접사 자격 및 용접절차</u>	<u>검사 및 시험</u>
대기압 탱크	KEPIC MGD	KEPIC MD	KEPIC MQ	KEPIC MGD
배관 및 밸브	KEPIC MGE 및 ASME B31.1	ASTM ASME Sec. II	KEPIC MQ 및 ASME Sec. IX	KEPIC MGE 및 ASME B31.1
압력용기	ASME Sec. VIII, Div.1	ASME Sec. II	ASME Sec. IX	ASME Sec. VIII, Div.1
펌 프	제작자 표준	ASME Sec. II 제작자 표준	ASME Sec. IX	ASME Sec. III, Class 3 Hydraulic Institute

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (3 중 1)

고체방사성폐기물계통 기기 제원

저방사능폐수지탱크

형식
수량
용량
재질
설계압력/온도
적용 코드

수직원통형
1
21.6 m³ (5,700 gal)
304 스테인리스강
대기압/65.5 °C (150 °F)
KEPIC MGB

폐수지장기저장탱크

형식
수량
용량 (대당)
재질
설계압력/온도
적용 코드

수직원통형
2
83.6 m³ (22,100 gal)
304 스테인리스강
대기압/65.5 °C (150 °F)
KEPIC MGD

신수지 탱크

형식
수량
용량 (대당)
재질
설계압력/온도
적용 코드

수직원통형
1
8.33 m³ (2,202 gal)
304 스테인리스강
16.17 kg/cm² (230 psig)/
65.5 °C (150 °F)
KEPIC MGB

브릿지크레인

수량
용량
재질
원격 및 제어방식
적용 코드

1
10 톤
탄소강
원격, CCTV
제작자 표준

여과기 취급캐스크

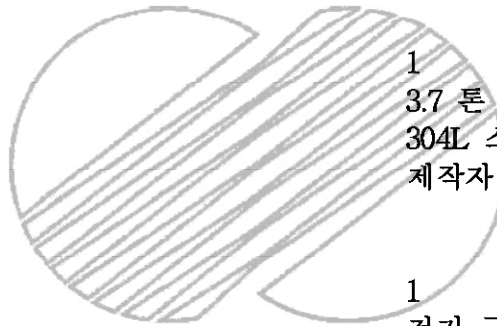
수량
무게

1
7.0 톤

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (3 중 2)

두께 (최소)	185 mm
납차폐체 두께 (최소)	165 mm
크기 (L×W×H)	1,400 mm×1,000 mm×1,600 mm
내경 (φ)	381 mm
재질	304L 스테인리스강(납 차폐)
적용 코드	제작자 표준
<u>고체폐기물 압축기</u>	
수량	1
용량	17.1 kg/cm ² (243.6 psig)
재질	탄소강
적용 코드	제작자 표준
<u>여과기취급 차폐플러그</u>	
수량	1
무게	3.7 톤
재질	304L 스테인리스강(납 차폐)
적용 코드	제작자 표준
<u>폐기물 분쇄기</u>	
수량	1
형태	전기 구동식
모터마력	18.4~22.1 kW (25~30 hp)
적용 코드	제작자 표준
<u>농축폐액건조처리설비</u>	
수량	1
용량	2.27 m ³ (80 ft ³)/shift
재질	304/304L 스테인리스강
적용 코드	ASME Sec. VIII



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-4 (3 중 3)

농축폐액건조물고화설비

수량	1
용량	0.85 m ³ (30 ft ³)/shift
재질	304/304L 스테인리스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

폐수지 고화설비

수량	1(월성본부 공용)
용량	1.42 m ³ (50 ft ³)/shift
재질	304/304L 스테인리스강
적용 코드	ASME Sec. VIII

포장 드럼

용량	0.21 m ³ (55 gal)
형식	DOT-17H
재질	탄소강
적용 코드	제작자 표준

대용량 철제용기

용량	1.42 m ³ (375 gal)
재질	탄소강
적용 코드	제작자 표준

폐수지 건조설비

수량	1(월성본부 공용)
용량	100 ft ³ /shift
재질	304/304L 스테인리스강
적용 코드	제작자 표준

PE 용기

용량	1.16 m ³ (41 ft ³)
재질	폴리에틸렌
적용 코드	제작자 표준

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-5 (2 중 1)

소외지역으로 운반되는 고체방사성폐기물의 설계기준 방사능량
(TBq/yr/unit)

<u>방사성 핵 종</u>	<u>고방사성 폐수지</u>	<u>저방사성 폐수지</u>	<u>고방사성 폐여과기</u>	<u>역삼투압 농축폐액</u>
Br-84	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-131	1.01E+00	1.22E-02	0.00E+00	2.31E-02
I-132	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-133	1.78E-10	6.10E-12	0.00E+00	3.79E-11
I-134	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
I-135	4.12E-33	1.15E-34	0.00E+00	2.77E-33
Rb-88	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cs-134	1.36E+02	3.07E-02	0.00E+00	4.85E-02
Cs-136	5.37E-02	7.14E-04	0.00E+00	1.27E-03
Cs-137	5.58E+02	4.19E-02	0.00E+00	6.60E-02
Na-24	1.86E-21	6.26E-23	0.00E+00	5.60E-22
Sr-89	1.60E-01	3.72E-04	0.00E+00	6.02E-04
Sr-90	1.09E+00	4.94E-05	0.00E+00	7.75E-05
Sr-91	2.15E-25	6.64E-27	0.00E+00	1.01E-25
Y-91m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Y-91	2.41E-07	3.36E-05	0.00E+00	2.36E-05
Y-93	1.06E-25	7.35E-25	0.00E+00	1.04E-23
Zr-95	6.48E-01	1.14E-03	0.00E+00	1.82E-03
Nb-95	1.88E-01	6.50E-04	0.00E+00	1.00E-03
Mo-99	3.23E-04	8.36E-06	0.00E+00	2.21E-05
Tc-99m	4.83E-38	1.66E-38	0.00E+00	3.68E-38
Ru-103	6.14E+00	1.76E-02	0.00E+00	2.87E-02

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-5 (2 중 2)

방사성 핵 종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 농축폐액
Ru-106	1.29E+03	3.50E-01	0.00E+00	5.51E-01
Ag-110m	1.20E+01	4.92E-03	0.00E+00	7.76E-03
Te-129m	1.19E-01	4.05E-04	0.00E+00	6.64E-04
Te-129	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-131m	3.83E-09	1.35E-10	0.00E+00	6.03E-10
Te-131	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Te-132	3.33E-04	7.70E-06	0.00E+00	1.90E-05
Ba-137m	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Ba-140	1.14E+00	9.39E-03	0.00E+00	1.66E-02
La-140	6.28E-06	3.12E-07	0.00E+00	6.99E-07
Ce-141	8.86E-02	3.13E-04	0.00E+00	5.14E-04
Ce-143	3.74E-08	1.23E-09	0.00E+00	5.10E-09
Ce-144	4.09E+01	1.53E-02	0.00E+00	2.41E-02
W-187	7.16E-11	2.45E-12	0.00E+00	1.35E-11
Np-239	2.59E-05	7.21E-07	0.00E+00	2.08E-06
Cr-51	1.42E+00	5.74E-03	6.20E-01	9.52E-03
Mn-54	1.89E+01	6.16E-03	1.73E+00	9.71E-03
Fe-55	4.52E+01	4.84E-03	1.52E+00	7.61E-03
Fe-59	2.90E-01	7.53E-04	1.14E-01	1.22E-03
Co-58	8.59E+00	1.39E-02	2.72E+00	2.22E-02
Co-60	3.12E+01	2.17E-03	6.96E-01	3.40E-03
Zn-65	6.54E-04	4.28E-07	7.40E-09	6.76E-07

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-6

고체방사성 폐기물관리계통 압축공기 사용기기

기기 명	기체유량 (배치 운전)	연간 예상 운전 횟수	압축공기 용도	환기계통 연계성
저방사능 폐수지탱크 (TK01)	100 scfm	2	수지 유동화	해당
폐수지 장기저장탱크 (TA02)	100 scfm	3	폐수지 응고방지	해당
폐수지 장기저장탱크 (TK03)	100 scfm	3	폐수지 응고방지	해당
폐수지 장기저장탱크 (TK04)	100 scfm	12	수지 유동화	해당 없음

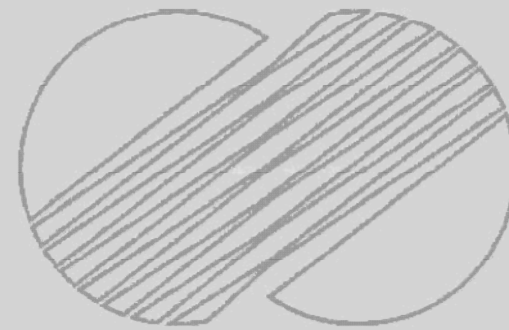
신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

표 11.4-7

신월성1,2호기 중저준위방사성폐기물 임시저장고 설계특성

항 목	설계 요건
등급분류	안전등급 : NNS 내진범주 : III 전기등급 : Non-1E 품질등급 : S
저장용량	10,000 드럼 (200L 드럼 기준)
저장대상	폐수지 드럼(대용량 철제용기 또는 PE 용기), 폐여과기 드럼, 농축폐액 드럼, 잡고체 드럼
사용범위	월성1,2,3,4호기 및 신월성1,2호기
구조물	방사선차폐 기능의 철근-콘크리트 구조물로 발전소와 분리된 별도 경계, 사무실 상주근무 환경
벽 두께 및 높이	벽 두께 : 30.5 ~ 99.1cm 높 이 : 9.2 ~ 15.4m

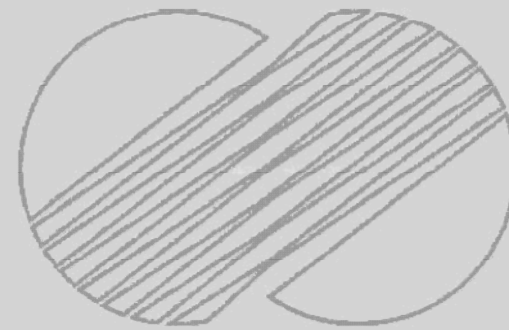
137



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

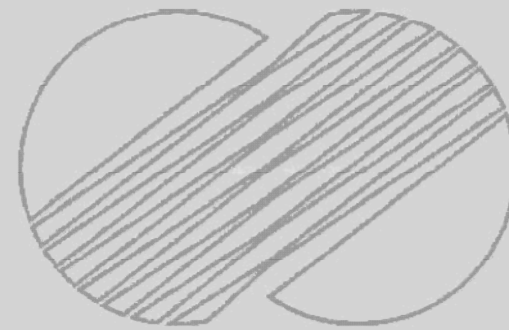
그림 11.4-1 (12 중 1)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

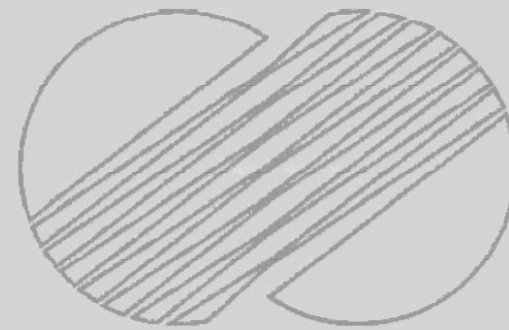
그림 11.4-1 (12 중 2)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

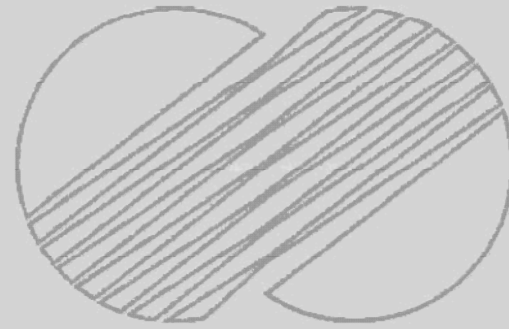
그림 11.4-1 (12 중 3)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

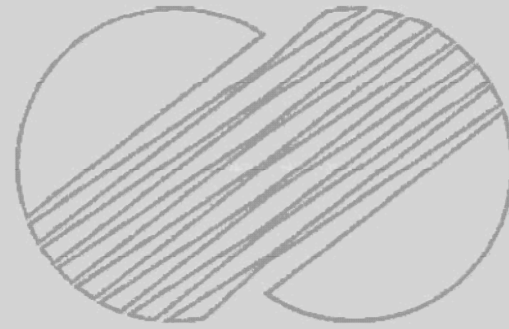
그림 11.4-1 (12 중 4)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

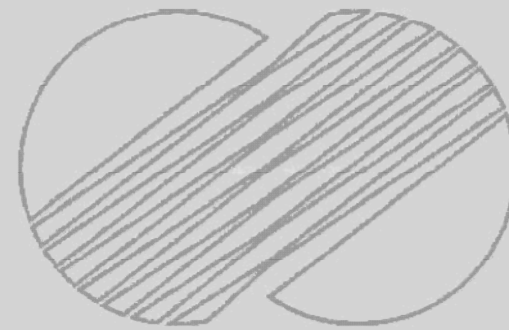
그림 11.4-1 (12 중 5)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

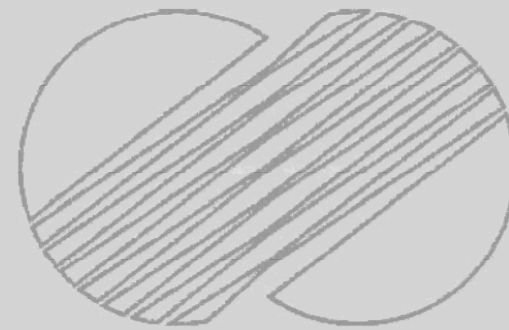
그림 11.4-1 (12 중 6)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

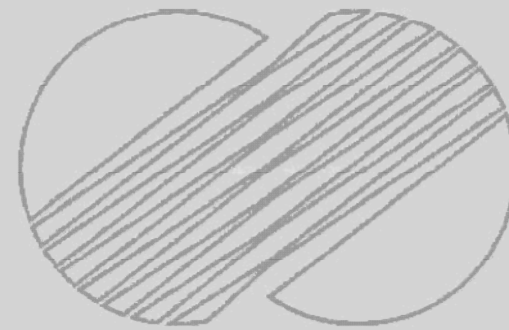
그림 11.4-1 (12 중 7)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

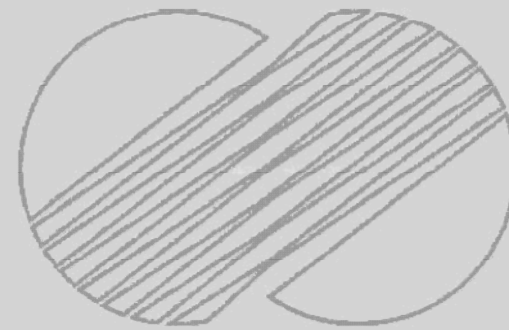
그림 11.4-1 (12 중 8)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

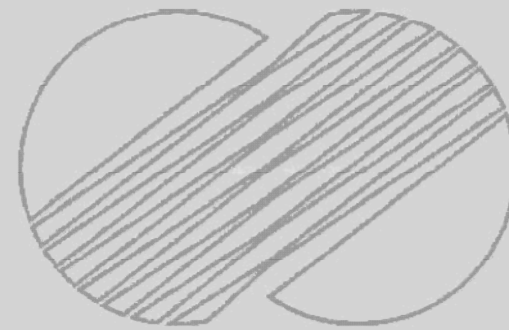
그림 11.4-1 (12 중 9)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

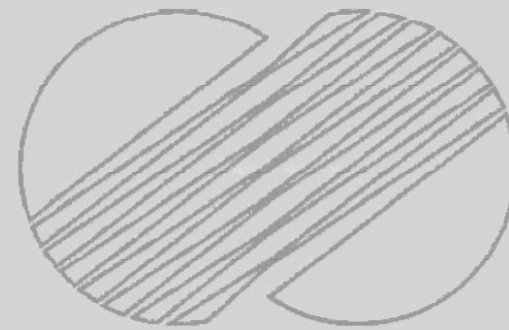
그림 11.4-1 (12 중 10)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

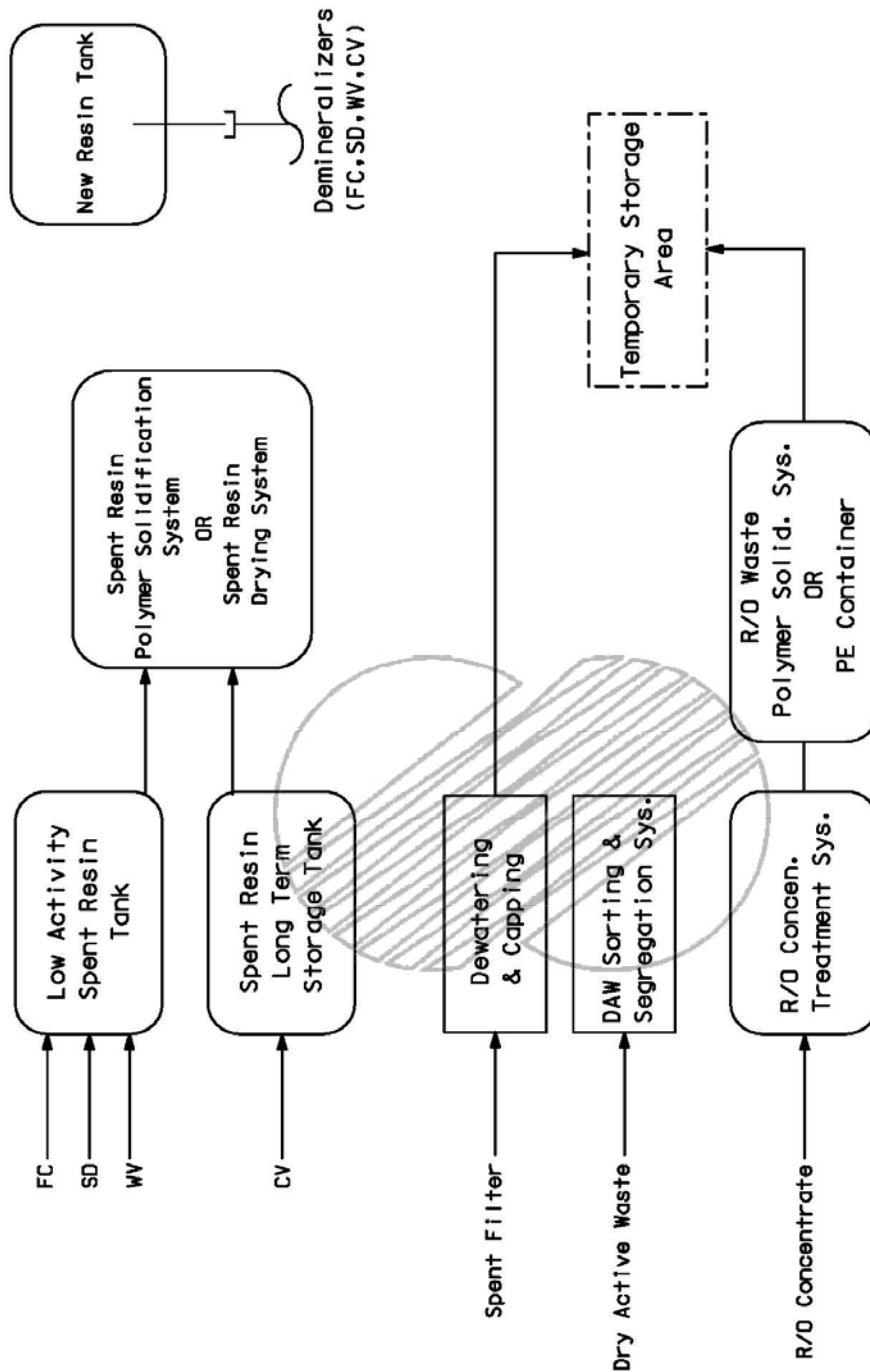
그림 11.4-1 (12 중 11)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

고체방사성폐기물계통 배관 및 계장도

그림 11.4-1 (12 중 12)



신월성 1,2호기 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 또는 그 이상의 계통으로 정상운전, 예상운전과도사건과 가상사고를 처리할 수 있다. 이들 계통들은 유출물 뿐만 아니라 액체공정 경로 내 방사성오염물질의 방사능준위와 농도, 공기조화계통 내 공기 중 방사능을 감시한다. 9.3.2절에 상세히 기술된 감시요건을 충족시키기 위해 수동(grab) 시료채취 및 실험실 분석이 이용된다. 연속감시, 수동(grab) 시료채취 및 분석계통은 10 CFR 50, 부록 A의 일반설계기준 60, 63 및 64의 요건과 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 및 규제지침서 1.21의 내용을 만족시키도록 설계된다.

11.5.1 설계기준

공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통은 방출 시에 소외 환경에 해로운 영향을 미칠수 있는 방사능물질에 의해 오염될 수 있는 액체 및 기체공정 경로 내 방사능을 측정, 지시 및 제어하기 위해서 설계된다. 또한 일부 감시기는 보호기능을 수행한다.

11.5.1.1 안전 설계기준

가. 공정 및 유출물 방사선감시계통과 시료채취계통의 감시기들 중에 주제어실 공기조화설비 입구덕트 공기감시기들은 공기 방사능준위가 허용치 이상이 되면 보조기기 공학적안전설비작동신호 중 주제어실비상환기작동신호를 발생시킨다. 주제어실비상환기작동신호는 가상 설계기준사고 동안에도 주제어실의 거주성을 유지하기 위하여 보조기기 공학적안전설비 및 기기들을 작동시킨다.

나. 상기 감시기들은 안전성관련 및 발전소보호계통의 일부로서 단일사고기준, 분리, 격리, 환경 및 내진검증 요건을 만족시키기 위하여 IEEE 379, 323, 344 및

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

384에 따라 설계된다. 12.3.4절에 기술된 일부 지역방사선감시계통 감시기와 함께 상기 감시기들은 보조기기 공학적안전설비작동신호를 생성시킨다. 지역 방사선감시계통 감시기들은 공학적안전설비작동신호 중 원자로건물폐지격리작동신호와 핵연료건물비상환기작동신호를 발생시킨다.

다. 상기 감시기들의 안전성 평가는 7.3절에 기술되어 있다.

라. 이 감시기들의 보조기기 공학적안전설비작동신호 작동설정치는 규제지침서 1.105에 의거하여 결정된다.

11.5.1.2 출력운전 기준

표 11.5-1 및 주민피폭선량계산지침서는 방사선감시 작동설정치 및 일부 경우에 공정경로에서 처리되는 총 방사능농도 또는 방사능준위의 상한치를 요구한다. 이 한계치를 결정하기 위하여 다음 설계기준을 준수해야 한다.

가. 관련 법규 준수

- 1) 공정 및 유출물 방사선감시기들은 원자로건물의 대기, 공정경로, 가상 냉각재 상실사고 유체를 재순환시키는 일부 계통에 포함되는 장비 및 격실 소외유출물 배기경로, 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제10조, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제34조 및 10 CFR 50, 부록 A, 일반설계기준 64에서 요구하는 가상사고 배기경로를 감시한다.
- 2) 유출물 방사선감시기들은 배출되는 방사성핵종의 혼합 농도가 대기 중 확산 또는 수중 희석 후에 제한구역경계에서 원자력안전위원회고시 제2016-16호 (방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준을 초과할 때 경보를 제공하며

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

일부 유출경로에 대해서는 자동적으로 유출물 방출을 차단한다.

- 3) 연간 소외방출량이 주거 제한구역 밖의 일반주민에 대하여 원자력안전위원회
고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조 ②항의 요건을 만족하 | 93 | 141
는지 확인하기 위해 방사성물질 방출자료를 보관하도록 지원계통 및 발전소
운영절차서가 제공된다.

나. 규제지침서 권고사항 반영

- 1) 공정 및 유출물 방사선감시기들은 연속적으로 작동하며 규제지침서 1.21에서
권고한 대로 보고서 준비를 위하여 충분한 방사성물질 방출자료를 제공한다.
- 2) 공정 및 유출물 방사선감시기들은 규제지침서 1.45에서 권고한 한계치까지 일
차냉각재경계 누설을 감시한다.
- 3) 공정 및 유출물 방사선감시기들은 방사선감시기의 검출범위와 관련한 규제지
침서 1.97의 권고사항을 만족한다.
- 4) 공정 및 유출물 방사선감시기들은 규제지침서 1.105의 작동설정치 개념에 따
라 경보작동 동작치를 설정한다.
- 5) 공정 및 유출물 방사선감시기들은 거주지역 및 가스방출 경로 내 공기 중 방
사능농도를 연속적으로 지시한다. 이 감시기는 규제지침서 8.8 및 8.10에 따
라 공기 중 방사선 장애를 신속히 격리 혹은 교정할 수 있는 능력을 발전소
에 제공한다.
- 6) 사고조건에서 증가하는 건물 내의 요오드준위를 효과적으로 감시하기 위하여
NUREG-0718, III.D.3.3절에 따라 휴대용 계측기를 사용한다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.1.3 규격 및 표준

원자력안전위원회고시 및 규제지침서에서 승인한 해당 산업규격 및 표준을 적용한다.

| 1

11.5.2 계통 설명

11.5.2.1 개요

방사선감시계통 배관 및 계장도는 그림 11.5-1에 제시되어 있다. 공정 및 유출물 방사선 감시기들은 발전소 운전계통과 유출경로 내 방사능을 연속적으로 감시하는 다중채널(일반적으로 미립자, 요오드 및 불활성기체 채널)로 구성되어 있다. 검출기에서 나오는 출력은 현장에서 마이크로프로세서로 처리되고 컴퓨터실에 설치되는 방사선감시 전산기로 전송된다. 또한 안전성관련 감시기들은 보조전기설비실 내 안전성관련 분리 캐비닛(SRDC)에 연결된 전용배선을 통하여 방사능 정보를 전달한다. 방사선감시계통은 컴퓨터실에 설치되는 이중의 중앙컴퓨터와 연결된 현장기기의 마이크로프로세서로 구성되는 디지털데이터계통이다. 주제어실, 보건물리실, 컴퓨터실, 방사성폐기물 제어실, 비상기술 지원실 및 비상대책실에 설치되는 계통 화면표시기에는 모든 계통자료 및 경보가 표시된다. 보건물리실, 주제어실과 컴퓨터실의 운전원연계장치(OIU)를 통해 채널변수 화일을 변경시킬 수 있다. 다른 운전원연계장치에서는 화면 제어만 할 수 있고 채널변수 화일을 변경시킬 수는 없다.

| 1

1

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

안전성관련 분리캐비닛에 설치되는 디지털그래픽 기록계는 안전성관련 방사선감시기의 관련된 자료를 기록하게 된다.

방사선감시계통은 발전소 제어연동신호를 제공하기 위한 안전성관련 및 비안전성관련 신호를 발생시킨다.

각각의 방사선감시기의 현장 기기는 시료펌프, 여과기, 검출기 및 필요 배관을 포함한 완전히 집적화된 단위조립체로 구성되어 있다. 검출기 주위는 차폐되어 주변 방사선으로부터 보호되고 최대의 검출기 감도를 유지하게 된다.

기체공정 감시기의 입자시료는 ANSI N13.1(1969)에 따라 공기조화설비로부터 시료채취를 수행하고, 유출물 감시기의 입자시료는 ANSI N13.1(1999)에 따라 배출공정으로부터 시료채취를 수행하게 된다.

1

11.5.2.2 검증용 선원

각 감시기에는 주제어실에서의 운전 및 교정검증을 위해 검출기 조립체 내부의 방사성 시료를 모의시험할 수 있는 검증용 방사선원(check source)이 제공된다.

11.5.2.3 전원 공급

모든 1E급 방사선감시기는 1E급 무정전 전원으로부터 전원을 공급받는다. 각 감시기에 공급되는 전원은 표 11.5-1에 나타나 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.2.4 교정 및 정비

방사선감시기는 표 11.5-1에 기재되어 있는 기본적인 방사성핵종에 대해 제작자에 의해 교정된다. 제작자의 교정용 기준선원은 미국국립표준국 1차 기준선원을 따르며 $\pm 7\%$ 이내의 정확성을 가진다. 1차교정용 방사선검출기의 기하학적 구조(geometry)는 방사선감시계통의 방사선검출기와 같다. 1차교정용 방사선검출기에 의해 계수된 2차 기준선원은 각각의 연속 감시기에 제공된다. 각 연속 감시기는 2차 기준선원을 이용하여 계획예방정비기간마다 교정된다.

점검선원에 대한 각 연속 감시기의 계수율 응답은 1차교정 후에 제작자에 의해 기록된다. 이 계수율 응답값은 감시기가 적절히 기능을 하는지를 확인하기 위하여 발전소 운전 중에 일정간격을 두고 계측기 주변 방사선 계수율과 함께 기록된다.

각각의 감시기에 대해 점검선원 응답과 계수기 주변 방사선준위를 보여주는 제어도표가 작성 및 유지된다. 표준편차를 벗어나는 계측기 응답 시에는 그 원인을 조사하게 되고 기능을 회복하기 위하여 적절한 조치가 행해진다. 수리나 조정 후에 감시기는 발전소에서 이차 방사성핵종 표준을 사용하여 재교정된다. 공정 및 유출물 감시기들은 저방사능 유체를 감시하므로 일상적인 유지관리 시에 제염이 필요하지 않을 것으로 예상된다. 그러나 감시기의 입구나 출구배관을 제거하지 않고도 압축공기 또는 탈염수로 적절히 감시기를 세척할 수 있는 설비가 설치된다. 세척 후에 만약 제염이 필요하게 되면 입구 및 출구배관을 분리하여 기기가 설치된 위치에서 혹은 방사성기기공작실에서 적절한 방법으로 감시기를 제염한다. 세척이나 제염 후에 방사선감시기에서 결함이 있는 부품은 교체된다.

대기로 방출되는 유체는 방출 전 및 일정주기로 방사능농도를 분석한다. 감시기의 정비나 제염이 필요하게 되면 공정 흐름은 중지되어진다. 만약 정비나 제염기간 중에도 계속적인 감시가 필요한 경우에는 이동형 감시기를 사용하여 공정유체의 현장시료를 채취함

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

으로써 유출물을 감시한다. 감시기의 정비나 제염은 검출기가 오프라인(off-line) 혹은 온라인(on-line) 또는 인라인(in-line)으로 설치되거나 우회될 수 있기 때문에 계통의 안전성에 영향을 미치지 않는다.

11.5.2.5 민감도

각 유출물 감시계통은 운영기술지침서에 설정된 방출한도 내에서 최소농도를 검출할 수 있다.

민감도를 고려해서 감시기는 유출물 방출지점에 설치된다. 원자력안전위원회고시 제 2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준 및 제한구역경계에서의 선량요건 | 93 | 141 의 만족여부를 평가할 때, 방출지점과 발전소부지 경계사이의 희석계수(dilution factor)를 고려한다. 표 11.5-1에서는 공정 및 유출물 감시기의 정확도를 나타내고 있다.

11.5.2.6 감시기 위치

감시기는 기초 방사선 영향과 시료배관 길이를 최소화하기 위해 감시할 계통에 가깝고 주변 방사선준위가 낮은 지역에 설치된다.

11.5.2.7 측정범위 및 설정치

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

여러 유출물 방사선감시기의 측정범위는 유출물 방출지점에서의 방사능농도 및 원자력안전법시행령의 설계선량 기준과 가상사고 시의 소외선량 한도를 초과할 방사능농도를 측

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

정할 수 있도록 정해진다. 경고설정치는 원자력안전위원회고시 제2016-16호(방사선방호 | 93 | 141
등에 관한 기준)의 설계선량 기준을 초과하는 방출을 운전원에게 경고할 수 있는 값으로
정해진다. 경보설정치는 원자력안전법 시행령의 일반인 선량한도를 초과하는 가상방출의
발생을 운전원에게 경고하며, 특히 안전성관련 유출물 방사선감시기 설정치의 경우에는
자동으로 공학적안전설비를 작동시키기 위한 값으로 정한다. 공정 및 유출물 방사선감시
기의 방사능농도 측정범위와 경보설정치는 표 11.5-1에 제시되어 있다.

11.5.2.8 기타 계통변수

유체의 성분 및 농도와 같은 계통 매개변수의 예상범위는 표 11.5-1에 요약되어 있다.
각각의 계통에 대한 상세한 내용은 9장과 11장에 기술되어 있다.

11.5.2.9 공정 및 대기방출 방사선감시

기체공정 및 대기방출 방사선감시 채널은 다음과 같다.

- 가. 보조건물 공기조화계통 배기 감시기
- 나. 보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기
- 다. 복합건물 공기조화계통 배기 감시기
- 라. 복합건물 공기조화계통 여과기입구 감시기
- 마. 복합건물 공기조화계통 활성탄흡착기 배기 공기정화기입구 감시기
- 바. 복합건물 교에너지배관격실 공기조화계통 여과기입구 감시기

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

사. 핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기

아. 원자로건물 공기조화계통 공정 감시기

| 1

자. 주 제어실 공기흡입구 감시기

차. 비상기술지원실 공기흡입구 감시기

카. 원자로건물 공기감시기

타. 복수기진공펌프 배기 감시기

파. 기체방사성폐기물계통 공정 감시기

| 1

11.5.2.9.1 보조건물 공기조화계통 배기 감시기

보조건물 공기조화계통 공기정화기 배출부로부터 기체 방출량 및 방출핵종을 감시하기 위해 시료채취기 1대가 설치되어 있다.

11.5.2.9.2 보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기

보조건물 내 공기 중 농도를 측정, 감시하며, 소외로 방출되는 방사성핵종농도를 감시하기 위해 3-채널(입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다.

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

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.2.9.3 복합건물 공기조화계통 배기 감시기

복합건물 공기조화계통 공기정화기 배출부로부터 기체 방출량 및 방출핵종을 감시하기 위해 시료채취기 1대가 설치되어 있다.

11.5.2.9.4 복합건물 공기조화계통 여과기입구 감시기

보조건물 내 공기 중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종농도를 감시하기 위해 3-채널(입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다.

11.5.2.9.5 복합건물 활성탄흡착기 배기공기정화기 입구 감시기

복합건물 내 공기 중 방사능농도를 측정, 감시하며 활성탄흡착기 배기공기정화기를 통하여 소외로 방출되는 방사성핵종농도를 감시하기 위하여 3채널(입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다.

11.5.2.9.6 복합건물 고에너지배관격실 공기조화계통 여과기 입구 감시기

복합건물 내 고에너지 배관격실의 공기 중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종농도를 감시하기 위해 3-채널(입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다.

11.5.2.9.7 핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기

핵연료건물 내 공기 중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종농도를 감시하기 위해 3-채널(입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.2.9.8 원자로건물 공기조화계통 공정 감시기

| 1

원자로건물 내 공기 중 방사능농도를 측정, 감시하며 소외로 방출되는 방사성핵종농도를 감시하기 위해 3-채널(입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다. 대형 냉각재상실사고 시에는 비상노심냉각계통기기실 내 공기 중 농도를 측정, 감시하며 소외 방출농도를 감시하기 위해 사용된다.

11.5.2.9.9 주 제어실 공기흡입구 감시기

사고 시 주 제어실 공기흡입구의 방사능농도를 측정하기 위해 1-채널(기체 감시용) 감시기가 계열(Division)별로 2대(총 4대) 설치되어 있다. 이 감시기들은 고방사선 탐지 시 주 제어실비상환기작동신호를 발생시키기 위하여 보조기기 공학적안전설비에 출력신호를 제공한다. 주 제어실비상환기작동신호 발생 시에는 정상운전 시 열려 있던 외부공기 입구 댐퍼가 자동으로 폐쇄되며 주 제어실 공기는 보충공기정화기를 통해 순환된다. 감시채널에 사용되는 전원은 1E급이다.

11.5.2.9.10 비상기술지원실 공기흡입구 감시기

사고 발생이후 지원인력이 상주하게 되는 비상기술지원실에서의 방사선준위를 감시하기 위해 1-채널(기체 감시용) 감시기 2대가 설치되어 있다.

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

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.2.9.11 원자로건물 공기감시기

원자로건물 내의 방사선준위를 감시하기 위해 3-채널(공기입자, 기체 및 요오드 감시용) 감시기 2대가 설치되어 있다. 2대의 감시기는 동일한 기능을 수행하며 한 대의 감시기(RE/RT-0040)는 다른 한 대의 감시기(RE/RT-0039)가 기능상실시만 일시적으로 사용된다. 이감시기들은 정상운전 시 압력경계 건전성을 유지할 수 있도록 설계된다. 원자로건물 공기감시기는 원자로건물로부터 채취한 공기시료 내의 입자, 요오드와 불활성기체 방사능을 연속적으로 측정, 지시 및 기록한다. 또한 입자 및 불활성기체의 방사능은 규제지침서 1.45에 따라 원자로냉각재압력경계 누설률을 측정하는 데 사용된다.

1

11.5.2.9.12 복수기진공펌프 배기 감시기

배기기체(off-gas)계통의 대기방출 공기 중 농도를 측정, 감시하기 위해 1개의 채널(기체)과 1개의 시료채취기(공기입자 및 요오드)로 구성된 감시기 1대가 설치되어 있다.

고방사능이 감지되면 유출물 경로가 원자로건물로 바뀐다.

11.5.2.9.13 기체방사성폐기물계통 공정 감시기

1

복합건물 내 기체방사성폐기물계통의 방사선준위를 감시하기 위해 1-채널(기체 감시용) 감시기 1대가 설치되어 있다.

11.5.2.10 액체공정 및 유출물 방사선감시기

다음과 같은 액체공정 및 유출물 방사선감시기가 설치되어 있다.

가. 액체방사성폐기물계통 감시기

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

나. 1차측기기냉각수 공급모관 감시기

다. 증기발생기 취출 감시기

라. 응축수회수탱크 취출 감시기

마. 기타 액체공정 감시기

11.5.2.10.1 액체방사성폐기물계통 감시기

액체방사성폐기물계통 유출물을 감시하기 위해 2대의 감시기가 설치되어 배출밸브와 연동된다.

액체방사성폐기물계통 유출물에 교방사선이 검출될 때 배출밸브는 자동적으로 닫힌다.

11.5.2.10.2 1차측기기냉각수 공급모관 감시기

원자로냉각재계통 및 정지냉각계통으로부터 1차측기기냉각수계통으로의 원자로냉각재의 유출을 감시하기 위해 2대의 감시기가 1차측기기냉각수계통을 연속적으로 감시한다.

11.5.2.10.3 증기발생기 취출 감시기

여과기 후단에서 복수기로 유입되는 유체를 감시하기 위해 1대의 감시기가 설치되어 있다. 또한 각 증기발생기의 고온관 취출배관을 감시하기 위해 각각 1대의 감시기가 설치되어 있다. 설정치 이상의 방사능이 검출될 때 증기발생기 취출배관 격리밸브와 시료채취관 격리밸브가 자동으로 격리된다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.2.10.4 응축수회수탱크 취출 감시기

응축수회수탱크 내 응축수의 방사능농도를 감시하기 위해 1대의 감시기가 설치되어 있다. 설정치 이상의 방사능이 검출될 때 자동으로 경보가 발생된다.

11.5.2.10.5 기타 액체 공정감시기

화학 및 체적제어계통 유출 및 탈기기 출구의 방사선준위를 연속적으로 감시하기 위해 2대의 감시기가 설치되어 있다. 이 감시기들에 대한 상세한 내용은 9.3.4.5.6절에 기술되어 있다. 복수정화펌프 주변 배수조에도 액체 공정감시기가 설치되어 주변으로 배출되기 전에 감시된다.

11.5.3 유출물감시 및 시료채취

모든 방사능 배출경로들은 11.5.1.2절에 기술된 설계기준에 따라 연속적으로 감시되며 정상운전, 예상운전과도 및 가상사고 시 유출물 감시를 위한 일반설계기준 64(방사선누출 감시) 요건에 대하여 11.5.1절과 11.5.2절에 기술되어 있다. 그랩 시료채취 및 소내 실험실 분석을 통해 방사성유출물의 발생원을 추적할 수 있게 된다. 이 추적 과정은 발전소 운전원이 필요한 보고요건을 이행하는 데 도움이 된다. 공정 시료채취계통은 9.3.2절에 기술되어 있다.

기체 유출물에 대해서는 총 베타 및 총 감마방사선이 감시되고, 액체유출물에 대해서는 총 감마방사선이 감시된다. 동위원소 분석은 그랩 시료채취에 의해 분석되는 데 유출경로에는 적절한 시료채취 탭이 설치되어 있다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

11.5.4 공정감시 및 시료채취

공정감시 및 시료채취는 이차계통의 액체 및 기체시료를 채취하여 방사능농도 및 화학성분을 검출할수 있도록 설계되며 11.5.1.2절에 기술된 설계기준에 따라 설계된다. 일차냉각재 경계 누출은 시료채취 관련계통의 설비들(증기발생기의 2차측, 원자로건물 배수, 공기조화계통 등)과 시료의 동위원소 분석설비를 사용해서 확인할 수 있다. 공정시료채취계통은 9.3.2절에 기술되어 있다.

방사성폐기물처리계통과 관련한 방사선준위 감시를 위한 일반설계기준 63(사용후연료 및 방사성폐기물 저장)과 유출물 배출경로 격리밸브 자동차단과 관련하여 일반설계기준 60(방사성물질의 환경유출 제어) 요건에 대하여 11.5.1절과 11.5.2절에 기술되어 있다.

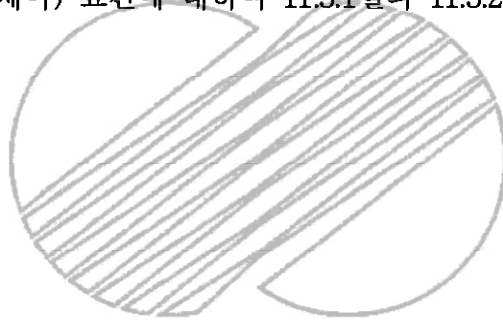


표 11.5-1 (4 중 1)

공정 및 유출물 방사선감시기

감시기 명	호기당 갯 수	채널형태	감시기 형태	측정방사능	교정핵종	측정범위 (Bq/cm ³)	정확도 (% of Reading)	예상농도 (Bq/cm ³)	고경보설정치 (Bq/cm ³)	전원	자동동작
보조건물 공기조화계통 배기 감시기 (RE-015) <Off-Line>	1	공기입자 요 오 드 기체	Sampler Sampler Sampler	- - -	- - -	- - -	N/A N/A N/A	- - -	- - -	비1E급 교류계측전원	-
보조건물 공기조화계통 여과기입구 감시기 (RE-017) <Off-Line>	1	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llation β scinti- llation γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133	3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹ 3.7×10 ⁻² -3.7×10 ⁷ 3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹	±20% ±20% ±20%	5.91E-9 1.17E-2 1.12E-4	3.11E-3 1.97 2.23E-2	비1E급 교류계측전원	· 경보 · 공기여과기 경로를 비상배기로 변경
복합건물 공기조화계통 배기 감시기 (RE-002) <Off-Line>	1 ¹⁾	공기입자 요 오 드 기체	Sampler Sampler Sampler	- - -	- - -	- - -	N/A N/A N/A	- - -	- - -	비1E급 교류계측전원	-
복합건물 공기조화계통 여과기입구 감시기(RE-003) <Off-Line>	1 ¹⁾	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llation β scinti- llation γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133	3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹ 3.7×10 ⁻² -3.7×10 ⁷ 3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹	±20% ±20% ±20%	3.53E-9 6.95E-3 6.71E-5	3.71E-3 2.35 2.66E-2	비1E급 교류계측전원	경보
복합건물 공기조화계통 활성탄흡착기 배기 공기정화기 입구 감시기(RE-083) <Off-Line>	1 ¹⁾	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llation β scinti- llation γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133	3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹ 3.7×10 ⁻² -3.7×10 ⁷ 3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹	±20% ±20% ±20%	5.27E-9 1.35E-1 1.0E-4	5.54E-3 1.02E+2 3.98E-2	비1E급 교류계측전원	경보
복합건물 고에너지배관격실 공기조화계통 여과기입구 감시기(RE-007) <Off-Line>	1 ¹⁾	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llaionn β scinti- llation γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133	3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹ 3.7×10 ⁻² -3.7×10 ⁷ 3.7×10 ⁻⁷ -3.7×10 ⁻¹	±20% ±20% ±20%	1.23E-8 2.43E-2 2.35E-4	1.30E-2 8.23E 9.31E-2	비1E급 교류계측전원	경보

표 11.5-1 (4 중 2)

감시기 명	호기당 갯 수	채널형태	감시기 형태	측정방사능	교정핵종	측정범위 (Bq/cm ³)	정확도 (% of Reading)	예상농도 (Bq/cm ³)	고정보설 정치 (Bq/cm ³)	전원	자동동작
핵연료건물 공기조화계통 배기 감시기 (RE-043) <Off-Line>	1	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llation β scinti- llation Sampler γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133	3.7×10 ⁻⁷ ~3.7×10 ⁻¹ 3.7×10 ⁻² ~3.7×10 ⁷ 3.7×10 ⁻⁷ ~3.7×10 ⁻¹	±20% ±20% ±20%	4.78E-8 1.59E-2 1.41E-5	4.27E-3 2.70 3.02E-2	비1E급 교류계측전원	경보
원자로건물 공기조화계통 공정 감시기 (RE-037) <Off-Line>	1 ³⁾	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llation β scinti- llation γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133 Pu-238 Cs-137	3.7×10 ⁻⁷ ~3.7×10 ⁶ 3.7×10 ⁻² ~3.7×10 ⁹ 3.7×10 ⁻⁷ ~3.7×10 ⁶	±20% ±20% ±20%	3.05E-6 (9.72E-8) 1.81E+1 (5.78E-1) 5.95E-4 (1.90E-5)	6.92E-2 (2.21E-3) 1.61E+2 (5.14) 5.20E-1 (1.66E-2)	비1E급 교류계측전원	· 경보 · 원자로 건물 배기팬 정지
주제어실 공기 흡입구 (RE-071,072, 073,074) <In-Line>	4	기 체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	3.7×10 ⁻² ~3.7×10 ³	±20%	negligible	5.23E-1	1E급 교류계측전원	· 경보 · 주제어실 비상 보충공기 정화 구동 기
비상기술지원실 공기흡입구 감시기 (RE-054,055) <In-Line>	2 ¹⁾	기 체	β scinti- llation	Gross β	Cs-137	3.7×10 ⁻² ~3.7×10 ³	±20%	negligible	5.23E-1	비1E급 교류계측전원	· 경보 · 비상보충공기 계통 구동
원자로건물 공기 감시기 (RE-039,040) <Off-Line>	2	공기입자 기 체 요 오 드	β scinti- llation β scinti- llation γ scinti- llation	Gross β Gross β γ (I-131)	- TI-204 Co-60 Ba-133	3.7×10 ⁻⁵ ~3.7×10 ¹ 3.7×10 ⁻² ~3.7×10 ⁵ 3.7×10 ⁻⁵ ~3.7×10 ¹	±20% ±20% ±20%	3.01E-6 1.78E+1 1.87E-4	1.17E-4 3.56E+1 7.75E-3	1E급 교류계측전원	경보
주중기배관 파단사고/중기 발생기 누설 감시기 (RE-217,218,219 220) <On-Line>	4 ²⁾	주중기배관 파단사고 중기발생기 누설감시	γ scinti- llation γ scinti- llation	Gross γ N-16	- Cs-137 Co-60	1.85×10 ⁻⁴ ~3.7×10 ³ (mSv/hr) 0.8~1.6×10 ⁵ (l/hr)	±20% ±20%	negligible negligible	0.01 (mSv/hr) 10 (l/h)	비1E급 교류계측전원	경보

표 11.5-1 (4 중 3)

감시기 명	호기당 갯 수	채널형태	감시기 형태	측정 방사능	교정핵종	측정범위 (Bq/cm ³)	정확도 (% of Reading)	예상농도 (Bq/cm ³)	고경보설정치 (Bq/cm ³)	전원	자동동작
복수기진공펌프 배기 감시기 (RE-063) <Off-Line>	1	공기입자 기 체 요 오 드	Sampler β scinti- llation Sampler Sampler	- Gross β	- Co-60 -	- $3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$ -	N/A ±20% N/A	- 7.14E-2 -	- 2.55E+1 -	비1E급 교류계측전원	· 정보 · 환경에서 원자로건물로 배출경로 변경
기체방사성폐기물계 통 공정 감시기 (RE-080) <Off-Line>	1 ¹⁾	기 체	β scinti- llation	Gross β	- Co-60	$3.7 \times 10^1 - 3.7 \times 10^6$	±20%	2.42E+2	1.82E+5	비1E급 교류계측전원	경보
액체방사성폐기물 계통 감시기 (RE-183,184) <Off-Line>	2 ¹⁾	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$	±20%	2.12E-1	1.09E+3	비1E급 교류계측전원	· 정보 · 감시탱크배출밸브의 자동폐쇄
1차측기냉각수 공급 모관 (RE-111,112) <Off-Line>	2	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$	±20%	negligible	2.38E+1	비1E급 교류계측전원	경보
증기발생기 취출 (RE-104) <Off-Line>	1	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$	±20%	1.13E-2	9.67E+2	비1E급 교류계측전원	· 정보 · 증기발생기취출관 격리밸브 폐쇄
증기발생기 하향유 로 시료채취관 (RE-151,152) <In-Line>	2	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$	±20%	7.06E-1	2.51E+1	비1E급 교류계측전원	· 정보 · 시료채취관 격리밸브 폐쇄
용축수회수탱크 취출 감시기 (RE-103) <Off-Line>	1	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$	±20%	negligible	3.65E-1	비1E급 교류계측전원	· 정보 · 그랜드밀봉 수집 탱크 격리밸브를 폐쇄하고 저용존 고형물탱크 격리 밸브는 개방 · 시료채취펌프 PP09 정지

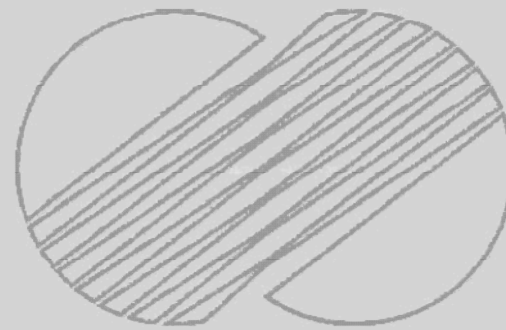
표 11.5-1 (4 중 4)

감시기 명	호기당 갯 수	채널형태	감시기 형태	측정 방사능	교정핵종	측정범위 (Bq/cm ³)	정확도 (% of Reading)	예상농도 (Bq/cm ³)	고경보설정치 (Bq/cm ³)	전원	자동동작
CVCS 유출 감시기 (RE-204) <In-Line>	1	액 체	γ scinti- llation γ scinti- llation	Gross γ Specific γ (Rh-88)	Ba-133 Cs-137 Co-60	$3.7 \times 10^0 - 3.7 \times 10^6$ [$1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^7$ (c pm)]	±15%	6.60E+03 (Rb-88)	Variable 5.0×10 ⁴ (cpm)	비1E급 교류계측전원	경보
CVCS 탈기기 유출 감시기 (RE-265) <In-Line>	1	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	- Cs-137 Ba-133 Co-60	$3.7 \times 10^0 - 3.7 \times 10^5$ [$1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^7$ (c pm)]	±15%	1.40E+00 (Cs-137)	Variable	비1E급 교류계측전원	경보
CPP 지역 배수조 감시기 (RE-164) <Off-Line>	1	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-2} - 3.7 \times 10^3$	±20%	negligible	3.65E-1	비1E급 교류계측전원	· 경보 · 복수탈염지역 배수조펌프 PP05, PP06 정지
폐수처리계통감시기 (RE-190) <Off-Line>	1 ¹⁾	액 체	γ scinti- llation	Gross γ	Co-60 Cs-137	$3.7 \times 10^{-3} - 3.7 \times 10^3$	±20%	negligible	2.50E-1	비1E급 교류계측전원	경보

1) 신월성 1,2호기 공용 감시기용

2) 이 감시기들은 광범위 검출기를 공유하며 주증기배관 파단사고 및 증기발생기의 1차측에서 2차측으로의 누설을 감시하는 두 채널로 구성되어 있다.

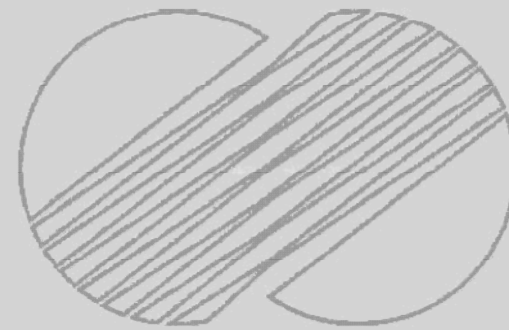
3) 예상농도 및 고경보 설정치는 저용적폐지와 같은 정상 출력운전을 위한 설정치이다. 고용적폐지 운전일 경우 ()안의 설정치로 리셋되어야 한다.



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

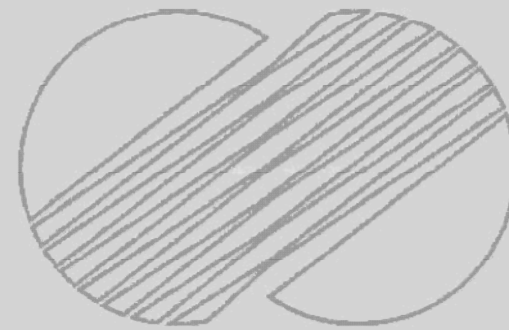
그림 11.5-1 (4 중 1)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

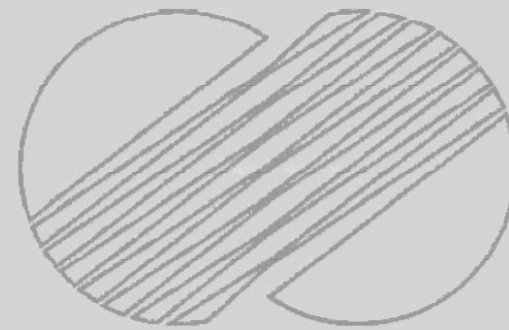
그림 11.5-1 (4 중 2)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

그림 11.5-1 (4 중 3)



한국수력원자력주식회사
신월성 1,2호기
최종안전성분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

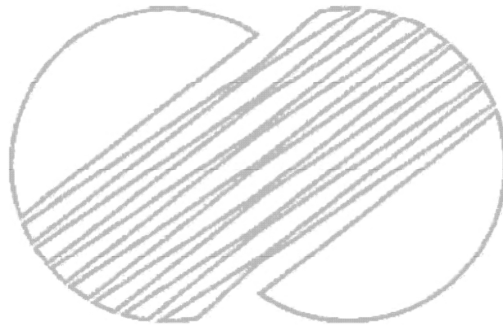
그림 11.5-1 (4 중 4)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

부록 11A

노심 체류시간

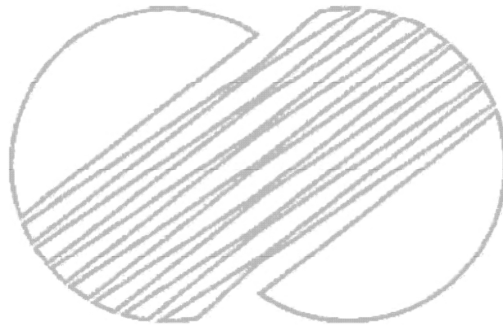


신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

부록 11A - 노심체류시간

목 차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11A	노심체류시간	11A-1



신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

부록 11A 노심체류시간

11.1.3절에 설명된 순환하는 방사성부식생성물에 대한 노심체류시간의 유도과정은 아래와 같다.

순환하는 방사성부식생성물

임의 시간에 노심 내 표면에 형성된 방사성부식물 피막중의 방사성핵종의 원자수(N_f)는 다음과 같이 계산한다.

(11A-1)

N_f 에 대해서 풀면

(11A-2)

여기서,

$\Sigma_i \Phi$: 핵종 i 의 방사화반응률, reaction/g-sec

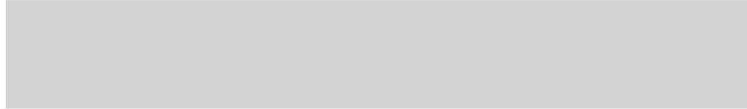
λ_i : 핵종 i 의 붕괴상수, sec^{-1}

t_{res} : 예상되는 노심체류시간, sec

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

N_c 에 대해서 풀면

신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서



(11A-3)

여기서,

[ER] : 마모율, $\text{g}/\text{cm}^2\text{-sec}$

A_c : 노심의 표면적, 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 계산한다.



(11A-4)

여기서, M_c 는 방사성 및 비방사성 물질을 모두 포함한다.

M_c 에 대해서 풀면



(11A-5)

여기서,

[ER] : 마모율, $\text{g}/\text{cm}^2\text{-sec}$

A_T : 일차계통의 표면적, cm^2

α : 표면침적률(plateout rate), sec^{-1}

β : 정화율, sec^{-1}

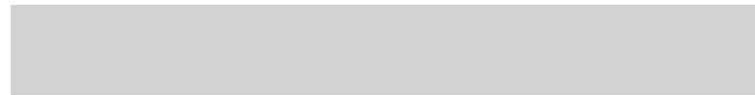
신월성 1,2호기 최종안전성분석보고서

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



(11A-6)

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



(11A-7)

또한 식 (11A-7)로 계산된 방사능(A_i)은 노심외 표면에서의 방사능으로도 가정한다.

식 (11A-7)을 t_{res} 에 대해서 풀면 식 (11.1-8)이 된다.

침적된 크러드

침적된 크러드의 방사능(A_i)은 다음과 같이 계산한다.



(11A-8)

식 (11A-8)을 t_{res} 에 대해서 풀면 식 (11.1-9)가 된다.